1.1 مقدمة:

الاشعاع هو ظاهرة طبيعية تمتلكها بعض العناصر دون غيرها وتعرف بالعناصر ذات النشاط الاشعاعى حيث تكون نوى هذة العناصر غير مستقرة فتنبعث منها جسيمات تعرف باسم جسيمات الفا أو جسيمات بيتا (الموجبة أو السالبة) أو قد تنبعث أمواج كهرو مغناطيسية تعرف باشعة غاما لتتحول بعد ذلك الى عناصر اكثر استقرارا.

لقد اكتشف هنرى بيكريل عام1896 ان أحد أملاح اليورانيوم يصدر اشعاعا، لم تكن طبيعتة ظاهرة فى ذلك الوقت، ويستطيع إختراق المادة ، ويستطيع نسخ صور موضوعة فى الظلام وأثبت بيكريل إن الاشعاع الذى اكتشفة يصدرعن جميع مركبات اليورانيوم،أى ان مصدر الإشعاع هو ذرة اليورانيوم، واتضح لة إن هذا الاشعاع يحدث بصورة تلقائية مستمرة ولا تؤثر علية المؤاثرات الخارجية من ضغط ودرجة حرارة ، ولهذا سمى إشعاع اليورانيوم إشعاع نشطا وتسمى هذة الظاهرة النشاط الإشعاعى.

وفى عام 1898 قام بيير كورى وزوجتة مارى باكتشاف النشاط الاشعاعى للثوريوم كما اكتشف فى نفس السنة عنصرين جديدين يوجدان فى خامات اليورانيوم، العنصر الاول اطلق علية (الراديوم) وهو عنصر أقوى فى نشاطة الإشعاعى من اليورانيوم، والعنصر الثانى اطلق علية البولونيوم، وبعد عشر سنوات اكتشف رزرفورد فى عام1908 الغاز النشط اشعاعيا، الرادون، بواسطة التحلل الطيفى[2].

1. 2 مشكلة البحث:

عندما تتعرض المواد لإشعة مؤينة مثل جسيمات الفا(α) او بيتا(β) أو اشعة جاما (γ) أو أشعة أكس (x) فإنها تتاثر بها ويتوقف مدى التاثير على نوع المادة وشدة الاشعاع ونوعة ، وأن خلايا الكائنات الحية يحدث لها تلفا إشعاعيا نتيجة لحدوث تأين بها، أن الجرعات العالية تحدث تلفا كبيرا لهذة الخلايا مما يؤدى إلى موتها.

بالاضافة إلى ذلك فان الإشعاعات المؤينة تحدث تشوها فى الجينات أوفى الخلايا المسئولة عن التكاثر مما ينتج عنة ذرة مشوهة، لذلك يجب التعامل بحذر شديد مع الاشعة المستخدمة فى المجالات المختلفة. لذلك كان لابد من الضرورى التعرف على هذة الأشعة والوقاية من مخاطرها بالطريقة التى تضمن سلامة الإنسان والبيئة.

3.1 أهداف البحث:

تهدف هذة الدراسة إلى:

- التعرف على النشاط الإشعاعى بصورة عامة.

-المخاطر الإشعاعية.

- الوقاية من المخاطر الإشعاعية .

4.1 أهمية البحث:

هذا البحث هو دراسة المخاطر الاشعاعية وكيفية الوقاية منها والتعرف على هذة الإشعة والوقاية منها.

5.1 ا لطريقة:

اتبع فى هذا البحث المنهج الإستقرائى الوصفى واعتمادا على المصادر المتمثلة فى الكتب والمراجع ومعلومات شبكة الإنترنت.

6.1 الأعمال ا لسابقة:

بحث تكميلى لنيل درجة الماجستير فى الفيزياء

بعنوان: الوقاية من الإشعاع النووى فى المفاعلات النووية.

اسم الباحث: ابراهيم محمد الفكى الطاهر واخرون (2000م).

هذا الباحث تناول موضوع الوقاية من الإشعاع بشكل عام وتناول فى الفصل الاول النشاط الإشعاعى واثارة المتمثلة فى تحلل جسيمات الفا وجسيمات بيتا واشعة قاما، بينما تناول الباحث فى الفصل الثانى تفاعل الإشعاعات المؤينة مع المواد التى تمرخلالهاوفقدانها للطاقة داخل هذة المواد، ثم تناول اجهزة الكشف عن الإشعاع وكيفية عملها، اما فى الفصل الثالث فبحث فى الوقاية عن مخاطر التلوث الإشعاعى الناجمة عن التعرض للإشعاع والحدود والاحتياطات التى عملت من قبل اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع.

واخيرا يعالج الفصل الرابع المفاعلات النووية والإشعاعات الصادرة منها وكيفية تصميم المبانى فيها وحولها للحيلولة دون وقوع المخاطر التى تنشأ منها كما حدث فى مفاعل تشرنوبل وكذلك تطرق الباحث فى هذا الفصل لطرق حفظ ونقل المخلفات الإشعاعية.

7.1 محتوى البحث:

هذا البحث يحتوى على اربعة فصول وخاتمة وقائمة مراجع، الفصل الاول مقدمة عامة عن البحث ، والفصل الثانى يتناول النشاط الإشعاعى المتمثل فى تحلل جسيمات الفا

وجسيمات بيتا وأشعة غاما، بينما يتناول الفصل الثالث مخاطر النشاط الإشعاعي وتاثيره على الكائنات الحية، بينما يتناول الفصل الرابع الوقاية من المخاطر الإشعاعية.

1.2 مقدمة:

تعتبر الكثير من النظائر سواء الطبيعية أو الإصطناعية (أى المجهزة بإستخدام المفاعلات أو المعجلات النووية) بخاصية تعرف باسم النشاط الاشعاعى.

والنشاط الإشعاعى عبارةعن اضمحلال(تفكك) تلقائى لنواة النظيرمع إصدارجسيمات نووية مثل جسيمات الفا أوبيتا قد تنتجها إشاعات غاما وتعرف النظائر التى يحدث فيهاهذا التفكك بالنظائر المشعة.

وتعرف النظائر المشعة بانها هى الذرات التى تضم العدد نفسة من الإلكترونات والبروتونات، لكنها تختلف عدد نيوتروناتها وكان لهذا الإختلاف فى عدد النيوترونات نتائج هامة فى الفيزياء النووية، اذ تتغير بنية النواة، وتتبدل خصائصها وإستقرارها بإضافة نيوترون واحد أو حذفة منها، فتصبح فاقدة للإستقرار وفى حالة هيجان ، وتصدر إشعاعات تختلف نوعيتها حسب درجة الإثارة وتسمى هذة الذرات الهائجة بالنظائر المشعة وتجدر الإشارة إلى أن عملية التفكك تحدث فى النظائر سواء اكانت فى صوره نقية ام تدخل ضمن مركبات كيميائية ، كما ان عملية التفكك لا تعتمد إطلاقا على الظروف الطبيعية مثل الحرارة وحالة النظير.

والحياة على الأرض تتطلب وجود ضوء الشمس ولكن سقوط كمية كبيرة من هذة الأشعة ليس شيئا جيدا ويجب التحكم فى الأطوال الموجية الصادرة من الشمس مثل الأشعة تحت الحمراء إلى فوق البنفسجية وتسبب الأشعة المؤينة الطبيعية ضررا للمادة وخاصة الخلايا الحية.

وتتعرض الكائنات الحية لمستويات مختلفة من الإشعاعات المؤينة الطبيعية بالأضافة إلى الصناعية التى تدخل فى شؤون حياتنا وخصوصا المجالات الطبية سواء للفحص أو العلاج مثل أشعة (x) والمواد المشعة[1].

2.2 إكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعى:

اكتشفت ظاهرة النشاط الإشعاعى عام 1896 عن طريق العالم الفرنسى هنرى بيكريل بوضع لوحا فوتغرافيا مع معدن اليورانيوم فى خزانة مظلمة ولاحظ بعد ذلك صورة على اللوح الفوتغرافى وأستنتج ان اليورانيوم قام باطلاق اشعة غير مرئية أثرت على اللوح الفوتغرافى وسميت ظاهرة إطلاق بعض العناصر للاشعة بظاهرة النشاط الإشعاعى.

ولقد أكملت مدام كورى وزوجها البحث فى خاصية النشاط الإشعاعى الطبيعى لعدد من العناصر الاخرى ، فاكتشفا ثلاثة عناصر أخرى نشطة إشعاعيا أهمها عنصر الراديوم وقد حصل هنرى بيكرل على جائزة نوبل فى الفيزياء عام 1903م ، بالاشتراك مع عائلة كورى لإكتشافهم النشاط الإشعاعى الطبيعى.

لقد كان لإكتشاف الإشعاع الذرى أثر ملحوظ فى تقدم مسيرة العلم ، وفى إنتفاع(بنى البشر) بة فى مجالات متعددة حتى أصبح من المتعذر الإستغناء عن العديد من إستخداماتة فى المجالات الطبية والزراعية والصناعية[2].

3.2 ا لنشاط الإشعاعى الطبيعى:The Natural Radio Activity

ان الالكترونات المدارية للذرة تستطيع ان تمتص الطاقة وتغير فى مستواها وفى بعض الاحيان تكون الطاقة الممتصة كبيرة بدرجة تسمح للالكترونات بعمل (قفزة نهائية) اى ان الذرة تفقد كل اومعظم إلكتروناتها وتبقى عبارة عن نواه معزولة ولذلك فان الذرات ليست قابلة للانضمام فمهما يكن من امر فان التاين ليس مجرد ظاهرة عرضية فكل ذرة متأينة متصلة بالمادة [4].

4.2 المصادر الطبيعية للإشعاع الذرى:

الإشعاع الذرى موجود قبل معرفة الانسان للارض ولة مصادر رئيسية وهى:

1.4.2 الاشعة الكونية: Cosmic Rays

المصدر الرئيسى لهذة الأشعة ناتج من الحوادث النجمية فى الفضاء الكونى البعيد وانها مايصدرعن الشمس خاصة خلال التوهجات الشمسية التى تحدث مرة اومرتين كل 11 سنة مولدة جرعة إشعاعية كبيرة إلى الغلاف الغازى للارض وتتكون هذة الاشعة الكونية من 87% من البروتونات و11% من جسيمات الفا وحوالى 1% من النوى ذات العدد الذرى مابين 4-26 وحوالى 1%من الإلكترونات ذات الطاقة العالية ،وبالتالى فان لهذة الأشعة مقدرة كبيرة على الإختراق،ويحتوى الغلاف الجوى على كميات كبيرة من هذة الأشعة وتصل إلى الأرض كميات ضئيلة جدا لا تسبب ضررا على صحة الإنسان وبيئتة ولهذا يعتبر الغلاف الجوى واقيا من هذة الاشعاعات[1].

5.2 النشاط الإشعاعى الطبيعى فى القشرة الأرضية:

Natural Radio Actives in the earth shell

ان من اهم العناصرالمشعة فى صخور القشرة الارضيةهى(البوتاسيوم40 والربيديوم37) وسلسلة العناصر المشعة المتولددة من تحلل(اليورانيوم238 والثوريوم232). وهناك عدد كبير من النظائر المشعة وأعمار النصف لها طويلة جدا فى صخور القشرة الارضية.

