



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المثنى / كلية العلوم
قسم الفيزياء

تصميم العوازل للإغراض الطبية

بحث مقدم الى مجلس كلية العلوم / قسم الفيزياء وهو كجزء من
متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الفيزياء

من قبل الطالبة

فاطمة سهيل راشد

هناء حليم

محمد فاضل

بإشراف

أ.د قحطان عدنان عبد القادر

2022 م

1443 هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{ أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يَرْزُقِي سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ
بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ
مِنْ خِلَالِهِ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ جِبَالٍ فِيهَا
مِنْ بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ
عَنْ مَنْ يَشَاءُ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ يَذْهَبُ
بِالْأَنْصَارِ }

صدق الله العلي العظيم

سورة النور: الآية 34

شكر وتقدير

نتوجه بالشكر والتقدير الى كل من ساعدنا في انجاز بحثنا
هذا ونخص بالذكر الاستاذ الدكتور:
(أ.د قحطان عدنان عبد القادر) متمنين له دوام الموفقية
والنجاح في مسيرته العلمية والعملية .

الاهداء

إلى صاحب السيرة العطرة، والفكر المُستتير؛

فلقد كان له الفضل الأوّل في بلوغي التعليم العالي

(والدي الحبيب)، أطال الله في عُمره.

إلى من وضعتني على طريق الحياة، وجعلتني رابط الجأش،

وراعتني حتى صرت كبيراً

(أمي الغالية)، طيّب الله ثراها.

إلى إخوتي؛ من كان لهم بالغ الأثر في كثير من العقبات
والصعاب.

إلى جميع أساتذتي الكرام؛ ممن لم يتوانوا في مد يد العون لي

أهدي إليكم بحثي في.....

Abstract الخلاصة

انتشرت استخدامات الاشعاعات في العديد من المجالات منها الصناعية و الطبية والزراعية وغيرها ورغم الفوائد الجمة لهذه الاشعاعات الا انها قد تسبب اضراراً وخيمة على الانسان والبيئة اذ لم يتم التعامل معها بحرص شديد وبطرق آمنة قد تتفوق الفوائد والمنافع كثيرا على الأضرار بالنسبة للمجتمع ككل ، و أحيانا تتفوق الأضرار على الفوائد في حال الاستخدام الغير الأمن لهذه الاشعاعات .

بالنسبة للعاملين في هذا المجال فهم معرضون اكثر من غيرهم الاشعاعات و لا يستفيدون من المنافع الا انه يمكن خفض الضرر على العاملين المهنيين في الاشعاعات في حدود مقبولة عند تعرضهم للإشعاعات وذلك من خلال التعرف على اسلوبها وخصائصها وبذلك يمكن حماية العاملين ضمن هذا المجال حتى وان كانوا غير مهنيين او متخصصين .ان التقدم العلمي والمعرفي الهائل في شتى جوانب المعرفة والاكتشافات و الاختراعات في مختلف الجوانب والتطبيقات وقد احدث ما شهدته الحضارة الانسانية من قفزات وتغيرات علمية تغيرا جذريا شمل معظم نواحي الحياة البشرية . ولأسباب تتعلق بهذا التراكم الكبير من العلوم وتطبيقاتها وبسياق يستهدف تنمية الانسان علميا من اجل تنمية ذاته فعلياً ان نلم بمفاهيم مثل الوعي العلمي ، التنوير العلمي ،والتثقيف العلمي من اجل المحافظة على أعلى ما موجود في الكرة الارضية الا وهو الانسان ولا يتم ذلك الا من خلال فهمنا لما يحيط بنا من مخاطر من خلال الاستفادة القصوى من العلم فلينا إدراك المخاطر المترتبة على الانسان والمحافظة عليه من خلال الوقاية والاستخدام الأمثل لكل جوانب العلم والمعرفة . هذه من اهم الأسباب التي جعلتنا نقدم هذا البحث المتواضع ضمن هذا المجال .

المحتويات

	الخلاصة	
1	المقدمة	
2	الفصل الاول : التأثيرات الحيوية للاشعاع الذري	
3	الاشعاع	1.1
3	أشعة كاما	1.2
4	الاشعة السينية	1.3
5	تأثير الاشعاع المؤين	1.4
7	العوامل المؤثرة في التأثير الاشعاعي	1.5
11	التأثيرات الناتجة من الجرع الإشعاعية	1.6
14	الفصل الثاني : استخدامات الاشعاع	
15	التعرض	2.1
15	الطب الاشعاعي	2.2
20	ابرز استخدامات الاشعاع الصناعية	2.3
22	دور الاشعاع في مجال التنمية الزراعية	2.4
25	الفصل الثالث : مصادر الاشعاع المؤثرة على الانسان والوقاية منها	
26	تعريف عامة	3.1
28	مصادر الاشعاع الطبيعية في البيئة	3.2
32	المصادر الاشعاعية الصناعية	3.3
35	الوقاية من الاشعاع	3.4
39	المصادر	

المقدمة Introduction

تتكون ذرة العنصر من جسيمات موجبة الشحنة (positive) تدعى البروتونات (Protons) وجسيمات متعادلة الشحنة (neutral) تدعى النيوترونات (Neutrons) وأخرى تحمل شحنة سالبة (negative) وهي الإلكترونات (Electrons).

يمكن تحديد العنصر من خلال عدد البروتونات في النواة وتسمى العناصر التي لها نفس عدد البروتونات بالنظائر.

اما الأيونات فهي عبارة عن ذرات موجبة الشحنة (عدد الكترونات الذرة أقل من عدد بروتونات نواتها) أو سالبة الشحنة (عدد الكترونات الذرة أكثر من عدد بروتونات نواتها). لذلك فإن عملية التأين هي عملية إزالة إلكترون من الذرة .

ويطلق علي عدد البروتونات في النواة اسم العدد الذري (Atomic Number) بينما يطلق علي مجموع (عدد البروتونات + مجموع عدد النيوترونات) اسم الوزن الذري (Atomic Weight). في معظم نوى العناصر الكيميائية يكون عدد البروتونات داخل النواة مساوي العدد النيوترونات وفي بعض أنويه بعض العناصر يكون عدد النيوترونات أكبر من عدد البروتونات وتسمى هذه العناصر بالنظائر (Isotope) ، هذه النظائر بعضها ثابت لا يتغير تركيبها الذري بمرور الزمن وعادةً تكون لها عدد ذري منخفض، وبعض هذه النظائر غير مستقر وغالبا ما تكون أعدادها الذرية عالية وتسمى بالنظائر المشعة وهذه النظائر سوف تلفظ أنويتها دقائق نووية (أي سوف يصدر عنها إشعاعات نووية) تسمى أشعة ألفا ، وأشعة بيتا ، وأشعة كاما و بمرور الوقت تتحول هذه العناصر إلي عناصر أخرى أقل وزنا وتختلف في صفاتها الكيميائية والفيزيائية عن العنصر الأصلي .

الفصل الأول

التأثيرات

الحيوية

للاشعاع

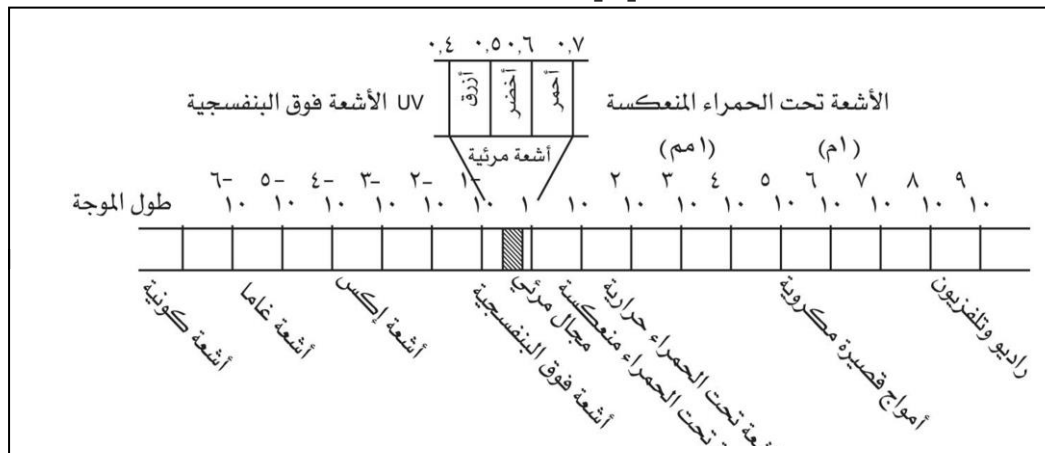
1.1 الإشعاع

طاقة تطلق في شكل موجات أو جسيمات صغيرة من مادة ما وله أشكال عديدة مثل أشعة الشمس و أشعة الضوء والأشعة السينية و أشعة كاما والإشعاعات الصادرة من المفاعلات النووية [1]

1.2 أشعة كاما

هي أشعة كهرومغناطيسية وبذلك تشبه موجات الضوء ما عدا ان طول موجتها اقل كثيرا من الطول الموجي للضوء .

تنبعث أشعة كاما من النوى المشعة على شكل حزمات من الطاقة تدعى فوتونات .ان أشعة كاما تبلغ عدة الاف من الالكترن فولت الى بضعة ملايين ،تسير أشعة كاما بكفاءة طاقتها بسرعة الضوء ان أشعة كاما تفقد طاقته خلال الالتقاء التصادفي الذي ينتج عن قذف الالكترونات من النواة وهي قد تفقد جميع طاقتها او جزء منها خلال الالتقاء واذا ما تم فقد جزء من الطاقة فان الباقي يستمر بالسير خلال الفضاء بسرعة الضوء بصفة فوتونات ذات طاقة اقل وكلما زادت طاقة فوتونات كاما زادت طاقة الالكترونات المحررة [2].تستخدم أشعة كاما في الطب لقتل الخلايا المتسرطنة ومنعها من النمو حيث تنفذ أشعة كاما في الجلد وتعمل على التأين الخلايا وهذا يسبب قتل تلك الخلايا [3]



شكل (1-1) : يوضح الطيف الكهرومغناطيسي

1.3 الأشعة السينية

اكتشفت أشعة اكس عام 1895 بواسطة العالم الألماني وليام رونتجين. حيث قام العالم رونتجين بقذف شعاع الكتروني ذو طاقة حركية عالية خلال تعجيلها في فرق جهد كبير يصل إلى 30000 فولت في أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء، عند اصطدام الإلكترونات المعجلة بزجاج الأنبوبة المفرغة لاحظ رونتجين توهج واضح على شاشة فسفورية مثبتة على مسافة قصيرة منه وهذا التوهج استمر حتى حين وضع لوح خشبي بين الأنبوبة المفرغة والشاشة الفسفورية.

