جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في الفزياء بعنوان:

مسح إشعاعي للمستشفيات بإستخدام غرفة التأين بمحلية الكاملين_ ولاية الجزيرة_ السودان

Radiation Surveying of Hospitals By Using Ionization Champer

Kamlin Locality - Gazira State_ Sudan

إعداد:
إبراهيم مدثر إبراهيم سعيد

إشراف:
د. أحمد الحسن الفكي

2015م

آية كريمة

بسم الله الرحمن الرحيم

فَتَعَالَى اللَّهُ الْمَلِكُ الْحَقُّ ۗ وَلَا تَعْجَلْ بِالْقُرْآنِ مِنْ قَبْلِ أَنْ يُقْضَىٰ إِلَيْكَ وَحْيُهُ ۖ وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا ﴿١١٤﴾

سورة طه الآية 114

الإهداء

أهدي هذا البحث إلى من كلت أنامله ليمهد لي طريق العلم ...

إلى أبي العزيز،،،

وإلى من أرضعتني الحب والحنان

إلى أمي الحبيبة،،،

إلى أفراد أسرتي الأعزاء،،،

لكم أهدي هذا الجهد المتواضح راجياً أن ينتفع به الناس

الباحث،،،

شكر وتقدير

وعملاً بحديث المصطفى صلى الله عليه وسلم (من لا يشكر الناس لا يشكر الله)، ومن جميل العرفان والتقدير أن يرد الفضل إلى أهله ولذا يسرني أن أُزجي أسمى آيات الشكر والتقدير والإمتنان إلى: د. أحمد الحسن الفكي
الذي أشرف على هذا البحث فقد كان لملاحظاته وعظيم توجيهاته وإرشاداته الأثر البارز فيما توصلت إليه أثناء إعدادي هذا البحث فجزاه الله عني كل خير. والشكر لجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا التي أتاحت لي فرصة الدراسة برحابها كما أشكر كل الذين لم يبخلوا علي بمد يد العون ومساعدتي حتى أنجزت هذا البحث فلهم مني كل شكر وتقدير.

الباحث،،،

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
اية	أ
الإهداء	ب
الشكر والعرفان	ج
مستخلص الدراسة	د
Abstract	هـ
فهرس الموضوعات	و
الباب الاول: الإطار النظري للبحث	
1-1 المقدمة	2
1-2 مشكلة البحث	2
1-3 أهداف البحث	2
1-4 أهمية البحث	3
1-5 منهاج البحث	3
1-6 الدراسات السابقة	3
الباب الثاني: الإشعاع الذري وتفاعله مع المادة	
2-1 التركيب الذري	5
2-2 الأشعة المؤينة	5
2=3 أنواع الإشعاعات المؤينة	6
2-4 تفاعل الإشعاع مع المادة	13
الباب الثالث: حساسية الخلايا وتأثرها بالإشعاع المؤين	
3-1 الحساسية الإشعاعية	17
3-2 التأثيرات البيولوجية للإشعاع المؤين	18
3-3 الوقاية من الإشعاع	24
الباب الرابع: الدراسة الميدانية والتجارب المعملية	
4-1 مواصفات غرفة الأشعة السينية على حسب الطاقة الذرية السودانية	31

4-2 مواصفات غرفة الأشعة السينية بمستشفى الكاملين التعليمي	33
4-3 مواصفات غرفة الأشعة السينية مركز التأمين الصحي بالكاملين	34
4-4 مواصفات غرفة الأشعة السينية بمستشفى التكينة التخصصي	35
4-5 مواصفات غرفة الأشعة السينية بمستشفى الشهيد دكتور ماجد كامل للحوادث بألتي	36
4-6 مواصفات غرفة الأشعة السينية بمستشفى جياد التخصصي	37
4-7 تجربة الكشف عن الأشعة السينية بواسطة غرفة التأين	38
4-8 الخاتمة	**45**
4-9 التوصيات	**46**
المراجع	**47**

المستخلص

هدفت هذة الدراسة الى تقييم الوقاية والسلامة من الاشعاع المؤين بالمستشفيات بمحلية الكاملين ولاية الجزيرة، والكشف عن الأشعة السينية بإستخدام نموذج غرفة التأين بمعمل جامعة السودان للعلوم التكنولوجيا.

ووجد أن الشعاع المؤين في مستشفيات محلية الكاملين هو عبارة عن الاشعة السينية التشخيصية واوضحت الدراسة الميدانية أن غرف الاشعة السينية بمستشفيات المحلية وهي مستشفى الكاملين التعليمي ومركز التأمين الصحي بالكاملين ومستشفى التكينة التعليمي ومستشفى الشهيد الدكتور ماجد كامل للحواث بألتي ومستشفى جياد التخصصي وان غرف الاشعة السنية غير مطابقة للمواصفات العلمية وانها لاتخضع لضبط الجودة السنوي من قبل هيئة الطاقة الذرية السودانية، ومن خلال التجربة تم الكشف عن الأشعة السينية وقياس تيار التأين.

خلصت الدراسة الميدانية أن مركز التأمين الصحي بالكاملين هوالذي خضع لضبط الجودة للجاهز وللغرفة وأن الغرفة مطابقة للمواصفات العلمية على حسب مواصفات هيئة الطاقة الذرية السودانية.

Abstract

The aims of study the protection and safety of ionizing radiation in hospitals of Alkomlin locality Gazera_ was assessed. and Detection of X-rays using a form ionization chamber laboratory Sudan University of Science and Technology.

It was found that the beam of ionizing in full locality hospitals is an X-ray diagnostic and said the field study that X-ray rooms of local hospitals, a full teaching hospital and health insurance center Eaji and Teaching Hospital Altekinh Hospital Martyr Dr. Majid full Hawwat Balti and hospital horses Alt_khassiwan dental X-ray rooms do not match Scientific specifications and it is not subject to adjust the annual quality by the Atomic Energy Commission of Sudan. Through the experiment it was detected X-rays to measure the ionization current.

The field study concluded that health insurance center Eaji Hoalve underwent quality control of the ready room and room and matching scientific specifications Depending on the specifications of the Atomic Energy Commission of Sudan.

الباب الأول
الإطار النظري

1-1 مقدمة :

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين ، سيدنا محمد النبي الأمي العربي الصادق الأمين ، وعلى آله وصحبه اجمعين ، والتابعين بإحسان الى يوم الدين ، وبعد

أن اي نشاط أو تعامل إنساني لايخلو من أن يصاحبه أو ينتج عنه فوائد ومخاطر ، فاستخدام الطائرة أو الباخرة أو مشاهدة التلفيزيون أو التعامل مع الإشعاع والمواد المشعة بالرغم من فوائدها إلا انه يصاحبها بعض المخاطر المحتملة وتختلف هذه المخاطر من نشاط لاخر ، كما أن المخاطر المصاحبه لنشاط ما يمكن أن تزداد بإساءة التعامل أو الجهل بها أو بحجمها، فمنذ اكتشاف الاشعة لاحظ الانسان قدرتها على أختراق الاجسامالمختلفة وا عطاء صور داخلية لجسم الانسان وتراكيب المعادن الداخلية التي لم يكن قادر على رؤيتها بالعين المجرده، ولجهل الانسان بمخاطر هذه الأشعه فقد اساء واسرف في استخدامها وقد ادى ذلك الاستخدام العشوائي إلى حدوث محزنة حيث أصيب الكثير من أطباء الاشعة الاوائل بالسرطان وكانت هذه الحوادث نتيجة حتمية لجهل هذا الجيل الاول من الاطباء والعلماء بمخاطر مايتعاملون معة من أشعة وعدم الفهمن الدقيقى لها ، وبجهود هذا الجيل الاول من العلماء تم التعرف على الكثير من خواص هذه الأشعة وأنواعها ومخاطرها والاساليب الصحيحة للتعامل معها وتم التعرف على العديد من أنواع الاشعة المؤينه ومنها الاشعة السينية وأشعة جاما وجسيمات الفا وبيتا وجميع هذة الاشعة لايمكن احساسها ولكن يمكن التعرف عليها وأنواعها بإستخدام أجهزة الكشف الخاصه بها ، و هذا البحث يحوي أنواع الاشعاع المؤين وتفاعل الاشعاع المؤين مع الماده وحساسية وتأثير الاشعاع المؤين على الخلايا والوقاية من الاشعاع وطرق الكشف عنه و مواصفات غرف الاشعة السينيه بالمستشفيات ومقارنتها بغرف الاشعة السينيه مشتشفيات محلية الكاملين .

1-2 مشكلة البحث

معرفة أنواع واخطار الاشعاع المؤين بالمستشفيات بمحلية الكاملين وذلك لرفع وعي المجتمع بخطورة التعرض للأشعاع المؤين والوقاية منها.

1-3 أهداف البحث

1-التعررف على انواع الاشعاع المؤين بالمستشفيات بمحلية الكاملين

2-التعرف التعرف الاخطار الناتجة عند التعرض للاشعاع المؤين

3-التعرف علي كيفية الوقاية من الاشعاع المؤين والكشف عنه

4-التعرف على مواصفات غرف الاشعة السينية بمستشفيات محلية الكاملين

1-4 منهاج البحث

المجال المكاني والزماني للبحث

تم البحث بمحلية الكاملين وهي تقع في الجزء الشمال الغربي من ولاية الجزيرة وبها عدد اربعة مستشفيات تتعامل مع الاشعاع المؤين وهي عبارة عن غرف الاشعة السينية التشخيصية وهي مستشفى الكاملين التعليمي ومركز التأمين الصحي بالكاملين ومستشفى التكينة الريفي و مستشفى جياد التخصصي ومستشفى الشهيد الدكتور كامل ماجد للحواث بألتي.

تمت الدراسة عام 2015 م

1-5 البحوث السابقة

لايوجد بحوث سابقة بمحلية الكاملين

1-6 هيكلة البحث

تم تقسيم البحث الى اربعة فصول , الفصل الاول الطار العام للبحث ويحتوي على المقدمة ومشكلة البحث واهداف البحث والبحوث السابقة والفصل الثاني اساسيات الاشعة المؤينه ويحتوي انواع الاشعاع المؤين وتفاعل الاشعاع المؤين مع المادة والفصل الثالث حساسية الخلايا للاشعاع المؤين وتأثير الخلايا بالاشعاع المؤين والوقاية من الاشعاع المؤين والكشف عن الاشعاع المؤين والفصل الرابع يحتوي على مواصفات غرف الاشعة السينية على حسب الطاقة الذرية السودانية ومواصفات غرف الاسعة السينية بمستشفيات محلية الكاملين .

الباب الثاني
الاشعاع المؤين وتفاعلةمع المادة

2-1 التركيب الذري :

يتعلق استقرار العناصر بتركيبها نواة صغيرة مركزية شحنتها موجبة

والكترونات سالبة الشحنة تدور فِ كون النواة من عدد من البروتونات

وعدد من النيترونات ويعد النيوترون والبرتون حالتين مختلفتين لجسم واحد يسمى "النيوكلون" ويطلق على

عدد البوتونات في النواة أسم "العدد الذري " ويرمز لة بالرمز (z)ويكون مساويا لعدد الالكترونات خارج النواة ويطلق على مجموع البرتونات والنيوترونات داخل النواة أسم "العدد الكتلي " ويرمز له بالرمز (A). وتحدد الصفات الكيماوية لأي عننصر بعدد الإلكترونات في ذراتة وطبيعة توزيعها في المدارات حول النواة والتي تتمثل في ما يسمى بمستويات الطاقة وبينما تحتوي ذرات العنصر الواحد على عدد ثابت من البروتونات في النواة فأنها قد تحتوي على أعداد مختلفة من النيوترونات حيث يؤدي هذا إلى تغير في كتلها الذرية وخواصها النووية لكنه لا يغير شيئا من خواصها الكيماوية التى تتحدد بعدد الإلكترونات وطبيعة توزيعها فقط , وتسمى نوى العنصر الواحد التي تحتوي على عدد مختلف من النيوترونات وعدد مساوي من البروتونات ب"نظائر العنصر" ولبعض العناصر اكثر من نظير واحد فللحديد أربعة نظائر وللكربون ستة نظائر وللقصدير عشرة نظائر , وتمتلك العناصر ذات الأعداد الذرية الزوجية عددا أكبر من النظائر التي تملكها العناصر ذات الأعداد الذرية الفردية , تميل البروتونات إلى تشكيل مجموعات ثنائية داخل النواة , فإذا كان عددها زوجيا وجد كل بروتون نيوترونا يأتلف معة في مجموعة , وهكذا تتكون النوى الاكثر استقرارا , أما اذا كان العدد الذري فرديا فإن بروتونا منفردا يبقى طليقا داخل النواة مسببا في ضعف تماسكها , والشئ نفسة ينطبق على النيوترونات داخل النواة . وتسمى الطاقة اللازمة لتجزئة نواة الذرة إلى مكوناتها من النيوكلونات بطاقة الربط , وهي عبارة عن فرق الطاقة بين مستوى النيوترونات و البروتونات الحرة ومستوى النواة المكونة لها[1].

