بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية العلوم

قسم المختبرات العلمية - فيزياء

مشروع تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف من قسم المختبرات العلمية – فيزياء

بعنوان:

الوقاية من الاشعاع

Radiation protection

إعداد الطلاب:

عـصمت حـامد احـمد ابو النور

قطبي نورالدين حسب الله الرضي

مصـعب محمد بشـير محـمـد

إشراف:

د. نضار عثمان خليفة

الآية

قال تعالى:

﴿اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِن شَجَرَةٍ مُّبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لاَّ شَرْقِيَّةٍ وَلا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُّورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن يَشَاء وَيَضْرِبُ اللَّهُ الأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ﴾

صدق الله العظيم

سورة النور الآية (35)

الاهداء

إلـــهي لايطيب الليل الابشكرك
ولايطيب النهار الابطاعتك
ولاتطيب اللحظات الابذكرك
ولاتطيب الاخرة الابعفوك
ولاتطيب الجنة الا برؤيتك
الـــى من بلغ الرسالة وادى الامانة
الـــى نبي الرحمة ونور العالمين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم
الـــى من علمني العطاء بدون انتظار
الـــى من من احمل اسمه بكل افتخار
ارجو من الله ان يمد في عمرك لترى ثماراً قد اينعت وحان قطافها
بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم اهتدي بها اليوم وفي الغد والى الابد
والـــدي العزيـــز

الـــى مـــلاكي في الحياة
الـــى معنى الحـب والحنان
الـــى بسمة الحياة وسر الوجود
الـــى من كان دعائها سر نجاحي
وحنـــانها بلسم جراحي

امـــي الحبيـبـه

الـــى سندي وقوتي وملاذي في الحياة
الـــى من آثروني على انفسهم
الـــى من علموني معنى الحياة

اخـــوتي

الـــى من عشت معهم اجمل اللحظات
الـــى من سأفتقدهم واتمنى ان يفتقدوني
الـــى من اظهروا لي ماهو اجمل من الحيـــاة

اصـدقائي

الـــى كل شمعة احترقت حتى تضيء دروب الاخرين
الـــى كل نفس تواقة للخير ومساعدة الاخرين

اسـاتـذتـي الاجـلاء

شكر وتقدير

الحمد لله وحده والصلاة والسلام على من لانبي بعده الشكر لله سبحانه وتعالى اولاً وأخيراً

وقفـــــة تقـــــدير

لكــل من وقف خلفنا

واخذ بأيدينا طــول مشوارنا في هذا البحث

ولكــن تقف الكلمــات عاجــزة عن التعــبير

والشكــر موصــول للاساتذة الاجلاء بكلية العلــوم

قسم المختبرات العلمية – فيزياء

ونخص بالشكــر الدكتــور:

نضار عثمـــان خليـفة

والشكر ايضاً موصـــول للاســتاذ القدير

محمد دفع الله

والي استاذنا الموقر الاستاذ الجليل

فرح ابو زيد صابون

وكمــا نتقدم بالشكر اجزله الى ادارة واساتذة معمل الفيزياء – المستوى الرابع

والشكر ايضاً لكل من ساهم في اتمام هذا البحث بأبهى صوره ويرى النور

البــاحثون

المستخلص

الاشعاعات المؤينة عموماً تعتبر ضارة بالنسبة للإنسان اذا ماتعرض لها في المؤسسات العلمية كالجامعات وعلى وجه الخصوص المعامل الفيزيائية التي تتطلب الدراسة فيها الي التعامل مع المصادر المشعة، علي الرغم من أن الطاقة الاشعاعية لهذه المصادر ليست بالطاقات العليا وانما هي في حدود المصرح به للدراسة، يتعرض الطالب او الاستاذ الى جرعات اشعاعية من المصادر الاشعاعية الموجوده في المعامل وهذه الاشعاعات تعتبر ضاره اذا ما تعرض لها الطالب او الاستاذ لفترات طويلة وان اذا كان هناك عدم دراية كافية بكيفية التعامل الآمن معها. لذا تناول هذا البحث كيفية الوقاية من هذه الاشعة ومعرفة التعامل معها، لقد أختير معمل المستوى الرابع-قسم الفيزياء- كلية العلوم- جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا مجالا لتلك الدراسة ذلك نسبة وجود عدد كثير من التجارب النووية التي تجري به ، قمنا بحصر عدد من المصادر المشعة الموجودة داخل المعمل واستخدمنا عدد منها في اجراء تجارب تخص الوقاية من الاشعاع .اشارت النتائج الى حد علمنا الي ان طاقة هذه المصادر الموجوده داخل المعمل في حدود التعرض المسموح به بذلك يكون هذا المعمل آمن وهو الشئ المتوقع.

Abstract

Ionizing radiation is generally considered harmful to humans if exposed to it, in scientific institutions, such as universities and, in particular, the physical plants exposed to the student or teacher to radiation doses of sources and equipment in the laboratory and this radiation is considered harmful if sustained student or teacher in quantities above the allowed for that taken up this research how to prevent this, put hours a day and see if these plants safe or not so we have used physics level four laboratory room for that study and found that the results suggest that this within the lab sources issued doses in the exposure limits allowed and less so these plants are SAFE, which is expected thing.

فهرست الموضوعات

رقم البند	الموضوع	رقم الصفحة
1	الأية	أ
2	الأهداء	ب
3	شكر وتقدير	ج
4	المستخلص	د
5	Abstract	ه
الفصل الاول – المقدمة		
1 – 1	المقدمة	1
2 – 1	مشكلة البحث	2
3 – 1	اهداف البحث	2
4 – 1	هيكلة البحث	2
الفصل الثاني – المفاهيم النظرية		
1 – 2	انواع الاشعاع	3
2 – 2	مصادر الاشعاعات الطبيعية في البيئة	5
3 – 2	مصادر الاشعاعات الصناعية	7
4 – 2	النشاط الاشعاعي والاشعاعات	7
5 – 2	الكواشف الاشعاعية	11
6 – 2	تصنيف الكواشف	12
7 – 2	الآثار الصحية للاشعاع المؤين	14
8 – 2	التأثيرات البيولوجية للاشعاعات المؤينة	15
9 – 2	فسيولوجية الانسان وكيفية دخول المواد المشعة	15
10 – 2	تفاعل الاشعاعات المؤينة مع الخلية	16
11 – 2	التأثيرات الحتمية والعشوائية للإشعاعات المؤينة	19
1 – 2 2	التأثيرات الوراثية للاشعاعات	23
الفصل الثالث – الوقاية من الاشعاع		
1 – 3	الوقاية من الاشعاع	25
2 – 3	هيئات دولية	25
3 – 3	المبادئ الاساسية في الوقاية من الاشعاع	26
4 – 3	برنامج الوقاية الاشعاعية	26

3 – 5	الوقاية من التعرض الخارجي	27
3 – 6	النفايات المشعة	31
3 – 7	قواعد التصرف السليم بالنفايات المشعة	33
3 – 8	معالجة النفايات المشعة	35
3 – 9	تخزين المواد المشعة ودفنها	37
3 – 10	دفن النفايات وتقييم امان مخازن الدفن النهائية	38
الفصل الرابع ــ المناقشة والنتائج		
4 – 1	الخلاصة	41
4 – 2	التوصيات	41
	المراجع	42

فهرست الاشكال

رقم الشكل	الشكل	رقم الصفحة
2-1	الطيف الكهرومغنطيسي	**3**
2-2	جهاز توليد الاشعة السينية	**10**
2-3	اجزاء الخلية	**16**
2-4	العلاقة بين الجرعة الاشعاعية واحتمال الاصابة	**22**

فهرست الجداول

رقم الجدول	الجدول	رقم الصفحة
2-1	الاحتمالات النسبية السرطانات المميتة في الاعضاء المختلفة في خمس دول والاحتمالات النسبية المتوسطة	**23**
3-2	ثابت جاما النوعي لبعض النظائر شائعة الاستعمال	**30**
4-1	جدول النتائج	**40**

الفصل الاول

المقدمة

1-1 :المقدمة:

تعرض الانسان للاشعاع المؤين يؤدي الى اضرار جسيمة مع مرور الزمن قد تظهر هذه الاضرار في الفرد نفسه او في نسله.

الاشعاع هو طاقة تطلق في شكل موجات او جسيمات صغيرة، وان هذا الاشعاع بنوعيه الموجي والجسيمي ومن مختلف مصادره يؤثر علي الانسان حيث تحدث اثار بيولوجية نتيجة تفاعل هذه الاشعاعات مع مكونات الخلية الحية للكائن الحي وتؤدي الى مرض السرطان والذي يعد من اخطر الاضرار.

وقد تناول هذا البحث كيفية الوقاية من هذه الاشعة وذلك بزيادة المسافة وتقليل زمن التعرض او عن طريق التدريع وكيفية التخلص من النفايات المشعة بطريقة آمنة لكي لا تؤثر على الكائن الحي او البيئة، ولكي نتعرف على هذه الاشعاعات ومقدارها استخدمت كواشف متخصصة مثل عداد قايقر، واستهدف هذا البحث معمل الفيزياء النووية - المستوى الرابع مكاناً للدراسة لذلك لمعرفة ما اذا كانت هذه المصادر المشعة الموجودة بهذا المعمل تصدر جرعات اشعاعية في حدود التعرض المسموح به ام لا، وهل تراعي طرق السلامة والامن ام لا؟ تم قياس النشاط الاشعاعي لبعض هذه المصادر وحسبت الجرعات التي تصدرها كما هو موضح في باب النتائج والمناقشة.

1-2:مشكلة البحث

المعامل الموجودة في المؤسسات التعليمية تحوي مصادر واجهزة تصدر اشعاعات

ومن الضروري معرفة طرق الوقاية من هذه الاشعاعات لكي تصبح اكثر اماناً

1-3 :اهداف البحث

التعرف على الاشعاع بصورة عامة

التعرف على خطورة ومضار الاشعاعات على الانسان

معرفة طرق الوقاية من هذه الاشعاعات بمختلف انواعها

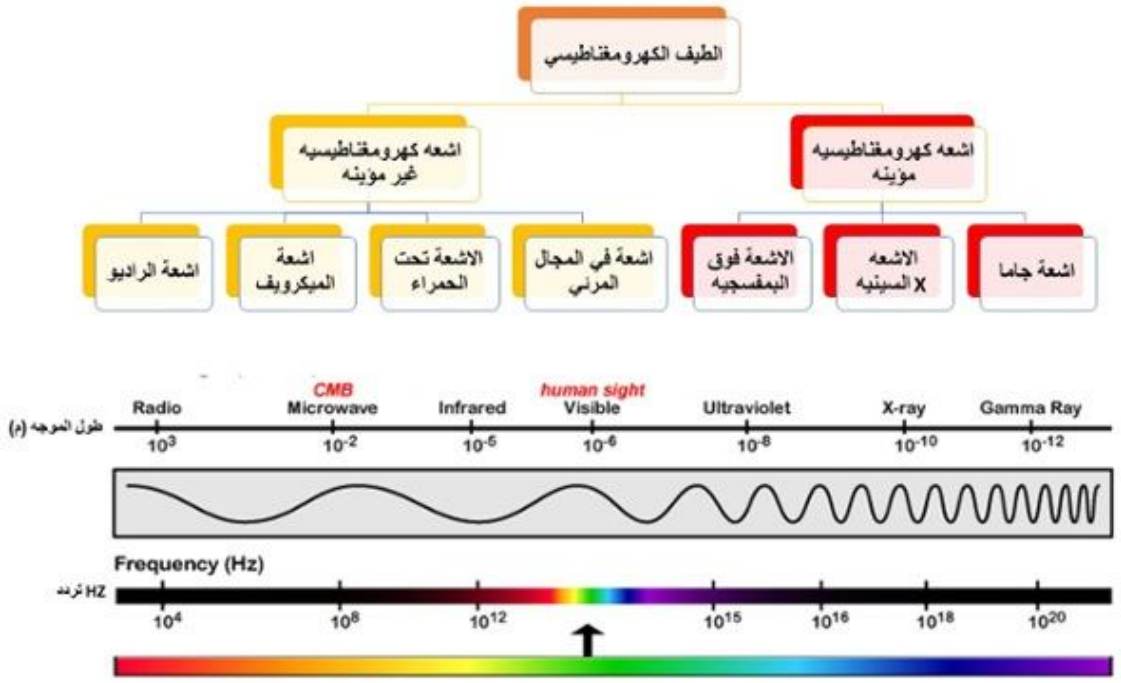
معرفة ما اذا كانت هذه المعامل آمنة ام لا واذا لم تكن آمنة معرفة الطرق التي يجب اتباعها لتفادي خطورتها

1-4 :هيكلة البحث

لقد تم تريب هذا البحث وتقسيمه الى اربعة فصول حيث يشمل الفصل الاول المقدمة ومشكلة واهداف البحث وشمل الفصل الثاني الاشعاع وانواعه والكشف عنه ومضاره و الفصل الثالث تحدث عن الوقاية منه وفي الفصل الرابع الجزء العملي.