استنتج رونتجين ان هناك أشعة قوية تنبعث من هذه الأنبوبة وقد أطلق رونتجين على هذه الأشعة بالأشعة السينية لأنه لم يكن يعلم بعد خصائصها أي الأشعة المجهولة. وفي المانيا يطلق عليها باسم أشعة رونتجين.

كلاً من الأشعة المرئية وأشعة اكس تنتج من الانتقال الإلكتروني بين مستويات الطاقة في الذرة، تشغل الإلكترونات مستويات طاقة أو مدارات مختلفة حول النواة في الذرة وعندما ينتقل الكترون من مستوى طاقة عالي إلى مستوى طاقة منخفض ينطلق فوتون يحمل فرق الطاقة بين المستويين، تعتمد طاقة الفوتون المنبعث على الفرق بين مستويات الطاقة في الذرة فيمكن أن تكون طاقة الفوتون الناتج في مدى الأشعة المرئية فينتج ضوء مرئي ويمكن ان تكون طاقة الفوتون المنبعث في المدى غير المرئي فينتج أشعة غير مرئية، اذا نستنتج أن ما يحدد طاقة الفوتون الناتج أو المنبعث من الذرة هو الانتقال الإلكتروني بين مستويات الطاقة.

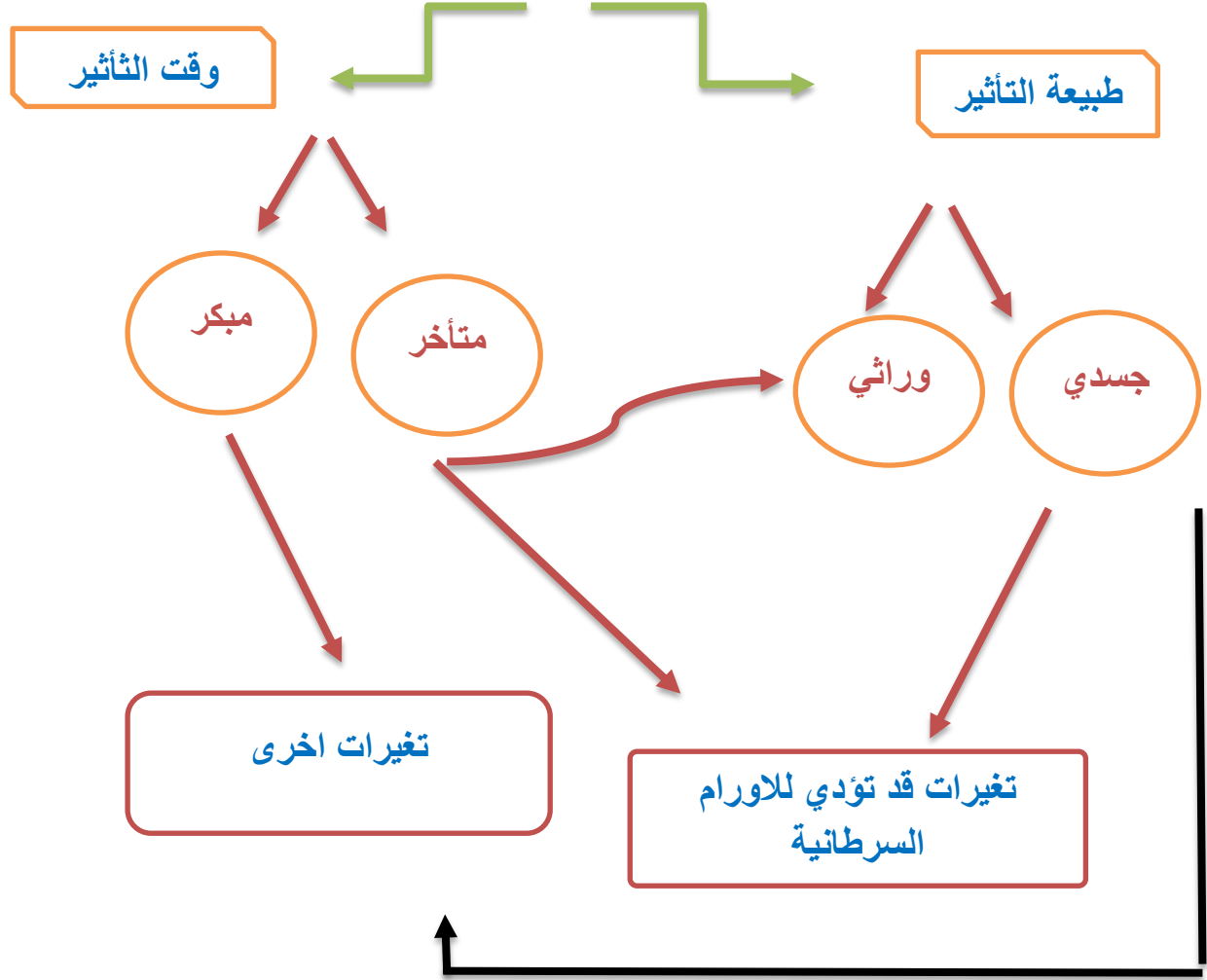
عندما يصطدم الفوتون المنبعث بذرة أخرى فإن تلك الذرة تمتص طاقة الفوتون من خلال أحد إلكتروناتها لينتقل الإلكترون من مستوى طاقة منخفض إلى مستوى طاقة أعلى لأنه امتص طاقة إضافية، وشرط امتصاص الإلكترون طاقة الفوتون أن تكون طاقة الفوتون تساوي فرق مستويات الطاقة التي سينتقل لها الإلكترون. تنتج اشعة اكس عندما تفقد الإلكترونات طاقتها فجأة عند اصطدامها بذرات اخرى، الجهاز الذي

ينتج اشعة اكس يعمل على تعجيل الالكترونات المنبعثة من فتيلة إلى سرعات عالية لتصطدم بمعدن يسمى الهدف، وعندما تعطي الالكترونات المعجلة جزء من طاقتها إلى ذرات المعدن لإثارته والجزء الباقي ينبعث على صورة أشعة كهرومغناطيسية (أشعة اكس). بعد دراسة طيف أشعة اكس وتحليله تبين أن له طول موجي أقصر من الطول الموجي للأشعة فوق البنفسجية وهذا يعني أن طاقتها أكبر، ولهذا السبب تستطيع أشعة اكس من اختراق جسم الانسان ولكنها لا تخترق العظم ولهذا استخدمت في تصوير العظام حيث بوضع فيلم حساس لأشعة اكس خلف ساق شخص ما وتسلط أشعة اكس لفترة زمنية قصيرة على الجانب الآخر من الساق يمكن تصوير ظل أشعة اكس على الفيلم ورؤية صورة واضحة لشكل العظم.[4]

1.4 تأثيرات الاشعاع المؤين :

عند سقوط الاشعاع الذري على الخلية الحية فأن ذلك يؤدي الى انتقال مقدار من الطاقة يعقبه خروج الكترون من احد ذرات الخلية الحية نتجا بذلك زوجا من الأيونات وهما الكترون المنطلق وهو يمثل الأيون السالب وبقة الذرة (النواة الموجبة والكترونات الذرة مطروحا منها الالكترون المنطلق) مكونا الأيون الموجب وهذه العملية تسمى عملية التأين (ionization) وأي نوع من الاشعاع يكون له هذا التأثير (التأين) يسمى بالإشعاع المؤين . والإشعاع المؤين (ionizing radiation) يحتوي على الاشعاع الجسيمي (مثل النيترونات والجسيمات المشحونة مثل جسيمات ألفا وبيتا ، كما يحتوي ايضا على الاشعاع الكهرومغناطيسي (مثل الأشعة السينية وأشعة كاما). وتعتمد التأثيرات البيولوجية للأشعة المؤينة -وهي تأثيرات متغيرة ومضادة -على عدة عوامل استنادا الى طبيعتها وتوقيتها بعد التعرض للاشعاع .ويمكن تقسيم تلك التأثيرات طبقا لتلك العوامل الى تأثير مبكر (early)او متأخر (late).او الى تأثير جسدي (somatic)أو وراثي (hereditary) كما موضح في المخطط ادناه[5]

التأثيرات الحيوية



مخطط (1-1) : يوضح التأثيرات الحيوية للإشعاع

انواع التأثيرات الحيوية للإشعاع

كيفية حدوث التأثيرات الإشعاعية يتسبب الإشعاع المؤين في حدوث تأثيرات في الخلايا الحية من خلال آليتين رئيسيتين هما التأثير المباشر والتأثير الغير المباشر

1.4.1 التأثير المباشر (direct effect)

تقترح هذه النظرية ان الاشعاعات المؤينة تؤثر بواسطة التصادم المباشر للذرات مع الهدف ، وكل الذرات داخل الخلايا مثل الإنزيمات والبروتينات التركيبية البنائية قابلة للإصابة بالضرر الإشعاعي . لكن الحمض النووي الـ DNA هو المتأثر الأساسي بهذه العملية حيث ينتج عنها كسر أحادي أو ثنائي في الخيط المجدول للـ DNA . وقد اعتبرت هذه النظرية المباشرة والتي تسمى أيضا بنظرية الهدف (target theory) في بعض الأحيان غير كافية لتفسير الأضرار الإشعاعية الخلوية .