2-2 الأشعة المؤينة :-

تنشأ الأشعة المؤينة أما عن إنحلال نوى العناصر غير المستقرة وانبعاث جسيمات منها , إذ يتولد من إنحلال هذة النوى عناصر جديدة في أغلب الاحيان تنبعث مع كمية الإشعاعات, أو أن تنشأ الأشعة المؤينة من انتقال الإلكترونات من مستوى طاقة إلى أخر فتنبعث طاقة فوتونية إلى خارج الذرة وا ذا امتلكت الأشعة المؤينة طاقة كبيرة فإنها سوف تتمكن من ازاحة الإلكترونات من الذرات التي تصدم بها وتتحول الذرة إلى ايون موجب الشحنة وهذا مايسمى بالتأين ويطلق على الالكترون السالب والأيون الموجب المتولدان اسم "الزوج الأيوني " . والجسيمات التي تكون الإشعاع المؤين نوعين , النوع الاول يمثل الجسيمات المشحونة كجسيمات بيتا ' البوزترونات ' البروتونات ' ودقائق ألفا ' وجميعها تستطيع أن تؤين المادة بشكل مباشر إذا كانت طاقتها تكفي لذلك ولذا تسمى ب" الأشعة المؤينة المباشرة " والنوع

الثاني من الأشعاع المؤين يمثل الجسيمات غير المشحونة كالنيوترونات والأشعة الفوتونية وهي تتفاعل مع الذرات التي تصطدم بها فيصدر عن ذلك جسيمات ثانوية مشحونة كالإلكترونات في حالة الفوتونات والبروتونات في حالة النيوترونات وتستطيع هذة الجسيمات الثانوية ان تؤين ذرات المادة عند تفاعلها معها , لذا تسمى مثل هذة الإشعاعات ب "الأشعة المؤينة غير المباشر ة " وتتفاعل معظم الجسيمات المشحونة وغير المشحونة مع الإلكترونات المدارية للذرات حيث يمكنها أن تولد أزواج أيونية إذا كانت طاقتها اكبر من " جهد التأين " لتلك الذرات , وجهد التأين هو أقل طاقة لازمة لحدوث عملية التأين.

2-3 أنواع الإشعاعات المؤينة :-

يمكن تصنيف الإشعاعات المؤينة اعتمادا على قابليتها على إحداث التأينات في المادة إلى نوعين اساسيين هما :

الإشعاعات المؤينة المباشرة

الإشعاعات المؤينة غير المباشرة

2-3-1 الإشعاعات المؤينة المباشرة :

ويمثل الإلكترون نموذجا للجسيمات المشحونة حيث يعتبر توليد الإلكترونات السريعة داخل المادة أحد النتائج المهمة لتصادم الفوتونات مع المادة ويعتبر كذلك من أساسيات ميكانيكية عملية استقرار الطاقة بشكلها النهائي داخل التراكيب الكيميائية للمحيط البيولجي ,ومن أهم تلك الإشعاعات مايلي :

- **جسيمات ألفا (α):-**

وهي عبارة عن ذرات عنصر الهليوم نزعت عنها إلكتروناتها وما تبقى منها عبارة عن بروتونات ونيترونات ونيوترونات تحدد مع بعضها داخل النواة بفعل قوى نووية كبيرة , وتمتلك هذة الجسيمات شحنة موجبة مضاعفة وتكون كتلتها 4.033 مرة أكبرمن وحدة الكتلة الذرية ونظارا لكتلة جسيمات ألفا الكبيرة فإنها تحتاج إلى طاقة كبيرة كي تتحركة بالسرعة النسبية , وقوتها النفاذية ضعيفة بحيث يمكن امتصاصها بورقة عادية خفيفة . غيير أن هذة الاشعة تمتاز بقوة التأيين للوسط الذي تمر فية مما يشكل خطرا كبيرا على الانسان او الحيوان إذا ما تمكنت من الدخول الى جسمه . وتنطلق أشعة ألفا عادة من العناصر الثقيلة مثل اليورانيوم والبلوتونيوم .

وتعتمد طاقة دقائق ألفا المنبعثة من تحلل العناصر على عمر النصف للعنصر الأولي حيث كلما كان عمر النصف قصيراً كانت طاقتها أكبر , وتتولد دقائق ألفا من تحلل النوي الثقيلة , وتعبر المعادلة التالية عن طبيعة هذا النوع من التحلل

$$^{A}X_{Z} \longrightarrow {}^{A-4}Y_{Z-2} + {}^{4}He_{2} + \gamma + Q \qquad (2\text{-}1)$$

حيث X يمثل العنصر الاصلي و Y يمثل العنصر المتولد ويلاحظ أن العدد الذري للعنصر المتولد أقل من العدد الذري للعنصر الاصلي بمقدار 2 والعدد الكتلي أقل بمقدار 4 ويلاحظ أيضاَ أن انبعاث أشعة قاما .

- **-دقائق بيتا (β^{-}) :**

وهي عبارة عن جسيمات عالية السرعة تتولد من النواة وتمتلك خواص الإلكترونات والفرق الاساسي بينهما يتمثل في أن الإلكتروناتتتبعث من مدار ات الذرات بينما تتبعث جسيمات بيتا من داخل النوي وتصاحب جسينات بيتا دائماً جسيمات عديمة الشحنة والكتلة تسمي "النيوترينو المضاد" بينما لا تصاحب مثل هذه الجسيمات اللإلكترونات وعندما تكون غنية بالنيترونات أكثر من خط الأستقرار النووي فان هذه النوي تتحلل باعثة دقائق بيتا السالبة كما يتضح ذلك من المعادلة التالية :

$$^{A}X_{Z} \longrightarrow {}^{A}Y_{Z+1} + \beta^{-} + \gamma + \nu_{-} + Q \qquad (2\text{-}2)$$

حيث أن ν^{-} يدعي بمضاد النيوترون , و Q تمثل الطاقة الكلية المتحررة من التحلل , ويلاحظ أن العنصر المتولد قد زاد فية العدد الذري وحدة واحدة بسبب فقدانة شحنة سالبة هي دقائق بيتا كما يلاحظ أن انبعاث دقئق بيتا قد يصحبة انبعاث أشعة قاما وكذلك انبعاث ما يسمى بالنيوترينو المضاد وهو جسيم متعادل الشحنة كتلتة تقترب من الصفر ولا يلعب دوراً في التأثيرات البيولوجية للإشعاع .وقدرة اشعة بيتا على التأين ضعيفة اذا ما قورنت بأشعة الفا , أما قدرتها النفاذية فتعادل مائة مرة قوة نفاذية ألفا .

- **البوزترونات (β^+):**

وهي عبارة عن إلكترونات ذات شحنات موجبة تنشأ من تحول البروتونات إلى نيوترونات داخل النواة حسب المعادلة التالية :

$$p \longrightarrow n+e^{+}+v \qquad (2\text{-}3)$$

حيث v يمثل مايدعى بالنيوترينو , وينبعث كلاً من البوزترون والنيوترينو خارج النواة ويبقى النيوترون داخل النواة محولاً إيها إلى نواة عنصر جديد والبزترون هو الجسيم المضاد للإلكترون ويسمى أحياناً "بالنيكتون"وعمره الحر قصير جداً وعند اتحاده مع الإلكترون يفني مكوناً اثنان من الفوتونات ينبعثان بإتجاهين متعاكسين طاقة كلاً منهما 0.511 ميكا إلكترون فولت , أما بالنسبة للعلاقة بين المدى والطاقة للإلكترون الموجب فتتبع نفس العلاقات بالنسبة للإلكترون السالب .[1].

- **ألباي ميزونات π:**

وهي عبارة عن جسيمات أكبر كتلة من الإلكترون بحوالي 273 مرة ويمكن توليدها من تعجيل البروتونات إلى طاقة 400-800 ميقا إلكترون فولت وذلك بواسطة أجهزة معقدة التركيب تسمى بالسنكروسايكلتون أو بواسطة المعجلات الخطية , ويتواجد الباي ميزون أو "البيون" على هيئة سالبة أو موجبة أو متعادلة ولا يوجد وضع ثابت لة حيث أن عمر بقائه بصورة حرة صغير جداً مقارنة بالإشعاعات الاخرى المستخدمة في العلاج الطبي حيث يبلغ مدة بقائة بحدود 2.54×10^{-8} ثانية فقط ويمكن الاستفادة من الباي ميزون السالب في مجال العلاجل الطبي حيث يستخدم لهذا الغرض π^-, ذو طاقة بحدود 40—90 ميقا الكترون فولت والذي يمتلك قابلية نفاذ داخل الجسم تصل الى عمق 6—13 سم .والباي ميزون سالب عبارة عن جسيم سالب الشحنة متوسط الحجم يكون اكبر من كتلة الإلكترون بحدود 273 مره واصغر من كتلة البرتون بحدود 6 مرات ويتواجد الباي ميزون في الطبيعة على هيئة سحابة نووية حيث من المعتقد أن بقاء واستقرار النيوترونات والبرتونات داخل النواة هو سبب التبادل المشترك لجسيمات الباي ميزون . ويتولد الباي ميزون من اي تصادم نووي شرط أن تمتلك الجسيمات الاولية المتفاعلة طاقة كافية لتوليد الباي ميزون المطلوب حيث يمكن أن يتولد البيون

من تصادم إلكترونات أو بروتونات سريعة مع هدف معين إلا إن البروتونات أكثر استخداماً حيث يتولد منها فيض كثيف من π^- فعند تسليط بروتون ذو طاقة بين 400--800 ميقا إلكترون فولت على هدف من البريليوم فسوف يتولد من هذا التصادم π^+ و π^-و أخر π متعادل في نفس الوقت . ويمر الباي ميزون خلال نسيج الجسيم بشكل يماثل أي من الجسيمات الثقيلة المشحون حيث يفقد طاقتة بإحداث التهيج والتأين ويتوقف بعد أن يقطع مسافة تعتمد على طاقته الاولية .[2].

- **البروتونات :-**

وهي عبارة عن جسيمات موجبة الشحنة أثقل من الإلكترونات بحوالي 2000 مرة ولذلك فأنها تحتاج إلى أجهزة معقدة لتعجيلها والاستفادة منها طبياً ويمتاز البروتون من النواحي العلاجية بجودة عالية في طبيعة توزيع الجرعة الاشعاعية ضمن منطقة الحزمة الإشعاعية .