مفاهيم نظرية

سوف يتناول هذا الفصل الاشعاع وانواعه ومضاره حيث نجد ان الاشعاع عبارة عن طاقة تطلق في شكل موجات أو جسيمات صغيرة من مادة ما وله أشكال عديدة مثل ألاشعة الكونية والاشعة النووية والاشعة الذرية والشكل (1–2) يبين الطيف الكهرومغناطيسي والاطوال الموجية والترددات للاشعاعات الكهرومغناطيسية المؤينة والغير مؤينة ويشمل الاشعاع الطيف الكهرومغناطيسي



الشكل(1–2) يبين الطيف الكهرومغنطيسي

الفصل الثاني

المفاهيم النظرية

2-1 :أنواع الإشعاع

كما يمكن ان يفرق بين الإشعاع على أساس مكوناته وفعالياته الى :

2-1-1: النوع الاول

وهو الاشعاع الموجي مثل الموجات الكهرومغناطيسية،حيث تتكون من فوتونات وينتمي إليها: الأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء واشعة غاما وموجات الراديو أو موجات الرادار، والميكروويف كما هو مبين في الرسم اعلاه

2-1-2: النوع الثاني

ويسمى بالاشعاع الجسيمي ويوجد منه العديد مثل :جسيمات ألفا وجسيمات بيتا بنوعيها بيتا السالبة وبيتا الموجبة - كما ان هذه الاشعاعات بنوعيها الموجي والجسيمي تصدرعن النشاط الاشعاعي لبعض المواد،و يوجد نوع من الاشعة تسمى أشعة أيونات ، وهذه تكون ذرات فقدت واحداً أو أكثر من إلكتروناتها، وهنالك ايضاً أشعة النيوترونات.

كما وجد ان هنالك اشعة قادمة من أعماق الكون مثل الأشعة الشمسية ،والأشعة الكونية،وتتميز بعض المناطق الجيولوجية بإصدارها للإشعاع وتسمى أشعاعات أرضية، وهي ناشئة عن وجود بعض المواد المشعة في صخور تلك الأراضي.

وعندما تكون طاقة الأشعة عالية بحيث تستطيع أن تؤين الوسط الذي تمر فيه، أي تستطيع فصل إلالكترونات عن ذراتها أو جزيئاتها فهذه تسمى اشعة مؤينة وتنتمي إلى الإشعاعات

المؤينة الإلكترونات والبروتونات وجسيمات ألفا وجسيمات بيتا (الكترونات،بوزيترونات) وتقوم بتأين المادة مباشرة عند المرور فيها وهي جميعها ذات شحنة كهربية. ايضاً تنتمي إلى الأشعة المؤينة موجات

كهرومغناطيسية تحمل طاقةعالية، مثل الأشعة السينية وأشعة غاما وتنتقل طاقتها اولاً الى الكترونات المادة عن طريق العمليات الثلاثة او بعضها ثم تقوم الالكترونات الثانوية بالتأين وبالتالي يسمى هذا بالتأين غير المباشر وبالنسبة للنيوترونات تنتقل طاقتها الى المادة عن طريق التشتت المرن وهي حالة تكون فيها طاقة الفوتون الساقط على احد الذرات صغيرة اي تكون طاقة الفوتون اقل من ان تحدث اثارة في الذرة أو غير المرن (تشتت رامان)يوصف بتشتت رامان نسبة لعالم الفيزياء الذي اكتشفه ويحدث عندماتزيد طاقة الفوتون عن الفرق بين مستويين للطاقة الكمومية في الذرة[1]على نوى ذرات المادة او عن طريق امتصاص النيوترونات (خاصة الحرارية)،وحيث ان جميع اجسام الكائنات الحية تحتوي على نسبة عالية جداً من الهيدروجين فإن طاقة النيوترونات تنتقل الى نوى الهيدروجين(البروتونات)،ثم تقوم هذه الاخيرة بعملية التأين في الجسم وبذلك تنتمي النيوترونات للاجسام المؤينة تأين غير مباشر[2].

2-2: مصادر الاشعاعات الطبيعية في البيئة

يتعرض الإنسان منذ نشأته إلى جرعة إشعاعية معينة صادرة من البيئة التي يعيش فيها ومن الغذاء الذي يتناوله، والهواء النبي يتنفسه. وتعرف هذه الجرعات بالجرعات الإشعاعية البيئية الطبيعية. ولا تشكل هذه الجرعات الطبيعية خطورة ملحوظة حيث أن كمياتها تكون عادة[i] ضمن حدود غير عالية، ويعيش الإنسان فيها منذ بدء الخليقة. وتعتبر كل من الأشعة الكونية والإشعاعات المحلية الصادرة عن التربة، وكذلك المواد المشعة الموجودة ضمن تكوين أجسام الكائنات الحية من أهم مصادر الجرعات الإشعاعية الطبيعية [3].

1-2-2: الأشعة الكونية

تصل كميات كبيرة من الأشعة الكونية المؤينة إلى الغلاف الجوي المحيط بالأرض قادمة من الفضاء الخارجي ومن الشمس. وتحتوي هذه الأشعة على أنواع مختلفة من الجسيمات النووية بطاقات عالية كالبروتونات والنيوترونات وغيرها، وتعرف باسم الأشعة الكونية الأولية (عند دخول هذه الجسيمات إلى الغلاف الجوي للأرض فإنها تتفاعل مع المواد التي يتكون منها هذا الغلاف، فتتغير بذلك مكوناتها وتضعف كمياتها التي تصل إلى سطح الأرض. وتعتمد الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الإنسان من الأشعة

الكونية على عدة عوامل هي خط العرض بالنسبة للكرة الأرضية، والارتفاع عن سطح البحر، فضلا عن النشاط الشمسي والضغط الجوي. فالمركبة المشحونة من الأشعة الكونية (كالبروتونات) تتأثر عند اقترابها من سطح الأرض بالمجال المغناطيسي للأرض الذي يحرفها بعيدا عن خط الاستواء في اتجاه القطبين، مما يؤدي إلى زيادة كثافتها كلما اقتربنا من القطبين بالمقارنة بخط الاستواء عند نفس الارتفاع عن سطح البحر. أما النيوترونات فإنها لا تتأثر بالمجال المغناطيسي، ولذلك تتساوى الجرعات الناتجة عن النيوترونات عند خطوط العرض المختلفة.

ويلعب الارتفاع عن سطح البحر دورا هائلاً في تغيير مقدار الجرعة الناتجة عن الأشعة الكونية. ويختلف الدور باختلاف نوع هذه الاشعة.

فبالنسبة للنيوترونات تكون الجرعة الناتجة عنها عند سطح البحر في حدود 30 ميكروسفرت في السنة،وهي جرعة محدودة. إلا أن دور النيوترونات يتنامى بشكل سريع بدءا من ارتفاع يبلغ 1كم فوق سطح البحر،اما بالنسبة للمركبة المؤينة تأيينا مباشرا كالبروتونات فإنها تلعب دورا ملحوظاً بدءاً من مستوى سطح البحر، حيث تبلغ الجرعة الفعالة الناتجة عنها، عند سطح البحر وعند خط الاستواء، حوالي 240ميكروسيفرت في السنة. وتزداد هذه الجرعة زيادة بطيئة بزيادة الارتفاع، ثم تتزايد بسرعة كبيرة مع الارتفاع بدءا من1كم [3].

2-2-2: الاشعاعات الصادرة من التربة

تحتوي القشرة الارضية على كميات قليلة من النويدات المشعة طويلة العمر مثل اليورانيوم 238 كما تحتوي على كميات قليلة م نظير البوتاسيوم 40 المشع ،و تتفكك هذه النويدات مصدرة جسيمات الفا او بيتا، و احيانا غاما و لا تمثل الفا اخطار كبيرة لقصر مداها ، كذلك لا تمثل بيتا مخاطر ملموسة . اما بالنسبة لجاما ذات القدرة الاختراقية العالية فانها تمثل الاسهام الرئيس في الجرعة الاشعاعية الصادرة عن التربة .

تتفاوت تراكيز النويدات المشعة تفاوتا كبيراً تبعاً لنوع التربة،ووجد ان الجرعة الفعالة داخل المساكن اعلى من خارجها بحوالي 40-45% في المتوسط.

3 -2-2: المواد المشعة الموجودة داخل جسم الكائن الحي

يحتوي جسم الكائن الحي على كميات ضئيلة من النظائر المشعة كالكربون 14 و البوتاسيوم 40 .

3 -2: مصادر الاشعاعات الصناعية

ظهرت عدة مصادر اشعاعية مصنعة ساهمت في الجرعة الفعالة الجماعية لعموم البشر و اهم هذه المصادر:

الاشعة التشخيصية، الاشعة العلاجية، الطاقة النووية و تفاعلاتها، النفايات المشعة و الغبار الذري.

4 -2: النشاط الاشعاعي والاشعاعات

تتميز الكثير من النظائر- سواء الطبيعية او الاصطناعية(اي المجهزة باستخدام المفاعلات اوالمعجلات النووية)- بخاصية تعرف بخاصية النشاط الاشعاعي.

والنشاط الاشعاعي هو عبارة عن تفكك او اضمحلال تلقائي لنواة النظير مع اصدار جسمات نووية مثل جسمات الفا او بيتا،قد يتبعاها انطلاق اشعاعات جاما وتعرف النظائر التي يحدث فيها هذا التفكك او الاضمحلال بالنظائر المشعة.

وتجدر الاشارة الى ان عملية التفكك تحدث في النظائر سواء كانت في صورة نقية ام تدخل ضمن مركبات كيميائية او

بيولوجية اوغيرها ،كما ان عملية التفكك لاتعتمد اطلاقاً على الظروف الطبيعية مثل درجة الحرارة وحالة النظير وغيرها من الظروف الطبيعية.