1.4.2 التأثير غير المباشر (Indirect effect)

تشير نظرية الآلية غير مباشرة الى أن الاشعاعات المؤينة تعطي تأثيراتها من خلال التحليل الكيميائي للخلية الحية بفعل الأشعة المؤينة والتي تنتج عنها جزيئات جديدة تتفاعل مع الذرات والجزيئات داخل الخلايا (خصوصا شريط الـ DNA) محدثة تغيرات كيميائية وتأثيرات ضارة متتابة . ولشرح تبسيطي أكثر لتلك النظرية فانه عندما تتفاعل الاشعة السينية مع الماء ينتج نوعان من الجذور الحرة (free radicals) : هيدروجين (H) و هيدروكسيد (OH) وكلما زاد تركيز عنصر الأوكسجين في الخلية في اثناء تعرضها للإشعاع زاد عدد الجذور الحرة المتكونة فيها . وتشير الدراسات والابحاث الى أن نحو ثلثي التدمير الحيوي الناتج بواسطة الانتقال الخطي المنخفض للطاقة الإشعاعية يكون بفعل التأثير غير المباشر لها [6].

1.5 العوامل المؤثرة في التأثير الإشعاعي

هنالك عدة عوامل اساسية تساهم في درجة تأثير الإشعاع في الخلايا والأنسجة . وفهم تلك العوامل يستغل في تعديل التأثير سواء بالنقص أو الزيادة عند الحاجة في

الاستخدام الطبي ،وهذه العوامل تتعلق بالإشعاع نفسه او بالأنسجة المتعرضة للإشعاع .

1.5.1 عوامل تتعلق بالإشعاع

هذه عوامل ترتبط بالإشعاع ذاته وتحدد التأثيرات للجرعة المماثلة من أنواع مختلفة من الاشعاع على العضو الحي نفسه وهذه العوامل تشمل :

أ- نوع الاشعاع

الأنواع المتعددة من الاشعاع تختلف في قدرتها على الاختراق الذي يعتمد على قيمة الانتقال الخطي للطاقة (LET) والتي تمثل الطاقة المفقودة في وحدة المسافة المقطوعة مثل الكترون فولت في مايكرو متر ،هذه القيمة تكون عالية لجسيمات ألفا (α particles) وتكون أقل بكثير لجسيمات بيتا (β -particles) وتقل أكثر من ذلك في حالة أشعة كاما (γ -rays) والأشعة السينية (X-ray). وهكذا فإن جسيمات الفا تخترق مسافات قصيرة ولكنها تحدث تدميرا كبيرا ،بينما جسيمات بيتا تخترق مسافات اطول محدثة تدميرا اقل ،وهذه المسافات بدورها اقصر من المسافات التي تخرقها أشعة كاما التي تخترق الأنسجة للمسافة الأطول بين انواع الاشعة المختلفة ولكن التأثير في الأنسجة اقل من الأنواع الاخرى (β - α) الفا وبيتا .

ب-معدل الجرعة

معدل الجرعة (rate) يمثل الزمن الذي استقبل النسيج الحي فيه الجرعة الإشعاعية خلاله،وكلما كانت الفترة الزمنية في اثناء التعرض لجرعة إشعاعية ما اطول اعطي للخلية الحية فرصة افضل لكي تعيد بناء ما يتهدم بها وبالتالي يكون التدمير الناتج بالخلية اقل بالمقارنة بزمان اقصر تتعرض فيه الأنسجة لنفس الجرعة.[7]

1.5.2 عوامل متعلقة بالهدف الحيوي

تختلف تأثيرات الاشعاع على الأنسجة باختلاف نوع الخلية وقدرتها على التفاعل مع ما قد تحدثه الاشعاعات المؤينة من الآثار.

1-الحساسية للإشعاع

تختلف الخلايا في حساسيتها للإشعاعات المؤينة باختلاف أنواعها ووفقا لوظائفها. ويعبر قانون بيرجوناوي و ترييوندو (Baronies and Thibodaux Law) عن اختلاف حساسية الخلايا للإشعاعات المؤينة ونصه كالتالي: "تناسب حساسية أي خلية للإشعاعات المؤينة تناسباً طردياً مع قدرتها على التكاثـر وعكسياً مع درجة الانقسام."

بمعنى آخر فالخلايا النشطة في الانقسام والخلايا غير الناضجة هي اشد أنواع الخلايا حساسية للإشعاعات المؤينة.

ووفقا لهذا القانون فانه يمكن تصنيف الأنسجة التالية على أنها أنسجة حساسة للإشعاعات المؤينة:

-الأنسجة التكاثرية مثل المبيض والخصيتين (Germinal or reproductive cells)

-الأنسجة المنتجة للدم مثل نخاع العظام الأحمر، الطحال، والعقد الليمفاوية (Hematopoietic or blood forming cells)

-الطبقة السطحية للجلد (Epithelium of skin)

-الطبقة السطحية للأمعاء الدقيقة(Epithelium of gastrointestinal tract)

بينما يمكن تصنيف الأنسجة التالية على أنها أنسجة مقاومة للإشعاعات المؤينة:

العظام(Bone)

الكبد(Liver)

الكلى(Kidney)

الغضاريف(Cartilage)

العضلات(Muscle)

الخلايا العصبية(Nervous cells) [8]

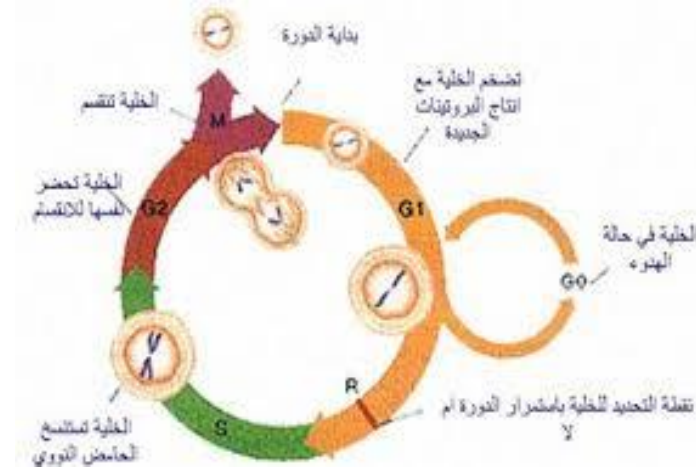
2- قدرة الخلية على بناء ما دمره الاشعاع :

بعض الخلايا معروفة بأن لها قدرة اكبر من الخلايا الاخرى على اعادة بناء ما دمره الاشعاع المؤين .وبناء على ذلك فأن نتيجة التأثير البيولوجي الناتج من الجرعة الإشعاعية نفسها يختلف من خلية الى اخرى .

3- طور دورة الخلية خلال تعرض الخلية للاشعاع

دورة الحياة للخلية تحتوي على اطوار عديدة هي :الطور التمهيدي للتركيب الصناعي للDNA(G1) وطور التركيب الصناعي للحمض النووي (S) والانقسام الفتيلي المسبب للتآكل الصبغي ،الانقسام الفتيلي (M) وطور عدم النمو (O) والمعروف حديثا والذي يمثل الفترة الزمنية ما بين نهاية الطور(M) وبداية الطور (G1).وكل أطوار دورة الخلية قابلة للتأثير بالإشعاع المؤين ،غير ان هذه الحساسية الإشعاعية لخلية ما تختلف من طور الى طور لدورة خلية كما تختلف من نوع خلية الى اخرى كما ذكر . تتجلى الحساسية العليا في الطور (G2)حيث ان التعرض للإشعاع خلال هذا الطور يعوق بداية الانقسام للخلية كما يبدو الطور(S)أكثر الأطوار مقاومة للإشعاع .هذا وتجدر الإشارة الى أن الشفاء أو استعادة الوضع كما

كان عليه قبل التعرض للإشعاع يحدث في كل الأطوار لدورة الخلية إلا إذا كان التحطم والتدمير دائما وغير قابل للعودة [10]



مخطط (1-2) دورة حياة الخلية ومراحل الانقسام

4- درجة الأكسجة للخلايا والأنسجة

من المعروف ان وجود جزيء الأوكسجين بالخلية يزيد الاستجابة للإشعاع وهذا يسمى بالتأثير الأوكسجين للخلية ،حيث إن كمية الجزيء الأوكسجين الزائد على معدل الأوكسجين بواسطة الخلية غالبا ما يكون العامل الأهم لزيادة حساسية الخلية للإشعاع .والأكثر احتمالا للآلية التي تتسبب في هذا التأثير هو انه يسمح بوجود جذور حرة (free radicals) اكثر والتي تزيد من إمكان تحطم الخلايا .

1.6 التأثيرات الناتجة من الجرعة الإشعاعية

1.6.1 التأثيرات المبكرة :

إن التأثيرات المبكرة للإشعاع هي تلك التأثيرات التي تحدث بعد عدة ساعات وحتى عدة أسابيع من التعرض الحاد لجرعة كبيرة من الإشعاع لعدة ساعات أو أقل. هذه التأثيرات تشمل الغثيان، الإجهاد، ارتفاع درجة الحرارة، تغيرات دموية ومنها همود أو اجتثاث نخاع العظم، تأثيرات معوية مثل تقشر الخلايا المبطنة للأمعاء، والتأثير

ربما يكون الموت خلال شهر أو شهرين بعد التعرض الحاد للإشعاع.
تأثيرات الإشعاع المتأخر على الإنسان : يتعرض الإنسان لكم هائل من الإشعاع
من الطبيعية ومن المصادر الصناعية
تأثير الإشعاع على الأجنة البشرية :

يتوقف تأثير الإشعاع على الأجنة البشرية على مرحلة النمو، فإذا تعرضت البويضة الملقحة أثناء الأسابيع الأولى للإشعاع يتم انفصالها عن الرحم ويحدث الإجهاض، وإذا كان عمر الجنين حوالي ثلاثة أشهر فإنه يتعرض لتشوهات جسدية خصوصا في الجهاز العصبي والعيون. أما في الفترات التي تلي الشهور الثلاثة الأولى فإن الجنين يتعرض إلى تشويه اليدين والأرجل وتتأثر الأجنة حتى ولو بتركيزات بسيطة من الإشعاعات لذا لا يسمح بأخذ الأشعة للحوامل. حيث الجرعات المسموح بها للأم الحامل أقل بكثير من المسموح بها للأشخاص العاديين .