- **الأيونات الثقيلة :**

وهي عبارة عن نوى لعناصر مثل النايتروجين ,الكاربون , البورون , النيون أو الأرقون وهي جميعها موجبة الشحنة ولكي يتم الاستفادة منها طبياً يجب تعجيلها الى طاقات عالية , وبزيادة كتلة الأيون تزداد الحاجة الى تسريعه إلى سرع عالية تمكنة من النفاذ الى العمق المطلوب لغايات العلاج الطبي والأيونات الثقيلة عبارة عن جسيمات مشحونة ذات قابلية لتأين المواد بصورة مباشرة وتتصف جميعها بان جرعها الأشعاعية التي تعطيها في بداية المسار ثابتة تقريباً وتزداد بشكل مفاجئ في نهاية المسار وذلك يتناسب مع العدد الذري للأيون كما أن سعة منطقة القمة التي يحصل فيها فقدان عالي للطاقة تكون اضيق كلما زاد العدد الذري للأيون وتكون الأيونات الثقيلة مساراً على هيئة عمود كثيف من الأيونات خفيفة الكتلة التي تز داد كثافة كلما اقتربنا من نهاية المسار وكلما اقتربنا من مركز مسار الايون الأولي . ويحيط بالمسار المتأين الكثيف منطقة متأينة اقل كثافة على هيئة إشعاعات إلكترونية تسمى " أشعة دلتا " (δ) وهي عبارة عن إلكترونات تم انتزاعها من عمليات التأين الكثيفة للذرات وتمتلك طاقة ومدى عالي نسبياً وتتجة الى الأمام

2-3-2 الاشعاعات المؤينة غير المباشرة :-

- **الأشعة الكهرو مغناطيسية :**

وهي عبارةعن موجات تتكون من مجالين كهربائي ومغناطيسي وكلاهما متعامدان وعموديان على إتجاه سير الموجة التي تتحرك بسرعة الضو ء في الفراغ , ويتباين تردد الأشعاعات الكهرومغنطيسية من 10 إلي 10^{24} هرتز واربما أكبر من ذلك وهذا المدي الواسع من التردد يغطي عدد كبير من الإشعاعات المعروفة لنا والتي تؤلف الطيف المتصل من الأشعاعات الكهرومغناطيسية ويمكن تقسيم طيف الأشعه الكهرومغناطيسية إلي ثلاث مناطق رئيسية هي منطقة الطيف المرئي ومنطقة الطيف المؤين ومنطقة الطيف الراديوي , أما المناطق الأخري مثل منطقة الاشعة فوق البنفسجية ومنطقة الأشعة تحت الحمراء فتقع علي طرفي منطقة الطيف المرئي , وكذلك تقع منطقة الموجات الراديوية والأشعاعات المايكروية ضمن منطقة الطيف الراديوي .

والبنية الأساسية لكل نوع من هذه الإشعاعات هي الفوتونات التي هي عبارة عن حزم من الطاقة تتألف من مجال كهربائي وأخر مغنطيسي يسيران بسرعة الضوء , والفرق الوحيد بين فوتونات الإشعاعات المختلفة هو التردد والطول الموجي , ولاتعتبر الموجات فوق الصوتية من ضمن الطيف الكهرومغناطيسي حيث لا تتالف من الفوتونات ولاتمتلك سرعة ثابته وهي عبارة عن موجات من الجزيئات المتحركة .

تؤلف الجزيئات الراديوية (R F)حيزاً كبيراً من مساحة الطيف الكهرو مغناطيسي وهي تمتلك طاقة منخفضة وطول موجي كبير .

- **الأشعة السينية :-**

أكتشفت الأشعة السينية علي يد رونتجن عام 1895 م اثناء دراسته تألق الأنابيب المفرغة عند تسليط فرق جهد عالي بين نقطتين السالب والموجب الكاثود والأنود فقد لاحظ حصول توهج في حاجز من سيانيد البلاتين والباريوم الموضوع بالقرب من الأنبوبة . عند وضع مواد أخري مختلفة السمك بين الحاجز والانبوب وجد أن شدة التوهج تقل بزيادة السمك ولكن لاتنعدم نهائياً فاستدل من ذلك على أن لهذه الأشعة قدرة كبيرة على اختراق الألواح الفوتوغرافية وعلي تأين الغازات , وقد وجد رونتجن ان هذه الأشعة تنتقل بخطوط مستقيمة من مصادرها ولا يتغير اتجاهها او ينحرف بتأثير المجال الكهربائي أو المغنطيسي ممايدل علي انها ليست جسيمات مشحونة , وقد برهن فون لاوا عام (1913) علي تداخل هذه الأشعة وانها موجات مستعرضة مشابه لأمواج الضوء و أنها موجات كهرومغنطيسية . يتراوح الطول

الموجي للأشعة السينية 0.1 A (وهو الحد الادنى لأشعة جاما)و 100 A (وهو الحد الاقصى للموجات فوق البنفسجية) ومن المعلوم أن الأشعة السينسة تتكون أما نتيجة لانتقال الإلكترونات بين مستويات محدودة الطاقة أو نتيجة لتغير تسارع الإلكترونات خلال المادة , ويتولد عن الحالة الأولي أشعة سينية ذات طيف خطي حاد غير متصل يعد صفة مميزة للذرة الباعثة للطيف ويمكن أستخدامه لمعرفة نوع العنصر الذي ينبعث منه كما في حالة الأطياف الذرية . أما الحالة الثانية فتولد أشعة سينية ذات طيف متصل يحتوي على أطوال موجية مختلفة .[3].

- **أشعة جاما (γ)**

لقد اثبتت التجارب ان أشعة جاما ليست الا موجات كهرومغناطيسية تحمل طاقة عالية قد تصل الى عدة ملايين من الإلكترون فولت حيث ذلك يعتمد على قوة المصدر ولهذة الأشعة القدرة الكبيرة على النفاذ كلما زادت طاقتها ونظراً لخطورة هذة الأشعة على الانسان تستخدم قطع الرصاص السميك حيث يتراوح هذا السمك بين 5—10 cm للحماية ولحفظ مصادر هذة الأشعة و تنطلق أشعة جاما من المصادر المشعة الصناعية أثناء التحلل النووي إذ تعود النوي المتهيجة إلي حالة الأستقرار ببعث الطاقة الزائدة علي شكل أشعة جاما وتسمي النوي في الحالة المتهيجة "الإيزومير النووي" للنوي المستقرة وتمثل بي الصيغة Z_x أما إذا كانت الحالة المتهيجة ذات عمر طويل نسبيا فأن النواة تكون في حالة شبه استقرار فمثلاTc^{99m} يدل علي حالة شبه الأستقرار للتكنيثيوم والذي يبلغ عمر النصف 6.02 ساعة ويتميز طيف أشعة جاما بانه ليس مستمر كاطيف الأشعة السينسة

بل هو إشعاع أحادي الطاقة ويعتبر الكوبلت من المصادر الشائعة لأشعة جاما حيث تبعث نواته جسيمات بيتا بطاقة 0.31 ميقا إلكترون فولت ولكن النواة تبقي متهيجة ومحتوية علي طاقة فايضة مقدارها 2.5 ميقا الكترون فولت تبعث هذه الطاقة على مرحلتين الأولي يتم إطلاق فوتون اشعة جاما بطاقة مقدارها 1.17 ميقا إلكترون فولت والثانية بطاقة 1.33 ميقا إلكترون فولت يكون الناتج هو نواة عنصر النيكل المستقر ويمكن استخدام طيف اشعة جاما المنبعثة من العناصر المشعة طبيعياً أو صناعيا لمعرفة نوعية المركبات العنصريه حيث يعتبر طيف اشعة جاما صفه مميزه للنواة بينما يعتبر طيف الاشعه السينيه صفه مميزة للذرة ويمكن استخدام طيف اشعة جاما في تميزالنظائرالمختلفه للعناصر بينما يتعذر ذالك بستخدام طيف الاشعة السينيه .

ولايمكن للاشعاعات الكهرو مغنطيسية احداث التغيرات الكميائية والبيولوجية في الخلايا بنفسها وانما من خلال توليد جسيمات ثانوية سريعة ومشحونة لها القابيلة على التفاعل وأحداث الضرر في الخلايا ويعتمد امتصاص الفوتونات ءعلي طاقة الفوتون وعلي التركيب الكميائي للمادة الممتصة. فعند الطاقات العالية والناتجة من استخدام وحدة الكوبلت العلاجية او المعجلات الخطية مثلا يكون تفاعل كومبتن هو السائد حيث يتصادم الفوتون مع إلكترونات الذرة الضعيفة الربط بالنواة (ألكتورنات المدار الخارجي للذرة) وخلال ذلك يعطي الفوتون جزاء من طاقته عند مساره الاصلي مسببا في احداث مجموعة أخري من التأينات داخل المادة مما يولد مجاميع من الالكترونات ذات طيف متعدد من الطاقات اماعند الطاقات الفوتونية المتوسطه والمستخدمه في التشخيص الاشعاعي يكون تفاعل الفوتونات مزيجا من تصادم كومبتن وتصادم الفوتوالكترك حيث الاول يحدث في الحدود العليا من الطاقه بينما يحدث الثاني في الحدود الدنيا من الطاقات وفي تصادم الفوتوالكترك يصطدم الفوتون مع الكترونات المدرات الداخليه للزرة مدار k ومدا l وخلال زلك بيعطي الفتون كامل طاقته الي تلك الاكترونات حيث يستهلك قسم قليل من تلك الطاقه للتغلب علي طاقه ربط الالكترون بالنواة والقسم الاعظم من تلك الطاقه يزهب كطاقه حركيه للالكترونات المتحررة {الفوتوالكترونات} من حيز الذرة .[2].

- **النيوترونات :-**

اكتشف النيوترون على يد شادوك 1932 حيث لاحظ انبعاث إشعاع عند قصف هدف من البريليوم بجسيمات عالية السرعة , إلا أن القدرة العالية لهذة النيوترونات على تحرير بروتونات سريعة من المواد الهيدروجينية مثل البارافين وعدم قدرتها على التأين المباشر يؤكد عدم امتلاكها للشحنة وقد اجرى شادوك سلسلة من التجارب على ارتداد النويات عند قصفها بالأشعة المنبعثة من البريليوم المقصوف بجسيمات الفا وتوصل إلى أن هذة الأشعة ليست فوتونات وانما تتكون من جسيمات كتلتها قريبة جدا من كتلة البرتون ولكنها عديمة الشحنة سميت بالنيوترونات وتوضح المعادلة التالية انبعاث النيوترون من تفاعل جسيمات ألفا مع البريليوم :

$$^{9}B_{4} + ^{4}He_{2} \longrightarrow ^{12}c_{6} + ^{1}n_{0} \qquad (2-4)$$

وعلى الرغم من أن النيوترون هو احد الجسيمات الأساسية إلا انه يمكن أن يتحلل بنصف عمر مقدارة 12 دقيقة إلى برتون ودقائق بيتا ونيترون وتسمى النيوترونات ذات الطاقة المنخفضة النيوترونات الحرارية حيث انها في حالة توازن حراري مع المحيط الذي تتحرك فية وتكون طاقتها مساوية إلى الطاقة الحركية لجزيئات الوسط وللنيترونات الحرارية كما للبرتونات وأشعة جاما القدرة على تنشيط المواد إشعاعياً وجعلها مشعة , لذا فالتعرض المباشر لتأثيرها قد يؤدي إلي إضرار صحية مبعثها التنشيط الإشعاعي النيوتروني لأنسجة الجسم الحي

2-4 تفاعل الإشعاع مع المادة :-

تتفاعل الاشعة مع المادة التي تصطدم بها ضمن خمسة عمليات أساسية تعتمد على طاقة الإشعاع والعدد الذري للمادة وهي

2-4-1 التشتت الكلاسيكي :

