وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية التربية/ قسم الفيزياء

مخاطر التصوير الاشعاعي على الانسان

بحث تقدم به الطالبان

حوراء مهدي هاتف

حسن فليح حسن

الى مجلس قسم الفيزياء في كلية التربية- جامعة القادسية

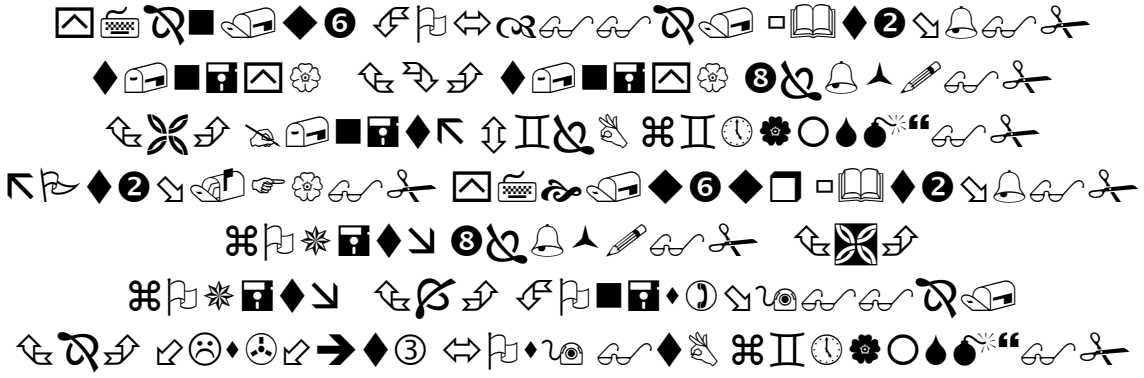
وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس

بأشراف

م.د. مرتضى شاكر

٢٠١٨م ١٤٣٧هـ

بسم الله الرحمن الرحيم



صدق الله العظيم

العلق الآية ١-٥

الاهداء

الى من جرع الكأس فارغا ليسقيني قطرة حب

الى من كلت أنامله ليقدم لنا لحظة سعادة

الى من حصد الاشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم

الى القلب الكبير والدي العزيز

الى من ارضعتني الحب والحنان

الى رمز الحب وبلسم الشفاء

الى القلب الناصع بالبياض والدتي الحبيبة

الى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة الى رياحين حياتي اخوتي

الى الارواح التي سكنت تحت تراب الوطن الحبيب الشهداء العظام

الن تتفتح الاشرعة وترفع المرساة لتطلق السفينة في عرض بحر واسع مظلم وهو بحر الحياة وفي هذه الظلمة لايظيء الا قنديل الذكريات ذكريات الاخوة البعيدة الى الذين أحببتهم وأحبوني أصدقائي

الى الذين بذلوا كل جهد وعطاء لكي اصل الى هذه اللحظة أساتذتي الكرام ولاسيما الدكتور الفاضل مرتضى شاكر

الشكر والتقدير

بعد مرحلة بحث وجهد واجتهاد تكللت بأنجاز هذا البحث نحمد الله عز وجل على نعمه التي من بها علينا

فهو العلي القدير، كما لايسعنا الا ان نخلص بأسمى عبارات الشكر والتقدير الى الدكتور مرتضى شاكر لما قدمه لنا من جهد ونصح ومعرفة طيلة انجاز هذا البحث.

كما اتقدم بالشكر الجزيل لكل من اسهم في تقديم يد العون لانجاز هذا البحث واخص بالذكر والدي العزيز ووالدتي.

كما اتقدم بالشكر الى اصدقائي، وتحياتي وشكري الى كل الايادي البيضاء التي قدمت لنا يد العون ولولا وجودهم لما احسنا بمتعة العمل وحلاوة البحث ولما وصلنا

الى جميع أساتذتي الذين تتلمذت على ايديهم طوال مدة دراستي.

الى ما وصلنا الية فلهم منا كل الشكر

خلاصة البحث :

تم في هذا البحث التعرف على مخاطر الاشعة السينية على جسم الانسان ومن المعلوم ان ارتبط إحتمالية الضرر الذي يمكن أن تتسبب فيه الأشعة بأن يكون بكميات عالية، أما فحوص الأشعة يحكمها ضوابط ومعايير عالمية تحدد كمية الإشعاع ضمن الحدود الآمنة. إحتمالية حدوث ضرر بسبب إجراء فحص تستخدم فيه الأشعة هي إحتمالية نظرية قليلة جداً. ومن المعروف ان الأشعة السينية هي شكل من أشكال الطاقة (موجات كهرومغناطيسية) كالضوء وموجات الراديو. لكن يكمن الفرق بأن الأشعة لديها القدرة على إختراق جسم الإنسان عكس الضوء. بعد إكتشاف الأشعة السينية بواسطة العالم رونتجن تم استغلالها في المجال الطبي لغرض مشاهدة وتشخيص الأعضاء الداخلية في جسم الإنسان. يمكننا القول بأن استخدام الأشعة في المجال الطبي له أثر كبير في مساعدة الأطباء على اتخاذ القرارات في علاج مرضاهم بشكل أفضل.

الفهرست

العنوان	رقم الصفحة
الفصل الاول	
المقدمة	**١-٢**
الأشعة السينية مميزاتها وأهميتها	**٢-٣**
خصائص الأشعة السينية	٣
أنواع الأشعة	٤
الأشعة السينية المميزة للعنصر	٤
الأشعة السينية الإنكباحيه	٤
الهدف من البحث	٥
الفصل الثاني	
المقدمة	٦
جسيمات ألفا	٦
جسيمات بيتا	٦
أنواع الأشعة السينية	٧-٨
الأشعة السينية وأشعة كاما	٨
أنواع الأنابيب المنتجة للأشعة السينية	٩-١٠
أنبوب مملوء بغاز تحت ضغط منخفض	٩
انبوب كولج الحديث (Coolidge Tube)	٩
انبوب البيتاترون (Betatron tube)	١٠
إنتاج الاشعة السينية x- ray production	١٠
انبوب الاشعة السينية ومكوناته X- Ray Tube	١٠
الكاثود	١١
الآنود	١٢
التصوير بالأشعة	١٢-١٣

الفصل الثالث	
المقدمة	١٤
طيف الاشعة السينية x ray Spectrum	١٤
الطيف المستمر	١٤
الطيف المميز	١٤
تفاعل الاشعة السينية مع المادة Interaction of x-ray with- matter	١٥
الظاهرة الكهرو ضوئية (Photo electric .effect)	١٥-١٦
ظاهرة كومبتن Compton effect-	١٧
ظاهرة توليد الازواج Pair Production	١٨
أنواع التعرض الإشعاعي	١٨-١٩
توهين الاشعة السينية X-Rays Attenuation	١٩-٢١
التشخيص الطبي باستخدام الاشعه السينية X-Rays Diagnosis	١٩-٢١
مخاطر جسدية وتشمل التأثيرات والأمراض	٢٢-٢٣
السرطان	٢٢
عتمة عدسة العين	٢٢
العقم	٢٢
الوفاة قبل الأوان	٢٣
استخدامات النظائر المشعة في الطب	٢٣
الأشعاع في الطب	٢٣
مصادر الإشعاع في التشخيص الطبي	٢٤
النـظائر المشعة في العلاج الطبي	٢٤
الإشعاع في تعقيم المواد والادوات الطبية	٢٥
المصادر	٢٦

١-١ :المقدمة:

علم الأشعة علم حديث ، فقط ما يزيد عن المائة عام وتحديداً منذ نوفمبر ١٨٩٥م عندما كان العالم الفيزيائي وليام رونتجن يقوم بإجراء بعض التجارب على المصعد والمهبط ولاحظ أثناء التجارب وجود وميض على الورقة الحساسة المستخدمة للتجارب . ومنذ ذلك الحين بدأ يفكر في شي مجهول أمكنه وأطلق عليه الأشعة الغير مرئية X-RAY . وأعاد التجارب مراراً وبعد ثمانية أسابيع فقط وبالتحديد في ١٨٩٥/١٢/٢٨م حصل على أول صورة شعاعيه ليد زوجته على ورقة حساسة . ومنذ ذلك بدأ هو ومجموعة آخرين في إجراء أبحاث مركزة على فيزياء الأشعة ونشرت هذه الأبحاث في مارس ١٨٩٦م ومايو ١٨٩٧م . وهي موجات كهرومغناطيسية لها صفات الموجات من حيث طول الموجة ، سرعتها ، وترددها السرعـــة = التردد x طول الموجـــة [١] .

وتنتج هذه المواد من وجود فرق جهد بين المصعد والمهبط في أنابيب مفرغة من الهواء تعرف بأنبوبة الأشعة وتخرج على شكل حزمة مخروطية ثم تنتشر في المحيط حسب التوجيه.

ثم توالت الأبحاث الكثيرة بسرعة فائقة وتم اكتشاف الألواح المقوية والتي تحول الأشعة السينية إلى وميض ضوئي يكون أكثر تأثيراً في الأفلام الحساسة التي نستقبل عليها الأشعة . وتوالت الأبحاث العلمية حيث عرفت وجربت مادة الوسيط المعتم وهي تلك المواد التي تعطي الأجهزة والأعضاء ظلاً معتماً وتعرف في اللغة الدارجة بالصبغة . ومن هنا بدأ لفظ الأشعة يتداول كثيراً حتى أصبح علم الأشعة يدرس في مدارس الطب إبتداءاً من عام ١٩٠٧م . وتوالت الأحداث واستخدمت الأشعة السينية للتصوير التشخيصي في حرب أمريكا ضد اسبانيا عام ١٩٠٦م حيث تم تصوير العظام والرصاص . زمن المعلوم بداهةً أن الجسم البشري يحتوي على ثلاث مكونات أساسية : العظام ، الأنسجة الرخوة ، والهواء فالعظام توهن موجات الأشعة وتمنعها من الوصول إلى الفلم الحساس وبالتالي تسمى " معتمة للأشعة " والأنسجة الرخوة توهن بعض موجات الأشعة وتنفذ البعض الآخر من موجات الأشعة إلى الفلم الحساس وبالتالي تسمى " نصف معتمة للأشعة ، أما الهواء فلا يوهن موجات الأشعة وتنفذ من خلاله إلى الفلم الحساس فلذلك يسمى " غير معتم للأشعة " .