اما اكثر الأجزاء المعرضة للإشعاع فهو الجلد إن الجلد هو اكثر الأعضاء تعرضا للإشعاع، ففي الحوادث النووية أو أثناء العلاج الإشعاعي الخارجي فإن الجلد يستلم جرعة إشعاعية كبيرة، ويظهر أثرها على شكل احمرار كما الاحمرار الذي يظهر نتيجة التعرض لأشعة الشمس لفترة طويلة، كما انه قد يتطور إلى درجات الحرق الأربعة المعروفة طبيا. ففي الدرجة الأولى، عند جرعة إشعاعية 3000 ملي سيفرت تقريبا، يمكن إن يظهر احمرار خفيف ويتساقط الشعر عن المنطقة المشعة، ولكن هذا الأثر سرعان ما ينتهي ويعود الشعر إلى الظهور بعد شهرين تقريبا. في الدرجة الثانية، وعند جرعة إشعاعية اكبر، يلتهب الجلد ويصبح لونه احمر، وبعد فترة يشفى الجلد ولكن يبقى لون الجلد اسود داكن لفترة غير قصيرة. أما في حرق الدرجة الثالثة فيكون الالتهاب اشد أثرا ويشبه الحرق الناتج من انسكاب ماء مغلي على الجلد مسببا بعض التقرحات التي تشفى خلال أسابيع ويبقى أثرها كأثر الحرق

العادي .أما حرق الدرجة الرابعة فتكون منطقة الالتهاب سوداء قاتمة. إن العلاج الذي يمكن تقديمه للمصاب لا يتجاوز المضادات الحيوية والأدوية المساعدة على تجنب المضاعفات.

وكذلك من الامور الهامة التي ينبغي الالتفات اليها هي التلوث الإشعاعي للغذاء ومخاطره الصحية أدى تطور استخدامات التكنولوجيا النووية العسكرية والمدنية، والتزايد المطرد في تطبيقات النظائر المشعة إلى ظهور أمراض خطيرة، مثل الأورام السرطانية وتلف أجهزة المناعة وتشوهات الأجنة والعقم وغيرها من الأمراض التي تنتج عن انتقال الإشعاعات إلى الإنسان بطرق مختلفة، على رأسها الغذاء الملوث بهذه الإشعاعات، في حالات تساقط الغبار الذري على النباتات والتربة الزراعية أو نتيجة لتلوث الهواء والماء بمخلفات التجارب أو النشاطات النووية أو الذرية، وهو ما يتطلب اهتمام الجهات المعنية بمعرفة أساليب تقدير العناصر المشعة وقياس النشاط الإشعاعي في الأغذية الصلبة والسائلة، وسبل الحد من تلوث الأغذية بالمواد المشعة.

ومشكلة تقدير مدى تلوث الأغذية بالمواد المشعة ترجع إلى تباين الخصائص الفيزيائية للمواد والنظائر المشعة المختلفة، حيث تتفاوت المواد المشعة من حيث درجة تركيزها، وتأثيراتها داخل جسم الإنسان. كما تختلف وفقاً للفترة التي تستغرقها لفقد إشعاعيتها، ويطلق علمياً على هذه الفترة التي تستغرقها حتى تفقد إشعاعيتها اسم (نصف العمر) إشارة إلى انخفاض التأثير الإشعاعي إلى النصف، وكلما زاد نصف العمر للعناصر المشعة كلما زاد خطرها. وبعض العناصر المشعة، مثل السيزيوم لا تختفي من الجو إلا بعد 300 سنة.

1.6.2 التأثيرات الإشعاعية المتأخرة

تحدث هذه التأخيرات نتيجة للتعرض لأي جرعة إشعاعية سواء كانت منخفضة أو عالية ،وعلى الرغم من عدم وجود دليل قوي على حدوثها مع الجرعات المنخفضة .

أ-السرطان هذا هو التأثير المحتمل الأكثر أهمية للإشعاع ،حيث تم التعرف منذ أكثر من 90 عاما مضت على ان الاشعاع المؤين قد يسبب السرطانات ،ويصبح السرطان واضحا فقط بعد زمن طويل من حدوث التدمير الأول اي بعد فترة من الكمون .وتكون الأنسجة ذات معدل التكاثر العالي للخلية أكثر ميلا لتخليق أورام وسرطانات نتيجة للإشعاع .مثال على تلك الأمراض السرطانية اللوكيميا او مرض ابيضاض الدم (leukemia) الذي يظهر بعد سنتين الى خمس سنوات من التعرض الاشعاعي ،بينما تظهر ما تسمى الأورام الصلبة بعد 10 سنوات او بعد عدة عقود منه وأمثلة على تلك الأورام هي سرطانات المخ والصدر والقولون والغدة الدرقية والمبيض والرئة والمثانة البولية والمعدة والمريء. [11]

الفصل الثاني

استخدامات

الإشعاع

2.1 التعرض:

يستخدم مصطلح التعرض ليدل على مفهومين احدهما عام والآخر فيزيائي . وبالمفهوم العام يستخدم مصطلح التعرض للدلالة على التعرض للإشعاعات المؤينة . وبهذا المفهوم قد يكون التعرض خارجيا اي ناتجا عن مصدر مشع موجود خارج الجسم قد يكون داخليا اي ناتجا عن ادخال مادة مشعة داخل الجسم . وبهذا المفهوم ايضا قد يوصف التعرض بالمهني اي تعرض الاشخاص الذين يمتنون العمل بالإشعاعات المؤينة او بالطبي اي تعرض المرضى بهدف تشخيص أمراضهم او علاجها . كذلك قد يوصف التعرض بالعادي وهو التعرض الذي يحدث في ظروف التشغيل العادية للمصادر والمواد المشعة كما يمكن ان يوصف بالكامن اي التعرض الذي قد ينتج عن ظروف حوادث شعاعية . وفضلا عن ذلك قد يوصف التعرض بالحاد وهو ذلك التعرض الذي يودع كمية هائلة من الاشعاعات في المتعرض خلال فترة زمنية قصيرة (دقائق او ساعات او حتى أيام قليلة) . قد يوصف بالمزمن وهو ذلك التعرض الذي يودع كميات قليلة من الاشعاع ولكن خلال فترة زمنية طويلة (تمتد لعدة سنوات قبل التعرض العاملين المهنيين)

اما المفهوم الفيزيائي للتعرض فيقصد به كمية الاشعاعات المؤينة التي يتكبدها عضو او نسيج من أعضاء او أنسجة الكائن الحي او يتعرض لها جسمه ككل . فعند تعرض الخلايا الحية للإشعاعات المؤينة تمتص هذه الخلايا جزء من الطاقة التي تحملها هذه الاشعاعات وربما الطاقة كلها . وهذه الطاقة الممتصة داخل الخلايا هي التي تؤدي الى تلفها .

2.2 الطب الاشعاعي

الطب الاشعاعي هو الفرع الطبي الذي تستخدم فيه النظائر المشعة لتشخيص بعض الأمراض وعلاج البعض الآخر، وقد سمي بالنووي او الذري ايضا نسبةً إلى نواة الذرة وهي مصدر الإشعاع المنبعث من هذه المواد المشعة ويعتبر الطب الاشعاعي من أحدث تطبيقات التكنولوجيا في المجال الطبي. الطب النووي واستخدام النظائر

المشعة إن استخدام المواد المشعة (النظائر المشعة (radioisotopes) في المجال الطبي يعتبر من أحدث التطورات في الطب الحديث. والطب النووي هو الفرع الطبي الذي تستخدم فيه النظائر المشعة لتشخيص بعض الأمراض وعلاج البعض الآخر، وقد سمي بالنووي نسبةً إلى نواة الذرة وهي مصدر الإشعاع المنبعث من هذه المواد المشعة ويعتبر الطب النووي من أحدث تطبيقات التكنولوجيا في المجال الطبي. النشاط الإشعاعي للمواد المشعة التحلل الذاتي لنواة ذرة المادة المشعة وهذا التحلل يختلف من مادة لأخرى ليعطي نوعيات مختلفة من الإشعاعات مثل إشعاع بيتا أو إشعاع كاما

2.2.1 الاستعمال الطبي للإشعاع

من الممكن تقسيم حقل الاستعمال الطبي للإشعاع والاستعمال العلاجي (diagnostic radiology) إلى صنفين هما التشخيص بالأشعة

للإشعاع أن الاختلاف بينهما هو أن الهدف من التشخيص بالإشعة هو استعمال أقل تعرض إلى الإشعاع للمفحوصين والعاملين في الحقل الطبي لغرض الحصول على المعلومات المطلوبة أما المعالجة فأن الغرض منها هو إعطاء المريض جرعا إشعاعية عالية جدا إلى النسيج الملائم وبنفس الوقت يتسلم العاملون في حقل الطب أقل جرعة ممكنة وليس من السهولة أو الإمكان دائما الفصل بين هذين الصنفين في المعلومات المنشورة

2.2.2 التشخيص باستعمال حزمة خارجية :

هذا الاستعمال من أكثر الاستعمالات أنشأها وشيوعا للإشعاع في الطب العلاج الإشعاعي ألامتالي – ثلاثي الأبعاد هو توجيه الحزم الإشعاعية العلاجية من أشعة أكس (X-ray) ذات الطاقة العالية (مليون فولت) للقضاء على الخلايا السرطانية / الورم مع العمل على تقليل الجرعة الإشعاعية للأنسجة المحيطة بالورم ومن ثم زيادة القدرة على القضاء على الورم مع الحفاظ على عدم تجاوز الجرعة العلاجية للأنسجة الحية لزيادة قدرتها على التعافي وتقليل نسبة المضاعفات بها[12]

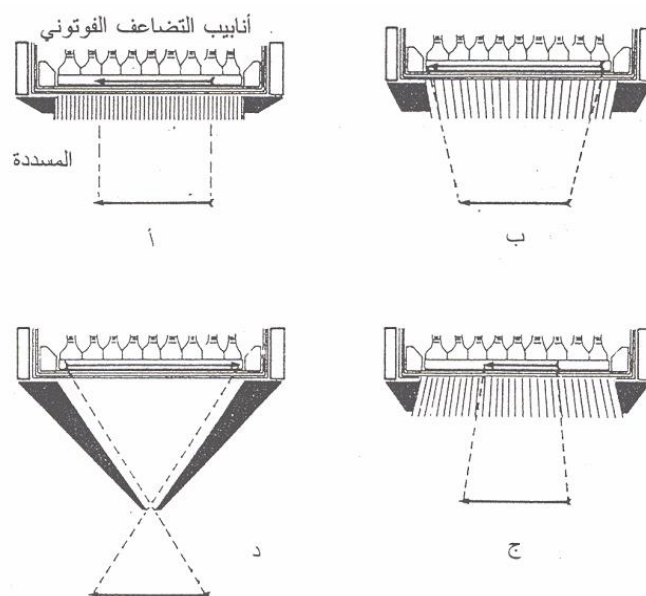
2.2.3 التشخيص الإشعاعي الطبي :

في الطب النووي يتم التشخيص في معظم الأحيان حقن المادة المشعة إلى المريض ثم متابعة انتشار هذه المادة في الأعضاء و الأنسجة المختلفة . وتعرف الفحوص عندئذ بالفحوص داخل الجسم In-vivo . وهناك نوع آخر من الفحوص يتم خلاله أخذ عينة من السائل المعين أو دم المريض وتضاف إليه المادة المشعة خارج جسم المريض . وتنتمي هذه الفحوص إلى ما يعرف باسم الفحوص الخارجية In-vitro .