يحدث هذا التفاعل عند مرور موجة كهرومغناطيسية بالقرب من الالكترون مما يجعله في وضع تذبذب هذا الالكترون المتذبذب سوف يبعث بدوره مره اخرى الطاقة وبنفس تردد الموجة الكهرومغناطيسية الساقطة , هذه الأشعة الكهرومغناطيسية المتشتتة لها نفس الطول الموجي للأشعة الساقطة , لذا لايوجد طاقة تم تحويلها الى حركة إلكترونية أو تم امتصاصها في الوسط و والتاثير الحاصل هو تستت الفوتون الساقط بزاوية صغيرة جداً , وهذا التفاعل اكثر حدوثاَ في المواد ذات العدد الذري الكبير وعند الطاقات المنخفضة للفوتونات الساقطة [1]

2-4-2تفاعل الفوتوا إلكترك :

ويحث هذا التفاعل في حدود الطاقات المنخفضة من الإشعاع الفوتوني حيث يعطي الفوتون كامل طاقتة إلى أحد إلكترونات المدارات الداخلية للذرة مسبباً في خروج هذا الإلكترون إلى خارج حيز الذرة ويسمى عندئذ بالإلكترون الفوتونيولقد وجد إن احتمالية هذا النوع من التصادم تز داد بزيادة العدد الذري للمادة, أما الفراغ الحاصل من انبعاث الإلكترون خارج الذرة فسوف يشغل من قبل إلكترون أخر من أحد المدارات العليا مما يؤدي إلى انبعاث فوتوني ذو طاقة مساوية للفرق بين طاقة مداري الانتقال الإلكتروني وبذلك فإن الطاقة الحركية (K.Ee) للإلكترون المنبعث من الذرة تساوي الفرق بين طاقة الفوتون الساقط $h\gamma$ وطاقة ربط الإلكترون في مداره E_b حسب المعادلة التالية :

$$K.E_e = h\gamma - E_b \qquad 2\text{-}5$$

وتزداد احتمالية حدوث تصادم الفوتوا ٍلكترك مع الإلكترونات المدارية كلما كانت طاقة الفوتون مساوية أو أعلى قليلا من طاقة ربط الإلكترون في مداره[4].

2-4-3 تشتت كومبتن :

ويحدث هذا النوع من الامتصاص في الطاقات المتوسطة للإشعاع حيث يعطي الفوتون جزء قليل من طاقته إلي الإلكترون شبه الحر في محيط الذرة والذي يكون ضمن المدارات الخارجية للذرة مسبباً في خروجه خارج حيز الذرة ويسمى هذا الإلكترون بالكترون كومبتن , أما الفوتون بعد أن يفقد جزء من طاقته سوف ينحرف عن مساره الأولي مما قد يتسبب في تصادمات أخرى داخل المادة , ولايعتمد هذا النوع من التصادم على العدد الذري للمادة بشكل كبير بل يعتمد على كثافة المادة بشكل اكبر .ويحصل هذا النوع من التصادم بين الفوتون والكترونات المدارارت الخارجية للذرات حيث تكون هذه الالكترونات ضعيفة الترابط بالنواة وقد تكون شبه حرة و وخلال هذا التصادم يعطي الفوتون جزء من طاقته للالكترون شبه الحر مسبباً في انبعاثه خارج حيز الذرة بزاوية φ, أما الفوتون الاصلي فانة بما تبقى من طاقته الاولية سوف ينحرف عن مساره بزاوية θ ويسمى عندئذ بالفوتون المتشتت وبذلك فان التغير في طاقة الفوتون لابد أن يساوي الطاقة الحركية للالكترون المنبعث والذي يسمى بإلكترون كومبتن[4].

2-4-4 التصادم المولد للجسيمات المزدوجة :

يحدث هذا التصادم في حدود الطاقات العاليا عندما يمر الفوتون قرب المجال الكهربائي لنواة الهدف مما يتسبب في تهيج النواة وا ٍنبعاث إلكترون وبوزترون منها , ويعتبر هذا النوع من التصادم غير مهم في التشخيص الإشعاعي لما يتضمنه من طاقات عالية , ويبين الشكل رقم () طبيعة التفاعل بين الفوتون الساقط والذرة عندما تكون طاقة الفوتون اكبر من 1.022 ميقا الكترون فولت حيث يمر الفوتون قرب المجال الكهربائي للنواة مما يتسبب في تهيج النواة ويؤدي إلى إنبعاث زوج من الجسيمات المشحونة وهما عبارة عن إلكترون سالب e^-وا ٍلكترون موجب e^+ حيث يتحرك الجسيمان بعيداً عن بعضهما البعض وبعيداً عن خط سير الفوتون الأولي ويعتمد ذلك على طاقة الفوتون الأولي[4].

2-4-5 التحلل الفوتوني :

ويحدث هذا التحلل عندما تكون طاقة الفوتون الساقط اكبر من 10 ميقا الكترون فولت حيث يتمكن من الإفلات من التصادم مع الإلكترونات ويمتص من قبل النواة مسبباً في تهيجها حيث سرعان ما تحاول التخلص من طاقة التهيج باعثة انشطارات نووية[1].

الباب الثالث
حساسية الخلايا وتأثرها بالإشعاع المؤين

1-3 الحساسية الإشعاعية :

تختلف الخلايا في سرعة تأثيرها بالإشعاع الؤين حيث يمكن تصنيفها الى خلايا حساسة للإشعاع وهي الخلايا التي تكون في طور الانقسام بتردد عالي وتسمى بالخلايا المولدة ومن امثلتها خلايا نخاع العظم والخلايا التناسلية وخلايا متوسطة الحساسية ومن أمثلتها خلايا الكبد وخلايا الكلية وخلايا الغدة وخلايا ضعيفة الحساسية ومن أمثلتها خلايا العضلات والاعصاب والجدول رقم 3-1 يوضح حساسية انسجة الجسم للاشعاع

جدول رقم (3-1): يوضح حساسية انسجة الجسم للإشعاع

	العضو	الحساسية
*** حساسة جداً	خلايا الجنين	***
	الغدد الجنسية	***
** حساس	المعدة والامعاء	***
	الجهاز التنفسي	***
* ضعيف	بصيلات الشعر	***
	الجلد	**
-غير حساس	العين	**
	الاوعية الدموية	**
	الكبد	*
	الكلية	*
	الرئه	*
	القلب	*
	العضلات	*
	العظام	-

يتضح من الجدول اعلاة أن الاعضاء والغدد المنتجة للدم , وخلايا الغشاء المخاطي للجهازين الهضمي و التنفسي والغدد الجنسية وبصلة الشعر تمتلك حساسية عالية للاشعاع المؤين لأن هذة الخلايا سريعة الانقسام والتجدد وينطبق هذا ايضاً على حساسية الجنين البشري قبل الولادة خاصة في اسابيع تكوينه الاولى التي تتميز خلاياه بالانقسامات السريعة ويؤدي تعرضة لجرعة إشعاعية تتجاوز 0.5 سيفرت إلى احداث تغير في معدل انقسام الخلايا و يمكن أن يودي ذلك إلى تشوهات تصيب عضواً أو اكثر أو تؤدي الى اسقاط الجنين لذا يوصى بعدم تعرض الام والجنين الى جرع إشعاعية مؤثرة تزيد على 0.5-0.25 سيفرت [1]

2-3 التأثيرات البيولوجية للإشعاع المؤين :

تأثير الإشعاع على جسم الانسان هو ناتج تدمير الخلايا منفصلة ويمكن ان يقسم الى مجموعتين

1-2-3 التأثيرات الجسيمية :

وهي التي تنشأ عن تدمير الخلايا الاعتيادية للجسم وتقسم الى تأثيرات مبكرة وأخرى متأخرة

1-1-2-3 التأثيرات الجسيمية المبكرة :

تظهر عندما يتعرض كل الجسم او جزء كبير منه إلى جرعة عالية من الاشعاع في فترة زمنية قصيرة جداً يوم واحد أو أقل وتسمى هذة التأثيرات بالتأثيرات الحادة وتظهر أثارها في الخلايا الجسدية بعدأن تتجاوز الجرعة حداً معيناً , ويزداد التأثير البيولوجي للإشعاع زيادة مطردة بعد تجاوز هذا الحد المعين ,وأن التعرض المتكرر لجرع إشعاعية صغيرة دون الحد المذكور قد تتسبب في أحداث ضرراً مبكرا ينشأ عن تراكم تأثير هذة الجرعات داخل الجسم , ويبلغ حد التأثير الفعال للجرعة الاشعاعية في جسم الانسان بين 0.25--0.5 سيفرت . ويعتمد التأثير البايولوجي على معدل الجرعة حيث يقل التاثير كلما طالت الفترة الزمنية للتعرض .في الجدول التالي أهم التاثيرات الناتجة عن التعرض إلى جرع عالية من الإشعاع.

جدول رقم (3-2) يوضح التأثيرات المحتملة للجرع الاشعاعية المختلفة على الجسم

جرعة التعرض "سيفرت"	التأثيرات المحتملة التي يمكن ملاحظتها
0.05---0.75	انحراف الكروموسومات نقصان مؤقت في كريات الدم البيضاء
0.75--- 1	قيئ لدى 5—50 من الاشخاص المعرضين خلال بضع ساعات وغثيان ثم فقدان الشهية وا إسهال ونحول , تغيرات طفيفة في بعض خلايا الدم , الشفاء من معظم هذة الاعراض خلال بضع أسابيع
3---6	قيئ خلال ساعتين أو أقل , الجرع التي تتعدى 3 سيفرت تحدث تغيرات حادة في خلايا الدم , نزف دموي ,زيادة الالتهابات ,وا إسهال خلال الساعات الاولى , تساقط الشعر بعد اسبوعين .الشفاء خلال أشهر الى سنة لمعظم المتعرضين عندما تكون الجرعة في المدى المنخفض , أما في المدى العالي للجرع فإن 20 في المائه فقط من الأشخاص المعرضين قد يبقون على قيد الحياة
6---10	قيئ خلال ساعة واحدة ,تغيرات حادة جدا في خلايا الدم , نزف دموي وا إسهال شديد ,ونحول عام مع التهاب في الفم والبلعوم وارتفاع درجات الحرارة , فقدان الشعر . يتوفى 80—100 من المعرضين للإشعاع خلال شهرين

ويلاحظ من الجدول اعلاه أن الجرعة الصغيرة بحدود 1 سيفرت لاتولد أعراضاً يمكن ملاحظتها طبيعاً أما التعرض إلى جرع تزيد عن 25 سيفرت يمكن أن يودي إلى أعراض يسهل قياسها مختبرياً ومن أهم ظواهر التعرض الى جرع إشعاعية عالية ما يلي [1]

- **الغثيان والقيئ** :

يعتبر الغثيان المبكر والتقيؤ الحاد مؤشراً على التعرض إلى جرع عالية من الإشعاع بينما يدل التقيؤ المتأخر على أن التعرض ضمن حدود 0.75—2 سيفرت , ويؤدي التعرض إلى جرعة تقل عن 1 سيفرت إلى غثيان ويصبح التغير ملحوظا عند جرع بحدود 2—4 سيفرت ويكون حاداً عند بلوغ

الجرع المكافئة حدود 8 سيفرت ويمكن أن يزول الغثيان الناتج عن الإشعاع خلال بضعة أيام وقلما يستمر لأكثر من أسبوع وأحد بعد التعرض .