ومع أن علم الأشعة علم حديث إلا أن التطورات فيه كانت هائلة وهي بمثابة ثورات طبية تشخيصية مفيدة للبشرية وساعدت في تشخيص كثيراً من الأمراض المجهولة ومنها :

١. إدخال الأشعة المقطعية المحورية بالحاسب الآلي أواخر السبعينات وبداية الثمانينات .
٢. إدخال وسائل تصوير جديدة ، منها الإشعاعي مثل التصوير بالنظائر المشعة " الطب النووي " ومنها غير الإشعاعي مثل التصوير بالموجات فوق الصوتية أواخر السبعينات والتصوير بالرنين المغناطيسي أواخر الثمانينات . وقد كانت الثلاثة وسائل الأخيرة بمثابة ثلاث ثورات في علم الأشعة (

الأشعة المقطعية الحلزونية المحورية بثلاثة أبعاد) ، (الموجات فوق الصوتية ذات التدرج الملون بظاهرة دبلر) ، (التصوير بالرنين المغناطيسي) .

ومع أن للأشعة فوائد كثيرة يصعب حصرها إلا أنه في الوقت نفسه يوجد بعض الأضرار المبررة وغير المبررة وتنقسم الأضرار التي تنجم عن الأشعة الطبية حسب الآتــي :

- نوع الأشعة المستخدمة ـ تشخيصية أم علاجية .
- كمية الأشعة ـ الجرعة الإشعاعية .
- مكان التعرض (نوع النسيج المعرض للأشعة) .
- سن المريض المتعرض للأشعة .

ففي المجال التشخيصي يمنع منع باتاً تشعيع الجنين في بطن أمه وبخاصة خلال فترة الحمل الأولى ، ثم يسمح بالتعرض في حدود ضيقة جداً في فترات الحمل الأخيرة إذا دعت الضرورة (حياة الأم) للوقوف على نوع المرض ومن ثم علاجه . وبعد الولادة ينصح بتقليل التعرض الإشعاعي لعموم الأطفال لان الخلايا في طور النمو واحتمالية تأثرها بالإشعاع كبيرة . وفي الكبار البالغين هناك خلايا وأنسجة أكثر حساسية للأشعة من غيرها ومنها : خلايا الخصيتين والمبيضين ، خلايا الثدي ، نخاع العظام الأحمر في الضلوع والعظام المفلطحة ونهايات العظام الطويلة ، خلايا العينين وخاصة عدسة العين والقرنية .

إن خطورة التعرض الإشعاعي تكمن في وقف نمو الخلايا أو إحداث تغييرات في العضيات السيتوبلازمية داخل الخلايا وهنا تكون الخطورة حيث تكون هذه الخلايا عرضة لنمو عشوائي وهو ما يعرف بالأورام السرطانية . ولتلافي مثل هذه المخاطر هناك تقنيات خاصة ووسائل لحماية المرضى والعاملين من أخطار الأشعة مثل استخدام المحددات الرصاصية والدروع الواقية ومقاييس الجرعات الشخصية.

٢ـ١ : الأشعة السينية مميزاتها وأهميتها

الأشعة السينية عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية ؛ كالضوء والموجات الراديوية ولكن هذه الموجات تختلف عن بعضها البعض بالطول الموجى وهو الذي يحدد قدرتها على اختراق وتأيين الذرات[١] .

إن الأشعة السينية تختلف عن أشعة جاما تكون أصل الأشعة السينية ناتج عن أنتقال الألكترونات بين مستويات الطاقة المختلفة للمدارات المحيطة بالنواة . وتسمى بالأشعة المميزة أو نتيجة للتوقف المفاجيء للألكترونات السريعة عند أصطدامها بمادة الهدف داخل أنبوب الأشعة السينية وتسمى بأشعة الكبح بينما أصل أشعة جاما ناتج من أنتقال مكونات

النواة من مستويات عالية الى مستويات أوطأ داخل النواة . كما أن الأشعة السينية تمتلك عادة مدى واسع من الطيف أو الطاقات المستمرة أبتداء من قيمة قصوى للطاقة فما دون ؛ بينما أشعة جاما تمتلك قيم محددة من الطاقة .

تمتاز الأشعة السينية بالخصائص الأتية :

١. تخترق الاشعة السينية المواد بنسب متفاوتة وتضعف عند مرورها خلال صفيحة من الالمنيوم ذات سمك (15mm) الى حد كبير ولكنها لايمكن ان تمحو تاثيرها كليا ويمكن مشاهدة فلورة الشاشة اثناء مرور حزمة الاشعة خلالها. ان هذه الاشعة تضعف كثيراً فى الزجاج الرصاصي . ولكنها يمكن ان تخترق الانواع الاخر من الزجاج التي لها نفس السمك بسهولة .

٢. قدرتها على تأيين ذرات الغازات التى تمر من خلالها – حيث يمكن أستخدام هذه الظاهرة فى الكواشف وقياس كمية الأشعة السينية المارة خلال المادة ومعرفة التعرض الأشعاعي .

٣. تؤثر على الشاشة المطلية بسيانيد الباريوم البلاتيني ومواد اخرى مثل الملح الحجري واملاح الكالسيوم والزجاج واليورانيوم وتؤدى الى فلورتها.

٤. تؤثر على الالواح الفوتوغرافية والافلام السريعة ولذا يعد التصوير ألأشعاعي وسيلة مهمة لدراسة خواص وتاثير هذه الاشعة.

٣-١: خصائص الأشعة السينية:

المستحلبات الفضية المستخدمة في التصوير الضوئي. وتزيل الشحنة الكهربائية للمواد. ومعظم المواد شفافة لها. وتسير وفق خط مستقيم. ولا يغير اتجاهها مرورها عبر ساحات مغنطيسية، لذلك فهي ليست سيلاً من جزيئات مشحونة. وتصدر عندما تصطدم الأشعة تمكن رونتغن منذ اكتشافه الأشعة السينية من دراسة خصائص- هذه الأشعة تسبب تفلور عدد من المواد من بينها مركب سيان يد البلاتين مع الباريوم. وتؤثر في خصائصها النوعية ولخصها بأن المهبطية بأي مادة. وإن العناصر الثقيلة أكثر مردوداً من حيث إصدارها. ولا تنعكس ولا تنكسر بسهولة كالأشعة الضوئية[١].

٤-١: أنواع الأشعة

١-٤-١: الأشعة السينية المميزة للعنصر Characteristics x-ray

يصدر هذا النوع من الأشعة السينية عند انتقال الكترونات ذريه من مدارات (قشرات) ذات طاقه أعلى إلى مدارات ذات طاقه أقل في الذرة نفسها كما هو واضح من الرسم حيث أنه كما هو واضح أن الإلكترون الذي في المدار الكبير يمتلك طاقه أعلى من الإلكترون الذي في المدار الأصغر فلو حصل و أصبح هناك مكان خالي في المدار الأقل طاقه فإن الإلكترون الموجود في المدار الأعلى سوف ينتقل تلقائيا إلى المدار الأقل و بما أن هناك فرق في الطاقة بين المدارين هذا الفرق ينتج عنه انطلاق فوتونات الأشعة السينية بمعنى أن طاقة الفوتون تساوي فرق الطاقة بين المدارين الأول و الثاني [٢].

٢-٤-١: الأشعة السينية الإنكباحيه Bremsstrahlung

هذا النوع ينتج عند حدوث إنكباح شديد أو بمعنى آخر تباطوء لإلكترون أي تناقص شديد في سرعته و سبب هذا التباطوء هو تفاعل الإلكترون مع المجال الكهربي الشديد للذرة أو للنواة حيث أن الطاقة التي يفقدها الإلكترون بسبب تناقص سرعته تنطلق في صورة فوتونات أشعة اكس حيث أن طاقة الفوتون المنطلق نتيجة التباطوء تساوي فرق الطاقة بين الإلكترون قبل التفاعل مع المجال الكهربي و بعد التفاعل معه .

و يتميز طيف الأشعة الإنكباحيه بأنه طيف مستمر أي بمعنى أن طاقة الفوتونات تتخذ قيما مختلفة تبدأ من الصفر و تنتهي عند أقصى قيمه للإلكترون المنكبح .

و من أمثلة الأشعة السينية الإنكباحيه تلك الأشعة التي يتم توليدها في أنابيب الأشعة السينية المستخدمة في التشخيص الطبي و في التطبيقات الصناعية المختلفة . حيث يتم تعجيل الإلكترونات باستخدام فرق جهد كبير ثم تكبح الإلكترونات المعجلة على مادة المصعد فتنطلق الأشعة الإنكباحيه .

٥-١: الهدف من البحث :

إن الهدف من هذا البحث دراسة خصائص الأشعة السينية و فهم الطرق التجريبية المستخدمة و معرفة أهم تطبيقاتها والميادين المستخدمة فيها هذه التطبيقات. ويهدف البحث ايضا لمعرفة مخاطر التصوير الإشعاعي والتي لها تأثير كبير على صحة الإنسان وسلامته.

٢-١: المقدمة

الإشعاع سواء كان على شكل جسيمات مثل النيترونات والبروتونات ودقائق ألفا وبيتا ، أو على شكل إشعاع كهرومغناطيسي مثل أشعة كاما وأشعة أكس ، لهما طاقة موصوفة بالإضافة إلى المواصفات الأخرى مثل الكتلة وطاقة الحركة والشحنة ، والتي بمجملها تحدد طبيعية تفاعل هذه الإشعاعات مع المادة .وعموما كل التفاعلات التي تحدث للإشعاع مع المادة سواء أدت الى امتصاص كامل أو جزئي أو تشتت لطاقة الإشعاع ، تعمل على تأين ذرات المادة بجعلها تفقد عدد من الإلكترونات المدارية للذرة لتتركها بحالة تأين نتيجة فقد هذه الإلكترونات وتكون الذرة في هذه الحالة موجبة الشحنة نتيجة هذا الفقد أو من خلال إثارتها وذلك برفع الإلكترونات الى مدارات أعلى لتترك الذرة بحالة مستثارة ، أو أن يتم تحول الإشعاع من شكل الى أخر مثل الفوتونات الناتجة عن عملية أفناء الإلكترون والبوزترون .ولكن في العموم تفقد الجسيمات المشحونة معظم طاقتها بعملية التأين أما النيترونات والفوتونات فإنها تفقد طاقتها بعملية التشتت والامتصاص ، لذا قام العلماء بدراسة كل هذه التفاعلات المختلفة وهذا ما سنتطرق له خلال هذا المبحث.