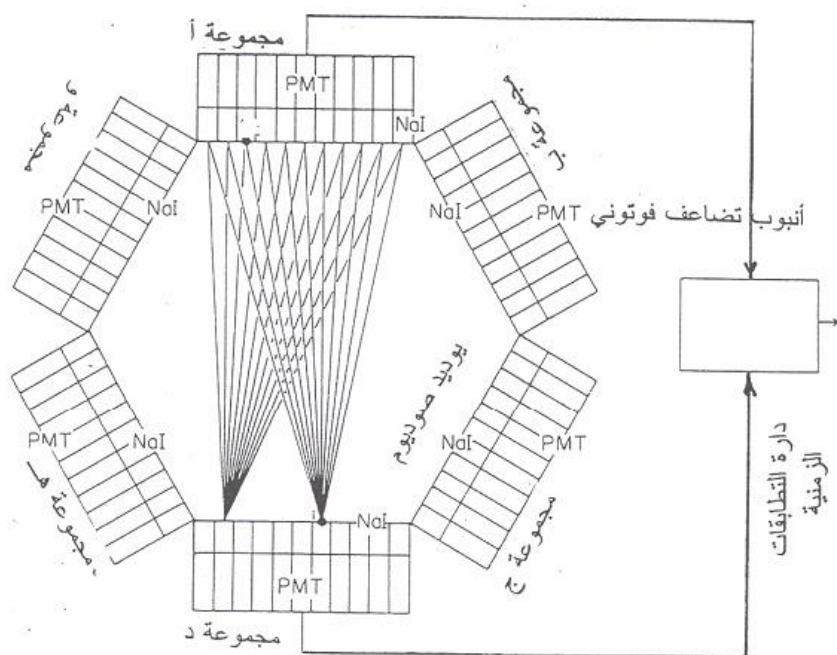
وفي الفحوص التي تتم بحق المادة المشعة داخل الجسم يستخدم لتصوير الإشعاعات المنبعثة من الجسم جهاز يطلق عليه الكاميرا أو المصورة الكامية Gamma Camera، أو مصورة انجر Anger Camera نسبة للفيزيائي الذي اخترعها.

يقوم مبدأ التصوير النووي nuclear imaging أو التشخيص الطبي باستخدام النظائر المشعة على أساس حقن المرضى بنظائر مشعة مقترية محددة ثم قياسها باستخدام أجهزة خاصة تعمل على نحو قريب من الكاميرا ومزودة بأنظمة حاسب متقدمة لتعطي بعد صورة ذات بعدين أو أكثر للعضو المراد تصويره . وهناك نوعين من التصوير النووي إحداها يعتمد على أساس حقن المريض بمادة مقترية ومطلقة لإشعاعات كما تتناسب العضو المراد تشخيصه بمعنى أن هذه النظائر تكون باحثة لذلك العضو في أثناء دخولها الجسم ويجري امتصاصها وتركيزها فيه . ثم يتم بعد ذلك تصوير العضو بما يسمى بالكاميرا الكامية من عدة اتجاهات وزوايا . والكاميرا الكامية عبارة عن نظام لقياس إشعاعات كما ، كما في الشكل (1-2)، وباستخدام الحاسب الآلي يتم عمل صورة مجسمة للعضو وتحديد العيوب والمشاكل التي تخل بوظيفته. وهناك نوع متطور من المقترقيات المستخدم في التشخيص والتي تعتمد على حقن المريض بنظير مناسب يطلق بوزترونات (نوع من إشعاع بيتا) بدل إشعاع كما كما تستخدم معه كاميرا مختلفة عن الكاميرا الكامية للتصوير تسمى مصورة الانبعاث البوزتروني الطبقي (PET) Positron Emission Tomography ، كما في الشكل (2-2)، عادة ما تحقن المادة المشعة في العضو المقصود وعندما

تتفكك فإنها تطلق بيزوترونات والتي لا تلبث أن تتحد مع إلكترونات المحيط لينتج من الاتحاد فوتونين متماثلين في اتجاهين مختلفين يتم قياسهما بواسطة الـ PET. تمتاز هذه الطريقة بأنها أكثر دقة من الكاميرا الكامية.



شكل (1-2): مكونات المصورة الكامية وأنواع المسددات



شكل (2-2): مصورة الانبعاث البوزتروني الطبقي

2.2.4 النظائر الطبية المشعة التشخيصية

رقابة جودة النظير النظائر المشعة الطبية التشخيصية هي نظائر مشعة تستخدم في الطب للتشخيص. حيث أنه يجب من توفر شروط بالنظير المشع لكي يستخدم طبيا في عملية التشخيص، وهذه الشروط هي:

- يجب أن تكون الطاقة الإشعاعية الكامية للنظير المشع نقية وأحادية وتكون ما بين 100-250 كيلو إلكترون فولت.
- يجب أن تكون فترة نصف عمر النظير المشع قصيرة تسمح بإجراء التصوير والحصول على النتائج وفي نفس الوقت تضمن سلامة المريض.
- يجب أن تكون نسبة الهدف إلى الخلفية عالية لإعطاء صورة تشخيصية واضحة.
- يجب أن يكون النظير المشع فعالا كيميائيا أي يمكن إعطاؤه للمريض في شكل كيميائي يمكنه من التركيز في العضو المراد تشخيصه.
- يجب أن لا يكون إنتاج النظير المشع مكلفا ومعقدا.
- يجب أن تكون عملية إجراء اختبارات المشع بسيطة وغير معقدة. [13]

2.3 أبرز استخدامات الإشعاع الصناعية

- استخدام عملية التحليل التنشيط بالنيوترونات للتحقق من كفاءة التكرير الأول في صناعة البترول.
- استخدام الإشعاع في عملية اكتشاف آبار البترول والمناجم والثروات المعدنية الأخرى مثل الحديد، النحاس، النيكل، الرصاص، الفحم، الزنك... الخ.
- استخدام الإشعاع في تحضير واستنباط أغشية صناعية من البولمرات المختلفة وذلك لإمكانية استخدامها في بعض التطبيقات الصناعية المتقدمة، ونذكر منها المبادلات الأيونية التي تستخدم كقواصل وعوازل

للبطاريات، كذلك تصنيع انصاف الموصلات الكهربائية في مجال صناعة الأجهزة الإلكترونية.

- إنتاج مواد بوليمرية وألياف صناعية ومطاط لها صفات وظيفية معينة وذلك لإمكانية استخدامها في المجالات الصناعية المختلفة.
- استنباط مستحلبات بوليمرية محبة للماء بغرض استخدامها كمواد لاصقة تخدم وتحمي البيئة.
- تطوير مواد مطاطية جديدة باستخدام تكنولوجيا التشيع تقدم فوائد بارزة للصناعات على مستوى العالم، وهي التكنولوجيا المسماة " تقسية إشعاعية للمطاط الطبيعي

".

- استخدام الحزم الإلكترونية لبدء عملية التقسية (الفلكنة)، وهي عملية تحدث جزيئات مترابطة كيميائياً، مما يؤدي إلى إنتاج مطاط يتميز بالمرونة والقوة .
- المعالجة الإشعاعية لأسطح المواد باستخدام معجلات الإلكترونات ذات الطاقة المنخفضة، حيث تستخدم حالياً المعالجة غير الحرارية بالحزم الإلكترونية ذات الطاقة المنخفضة في تكنولوجيا الأسطح دون استخدام مذيبات مما يؤدي إلى حماية البيئة.
- إنتاج كابلات مقاومة للحرارة بإحداث الترابط المترابط بأحداث الترابط المتصالب لعزل الكابلات
- إحداث الترابط المتصالب على سطح الورق لإنتاج صفائح ذات ضغط عال في المسطحات الكلية *Continuous pressure laminate* .
- المعالجة المسبقة لنشارة الخشب بالإلكترونات السريعة عالية الطاقة الأمر الذي يساعد على الاقتصاد الهائل للطاقة اللازمة لتكوين العجينة
- تستخدم المصادر المشعة، وكذلك مصادر أشعة كاما في قياس سمك الصفائح المعدنية وقياس منسوب الموائ الخزانات وقياس كثافة المواد المنقولة عبر

- الأنابيب العملاقة والكشف عن تسرب السوائل من الأنابيب، وكذلك تستخدم النظائر المشعة في اقتفاء الأثر مثل مواقع التسرب من أنابيب النفط أو المياه.
- صناعة الدواء وتوصيله تحت التحكم وتأثره بالوسط المحيط وهذا يخدم المرضى
- المحتاجين لعلاج طويل الأمد مثل مرضى السكر.
- تدعيم بعض أنواع الإنزيمات والخلايا الحية التي لها أهمية كبرى في مجال التشخيص والعلاج.
- صناعة الأجهزة التعويضية مثلا لأوردة و الشرايين وصمامات القلب.
- الاستخدام في مجال الغسيل الكلوي بالأغشية الصناعية الحيوية [14].

2.4 دور الإشعاع في مجال التنمية الزراعية:

ذلك عن طريق:

- 1- حفظ الأغذية بالإشعاع.
- 2 -معالجة تلوث أعلاف الحيوانات والدواجن بالميكروبات المرضية والفطريات المفروزة للسموم الفطرية.
- 3 -استحداث طفرات محصوليه جديدة عالية الإنتاج ومقاومة للآفات باستخدام الإشعاع.
- 4 -استخدام الإشعاع في تنمية الثروة الحيوانية.
- 5 -تعقيم الحشرات بالإشعاع للقضاء على الأنواع الضارة منها.
- 6-استحداث طفرات ميكروبية ذات قدرة عالية على إنتاج مركبات ذات أهمية اقتصادية .
- 7-استخدام التقنيات النووية في تنمية الثروة المائية . كذلك في زراعة الصحراء وذلك عن طريق استخدام الإشعاع في استنباط وتطوير سلالات من النباتات الملائمة للظروف الصحراوية من حيث مقاومتها للجفاف والملوحة ونوعية التربة.