أن مستوى النشاط الإشعاعى الطبيعى فى القشرة الارضية متقارب جدا فى معظم الأماكن ، ويقل معدل الجرعة الإشعاعية المكافئة من هذة المصادر بمقدار 0.35 ملى سيفيرت بالسنة إلا أن هناك أماكن على الأرض يزداد فيها الإشعاع الطبيعى بشكل كبير نتيجة وجود تركيزات عالية من العناصر المشعة فى صخور القشرة الارضية ، ففى البرازيل مثلا أكتشفت مناطق ذات إشعاعات طبيعية عالية جدا تصل الجرعة الإشعاعية فيها إلى250 ملى سيفرت فى السنة واما السبب الرئيسى لهذ الجرعة الإشعاعية العالية فى تلك المناطق بكل من البرازيل والهند فهو وجود الثوريوم الخام بتركيزات عالية فى تلك المناطق[2].

6.2 النشاط الطبيعى داخل جسم الإنسان:

يشع جسم الانسان من الداخل عن طريق كل من الهواء الذى يستنشقة والغذاء والماء الذى يصل الي جوفة فالهواء هو المصدر الرئيسى للجرعة الإشعاعية الطبيعية التى تصل الى داخل جسم الانسان ومصدرها الاساسى غاز الرادون الموجود فى جوف الارض المتولد عن التحلل التلقائى لنظير اليورانيوم الموجود طبيعيا فى صخور قشرة الارض.

وكذلك فان كلا من الغذاء الذى يتناولة الإنسان والماء الذى يشربة يحتوى على نسب متفاوتة من المواد المشعة . والمصدر الرئيسى لتلك المواد المشعة فى النبات هو التربة التى تمتص منها النباتات تلك المواد مع غيرها من المواد الطبيعية فتدخل فى بنائها . كما أن بعض الغبار الذى يتساقط على النبات يحوى آثارا من تلك المواد المشعة ، وتصل المواد المشعة إلى داخل جسم الانسان عن طريق تناولة النباتات ولحوم الحيوانات التى تتغذى على النباتات . وتدخل المواد المشعة أيضا مع الماء الذى نشربة حيث تحتوى المياة على آثار قليلة جدا منها وبخاصة (الراديوم226)، لذا تكون أجسامنا مشعة قليلا نظرا لوجود بعض العناصر المشعة فيها مثل البوتاسيوم والكربون وبعض النظائر المشعة المتولدة عن تحلل اليورانيوم238 والراديوم 226والرصاص 210 [6].

7.2 قانون التحلل الإشعاعى:Radioactive Decay Law

تعتبر عملية النوى المترافقة مع اصدارجسيمات الفا أوبيتا اوإشعاعات غاماعملية احصائية حيث لايمكن معرفة النواة التى سوف تتحلل ولكن عند وجود عدد كبيرجدا من أنوية النظير المشع فإنة بمتابعة معدل تغير كمية الاشعة المنبعثة يمكن معرفة الكثير عن نوعية التحلل.

هناك احتمال محدد للتفكك فى وحدة الزمن لاى نظير مشع وهذا احتمال يعرف بثابت مميز لكل نظير بغض النظرعن حالتة الكيمائية او الفيزيائية (من سائلة او صلبة او غازية).ويعرف ثابت التفكك الإشعاعى(λ) لعنصر ما بانة إحتمال تفكك أو إضمحلال نويدة العنصر إشعاعيا

فى وحدة الزمن (الثانية الواحدة) وحسب التعريف فان (λ) تمثل إحتمال تفكك النويدة فى الثانية الواحدة وإحتمال تفكك النويدة فى فترة زمنية هو λdt فى فترة زمنية dt أما اذا وجد عدد النويدات Nفى فترة زمنية dt هوdN بضرب عدد النويدات Nفى إحتمال التفكك أى أن عددها

$$dN = -(\lambda dt)N \quad \ldots\ldots(1.2)$$

وظهرت إشارة السالب فى المعادلة لان عدد النويدات الموجودة يتناقص بسبب عملية التفكك.

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \quad \ldots\ldots(2.2)$$

بالتكامل:

$$t = 0, N_{\circ} = N$$

$$N(t) = N_{\circ} e^{-\lambda t} \quad \ldots\ldots(3.2)$$

حيثN(t) عدد النوى التى لم تتحلل حتى اللحظة ،تبين هذة العلاقة ان عدد النوى غير المتحللة يتناقص أسيا مع زيادة الزمن [2].

8.2 الإنحلال الإشعاعى Radio Active Decay

تقدم رذرفورد سنة1905 بنظرية الانحلال لتفسير ظاهرة النشاط الاشعاعى الطبيعى وتقضى النظرية بان ذرات العناصرالمشعة تتحلل عندما تنبعث منها جسيمات الفا او بيتا اوالتى هى فى حد ذاتها جسيمات مادية ،اى أن جزءا محدد من نواة الذرة ينطلق بسرعة فائقة تارك وراءه ذرات عنصر جديد يختلف تماما فى خواصة عن العنصرالاصلى . ويكون العنصرالجديد اوالمولود مشعا ايضا فتنطلق من نوى ذراتة جسيمات مادية ينتج عن انطلاقها ان تتحول ذرات هذا العنصرالجديد الى ذرات عنصرثالث جديد وهكذا تتابع عملية التحول من عنصراخر مشع حتى ينتهى الانحلال عند عنصر مستقر وجدير بالذكر انة فيماعدا

حالات نادرة جدا فإن نوى عنصرمعين تتحلل بانبعاث نوع واحد من الجسيما ت ،أما جسيمات الفا أو بيتا (فلا تبعث الجسيمات من نواة واحدة) ومعنى هذا ان النواة التى يحدث انحلالها بجسيمات الفا لاينبعث منها جسيمات بيتا ،الا ان انبعاث جسيمات الفا اوجسيمات بيتا قد يكون مصحوبا بانبعاث اشعة غاما[4].

9.2 النواة غير المستقرة والتحلل الاشعاعى:

هناك بعض الانوية مستقرة حيث تبقى كماهى الى مالانهاية فى حين ان بعضها غير مستقرة(مشعة) بسبب وجود طاقة داخلية زائدة. تقوم النواة بعمل تغيرات تلقائية(التحلل الاشعاعى) حتى تصبح نواة مستقرة .

ذرات المادة المشعة تتحلل بطريقة عشوائية ولكن بمعدل زمنى ثابت ،فترة نصف العمر هو الوقت اللازم لكى تتحلل نصف ذرات المادة المشعة أو لكى ينخفض النشاط الإشعاعى إلى النصف وبعد مرور فترة ضعفى نصف العمر ينخفض النشاط الى الربع وبعد مرور ثلاث أضعاف فترة نصف العمر ينخفض النشاط الاشعاعى للثمن وهكذا[4].

10.2 أنواع النشاط الإشعاعى:

1.10.2 تحلل ألفا: Alfa Decay

تحدث هذة العملية فى النوى الثقيلة (يكون عددها الذرى أكبر من 200) ويكون العدد الذرى للنواة الوليدة أقل بوحدتين من العدد الذرى للنواة الام أما رقم كتلتها فيكون أقل من رقم كتلة النواة الأم بأربع وحدات ويمكن كتابة المعادلة بصورة عامة فى هذا الشكل:

$$X^{A}_{Z\rightarrow}Y^{A-4+\alpha}_{Z-2} \quad \text{.....(4.2)}$$

فعلى سبيل المثال نجد أن نواة اليورانيوم التى تتكون من 92 بروتون و196 نيوترون تتحلل إلى نواة الثوريوم المكونة من 90 بروتون و144نيوترون وينبعث نتيجة هذا التحلل جسيم الفا

الذى هو عبارة عن نواة الهيليوم المكون من بروتونين ونيوترونين وتمثل عملية التحلل هذة بالمعادلة التالية:

$$u_{92}^{238} \rightarrow th_{90}^{234} + H_2e^4(\propto) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5.2)$$

وهكذا يتكون نتيجة تحلل نواة اليورانيوم نواة جديدة أكثر إستقرار هى نواة الثوريوم مع إصدار جسيم ألفا.

ولكى تكون النواة مشعة لجسم ألفا يجب ان تكون كتلة النواة اكبر من مجموع كتلة النواة الوليدةوجسم ألفا ويجب تحقق الشرطالتالى لإصدار جسيمات ألفا.

$$M_{p.}(M_d + M_\alpha) \geq \circ$$

M_P :كتلة النواة الام

Md :كتلة النواة الوليدة

M_α :كتلة جسم الفا

ولا يتحقق هذا الشرط للنوى الاقل من الرصاص فانها تكون مستقرة ولا تصدر جسيمات ألفا ، وتجدر الإشارة إلى أن طاقة جسيمات ألفا الصادرة عن نظير معين تتخذ قيمة واحدة ولكن إذا تكونت النواة الوليدة فى حالات مختلفة وتدل المعطيات التجريبية على أن طاقة جسيمات ألفا تقع ضمن المجال $4.05 \angle T_\alpha \angle 8.95mev$ باستثناء حالتان شاذتان معروفتان تصل قيمة الطاقة إلى 105mev.

ويمكن حساب طاقة جسيمات ألفا الصادرة من نظير معين وذلك بإستخدام علاقة انشتاين لتكافؤ الكتلة والطاقة حيث أن، الطاقة الناتجة عن التحلل هى:

$$E = [(M_p - (M_d + M_\alpha))]C^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6.2)$$

وتتوزع هذة الطاقة بين جسيم ألفا والنواة الوليدة بنسب معاكسة لكتلتها وذلك طبقا لقانون حفظ الطاقة والإندفاع الخطى ، أى أن جسيم ألفا يحمل الجزء الأكبر من الطاقة الناتجة عن التحلل فى حين تحمل النواة الوليدة جزءا صغيرا جدا من هذة الطاقة.

2.10.2 تحلل بيتا: Beta Decay

تسمى عملية تحول النواة غير المستقرة إلى نواة شحنتها تختلف عن شحنة النواة الأم بعملية تحلل بيتا ، تكون هذة العملية مصحوبة بإصدار إلكترون أو بويزوترون أو أسر إلكترونى من الطبقات الذرية وينطبق فى نفس الوقت على النيوترينو (υ)أو مضاد النيوترينو($\acute{\upsilon}$)وهى تحقق الإستقرار لإصدار بيتا(β).

ويحدث هذا النوع من التحلل للنوى غير المستقرة فى كثير من النظائر سواء أكانت ثقيلة ام خفيفة فمن المعروف حتى يكون النظير مستقرا بالنسبة لإصدارجسيمات بيتا يجب أن تكون النسبة بين عدد البروتونات والنيوترونات أكبر بقليل من 1بالنسبة للنظائر الخفيفة وتزداد حتى تصل إلى 106 بالنسبة للنظائر الثقيلة . فمثلا يلاحظ نواة نظير الكربون C_6^{12} مستقرة حيث أن نسبة النيوترونات إلى البروتونات تساوى1 $=\frac{6}{6}$.وتعتبر هذة النواة من النوى الخفيفة أما نوى الكربون(C_6^{14}) فهى نواة غير مستقرة لان النسبة1.33= $\frac{6}{8}$ [3].