٢-٢ :جسيمات ألفا

مشعات ألفا عبارة عن نواة ذرة الهيليوم وتخرج مشعات ألفا من الذرات المشعة أثناء أضمحلال نويدات الذرات الثقيلة وتقل قوتها وطاقتها باختراقها للمواد ومدى اختراق مشعات ألفا يقل عن 10 سم و تعتبر جسيمات آلفا ذات قدرة نفاذية ضعيفة و يمكن إيقافها بوضع شريحة رفيعة من الورق في مسار الجسيمات ولا تخترق الطبقة السطحية للجلد وعلى الجانب الآخر فأن جميع العناصر التي تشع جسيمات آلفا لها سمومية عالية و شديدة و لاتمثل هذه الجسيمات خطورة نتيجة التعرض الخارجي ولكن تتمثل خطورتها عن طريق الاستنشاق أو البلع أي التعرض الداخلي[٣].

٢-٣ : جسيمات بيتا Beta Particles

هي عبارة عن إلكترونات سريعة و يعتمد مدى اختراق جسيمات بيتا على الطاقة المحملة عليه ويمكن لجسيمات بيتا أن تخترق جلد الإنسان نظرا لصغر كتلتها وكبر طاقتها كما أن لها قدرة ضعيفة على الاختراق ولكنها ذات نفاذية اكبر من جسيمات آلفا و يمكن إيقاف مسارها باستخدام شريحة رفيعة من معدن أو قطعة من البلاستيك أو الملابس وتتمثل خطورة جسيمات بيتا في قدرتها على اختراق الأنسجة الحية نتيجة لطاقتها العالية لذلك فهي تعتبر كمصدر للتعرض ويمكن أن تسبب حروقاً للجلد وتختلف شدة الأصابة بها على درجات متفاوتة على حسب طاقتها. [٣]

٤-٢: أنواع الأشعة السينية :

هناك نوعين من الأشعة السينية يمكن الحصول عليها الآن . والتفريق بين هذين النوعين يعود بشكل أساسي إلى طريقة الحصول على كل منهما:

١- الأشعة السينية " البيضاء" أو الطيف غير المتقطع . وكلمة بيضاء لاتعني هنا اللون الأبيض إنما تعني احتواء هذا الطيف على أشعة سينية مختلفة لذبذبة وطول الموجة . أي أننا نجد في هذا الطيف كل الموجات الممكن تصورها ضمن حدين أدنى وأعلى لطول الموجة $\lambda m < \lambda < \lambda M$

٢- الأشعة السينية الخاصة بكل معدن والمكونة من عدة أضواء كل واحد منها أحادي طول الموجة تجتمع في عدة مجموعات . وطول موجة كل ضوء منها يتعلق حسب قانون سنراه لاحقا بالعدد الذري للعنصر المادي الذي ولده يمكن الحصول على " الطيف الأبيض " بإخضاع أنبوبة الأشعة السينية لتوتر منخفض نسبيا . وإذا ما اتخذنا بعض الاحتياطات المبنية على دراسة قيمة التوتر وطبيعة المعدن الموجود في المصعد يمكن الحصول على هذا الطيف الأبيض دون أن يمزج الأشعة السينية الخاصة بنوع المصعد [أي النوع الثاني من الأشعة السينية]. ولهذه الأشعة البيضاء خاصية مهمة : فإذا عمدنا إلى إجراء رسم بياني لشدة الضوء بالنسبة لطول الموجة وجدنا أن الشدة تنعدم تحت طول موجة معين أسميناه λm . وطول الموجة هذا لا يتعلق مطلقا بنوع العنصر المادي المكون للمصعد (Anode) وإنما يتعلق بقيمة التوتر الكهربائي المسلط على أنبوبة الأشعة السينية . وأول من طبق قانون علاقة λm بالتوتر الكهربائي هما العالمان ديان (Duane) و هونت (Hunt)وكان ذلك في سنة ١٩١٤.

وكمثال على ذلك وبواسطة توتر كهربائي يساوي ٣٠٠ ٠٠٠ فولت يمكن الحصول على أشعة سينية يساوي الطول الأدنى من الموجة فيها خمسة أجزاء من ألف من الأنغستروم :

$$\lambda = 0.005 \text{ A}$$

والتوتر المشار إليه أعلاه يستعمل للحصول على أشعة سينية تستخدم في معالجة الأقسام الداخلية من جسم الإنسان لأن الأشعة ذات الموجة المتناهية القصر تملك قدرة كبيرة على الاختراق .

وبالرغم من أن الطول الأدنى للموجة السينية لا يتعلق بطبيعة المهبط فإن الشدة الإجمالية للطيف الممكن الحصول عليها تحت توتر كهربائي ثابت ترتكز على العدد الذري للعنصر المكون للمصعد.

وتجدر الإشارة إلى أن كيفية انطلاق هذه الأشعة العامة "أو البيضاء" لم تحظ حتى يومنا هذا بتفسير دقيق . ولكن يمكن القول بأن هذا الطيف ينتج عن تغير مسار الإلكترونات المنطلقة من المهبط تحت تأثير الحقول المغناطيسية والكهربائية بالقرب من نواة الذرات في المصعد.

من المعروف جيدا أن الإلكترون المنطلق من المهبط يكتسب طاقة حركية تساوي حاصل ضرب قيمة التوتر بشحنة الإلكترون الكهربائية. والتوقف الكامل والسريع للإلكترون عند دخوله في مادة المصعد يحول هذه الطاقة الحركية إلى إشعاعات وكلما كان التوقف سريعا كانت ذبذبة الأشعة المنبعثة مرتفعة .

والتوقف الكلي للإلكترون عند أول اصطدام بذرة من ذرات المصعد يعطي الأشعة ذات الذبذبة الأكثر ارتفاعا أو طول الموجة الأقصر وهي الموجة التي ذكرناها آنفا والتي أسميناها λ m .

وهذه الأشعة العامة ذات أهمية بالغة . فهي التي استعملت في الماضي لدراسة البلورات في فيزياء وكيمياء الأجسام الصلبة بطريقة " لاو" "Laue" . وهي التي تستعمل في الطب للمعالجة بالأشعة السينية وللتصوير بالأشعة.

أما النوع الثاني من الأشعة السينية فنحصل عليه ، إلى جانب النوع الأول الذي وصفناه أعلاه . ولكن طول الموجة التي نحصل عليها لا يتغير بتغير قيمة التوتر العالي وذلك لأنه خاص بالعنصر المادي المكون لمعدن المصعد . فإذا أجرينا رسما بيانيا لتغير الشدة الضوئية بتغير طول الموجة وجدنا أنه تبرز إلى جانب الطيف الأبيض حزمات أشعة أحادية اللون شديدة الضوء نسبيا . وهذه الحزم هي التي وصفنا بالأشعة السينية الخاصة بالعنصر المعدني[٣].

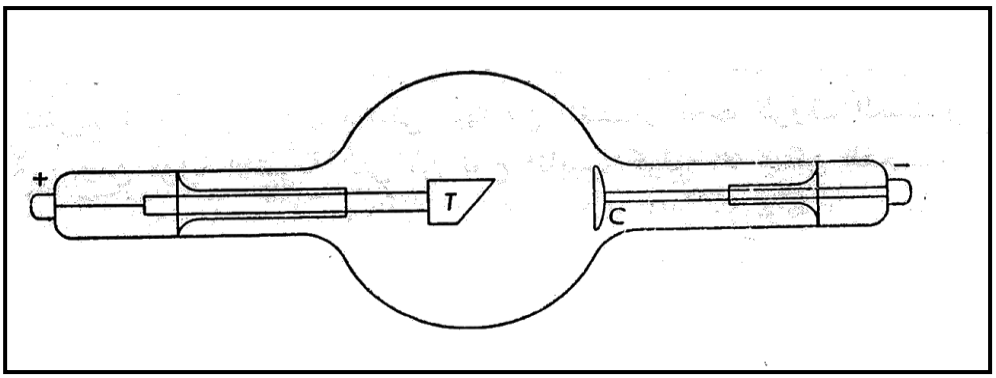
٥-٢: الأشعة السينية وأشعة كاما

أشعة كاما عبارة عن موجات كهر ومغناطيسية لها طول موجة قصير جدا و تردد عالي جدا و لها مقدرة اختراق عالية جدا خلال المواد الثقيلة و الأشعة السينية (أشعة اكس) هي أيضا أشعة كهر ومغناطيسية مثل أشعة كاما لها طول موجة قصير و تردد عالي و تختلف قوة وطاقة الأشعة السينية باختلاف مصدر انطلاقها فهي ليست جسيمات ولكن أمواجا شبيهة بأمواج الضوء ولها قابلية كبيرة جدا على اختراق المواد و تتولد عندما تصطدم إلكترونات لها طاقة عالية و بسريعة كبيرة بمادة صلبة و نتيجة هذا التصادم تثار ذرات مادة الهدف و تظهر هذه الاستثارة على شكل أشعة سينية و يتكون طيف الأشعة السينية من خطوط طيفية مميزة تعتمد على نوع مادة الهدف ويمكن إقلال طاقات هذه الأشعة باستخدام مواد لها عدد ذرى عالي أو اسماك مختلفة كبيرة و يستخدم الرصاص و الصلب و الأسمنت والباريت المسلح و الحديد المسلح بالأسمنت كحواجز وقائية للحماية من هذه الإشعاعات ومع أن العلماء يضعون فروقا بين أشعة كاما والأشعة السينية فان هذه الفروق تتمثل في أن أشعة كاما اكثر طاقة و بالتالي اكثر نفاذية[٤]. وعند استخدام الماء أو الهواء أو الألومنيوم كحواجز وقائية فتقل كمية الإشعاع بحد ضئيل جدا و يجب أن نعين كمية الإشعاع لتحديد السمك المناسب و المادة المناسبة . تسلك النيوترونات سلوكاً مشابهاً لأشعة كاما حيث أن النيوترونات لها قابلية للأختراق ولذلك تستخدم المواد ذو العدد الذري الصغير مثل الماء البولي ايثيلين و الأسمنت المسلح و الحديد و الرصص كحواجز وقائية امة في مثل هذا الشأن.