8 -تحديد عناصر تغذية النبات حيث تستخدم النظائر المشعة في الدراسات التي تتعلق بتسميد النبات وتحديد كميات الأسمدة الضرورية له وهذا أفاد كثيرا في ترشيد استخدام الأسمدة الكيماوية.

2.4.1 حفظ الأغذية بالتشعيع أو معالجة الأغذية بالإشعاع:

لا يخفى على أحد أن الغذاء هو عماد الحياة، وهو المقوم الأساسي لاستمرار حياة الإنسان على كوكب الأرض من أجل ذلك يجب أن يكون هذا الغذاء متوافر، ليس ذلك فحسب ، وإنما متوافر بصورة سليمة ومأمونة، وخالي من جميع الملوثات التي تضر بصحة الإنسان .وتقدر نسبة الفا في الأغذية بسبب الفساد الذي تلحقه بها الميكروبات والإصابة 30% أو أكثر في بعض الأغذية إلى الإنسان عن طريق الطعام والتسمم الغذائي الذي حدثها لطعام الملوث تمثل تهديداً حقيقياً للصحة العامة ،و تمثل عبئا كبيرا على الاقتصاد القومي.

ولقد تصدى فريق من الباحثين بالمركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع لحل هذه المشكلة باستخدام الإشعاع منذ عام 1973، وكان العمل يسير لتحقيق ثلاث اهداف رئيسية هي :

- تقليل الفاقد إلى أقصى حد عن طريق قتل الحشرات والآفات الضارة التي تصيب الحبوب ومنع التزريع في محاصيل البطاطس والبصل والثوم.
- القضاء على الميكروبات الممرضة وميكروبات التسمم الغذائي والفطريات المفرزة للسموم الفطرية لجعل الغذاء مأمون.
- إطالة فترة الحفظ والتسويق عن طريقا لقضاء على الميكروبات المفسدة مع ضمان الجودة العالية دون استخدام المبيدات أو المواد الحافظة الكيماوية الضارة مما يشجع على التصدير ،فضلا عن ان ذلك له دور إيجابي على البيئة.

وتجدر الإشارة إلى أن حفظ الأغذية بالتشعيع أصبح الآن من الأمور الثابتة علمياً

وعملياً بعد أن تعدى مرحلة البحث العلمي والبحث التجريبي ونصف التطبيق على امتداد خمسين عاماً ، وأضحى في مرحلة صالحة تماماً للتطبيق الصناعي والتجاري ،وقد أقرت هذه التقنية الحديثة المتطورة واجازتها العديد من المنظمات العالمية المسؤولة عن الغذاء وسلامته ومنظمة التجارة ،، (FAO) ومنظمة الصحة العالمية (WHO) مثل منظمة الأغذية والزراعة وغيرها (GAT). الدولية وقد طبقت أكثر من 42 دولة على مستوى العالم هذه التقنية على النطاق التجاري لاقتناعها بفوائدها ومزاياها ولثبوت جدواها الاقتصادية وأمانها وتأثيرها الإيجابي على البيئة كالولايات المتحدة الأمريكية وجميع دول السوق الأوروبية المشتركة.

2.4.2 معالجة تلوث أعلاف الحيوانات والدواجن:

تحتوي أعلاف الحيوانات والدواجن على العديد من الميكروبات الممرضة على رأسها ميكروبات السالمونيلا، وعلى العديد من الفطريات المفرزة للسموم الفطرية التي تنتمي إلى أجناس الاسبرجلسو البنسليومو الفيوازيوم ، وهذه الأعلاف الملوثة تمثل تهديداً حقيقياً للثروة الحيوانية والثروة الداجنة ،وتسبب خسائر اقتصادية فادحة.وتستخدم حالياً تكنولوجيا التشعيع الكامي بفاعلية وكفاءة عالية في القضاء على هذه الميكروبات الضارة وتأمين أعلاف الحيوانات والدواجن من مخاطر استخدامها.

الفصل الثالث

مصادر الاشعاع

المؤثرة على الانسان

والوقاية منها

3.1 تعاريف عامة

الأشعة المؤينة :

هي الأشعة القادرة على إنتاج أزواج من الأيونات في المادة.

أمان مصادر الأشعة :

تدابير تتخذ بقصد تقليص احتمال وقوع حوادث لمصادر أشعة إلى أدنى حد ممكن والتخفيف من عواقب تلك الحوادث فيما لو وقعت .

أمن مصادر الأشعة

تدابير تحول دون الوصول إلى مصادر الأشعة أو إتلافها أو فقدانها أو سرقتها أو تحويل وجهتها على نحو غير مسموح.

تدابير تلافي الضرر

أية تدابير يقوم بها شخصا او مجموعة أشخاص أو أية جهة اعتبارية عامة أو خاصة وطنية أو عربية أو أجنبية قبل بعد حدوث الواقعة بقصد منع الضرر أو التخفيف من حدة تأثيره.

التعرض

التعرض للإشعاع بكامل أنواعه وحالاته.

التلوث الإشعاعي

وجود مواد مشعة غير مرغوب فيها أوقد تكون ضارة سواء داخل مادة أو على سطحها ،أو في جسم بشري وعلى سطحه،أو في أي مكون بيئي آخر.

ثقافة الأمان

مجموعة الخصائص والمواقف لدى الجهات والأفراد ،والتي تقضي بإعطاء قضايا الوقاية والأمان ما تستحقه من اهتمام باعتبارها قضايا ذات أولوية مطلقة.

الجرعة

مقياس للإشعاع الذي تتلقاه دويئة ما أو " تمتصه ".وتبعًا للسياق تستخدم المقادير المسماة بالجرعة الممتصة ،أو جرعة العضو ، أو الجرعة المكافئة،أو الجرعة الفعالة أو الجرعة المكافئة المودعة،أو الجرعة الفعالة المودعة .وغالبا ما تحذف الصفات عندما لا تكون ضرورية.

مصادر الأشعة

كلما قد يؤدي إلى تعرض إشعاعي سواء عن طريق إصدار أشعة مؤينة أو إطلاق مواد مشعة ويمكن النظر إليه على أنه وحدة منفردة لأغراض الوقاية والأمان.

مستويات رفع الرقابة

قيم تضعها الهيئة معبرًا عنها بتركيز النشاط الإشعاعي أو النشاط الإشعاعي الكلي، ويمكن عندها أو دونها إعفاء مصادر الإشعاع من الرقابة.

المصدر المشع

مادة مشعة تستخدم كمصدر أشعة وقد يكون مصدرًا مغلقًا أو مفتوحًا .[16]

3.2 مصادر الإشعاعات الطبيعية في البيئة

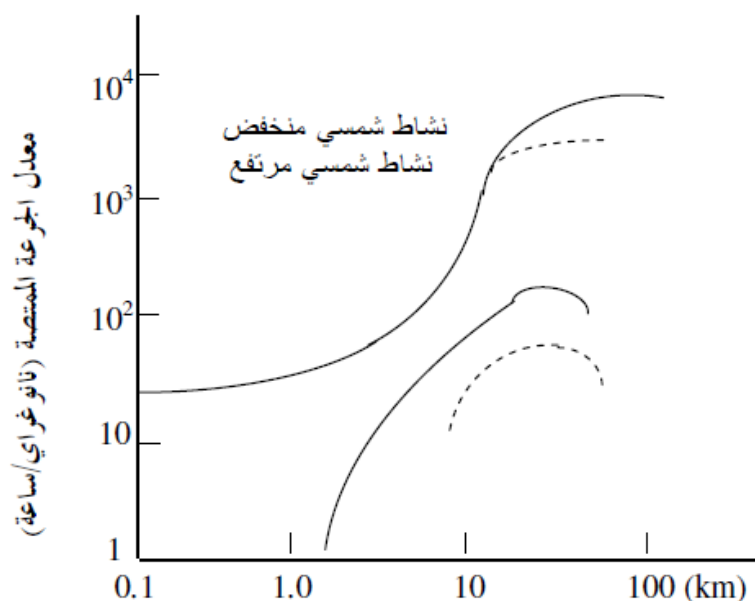
يتعرض الانسان منذ نشأته الى جرعة إشعاعية معينة صادرة من البيئة التي يعيش فيها ومن الغذاء الذي يتناوله والهواء الذي يتنفسه . وتعرف هذه الجرعات بالجرعات الإشعاعية البيئية الطبيعية . ولا تشكل هذه الجرعات الطبيعية خطورة ملحوظة حيث ان كميتها تكون عادة ضمن حدود غير عالية ويعيش الانسان فيها منذ بدء الخليقة . 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 .

3.2.1 الأشعة الكونية

تصل كميات كبيرة من الاشعة الكونية المؤينة الى الغلاف الجوي المحيط الأرض قادمة من الفضاء الخارجي ومن الشمس . وتحتوي هذه الأشعة على انواع مختلفة من الجسيمات النووية بطاقات عالية كالبروتونات والنيوترونات وغيرها وتعرف بأسم الاشعة الكونية الأولية وعند دخول هذه الجسيمات الى الغلاف الجوي للأرض فأنها تتفاعل مع المواد التي يتكون منها الغلاف فتتغير بذلك مكوناتها وتضعف كمياتها التي تصل الى سطح الأرض وتعتمد الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الانسان من الأشعة الكونية على عدة عوامل هي خط العرض بالنسبة للكرة الارضية والارتفاع عن سطح البحر فضلا عن النشاط الشمسي والضغط الجوي .