11.2 أنواع تحلل بيتا: Tapes Of Beta Decay

1.11.2 التحلل الإلكترونى (تحلل بيتا السالب) Electron Decay

تحدث هذة العملية فى النويدات التى تحتوى على زيادة فى عدد النيوترونات بالنسبة للبروتونات فيحول نيوترون داخل النويدة لبروتون، ويلاحظ ان هذة العملية تؤدى لزيادة عدد البروتونات.

وبالتالى لزيادة العدد الذرى بمقدار واحد بينما لا تؤثر هذة العملية على رقم الكتلة .فاذا كانت النواة الام X_Z^Aفتكون النواة الوليدة Y_{Z+1}^A .وتحدث هذة العملية إذا كانت كتلة النواة الأم أكبر من مجموع كتلة كل من النواة الوليدة وكتلة الإلكترون (أشعة بيتا) .فى بعض الاحيان تكون نسبة النيوترونات إلى البروتونات فى النظير المعين اقل من النسبة التى تحقق الاستقرار فى هذة الحالة يتحول أحد نيوترونات النواة إلى بروتونات وينطلق نتيجة لذلك بوزيوترون ويعرف تحلل بيتا فى هذة الحالة بالتحلل الإلكترونى.

$$X_{Z\rightarrow Y_{Z+1}^A}^A + e^- + v^- \text{.....(7.2)}$$

$$n_{\circ}^{1} \rightarrow p_{1}^{1} + e_{-1}^{\circ} + \upsilon' \text{.....(8.2)}$$

$$n_{\circ}^{1} \rightarrow p_{1}^{1} + \beta^{-} + \upsilon^{-} \text{.....(9.2)}$$

2.11.2 التحلل البوزيترونى (تحلل بيتا الموجب):

تحدث هذة العملية فى النويدات التى تحتوى على زيادة فى عدد البوتونات فيتحول برتون لنيوترون وتنطلق أشعة بيتا الموجبة (بوزيوترون) والنيوترينو ويعرف تحلل بيتا فى هذة الحالة بالتحلل البوزيترونى،كما فى المعادلة:

$$p_{1}^{1} \rightarrow n_{\circ}^{1} + e_{+1}^{\circ} + \upsilon \text{.....(10.2)}$$

$$p_{1}^{1} \rightarrow n_{\circ}^{1} + \beta^{+} + \upsilon \text{.....(11.2).}$$

وبما أن كتلة البروتون أصغر من كتلة النيوترون فإن هذة العملية لا يمكن أن تتم بصورة تلقائية ولابد من تزويد البروتون بالطاقة اللازمة والتى يكون مصدرها النواة . أن البروتون جسيم مستقر ولا يمكن أن يتحول إلى الحالة الحرة لنيوترون. ولا تؤثر هذة العملية على رقم الكتلة ولكنها تؤدى إلى نقصان العدد الذرى . بمقدار واحد ويمكن ان تكتب عملية التفكك هذة على الصورة الاتية:

$$x_Z^A \rightarrow Y_{Z-1}^A + \upsilon \quad \text{.....(12.2)}$$

ويتضح من ذلك أن كتلة النواة الأم يجب أن تكون أكبر من مجموع كتلة كل من النواة الوليدة و البوزيوترون (أو الإلكترون).

12.2 الأسر الإلكترونى Electron Capture

إذا كانت نسبة البروتونات فى النواة كبيرة نسبيا وكانت الطاقة المسببة للإثارة (أى طاقة التفكك) أصغر من ضعف طاقة الكتلة السكونية للإلكترون فلا يتحقق شرط انطلاق أشعة بيتا الموجبة.

ويمكن للنواة فى هذة الحالة أن تأسر (أى تستحوذعلى) إلكترون ذرى من أحد المدارات الداخلية (الإحتمال لأكبر ان يكون الإلكترون من مدار K الأقرب للنواة) ويتحد هذا الإلكترون المأسور مع أحد البروتونات فيتكون النيوترون وتبعث النيوترينو.

ويتفاعل هذا الإلكترون مع أحد البروتونات حيث يتحول لنيوترونون ونيوترينو حسب المعادلة:

$$e_{-1}^{\circ} + p_1^1 \rightarrow n_{\circ}^1 + \upsilon \quad \text{.....(13.2)}$$

وتعتبر هذة العملية والتى تعرف بالاسر الإلكترونى مكافئة لعملية إنطلاق بوزيوترون، أن شرط حدوث هذة العملية أن يكون مجموع كتلة الإلكترون والنواة الأم اكبر من كتلة النواة الوليدة .وتؤدى هذة العملية لنقصان فى العدد الذرى.

13.2 إشعاعات جاما Gamma Radiation

تكون النواة الوليدة الناتجة من عمليات تفكك ألفا وبيتا فى بعض الأحيان فى حالة إثارة ويمكن لهذة النواة أن تعود لحالته الارضية بالتخلص من الطاقة المسببة للإثارة عن طريق إصدار فوتونات اشعة جاما، وأشعة جاما هى أشعة كهرومغناطيسية تشبة الأشعة السينية الا أن طاقتها أكبر . ولا تؤثر عملية إطلاق جاما على العدد الذرى ولاعلى رقم الكتلة وتؤثر فقط على الطاقة النسبية للنواة الأم. نجد ان طاقة مكونات النواة أعلى من طاقتها فى الحالة الارضية المستقرة .أى أن كتلة النواة فى الحالة المثارة تكون اعلى من كتلتها فى الحالة الارضية (Ground State).ثم تنتقل النواة من الحالة المثارة إلى حالة اقل إثارة أو إلى الحالة الأرضية للتخلص من طاقة الإثارة وذلك باصدار إشعاعات كهرومغناطيسية وهى إشعاعات جاما تسير بسرعة الضوء ولها كل خواصة ولكن طاقتها اعلى بكثير من طاقة الضوء لان طول موجتها قصير جدا.

كما يمكن أن تتخلص النواة من طاقة لإثارة بتجميع هذة الطاقة الزائدة وتركيزها على أحد الإلكترونات المدارية خاصة المدار K لقربة من النواة ، فينطلق هذا الإلكترون تاركا الذرة وحاملا معة قيمة محددة من الطاقة وتعرف هذة العملية بأسم التحول الداخلى (Internal Conversion). وتتميز الإلكترونات الصادرة عن هذا التحول بانها ذات طاقة محددة وذلك بخلاف الإلكترونات الناتجة عن تحلل بيتا التى يكون طيفها مستمرا.

وتجدر الإشارة إلى أن ازالة الاثارة عن طريق إصدار إشعاعات كهرومغناطيسية (إشعاعات جاما) يمكن أن يحدث بإنتقال النواة من الحالة المثارة إلى حالة اقل وهكذا إلى أن تصل إلى الحالة الارضية .

وعلى سبيل المثال نجد أن نواة الثوريوم تكون فى حالة إثارة بسبب دورانها فتتخلص من طاقتها الزائدة ،أى طاقة الإثارة بإطلاق أشعة جاما وتتوقف عن الدوران[2].

$$th_{90}^{234} \rightarrow th_{90}^{234} + \gamma \text{.....} \text{.....} \text{.....} \text{.....} \text{.....} (14.2)$$

1.3 : مقدمة

منذ أن تعرف الإنسان على الذرة بدأ التفكير يتجة نحو معرفة المزيد عن هذا العلم الدقيق ،ومنذ استغل الإنسان الذرة عرف أن لها مخاطرها الكبيرة على المجتمع ، وخاصة فى حالة حصول أى حادث يؤدى إلى تسرب مواد إشعاعية .

وتتمثل مخاطر الإشعاعات النووية فى حدوث اضرار بالغة للبيئة وهذا يشمل الإنسان والحيوان والنبات على حد سواء،وذلك سواء كان بصورة مباشرة او غير مباشرة نظرا لإعتماد احداهما على الاخر.

إن تاثيرات الإشعاع بشكل عام يمكن تقسيمها إلى مجموعتين وذلك اعتمادا على اسلوب وصول الإشعاع إلى الكائن الحى وعلى راسة الإنسان ،هاتان المجموعتان تعتمدان على ما إذا كان التاثير الإشعاعى الحاصل ناتج عن تعرض خارجى للإشعاع (أى سقوط الإ شعاع على الجسم من الخارج)،أو اذا ما كان ناتجا عن تعرض داخلى للإشعاع(أى ان الاشعاع يصدر من نوى مشعة امتصت داخل الجسم).

وسوف نتناول فى هذا الفصل مخاطر إشعة (الفا-وبيتا-قاما والاشعة السينية والنيوترونات والبروتونات والأشعة الكونية وتاثيرات الإشعاع على اجهزة الجسم والخصائص العامة للاضرار الإشعاعية والرادون وتاثيرة على البيئة والإنسان) [6] .

2 .3 التعرض للاشعاع

1.2.3أولا التعرض الحاد للإشعاع acute exposure

وهو التعرض المفاجئ للإشعاع عن تسرب إشعاعى مفاجئ أو عن إنفجارنووى كالقنابل النووية ،وبذلك ينتج عن ذلك إكتساب جرعة كبيرة جدا .ويمكن أن يتعرض الإنسان أيضا لإشعاع حاد عند العلاج بالإشعاع، ولذلك يجب أن يتلقى المريض جرعات محددة من

الاشعاع،وسيتم تحديد تأثير الجرعات الإشعاعية فى الاعضاء المختلفة من جسم الإنسان لاحقا[6] .

2.2.3ثانيا التعرض المزمن للإشعاع 2.2.3 Chronic Exposure

وهنا يحدث تعرض دائم للإشعاع ،وذلك على مدى فترات زمنية طويلة ،مما يؤدى إلى تراكم كمية كبيرة من الجرعات الإشعاعية ،وتتعرض الأحياء عموما وباستمرار لمعدلات منخفضة من الإشعاع الناتج عن الاشعة الكونية أو عن المواد المشعة طبيعياً أو المواد المحضرة صناعياً،وكذلك للإشعاع الناتج عن الاستعمالات الطبية للأشعة السينية فى التشخيص ، وقد لوحظ أن بعض المناطق فى العالم معرضة لمعدلات من الإشعاع أكثر من غيرها [6].

3.3 أنواع التعرض الإشعاعى:

قد يكون التعرض للإشعاع داخليا او خارجيا وقد يحدث عبر مجموعة متنوعة من مسارات التعرض الإشعاعى .

اولا:

التعرض الداخلي للإشعاع المؤين يحدث عند استنشاق أو بلع النويدات المشعة أو دخوله إلى مجرى الدم (عن طريق الحقن أو الجروح) وتنتهى حالة التعرض الداخلى عند تخلص الجسم من تلك النويدات المشعة إما تلقائيا (عن طريق الفضلات) أو نتيجة تلقى نوع من العلاج.

ثانيا:

التعرض الخارجى قد يحدث عند تعلق لمواد المشعة التى تنتقل عن طريق الهواء (مثل الغبار أو السوائل أو الهباء) بالجلد أو الملابس .وغالبا ما يسهل إزالة هذا النوع من المواد المشعة من على الجسم عن طريق الغسل.