٦-٢: أنواع الأنابيب المنتجة للأشعة السينية [٤] :

١-٦-٢: أنبوب مملوء بغاز تحت ضغط منخفض:.

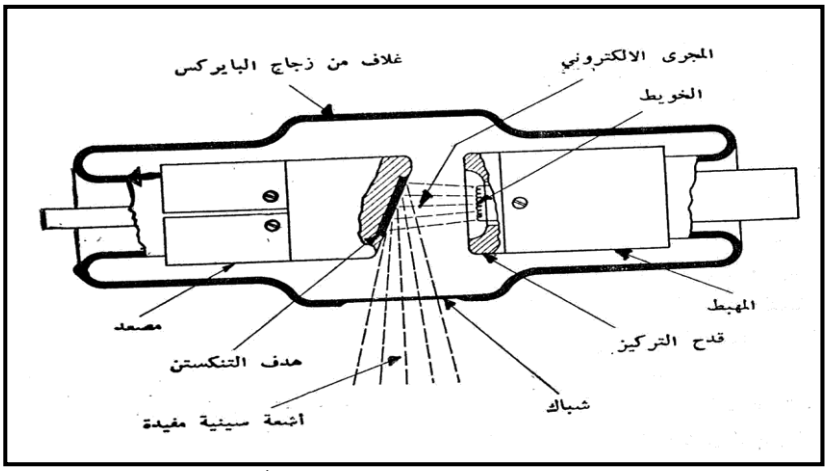
عبارة عن أنبوب زجاجي يحتوي على الكاثود والانود ومفرغ من الهواء ومملوء بغاز خامل تحت ضغط منخفض تنبعث الالكترونات من الكاثود وتسقط على هدف من المعدن T كما في الشكل(1-3) ويكون ضغط الغاز داخل الانبوب حوالي (0.001) ملم زئبق وفرق الجهد بين الكاثود والهدف (T) يتراوح بين (3x104 -5x104) فولت.تنبعث الالكترونات من الكاثود نتيجة التسخين وعند أصطدامها بالهدف تفقد طاقتها بشكل حرارة والجزء الباقي من الطاقة ينبعث بشكل فوتونات ألأشعة السينية وتنتشر هذه الاشعة من الهدف الى جميع الجهات [8] .



الشكل (1- 3) انبوب اشعة سينية مملوء بغازتحت ضغط منخفض **[6].**

٢-٦-٢: انبوب كولج الحديث (Coolidge Tube)

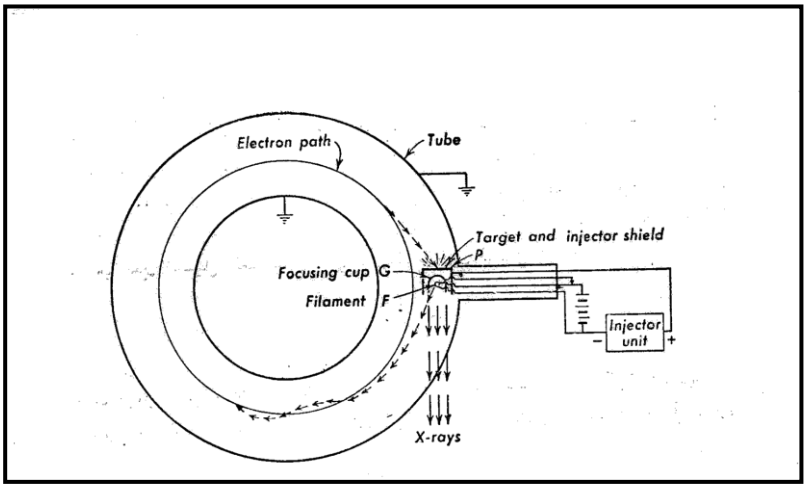
عبارة عن انبوب حراري يكون فيه الكاثود من فتيلة التنجستين التى يسخن الى درجة الابيضاض بأمرار تيار كهربائي من بطارية أو قطب لمصدر قدرة واطئ الجهد فتنبعث منه الالكترونات. وتتحرك هذه الالكترونات نحو الهدف بسبب فرق الجهد العالي بين الهدف و الكاثود و يفرغ الانبوب من الهواء . من مزايا هذه الآنابيب التحكم فى مقدار الأنبعاث الحاصل منها وذلك بالتحكم بتيار الانود الذي يمكن بوساطته تغيير درجة حرارة الفتيل وهذه الانابيب أكثر أستقرارا أثناء عملها من الانابيب الغازية.



الشكل (1-4) انبوب كولج الحديث لتوليد الأشعة السينية **[6].**

٣-٦-٢: انبوب البيتاترون (Betatron tube)

في هذا النوع من الانابيب تسرع الالكترونات الى طاقة عالية بأستخدام البيتاترون . حيث تقوم قاذفة الألكترونات مقام الكاثود في انبوب الاشعة السينية وبعد أن تعجل الالكترونات الى سرعة عالية جداً بتأثير القوة المؤثرة عليها والناشئة عن مجال كهربائي وآخر مغناطيسيًا (متناوب البيتاترونات تستعمل لأكساب الالكترونات تعجيلا ربما بلغت طاقته 100MeV وتوجه الألكترونات المعجلة لتسقط على هدف حيث تنبعث من الهدف الأشعة السينية.



الشكل(1-5) مسار الآلكترون فى أنبوب البيتاترون [6].

٧-١: إنتاج الاشعة السينية x- ray production

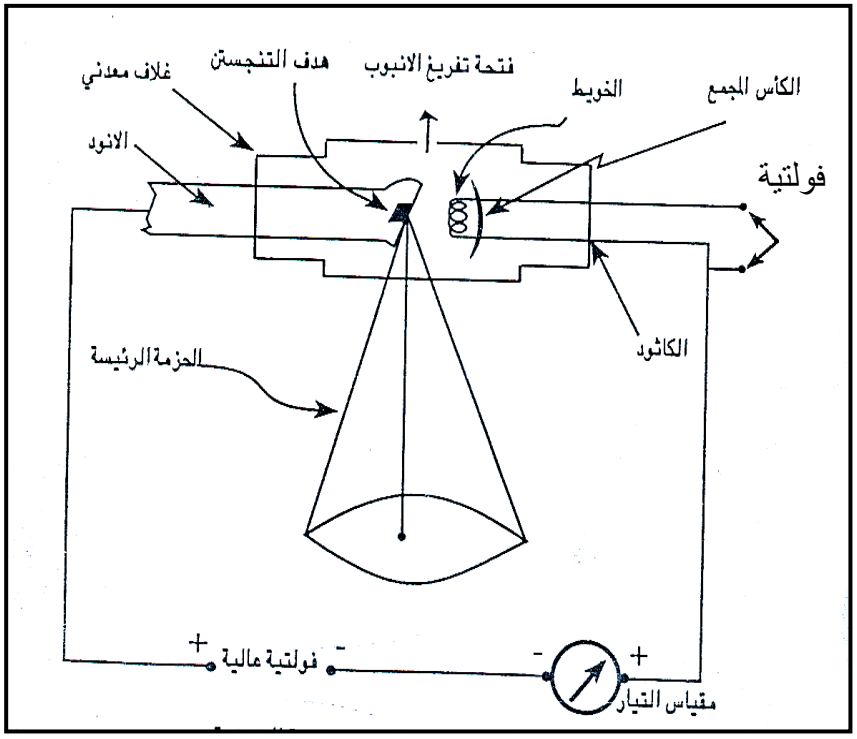
تنتج الاشعة السينية عندما تصطدم الالكترونات السريعة جدًا بمادة الهدف داخل الانبوب وتفقد طاقتها الحركية بشكل مفاجئ حيث يسخن الخويط لدرجات حرارة عالية تؤدي الى تحرير الالكترونات التى تنجذب نحو الآنود نتيجة لتسليط فرق جهد عالٍ بين الآنود والكاثود. وعندما تصطدم هذه الالكترونات بمادة الهدف فأنها تفقد طاقتها خلال عدة طرق مختلفة من التفاعلات ينتهي بعضها الى أنتاج الاشعة السينية بطاقات وأطوال موجية مختلفة .

تفقد معظم هذه الالكترونات طاقاتها خلال سلسلة من التفاعلات تسمى بالتصادمات الايونية والتي تتضمن انتقالات صغيرة من الطاقة تؤدي الى تأيين ذرات مادة الهدف كما تنتج من التصادمات حرارة تؤدي الى أرتفاع درجة حرارة الهدف و النوع الثاني من هذه التفاعلات يحدث عندما يصطدم الالكترون مباشرة بأحد الالكترونات المدارية وبخاصة المدار k والذي يؤدي الى أنتزاع أحد هذه الالكترونات مخلفًا وراءه فراغاً(فجوة) في هذا المدار وعندما يهبط الالكترون من أحد المدارات الخارجية لملئ هذا الفراغ فان الفرق في الطاقة بين المدارين ينبعث على شكل أشعة مميزة لهذا المدار تسمى بالاشعة السينية المميزة.