فالمركبة المشحونة من الأشعة الكونية (كالبروتونات) تتأثر عند اقترابها من سطح الارض بالمجال المغناطيسي للأرض الذي يحرفها بعيدا عن خط الاستواء في الاتجاه القطبين مما يؤدي الى زيادة كثافتها كلما اقتربنا من القطبين بالمقارنة بخط الاستواء عند نفس الارتفاع عن سطح البحر . اما النيوترونات فأنها لا تتأثر بالمجال المغناطيسي، ولذلك تتساوى الجرعات الناتجة عن النيوترونات عند خطوط العرض المختلفة . ويلعب الارتفاع عن سطح البحر دورا هائلا في تغير مقدار الجرعة الناتجة عن الاشعة الكونية . ويختلف الدور باختلاف نوع هذه الاشعة . فالنسبة للنيوترونات تكون الجرعة الناتجة عنها عند سطح البحر بحدود 30 مايكرو سيفيرت في السنة وهي جرعة محدودة . الا ان دور النيوترونات يتنامى بشكل سريع بدءا من ارتفاع يبلغ 1كم فوق سطح البحر . اما بالنسبة للمركبة المؤينة تأينا مباشرا كالبروتونات فأنها تلعب دورا ملحوظا بدءا من مستوى سطح البحر حيث تبلغ الجرعة الفعالة الناتجة عنها ، عند سطح البحر وعند خط الاستواء حوالي 240 مايكرو سيفيرت في السنة . وتزداد هذه الجرعة زيادة بطيئة بزياد الارتفاع ثم تتزايد بسرعة كبيرة مع الارتفاع بدءا من 1 كم . ويبين شكل (1-3) كيفية تغير كل من هاتين المركبتين كدالة من الارتفاع عن سطح البحر عند خط عرض 50 درجة شمالا او جنوبا .

وكذلك يبين الجدول (1-3) قيم الجرعات الفعالة السنوية الناتجة عن مركبتي الاشعة الكونية في بعض المدن في العالم مع بيان المتوسط العالمي للجرعة السنوية الفردية من الاشعة الكونية وفقا لبيانات اللجنة العلمية للأمم المتحدة في تقريرها للعامين 1988 م و 1993 م وتجدر الاشارة الى ان المتوسط العالمي للجرعة الفعالة السنوية الناتجة عن الاشعة الكونية قد تم تقديره على اساس الاعداد السكانية عند الارتفاعات وخطوط العرض المختلفة . بمعنى اخر ، فان القيم الواردة في الجدول لمتوسط العالمي تعتبر قيما موزونة بالنسبة للأعداد السكان عند الارتفاعات وخطوط العرض المختلفة . كذلك اخذ دور تأثير المساكن على قيمة الجرعة الفردية من الاشعة حيث يعتبر ان الانسان يقضي في المتوسط 80% من الوقت في المنزل تحقق بعض الوقاية من تأثير الاشعة الكونية .[17]



الشكل (1-3)

كيفية تغير مركبات الأشعة الكونية كدالة من الارتفاع عند خط عرض 50 درجة

الجرعة الفعالة السنية (مايكرو سيفرت)			الارتفاع (بالمتر)	المكان
المجموع	نيترونات	مركبة مؤينة		
270	30	240	صفر	مستوى سطح البحر
440	110	330	1180	طهران (ايران)
570	170	400	1610	دنفر (الولايات المتحدة)
280	290	530	2240	مدينة المكسيك
1130	440	690	2840	كيوتو (الاكوادور)
1710	740	970	3600	لاسا (الصين)
2020	900	1120	2900	لاباز (بوليفيا)
380	80	300		المتوسط العالمي

جدول (1-3) يوضح الجرعة الفعالة السنوية لعدد من الاماكن

3.2.2 الإشعاعات الصادرة من التربة

تحتوي القشرة الأرضية على كميات ضئيلة من النويدات المشعة طويلة العمر مثل اليورانيوم 238 ، والثوريوم 232 ، و نويداتهم الوليدة . كما تحتوي هذه القشرة على كميات قليلة من نظير البوتاسيوم 40 المشع الذي يبلغ عمره النصفى حوالي 1.28×10^9 سنة ، و الروبيديوم 87، الذي يبلغ عمره النصفى حوالي 4.7×10^5 سنة ، وتتفكك هذه النويدات مصدرة جسيمات الفا او بيتا ، وقد يتبع ذلك إصدار اشعاعات كاما . و لا تمثل جسيمات الفا او بيتا ، مخاطر ملموسة إشعاعية على البشر الذين يعيشون فوق الارض نظرا لقصر مداها ، كذلك لا تمثل جسيمات بيتا مخاطر ملموسة . اما بالنسبة للإشعاعات كاما ذات القدرة الاختراقية العالية فأنها تمثل الإسهام الرئيسي في الجرعة الإشعاعية الصادرة عن التربة

3.2.3 المواد المشعة الموجودة داخل جسم الكائن الحي

يحتوي جسم الكائن الحي على كميات ضئيلة من النظائر المشعة كالكاربون 14 و البوتاسيوم 40 (عمره النصفى 1.28×10^9 بنسبة 11.7 : 100000). وحيث ان كتلة جسم الانسان المعياري البالغ تبلغ 70 كغم تحتوي على حوالي 140 غراما من البوتاسيوم 39 فأن هذه الكتلة الاخيرة تحتوي على 0.16 غم من البوتاسيوم 40 المشع.

3.2.4 غاز الرادون

يعتبر غاز الرادون هو المساهم الأكبر في تعرض الانسان لمصادر الاشعاع الطبيعية .ويوجد في الطبيعة للرادون ثلاثة نظائر مشعة هي الرادون 222 وينتج عن سلسلة اليورانيوم 238 بعد تفكك الراديوم 226 والراديوم 220 الذي ينتج عن تفكك سلسلة الثوريوم بعد تفكك الراديوم 224 ثم الراديوم 219 الذي ينتج عن تفكك سلسلة اليورانيوم 235 بعد تفكك الراديوم 223 .

ولا يمثل الرادون 219 مخاطر بشرية محسوسة نظرا لقلّة اليورانيوم 235 في الطبيعة وانخفاض العمر النصفى للرادون 219 . ويمثل الرادون 220 مخاطر محدودة تزيد في المناطق الغنية بالثوريوم 232 . اما نظير الرادون 222 فيمثل اكبر المخاطر على الإطلاق لانه يتميز بعمر نصفى طويل نسبياً (3.82 يوم).

3.3 المصادر الإشعاعية الصناعية

منذ عشرات السنين ظهرت عدة مصادر إشعاعية مصنعة ساهمت في الجرعة الفعالة الجماعية لعموم البشر. واهم هذه المصادر ما يلي :

3.3.1 الاشعة التشخيصية :

يتعرض الانسان لجرعات إشعاعية معينة عند عمل صور تشخيصية بالاشعة السينية او النووية مهما قل ثمن التعرض . وتختلف قيمة الجرعة باختلاف العضو ونوع الصورة المطلوبة ونوع جهاز الاشعة والفيلم الحساس المستخدم للتصوير وغيرها. وتؤكد اللجنة العلمية للأمم المتحدة ،في تقاريرها الدورية، ان الاشعة التشخيصية هي

المساهم الأعظم في الجرعة الفعالة الجماعية التي ييكبدها البشرية في العالم من المصادر التي صنعها البشر ، وتقدر اللجنة العلمية للأمم المتحدة الجرعة الفعالة الجماعية السنوية لسكان العالم بما يتراوح بين 3-5 ملايين فرد سيفرت. وبأستخدام معامل المخاطر الوارد في الفصول السابقة يتبين ان الاشعة السينية التشخيصية مسؤولة عن إحداث ما بين 30 حتى 50 ألف إصابة سرطانية قاتلة على مستوى العالم سنويا .ويبين جدول (2-3) المقادير الجرعات الفعالة التي يتكبدها الفرد في الفحص الواحد (اي اللقطة الواحدة) بالاشعة السينية في بعض دول العالم التي تتوفر فيها انظمة لمراقبة التعرض الاشعاعي من الفحوص التشخيصية.

نوع الفحص	فرنسا	ايطاليا	روسيا	الولايات المتحدة	الصين
الجمجمة	1.4	0.22	0.17	0.13	—
العمود الفقري	1.4	0.14	0.23	0.20	—
الصدر	0.28	0.18	0.36	0.07	0.21
البطن	2.6	1.9	1.50	0.56	4.5
الجهاز البولي	10.4	7.1	2.50	1.60	—
الحوض والفخذ	1.6	3.2	1.50	0.60	—

جدول (2-3) يوضح المقادير الجرعات الفعالة التي يتكبدها الفرد في الفحص الواحد (اي اللقطة الواحدة) بالاشعة السينية في بعض دول العالم .

3.3.2 الأشعة العلاجية therapeutic radiology

تتوقف قيمة الجرعة المكافئة على العضو الذي يتم علاجه والتعرض المطلوب له ونوع العلاج. وقد تزيد الجرعة الفعالة الناتجة عن العلاج الإشعاعي كثيراً بالمقارنة بجرعة التشخيص. ويوجد الآن في العالم 18000 جهاز اشعة او معجل نووي تستخدم للعلاج الإشعاعي لمرضى السرطان. الا انه ينبغي الإشارة الى ان عدد الاشخاص الذين يخضعون للعلاج بالإشعاع محدود للغاية. وبذلك تقدر اللجنة العلمية للأمم المتحدة ان الجرعة الفعالة الجماعية السنوية الناتجة عن العلاج الإشعاعي تبلغ حوالي 1.8 مليون فرد. سيفيرت.

3.3.3 الطاقة النووية وصناعاتها the nuclear energy and industries

اتسع في السنوات الاخيرة استخدام الطاقة النووية لتوليد الكهرباء وفي تحريك السفن وحاملات الطائرات والغواصات العملاقة. ويوجد الآن في العالم اكثر من 450 مفاعلا نوويا لتوليد الطاقة الكهربائية موزعة في ثلاثين دولة . وتنتشر هذه المنشآت كميات من المواد المشعة في البيئة ضمن ظروف التشغيل الطبيعية او نتيجة للحوادث النووية . وفضلا عن ذلك تبث مناجم اليورانيوم ومصانع معالجة الوقود النووي وإعادة معالجته بعد استهلاكه في المفاعلات كميات من المواد المشعة التي ساهمت في زيادة تعرض البشرية للإشعاع المؤين . الا انه نتيجة للالتزام الجيد بقواعد الأمان النووي فمن إسهام الصناعة النووية في التعرض الإشعاعي على

المستوى العالمي مازال محدود. فقد أسفر أكبر حادث نووي خلال أكثر من نصف قرن وهو حادث مفاعل تشيرنوبل بأوكرانيا عن جرعة فعالة جماعية تبلغ 600000 فرد . سيفرت ،وهذه الأخيرة لا تتجاوز جزء من سبع اجزاء مما يتعرض له العالم من الفحوص التشخيصية سنويا .