وقد يكون ايضا التعرض للإشعاع المؤين ناتج أيضا عن التشعيع الخارجي كما فى حالة الأشعة السينية فى المرافق الطبية .ويتوقف التشعيع الخارجي عندما يحجب مصدر الإشعاع أو عندما يخرج الشخص من مجال الإشعاع[6].

4.3 أنواع الإشعاعات

يوجد نوعان أساسيان للإشعاع هما:

1.4.3 إشعاع مؤين (Ionizing Radiation)

سمى بذلك لان هذا النوع من الإشعاع له القدرة على تايين الذارت التي يمر خلالها مثل الإشعاعات الكهرومغناطيسية(أشعة اكس وأشعة كاما والاشعه الكونيه) وإشعاعات جسيمية مثل(جسيمات بيتا وإلفا والنيوترونات والبروتونات).تحمل شحنات موجبة وسالبة ذات نشاط كيميائى عالى يرفعها للتفاعل مع مكونات الخلايا الحية مما يسبب تأذى الخلايا وموتها.

2.4.3 إشعاع غير مؤين (Non-Ionizing Radiation)

اي ليس له القدرة على تايين الذارت التي يمر خلالها مثل موجات الراديو والتلفزيون وموجات الرادار والموجات الحرارية ذات الأطوال الموجيه القصيرة (ميكروويف) وموجات الأشعة تحت الحمراء والاشعه فوق البنفسجية والضوء العادي وأشعة الليزر.

5.3 الإشعاعات النووية:

خلال السنوات العديدة من اكتشاف النشاط الإشعاعي وجد أن النوى النشطة إشعاعيا تقذف بشكل طبيعي نوعا واحدا أو أكثر من ثلاثي أنواع من جسيمات الإشعاعات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة كاما التي أمكن التمييز فيما بينها وذلك كما يأتي:

1-قدرة اختراقها للوسط الذى تمر فية.

2- قابلية تأينها لذرات وجزيئات المواد التى تمر خلالها.

3- سلوكها فى المجالين الكهربائى والمغناطيسى.

6.3 الإشعاع المؤين:

يقسم إلى:

1.6.3 (جسيمات) دقائق ألفا

تتميز جسيمات ألفا بالاتي :

1- هي عبارة عن نوى ذارت الهليوم أي أنها موجبة الشحنة

2- . سرعة جسيمات ألفا تعتمد على نوع المصدر المشع.

3- أن مدى جسيمات ألفا في الهواء يعادل بضع سنتمتارت ويمكن إيقافها بواسطة ورقه سميكة .

4- تحدث تأينا في الغاز الذي تمر خلاله .

5- تتأثر بالمجال المغناطيسي حيث تنحرف نحو الاتجاه السالب وتكون ثقيلة نسبيا وتحمل شحنه موجبه .

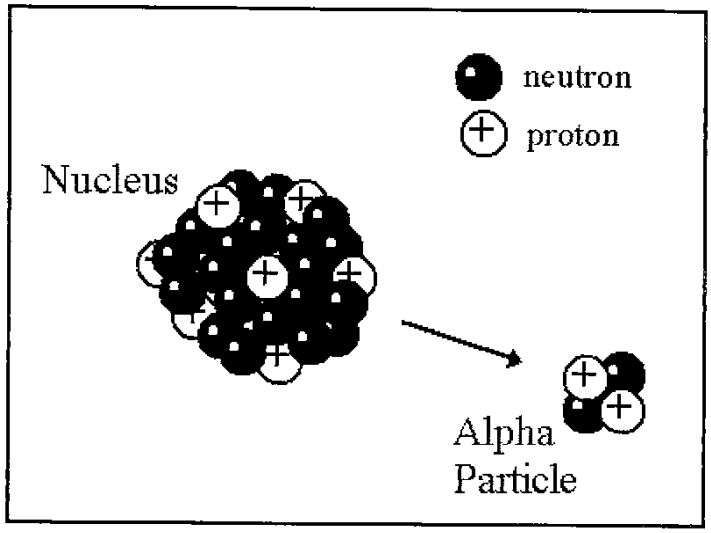
6- قوة الاختراق لجسيمات إلفا ضعيفة جدا حيث أنها تفقد طاقتها بمجرد خروجها من العنصر المشع، وان سبب قلة أمكانيه جسيمات ألفا لاختراق المواد يعود إلى شحنتها العالية التي تسبب تأينا عاليا للمادة التي تمر من خلالها وبذلك تفقد طاقتها بسرعة مما يجعل مداها قصيرا .

ومن الممكن أن تسبب أذى وضرر صحي في الانسجه خلال المسار البسيط ويتم امتصاص هذه الاشعه بالجزء الخارجي من جلد الإنسان ولذلك لا تعتبر جسيمات ألفا ذات ضرر خارج الجسم ولكن من الممكن أن تسبب ضرر كبير أذا تم استنشاقها أو بلعها أو دخولها إلى الجسم نتيجة وجود جرح به فإنها تكون مؤذيه جدا .وعند مرور جسيمات ألفا في المادة تحدث تأينا لذارتها بسبب شحنتها العالية ولا يكون التأين متجانسا على طول مسارها وانما يصل إلى أقصاه قرب نهاية مداها وتستخدم خاصية قابليتها على إحداث التأين في عملية الكشف.

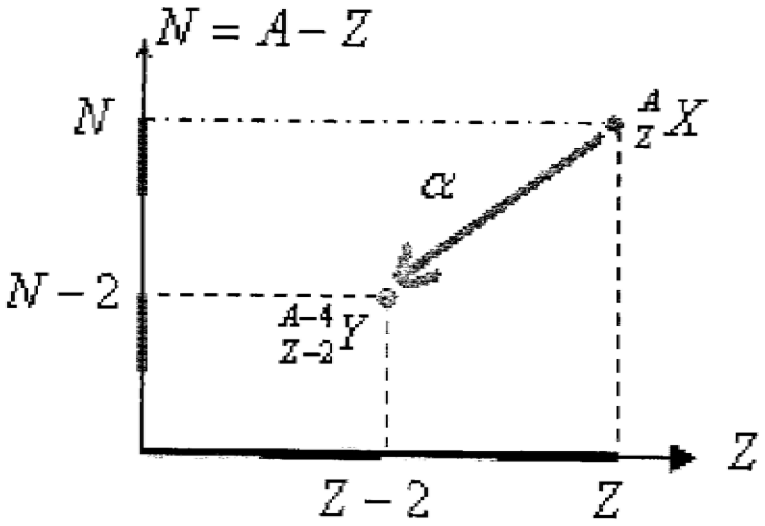
7- عند انبعاثها من نواة عنصر مشع فان العدد الكتلي للعنصر المشع ينقص بأربعة وينقص عدده الذري باثنين . كما فى الاشكال (1.3)و(2.3)

والمعادلة أدناه تبين تحلل أو تفكك إلفا.

$$Alpha\ decay \quad {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He \text{.....} (1.3)$$



الشكل (1.3): يوضح إنبعاث ألفا



الشكل(2.3) :يوضح الرسم البيانى لتحلل ألفا

2.6.3 جسيمات (دقائق) بيتا:

تتميز جسيمات بيتا بالاتي :

1- تمتلك هذه الجسيمات قابلية اختارق اكبر من جسيمات ألفا بحدود (100) مرة.

2- يمكن أن تقطع عدة سنتمترات في الهواء قبل امتصاصها وبضع مليمترات داخل مادة الألمنيوم.

3- إنها تأين الوسط الذي تمر فيه بدرجه اقل مما تسببه جسيمات ألفا.

4- انحراف جسيمات بيتا بوجود المجال المغناطيسي اكبر من انحراف جسيمات ألفا وبالاتجاه الذي يشير إلى أنها تحمل شحنه سالبه (عبارة عن إلكترونات) وبما أن جسيمات بيتا مشحونة فهى تتفاعل مع الوسط الذرى الذى تمر فية تحدث تاينأ بذراتة ولهذا السبب أن مداها فى الهواء اكبر من مدى جسيمات ألفا فى الظروف القياسية بحوالى (280) مرة.

5- يعتمد مدى جسيمات بيتا على سرعتها التي قد تصل أحيانا قريبا من سرعه ، الضوء وهي تنبعث من معظم المصادر الطبيعية والصناعية.

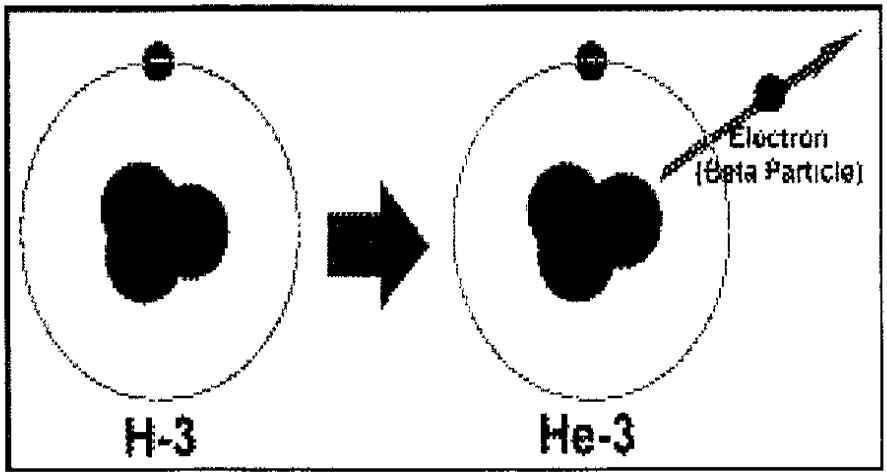
6- لا يمكن إيقاف دقائق بيتا بواسطة قطعة الورق ويمكن إيقاف سريان هذه الاشعه بواسطة قطعه من الخشب وقد تسبب أذى أذا اخترقت الجسم.

وبعض دقائق بيتا يمكنها اختراق الجلد وإحداث تلف بة وهى شديدة الخطورة إذا تم إستنشاقها ابخرة أو بلع المادة التى تنبعث منها أشعة بيتا.