وقد يقترب الالكترون من النواة وبسبب قوة التجاذب الكبيرة بين النواة الموجبة والالكترون السالب فأن الالكترون يجبر على الدوران جزيئيًا حول النواة مغيراً بذلك مساره . ان التباطؤ المفاجئ للالكترون نتيجة لذلك والنقصان في الطاقة يؤدي الى أنبعاث فوتونات بطاقة عالية تسمى أشعة الكبح وهى أشعة سينية

٨-١: انبوب الاشعة السينية ومكوناته X- Ray Tube

يتكون انبوب الاشعة السينية من غلاف زجاجي أو معدني مفرغ من الهواء تحت ضغط واطئ كما في الشكل (6-1) وأهم أجزاء أنبوب ألأشعة السينية [٥] :



الشكل (6-1)رسم تخطيطى لانبوب الاشعة السينية [4].

١-٨-١: **الكاثود** :-

هو عبارة عن سلك من التنكستن بشكل ملف يسمى بالخويط (filament) موضوع داخل تجويف يسمى بالكأس المجمع . إن وظيفة هذا الوعاء هو تركيز وتسديد حزمة الالكترونات الخارجة من الكاثود نحو الآنود (الهدف) . إن طول وقطر الخويط وشكل الكأس (الوعاء) وخواصه هي من العوامل المؤثرة على شكل وحجم تلك المنطقة من الانود التي تصطدم بها تلك الالكترونات . كما أن درجة حرارة الخويط تتحكم بكمية الالكترونات المنبعثة منه. حيث يزداد عدد الالكترونات المنبعثة بزيادة درجة حرارة التنكستن وبالتالي يزداد تيار الالكترونات الذي يكون متغيرا ويقاس بالملي أمبير (mA) خلال الانبوب

٢-٨-١: الانود:

يصنع من النحاس الذي يمتلك توصيلية حرارية عالية وتدفن داخله صفيحة من التنكستن أو المولبدينيوم تسمى بالهدف الذي يكون مواجهًا للكاثود.يعود سبب أستخدام التنكستن كمادة الهدف الى :-

عدده الذري العالي (74) مما يزيد من كفاءة أنتاج الاشعة السينية .

ii. درجة أنصهاره عالية (3400°س) لذلك تمكنه من مقاومة درجات الحرارة العالية الناتجة من قذف الالكترونات،لان99 % من طاقة الالكترونات تتحول الى حرارة.

تنتج الاشعة السينية من المساحة الصغيرة من الهدف التي تصطدم بها الالكترونات المنبعثة من الكاثود والتى تسمى بالبقعة البؤرية وأن مساحة البقعة البؤرية تؤدى دوراً مهماً في تكوين الصورة الشعاعية فكلما صغر حجمها كانت الصورة أكثر حدة. ولمعالجة هذه المشكلة تم استخدام مبدأ التبؤر الخطي (line-focus- principle) حيث يميل الهدف بزاوية معينة ما بين (15-20) . ويتم تبريد الانود بامرار الزيت أو الماء خلاله. تنقسم أنابيب الاشعة السينية الى نوعين تبعًا لنوع الانود المستخدم وهما انابيب الانود الثابت والمتحرك . الانود الثابت لا يصمد للحرارة العالية ولذلك تم اختراع الانود الدوار (المتحرك) من قبل شركة فيلبس في عام 1930 وهذا الانود يتحمل درجات حرارة عالية وذلك لتوزيع الحرارة على مساحة كبيرة من الانود.

٢-٩: التصوير بالأشعة[٤]:

في عام ١٨٩٥ اكتشف عالم ألماني اسمه ويليام رونتجن Wilhelm Roentgen اشعة أكس بينما كان يجرى تجربة تسليط شعاع الكتروني على أنبوبة تأين غازي .gas discharge tube لاحظ العالم رونتجن أن الشاشة الفوسفورية في المختبر بدأت تتوهج عند اصطدام شعاع الالكترونات عليها. هذه النتيجة في حد ذاتها لم تكن مدهشه حيث كان من المعلوم أن تتوهج الشاشة الفوسفورية بفعل الشعاع الالكتروني ولكن رونتجن احاط الانبوبة المفرغة بالواح سوداء سميكة لتتمكن من حجب الاشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من الأنبوبة المفرغة، كما وضع رونتجن عدة اجسام بين الانبوبة والشاشة الفوسفورية وكانت النتيجة ان الشاشة الفوسفورية لازالات تتوهج. وحتى يتأكد من ان هناك اشعة جديدة هي التي اخترقت تلك الاجسام ووصلت للشاشة الفوسفورية قام رونتجن بتجربة اضافية وهي بأنه وضع يده امام الانبوبة المفرغة وشاهد على الشاشة الفوسفورية صورة لعظام يده، لاحظ هنا ان رونتجن اكتشف اشعة جديدة هي اشعة اكس وفي نفس الوقت اكتشف احد اهم تطبيقاتها .

ونتجن اكتشف اعظم واهم انجاز طبي في تاريخ البشرية وهو التشخيص باستخدام اشعة اكس التي تسمح للاطباء بتشخيص الكسور في العظام بدون اجراء عملية جراحية كما تستخدم اشعة اكس للكشف على الاجسام الغريبة في جسم الانسان وتطور التشخيص باشعة اكس لتمكن الاطباء من تسوير الاوعية الدموية والاعضاء البيولوجية في جسم الانسان .

١-٣: المقدمة

الإشعاع المؤين هو نوع من الطاقة تُطْلِقه ذرات معينة وينتقل على هيئة موجات كهرومغناطيسية (أشعة كاما أو الأشعة السينية) أو على هيئة جسيمات (نيترونات بيتا أو ألفا). ويسمى هذا التفكك التلقائي للذرات النشاط الإشعاعي، وتُعتبر الطاقة الزائدة المنبعثة أثناء هذا التفكك شكلاً من أشكال الإشعاع المؤين. ويُطلَق على العناصر غير المستقرة التي تتفكك وتنبعث منها الإشعاعات المؤينة اسم النويدات المُشِعَّة .وتُحدَّد الصفات الفريدة لجميع النويدات المُشِعَّة حسب نوع الإشعاعات المنبعثة منها وطاقة تلك الإشعاعات وعمرها النصفي .ويقاس هذا النشاط - الذي يُستخدم كمقياس لكمية النويدات المشعة الموجودة - بوحدة تسمى البيكرل .(Bq) ويعادل البيكيرل الواحد عملية تفكك واحدة في الثانية. والعمر النصفي هو الزمن اللازم لكي يتراجع نشاط النويدات المشعة بفعل الانحلال الإشعاعي إلى نصف قيمتها الأولية. والعمر النصفي لأي عنصر مشع هو الزمن الذي يحتاجه العنصر لكي يتفكك نصف عدد ذراته، ويتراوح من مجرد جزء من الثانية إلى ملايين السنين (حيث يبلغ العمر النصفي لليود-١٣١ مثلاً ٨ أيام في حين أن العمر النصفي للكربون-١٤ هو ٥٧٣٠ سنة[٥]

٢-٣: طيف الاشعة السينية [٥]

طيف الاشعة السينية يوصف أنه عدد فوتونات الاشعة السينية المتولدة عند كل طاقة على أمتداد الطاقة الكلي للحزمة . إن الطيف الناتج من الانبوب يتضح أنه يتكون من جزأين منفصلين ناتجين بطريقتين مختلفتين هما:

١-٢-٣: الطيف المستمر :.

ينشأ الطيف المستمر من التفاعلات بين الالكترونات المنطلقة من الكاثود والالكترونات المحيطة بالنواة لذرات الهدف أو المجال الكولومي حيث أن هذا الطيف يمتلك جميع الطاقات أبتداءا من قيمة قصوى محددة فما دون. إن السبب في أمتلاك هذا الطيف لمدى واسع من الطاقات وليست طاقة محددة يعود الى الطريقة التي تتفاعل بها الالكترونات مع مادة الهدف لإنتاج فوتونات الاشعة السينية والتي تحدث في أعماق مختلفة خلال هذه المادة مما يؤدي الى إنتاج فوتونات بطاقات مختلفة أبتداء من القيمة القصوى فما دون.

٢-٢-٣: الطيف المميز (الخطي) :

ينشأ الطيف المميز من تفاعل الالكترونات المنطلقة من الكاثود مع أحد الالكترونات المدارية ضمن مادة الهدف وبخاصة المدارات الداخلية. ونتيجة لهذا التفاعل يتحرر الكترون مداري اي تأيين الذرة. لكن سرعان ما يتم ملئ هذا الفراغ الذي خلفه الالكترون بأحد الالكترونات من المدارات الأخر ذات الطاقة الاعلى. والفرق فى طاقة الكترون بين المدارين ينبعث على شكل فوتونات الاشعة السينية التي تعد

مميزة لمادة الهدف . لذلك فان الطيف المميز يعتمد على مادة الهدف ولا يعتمد على الفولتية. كما في الطيف المستمر إلا بقدر أن تكون طاقة الالكترونات كافية لانتزاع الالكترون المداري وبالتالي أنتاج الاشعة المميزة . تعد الاشعة المميزة غيرمهمة في التشخيص بالاشعة السينية لانها تشكل نسبة صغيرة من طيف الاشعة السينية مقارنة مع الاشعة السينية بل على العكس فان وجودها يؤدي الى زيادة الجرعة الاشعاعية لذ من المهم التخلص منها بالترشيح .

٣-٣: تفاعل الاشعة السينية مع المادة Interaction of x-ray with- matter

عند مرور فوتونات الاشعة السينية خلال مادة فانها تواجه أحدى الاحتمالات

ان تنحرف عن مسارها الاصلي دون تغير أو فقدان فى طاقتها وتسمى هذه العملية بالاستطارة المرنة. عندما تنحرف عن مسارها الاصلي مع فقدان لجزء من طاقتها وتسمى هذه العملية بأستطارة كومبتون أو الاستطارة غير المرنة. تمتص طاقة هذه الفوتونات خلال المادة تماماً كما في التأثير الكهروضوئي.

أن تنتقل هذه الفوتونات خلال المادة دون حدوث أي تغيير فيها.