- **تغير مكونات الدم** :

قد يؤدي التعرض إلى جرع تزيد على 0.25 سيفرت إلى تناقص عدد كريات الدم البيضاء ويحدد مدى التناقص ومعدل العودة إلى الحالة الطبيعية مسار التحولات التي تحدث في الأيام الأولى من التعرض . ويبدأ تناقص الكريات اللمفاوية بعد أيام قليلة من التعرض للجرعة ويستمر لفترة تقدر بحدود ثلاثة إلى خمسة أسابيع ما لم يطرأ الموت خلال هذة الفترة فإن العودة إلى الحالة الطبيعية سيتم بعد عدة أشهر من التعرض .عند تعرض الجسم لجرعة إشعاعية مقدارها 3 سيفرت يؤدي الى النقص الحاد في عدد كريات الدم البيضاء واإلى ضعف مقاومة الجسم للألتهابات أما نقص الصفائح الدموية فيؤدي إلى صعوبة تخثر الدم في حالات النزف الداخلي . وتجدر الأشارة إلى أن الصفائح الدموية وكريات الدم الحمراء عبارة عن جسيمات خالية من النواة لذا فهي لا تتأثر بالإشعاع بشكل مباشر أما النقص في عددها يعود لمحتواها الحيوي . ويمكن أن تؤدي جرعة بحدود 4—13 سيفرت إلى تخريب الأنسجة المكونة لخلايا الدم وا ٍلى الوفاة خلال إربعة إلى ستة أسابيع أما الجرعة بين 12—20 سيفرت فتؤدي إلى تخريب النسيج المبطن للأمعاء وا ٍلى الوفاة خلال أسبوع أو أسبوعين ويؤدي التعرض إلى جرع تزيد عن 20 سفيرت إلى موت الكائن خلال أربعين ساعة نتيجة تحطم الجهاز العصبي [1]

- **احمرار البشرة** :

ينتج احمرار البشرة عند ملامستها للإشعاعات المنبعثة من المصادر المشعة لفترة طويلة من الزمن وتظهر هذه الاعراض كذلك عند التعرض لفترة قصيرة من الزمن إلى جرعة بين 2—3 سيفرت أو عند التعرض إلى جرع أكبر من ذلك .

- **الحمى :**

يؤدي التعرض إلى جرع عالية من الإشعاع إلى ظهور اعراض الحمى في وقت مبكر أما الضعيفة فتظهر أعراض الحمى الناتجة عنها بعد بضع أيام من التعرض .

- **تساقط الشعر** :

يتساقط الشعر خلال 17—21 يوم من التعرض لجرعة تزيد عن 2 سيفرت ويعود الشعر إلى النمو بعد بضعة أشهر لكنه قد يختلف في لونة ونوعيته عن الشعر الأصلي ,أما التعرض إلى جرع تزيد عن 7 سيفرت فتؤدي إلى تساقط الشعر نهائياً دون أن يعود للنمو مجدداً ويتساقط الشعر أيضاً عند التعرض إلى جرع موضعية عالية في حالة العلاج بالإشعاع .

2-1-2-3 التأثيرات الجسمية المتأخرة :

تنشأ التأثيرات المتأخرة عن التعرض المزمن لجرع إشعاعية صغيرة وقد تؤدي الجرع العالية إلى ظهور أعراض متأخرة بعد أختفاء الأعراض الحادة حيث ايدت المعلومات المجموعة عن الفحوص الطبية المستمرة التي يخضع لها سكان مدينتي هيروشيما وناجازاكي ولقد بقيت الافتراضات النظرية عن تأثيرات الجرع الصغيرة على الأنسان تأكيدا عملياً تسنده البيانات المتوفرة عند الدراسات التالية

- الإحصاءات الخاصة بنسبة الإصابة بالأمراض بين الباقين على قيد الحياة من سكان مدينتي هيروشيما وناجازاكي وهي من أهم المعلومات الخاصة بالتأثيرات المتأخر ة للإشعاع وقد دلت الإحصاءات على أن معدل الإصابة بسرطان الدم والسرطانات الاخرى أعلى في هاتين المدينتين منه في المدن اليابانية الأخرى حيث لوحظ أن العلاقة خطية بين القرب من موقع الانفجارالنووي واحتمالية الإصابة بسرطان الدم والسرطانات الأخرى

- دراسة تأثير المعالجة بالإشعاع المؤين على المصابين بتصلب العمود الفقري وبعض الأعضاء الداخلية مثل الرئة والمعدة عند التعرض إلى جرعات عالية من الإشعاع و ومن اهم أنواع التأثيرات الجسمية المتأخرة للإشعاع ما يلي

- **سرطان الدم "الليوكيميا"** :

ينشأ سرطان الدم عند الزيادة الهائلة في عدد كريات الدم البيضاء وهو أكثر أنواع السرطان الناتج عن التعرض للإشعاعات المؤينة حديثاً إذ تظهر الإخصاءات أن الاطباء العاملين في حقل الطب النووي يتعرضون إلى الإصابة بسرطان الدم بمعدلات تفوق ثلاثة أضعاف المعدلات المألوفة كما لوحظت زيادة في معدلات الإصابة لهذا المرض بين سكان مدينتي هيروشيما ونجازاكي الذين بقو على قيد الحياة و ويتضح من بعض الدراسات أن العلاج بالاشعة السينية يزيد من أحتمالية الإصابة بسرطان

الدم كما أن الاجنة الذين يتعرضون إلى جرع إشعاعية بين 0.01—0.05 سيفرت بسبب الفحوصات الطبية الإشعاعية قد يتعرضون للإصابة بمرض سرطان الدم بعد الولادة والجدول رقم 3-3 يوضح تأثير الجرعات المنخفضة والناتجة عن التعرض طويل الأمد إلى الإشعاع

جدول رقم (3-3): تأثيرات الإشعاع طويل الأمد

التأثير	معدل الفترة الكامنة	الدليل
سرطان الدم	20—25 سنة	الإصابة الناجمة عن قنبلتي هيروشيما ونجازاكي والمعالجة الطبية بالإشعة السينية
سرطان العظام	10—40 سنة	عمال طلاء الساعات بالراديوم
سرطان الغدة الدرقية	15—40 سنة	الباقون على قيد الحياة من سكان هيروشيما ونجازاكي والمعالجة الطبية
سرطان الرئة	10—20 سنة	عمال مناجم اليورانيوم والمعالجة الطبية لتصلب العمود الفقري
عتمة عدسة العين	5—10 سنة	الفيزيائيين العاملون على أجهزة السايكلوترون مقارنة بالفيزيائيين في مجالات أخرى
قصر العمر	-	أطباء الأشعة مقارنة بالأخرين
سرطان الثدي	8—21 سنة	النساء الخاضعات للمعالجة بالأشعة السينية وسكان هيروشيما ونجازاكي

- **سرطان العظام :**

لقد سجلت حالات إصابة سرطان العظام لدى العاملين في صناعة الساعات في مطلع القرن الحالي حيث يستخدم الراديوم 226 المشع كطلاء فسفوري لعقارب الساعات وكان بعض العمال يستخدمون أقلاماً تحتوي على الراديوم يبلونها بأفواههم بين الحين والأخر للإبقاء على دقة رأس القلم .

- **سرطان الغدة الدرقية** :

تبدي الغدة الدرقية لدى البالغين مقاومة نسبية للإشعاع تزيد عن مقاومة اليافعين, فالاطفال اكثر عرضة لهذا المرض .

- **سرطان الثدي** :

يزداد احتمال الإصابة بسرطان الثدي لدى النساء اللاتي يتعرضن لجرعات عالية من الإشعاع المؤين تزيد عن 0.5 سيفرت وتتراوح الفترة الكامنة لظهورالمرض بين 8 الى 24 سنة كما تزداد احتملية الإصابة لدى النساء المعالجات بالإشعاع نتيجة التهاب الثدي الحاد بعد الولادة .

- **عتمة عدسة العين** :

تعد عدسة العين من الاعضاء الحساسة للإشعاع وخاصة النيوترونات السريعة فقد أصيب عدد من الفيزيائيين العاملين في تشغيل معجلات الجسيمات الأولية بتلف عدسة العين بعد تعرضهم للإشعاع وتعد الجرعة في حدود 0.2—0.5 سيفرت كافية للإصابة بعتمة العين , أما التعرض للأشعة السينية وأشعة قاما فلا تؤدي للاصابة الا عند جرع تزيد عن 2 سيفرت .

- **قصر العمر** :

يؤدي التعرض المستمر للإشعاعات المؤينة إلى قصر فترة حياة الكائن الحي عموماً .

3-2-2 التأثيرات الوراثية للإشعاع :

يؤدي تعرض الخلايا الجنسية للإشعاع المؤين إلى تغيرات في تركيب هذة الخلايا وتسمى "بالطفرات الوراثية " , وأن هذة الطفرات ظاهرة طبيعية تخضع لها الأحياء بصورة مستمرة ,ويعتمد تأثير الإشعاع في الخلايا الجنسية على عدة عوامل

- الجرعة الإشعاعية المستلمة.
- العامل الزمني.

ولقد لوحظ أن جرعة إشعاعية بحدود 0.2—2 سيفرت كفيلة بمضاعفة عدد الطفرات الوراثية في الخلايا الجنسية [1]

3-3-الوقاية من الإشعاع :

3-3-1-الوقاية من الإشعاع في أقسام الأشعة السينية :

لتقليل مخاطر التعرض الإشعاعي للعاملين وللمريض يفضل استخدام الأجهزة المساعدة التالية :

- المرشحات
- الموجهات
- شاشة التقوية
- الصدرية الواقية من الإشعاع
- واقيات الغدد التناسلية
- الحواجز الواقية من الاشعاع

ولأجل السيطرة على مستويات الإشعاع ضمن حدود منخفضة يجبالالتزام بالاتي :

1-يجب تقليل مستويات الإشعاع باستخدام القواعد الثلاثة التالية

أ- تقليل زمن التعرض

زيادة المسافة بين الشخص ومصدر الإشعاع

إستخدام الحواجز الواقية من الإشعاع

2- لا تجعل العمل الروتوني ينسيك القواعد العامة في الوقاية من الاشعاع

3- لاتقف في مواجهة الإشعاع الرئيسي

4- استخدام المقاييس الشخصية لقياس مستوى الإشعاع فوق صدرية العمل

5-لا تمسك مريضا اثناء الفحص , اذا اضطررت استعن بأحد أهلة

6-دائماً ارتدا الصدرية الواقية من الإشعاع

7-يجب أن يرتدي الشخص الممسك بالمريض الصدرية الواقية من الإشعاع

8 – استخدام واقيات الغدد التناسلية عند الحاجة لها

9- فحص المنطقة السفلية للبطن أو منطقة الحوض بالنسبة للمرأة يجب أن يحدد بعشرة أيام بعد الدورة الشهرية فقط ويمنع ذلك للحوامل

10- يجب تقليل من حجم حزمة الاشعة إلى أقل مايمكن بحيث تكون مناسبة لنوع الفحص المطلوب

2-3-3 الوقاية من الإشعاع في أقسام الطب النووي :

يجب على الطبيب والفيزيائي الطبي مراعاة ماياتي

1-يجب اتخاذ القرار المناسب حول أهمية إجراء الفحص للمريض

2-يجب استخدام المادة الكيمياوية الحاملة للمادة المشعة المناسبة لنوع الفحص المطلوب

3-يجب استخدام الكمية المناسبة من المادة المشعة

4- يجب التأكد أن المادة المشعة قد تم اعطائها للمريض المعني

5- يجب التأكد أن أجهزة القايس الإشعاعي تعمل بشكل منتظم

وحيث أن معظم المصادر الإشعاعية تبعث إشعاعات قاما ذات النفاذية العالية لذلك يجب ارتداء الصدرية الواقية من الإشعاع أثناء الفحوص الطبية كما يمكن تقليل التعرض الإشعاي باستخدام الحواجز الواقية واستخدام الحقنة الطبية المبطنة بالرصاص اثناء إجراء عملية حقن المريض , كما يجب التأكيد على ستخدام المقاييس الشخصية للتعرض الإشعاعي لقياس جرعة الجلد وجرعة الجسم من أجل تقييم معدل الجرعة الإشعاعية.