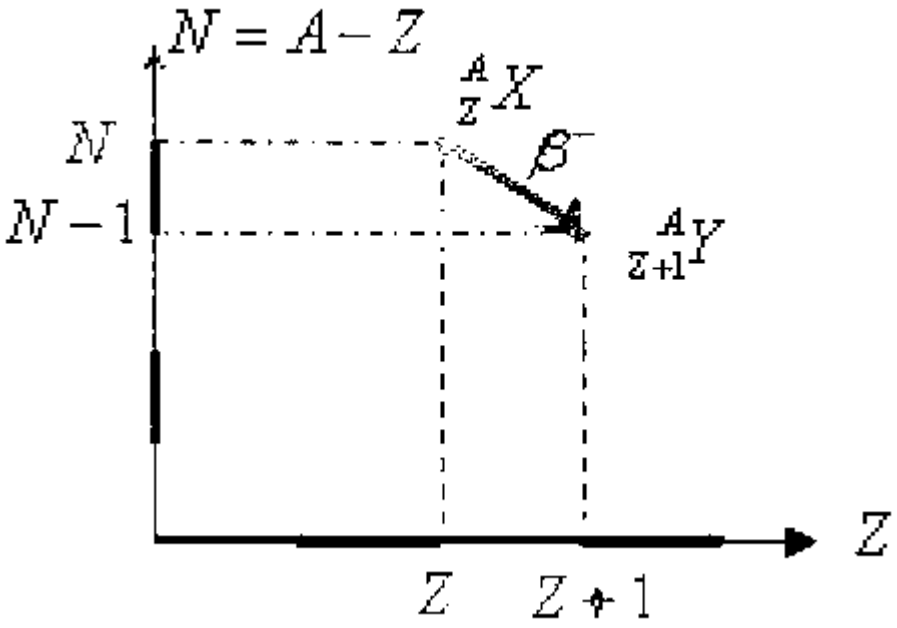
7- عندما تنبعث جسيمات بيتا من نواة عنصر مشع فان العدد الكتلي لا يتغير ولكن عدده الذري يزداد بواحد مع انبعاث إلكترون (جسيمة بيتا) كما فى الشكل (3.3)و(4.3)

كما في المعادلة أدناه .

$$Beta\ decay(e^-) \rightarrow {}^{A}_{Z}X \rightarrow Z + {}_{Z+1}{}^{A}Y + e^- + \vartheta^- \text{.....(2.3)}$$



الشكل (3.3): يوضح إنبعاث بيتا



الشكل (4.3):يوضح الرسم البيانى لتحلل بيتا

3.6.3 أشعة كاما Gamma Rays

تتميز أشعة كاما بالاتي :

1- إن طاقة أشعة كاما تكون عاليه وبذلك فان قابلية اختراقها للمادة تكون كبيره حيث تزيد على عده سنتمترات لمادة الرصاص.

2- إن أشعة كاما تؤين الغاز الذي تمر خلاله بصوره ضعيفة .

3- لا تتأثر بوجود المجال المغناطيسي وهذا يدل على أنها موجات كهرومغناطيسية .

4- لا يصحب انبعاث أشعة كاما أي تتغير في عدد ألكتله أو العدد الذري وبالتالي لا يتغير العنصر ولكنها تنتج عندما تكون النواة في حالة أثاره أي تملك من الطاقة أكثر من الحد الطبيعي لها وحيث ان هناك اتجاه لأي جسيم كان يكون في اقل مستوى من الطاقة فان النواة المثارة تعطي الطاقة الزائدة على شكل موجات كهرومغناطيسية تسمى أشعة كاما.

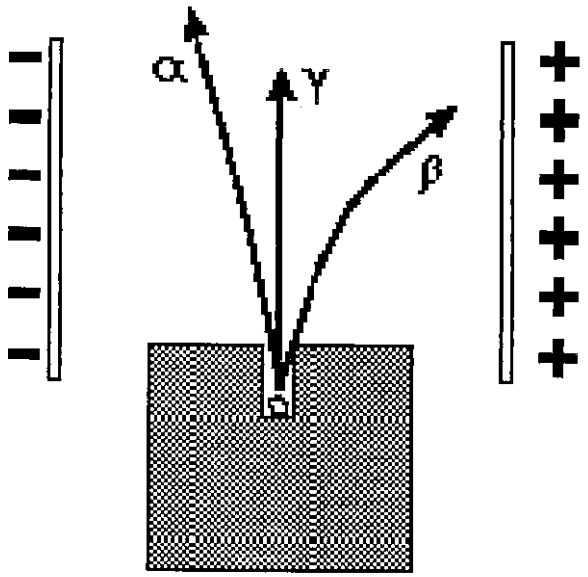
5- تعد أشعة كاما من اخطر أنواع الإشعاعات ولها قوة اختراق عاليه جدا، اكبر بكثير من جسيمات ألفا وبيتا ويمكن إيقاف سريانها بواسطة حاجز من الكونكريت (الخرسانة المسلحة) وتقع أشعة اكس من ضمن تقسيمات أشعة كاما ولكنها اقل قدره على الاختراق من أشعة كاما ويمكنها بسهولة اختراق جسم الإنسان أو امتصاصها بواسطة الانسجة ولذلك تشكل خطرا إشعاعيا عاليا على الإنسان.

والمعادلة الاتية توضح تفكك أشعة جاما.

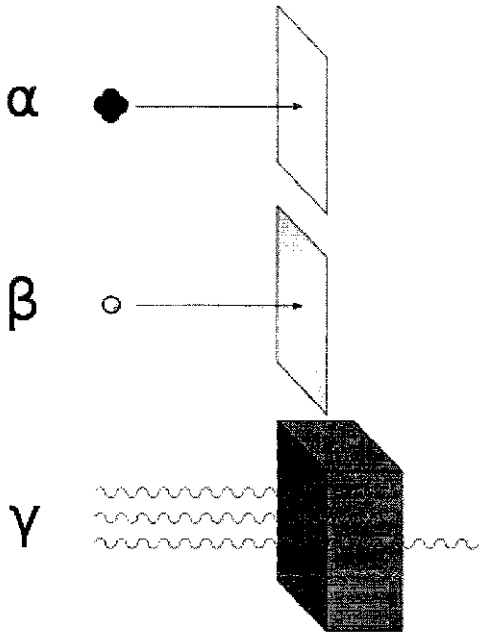
$$Gamma\ decay \quad {}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma \text{.....(3.3)}$$

الإشعاعات النووية	قوة التأين النسبية	قوة النفاذية النسبية
جسيمات ألفا	10000	1
جسيمات بيتا	100	100
أشعة كاما	1	10000

والجدول الاتى :يوضح قوة التأين النسبية وقوة النفاذية النسبية للإشعاعات النووية.



الشكل(5.3) :يوضح علاقة الاشعة النووية مع المجال المغنطيسي



الشكل(6.3) يوضح قابلية اختراق الاشعة النووية لحاجز من الرصاص

4.6.3 النيوترونات:

هي الجسيمات الوحيدة غير المشحونة التي لها أهميه وهي نوع مهم للإشعاع المؤين لعلاقتها بالقنابل الذرية و المفاعلات النووية.

والنيوترون عبارة عن جسيم ذى كتلة $1,67 \times 10^{-34}$ غم ومتشابهة لكتلة البروتون، ولكنه لا يحمل أية شحنه كهربائية ولأنه متعادل كهربائيا فانة يخترق بعمق للمواد من جميع الأنواع ومن ضمنها الانسجه الحية ،أن النيوترونات تشكل إحدى الجسيمات الاساسيه التي تبنى منها نوى كل الذارت وهي تنبعث كناتج جانبي عندما تعاني الذارت الثقيلة المشعة - كاليوارنيوم-

انشطار(أي تنغلق لتكوين ذرتين صغيرتين) وقد تنتج -ايظا صناعيا بواسطة المعجلات الضخمة في مختبرات بحوث الفيزياء.

5.6.3 البروتونات :

هي جسيمات موجبة الشحنة وتوجد في نوى جميع الذارت وكتلة البروتون مساوية وعادة لا تنبعث من النظائر المشعة على الأرض ولكنها توجد بغازره هائلة في الفضاء الخارجي وتشكل خطرا على رواد الفضاء .

6.6.3 الاشعه الكونية Cosmic Rays

المصدر الرئيسي لهذه الاشعه ناتج عن الحوادث ألنجميه في الفضاء الكوني البعيد ومنها ما يصدر عن الشمس خاصة خلال التوهجات الشمسية التي تحدث مره او مرتين كل 11سنة

مولده جرعة أشعاعيه كبيره إلى الغلاف الغازي للأرض وتتكون من 87% من البروتونات و11 من جسيمات ألفا وحوالى 1% من النوى ذات العدد الذرى مابين 4و24 وحوالى 1%من الالكترونات ذات طاقه عالية وهذا ما تمتاز به الأشعة الكونية، لذلك فان لها ألقدره الكبيرةعلى الاختراق. كما انها تتفاعل مع نوى ذرات الغلاف الجوي مولده بذلك الكترونات سريعة وأشعة كاما ونيوترونات ولا يستطيع احد تجنب الاشعه الكونية ولكن شدتها على سطح الأرض تتباين من مكان إلى أخر.

7.6.3 الأشعة السينية : X- Rays

خواصها شبيهة بخواص أشعة جاما ولكن تختلف فى المصدر حيث تنبعث الأشعة السينية من عمليات خارج نواة الذرة بينما تنبعث أشعة جاما من داخل نواة الذرة.وقوة الإختراق والنفاذية للاشعة السينية أقل من أشعة جاما، وتعتبر من اكثر مصادر الانسان للإشعاع حيث يتم إستخدامها فى عديد من العمليات الصناعية الطبية.

فى العام 1897أحصى أحد الباحثين حدوث 69 حالة حرق بواسطة الأشعة السينية، فضلا عن ذلك فان العالم بيكرل ومدام كورى كانا يعانيان من نفس الحروق هذة وكانت ناتجة عن انبوب صغير يحتوى على مواد مشعة.

من ناحية أخرى تم ملاحظة مرض السرطان الناتج عن الإشعاع بعد فترة زمنية ليست بالطويلة ،حيث اكتشف فى العام1911 حالة ورم سرطانى ناتج عن الأشعة السينية، وكان 50 من هذة الحالات هم من الأطباء الذين يعملون فى مجال الإشعاع ويستخدمونة لاغراض متعددة منها العلاج ،وفى عام 1922 توفى 100 طبيب من العاملين فى مجال الإشعاع.

7.3 تفاعل الإشعاع مع الخلية:

عند سقوط الإشعاعات المؤينة على خلية فإنها تؤدى الى تأين بعض مكوناتها ولا سيما جزيئات الماء الذى يمثل الجزء الأكبر فى اى خلية حية. ويؤدى تأين جزيئات الماء إلى حدوث تغيرات كيميائية تؤدى بدورها إلى حدوث تغيرات فى تركيب وظيفة الخلية ويمكن ان تظهر نتائج هذة التغيرات فى الإنسان فى شكل أعراض سريرية كالمرض الإشعاعى أو إعتام عدسة العين أو فى الاصابة بالسرطان على المدى الطويل وتؤدى الإشعاعات المؤينة غلى إتلاف الخلية من خلال عدة مراحل مختلفة ومعقدة يمكن إيجازها فيما ياتى: [2]

أولا :المراحل الفيزيائية:

وهى تتم خلال زمن قصير جدا حوالى(10^{-16}) ثانية وفيها تنتقل الطاقة من النوع المعين من الإشعاعات إلى جزيئات الماء بالخلية ويحدث التأين طبقا للتفاعل الأتى:

$$H_2O \rightarrow H_2O^+ + e^- \quad \text{.....(4.3).}$$

هو ايون الماء الموجب H_2O حيث

هو الإلكترون السالب e^-

ثانيا :المراحل الفيزوكيميائية:

وتتم هذة المرحلة على خلال زمن قصيرجدا (يقترب من زمن المرحلة الاولى) بعد حدوث التأين ،يحدث خلالها تفاعل الأيونات الموجبة والسالبة مع جزيئات الماء الاخرى فينتج عن هذا التفاعل عدة مركبات جديدة على سبيل المثال:

$H_{2O^+ \rightarrow OH+H^+}$.....(5.3).