تمثل الاحتمالات الثلاثة الاولى طرق التفاعل الرئيسية للاشعة السينية مع المادة بينما يمثل الاحتمال الاخير النقصان في عدد الفوتونات المخترقة للمادة أي تغير في شدتها، حيث أن أحتمالية حدوث إي من التفاعلات السابقة يعتمد على طاقة الفوتونات الساقطة وعلى الطبيعة الذرية للمادة المارة خلالها. فيما يتعلق في التشخيص بالاشعة السينية فان التأثير الكهروضوئي وأستطارة كومبتون هما التفاعلان المهمان في هذا المجال بينما يعد التفاعلات الاخران غير مهمين فالاستطارة المرنة غير مهمة لانها لا تتضمن إي إمتصاص للطاقة وتشكل نسبة صغيرة جدًا من التوهين الكلي لحزمة الاشعة السينية. أما أنتاج الازواج فيحدث عند الطاقات العالية غير المستخدمة في التشخيص بالاشعة السينية[٣].

١-٣-٣: الظاهرة الكهرو ضوئية (Photo electric .effect) [٦]

هى إحدى عمليات تفاعل الاشعة السينية مع المادة . فنتيجة للتصادم المباشر بين الفوتون الساقط والالكترونات الداخلية تنتقل طاقة الفوتون الى الالكترون باكملها تاركًا ذرته ويسمى الاكترون المنطلق بالالكترون الضوئى ويمكن التعبير عن طاقته طبقًا لقانون بقاء الطاقه بالعلاقة الاتية:.

$$E_e = E - B.....(1.1)$$

$$= h\upsilon - B$$

حيث:

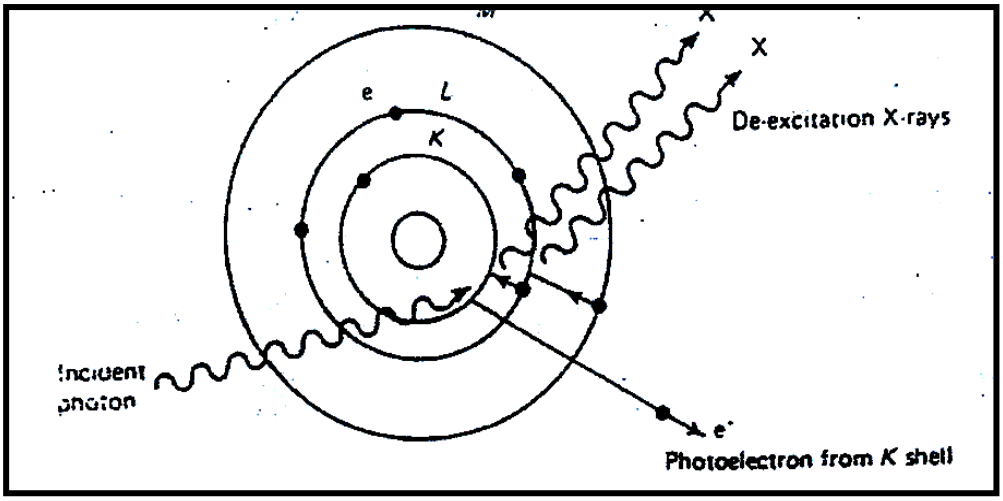
B طاقة الترابط.

$h\upsilon$ طاقة الفوتون الساقط.

Ee طاقة الالكترون المنطلق.

h ثابت بلانك، υ تردد الفوتون الساقط

لاتحدث هذه الظاهرة إلا اذا كانت طاقة الفوتون أكبر من طاقة ترابط الالكترون بالذرة أي (hυ >B) في المدار K. وتكون أحتمالية تفاعل الفوتونات مع الالكترونات الداخلية للذرة أكبر من تفاعلها مع اللكترونات المدارات الخارجية .وبزيادة طاقة الفوتون حين تصبح أكبر من طاقة ترابط الالكترون (B) في المدار k. عندئذ تشترك جميع الكترونات الذرة في الظاهرة الكهروضوئية وعندها ينبعث الالكترون من المدار K. ويحل محله الالكترون من المدار L أو M. وبالتالي تنطلق من الذرة أشعة سينية مميزة لها وهي عبارة عن فرق طاقة الترابط في المداريين K، L أو M،K كما في الشكل(1-7)



الشكل (1-7) ظاهرة الكهروضوئي [10].

أن أحتمالية حصول الظاهرة الكهروضوئية تتناسب عكسيًا مع مكعب طاقة الفوتون وطرديًا مع مكعب العدد الذري.

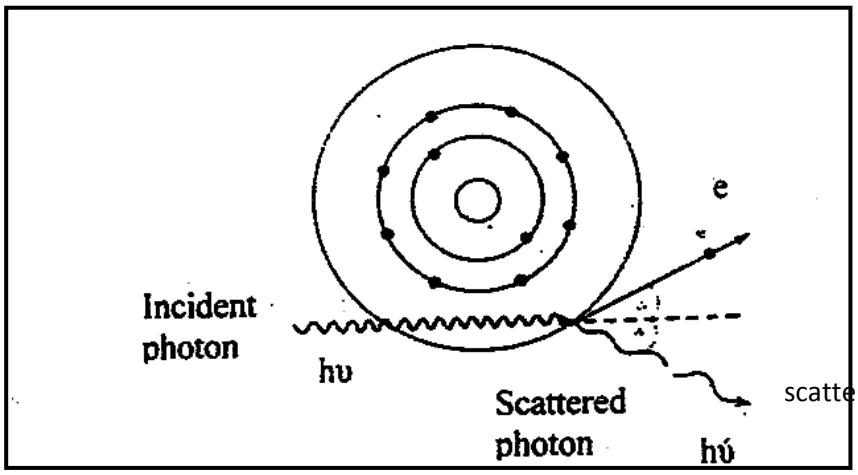
إن الظاهرة الكهروضوئية في التشخيص الطبي بالاشعة السينية لها مزايا لان الصورة المتكونة ذات نوعية جيدة جدًا . والسبب فى ذلك أن الأشعة السينية تمتص بأجمعها من قبل المادة (الانسجة الحية للجسم) وتعتمد هذه بشكل كبير على العدد الذري للمادة لذلك فإن التباين في الصورة بين الانسجة المختلفة تكون كبيرة ولكن مساوئ هذه الطريقة هي الجرعة العالية التي يتعرض لها المريض لان جميع الفوتونات تمتص .

٢-٣-٣:. ظاهرة كومبتن Compton effect-

تحدث ظاهرة كومبتن عند تفاعل فوتونات الاشعة السينية مع الالكترونات الحرة أو الالكترونات ذات الارتباط ضعيف بالذرة. ويتلخص هذا النوع من التفاعل بانه عند سقوط فوتون طاقته Hυ على الكترون حر. يكتسب الالكترون جزءًا من هذه الطاقة فينطلق بسرعة معينة وبينما يفقد الفوتون جزء من طاقته فتصبح طاقته- h υ وينحرف عن مساره بزاوية تعتمد على طاقة الفوتون الساقط ويطلق عليه بالفوتون المستطار حيث

$$\lambda`-\lambda= 0.024(1-\cos\theta)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1-3)$$

حيث: λ`، λ الطول الموجي للفوتون الساقط والمستطار على التوالي، θ زاوية الاستطارة كما في الشكل (1-8)



scattered electron

الشكل (1-8) ظاهرة كومبتون [10].

تزداد كمية الاشعة السينية المفقودة كلما ازدادت زاوية الاستطارة أما أنحراف الفوتونات بزاوية صغيرة بسبب مشاكل فى الاشعة التشخيصية لان الفوتونات لاتفقد من طاقتها إلا جزء قليلاً جداً وبذلك يمكنها من أختراق الجسم والوصول الى الفلم. ويمكن تقليل من عدد الفوتونات المستطارة بإستخدام المرشحات أو المصفاه لذلك فانها تكون قليلة فى الصورة الأشعاعية . ان أحتماليه الحصول على هذه الظاهرة تعتمد على عدد الكترونات المادة وعلى كثافة المادة و طاقة الفوتونات حيث كلما زادت الطاقة قلت أحتماية الحصول على هذه الظاهرة .و بالرغم من ذلك فأن معظم التشخيص الطبى للآشعة السينية يعتمد على هذه الظاهرة لآن طاقة الفوتونات المستطارة كافية للوصول الى الفلم وتكوين الصورة الخفية. وكذلك فأن جرعة المريض تكون قليلة ويمكن تلافي الضلال المتكونة في الصورة نتيجة لتشتت الاشعة السينية بجسم المريض بإستخدام المصفاة .

٣-٣-٣: ظاهرة توليد الازواج Pair Production

نحصل على هذه الظاهرة عندما تكون طاقة الفوتون الساقط أكبر من ضعف طاقة السكون للالكترون إي أكبر من (1.022 MeV) .

فأنه يحدث تفاعل بين الفوتون الساقط والمجال الكهربائي للنواة وينتج عنه فناء الفوتون وتوليد الكترون سالب وبوزيترن موجب وينطلقان بطاقتي+Te، Tē على الترتيب

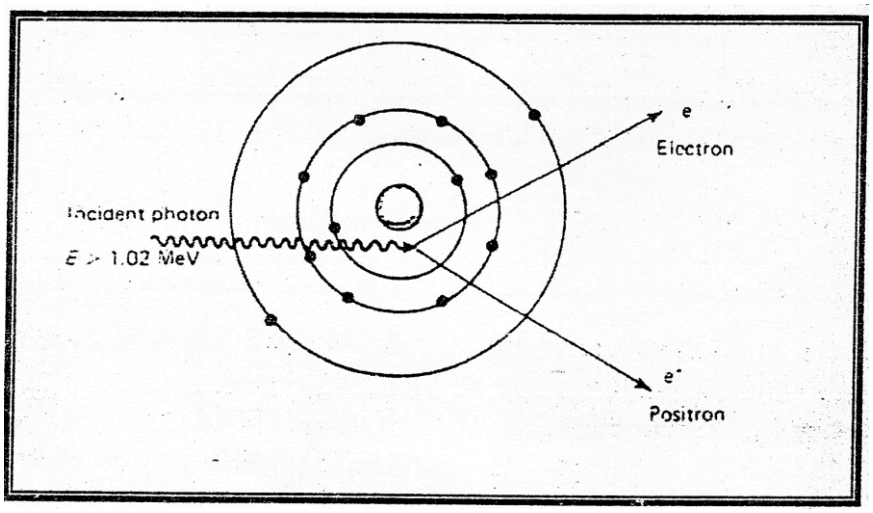
$$h\upsilon = Te + T\bar{e} + 2moc2 \ldots\ldots (1\text{-}4)$$

$$h\upsilon - 2moc2 = T\bar{e} + Te+$$

حيث أن hυ طاقة الفوتون الساقط (hυ >2moc2)

Tē، +Te تمثل الطاقة الحركية لكل من البوزترون والكترون

2moc2 طاقتي السكون لالكترون وبوزترون [12] تعتبر هذه الظاهرة غير مفيدة فى عملية التشخيص الطبى للأشعة السينية.