ومن انواع الاشعاعات مايلي:-

1- 4-2: جسيمات الفا

تتميز نوى العناصر الثقيلة (الاثقل من الرصاص) بانخفاض قيمة طاقة الترابط لكل نيوكلون في النواة لذلك فإن هذه النوى غير مستقرة،وتتفكك الى نوى اخف واكثر استقراراً فعلى سبيل المثال نجد ان نواة اليورانيوم 238 التي تتكون من 92 بروتون ،146نيوتروناً تتفكك الى نواة الثوريوم 234 المكونة من 90 بروتون،144 نيوتروناً وينبعث نتيجة هذا التفكك جسيم الفا α الذي هوعبارة عن نواة الهيليوم المكونة من بروتونين ونيوترونين ،وتمثل عملية التفكك هذه بالمعادلة التالية:-

$$^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He(\alpha) \qquad (2.1)$$

وهكذا يتكون نتيجة تفكك نواة اليورانيوم نواة جديدة اكثر استقراراً وهي نواة الثوريوم مع اصدار جسيم الفا ،كذلك نجد ان نواة البولونيوم 218 تتفكك الى نواة الرصاص 214 مع اصدار جسيم الفا

فمثلاً تعتبر نواة اليورانيوم 238 مستقرة بالنسبة لتفكك بيتا (اي انها لاتتفكك مصدرة جسيم بيتا). و لكنها غير مستقرة بالنسبة لجسيمات الفا (اي تتفكك مع اصدار جسيم الفا) و نتيجة لاصدارها جسيم الفا تتكون نواة جديدة هي نواة الثوريوم 234[5].

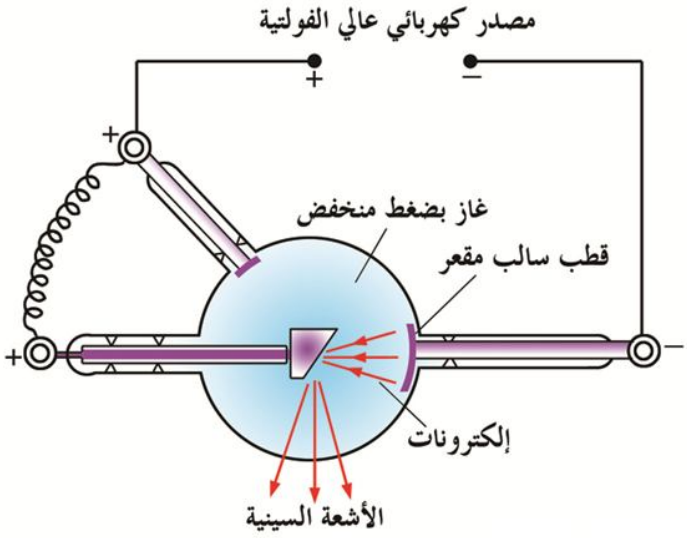
2-4-2: جسيمات بيتا

تسمى عملية انتاج بيتا بتحلل بيتا وهو نوعان اما بيتا السالبة الذي يصدر الكتروناً او بيتا الموجبة الذي يصدر بوزتروناً . تمتاز جسيمات بيتا بقدرة ضعيفة على تأين المواد الا ان نفاذيتها للمواد ضعيفة نسبيا. و هنالك عدة انواع من تفكك بيتا هي : التفكك الالكتروني، التفكك البوزيتروني و تفكك الأسر الالكتروني. و تستخدم جسيمات بيتا في العلاج الطبي كما تستخدم للتحقق من الجودة و معرفة سمك الورق و في أجهزة التصوير المقطعي بالاشعاع البوزيتروني .

2-4-3: اشعة جاما

في اغلب الأحيان تكون النوى الوليدة الناتجة عن تفكك ألفا أو تفكك بيتا (أوالنوى الناتجة عن أية عملية نووية أخرى كالتفاعلات النووية) في حالة مثارة أو متهيجة . ويعني هذا أن طاقة مكوناتها تكون أعلى من طاقتها في الحالة الأرضية (المستقرة)، أي أن كتلة النواة في الحالة المثارة تكون أكبر من كتلتها في الحالة الأرضية عندئذ، تنتقل النواة من الحالة المثارة إلى حالة أقل إثارة أو إلى الحالة الأرضية للتخلص من طاقة الإثارة، وذلك بإصدار إشعاعات كهرومغناطيسية تعرف باسم إشعاعات جاما وهي اشعة كهرومغناطيسية اكتشفت على يد الفرنسي فيلارد تنتج من التفاعلات النووية في الفضاء و من العناصر المشعة مثل اليورانيوم و باقي النظائر المشعة و هي تمتلك الطاقة الاعلى بسبب ارتفاع ترددها ، و هي تستخدم في المجال الطبي والصناعي [5].

2-4-4: الاشعة السينية



الشكل (2-2) يبين جهاز توليد الاشعة السينية

تصدر الأشعة السينية عن الذرة بخلاف جسيمات ألفا وبيتا وإشعاعات جاما التي تصدر عن النواة ويجب التفريق بين نوعين مختلفين من الأشعة السينية:

2-4-4-a: الأشعة السينية المميزة للعنصر

هي التي تنبعث نتيجة لانتقال الكترون من مستوى طاقة اعلى الى آخر ادنى وتستخدم هذة الاشعة للتعرف على العناصر الثقيلة في التربة والصخور ولا تنبعث الا اذا تمت اثارة الذرة باقتلاع الكترون من المستويات القريبة من النواة ويتم اقتلاع الالكترون بقذف الذرة بالكترونات ذات طاقة عالية او بامتصاصها للاشعة السينية [7].

2-4-4-b: الأشعة السينية ١الانكباحية

عند حدوث انكباح شديد (أي تناقص شديد في السرعة) للالكترون، أو لأي جسيم مشحون سريع بصفة عامة، بسبب تفاعل هذا الإلكترون أو الجسيم المشحون مع المجال الكهربائي الشديد للذرة أو للنواة تنطلق الطاقة التي يفقدها الإلكترون (أو الجسيم المشحون) بسبب تناقص سرعته في صورة فوتون أشعة سينية يحمل فرق طاقة الإلكترون أوالجسيم قبل وبعد التفاعل٠ وتسمى الأشعة المتولدة بهذا الأسلوب بالأشعة السينية الانكباحية. ويتميز طيف الأشعة الانكباحية بأنه طيف مستمر، أي تتخذ طاقة الفوتونات قيماً مختلفة تبدأ من الصفر وتنتهي عند أقصى قيمة لطاقة الإلكترون أو الجسيم المنكبح [3].

فيما سبق تحدثنا عن الاشعاع وانواعه وفيما يلي نتطرق للكواشف الاشعاعية

2–5: الكواشف الاشعاعية

اولا نتحدث عن مبدأ الكشف

2–5–1: مبدأ الكشف

تنتج من تأثير الأشعة المؤينة على المواد المختلفة آثار عدة تتوقف على نوع الإشعاع وطبيعته وشدته، وكذلك طبيعة المادة. وتسمى المواد التي تتأثر بالإشعاع بشكل يمكن معه الاستفادة من الأثر الناتج (كواشف الإشعاع)فعندما تؤثر الأشعة على اختلاف أنواعها سواءً أكانت جسيمات مشحونة أم جسيمات غيرمشحونة، مثل النترونات، أو حتى الأشعة الكهرومغناطيسية؛ على الكاشف، فإن الحصيلة النهائية لتبادل التأثير بالنسبة لأغلب أنواع الكواشف هي تَشَكُّل كمية من الشحنات الكهربائية ضمن مادة الكشف أو ما يسمى بالحجم الفعّال للكاشف التي تجمع عند قطب معاكس ويمكن تصنيف الكواشف الي نوعين [4].

6 ـ2: تصنيف الكواشف

تصنف كواشف الإشعاع من حيث الطبيعة الفيزيائية لمادة الكشف إلى نوعين رئيسيين؛ هما الكواشف الغازية والكواشف الصلبة

2ـ6ـ1: الكواشف الغازية

تعتمد تقنية الكشف في هذا النوع من الكواشف على مبدأ تجميع الأزواج الأيونية المتولّدة في الغاز (وسط الكاشف) نتيجة تفاعل الإشعاع مع ذرات الغاز، فيتولد الزوج الأيوني المؤلف من الإلكترون وذرة الغاز المتأينة من جراء مرور الأشعة في الغاز، وتتراوح الطاقة اللازمة لتوليد الزوج الأيوني في أغلب الغازات المستخدمة ما بين 30و35 إلكترون فولت، أي أنه يتولد نحو 30000زوج أيوني من جراء مرور جسيمة مشحونة طاقتها 1مليون إلكترون فولت .

تقسّم الكواشف الغازية بحسب شروط تشغيلها إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي حجيرات التأين، العدادات التناسبية، وعدادات غايغر ـ مولر [4].

2- 6 -1-a: حجيرات التأين

تتألف حجيرة التأين بشكل أساسي من حجم مغلق من الغاز غُمس فيه قطبان طُبِّق بينهما جهد كهربائي ومقياس حساس للتيار. إن قياس التيار في الدارة الخارجية هو قياس مباشرلتيار الأيونات المجمعة على الأقطاب والناشئ أصلاً عن توليد الأزواج الأيونية نتيجة لتفاعل نوع معين من الإشعاع في الحجم الفعال للحجيرة، فبغياب الجهد لايمكن قياس أي تيار عبر الدارة الخارجية، وتضمحل جميع الشحنات المتشكلة في الحجم الفعّال بإعادة اتحادها بعد تشكلها. وبزيادة الجهد المطبَّق بين قطبي الحجيرة يزداد تأثير الحقل الكهربائي المتولد، وتبدأ عندها عملية جرف كل الأيونات المتشكلة وتدعى منطقة العمل هذه منطقة الإشباع، وتميز منطقة عمل حجيرات

التأين شائعة الاستخدام، يراعى في تصميم حجيرات التأين الشكل الهندسي للحجيرة ونوع الغاز المختار وضغطه وذلك بحسب تطبيقات القياس. تستخدم حجيرات التأين في أجهزة المسح الإشعاعي لأغراض المراقبة وقياس الجرعة الإشعاعية إضافة إلى استخدامها لمعايرة المنابع المشعة وتطبيقات قياس طاقة الإشعاع.

2-6-1-b: العداد التناسبي وعداد غايغر ـ مولر

العداد التناسبي هو أسطوانة مملوءة بالغاز يمر فيها سلك معزول على طول محورها حيث تشكل الأسطوانة المهبط والسلك المحوري المعزول المصعد. تعزى النبضة الكهربائيةالمتشكلة في هذا النوع من الكواشف، بخلاف حجيرة التأين، إلى ظاهرة التضاعف التي تحدث في الغاز بالنسبة للأزواج الأيونية الأصلية المتشكلة نتيجة تطبيق فرق جهدعال بين المهبط والمصعد. ونتيجة لذلك؛ فإن سعة النبضة الناتجة عن العداد التناسبي أكبر من تلك الناتجة عن حجيرة التأين، ويشبه ذلك نوعاً من التضخيم الذاتي للإشارة.

تتميز منطقة عمل العداد بحدوث الانفراغ على طول المصعد عند تفاعل الإشعاع مع الغاز، بغض النظرعن نوعه وطاقته، ويسمى العداد في هذه الشروط التشغيلية بعداد غايغر ـ مولر. تُملأ هذه العدادات بمزيج من غاز الأرغون والكحول وأحياناً بمزائج أخرى تتألف في الغالب من غاز نبيل وبخار عضوي. ويصبح العداد حساساً لكشف النيترونات إذا مُلئ بغاز يحتوي على البورون. إن أكثر تطبيقاته شيوعاً هي استخداماته للكشف عن الإشعاعات المختلفة والتحري عن المصادر المشعة[4].