أيون الهيروجين الموجب H^+ :

يتحد مع جزئ ماء متعادل مكون أيون ماء سالب e^-اما الالكترون السالب

$e^- + H_{2O \rightarrow H_{2O}-}$.....(6.3)

$H_{2O^- \rightarrow H+OH^-}$.....(7.3)

$OH + OH \rightarrow H_{2O_2}$.....(8.3)

فوق أكسيد الهدروجين: H_{2O_2}

ثالثا: المرحلة الكيميائية:

وتستغرق هذة المرحلة عدة ثوانى ويتم خلالها تفاعل المرحلة السابقة من الجزيئات العضوية المختلفة فى الخلية.فمثلا يمكن أن تتفاعل هذه النواتج مع الجزيئات المعقدة التى تتكون منها الكروموسومات فتتحد معها وتحدث بعض التغيرات فى الجينات.

رابعا المرحلة البيولوجية:

ويتراوح زمن هذة المرحلة بين عدة دقائق وعشرات من السنين .تبدأ فى هذة المرحلة ظهور آثار التغيرات الكيميائية فى الخلية وبعض هذة الآثار هى:

1- موت الخلية.
2- منع إنقسام الخلية وتاخرهاأو زيادة معدل إنقسامها.
3- حدوث غيرات مستديمة فى الخلية تنتقل وراثيا إلى الخلايا الوليدة.

وهكذا فان تأثيرات الإشعاعات فى الإنسان والكائنات الحية ناتجة عن إتلاف الخلايا ،ويمكن أن تتجلى هذة التاثيرات فى الشخص نفسة المتعرض للإشعاع نتيجة إتلاف الخلايا العادية لجسمة وتعرف هذة التاثيرات بالذاتية.كذلك يمكن ان تنتقل هذة التاثيرات إلى الأبناء أو الاجيال التالية للشخص المتعرض للاشعاع.وتنتج عند إتلاف الأعضاء التناسلية[2].

8.3 تاثيرات الإشعاع على اجهزة الجسم:

1.8.3 الجهاز الدورى:

يمثل تأثير الإشعاع فى الجهاز الدورى من خلال تاثيرة على فى خلايا الدم الليمفاوية وإحداث التشوهات الكروموسومية فيها من نوع ثنائية الجسم المركزى (Dicentric) وعلية إستحداث السرطان ، حيث تعد هذة التشوهات الكروموسومية الخطوة الأولى لحدوث السرطان ناهيك عن تكسر كريات الدم الحمراء فى الجرعات العالية للإشعاع والتى لها تأثيرها على العدد الكلى لكريات الدم الحمراء والبيضاءفى جسم الكائن الحى[8].

2.8.3 الجهاز التنفسى:

يحتاج الإنسان البالغ حوالى 20 مترامكعبا من الهواء فى اليوم تقريبا ،وفى أثناء العمل يستنشق الإنسان مواد غريبة كثيرة تكون على حالة غازية أو على شكل غبار.ويعتمد سلوك المواد المترسبة فى الرئتين على سرعة ذوبانها ،فاذا كانت سريعة الذوبان فانها تمتص بسرعة اكبروتسير مع الدم،اما إذا كانت بطيئة الذوبان فانها تعلق فى الرئتين لمدة طويلة قد تصل إلى عدة شهور.وبذلك يتضح ان الجهاز التنفسى يعد أحد المداخل الرئيسية لدخول المواد المشعة ثم إنتقالها إلى الدم ومنة إلى اعضاء الجسم المختلفة فضلا عن ذلك التاثيرات المباشرة للإشعاع من خلال استحثاث سرطان الرئة ولاسيما فى الاشخاص المدخنين الذين هم اكثر عرضة لمثل هذة التاثيرات [8].

3.8.3 الجهاز الهضمى:

عند بلع المواد المشعة تمرمع الطعام عبر الجهاز الهضمى.فاذا كانت هذة المواد من النوع الذى يذوب بفعل الإنزيمات المختلفة فإنها تمتص مع الغذاء وتصل إلى الدم الذى يوزعها على جميع اجزاء الجسم ويمكن أن تتركز فى أعضاء معينة منة.

أما المواد غير القابلة للذوبان فإنها تمرعبر الجهازالهضمى كلة وتقوم بتشعيع هذا الجهاز فى أثناء مرورها لا سيما الامعاء مما يزيد من إحتمالية تعرض هذا الجهاز باعضائة المختلفة إلى خطر الإصابة بالسرطان[8].

4.8.3 الجهاز العصبى المركزى:

بشكل عام يمكن ان القول إن المعلومات المتوافرة عن تأثرهذا الجهاز بالإشعاع تكاد تكون محدودة،ولكن عند إستخدام جرعات معينة تسمى بجرعا ت الحهاز العصبى المركزى او اعلى من ذلك ،فضلا عن ذلك فإن زيادة هذة الجرعة أوزمن التعرض يؤدى إلى تفاقم حالة التلف فتظهراعراضة على شكل تاخر فى الإستجابة وضعف فى حركة الاعضاء. ومع ذلك فقد اثبتت التجارب أن الوفاة لاتتم فى الحال حتى بالنسبة للحيوانات التى تتعرض لما يزيدعن 500 جراى [8].

9.3 الخصائص العامة للاضرار الإشعاعية:

تتفاوت التاثيرات المشاهدة الناتجة عن التعرض لجرعات إشعاعية عالية.وتعتمد هذة التاثيرات عل عوامل كثيرة وفى بعض الحالات على الحساسية الشخصية وهناك الكثير من

العوامل التى تؤثر على النتائج المختلفة لأضرار الإشعاع منها كمية الإشعاع والتوزيع الزمنى لة والتوزيع الهندسى للجسم ونوع الإشعاع وعمر الشخص المعرض للإشعاع.

ويتسبب الإشعاع فى مضار كثيرة وأخطار جسمية وأمراض مزمنة وفتاكة وتتلخص بعض هذة الأمراض فيما يلى:

1- اللوكيميا Leukemia
2- فقر الدم Anemia
3- تغيرات ضارة فى تركيب الانسجة.
4- نقص فى كريات الدم البيضاء .
5- اورام مستعصية.
6- كاتاركتا(الماء الابيض فى العين).
7- الزيادة فى معدل الطفرات الوراثية.

أما التعرض الحاد للجسم بكاملة للإشعاع فقد ينتج عنة اعطابا كامنة تؤدى إلى ظهور نوع او اكثر من الأعراض السابقة .فاذا كانت الجرعة الساقطة كبيرة جدا،فانة تظهر اعراض مثل : الدوار المبكر والغى ونقص فى محتوى الدم والصلع وفقدان الشهية والضعف العام والإسهال والارهاق ولسوء الحظ فان هذة الأعراض لاتظهر إلا بعد مرور بعض الوقت [6].

10.3 الرادون وتاثيرة على البيئة والإنسان:

الرادون222 هوغاز خامل مشع وعمر النصف الأشعاعى لة308 يوم .يتولدهذا العنصر الغازى ضمن مرحلة وسيطة من مراحل تحلل اليورانيوم238 وذلك بانبعاث جسيمات ألفا من عنصر الراديوم226، فانة يتحول إلى الرادون222.

منذ عدة سنين وجد أن عدد كبير من العاملين فى المناجم فى مناطق شرق اوروبا يعانون من امراض معينة فى الرئة وتم مؤخرا تشخيص هذة الحالة كحالة من حالات سرطان الرئة ولقد اظهرت الدراسات التى أجريت لهولاء الاشخاص المرضى أن الجرعات الإشعاعية المسببة لسرطان الرئة لم تكن بسبب إستنشاق غازالرادون ولكن بسب تراكم نواتج تحللة من باعثات أشعة ألفا ذات اعمارالنصف القصيرة[6].

1.4 مقدمة:

ان الوقاية التى يمكن تحقيقها من مخاطرالإشعاعات الذرية الناتجة عن الإستخدام السلمى للطاقة النووية وكذلك ضد الإستخدام الحربى والارهابى الذى تتزايد احتمالاتة، تكون عظيمة الفائدة فى تحقيق الحماية الكافية للإفراد والكائنات الحية وكذلك المنشأت.

ونظرا لإتساع نطاق إستخدام الإشعاع الذرى بانواعة المختلفة فى العديد من مجالات الحياة،فقد وضعت الهيئات الدولية المختصة قواعد وأنظمة تحكم لكل واحد من هذة الإستخدامات،وذلك من اجل جلب المنافع ودرء المخاطر، ويصعب الحديث هنا عن الوقاية من كل نوع من أنواع الإشعاع فى كل مجال من هذة المجالات عى حدة. ولهذا فسوف نحدد القواعد الاساسية للوقاية الإشعاعية من المصادر الخارجية ومن المصادر الداخلية (وهى المصادر الت يمكن أن تلوث الجسم وتصل إلى الداخل)، وهى بمثابة قواعد عامة فى جميع التطبيقات، ثم سنركز على الوقاية الإشعاعية فى المجال الطبى نظرا لأهميتة لعموم الناس، فضلا عن العاملين فية كما انة أوسع مجالات إستخدام الإشعاع على الإطلاق، كما سنتحدث عن الوقاية الإشعاعية فى أحد التطبيقات الصناعية والواسعة الإستخدام وهو التصوير الإشعاعى ،وهذة تعطى فكرة عن الوقاية الإشعاعية فى التطبيقات الأخرى[6].

2.4 الوقاية من المصادر الخارجية للإشعاع الذرى:

تاتى مخاطر الإشعاع الذرى الخارجى من مصادرة الموجودة خارج الجسم، مثل الاشعة السينية، ويمكن التحكم فى هذة المخاطر عن طريق واحد أو اكثر من العوامل الثلاثة:

الزمن والمسافة والحاجز الواقى، ويتم ذلك عن طريق تحديد مدة التعرض للأشعة إلى أقل فترة زمنية ممكنة والابتعاد ما أمكن عن مصدر الإشعاع الى اقصى مسافة ممكنة ووضع حاجز واق بين مصدر الإشعاع والمشغل للجهاز[6].

3.4 الوقاية من المصادر الداخلية للإشعاع الذرى:

عندما توضع مادة مشعة فى احد الاوانى المغلقة (الحاويات) فإنها تشكل خطرا إشعاعيا للإشخاص العاملين بجوارها مالم تكن محاطة بطبقة عازلة للإشعاع،ومن جانب آخرعندما تتعرض المادة المشعة للتناثر أو الانسكاب فانها قد تؤدى إلى التلوث الإشعاعى للجسم،وذلك لان الكمية الصغيرة من المادة من المشعة والتى لا تمثل اى خطرخارجى تقود إلى جرعة ملحوظة متى لامست الجسم أو دخلتة، فعندما تدخل الجسم تستمر فى تشعيعة حتى تضمحل أو يطرحها الجسم.