الشكل (1-9) ظاهرة توليد الزوج [10].

٤-٣: أنواع التعرض الإشعاعي [٧]

قد يكون التعرض للإشعاع داخلياً أو خارجياً وقد يحدث عبر مجموعة متنوعة من مسارات التعرض الإشعاعي.

١-٤-٣: التعرض الداخلي للإشعاع المؤين يحدث عند استنشاق أو بلع النويدات المشعة أو دخولها إلى مجرى الدم (عن طريق الحقن أو الجروح مثلاً). وتنتهي حالة التعرض الداخلي عند تخلص الجسم من تلك النويدات المشعة إما تلقائياً (عن طريق الفضلات مثلاً) أو نتيجة لتلقي نوع من العلاج.

٢-٤-٣ :التلوث الخارجي قد يحدث عند تَعَلُّق المواد المشعة التي تنتقل عن طريق الهواء (مثل الغبار أو السوائل أو الهباء) بالجلد أو الملابس. وغالباً ما يسهل إزالة هذا النوع من المواد المشعة من على الجسم عن طريق الغسل.

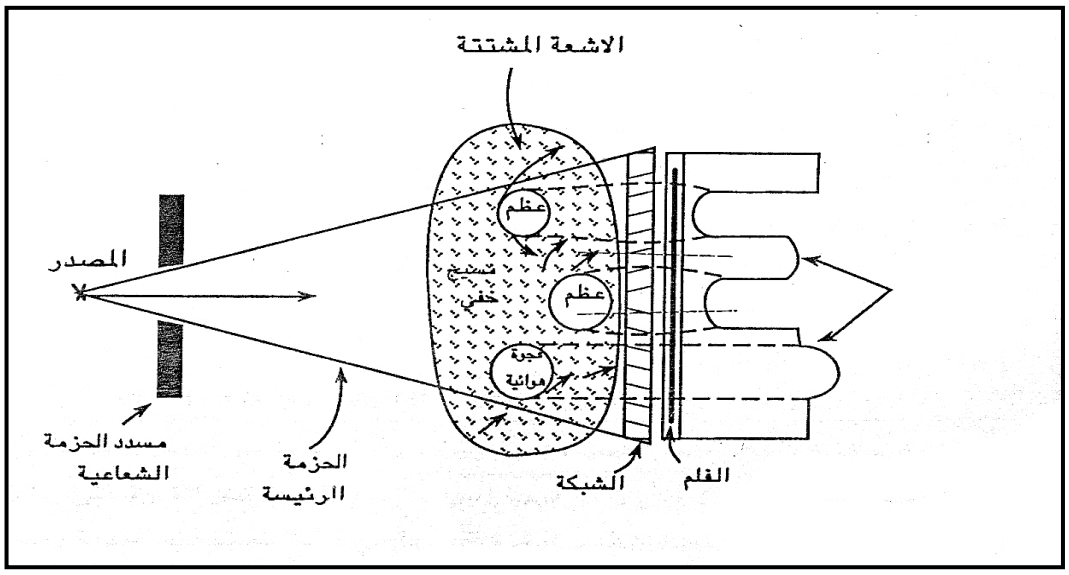
وقد يكون التعرض للإشعاع المؤين ناتجاً أيضاً عن التشعيع الخارجي (كما في حالة التعرض للأشعة السينية في المرافق الطبية). ويتوقف التشعيع الخارجي عندما يُحجَب مصدر الإشعاع أو عندما يخرج الشخص من مجال الإشعاع.

٣-٥: توهين الاشعة السينية:

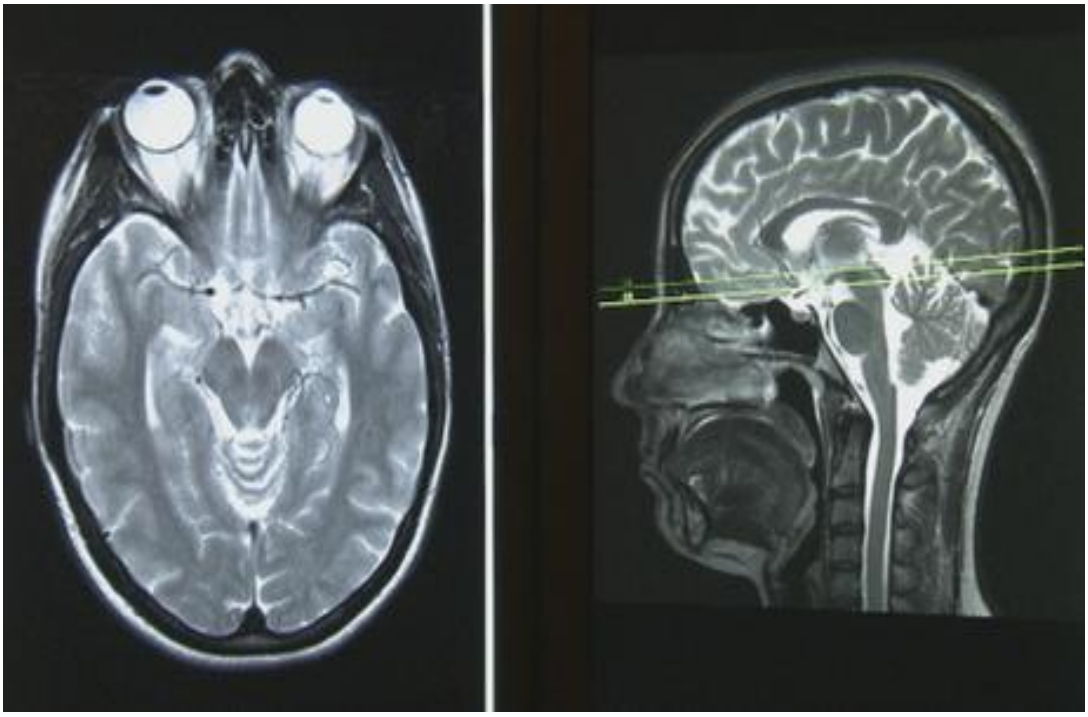
٣-٦: التشخيص الطبي باستخدام الاشعه السينية X-Rays Diagnosis

تعد الاشعة السينية ومازالت من الطرا ئق الفعالة والمهمة في معرفة مكونات الجسم وما يطرأ عليه من تغيرات وتعد كذلك أكثر أستخداما في التشخيص الطبي وبخاصة بعد أستخدام التقنيات الرقمية للحصول على الصور. تعتمد هذه العمليه على أنتاج صورة أشعاعية مرئية ذات كثافة ضوئية مختلفة من حيث الشكل والحجم ودرجة الاسوداد لذلك الجزء المراد فحصه بعد تعريضه للحزمة الأشعاعية والتي من خلالها يتم الحصول على المعلومات الخاصة بالبناء التشريحي والوظيفي وبالتالي تحديد الوضع الصحي لذلك الجزء. ان المعلومات التي يتم الحصول عليها تعتمد على كفاءة الصورة الأشعاعية والتي تتغير اعتمادًا على نوعية الفحص والبناء التشريحي للعضوء المراد فحصه. إن المقدرة على استخراج هذه المعلومات من الصورة الأشعاعيه تعتمد على التمييز بين مكونات البناء التشريحي المختلفه لذلك العضو أو الجزء المراد فحصه من الجسم .إن البناء التشريحي لجسم الانسان متباين في تكوينه من عضو لآخر وكذلك من جزء لآخر داخل كل عضو فيه فهو يتكون من أنسجة مختلفة كالعضلات وشحوم وغضاريف وفجوات مختلفة في كثافتها وأحجامها وكذلك في عددها الذري.حيث تمر الاشعة بسهولة من خلال الانسجة الطرية وتمتص بكمية أكبر في العظام لاحتوائها على الكالسيوم ذى الوزن الذري العالي.
مرور حزمة من الاشعة السينية خلال الجسم البشري فأنه يحدث توهين لهذه الاشعة داخل الجسم بدرجات مختلفة إعتمادًا على العدد الذري وكثافة وسمك ذلك الجزء الذى تمر من خلاله الاشعة ونتيجة لذلك فان الاشعة الخارجة تختلف في شدتها من موضع لآخر محكومًا بطبيعة البناء التشريحي لذلك العضو من الجسم وبالتالي فأن الاشعه النافذة التى مرت خلاله تحمل جميع التفاصيل الخاصة بذلك العضو، لذلك يطلق عليها بالصورة الأشعاعية. بما أن العين غير حساسة للاشعة السينية فانه يتم تحويل هذه الصورة غير المرئية الى صورة مرئية وذلك باسقاط حزمة من الاشعة السينية الخارجة من الجسم على الفلم الأشعاعي الموجود خلف المريض وبعد أن يتم تحميض الفلم كيميائيا تظهر صورة مرئية ثابتة

يمكن مشاهدتها . أوعرضها على شاشة متفلورة أو أظهارها رقمياً على الحاسبة . ان الصورة المتكونة على الفلم هي صورة سالبة حيث أن المناطق السوداء على الفلم تقابل تلك المواضع التي تم فيها امتصاص قليل لطاقة الاشعة السينية والمناطق فاتحة اللون (البيضاء) تقابل تلك المواضع التي حدث فيها أمتصاص كبير لتلك الطاقة .