يتعرض العاملون في أقسام الطب النووي إلى بعض الحوادث التي يمكن أن تزيد من احتمالية التعرض الإشعاعي وأهمها مايلي:

- تقيئ المريض بعد تناولة 3.5 قيقا بركل من اليود المشع
- كسر الإناء الحاوي على المادة المشعة
- سقوط قطرات من المادة المشعة على الطاولة أو الأرض

ولأجل تلافي مثل المشاكل يتوجب على الفيزيائي الطبي التحضير إلى مثل هذه المشاكل حيث يجب علية:

- أن يحتفظ بكفوف بلاستيكية , أغطية أحزية , مواد مزيلة للمواد المشعة

- أن يوفر غرفة خاصة لوضع النفايات المشعة
- أن يحتفظ بمقاييس خاصة للتلوث الإشعاعي ويجب أن تكون هذة جاهزة للاستخدام
- أن يبقي منطقة التلوث ضمن أضيق نطاق والعمل على عدم انتشارها إلى مناطق أخرى
- أن يستدعي الشخص المختص بإزالة التلوث عند حدوثة [1]

3-3-3 الكشف عن الثلوت الإشعاعي :

الكميات القليلة من المواد المشعة التي قد تسقط على الأرض أو المنضدة قد لاتشكل خطورة إشعاعية خارجية إلا أنها يمكن أن تؤدي إلى خطورة إشعاعية داخلية كبيرة لذا يجب أن تتوفر وسائل للكشف المبكر عن التلوث حتى لو كان بمستويات منخفضة , وتستخدم لهذا الغرض كواشف الإشعاع وتختلف هذه الكواشف في تصميمها وطريقة أدائها طبقاً لنوع الإشعاع المراد الكشف عنة فهي تعتمد على التأثير الفيزيائي للإشعاع والذي بدوره ينقسم إلى ثلاثة أقسام ,

3-3-3-1كواشف تعتمد على تأين الغاز

- **غرفة التأين :**

هي عبارة عن كاشف غازي للإشعاعات المؤينة ويقوم عملها على تجميع الازواج الالكتونية – الايونية الناتجة عن هذة الإشعاعات في شكل تيار كهربي ويقاس هذا التيار , وتتكون غرفة التأين من قطبين فلزين موصلين بطرفي منبع جهد عال وقد يتخذ القطبين اشكالاً مختلفة ولكن في معظم الاحيان يكون القطبان على شكل الواح مستوية ويوضع القطبين داخل إناء مفرغ من الهواء الجوي ويملأ بالغاز المطلوب حتى ضغط معين , ويتوقف ضغط الغاز والابعاد الهندسية للقطبين على نوع الجسيمات المطلوب الكشف عنها وعلى طاقتها , ويستخدم في بعض غرف التأين الهواؤ الجوي العادي.

العداد التناسبي :

هذا النوع من كواشف الإشعاع هو أحد الكواشف المملوءة بالغاز وعبارة عن غرفة تأين ويختلف عنها في زيادة فرق الجهد المسلط بين اللوحين , هذه الزيادة في فرق الجهد تؤدي إلى احداث ظاهرة التضاعف للغاز , الأمر الذي يساعد على تعجيل الإلكترونات الناتجة عن التاين إلى طاقة عالية تمكنها من القيام بتأينات أخرى قبل أن تصل إلى المصعد فينتج عن ذلك عدة مراحل من التاين الثانوي , هذة العملية تسهل من معرفة حركة الفوتون أو الجسيم المتأين عن طريق النبضات الكهربائية التي تكون

كبيرة لدرجة أنه من السهل كشفها وبعد فترة زمنية عند تجاوز مدى َ معيناً من فرق الجهد يصبح حجم النبضة متناسباً مع كمية الطاقة المترسبة بواسطة الجسيمات الأصلية أو الفوتونات لذا سمي بالعداد التناسبي . [5]

- **عداد جيجر – مولر** :

هذا النوع من الكواشف الإشعاع أيضاً ماهو إلا عبارة عن العداد التناسبي , ولكن يختلف عنه في زيادة فرق الجهد المسلط بين اللوحين مما يؤدي إلى إحداث ظاهرة التضاعف للغاز بصورة أكبر من العداد التناسبي ,حيث يسبب الأيون الواحد تأيناً هائلاً يؤدي إلى نبضات كبيرة جداً من التيار , وهذا النوع من الكواشف ذو كفاءة منخفضة في الكشف عن أشعة قاما حيث يمكن للبعض من الفوتونات النفاذ من الأنبوبة بدون إحداث أي تأين للغاز .

تؤدي زيادة الجهد العالي إلى مابعد منطقة التناسب إلى النهيار ليمتد على الطول الكلي للمصعد . عندما يحدث يتم التوصل إلى نهاية منطقة التناسب لتبدأ منطقة جيجر , عند هذة النقطة حجم جميع النبضات تكون متماثلة , عند منطقة جيجير سيكون الكاشف غير قادر على التفريق بين الأنوع المختلفة من الإشعاع , [6]

- **الغرفة الضبابية** :

يمكن اعتبار الحجرة الضباية غحدي أنواع الكواشف المملوءة بالغاز وذلك لاعتمادها على تأين الغاز الذي بداخلها , استخدام هذا النوع من الكواشف محصور على الجسيمات المشحونة , وجدران هذة الحجرة وسطحها العلوي مصنوعة من مادة البلاستك , أما بالنسبة لقاعدتها فهي عبارة عن لوح معدني يبرد بواسطة الثلج الذي يوضع عادة تحت اللوح مباشرة , وفي الجزء العلوي قماش اللباد الذي يكون مشبع بمادة متطايرة مثل الكحول ,وذلك لجعل جو الغرفة المملىء بالهواء النقي تماماً من الغبار دائماً مشبع ببخار الكحول , فعند دخول الجسيمات المشحونة فوق اللوح المعدني فإنها تقوم بتوليد عدد من الايونات فيتولد مسار مميز يمكن تصويرة بواسة لوح فوتوغرافي بعد إضاءتة بشكل مناسب .

3-3-3-2-كواشف تعتمد على تحويل الأشعة المؤينة إلى نبضات ضوئية :

عند سقوط الجسيمات المشحونة أو الاشعاعات السينية او إشعاعات جاما على مواد معينة مثل يوديد الصوديوم أو يوديد السيزيوم ينتج عن ذلك وميض ضوئي وتعرف هذه المواد بإسم المواد الوميضية

ولقد استخدمت هذه الظاهرة للكشف عن الإشعاعت المؤينة بجميع انواعها ولتحديد طاقتها , ويتكون الكاشف الوميضي من عدة اجزاء اساسية وهي المادة الوميضية وأنبوب توصيل الضوء والعاكس الضوئي وأنبوب التضاعف الفوتوني فعند سقوط الاشعاعات او الجسيمات النووية عاى المادة تصدر هذه المادة ومضة ضوئية وتنتقل الومضة الضوئية عبر انبوب توصيل الضوء إلى المهبط الضوئي لانبوب التضاعف الفوتوني ,أما دور العاكس الضوئي فهو يقوم بعكس الضوء الواقع علية وا ٍعادتة الى المهبط الضوئي للانبوب حتى لايضيع جزء من الضوء الناتج عن الجسيم , وعنند سقوط الضوء على المهبط الضوئي تنطلق منه الكترونات تبعاً لظاهرة الانبعاث الكهروضوئي ثم يتضاعف عدد الالكترونات تضاعفاً فائقاً داخل انبوب التضاعف الفوتوني , وتصل الاكترونات الى مجمع انبوب التضاعف منتجة بذلك نبضة كهربية على مخرج الانبوب ,ويمكن تخليص عملية الكشف باستخدام الكواشف الوميضية في سته مراحل .

1-امتصاص طاقة الجسيم النووي داخل المادة الوميضية مما يؤدي الى إثارة او تأين هذة المادة

2-تحول الطاقة الممتصة في المادة إلى ضوء خلال العملية الوميضية

3-انتقال الفوتونات الضوئية الى المهبط الضوئي لانبوب التضاعف

4-امتصاص المهبط لطاقة الفوتونات الضوئية وانبعاث الكترونات منه

5-تضاعف عدد الالكترونات داخل انبوب التضاعف الفوتوني

6-تجميع هذة الالكترونات عند مصعد الانبوب وتكون شحنه كهربائية كبيرة [5]

3-3-3-3- كواشف التي تعتمد على الإثارة والتأين في المواد الصلبة :

يوجد تشابه بين عمل كواشف اشباه الموصلات وعمل كواشف غرف التأين ففي غرف التأين تؤين الاشعاعات جزيئات الغاز مكونة بذلك ازواجاً إلكترونية أيونيه ويتم تجميعها والحصول منها على نبضه جهد كهربيه , أما في كواشف اشباه الموصلات فتؤين الاشعاعات ذرات المادة الصلبه شبه الموصلة مثل السيليكون أو الجرمانيوم مكونه بذلك أزواجاً إلكترونية , يمكن تجميعها والحصول على نبضه كهربائية , وتبلغ القيمة المتوسطة للطاقه اللازمة لتكوين زوج إلكتروني في مادة السيليكون والجرمانيوم حوالي 3 إلكترون فولت في حين أن هذة القيمة حوالي 35 إلكترون فولت في الهواء , لذلك فإن الشحنة المتكونة عن الجسيم النووي نفسه في السيليكون أو الجرمانيوم تبلغ عشرة أضعاف الشحنة

المتكونة في الهواء مما يؤدي بدوره الى قدرة تحليلية فائقة للكواشف المجهزة من اشباه الموصلات وبالتالي الى دقة تحديد طاقه الجسيمات النووية .

مزايا كواشف اشباه الموصلات :

تتميز الكواشف المجهزة من اشباه الموصلات بالمقارنة بالكواشف الغازية و الوميضية بعده مزايا أهمها مايلي:

1-قدره تحليلية فائقة للطاقه

2-قصر زمن النبضه الكهربيه الناتجه عن الجسيم بسبب صغر حجم المنطقه الحساسه

3-إمكانية تغيير المنطقة الحساسة وذلك بتغيير الجهد العكسي

4-صغر حجم الكاشف وسهولة التعامل به

5-عدم الحساسيه بالنسبة لتغيير المجال المغناطيسي

6-إمكانية إعداد الكاشف على أشكال هندسية مختلفة [1]

عيوب كواشف أشباه الموصلات :

1-عدم القدرة على استخدامها للكشف عن الجسيميات ذات المدى الطويل أي عند الطاقات العالية

2-قصر عمر الكاشف نسبياً بسبب حدوث تغيرات في تركيب المادة وخاصة عند السطح , وكذلك تلف اشعاعي لها نتيجة تعرضها لاشعاعات كثيفة خاصه النيوترونات

3-ضرورة التبريد وعدم إمكانية التشغيل عند درجات الحرارة المرتفعة

4-زيادة زمن النبضه بالنسبه للكواشف ذات الاحجام الكبيرة . [5]

الباب الرابع
الدراسة الميدانية والتجارب المعملية

4-1 مواصفات غرف الاشعة السينية على حسب الطاقة الذرية السودانية

4-1-1 ابعاد الغرفة :

- غرف التصوير العادية مساحتها تقريبا 16 متر مربع مع وجود مساحة لانشاء غرفة التحكم
- غرفة التصوير الفلورى تكون مساحتها 25 متر مربع
- غرفة الاجراءات الخاصة تكون ذات مواصفات خاصة

4-1-2 الابواب والحوائط :

- ابواب الدخول تكون ابواب منزلقة والتى تعطى وقاية اشعاعية افضل
- وتراعى المسافة بان تكون على الاقل 1.5 متر والتراكب او التطابق بين الباب والجدار يكون بمسافة 100 ملم على اى جانب
- تغلف الابواب او تبطن بشرائح من الرصاص بسمك 2 ملم
- الجدران تكون تكون بسمك 230 ملم من الطوب او يوضع 2ملم من شرائح الرصاص داخل الحائط على شكل ساندويتش او 115 ملم من الطوب مع 6 ملم من طلاء الباريوم
- يجب ان تحمى الحوائط حتى ارتفاع 2.2 متر
- مكافئ الرصاص، كما هو موضح بالجدول رقم (4-1).