2-6-2: الكواشف الصلبة

المبدأ العام للكشف كما مر سابقاً في الكواشف الغازية ـ هو تشكيل شحنة كهربائية من عدد كبير من حاملات الشحنة (إلكترون ـ أيون موجب) تتناسب في معظم الأحيان مع طاقة الإشعاع المودعة في الكاشف. ويسعى المصممون إلى تحقيق تلك الخطية بطرائق مختلفة. وإن استخدام مواد صلبة تقوم على المبدأ ذاته

سيؤدي إلى زيادة عدد حاملات الشحنة كثيراً؛ الأمر الذي يؤدي إلى تحسين مواصفات جملة الكشف وزيادة مردود الكشف كثيراً، هذا إضافة إلى تصغير حجم الكاشف[6].

بعد التطرق للاشعاع وطرق الكشف عنه نتطرق للآثار الناجمه عنه ومضاره

2-7: الآثار الصحية للاشعاع المؤين

يعتمد نوع الضرر الذي يلحقه الاشعاع بأنسجة و أعضاء الجسم البشري على الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها او على الجرعة الممتصة و التي تقاس بوحدة تسمى الغراي .

ويعتمد نوع الضرر الذي يحتمل ان ينتج عن الجرعة الممتصة على نوع الاشعاع و على درجة حساسية الانسجة او الاعضاء المختلفة .

و السيفرت هو وحدة لقياس جرعة الاشعاع الموزونة و التي تعرف ايضا بالجرعة المؤثرة .وهو وسيلة لقياس الاشعاع المؤين من حيث مستوى الضرر الذي يلحقه بمن يتعرض له و يأخذ السيفرت في الحسبان نوع الاشعاع و درجة حساسية الانسجة و الاعضاء.

و يمكن للاشعاع اذا تعدى حدوداً معينة ان يضعف وظائف الانسجة و الاعضاء و ان يؤدي الى اثار حادة مثل احمرار الجلد و فقدان الشعر و الحروق الاشعاعية و متلازمة الاشعاع الحادة . و كلما زادت كمية الجرعات و ارتفع معدل الجرعات زادت حدة الاثار و يزداد احتمال ان تنجح الخلايا التالفه في اصلاح نفسها في حالة انخفاض الجرعة التي يتلقاها الانسان او تعرضه لها على مدى فترة زمنية طويلة (انخفاض معدل الجرعة). ولكن هنالك احتمال ان تحدث اثار طويلة الاجل ايضاً اذا كانت هنالك اخطاء في عملية اصلاح الخلايا التالفه ،فتحولت تلك الخلايا الى خلايا مشعة لا تزال قادرة على الانقسام و قد يؤدي هذا التحول الى اصابة الانسان بالسرطان بعد مرور سنوات او حتى عقود و ليس بالضرورة ان تحدث هذه التأثيرات ،بالرغم من ان احتمال حدوثها يتناسب طرديا مع الجرعة الاشعاعية و يشكل الاطفال و المراهقون الفئة الاكثر عرضة للخطر لانهم اكثر حساسية للتعرض الاشعاعي بكثير من البالغين

و قد اظهرت دراسات وبائية اجريت على فئات تعرضت لجرعات اشعاعية (مثل الناجين من القنابل الذرية او المرضى الذين عولجوا بالاشعاع بسبب تعرض الام قبل الولادة للاشعاع المؤين تلفاً في مخ الجنين ،وذلك عقب تعرضها لجرعة حادة تتجاوز 100ملي سيفرت في الفترة ما بين الاسبوع الثامن و الخامس عشر من الحمل و 200 ملي سيفرت في الفترة ما بين الاسبوع السادس) حدوث زيادة ملحوظة في خطر الاصابة بالسرطان لدى الاشخاص الذين تعرضوا لجرعات اعلى من 100ملي سيفرت. و لم تظهر دراسات اجريت على الانسان اي احتمال لتأثير التعرض الاشعاعي على نمو مخ الجنين في الفترة السابقة للاسبوع الثامن او التالية للاسبوع الخامس و العشرين من الحمل. و تشير الدراسات الوبائية الى ان مخاطر الاصابة بالسرطان بعد تعرض الجنين للاشعاع لا تختلف عن المخاطر الناجمة عن التعرض للاشعاع في مرحلة الطفولة المبكرة [3].

2-8: التأثيرات البيولوجية للأشعاعات المؤينة

وتنقسم التأثيرات البيولوجية للاشعاعات في الكائنات الحية الى نوعين هما:

الاول: يعرف بالتأثيرات الذاتية وهي التأثيرات الناتجة في نفس جسم الكائن الحي الذي تعرض للاشعاع

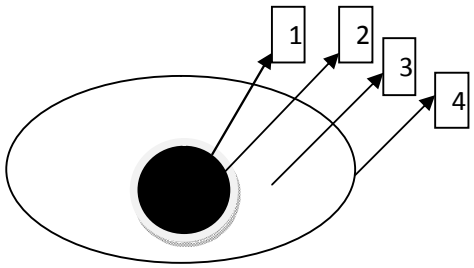
الثاني: يعرف باسم التأثيرات الوراثية وهي التأثيرات الناتجة في ذرية الكائن الحي نتيجة للتلف الاشعاعي للاعضاء التناسلية للشخص المتعرض[3].

2-9: فسيولوجية الإنسان وكيفية دخول المواد المشعة

ان معرفة فسيولوجية الإنسان (اي وظائف اعضاء جسم الإنسان واجهزته المختلفة) ضرورية لفهم طرق وصول المواد المشعة لأعضاء الجسم وتوزعها داخله وعموماً يتكون جسم الانسان من عدة اعضاء واجهزة يقوم كل منها بوظيفة معينة واهم الاجهزة اللازمة لفهم كيفية توزيع المواد المشعة في الجسم هي: الجهاز الدوري المسؤول عن ضخ وتوزيع الدم،والجهاز التنفسي المسؤول عن التزود بالأوكسجين والتخلص من الغازات مثل ثاني اوكسيد الكربون وبخار الماء،والجهاز الهضمي المسؤول عن هضم وامتصاص الطعام[3].

2-10: تفاعل الإشعاعات المؤينة مع الخلية

عند سقوط الاشعاعات المؤينة على الخلية فإنها تؤدي الى تأين بعض مكوناتها،خصوصاً جزيئات الماء الذي يمثل الجزء الاكبر في اي خلية حية ويؤدي تأين الماء الى حدوث تغيرات كيميائية قد تؤدي بدورها لحدوث تغيرات في وظيفة الخلية ويمكن ان تظهرنتائج هذه التغيرات في الانسان في شكل اعراض اكلينيكية كالمرض الاشعاعي او اعتام عدسة العين،او في الاصابة بالسرطان على المدى الطويل.



1- النواة 2- جدار النواة

3- السيتوبلازم 4 - جدار الخلية

الشكل(3-2) يبين اجزاء الخلية في الإنسان

وهكذا تؤدي الاشعاعات المؤينة الى اتلاف الخلية من خلال عدة مراحل مختلفة ومعقدة نوجزها فيما يلي :

2-10-1: المرحلة الفيزيائية

تتم هذه المرحلة خلال زمن قصير جداً (حوالي 10^{-16}sec) من لحظة دخول الاشعاع او الجسيم الى الخلية وفي هذه المرحلة تنتقل الطاقة من النوع المعين من الاشعاعات إلى جزيئات الماء بالخلية ويحدث التأين طبقاً للتفاعل التالي: حيث H_2O^+ هو ايون الماء الموجب و e^- هو الالكترون السالب.

$$\text{Photon or particle} + H_2O \longrightarrow H_2O^+ + e^- \qquad (2-3)$$

2-10-2: المرحلة الفيزيوكيميائية

تتم هذه المرحلة خلال زمن قصير جداً (حوالي 10^{-6} sec) بعد حدوث التأين ويحدث خلالها تفاعل الايونات الموجبة والسالبة مع جزيئات الماء الاخرى فينتج عن هذا التفاعل عدة مركبات اخرى فعلى سبيل المثال يمكن ان يتحلل ايون الماء الموجب مكوناً ايون هيدروجين موجب H^+ وايون هيدروكسيد طبقاً للمعادلة:

$$H_2O^+ \longrightarrow H^+ + OH \qquad (2-4)$$

اما الالكترون السالب –e فيمكن ان يتحد مع جزيء ماء متعادل مكوناً بذلك ايون ماء سالب

$$e^- + H_2O \longrightarrow H_2O^- \qquad (2-5)$$

ثم يتحلل هذا الايون الاخير مكوناً الهيدروجين وايون الهيدروكسيد السالب اي:

$$H_2O^- \longrightarrow H + OH^- \qquad (2-6)$$

وهكذا تؤدي هذة التفاعلات الى تكوين كلاً من ايون الهيدروجين الموجب H^+ وايون الهيدروكسيد السالب OH^- وذرة الهيدروجين المتعادلة H وجزيء الهيدروكسيد المتعادل OH وايونات الهيدروجين H^+ والهيدروكسيد OH^- موجودو دائماً في الماء ولاتشترك في احداث تفاعلات تالية اما بالنسبة للنواتج الاخرى وهي الهيدروجين والهيدروكسيد المتعادلة معروفة بنشاطها الكيميائي الشديد، كذلك يمكن ان يتكون ناتج اخر وهو فوق اوكسيد الهيدروجين الذي يعتبر عاملاً موكسداً قوياً طبقاً للتفاعل ادناه :

$$OH + OH \longrightarrow H_2O_2 \qquad (2-7)$$

2-10-3: المرحلة الكيميائية

تستغرق هذه المرحلة عدة ثواني بعد المرحلة السابقة ،ويتم خلالها تفاعل نواتج المرحلة السابقة،وهي ذرة الهيدروجين H وجزيء الهيدروكسيل OH وفوق اوكسيد الهيدروجين H_2O_2 مع الجزيئات العضوية المختلفة في الخلية فمثلاً يمكن ان تتفاعل هذه النواتج مع الجزيئات المعقدة التي تتكون منها الكروموسومات فتتحد معها او تؤدي الى تكسير تراكيبها المتسلسلة الطويلة ، ويمكن ان تحدث بالتالي بعض التغيرات في الجينات.

2-10-4: المرحلة البيولوجية

يتراوح زمن هذه المرحلة بين عدة دقائق وعدة عشرات السنوات ،وتبدأ في هذة المرحلة ظهور تأثيرات التغيرات الكيميائية التي حدثت في الخلية وبعض هذه التأثيرات هي:

أ ـ موت الخلية

ب ـ منع اوتأخر انقسام الخلية او زيادة معدل انقسامها

ج ـ حدوث تغيرات وراثيه مستديمة في الخلية تنتقل وراثياً الى الخلايا الوليدة

وهكذا فإن تأثيرات الاشعاع على الانسان والكائنات الحية ناتجة عن اتلاف الخلايا،ويمكن ان تتجلى هذه التأثيرات في نفس الشخص المتعرض للاشعاع نتيجة اتلاف الخلايا العادية لجسمه ،وتعرف هذه التأثيرات عندئذ بالذاتية (somatic effects) كذلك يمكن ان تنتقل التأثيرات الى الابناء والاجيال التالية للشخص المتعرض ،وتعرف التأثيرات عندئذ بالتأثيرات الوراثية (hereditary effects) وتنتج هذه التأثيرات الوراثية نتيجة لتلف خلايا الاعضاء التناسلية للشخص المتعرض للاشعاعات المؤينة[3].