3.3.4 النفايات المشعة the radioactive waste

هي تلك النفايات المتخلفة عن المفاعلات النووية او المتبقية بعد استخدام المواد المشعة وتدخل الجرعة الفعالة والجماعية الناجمة عنها ضمن الجرعة الفعالة الجماعية للصناعات والطاقة النووية.

3.4 الوقاية من الاشعاع

هو علم حماية الانسان من تأثيرات الاشعاعات المؤينة والغير المؤينة والنيوترونات والبروتونات والجسيمات الأولية او عالية الطاقة من اشعة كاما والأشعة السينية الكهرومغناطيسية وتتضمن وصايا متفق عليها عالميا تقوم كل دولة بوضعها ضمن قوانين بغرض الوقاية من الاشعاع ويتحتم على العالمين في المجالات العلمية والطبية والمتخصصين بالعمل على الأجهزة الإشعاعية اتباع تلك الوصايا والقوانين من اجل الحفاظ على صحتهم وسلامتهم والحفاظ على سلامة المرضى الذين يعالجون بواسطة الاشعاع والنظائر المشعة وكذلك حماية أطباء الاشعة .

من خلال تلك المعلومات عن الاشعاع التي اوردناها في ما سبق وانواعه واختلاف خطورته من نوع لأخر يمكن اعطاء فكرة مبسطة عن كيفية الوقاية من خطورته. حيث يمكن تقسيم العوامل المؤثرة الي ثلاث عوامل تختلف من حيث الأهمية

- زمن التعرض
- المسافة
- الدروع الواقية

3.4.1 زمن التعرض

يمكن إعطاء تعريف له من خلال الجرعة الإشعاعية الممتصة في زمن قدره (ز) حيث ان مقدار الجرعة الإشعاعية الممتصة لأي فرد يعمل في محيط منطقة الاشعاع ذات معدل جرعه معينه تتناسب طرديا مع زمن بقاءه في تلك المنطقة ويمكن إعطاء قانون يوضح العلاقة بينهم حيث ان

$$\text{الجرعة الكلية} = \text{معدل الجرعة} \times \text{زمن التعرض}$$

اذن وبدون تعقيد في المفهوم فان من ابسط سبل الوقاية من الاشعاعات هو تقليل زمن التعرض في مناطق الاشعاع.

معلومة. قد حددت الوكالة الدولية للوقاية من الاشعاعات ان حد الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الفرد العامل في هذا المجال تقدر بـ 20 مللي سيفرت سنويا، ولذا وجب تقليل زمن التعرض.

3.4.2 المسافة

لعل المسافة تعد ايضا من اهم الأساليب المتاحة للوقاية من الاشعاع حيث انه كلما زادت المسافة بين العنصر المشع والفرد العامل كلما قلت الجرعة الإشعاعية التي يمكن ان يتعرض لها الفرد حيث ان العلاقة بينهم عكسية.

3.4.3 الدروع الواقية

هذا العامل هو الأهم في حالة التعرض لعناصر إشعاعية عالية في القدرة فان الاعتماد على عاملي الزمن والمسافة لا يفي بالمطلوب للوقاية في هذه الحالة عندئذ لابد من وجود دروع للحماية من خطورتها.

ولكن هناك عواما تؤثر على اختيارنا لنوع الدرع المناسب حيث لابد من معرفة نوع الاشعاع الصادر اولا فكما ذكرنا سالفنا انواع الاشعاع منها الفا وبيتا وجاما.

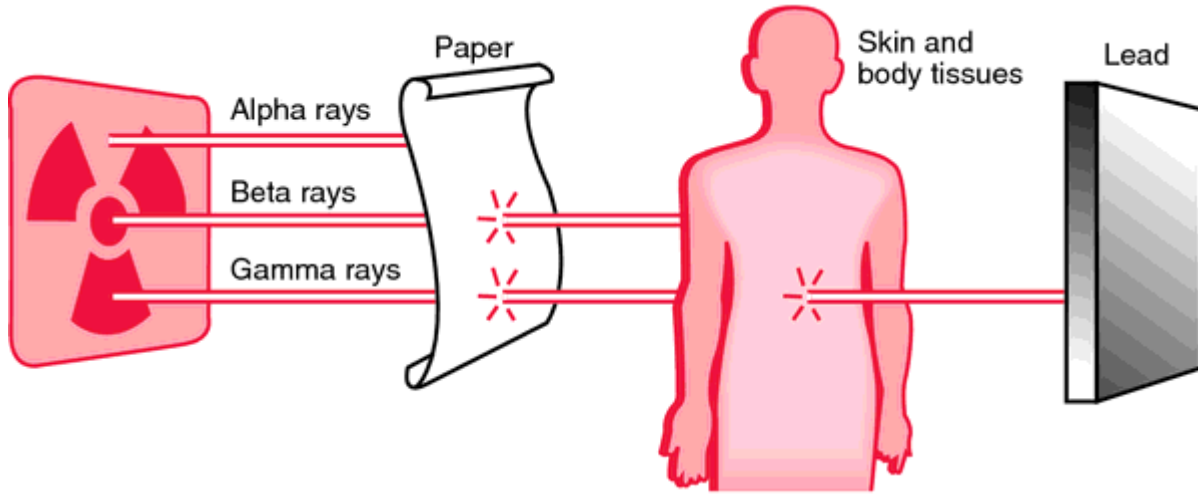
1: دروع للوقاية من اشعاعات الفا

اشعاع الفا لا يشكل خطرا كبيرا على الافراد العاملين حيث يمكن ايقافها بواسطة طبقة من الهواء لا تتجاوز الثماني سنتيمترات او طبقة رقيقة من الورق.

2: دروع للوقاية من اشعاعات بيتا

اشعاع بيتا هو الأخطر من اشعاع الفا حيث انها تحمل الشحنة السالبة مثلها مثل الالكترونات ولكنها تختلف عن الالكترونات من حيث المصدر فمصدرها من داخل النواة بينما الالكترونات من المدارات الخارجية للذرة وعندما تفقد بيتا طاقتها عن طريق التأين او الإثارة فانه ينتج ما يعرف بإشعاع الفرملة او اشعة اكس المستمرة. لذا فان لابد من اختيار نوع الدروع الخاصة بها ولهذا تفضل المواد ذات العدد الذري الصغير لعمل دروع للوقاية من اشعاع بيتا وذلك لخفض كمية الأشعة السينية المتولدة. وايضا تحاط تلك الدروع بدروع اخري لتقليل الأشعة السينية التي حدث

لها تشتت. وباستخدام درع سمكه مساوي لمدي اشعة بيتا فانه يمكن ايقافها تماما، وسمك الدرع لا يعتمد على النشاط الاشعاعي للمصدر وانما يعتمد على الطاقة العظمي لطاقة جسيمات بيتا. وهناك قوانين لحساب المدى وحساب جزء الاشعاع من بيتا المحولة الي فوتونات. نحن في غني عنها الان.



شكل رقم (2-3) يوضح الدرع المستخدم لايقاف اشعة بيتا

3: دروع للوقاية من اشعاع جاما

اشعاع جاما كما ذكرنا عبارة عن فوتونات لها طاقة عالية جدا ولها قدرة نفاذ عالية جدا . حيث انه عند اختيار مادة الدرع نضع في الاعتبار بأنه يتم فقدان الطاقة من خلال ثلاث عمليات وهي (التأثير الكهروضوئي – تأثير كومبتن – إنتاج الزوج). او عن طريق تشتته او انحرافه عن مساره وبذلك يحدث نقص في عدد الفوتونات التي تخترق سمكا من هذه المادة حيث ترتبط بقانون أسي يربط العلاقة بين عدد الفوتونات الساقطة و الفوتونات التي تنفذ في ماده سمكها (س) ومعامل الامتصاص للمادة.

ولذا وجب اختيار مادة الدرع لتقليل من خطورة اشعة جاما ماده عددها الذري كبير ذات سمك عالي لتفقد اشعة جاما طاقتها بعد اختراقها لبضعة سنتيمترات منه. [18]

المصادر

- 1- الدكتور معروف بهاء الدين حسين -منظمة الطاقة العراقية للوقاية من الأشعاعات المؤينة(1989)
- 2- <https://ar.wikipedia.org/wiki/>
- 3- د.متولي محمد صالح ،الأشعة السينية الفوائد والمخاطر (2015)الرياض
- 4- <https://ar.wikipedia.org/wiki>
- 5- المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ،الأشعاع الذري واستخداماته السليمة (2011)
- 6- مجلة الفيزياء العصرية <http://modernphys.com/>
- 7- الدكتور سعيد محمد خليل ،اساسيات الفيزياء الاشعاعية في الطب النووي (2014)جامعة نجران
- 8- القواعد التنظيمية العامة للوقاية الاشعاعية وأمان المصادر الاشعة وأمنها (2005)الجزء الاول
- 9- www.profsam.net(9)
- 10- <http://www.hazemsakeek.org/vb/archive/index.php/t-1322>
- 11- د. سلامة محمد (مصر) و .جمال الشويقي (سوريا) اللجنة الدولية للوقاية الاشعاعية طبع (2009)
- 12- <http://phys4arab.net/vb/showthread.php?t=24725>(11)
- 13- <http://www.pharmacistsworld.com>
- 14- الدكتور حماد ، علي احمد ابراهيم ،دور الاشعاع في التنمية والبيئة (2002)
- 15- أ.د.محمد فاروق ،أ.د.احمد السريع ،مبادئ الاشعاعات المؤينة والوقاية منها (2007)
- 16- المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب اساسيات الفيزياء الاشعاعية
- 17- د.طالب ناهي ،د.عباس حمادي ،د.هرمز موشي ،الفيزياء الذرية (1980)الجزء الثاني
- 18- د.قصي رشيد سعيد (1986) ،الوقاية من الأشعاعات والتلوث، منشورات المنظمة الذرية العراقية