وهنك اربعة منافذ لتلوث الجسم بالمادة المشعة هى:

التنفس المباشر للهواء الملوث،والبلع الذى يتم الذى يتم عن طريق الفم، وكذلك النفاذ عن طريق الجلد، أو عن طريق جرح مكشوف بالاضافة إلى تلوث الجلد بالمادة المشعة مما يعرضة للتشعيع المباشر. وفى المقابل هنالك ثلاثة عوامل هامة للتحكم بالتلوث الإشعاعى تتلخص فى التقليل ما أمكن من كمية المواد المشعة المتداولة ووضع المواد المشعة فى حاويتين مغلقتين على الاقل للتقليل من إحتمال انتشار المواد المشعة وحدوث التلوث عند انكسار أو تسرب أحدهما وكذلك إتباع الخطوات الصحيحة فى غسل الملابس الواقية ، وفى غسل ومراقبة التجهيزات المختلفة فى المختبرات للتأكد من عدم تلوثها[6].

4.4 الوقاية الإشعاعية فى الطب:

فى المجال الطبى لابد لنا من ان نذكر بايجازشديد القواعد الاساسية للأمن الإشعاعى فى الإستخدامات الطبية للإشعاع والتى تتلخص فى الاتى:

- انة لا يجرى الفحص بالإشعاع الا عندما تكون لة مزايا لا تتوفر فى طرق اخرى بديلة.
- ضرورة إجراء هذا الفحص ما أمكن فى قسم إشعاعى خاص، وبايدى مدربة لكيلا تكون هناك ضرورة لإجراء الفحص اكثر من مرة.
- ينبغى تخفيض الجرعة التى يتعرض لها المريض بإستخدام أفضل التقنيات المتوفرة، واتخاذ التدابير الكافية لحماية اجزاء الجسم الاخرى.
- ينبغى تجنب تعريض كل من الحوامل أو الاطفال الصغار للإشعاع الا لضرورة قصوى.
- يجب إجراء كل الفحوصات الإشعاعية بطريقة تحمى الاشخاص الاخرين وخصوصا المرافقين للاطفال عند فحصهم[6].

5.4 قواعد عامة فى التشخيص الإشعاعى:

- ينبغى وضع الاجهزة فى غرفة مناسبة ومحمية بحيث لا ينفذ الإشعاع إلى خارجها ،والتأكد من ذلك بالمسح الإشعاعى، فيجب إستخدام الاشعة بواسطة الاشخاص المرخص لهم بذلك فقط ولا تستخدم الاجهزة الا اذا كانت تعمل بشكل صحيح مع توفير وقاية إشعاعية للجميع.

- ينبغى توفير الملابس الواقية مثل المعاطف والقفازات المدرعة بالرصاص فى غرفة الاشعة ، ويجب إستعمالها عندما يتحتم وجود مرافق المريض بحجرة الاشعة، وذلك لوقايتة من الإشعاع وكذلك لوقاية اجزاء جسم المريض التى لايراد تعريضها للاشعة، ولايسمح للعاملين بالاشعة مساندة المريض اثناء التصوير الاشعاعى.

- ينبغى اجراء الفحوص الإشعاعية فى اقسام الاشعة ما امكن ،والتقليل من إستخدام اجهزة الاشعة السينية المتنقلة فى الاجنحة أو فى مسارح العمليات.

- يجب عند إستخدام أجهزة االأشعة متنقلة ان يتاكد عامل التشغيل من عدم وجود أشخاص فى (منطقة الإشعاع) دون ضرورة .ومنطقة الإشعاع هى المنطقة التى تقع فى طريق الخدمة الرئيسية للإشعة حتى تمتص ،وكذلك المنطقة المحيطة بأنبوبة الاشعة إلى بعد مترين وينبغى لعامل التشغل إرتداء معطف واقى ،ويفضل أن يكون على بعد لا يقل عن مترين عن كل من المريضوانبوبة التشغيل اثناء التشغيل.
- ينبغى إجراء المسح الإشعاعى على الاجهزة بصورة دورية للتاكد من سلامتها [6].

6.4 قواعد عامة للعمل فى الطب النووى ومختبرات النظائر المشعة :

يجب على العاملين فى هذا المضمار مراعاة الأتى:

- استعمال الملابس الواقية المناسبة ،مثل المعطف والقفازات والكمامات والأحذية الخاصة وكذلك عدم حمل النظائر المشعة بالايدى المجردة.
- عدم الأكل والشرب أوالتدخين فى مناطق الإشعاع أوسحب السوائلالمشعة بالفم بواسطة إستعمال الماصة.
- تغطية اى جرح بغطاء مانع للماء قبل دخول اماكن الإشعاع،وهذا مهم جدا حيث ان الجروح المكشوفة توفر ممرا للتلوث الإشعاعى المباشر إلى مجرى الدم،كما انة ينبغى ان يبلغ عن الجروح التى تحدث فى مناطق الإشعاع إلى الشخص المسئول عنها ،وان تعالج ال حدوثها.
- عدم إستعمال المناديل الإعتيادية فى مناطق الإشعاع بل ينبغى ان تتوفر دائما مناديل ومناشف ورقية يمكن التخلص منها بعد الإستعمال حيث تعامل كفضلات مشعة.
- اجراء المسح الغشعاعى لمنطقة العمل وأثناء العمل وبعدة بطريقة دورية.
- توفير التهوية الجيدة فى الاماكن التى يستخدم فيها الغاز المشع مثل (اليود131) المشع.
- وضع المواد المشعة وكذلك المخلفات المشعة فى حاويات رصاصية مناسبة وفى أماكن بعيدة ما أمكن عن العاملين ،وعن مناطق وجود الاشخاص[6].
-

7.4 الوقاية الاشعاعية فى التصوير الاشعاعي فى الصناعة

تختلف اعداد المشتغلين فى التصوير الأشعاعى الصناعى بتباين حجم المنشأة الصناعية ذاتها وتباين طريقة عملها ،وفى كل الحالات ينبغى الإلتزام بقواعد محددة كالاداة الفعالة،والاختيار الموفق للعاملين المدربين ،والتحكم الفعال فى التعرض الإشعاعى وغيرها ،الا ان التطبيق العملى لهذة القواعد يختلف باختلاف نوع الإستخدام وحجمة ،ومصادرالإشعاع المستخدمة فى الصناعة تختلف فى نوعها وشدتها تبعا للاستخدام الذى وضعت من اجلة ،فيمكن أن تكون أشعة سينية او اشعة جاما ،ويمكن ان تكون أجهزة التصوير الإشعاعى ثابتة فى مكان مخصص ،كما يمكن ان تكون متنقلة.وفيما يلى ذكر لقواعد الوقاية الإشعاعية فى التصوير الإشعاعى الصناعى مع عرض مختصر للاسس العملية لتطبيق ذلك[6].

1.7.4 التنظيم والادارة:

لابد من التنظيم الادارى الفعال ،ويعتمد هذا التنظيم على حجم وطبيعة نشاط المنشأة ،الا أنة حتى فى المنشأت الصغيرة التى تضم عدد قليل من العاملين لابد من تعيين شخص مسئول ،لدية من المعلومات والخبرة الكافية مايمكنة من القيام بمهمة مسئول الوقاية الإشعاعية.

2.7.4 اختيار العاملين وتدريبهم:

ينبغى لجميع العاملين ومسئولى السلامة الإشعاعية ان يخلقوا التدريب المناسب على تشغيل أجهزة التصوير المستعملة مع التدريب على إستخدام أجهزة قياس الإشعاع، ومقاييس الجرعات الشخصية وأن يتعلموا الإجراءت الواجب اتخاذها فى حالة الحوادث التى تشمل اى مصدر إشعاعى.

ولابد من تحديد المؤهلات المطلوبة فى المشغل بوضوح ،فالجهات المسئولة فى الدولة تشترط مؤهلات محددة للمشغلين قبل الترخيص للمنشأة ،وقد يتطلب من المشغل إجتياز

إمتحان تعقدة الجهة المسئولة أو يجرية معهد متخصص ،وينبغى لصاحب العمل التأكد من جميع المشغلين الذين تتوافر لديهم الخبرة فى مجال السلامة والوقاية من الإشعاع .

3.7.4 التحكم فى التعرض الإشعاعى المهنى:

يعتبر تحديد عدد المصادر المشعة واختيار الشدة الإشعاعية المثلى من ضروريات التحكم فى تعريض المهنيين للإشعاع،فمخزون مصادر التصوير الإشعاعى ينبغى أن يحدد بماهو مطلوب للتشغيل . فاذا اضمحل المصدر المشع إلى أقل من الشدة المفيدة ينبغى التخلص منة بالطرق المصرح بها ،وهذة قد تشمل اعادتة إلى المورد الاصلى اذا كانت قد عملت ترتيبات مسبقة بذلك،أو ينقل إلى مستودعات خزن المخلفات المشعة التابعة للجهة المسئولة فى الدولة .وكذلك يعد وجود المخزن الآمن والمؤمن من ضروريات حماية المهنين من الإشعاع ،فعند عدم استخدام اجهزة التصوير الإشعاعى ينبغى حفظها فى مستودع مصرح بة ومؤمن، ومراقبة معدل الجرعات الإشعاعية فى المناطق القريبة من موقع المستودعى والمسموح بدخولها ،وينبغى زيادة الدروع الواقية إذا كانت الجرعة الإشعاعية فى تلك المنطقة عالية[6].

8.4 الاجراءت الوقائية :

ويمكن تقسيمها إلى إجراءت سريعة يتم تطبيقها فى حالة الحادثة النووية او الإشعاعية وإجراءت يمكن تطبيقها على الامد الطويل .

والاجراءت الوقائية التى يمكن تطبيقها سريعا (مرحلة السحابة).

1.8.4 الايواء:

وهو إجراء وقائى بسيط يمكن إستخدامة أثناء مرور السحابة المشعة ،وفية يلجأ المواطنون إلى الغرفة الداخلة من المنزل مع غلق النوافذ والابواب وإغلاق اجهزة التهوية والتكييف، ويؤدى ذلك إلى إنخفاض كبير فى الجرعة الناتجة عن الاستنشاق والتعرض الخارجى لاشعة جاما.

2.8.4 توزيع اقراص اليود الثابتة لوقف إمتصاص الغدة الدرقية لليود المشع:

ويتم ذلك باستخدام مركبات اليود الثابتة مثل يوديد البوتاسيوم للإقلال من إمتصاص الغدة الدرقية لليود المشع الممكن تواجدة فى السحابة المشعة وتزيد كفاءة هذا الاجراء اذا تم توزيع أقراص اليود مسبقا لان الغدة الدرقية يمكن أن تتشبع باليود المشع خلال يوم أو يومين على الأكثرونصف هذة الكمية خلال 6 ساعات.

3.8.4 التهجير: Evacuation

وهو من الاجراءت الوقائية النهائية ، ويمكن إتخاذة لوقاية الجمهور من الإشعاعات الخارجية وإنتشار المواد المشعة المتعلقة فى الهواء واللجوء إلى التهجير.

9.4 الحد الأقصى المسموح للجرعة:

الحد الأقصى المسموح للجرعة هو عبارة عن قيمة الجرعة الإشعاعية الفعالة سواء المتراكمة خلال فترة زمنية طويلة أو الناتجة عن تعرض واحد لفترة قصيرة والتى يكون إحتمال الإصابة باضرار عشوائية (سواء ذاتية أو وراثية) نتيجة لها إحتمال طفيف وذلك فى ضوء المعلومات المتوفرة حينها[5].