2-11: التأثيرات الحتمية والعشوائية للإشعاعات المؤينة

2-11-1: التأثيرات الحتمية للإشعاعات

يتم في معظم انسجة واجزاء الجسم البشري تجدد الخلايا الحية ،حيث تموت بعض الخلايا ويتم استعواضها بتكوين خلايا جديدة حتى يستطيع العضو اوالنسيج ان يقوم بوظائفه الحيوية،وعند تعرض الانسجة والاعضاء لجرعات عالية من الاشعاع يموت عدد كبير من الخلايا ،ولاتستطيع عملية اعادة بناء الخلايا الجديدة استعواض العدد الكبير المفقود،وبالتالي يحدث نقص كبير في خلايا العضو او النسيج،الامر الذي يؤدي الى فقد العضو او النسيج لوظائفه فإذا كان العضو او النسيج من الاجزاء الحيوية لاستمرار حياة الكائن يكون الموت هو النتيجة الحتمية لهذا الكائن[3].

وعموماً تنتج التأثيرات الحتمية للاشعاع نتيجة استنزاف عدد كبير من خلايا الاعضاء او الانسجة،ويكون احتمال حدوث هذه التأثيرات معدوماً عند الجرعات المنخفضة ،الانها تحدث حتماً عندما تصل الجرعة حد(او عتبة) معين ويمكن القول ان التأثيرات الحتمية لاتحدث الا بعد تجاوز الحد المحدد لكل تأثير ،ولايحدث ذلك الا عند جرعات عالية جداً ،وتؤدي الجرعات الاشعاعية في هذه المنطقة الى استنزاف وحشي لخلايا الجدار المبطن للامعاء، حيث يحدث فيه تلف شامل فتهاجمه البكتريا بوحشية لذلك تعرف هذه المنطقة من الجرعات بمنطقة الوفاة الناتجة عن الالتهابات المعوية (gastrointestinal death)

ومن امثلة التأثيرات الحتمية المرض المعروف بإسم المرض الإشعاعي، وإعتام عدسة العين وهو المرض المعروف بالمياه البيضاء او الكتراكت (cataract) ،والاريثيما او احمرار الجلد وغيرها[3].

2-11-2: تلف الجهاز المركزي العصبي (CNS)

عموماً لاتوجد بيانات كافية عن الانسان حول حد الجرعة (او العتبة) التي عندها يبدأ تلف الجهاز العصبي المركزي الا ان النتائج التجريبية على الحيوانات اثبتت ظهور اعراض تدل على حدوث بعض التلف في الجهاز

العصبي المركزي ،وذلك عند جرعات عالية جداً (عدة عشرات من الغراي) لذلك تسمى هذه المنطقة من الجرعات (التي تزيد على حوالي 30 غراي) بمنطقة الجهاز العصبي المركزي (CNS) ومع ذلك فقد ثبت ان الوفاة لاتتم عن هذه الجرعات في الحال ، حتى بالنسبة للحيوانات التي تعرضت لمايزيد عن 500 غراي[3].

2-11-3: الاريثيما

هنالك تأثير آخر يظهر بمجرد التعرض للجرعات العالية نسبياً ويعرف هذا التأثير بإسم الاريثيما ،وهوعبارة عن احمرار في الجلد ،وهو معرض للاشعاعات اكثر من اي نسيج آخر في الجسم خصوصاً بالنسبة للاشعاعات السينية ذات الطاقة المنخفضة وللالكترونات (لان قدرتها على الاختراق صغيرة) لذلك فإن التعرض لجرعة مقدارها 3 غراي من الاشعة السينية ذات الطاقة المنخفضة يؤدي الى الاصابة بمرض الاريثيما ،وعند زيادة الجرعة يمكن ان تظهر اعراض اخرى كالحروق والتقيحات وغيرها.

وتجدر الاشارة الى ان المناسيب الاشعاعية الناتجة عن محطات الطاقة النووية او عن وسائل التطبيقات الصناعية اوالطبية للاشعاعات التي يتعرض لها العاملون في الظروف العادية (وليس في ظروف الحوادث) تكون عادة اقل بكثير من تلك المناسيب الاشعاعية الخطرة،طالما تم الالتزام بمتطلبات الوقاية من الاشعاع ،ولكن يمكن الحصول على الجرعة الخطرة نتيجة وقوع حادث نووي او اشعاعي(نتيجة وجود المصدر المشع خارج درعه او دخول صالة مفاعل مثلاً بينما تكون احدى قنواته مفتوحة وغير ذلك كثير) ،ومع ذلك فإن الجرعات الصغيرة التي يحصل عليها العاملون اثناء عمليات التشغيل العادي يمكن ان تؤدي الى تأثيرات ضارة،ولكن على المدى البعيد،وهذا مايعرف بالتأثيرات المتأخرة[3].

2-11-4: التأثيرات المتأخرة

اصبح الآن معلوماً ان فنيي الاشعة او المرضى الذين تم علاجهم اوتشخيص امراضهم بجرعات اشعاعية عالية نسبياً معرضون للإصابة ببعض انوع السرطان ،اكثر من غيرهم ممن لم يتعرض للاشعاعات ولقد أدت

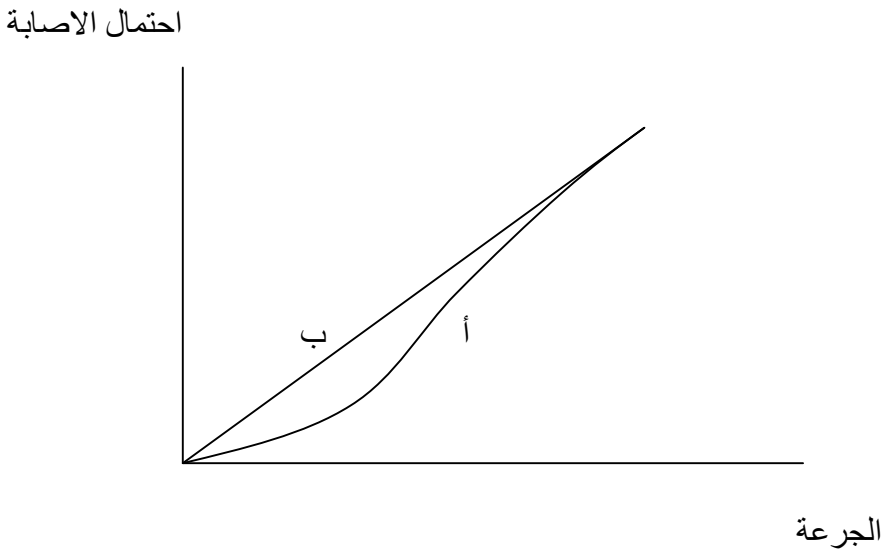
الدراسات على المجموعات البشرية التي تعرضت للاشعاعات الناتجة عن القنابل الذرية اوعن الحوادث النووية مثل حادثة تشرنوبل،اوالمرضى الذين تم علاجهم بالاشعاعات النووية ،اوعمال مناجم اليورانيوم والعاملين بالاشعاعات المؤينة كأجهزة الاشعة السينية ومعجلات المفاعلات النووية ،الى تأكيد قدرة الاشعاعات على تكوين السرطانات المتنوعة.

والسرطان هو عبارة عن تضاعف (تكاثر) الخلايا في عضو معين بمعدل فوق المعدل الطبيعي .

ويعتقد البعض انه ناتج عن تلف جهاز التحكم في الخلية ،ممايؤدي الى انقسامها بمعدل اسرع من المعدل الطبيعي وتحمل الخلايا الوليدة الصفة نفسها فتنقسم بدورها بالمعدل السريع نفسه ،مما يؤدي الى تكوين نسيج سرطاني يضر بالانسجة العادية في العضو المعين .

وتقدير الفترة اللازمة للاصابة بالسرطان ،بسب التعرض للاشعاعات عملية معقدة للغاية نظراً لعدم امكانية فصل السرطان الناتج عن الاشعاعات المؤينة عن مثيله الناتج ذاتياً او عن اسباب اخرى كالتعرض للمواد المسرطنة ،على سبيل المثال ولكن اظهرت بعض الاحصائيات ان السرطانات المختلفة قد تظهر خلال مدة تتراوح 5 – 30 سنة من وقت التعرض للاشعاع ،ونظراً للصعوبات المختلفة المتعلقة بمدى الاصابة وزمن ظهورها فقد اتفق عالمياً من وجهة نظر الوقاية الاشعاعية على ان اي جرعة من الاشعاعات مهما قلت تحمل معها احتمالاً بالاصابة بهذا المرض ،ولقد امكن تقدير الاصابة بالمرض بالنسبة للمناسيب الاشعاعية العالية نسبياً فقد تم عمل دراسات احصائية دقيقة على المجموعات البشرية التي تتعرض لجرعات عالية من الاشعاعات كالاطباء وفنيي الاشعة وعمال مناجم اليورانيوم ،الا ان الدراسة الاكثر دقة هي تلك الدراسة التي اجريت على ضحايا التفجيرين النوويين علي كل من هيروشيما ونجازاكي في اليابان عام 1945م فقد تم دراسة العلاقة بين الجرعة الاشعاعية وبين نسبة الاصابة بالسرطانات المختلفة وذلك عند الجرعات العالية، اما بالنسبة للجرعات المنخفضة فلاتوجد بيانات احصائية كافية عن الانسان لذلك فقد استخدم امتداد المنحنى من الجرعات العالية الى الجرعات المنخفضة وذلك كالمبين بالمنحنى أ على الشكل (4-1) الا ان اللجنة الدولية للوقاية الاشعاعية (ICRP) اوصت بإستخدام

الامتداد الخطي (المستقيم ب على الشكل (4-1)بدلاً من المنحنى لتقدير احتمال الاصابة عند الجرعات المنخفضة ، وتستخدم هذه البيانات لتقديراحتمال الاصابة عند التعرض للاشعاعات ذات المناسيب المنخفضة وبناء على ذلك فإنه اذا كان احتمال الاصابة بالسرطان عندما تتعرض مجموعة مكونة من 10000 شخص بالتساوي لجرعة مقدارها 10 ملي سيفرت لكل شخص هو خمسة اشخاص من بين العشرة آلاف ،فإنه عند جرعة مقدارها 100ميللي سيفرت لكل شخص لكل منهم يصبح احتمال الاصابة بالسرطان بين المجموعة هو 50 شخصاً.



الشكل (4-2)العلاقة بين الجرعة الاشعاعية واحتمال الاصابة

وما زالت دراسة احتمال اصابة اجزاء الجسم المختلفة بالسرطان الناتج عن الاشعاعات تحت المراجعة المستمرة ويقوم عدد من اللجان الدولية مثل اللجنة العلمية للامم المتحدة، لدراسة تأثير الاشعاع الذري UNSCEAR، وبعض اللجان الوطنية الاخرى في الولايات المتحدة الامريكية واليابان والمملكة المتحدة وغيرها، بدراسة مخاطر الاصابة بالسرطانات المختلفة بسبب الاشعاعات المؤينة ، وكيفية توزع الاصابات على اعضاء الجسم المختلفة ولهذا الغرض يتم استخدام نماذج مختلفة للتقويم ومصادر شتى للمعلومات وأنماط مختلفة للتعرض ويبين

الجدول (1-2) احدث تقدير للاحتمالات النسبية لإصابة الاعضاء المختلفة بالسرطان المميت في كل من اليابان الاحتمالات عبر الدول الخمس ،وذلك لاعمار تتراوح بين صفر و90 عاماً وكقيم متوسطة لكل من الذكوروالاناث[3]

جدول (1-2): الاحتمالات النسبية للسرطانات المميتة في الاعضاء المختلفة في خمس دول والاحتمالات النسبية المتوسطة[3].