صورة شعاعية اساسية



٨-٣: المخاطر الجسدية وتشمل التأثيرات والأمراض التالية : [٢]

١-٨-٣: السرطان:

ان تعرض الإنسان للاشعاع النووي قد يسبب لها الإصابة بمختلف انواع الامراض السرطانية ويعتمد ذلك على مقدار الجرعة الشعاعية والمنطقة التي تتعرض للاشعاع.
وقد اشارت الدراسات التي اجريت في مدينتي هيروشيما وناكازاكي إلى ان نسبة الإصابة بمرض سرطان الدم المعروف باسم اللوكيميا أعلى منة في بقية المدن اليابانية الاخرى ، وان الاشخاص اللذين كانوا اقرب إلى منطقة الانفجار كانت إصابتهم أعلى من نسبة إصابة الآخرين اللذين كانوا على مسافة ابعد . كما ثبت إن تعرض الإنسان إلى الإصابة بسرطان الغدة الدرقية ألذي يصيب الأطفال والأشخاص غير البالغين بنسبة أعلى من البالغين عند تعرضهم إلى الجرعة الإشعاعية نفسها . وفي احد معامل الساعات لوحظ ظهور مرض سرطان العظام بين العمال والعاملات اللذين كانوا يستخدمون عنصر الراديوم لصبغ عقارب الساعات ، اذ كانوا يستعملون لهذا الغرض فرشاة خاصة يضعونها بين الفينة والاخرى في افواههم لتدبيبها . هذا بالإضافة إلى ظهور امراض خبيثة اخرى بين الاشخاص اللذين تعرضوا إلى جرعات اشعاعية مثل سرطان البنكرياس والمعدة والرئة والقولون والبلعوم .

٢-٨-٣: عتمة عدسة العين

تعتبر عدسة العين من المناطق الحساسة جداً للاشعاع النووي بشكل عام والنيوترونات بشكل خاص وان جرعة اشعاعية من النيوترونات النيوترونات تتراوح بين ٢٠ إلى ٥٠ راد كافية لإصابة عدسة العين بالعتمة التي هي عبارة عن حدوث تلف دائم في عدسة العين قد يؤدي إلى فقدان القدرة على الابصار . اما في حالة تعرض العين اشعة گاما فان الجرعة اللازمة لإصابة عدسة العين بالعتمة تكون اكبر مما هي عليه في حالة النيوترونات ولا تقل عن ٢٠٠ راد.

٣-٨-٣: العقم:

هناك من الأدلة ما يشير إلى ان تعرض الأعضاء التناسلية إلى جرعات معينة من الإشعاع يؤدي إلى اصابة الإنسان بالعقم . ويصاب بالعقم كل من الرجال والنساء على حد سواء عند تعرضهم إلى جرعات اشعاعية عالية . وقد يكون العقم وقتياً او يكون دائمياً حسب مقدار الجرعة الإشعاعية .

٤-٨-٣ : الوفاة قبل الأوان

ان التعرض إلى جرعات اشعاعية واطئة لا تشكل بمفردها تأثيرا كبيراً على صحة الإنسان الا ان التعرض إلى تلك الجرعات الواطئة لفترة طويلة وعلى مدى سنوات تضعف مناعة الجسم ضد الامراض الاخرى وتقود إلى الوفات . وقد اجريت احصائية بين الاطباء العاملين في حقل الإشعاع حيث وجد ان معدل الوفيات لدى اطباء الاشعة ليس بسبب الإصابة بأي نوع من انواع السرطان وانما لاسباب اخرى منها امراض الكلية والاوعية الدموية وضغط الدم و امراض الكبد وغيرها

٩-٣: استخدامات النظائر المشعة في الطب: [٦]

١- ٩ – ٣: الإشعاع في الطـــب

لقد وجدت النظائر والإشعاع في غضون السنوات الاخيرة مجالاً تطبيقياً رحباً في الطب من اجل تشخيص ومعالجة الكثير من الامراض ودراسة العمليات الحيوية عند الإنسان والحيوان وتعتبر نظائر الكوبالت والفوسفور واليود والذهب والصوديوم والسيزيوم هي الاكثر استخداما ، ويمكن تقسيم استخدامات النظائر المشعة في الطب للأغراض التالية :

١- تستخدم النظائر المشعة في التشخيص الطبي والكشف عن مختلف انواع الامراض والأورام السرطانية.
٢- أغراض علاجية ، كعمل تغيرات بايلوجية في الأنسجة كما يحدث عند معالجة الأورام الخبيثة وقتل الأنسجة المصابة بالمرض .
٣- اقتفاء حركة المادة المشعة داخل جسم الإنسان وتحديد الحالة الوظيفية للغدد ودراسة العمليات الحيوية لمختلف انواع الخلايا.
٤- تعقيم المواد والأدوات الطبية

٢-٩-٣: مصادر الإشعاع في التشخيص الطبي:

تتصف بعض المواد الكيميائية عند اعطائها للإنسان عن طريق الفم او الوريد بكونها تتركز في مناطق معينة من الجسم كالغدة الدرقية والكبد والعظام والكليتين والدماغ ويستفاد من هذه الخاصية في مجال التشخيص الطبي . اذ يتم مزج تلك المواد مع نظير التكنيشيوم TC m99 وبذلك تكون المواد معلمة بمادة مشعة يمكن متابعتها وتصويرها عند تركيزها في عضو من أعضاء الجسم . ان توزيع المادة المشعة في عضو سليم من الأعضاء يجب ان يكون متجانساً ، اما العضو المصاب بالمرض فيكون توزيع المادة المشعة فيه غير متجانساً ، اذ يكون تركيزها في منطقة الورم اكثر من بقية المناطق الاخرى ويمكن معرفة من خلال الصورة الفوتوغرافية التي يتم الحصول عليها بواسطة كاميرات اشعة گاما.

٣-٩-٣: النــظائر المشعة في العلاج الطبي:

تستخدم النظائر المشعة بشكل واسع في معالجة الاورام الخبيثة ، حيث يمكن القضاء على بعض انواع الاورام السرطانية بتعرض منطقة الورم إلى جرعات اشعاعية محسوبة بدقة وتختلف الجرعة الإشعاعية حسب نوع الورم ونوع الإشعاع المستعمل في العلاج ، اذ ان الانسجة المريضة تختلف في حساسيتها من نسيج لآخر . تتطلب معالجة الاورام السرطانية تحديداً دقيقاً لمنطقة الورم ، لتجنب تعرض مساحة كبيرة من الجسم للاشعة المستخدمة في العلاج وتعريض اقل مايمكن من الانسجة الحية المجاورة وغير المصابة بالمرض ولهذا تستعمل حزمة ضيقة جداً من الإشعاع ، إضافة إلى مواد كيميائية خاصة لزيادة حساسية الانسجة السرطانية لامتصاص الإشعاع . وعند تعرض الخلية إلى جرعة من اشعة گاما على سبيل المثال ، فأن هذه الأشعة تسبب تأين الماء الموجود في الخلية مكونة جذوراً كيميائية تتفاعل مع الحوامض النووية وتؤدي إلى تكسرها وبالتالي تغير تركيب محتويات الخلية ، حيث ينتج عن ذلك عجزها وعدم قدرتها على الانقسام لتوليد خلايا جديدة . ويعتبر نظير الكوبالت Co60 من اهم النظائر المستخدمة في معالجة الاورام السرطانية ، إضافة إلى نظيري الذهب Au198 واليود I131 اللذين يستخدمان في معالجة سرطان البروستات والغدة الدرقية وإيقاف نمو الانسجة السرطانية في التجاويف الداخلية . ولا يقتصر معالجة الاورام على استخدام اشعة گاما وانما يتعدى ذلك إلى استعمال الالكترونات والبروتونات والنيترونات التي يتم الحصول عليها من المعجلات النووية المختلفة .

٤-٩-٣:الإشعاع في تعقيم المواد والادوات الطبية

تتطلب المواد والادوات الطبية درجة عالية جداً من التعقيم ، وقد كانت عملية تعقيم تلك المواد تعتمد بالدرجة الاساس على استعمال المواد الكيميائية او درجات الحرارة العالية ، وتكون الكلفة الاقتصادية لهذه الطرق عالية نسبياً ولتخفيض الكلفة الاقتصادية والحصول على درجات عالية جداً من التعقيم ، استعيض عن تلك الطرق بطريقة حديثة تعرض فيها المواد والادوات المراد تعقيمها إلى جرعات عالية من اشعة گاما تتراوح بين ٤ × ١٠٥ كيوري و ١٠٦ كيوري وهي كما نلاحظ جرعات عالية جداً كافية لقتل كل انواع البكتريا والجراثيم التي يمكن ان تكون موجودة في تلك المواد .

المصادر

١- العارف ، معن صفاء (١٩٩٩) ، " الفيزياء الحياتية الإشعاعية " مطابع جامعة اليرموك ، أربد .

٢- الجنابي ، موسى ، ومحمد ، وهاب أحمد (١٩٨٥) ، " مصادر الإشعاع والجرع الإشعاعية " ، البرنامج البيئي للأمام المتحدة ، منشورات منظمة الطاقة الذرية ، بغداد .

٣- سعيد ، قصي رشيد (١٩٨٦) ، " الوقاية من الأشعاع والتلوث " ، منظمة الطاقة الذرية العراقية.

٤- الأشعاع ، الن مارتن وصاموئيل هاريسون ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد ، بيت الحكمة ، ١٩٨٩ .

٥- معروف ، بهاء الدين حسين ، الوقاية من الأشعة المؤينة ، منشورات الطاقة الذرية العراقية ، ١٩٨٩ .

٦- الحسين علي عبد ، سهام عبد الجبار ، أسس الكيمياء النووية ، وظاهرة النشاط الأشعاعي ، الطبعة الأولى ، دار الميسرة ، للنشر والطباعة ، ٢٠٠١ .

٧- الدركزلي ، شذى سلمان ، الكشف عن الأشعة النووية ، مطبعة التعليم العالي والبحث العلمي ، بغداد ، ١٩٨٩.