جدول رقم (4-1): يوضح مكافئ الرصاص

المادة	سمك المادة (ملم)	مكافئ الرصاص (ملم) لجهد الانبوب المطبق	
		100 كيلو فولت	150كيلو فولت
طوب	115	1.0	0.9
طوب	230	2.4	2.0
طلاء الباريوم	6	1.0	0.55
طلاء الباريوم	11		1.0

مزيج طلاء الباريوم

1 كبريتات الباريوم الخشنة

1 كبريتات الباريوم الرفيعة

1 جزء اسمنت

4-1-3 الاسقف والارضيات :

- يستحسن وجود غرف الاشعة فى الطابق الارضى من المبنى
- اذا كانت فى الطابق العلوى يجب وجود صبة خرسانية بكثافة 2.35جم لكل سم مكعب وسمكها 150 ملم
- اذا كانت الحجرة التى تعلوها ماهولة يجب ان يكون السقف بسماكة 100 ملم
- الغرف ذات الطابق الواحد لا تحتاج توصيات للسقف
- النوافذ ووحدات التكييف :
- النوافذ ووحدات التكييف يجب ان تعلو الارضية بارتفاع على الاقل 2 متر وان تعذر هذا الاجراء يجب ان يمنع المرو ر من هذه الجهات
- غرف الاشعة العلوية تكون نوافذها على الارتفاع العادى

4-1-4 الحاجز الواقى

- يجب ان تكون مساحتها كافية لكى يمارس فيها التقنى عمله
- الحاجز الواقى يجب ان يوضع فى مكان لا يقابل الحزمة الرئيسية او الاشعة المتشتتة من طاولة الاختبارت
- نظام ازرار التحكم يجب ان يكون ثابتا داخل الحاجز الواقى ويكون بعده على الاقل 1.02 متر من اى حافة مفتوحة للحاجز الواقى
- يجب ان يحتوى الحاجز الواقى على الاقل على نافذة واحدة والتى تثبت لكى يتمكن المشغل من مراقبة المريض خلال اى تعريض
- ابعاد النافذة يجب ان تكون على الاقل 30سم *30سم
- اقل ارتفاع للحاجز الواقى يجب ان يكون 2.2 متر
- المكافئ الرصاصى للحوائط وللزجاج المحمى يجب ان يكون 2 ملم
- الزجاج المرصص ومواد الحماية يجب ان تتطابق كل على الاخر على الاقل 25 ملم

مقصورة التغيير

- مقصورة التغيير يجب ان تكون ابوابها مبطنة بالرصاص بسمك 1.5 ملم على الاقل
- ابواب الدخول لغرفة الاشعة يجب ان تفتح من جانب غرفة الاشعة للحماية من الدخول اثناء التعريض

4-1-5 علامات التحذير :

- يجب ان تثبت اللمبات التحذيرية على مدخل غرف التصوير الفلورى والتصوير المقطعى المحوسب وتوصل بالمولد بالطريقة التى تحدث ومضان اثناء تشغيل الانبوب
- علامات التحذير يجب ان تثبت على كل المداخل المؤدية الى غرفة الاشعة [7]

4-2 مواصفات غرف الأشعة السينية بمستشفى الكاملين التعليمي

4-2-1 أبعاد الغرفة :

- الغرفة مساحتها 24 متر مربع

4-2-2 الابواب والحوائط :

- باب من الحديد يفتح للداخل ولا يوجد به قفل للباب
- لايوجد طبقة من الرصاص في الباب
- سمك الجدار حوالي 56 سم
- لايوجد ترصيص في جدار غرفة الاشعة السينية

4-2-3 الاسقف والارضيات :

- غرفة الاشعة السينية موجودة بالطابق الارضي ولايوجد طابق اخر

4-2-4 النوافذ والتكييف:

- ارتفاع التكييف حوالي 2.5 متر من الارض
- لاتوجد نوافذ في غرفة الاشعة السينية

4-2-5الحاجز الواقي :

- مساحة غرفة التحكم دخل غرفة الشعة مناسبة لحركة الفني داخلها

وهي موضوعة في مكان لايقابل الحزمة الرئيسية للاشعه المشتته من طاولت الاختبار

- توجد نافذه في الجدار الوقي بالغرفة
- النافذة لايوجد بها زجاج مرصص
- ابعاد فتحة النافذة حولي 36*26 سم
- ارتفاع الحاجز الواقي حوالي 1.95 متر وهو أقل من الرتفاع المطلوب
- عرض جدار الحاجز الواقي حوالي 34 سم ولا يوجد به ترصيص

4-2-6 ادوات السلامة :

- لاتوجد علامات تحزير بغرفة الاشعة السينية
- يوجد عدد 2 مريلة من الرصاص
- لايوجد واقي من الرصاص للغدد التناسلية
- لايوجد كاشف اشعاع لمعرفة الجرع الاشعاعية التي يتعرض لها فني الاشعة
- لا تخضع الغرفة للمراجعة وضبط الجودة السنوي [8]

4-3 موصفات غرفة الاشعة السينية بمركز التأمين الصحي بالكاملين

4-3-1 أبعاد الغرفة :

- مساحة غرفة الاشعة السينية بالمركز حوالي 22.5 متر مربع

4-3-2 الابواب والحوائط :

- باب من الحديد بحالبة جيدة
- يوجد طبقة من الرصاص بالباب
- سمك جدار الغرفة حوالي 35 سم
- يوجد طبقة من الرصاص في جدار الغرفة حتى ارتفاع 2.2 متر

4-3-3 الاسقف والارضيات :

- غرفة الاشعة السينية موجودة بالطابق الارضي ولايوجد طابق اخر

4-3-4 النوافذ والتكييف:

- ارتفاع التكييف حوالي 2.5 متر من الارض
- لاتوجد نوافذ في غرفة الاشعة السينية

4-3-5 الحاجز الواقي :

- مساحة غرفة التحكم داخل غرفة الاشعة السينية مناسبة لحركة الفني داخلها

وهي موضوعة في مكان لايقابل الحزمة الرئيسية للاشعة المشتتة من طاولت الاختبار

- توجد نافذة في الجدار الواقي بغرفة الاشعة
- النافذة يوجد بها زجاج مرصص
- ابعاد فتحة النافزة حوالي 32*32 سم
- ارتفاع الجدار الواقي بغرفة التحكم حوالي 1.95 متر

- عرض الجدار الواقي بغرفة التحكم حوالي 35 سم ويوجد ترصيص بالجدار الوقي

4-3-6 ادوات السلامة :

- توجد علامة تحزير على باب غرفة الاشعة من الخارج
- يوجد عدد 2 مريلة من الرصاص
- لايوجد واقي من الرصاص للغدد التناسلية
- لايوجد كاشف إشعاع لمعرفة الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها فني الاشعة
- تخضع الغرفة للمراجعة وضبط الجودة السنوي [9]

4-4 موصفات غرفة الاشعة السينية بمستشفى التكينة التخصصي

4-4-1 أبعاد الغرفة :

- مساحة غرفة الأشعة بالمستشفى 25.5 متر مربع

4-4-2 الابواب والحوائط :

- باب من الخشب غير محكم الغفل به فتحات ولا يوجد به طبقة من الرصاص
- سمك جدار غرفة الاشعة السينية حوالي 25 سم
- لايوجد طبقة من الرصاص في جدار غرفة الاشعة

4-4-3 الاسقف والارضيات:

- غرفة الاشعة السينية موجوده بالطابق الارضي

4-4-4 النوافذ والتكييف :

- ارتفاع التكييف حوالي 1.03 متر من سطح الارض
- توجد نافذة في غرفة الاشعة السينينة على ارتفاع 2.15 متر

4-4-5 الحاجز الواقي :

- ارتفاع الحاجز الواقي 1.76 متر
- سمك جدار الحاجز الواقي 46 سم ولا يوجد به طبقة من الرصاص
- نافذة الحاجز الواقي بعرض 40*40 سم ولا يوجد به زجاج مرصص

4-4-6 ادوات السلامة :

- لاتوجد علامة تحزير بغرفة الاشعة السينية
- يوجد عدد 2 مريلة من الرصاص

- لايوجد واقي رصاص للغدد التناسلية [10]
- لايوجد كاشف إشعاع لمعرفة الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها في الاشعة
- لا تخضع الغرفة للمراجعة وضبط الجودة السنوي

4-5 موصفات غرفة الاشعة السينية بمستشفى الشهيد الدكتور ماجد كامل للحوادث بألتي

1-5-5 أبعاد الغرفة :

- مساحة غرفة الاشعة السينية حوالي 26.8 متر مربع

2-5-4 الابواب والحوائط:

- يوجد عدد 2 باب بالغرفة أحدهما به فتحات ولا توجد بهم طبقة من الرصاص
- سمك جدار غرفة الاشعة حوالي 35 سم
- يوجد طبقة من الرصاص على ارتفاع 2.15 متر من جه واحده وهي غرفة عمليات صغرى

3-5-4 الاسقف والارضيات :

- غرفة الاشعة السينية توجد بالطابق الارضي ولايوجد طابق أخر

4-5-4 النوافذ والتكييف :

- ارتفاع التكييف حوالي 2.14 متر من الارض
- لاتوجد نوافذ في غرفة الاشعة السينية

5-5-4 الحاجز الواقي :

- ارتفاع الحاجز الواقي حوالي 1.84 متر ويوجد به طبقة من الرصاص
- يوجد نافذة في الحاجز الواقي 50*50 سم وبها زجاج مرصص

6-5-4 ادوات السلامة :

- لاتوجد علامة تحزير بغرفة الاشعة السينية
- يوجد عدد 2 مريلة من الرصاص
- لا يوجد واقي للغدد التناسلية
- لايوجد كاشف اشعاع لمعرفة الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها فني الاشعة
- لا تخضع الغرفة للمراجة وضبط الجودة السنوي [11]

4-6 مواصفات غرفة الاشعة السينية بمستشفى جياد التخصصي

4-6-1 أبعاد الغرفة :

- مساحة غرفة الاشعة السينية بالمستشفى حوالي 15.7 متر مربع

4-6-2 الابواب والحوائط:

- باب من الحديد به طبقة من الرصاص وبه فتحات في مكان الغفل
- سمك جدار غرفة الاشعة السينية حوالي 36 سم
- توجد طبقه من الرصاص على ارتفاع 2.4 متر في جانين من الغرفة

4-6-3الاسقف والار ضيات :

- توجد غرفة الاشعة السينية بالطابق الارضي

4-6-4 النوافذ والتكييف :

- ارتفاع التكييف في غرفة الاشعة حوالي 0.5 متر من الارض
- لاتوجد نوافذ في غرفة الاشعة السينية

4-6-5 الحاجز الواقي :

- الحاجز الواقي بارتفاع الغرفة وبه طبقة من الرصاص بارتفاع 2.4 متر
- سمك الحاجز الواقي 36 سم
- توجد نافذة في الحاجز الواقي 35*35 سم وبها زجاج مرصص

4-6-6 ادوات السلامة :

- توجد علامة تحذيرية في غرفة الاشعة السينية
- يوجد عدد 2 مريلة من الرصاص
- لا يوجد واقي رصاص للغدد التناسلية
- لا يوجد كاشف اشعاع لمعرفة الجرع الاشعاعية التي يتعر ض لها الفني
- لاتخضع الغرفة للمراجعة وضبط الجوده السنوي [12]

7.4 الكشف عن الأشعة السينية بواسطة غرفة التأين:

1.7.4 الهدف:

- اكتشاف الأشعة السينية بإستخدام مكشف هوائي وقياس التيار التأين I_c ودراسة العلاقة بين تيار التأين I_c وجهد المكثف وتحقق خصائص المشبع
- التحقق من العلاقة بين تيار التشبع والجهد العالي في حالة تيار ثابت للإنبعاث (I).
- التحقق من العلاقة بين تيار التشبع وتيار الإنبعاث (X-Ray) عند جهد عالي ثابت.