العضو	الاحتمال النسبي تبعاً للدولة					
	اليابان	الولايات المتحدة	بورتريكو	المملكة المتحدة	الصين	متوسط الاحتمال
الاثنى عشر	0.038	0.014	0.098	0.300	0.269	0.090
المعدة	0.291	0.033	0.136	0.050	0.224	0.144
القولون	0.180	0.320	0.206	0.255	0.103	0.270
الرئتين	0.174	0.205	0.141	0.274	0.097	0.197
الصدر	0.023	0.075	0.048	0.085	0.022	0.052
الخصيتين	0.015	0.031	0.016	0.031	0.020	0.022
المثانة	0.052	0.076	0.078	0.091	0.026	0.067
النخاع العظمي	0.077	0.096	0.127	0.064	0.079	0.089
باقي الاعضاء	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
المجموع	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

2-12: التأثيرات الوراثية للاشعاعات

التأثيرات الوراثية للإشعاعات تنتج عن تلف الخلايا التناسلية، ويؤدي هذا التلف الى مجموعة تغيرات تعرف بإسم التغيرات الوراثية (genetic mutations) في المادة الوراثية للخلية الحية ويحدث التكاثر نتيجة اخصاب البويضة (ovum) بالحيوان المنوي (sperm) وبالتالي تحصل البويضة المخصبة على مجموعة

متكاملة من المواد الوراثية من كلا الوالدين،وبذلك يحصل الطفل على مجموعتين متناميتين من الجينات بواقع مجموعة من كل والد وقد وجد ان احد الجينات يكون هو الغالب او السائد في حين يكون الاخر منحسراً والجينات الغالبة هي التي تحدد الصفات الوراثية الشخصية.

اما الجينات المنحسرة فلا تقوم بدور في تحديد الصفات الاعندما يجتمع اثنان من الجينات من النوع المنحسر،ولما كانت معظم الصفات تكمن في الجينات المنحسرة ،لذلك فهي لاتكشف عن نفسها الاعندما يكون لدى الوالدين نفس هذه الجينات المنحسرة ،وتجدر الاشارة الى ان التغيرات الوراثية الذاتية (اي بدون تأثير اشعاع) هي المسئولة عن الجزء الاعظم من الخمسمائة مرض التي يعاني منها العالم [3].

الفصل الثالث

- الوقاية من الاشعاع

3-1: الوقاية من الاشعاع

علم الوقاية من الاشعاع هو علم حماية الانسان من تاثير الاشعة المؤينة سواء كانت جسيمات اولية مثل البروتونات و النيوترونات او اشعة كهرومغنطيسية عالية الطاقة مثل الاشعة السينية و اشعة جاما و لقد انصبت نتائج هذا العلم الذي يجمع بين الفيزياء و الطب في تعليمات و وصايا متفق عليها عالميا و تقوم كل دولة بوضعها ضمن قوانينها بغرض الوقاية من الاشعاع و يتحتم على العاملين في المجالات العلمية و الصناعية و كذلك الاطباء المتعاملين مع الاشعاع المؤين اتباع تلك الوصايا و القوانين من اجل الحفاظ على صحتهم و سلامتهم.

وفي سبيل تحقيق الوقاية من الاشعاع نجد ان هنالك هيئات ومنظمات اختصت في وضع قوانين تحكم التعامل مع الاشعاع.

3-2: هيئات دولية

شكلت الدول الاوربية هيئة تختص بإعطاء الوصايا الخاصة بالوقاية من الاشعة المؤينة و تسمى EURATOM

و على اساس وصايا تلك الهيئة تتكفل كل دولة اوربية بوضع تلك الوصايا في قوانينها و في تعليماتها في هذا الشأن داخل حدودها ، وتتبع وصايا الهيئة الاوربية للوقاية من الاشعة المؤينة من وصايا الهيئة الدولية للوقاية من الاشعة المؤينة ، و تبني تلك الهيئة العالمية معلوماتها و وصاياها على نتائج دراسة تأثيرات الاشعاعات النووية على اليابانيين الذين اصيبوا بإشعاعات قنبلتي هيروشيما و نجازاكي اثناء الحرب العالمية الثانية و كذلك على بحوث الخبراء في مجال دراسة تأثيرات الاشعة المختلفة على الكائنات الحية[2].

3-3 : المبادئ الاساسية في الوقاية من الاشعاع

التعرض للاشعاع بالنسبة للعاملين في المجالات النووية تحكمه التعليمات الحكومية و التي تحدد الحدود القصوى للانواع المختلفة للاشعاعات و تحتم احترامها من قبل العاملين و ذلك للحفاظ على سلامتهم اولا و للحفاظ على الاخرين ايضا.

- التبرير

لا يجوز القيام بأي عمل إشعاعي إلا إذا كانت الفوائد المتوقعة منه تفوق المخاطر المتعلقة به

- الأمثلة

يجب أن تكون الجرعات الإشعاعية منخفضة إلى أدنى حد يمكن الوصول إليه بشكل معقول ALARA

- حدود الجرعة

يجب ألا تتعدى الجرعات الإشعاعية تحت أي ظرف من الظروف حدود الجرعة المسموح بها

3-4: برنامج الوقاية الإشعاعية

- عند القيام بأي ممارسة يجب أن يكون هناك برنامج وقاية إشعاعية
- يتضمن برنامج الوقاية الإشعاعية
  - ترتيبات لوقاية العاملين
  - ترتيبات لوقاية عموم الناس
  - إجراءات معالجة حالات الطوارئ

3-5 : الوقاية من التعرض الخارج

يتعلق مقدار وتوزع الجرعات الناجمة عن تعرض خارجي على العوامل التالية:

- النشاط الإشعاعي للمنبع
- نوع وطاقة الإشعاع الصادر عن المنبع
- المسافة عن المنبع
- زمن التعرض
- وجود أي نوع من التدريع بين الجسم والمنبع

3-5-1: عامل الزمن

خفض زمن التعرض يقلل الجرعة المأخوذة و نسبة الانخفاض تتناسب طردياً مع الزمن

- التعرض تابع للزمن
- تنظيم العمل يساعد في جعل زمن التعرض صغيراً:

ـ تخطيط العمل بشكل جيد

ـ التدريب الكافي على طرق وشروط العمل

ـ إجراء تشغيل تجريبي بدون منابع للتأكد من صحة الإجراءات

3-5-2 :عامل المسافة

كلما ذاد بعدالشخص عن المصدر قلت الكمية المأخوذة ، تنخفض الكمية المأخوذة عكسيا مع مربع المسافة من المصدر

- يتناقص التعرض بازدياد المسافة عن المنبع

- بالنسبة لمنابع نقطية يطبق قانون التربيع العكسي $D \propto \frac{1}{r^2}$

3-5-3 التدريع

تستخدم حوائل تحجب الاشعاعات و تمتصها ، وتستخدم بالقدر المناسب لخفض كمية الاشعاعات خلفها و من اهم المواد المستخدمة للحجب : الماء و البرافين و الخرصانة و الحديد.

3-5-3-a: تدريع - جسيمات ألفا

- لجسيمات ألفا قدرة ضعيفة على الاختراق

  مجال جسيمات ألفا في الهواء 4 سم
- يمكن إيقافها بطبقة رقيقة من الورق

3–5–3 – b :تدريع - جسيمات بيتا

جسيمات بيتا أكثر اختراقاً من ألفا

- يمكن إيقافها بميليمترات من الألمنيوم أو أمتار من الهواء
- سماكة التدريع = مجال الجسيمات في مادة الدرع
- في الماء، البرسبيكس (1g.cm-3) يمكن استخدام المعادلة العامة:

$$d\ (cm) = E\ (MeV)/2 \qquad (3.1)$$

d : السماكة (cm)

E: الطاقة العظمى لجسيمات بيتا

c -3-5-3-3: تدريع اشعة جاما والاشعة السينية

- يمكن أن تخترق أشعة جاما والأشعة السينية سماكات كبيرة
- تفقد طاقتها عبر التفاعلات التالية:

– المفعول الكهروضوئي: ويزداد في حالات الطاقة المنخفضة والعدد الذري العالي

– تبعثر كومبتون وخصوصاً عند الطاقات المنخفضة

– توليد الأزواج في حالات الطاقة العالية والعدد الذري العالي

- يمكن استعمال معادلة التوهين التالية لـ g و x-ray :

$$R_x = R_o e^{-\mu x} \qquad (3.2)$$

حيث:

R_x:معدل الجرعة بعد عبور التدريع ذو السماكة x

R_0: معدل الجرعة بدون التدريع

x: سماكةالتدريع

μ : معامل الإمتصاص الخطي لمادة التدريع

- الطريقة الأسهل لحساب سماكة التدريع هي طريقة سماكة النصف HVL و التي تجعل:

$$R_{HVL} / R_o = ½ = e^{-\mu HVL} \qquad (3.3)$$

d -3-5-3: تدريع النيوترونات

- يعتمد التدريع بشكل عام على تهدئة النيوترونات السريعة إلى طاقات منخفضة من خلال التصادمات المرنة ومن ثم امتصاصها
- العناصر الخفيفة ولاسيما الهيدروجين أفضل المهدئات
- يستخدم مثلاً الماء والشمع والاسمنت

حساب معدل الجرعة لنظائر مختلف

باستخدام ثابت النوعي G لها.

- ثابت G محسوب ومتوفر في العديد من المراجع و واحدته هي : بالميكروسيفرت. م^2.(ساعة)$^{-1}$. (ميغابكرل)$^{-1}$
- وهو معدل الجرعة بواحدة الميكروسيفرت بالساعة على بعد متر واحد من منبع غير مدرع نشاطه الاشعاعي يساوي 1 GBq
- وتعطى معدل الجرعة من العلاقة التالية:

$$D = A.\ \Gamma / r^2 \qquad (3.4)$$

الجدول (3-2) يبين ثابت جاما النوعي لبعض النظائر شائعة الاستعمال

Radionuclide	Γ (μSv h^{-1} at 1 meter per GBq
^{60}Co	370
^{99m}Tc	33
^{131}I	77
^{137}Cs	103
^{192}Ir	160

ومن طرق الوقاية من الاشعاع بجانب التي ذكرت سابقاً (عامل الزمن - المسافة –التدريع) ايضاً هنالك طريقة اخرى وهي التخلص من النفايات المشعة

3-6: النفايات المشعة

النفايات المشعة هي كل مادة مشِعَّة أو ملوثة بالنظائر المشِعَّة ناتجة من ممارسات أو عمليات تدخّل، نظائر مشِعَّة يزيد تركيزها على المستويات المسموح بها التي تقررها السلطة المختصة في كل دولة، ويختلف نوع النفايات المتشكلة وحجمها من مركز إلى آخر طبقاً لنوع الممارسة التي يؤديها هذا المركز.

وقد أدى التطور السريع لصناعات المواد المشِعَّة والطاقة النووية وتزايد استخدامات المنابع والنظائر المشِعَّة في مختلف مجالات الحياة إلى تزايد كمية النفايات المشِعَّة المرافقة لكل هذه الأنشطة.

3 -6-1: أنواعها ومبادئ تصنيفها

تكون النفايات المشِعَّة عادةً بأشكال مختلفة حسب مصدرها ونوع النظائر التي أدت إلى تشكلها، وتصنف في الغالب بحسب:

3-6-1-a: الحالة الفيزيائية

- تقسم الغازية إلى ثلاثة أقسام يتراوح نشاطها بين 73 × 013 و3.7 بكرل/م^3.

- وتقسم السائلة إلى خمسة أقسام :

ثلاثة أقسام ضعيفة نشاطها أقل من 73 × 015 بكرل/ليتر، ومتوسطة نشاطها أقل من 73 × 0101 بكرل /لتر، وعالية يقع نشاطها في الحدود العليا من ذلك.