فعند تعرض مجموعة كبيرة من الاشخاص لجرعة إشعاعية تقع فى حدود الحد الأقصى المسموح تكون نسبة الاصابة باى من الأضرارالعشوائية نسبة ضئيلة. كذلك فان التاثيرات الأخرى لهذة الجرعة كقصر العمر مثلا يكون محدود ا للغاية .لذا فانة لا يمكن إكتشاف التاثيرات والأضرارالناجمة عن الجرعات الإشعاعية التى لا تزيد على الحد الأقصى المسموح الابالطرق الإحصائية على مجموعات كبيرة من البشر والكائنات الحية عموما[5].

10.4 حدود الجرعات المكافئة والفعالة:

Recommended Effective and Equivalent dose limits

لخفض التأثيرات العشوائية بين العاملين فى المجالات الاشعاعية اوصت اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية فى نشرتها رقم 26 لعام 1977 بألا يزيد حد الجرعة الفعالة للمتعرضين للإشعاع مهنيا عن 50 ميللى سيفرت (5رم) فى السنة من جميع مسالك التعرض .وأما بالنسبة لعامة الجمهور فقد أوصت اللجنة بتطبيق حد لا يتجاوز 5 ميللى سيفرت (0.5رم) حتى ينخفض إحتمال إصابتهم بالتأثيرات العشوائية بمقدار عشرة أضعاف بالمقارنة بالمهنيين العاملين فى مجالات الاشعاعات.

كذلك اوصت اللجنة بحدود الجرعات المكافئة لبعض أعضاء الجسم البشرى بحيث يتحقق الهدفان السابقان للوقاية من الإشعاع .وبعد المستجدات التى توصلت إليها العلمية للامم المتحدة ولجنة التاثيرات البيولوجية للإشعاعات المؤينة،حيث اتضح أن عامل المخاطرة الخاص بالاصابة بالامراض السرطانية أعلى بكثير من المعامل المستخدم سابقا وهو حوالى 0.013 لكل فرد سيفرت للجنسين.

فالبنسبة للعاملين مهنيا بالإشعاعات إنخفض الحد السنوى إلى 20 ميللى سيفرت (2رم)،وتم تحديد حدود الجرعات المكافئة لبعض اعضاء الجسم البشرىفى عام 1991 م كما تم وضع حدود منخفضة للنساء العاملات والمتدربين [5] .

11.4 تصنيف أماكن العمل:

قامت اللجنة بتصنيف أماكن العمل طبقا للظروف الإشعاعية إلى نوعين

1.11.4 أماكن الفئة working Condition A

وهى تلك الأماكن التى يمكن أن يتجاوز فيها التعرض 3110 ملى سيفرت حدود الجرعة الفعالة المسموحة.ويجب أن يخضع العاملون فى مثل هذة الاماكن للوقاية الإشعاعية سواء بالنسبة للتعرض الخارجى أو التلوث الداخلى.كذلك يجب أن تخضع هذة المجموعة للفحوص الطبية الدورية ،كما يجب إجراء أى عمليات جراحية [5] .

2.11.4 اماكن الفئة B Working Condition

وهى تلك الاماكن التى لا يتجاوز فيها التعرض 3110ملى سيفرت حدود الجرعة المكافئة وعموما فانة لا يخضع العاملون فى مثل هذة الاماكن لفحوص ماقبل العمليات .ولكن يجب إخضاعهم للرقابة الإشعاعية للتأكد من سلامة هذة الرقابة ومن أن التعرض فعلا لا يتجاوز الحدود المبينة[5].

12.4 حدود الجرعة الفعالة لعموم الجمهور:

Recommended Dose equivalent Limits For member of the public

بالنسبة لعموم الجمهور أوصت اللجنة فى نشرتها رقم60 الصادرة عام 1991بالحدود التالية للجرعات لخفض التاثيرات العشوائية بين عموم الجمهور ،يجب ألا يتجاوز حد الجرعة الفعالة 1 ميللى سيفرت (0.1رم) فى السنة عند تعرض الجسم بأكملة لمجال إشعاعى منتظم[5].

13.4 اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع:

من المتعارف علية أن اللجنة الدولية هى مسجلة فى الاصل كمؤسسة خيرية ،ولذا فانها تعتمد أساسا على بيع المطبوعات والتقارير الفنية التى يعدها الخبراء .وتقوم بنشر هذة التقارير مجانا لمساعدة الشعوب .

1.13.4 واهم ما توصلت إلية اللجنة الاتى:

- من المفترض اعداد الاستراتيجيات الوقائية بواسطة السلطات المختصة كجزء من الترتيبات الوطنية . مع مراعاة أن تأخذ هذة الخطط فى الإعتبار والاعتماد على الذات ، والإجراءت الوقائية ، بما فى ذلك شرط للسماح بمشاركة السكان فى إجراء مثل هذة الأعمال ، ودراسة نتائجها ، للعمل على تخفيض الجرعات الإشعاعية المحتملة.وبالرغم من الصعوبة البالغة أن نطلب من السكان اتباع الإجراءت المشروطة فى التخطيط المسبق ، فان اللجنة توصى السلطات المسئولة شتى طرق الإقناع على إشراك السكان كأصحاب مصلحة فى إعداد هذة الخطط، وهذا يمثل مفتاح النجاحا لأساسى فى التخطيط المستهدف.
- وعلية يجب على السلطات المختصة تسهيل عمليات المشاركة للسكان للسماح بالتعرف الدقيق للاجراءات الوقائية الخاصة بل وتطبيقها بأنفسهم اذا لزم الامر. وهناك جانب ايجابي وهو حث الأفراد لإستعادة السيطرة على اوضاعهم يجعلهم يستنفرون كل قواهم للمساهمة في الاداء الامثل.
- الجرعة الاشعاعية الوحدة المتقدمة لوصف جرعة الاشعاع هي وحدة الريم ومللي ريم حسب النظام القديم اما حالياً سيفرت ومللي سيفرت حسب النظام العالمي وذك للدلالة على قياس كمية الطاقة الاشعاعية الممتصة من قبل جسم الانسان مما تسبب تأثير او تغيرات على شكل اضرار تعيب الجسم كله او احد اعضائه .
- الحد الاقصى المسموح للجرعة Maximum permissible Dose (MPD) هو عبارة عن مقدار الجرعة الاشعاعية الفعالة المستخدمة من قبل اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاع للدليل على الوقاية والامان ، ان حدود الجرعة المكافئة القصوى للعاملين المهنيين لا ينبغي ان تتجاوز (5000 mrem) (50 msv في السنة)اما بالنسبة لعامه الجمهور فيجب ان لا تتجاوز (100 mrem) (1.0 msv في السنة) والحد الاقصى للمرأة الحامل والعاملة في الحقل الاشعاعي هو (500 mrem) (5.0 msv) خلال طيلة

الحمل من الجدير بالذكر ان هذه القيم لا تزال تستخدم في يومنا هذا وعلى شكل واسع النطاق بالرغم من التغيرات التي اجرت لاستحداث نظام اخربموجب التوصيات والارشادات.

14.4 الخاتمة : conclusion

تعد دراسة النشاط الإشعاعي مهمة جداً وكذلك دراسة مخاطر الإشعاعات ولقد تطرقت في هذا البحث لدراسة مخاطر أهم هذه الإشعاعات مثل أشعة ألفا وتوصلت إلى أن أشعة ألفا تسبب ضرر كبير اذا تم استنشاقها أو بلعها وكذلك جسيمات دقائق بيتا وتوصلت إلى أن دقائق بيتا لها القدرة على اختراق الجلد وهي اشد خطورة أما أشعة جاما لها قوة اختراق عالية جداً وهي أكثر خطورة من جسيمات ألفا وبيتا اما الأشعة السينية فقد توصلت الى ان خواصها شبيهة بخواص اشعة جاما ولكن قوة النفاذ للأشعة السينية اقل من اشعة جاما ، حيث نجد ان هذه الأشعة وغيرها تسبب خطراً كبير على الكائن الحي لذلك لابد من الوقاية من هذه الاشعة وتطرق هذا البحث للوقاية من الإشعاع وكمية الجرعة الإشعاعية المسموح بها لعامة الجمهور .

15.4 التوصيات :

- بما ان التعرض الاشعاعي لابد منه كعلاج او طبيعة عمل الشخص فيجب الحماية منه والحذر.
- الفحص المبكر (الكشف الدوري) للمرضى الذين يتعالجون بالاشعاع للتأكد من الاصابة بالسرطانات لان استخدام الاشعة في العلاج سلاح ذو حدين فهي مسبب ومعالج في آن واحد .
- نسبة لارتفاع عدد المرضى فلابد من زيادة عدد الاجهزة العلاجية لان الضغط المستمر يقلل من كفاءة الجهاز.
- من هذه الدراسة ننوه الى ضرورة مواصلة البحوث والتجارب في هذا المجال وتدعيم هذا الجانب لقياس كمية الجرعات الاشعاعية الممتصة من قبل الاعضاء الطبيعية الحساسة والمجاورة للعضو المصاب مثل (الكلى – الكبد – البنكرياس – المبايض – الغدة وغيرها) باستخدام اجهزة متطورة وقراءات بدقة عالية).

المراجـــع :

1- احمد الناغي – أسس الفيزياء النووية والإشعاعية – دار النشر العربي – بنغازي (2003) .

2- مقدمة الطالب/ إبراهيم محمد الفكي الطاهر بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في الفيزياء – جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، يناير 2000

3- – ترجمة الدكتور/ مجدي مصطفى إمام

أ .ن كليمون الفيزياء النووية والمفاعلات النووية – دار الأمير للطباعة والنشر – الاتحاد السوفيتي موسكو

4- محمد احمد محمود – الإشعاع الذري ، دليل وطرق الوقاية ، دار جامعة الملك سعود(2007).

5- تأليف محمد شحاتة الدغمة – د. على محمد جمعة – أستاذ الفيزياء النووية – قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة الملك سعود_ أسس الفيزياء الإشعاعية –الطبعة الثانية 1419هـ - 1998م .

6- دكتور/ ممدوح حامد عطية – المجالس القومية المتخصصة – دكتور سحر مصطفى حافظ – عضو المجالس القومية المتخصصة . مراجعة أ.د/ فوزي حماد تقديم أ.د/ محمد عبد الفتاح_ المخاطر الإشعاعية بين البيئة والتشريعات القانونية في الوطن العربي الطبعة الأولى 1425هـ ــ 2005م .

7- تأليف : الدكتور / محمد قاسم محمد الفخار – فوزي عبد الكريم مراجعة الدكتور/ ناظم عبد الكريم الربيعي – علي شاكر النعيمي – الفيزياء النووي الإشعاعية ـ منشورات جامعة عمر المختار ـالبيضاء

8- الهيئة العربية للطاقة الذرية ،الوقاية من الاشعاع فى الطب، منشورات اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع . مقالات متنوعة منشورة على (ICRP) رقم المواقع الالكترونية (105) . تونس 2011 .