2.7.4 الأجهزة والأدوات:

فولنميز – مكشف – مقاومة 100 Ω - أسلاك توصيل – جهاز توليد الأشعة السينية – مكبر إشارة

3.7.4 النظرية:

$$I_c = \frac{U}{R}$$

حيث:

I_c = التيار (nA)

U = جهد المكثف

R = المقاومة 100 Ω

4.7.4 طريقة العمل:

و ُصِ لت الدائرة الكهربية مع جهاز الأشعة السينية وس ُلط جهد مقداره :

(15 Kv , 20 Kv , 25 Kv , 35 Kv) في كل مرة وثبت التيار ImA وسجلت النتائج في جدول رقم (2.4) وسلط جهد U= 35 Kv وجهد المكثف أكبر من 140 V وتيار الإنبعاث من (105 – 5 mA) وسجلت النتائج في جدول رقم (3.4) وثبت تيار الإنبعاث عند 15 mA و $U_c \geq 140$ V وتمت زياده الجهد العالي من

5 Kv إلى 35 Kv وسجلت النتائج في الجدول (4.4):

U_1= 15 Kv , U_2= 20 Kv , U_3= 25 , U_4= 30 Kv , U_5= 35 Kv

جدول رقم (1.4) يمثل العلاقة بين جهد التأين وتيار التأيين:

0	0	0	0	0	0
10	0.07	0.22	0.45	0.50	0.60
20	0.06	0.32	0.64	0.27	1.07
30	0.09	0.42	0.90	1.27	1.62
40	0.10	0.50	1.02	1.66	2.15
50	0.11	0.50	1.20	1.90	2.60
60	0.12	0.52	1.25	2.17	3.35
70	0.13	0.55	1.22	2.26	3.65
80	0.13	0.55	1.30	.2.35	3.60
90	0.13	0.55	1.30	2.45	3.90
100	0.13	0.54	1.30	2.45	3.90

جدول رقم (4-2): يوضح العلاقة بين تيار التأين وتيار الإنبعاث

U= 35Kv

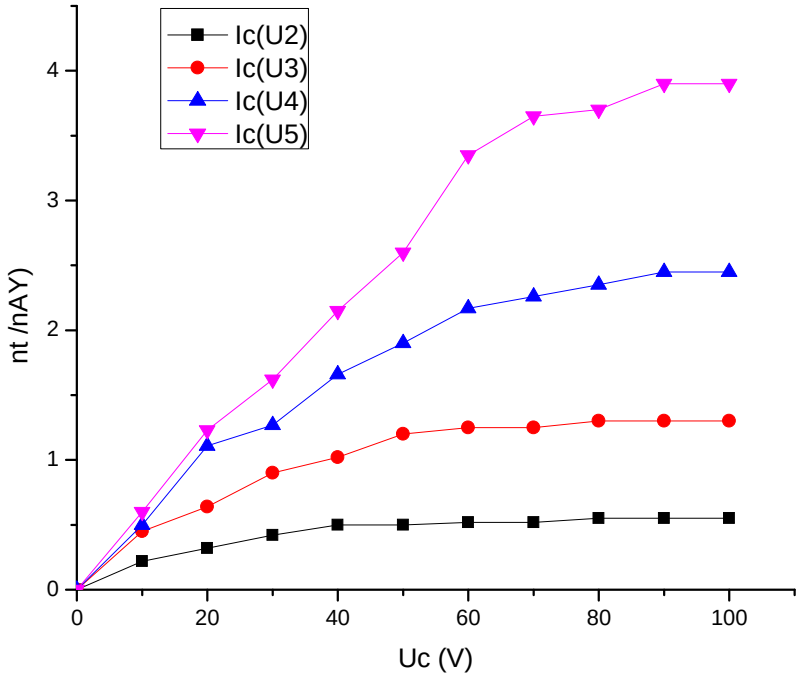
I\mA	I_c\nA	I\mA	I_c\nA
0.0	0.02	0.6	2.45
0.1	0.42	0.7	2.80
0.2	0.92	0.8	3.20
0.3	1.30	0.9	3.55
0.4	1.72	1.0	3.90
0.5	2.10		

جدول رقم (4-3): يوضح العلاقة بين تيار التأين والجهد العالي.

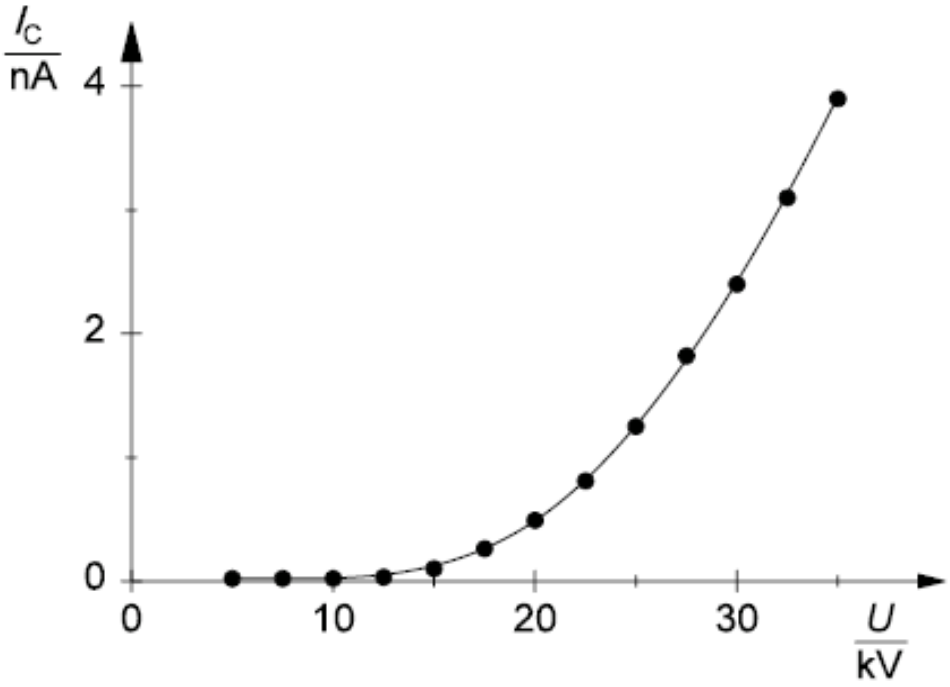
I= 1.0 mA

U\Kv	I_c\nA	U\Kv	I_c\nA
5.0	0.2	22.0	0.81
7.5	0.2	25.0	1.25
10.0	0.2	27.0	1.82
12.5	0.3	30.0	2.40
15.0	0.10	32.5	3.10
17.5	0.26	35.0	3.90
20.0	0.49		

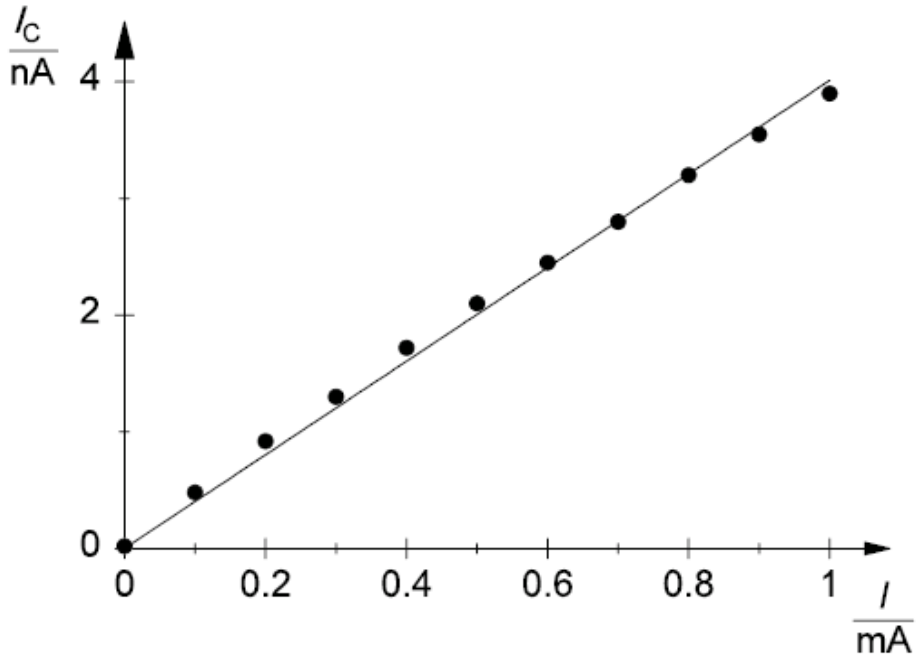
رسم بياني رقم (1.4) يوضح العلاقة بين جهد التأين وتيار التأين



شكل بياني رقم (4-3): يوضح العلاقة بين تيار التأين والجهد العالي



شكل بياني رقم (3.4): يوضح العلاقة بين تيار التأين وتيار الإنبعاث



5.7.4 الخلاصة:

تم التحقق من العلامة بين تيار التأين والجهد المكثف وبين تيار التشبع وتيار الإنبعاث وبين تيار التشبع والجهد العالي.

4-8 الخاتمة:

الحمد لله حمداً كثيراً طيباً مباركاً فيه ملئ السموات وملئ الارض , الحمد لله الذي هداني أن اقوم بهذا العمل وان اكون قد وفقت لما فية الخير , وبفضل الله ونعمته تم أكتمال هذا البحث والذي تناول فية الباحث الاشعاع المؤين وأنواعة وتفاعلة مع المادة وتاثيره وحساسيتة على الخلايا الحية في جسم الانسان وكيفة الوقاية والسلامة من تأثيراتة .

يوصي الباحث بالاهتمام بالمواصفات العلمية بغرف الاشعة السينية بالمستشفيات والمراجعة وضبط الجوددة السنوي من قبل هيئة الطاقة الذرية السودانية و التدريب المستمر للعاملين بهذة الغرف.

4-9 التوصيات:

- يجب عمل طبقة من الرصاص في جدار غرف الاشعة السينية بالمحلية
- يجب مراجعة ابواب غرف الاشعة السينية وترصيصها
- يجب ترصيص الجدار الواقي وزيادة طولة وعمل زجاج مرصص للنافذة في مستشفى الكاملين ومستشفى التعليمي ومستشفى التكينة
- يجب توفير عدد من المرايل المرصصه للمرضى والفيين وتكون بحاله جيده
- يجيب توفير واقي من الرصاص للغدد التناسلية
- يجب ان توضع مكيفات التبريد في ارتفاع أعلى من 2 متر في مستشفى التكينة ومستشفى جياد التخصصي
- يجب توفير نظام مراقبه للجرعات التي يتعرض لها الفني
- يجب أن تخضع الغرف للمراجة الدورية وضبط الجودة السنوي
- يجب عمل دورات تنشيطية لفني الاشعة في الوقاية من الاشعاع وكيفية التعامل

المراجع:

1- معن صفاء العارف،2001م، فيزياء الاشعة التشخيصية، الطبعة الاولى.

2- محمد امين سليمان ونعيمة عبد القادر أحمد،2005م، علم البلورات والاشعة السينة، الطبعة الاولى.

3- أحمد فؤاد بشا وفوزي حامد عبد القادر و السيد عوض جعفر،2005م، الفيزياء الحيوية، الطبعة الاولى.

4- سمير بن سلمان أحمد، 1424 هـ، الاشعاع والعلاج الطبيعي، الطبعة الاولى.

5- أحمد الناغي ومحمد نبيل يس البكري،2005م، الفيزياء النووية، الطبعة الثانية.

6- ممدوح حامد عطية وسحرمصطفى حافظ،2005م، المخاطر الاشعاعية بين البيئة والتشريعات القانونية في الوطن العربي، الطبعة الاولى.