- أما الصلبة فتصنف حسب مقدار الجرعة على سطح

الحاوية التي تضمها بغض النظر عن طبيعة النفايات في الحاوية، وتصنّفها الوكالة الدولية للطاقة الذرية في أربع فئات، تتضمن الثلاثة الأولى منها

النفايات التي تصدر أشعة بيتا **β** وأشعة غاما **γ** وكميات ضئيلة من مصدرات ألفا **α** ولا تتجاوز الجرعة على سطحها (2رونتجن في الساعة، والرونتجن هو1/100 من السيفرت)، في حين تُصنف في الفئة الرابعة النفاياتُ الصلبة التي تحوي مصدرات ألفا وكميات ضئيلة من مصدرات بيتا وغاما، ويقاس نشاط الفئة الرابعة بالكوري/م^3 بشرط ألا تشكل كتلة حرجة. وهذا التصنيف لا يوفر معلومات كافية عن طبيعة النظائر المحتواة[4].

3-6-1-b: النشاط الإشعاعي النوعي

(منخفضة النشاط

الإشعاعي ومتوسطة أو عالية النشاط الإشعاعي).

3-6-1-c: تصنف النفايات المشِعَّة الصلبة

بحسب طريقة معالجتها

1ـ نفايات قابلة للاحتراق كالخشب والورق والكرتون.

2 ـ غير قابلة للاحتراق كالزجاج والأحجاروالحديد.

3 ـ قابلة للانضغاط أو الكبس.

4 ـ غير قابلة للكبس أو التقطيع.

3-6-1-d:حسب الخواص الكيميائية للنفايات

(ملح أكسيد، رطبة،جافة).

3 -6-1-h: حسب الخواص البيولوجية

(حيوانات تجارب).

إدارتها: جمعها وفرزها ونقلها

3-7: قواعد التصرف السليم بالنفايات المشعة

1ـ التعامل مع النفايات المشِعَّة باتباع القواعد المحددة الخاصة بها، ويجب الحصول على رخصة من الجهة الوصائية قبل المباشرة بأيّ نشاط له علاقة بالنفايات المشِعَّة. ولا يحق لأيّ جهة دفن نفايات مشِعَّة إلا بموافقة من السلطات المختصة؛ لأنه لا يمكن تجنب خطر النفايات المشِعَّة بتغيرخواصها الفيزيائية والكيمياوية (كما هي الحال في النفايات البيولوجية والكيمياوية)،لذلك لابد من عزلها وفق القواعد الموصى بها عن بيئة الإنسان وتحويلها إلى أشكالقابلة للعزل المأمون ومانعة للتسرب بحيث تبقى مستقرة إلى حين تدني مستوياتها الإشعاعية إلى الحدود المسموح بها أو خزنها أو تسليمها أصولاً[4].

2ـ إجراء عملية جمع النفايات المشِعَّة مباشرة فور تشكلها بعد فرزها بحسب الحالة الفيزيائية إلى نفايات قابلة للحرق أو غير قابلة للحرق. ويتم تبطين حاويات جمع النفايات المشِعَّة الصلبة والبيولوجية بأكياس من اللدائن منعاً لتلامس النفايات المشِعَّة مع سطح حاويات الجمع، أما النفايات المشِعَّة السائلة فتجمع في حاويات لدائنية خاصة أو توضع داخل خزانات من الفولاذ المقاوم للصدأ. ويُمنع وضع النفايات المشِعَّة السائلة في حاويات جمعت فيها النفايات المشِعَّة الصلبة أو النفايات المشِعَّة البيولوجية؛ إذ يخصص لكل نوع من أنواع النفايات المشِعَّة حاويات خاصة بها بمعزل عن الأنواع الأخرى. ويقع على عاتق منتج النفايات المشِعَّة تخصيص مكان

معزول لجمع النفايات المشِعَّة وأن يحيطه بوسائل تخفف من شدة الجرعة الإشعاعية الناتجة، وكذلك يقوم بتسجيل كمية النفايات المشِعَّةالتي تنتج لديه وتحديد:

أ ـ طبيعة النفايات المشِعَّة وحجمها وحالتها الفيزيائية (صلبة ـ سائلة ـ غازية).

ب ـ نوع النظير المشع أو النظائر الموجودة في النفايات.

ج ـ النشاط الإشعاعي للنفايات.

د ـ شدة الجرعة على سطح حاويات جمع النفايات.

هـ ـ شدة الجرعة على مسافة متر واحد من النفايات.

وفيما يخص النفايات المشِعَّة التي لا يزيد عمر نصفها عموماً على 15 يوماً فإنها تحفظ لدى منتج النفايات المشِعَّة، ويقوم

بتخزينها حتى تتفكك إشعاعياً، وينخفض نشاطها الإشعاعي إلى الحدود المسموح بها الموضوعة من قبل الهيئات الحكومية المختصة. ومن ثم يتم التخلص منها على أنها نفايات غير مشِعَّة، وتوضع النفايات المشِعَّة الكبيرة الحجم في حاويات كبيرة، أويتم تقطيعها لتصغير حجومها وخزنها مؤقتاً حسب الشروط الخاصة بذلك.

ويجب أن تراعى أيضاً قابليتها للاحتراق أو للانفجار، ويجب عموماً ألاّ تزيد مدة الحفظ المؤقت على شهر واحد إلا إذا كانت كميتها أقل من خمسين لتراً؛ فيمكن أن تحفظ مدة أقصاها ستة أشهر، ويمكن الحفظ المؤقت أو النقل على مستوى المنشأة في حاويات أو صهاريج خاصة إذا كانت سائلة، وفي حاويات مزودة بتغليف أولي وأكياس لدائنية إذا كانت صلبة، وفي كل الأحوال يجب الرجوع إلى تعليمات الجهات الوصائية المختصة في البلدان الأخرى وإرشاداتها.

3ـ نقل النفايات المشِعَّة:

تنقل النفايات المشِعَّة من قبل المختصين بوسائط نقل خاصة وضمن شروط تغليفٍ محددة توفر وقاية العاملين من

الإشعاع، وتلبِّي معايير الأمان المتبعة عالمياً لنقل النفايات المشِعَّة، وبعد التسلّم تفرز الحاويات وفق نظام سبقت الإشارة إليه استعداداً للمعالجة حسب مواصفاتها وحسب نتائج الفحص الإشعاعي، ومن ثم تحفظ للتخزين المؤقت أوالتخزين الطويل الأمد[5].

7- 3: معالجة النفايات المشِعَّة

3-7-1: معالجة النفايات المشِعَّة الصلبة

وهي التي تتضمن بقايا معدنية تنتج في أثناء التعامل مع المعادن ومواد الفلترة (المرشحات)،وكذلك التجهيزات والمعدات والأنابيب التي لا يمكن إزالة تلوثها، مثل الأواني المخبرية والأخشاب ومواد البناء. وتعدّ النفايات الصلبة مشِعَّة إذا كان التلوث السطحي يزيدعلى 5 جزيئات ألفا في الدقيقة أو 50 جزيئة بيتا بالدقيقة لسطح مساحته 100سم^2،أو كانت شدة أشعة غاما المنبعثة من السطح تزيد على 0.3 ميلي سيفرت/الساعة. ويفضل ألاّ تزيد الخلفية العامة لأشعة غاما في المكبات أو المخازن على الخلفية الطبيعية المسموحة للبيئة المحيطة بها، أي بحيث لا تتجاوز الجرعة الناتجة منها 0.1 ميلي سيفرت/الساعة(1).

وتستخدم الطرائق الميكانيكية الآتية في معالجة النفايات الصلبة:

- الكبس بمكابس خاصة.

- تقطيع التجهيزات الكبيرة كالخزانات ودارات التهوية والأفران وغيرها.

- حرق المواد الصلبة مثل الورق والقماش،ولاسيما أن هذه العملية تنقص الحجوم بحدود 50 -100مرة، وتقلل الكتلة بمقدار 10 -20 مرة، ولا يمكن حرق المواد المشكلة للغازات السامة أو حرق المواد القابلة للانفجار أو تلك المواد التي تصدر غازات تسبب تآكل المواد التصميمية لأفران الحرق[5].

2-7- 3: معالجة النفايات المشِعَّة السائلة

تتطلب عمليات نقل النفايات المشِعَّة ومعالجتها وخزنها حل مشكلة النفايات السائلةالمختلفة التراكيب والمختلفة النشاط الإشعاعي. إذا كانت كمية النفايات كبيرة،وتتجاوز عدة لترات في اليوم، فيجب أن ترسل إلى أماكن المعالجة من أجل فصل النظائرالمشِعَّة الموجودة فيها وإعادة المياه بعد تنقيتها من أجل استخدامات فنية أخرى، ومن الطرائق المعروفة في معالجة النفايات المشِعَّة السائلة:

أ ـ الترسيب: من أجل الكميات الكبيرة.

ب ـ الامتصاص: التي تساعد على امتصاص النظائر المشِعَّة الموجودة في السائل.

ج ـ التبادل الأيوني: وتستخدم لمعالجة مياه التبريد الخاصة بالمفاعلات ولمعالجة المياه التي حفظ فيها الوقود المستهلك ومعالجة المياه الملوثة بالنظائر المشِعَّة الناتجة من مراكز البحوث.

د ـ التبخير: لمعالجة النفايات المشِعَّة السائلة التي تحتوي على كمية كبيرة من الأملاح.

هـ ـ خزن السوائل ذات المستويات الإشعاعية المنخفضة في أحواض كتيمة أو تصليبها وإبقاؤها تحت سطح الأرض بعيداً عن المياه الجوفية والعوامل الجوية،يتطلب الخزن ضمان الرصد الإشعاعي بعد إغلاق المخزن مائة عام على الأقل ومراقبة طبقات الأرض السطحية للنفايات المنخفضة المستوى الإشعاعي طبقاً للمواصفات الواردة في الوثيقة (الجزء 61) من «كود الأنظمة الفدرالية» -10 (**10CFR61**). والهدف الرئيسي لهذا «الكود» هو إجراء عمليات اختبار الموقع والتصميم والتشغيل والإغلاق، والرقابة بعد الإغلاق، بحيث يبقى التعرض الإشعاعي للإنسان دون الحدود المنصوص عليها في الأنظمة، ولابد من توصيف الموقع ونمذجته بحيث تكون السمات الهدرولوجية للموقع واضحة ومحددة بالأرقام. ولابد أن يكون هناك تصورمسبق لاتجاهات انتقال النكليدات المشِعَّة التي قد تنبعث من النفايات ومعدلاته،وقد لا يكون ذلك أمراً ممكناً في بعض المواقع، فعلى سبيل المثال، إذا

ما تم وضع النفايات في صدوع صخور القاعدة (صخور الأديم) **fractured bedrock**؛ فإن المسارات التي يتخذها النشغ (الارتشاح) قد تكون غير محددة .

3-8: تخزين المواد المشِعَّة ودفنها

3-8-1: التخزين المؤقت للنفايات المشِعَّة

تجري عملية الحفظ المؤقت للنفايات المشِعَّة في مكان معزول ومخصص لهذا الغرض بحيث تحفظ النفايات المشِعَّة الحاوية على النظائر المشِعَّة القصيرة عمر النصف (أقل من 15يوماً) فترة زمنية محددة حتى ينخفض النشاط الإشعاعي إلى القيم المسموح بها من قبل الهيئات الحكومية المختصة، ومن ثم ترمى مع القمامة العادية. ويجب ألا تزيد مدةالحفظ المؤقت للنفايات المشِعَّة المتشكلة في المنشآت المنتجة على الشهر، ومن الممكن السماح بفترة أطول لا تزيد على ستة أشهر على ألا تتجاوز الكمية 50كغ أمافيما يخصّ النفايات المشِعَّة البيولوجية فيجب ألا تزيد مدة الحفظ المؤقت لها على خمسة أيام إذا لم تحفظ في مجمّدات أو محاليل خاصة.

3-8-2: التخزين الطويل الأمد للنفايات المشِعَّة

تخزن النفايات المشِعّة في مستودع يلائم طبيعتها في منطقة تقع خارج التطور السكني المستقبلي المحتمل وخارج المناطق المستخدمة من أجل الراحة والاصطياف، وبعيدة عن المياه الجوفية، ويجب أن تكون المنطقة مستقرة جيولوجياً كالملاحات وبعض المناطق تحت السطحية المناسبة. ويجري تخطيط المستودع وحساب حجمه بحيث يمكن استيعاب ما ينتج من نفايات مشِعَّة مستقبلاً على أقل تقدير نحو عشرين سنة أو أكثر. وتوفر في مخازن النفايات المشِعَّة وسائل حماية العاملين وعامة الناس من أخطار الإشعاع المؤين الناجمة عن هذه النفايات المخزنة بوساطة التدريعات المستخدمة في بنائها (بيتون مسلح، الفولاذ الذي لا يصدأ، ... إلخ). ويمكن أن توصف السعات التخزينية لمرافق النفايات منخفضة المستوى الإشعاعي بدلالة حجم النفايات أو كمية النشاط

الإشعاعي. وبماأن تكلفة التخلص من النفايات ترتبط بالحجم أكثر مما تتأثر بمقدار النشاط الإشعاعي،فإن هذا يشجع على تقليص حجم هذه المواد[4].

9-3: دفن النفايات وتقييم أمان مخازن الدفن النهائية (المقابر)

يجب أن يعار موضوع الأمان في أثناء عملية إنشاءمدافن للنفايات المشِعَّة أهمية بالغة. فعند اختيار التشكيلة الجيولوجية المناسبةلإقامة المدفن يجب دراسة خواص جدرانه والطبقات الجيولوجية المجاورة لها، ويجب أن يتميز المدفن بالكتامة وخاصية حجز النكليدات المشِعَّة التي يمكن تهجر الحاويةبنتيجة تلفها بتأثير العوامل الجيولوجية والجوية المحيطة أو نتيجة التأثيرات الميكانيكية أو الاهتزازية مع توقع تعرّض موضع الدفن للمياه من مصادر طبيعيةمختلفة والتسبب بهجرة النكليدات المشِعَّة إلى الوسط المائي، فتتركز فيه، ومن ثم تخترق جدران المدفن والصخور المحيطة، وتنشر بذلك التلوث الإشعاعي في الغلاف الحيوي، وعلى الرغم من أن الصخور تؤدي دوراً مهماً في إعاقة تسرب هذه النظائر، وأن انتشار هذه النظائر عبر مساماتها يتصف عموماً بالبطء الشديد؛ فإن سرعة هجرة هذه النظائر تعتمد أساساً على التفاعل المتبادل بين النظائر المشِعَّة المهاجرةوالصخور المحيطة. ويتم عادة حساب معاملات الانتشار بحل معادلات الانتشار المختلفة،ولكثرة التحفظات لا توافق الدول وهيئات حماية البيئة على الدفن الطويل للنظائرطويلة عمر النصف في أراضيها وفي الوقت الحالي فإن المخطط الوحيد قيد الدراسة

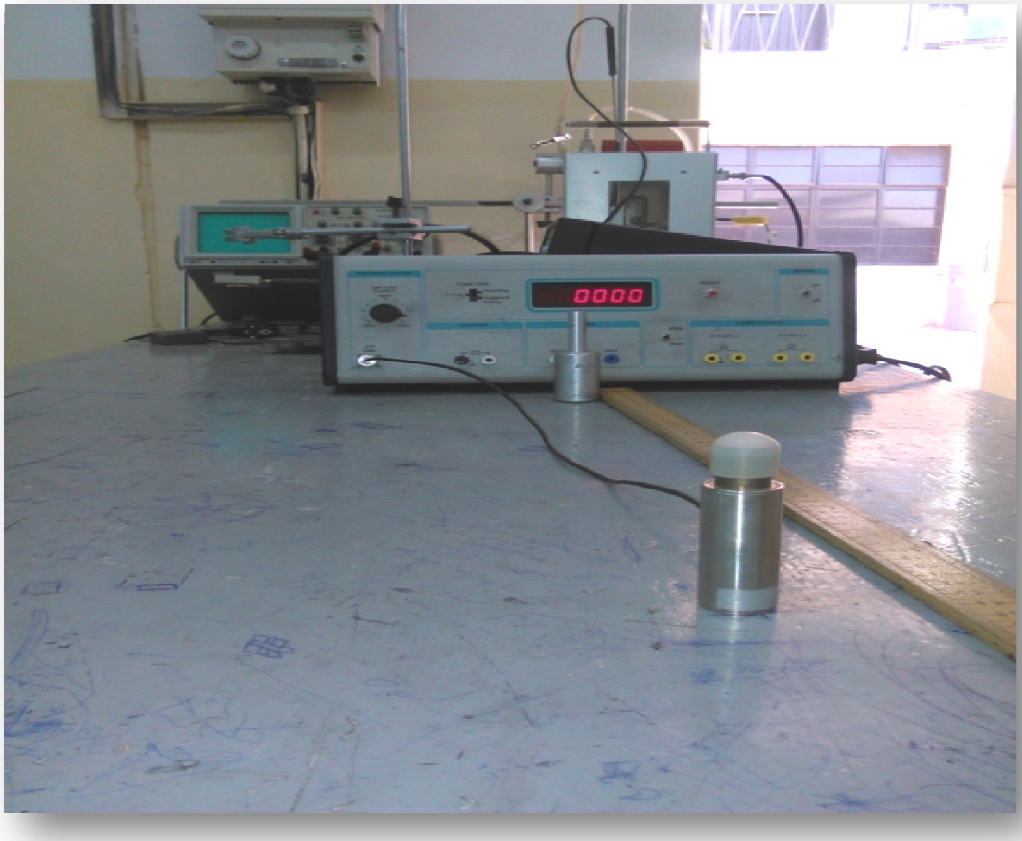
ـ للتخلص من النفايات العسكرية الضخمة ذات المستوى الإشعاعي العالي في الولاياتالمتحدة

ـ يتمثل في تحويلها إلى نفايات صلبة ثابتة (بالإسمنت والبيتومين) ثم دفنها نهائياً في مستودعات جيولوجية دائمة[5].

النتائج والمناقشة

هذا الفصل يتناول الجانب العملي للوقايه من الاشعاع بمعمل الفيزياء المستوى الرابع وتم حصر التجارب التي تستخدم فيها المصادرالمشعة و جهزت جميع الادوات اللازمة لاجراء التجربة .

و الشكل التالي يوضح عداد جايجر و هو الكاشف الذي استخدم لاجراء التجربة .



شغل عداد جايجر لمدة 10 دقائق لقراءة الخلفية الاشعاعية و وجد انها تساوي 14.2 cpm وبعد ذلك اخذت قراءات لمصادر مشعة مختلفة :

(Sr90,Am241,Cs137_ Co60_Na22_Sr90_Am241_Cs+NaCl(Ba)_X-ray)و هي الاكثر استخداماً في معمل الفيزياء المستوى الرابع .

أخذت قراءات لكل مصدر في ثلاثة محاور على بعد 50 سم من العداد و لمدة 10 دقائق لكل محور وبعد قياس نشاطها الاشعاعي تحصلنا على النتائج التالية كما موضحة بالجدول التالي .

واستخدمنا المعادلة التالية لايجاد القيمة المقابلة لقراة عداد قايقر(Cpm) الى نشاط اشعاعي mSv/year .

1 cpm = 0.044 mSv/year [8]

جدول (4.1) يبين متوسط العدل (Cpm) والنشاط الاشعاعي (mSv/year)

Bg = 14.2 Cpm

المصدر	معدل العد Cpm	متوسط معدل العد Cpm	النشاط الاشعاعي mSv/year
Sr90,Am241,Cs137	21.7 20.9 19.6	20.73	0.912
Co60	14.4 15.5 16.4	15.43	0.679
Na22	13.8 16.8 17.9	16.17	0.711
Sr90	15.2 13.4 16.3	14.97	0.659
Am241	14.2 16.3 14.2	14.90	0.656
(Cs+NaCl)=Ba	16 14.9 14.2	15.03	0.661
X-ray	11.9	11.90	0.523

بعد مقارنة هذه النتائج مع قيم الجرعة الاشعاعية المسموح بها التي يتعرض لها الاستاذ او التقني الذي يعمل بالمعمل

و مقدارها 20 mSv/year والتي يتعرض لها الطالب مقدارها 7 mSv/year و يتعرض الشخص الزائرللمعمل لجرعة اشعاعية مقدارها 2 mSv وفقاً لما ورد في قوانين الهيئة الدولية للوقاية من الاشعاع (ICRP) وجد ان النشاط الاشعاعي الذي تبعثه المصادر المشعة اعلاه اقل من الجرعة المسموح بها بكثير وانها لاتسبب اي اضرار وهذا يجعلها آمنه خاصة انها مستخدمة في غرض التعليم .

1 ــ 4 الخلاصة

بعد اجراء التجربة وجد ان هذه المصادر المشعة المستخدمه في معمل الفيزياء (المستوى الرابع) تبعث نشاط اشعاعي او جرعة اشعاعية ضئيلة وفي حدود التعرض المسموح به مما يجعل هذا المعمل آمناً للاغراض التعليمية.

5 ــ 4 التوصيات

- نرجو من الباحثين من بعدنا استخدام كواشف ذات فعالية عالية.
- كما ننوه الذين يبحثون في هذا المجال ان النشاط الاشعاعي الذي في المعمل ليس من المصادر المشعة فقط بل هنالك اجهزة الكترونية تساهم في هذه الجرعات يجب اخذها بعين الاعتبار
- يجب تقليل زمن التعرض اثناء العمل داخل المعمل.
- يجب مراعاة المسافة بين المصدر والدارس.
- يجب تدريع المصادر الموجودة في المعمل.

المراجع

1- https:\\ar.m.Wikipedia.org 2- 4 - 2016 آخر تعديل بتاريخ ،27- 3- 2016 4:04

2 - https:\\ar.m.Wikipedia.org 16- 4 - 2016 آخرتعديل بتاريخ 26 - 3- 2016 ،6:25

3 - محمد فاروق احمد - الفيزياء الاشعاعية - 30/12/1998 – دار الفجرللنشر والتوزيع

4-الموسوعة العربية (WWW.arab-ency.com) آخر تعديل بتاريخ 2015/05/11 - 5:50

5- الدكتور احمد الناغي والدكتور محمد نبيل يس البكري – الفيزياء النوويه - 2005 ــ دار الفكر العربي

6- الدكتور المهندس مطاوع الاشهب - الاشعاع النووي والوقاية من الاشعاع والتلوث - 1991

7- الاستاذ مبارك درار عبدالله و الدكتور مكي الطيب محمد احمد - الفيزياء الحديثة – المعهد الاسلامي للترجمة – الخرطوم.

8- yehuwdah E.chad- Umoren, Martin Sadekanmbi, Soibio. Harry - working and living Environmental Protection - 2006 - facta Universitatis.

.