الفصل الثاني

أساسيات
الأشعة السينية

obeikandl.com

٢ – ١ اكتشاف الاشعة السينية :

لاحظ العالم كود سبيد من جامعة بنسلفانيا الأمريكية عام ١٨٩٠ وبطريق الصدفة ظهور صورة قطعتي نقود على صحيفة فوتوغرافية بجوار أنبوب كروكوس، لكنه لم يعرف ماهية الأشعة ولم يتابعها. أثناء تجارب العالم الألماني روتنجن في تشرين الثاني عام ١٨٩٥ على سلوك الإلكترونات داخل أنبوب مفرغ جزئيا من الهواء عند تسليط فولطية عالية بين طرفي الأنبوب لاحظ ضوء باهت نتيجة لتأين جزيئات الهواء المتبقية بواسطة الإلكترونات السريعة . عند تسليط فولطية عالية ومنع مرور الضوء داخل المختبر لاحظ ضوء باهت (تألق) على قطعة ورق صغيرة مغطاة بسيانيد البوتاسيوم موضوعة على منضدة تبعد (١) متر عن الأنبوب وسبب الضوء الباهت هو فلورة (fluorescence) سيانيد البوتاسيوم . درس سبب هذا التألق وتوصل الى انه لا يعود إلى الإلكترونات المنبعثة من الكاثود لأنها لا تخترق زجاج الأنبوب و ليس من الضوء الناتج عن عملية التفريغ لان الأنبوبة مغلفة بقطعة سميكة من الورق الأسود . لذلك استنتج بان هذه الأشعة غير معروفة تولدت نتيجة لتسليط جهد عالي بين الكاثود والانود لها قابلية على اختراق الزجاج وفلورة بعض المواد . وضع في طريق هذه الأشعة عدة مواد فلاحظ إن شدة الفلورة تختلف باختلاف نوع المادة وكانت دهشة كبيرة عندما لاحظ صورة عظام يد زوجته على الشاشة يوم ٢٢ كانون الأول عام ١٨٩٥ التي تعتبر بداية التشخيص بالأشعة السينية

شكل (٢ -١) اكتشاف الاشعة السينية

صورة شعاعية لليد، يعتقد أنها يد زوجة رونتجن

ويليام رونتجن

obeikandl.com

هذا الاكتشاف يوضح النقاط المضيئة في المعرفة العلمية، وموهبة الاكتشاف وهي الذهن المتفتح للظواهر العلمية وتفسيرها لان علماء كثيرون مثل كروكوس ، كودسبيد قد توصلوا إلى إنتاجها قبل رونتجن دون معرفة هذه الأشعة ولكنه الموهوب الذي عرف جزء من استخدامها وماهيتها .

استخدمت الأشعة السينية في التشخيص منذ ذلك الوقت فقد قفزت الاشعة السينية قفزات عملاقة أهمها تصميم انبوب يبعث الأشعة السينية حيث استطاع كوليدج عام ١٩١٣ تصنيع كاثود الأشعة السينية والذي يتكون من فتيل من التنكستن له القدرة على بعث الإلكترونات عند التسخين. في عام ١٩١٧ تمكن الشعاعي الأمريكي بوتر والألماني بوكي من تصنيع الشبكة (Grid) التي تقوم بامتصاص الاشعة السينية المتشتتة من جسم المريض و زيادة التباين في الصورة. وفي عام ١٩٢٠ تمكن وبورز من شركة فيلبس الهولندية من تصميم الانود الدوار بدلا من الانود الثابت . استطاع كولتمان عام ١٩٤٨ إنتاج مضخم الصورة (Image Intensifier tube)

الذي ساهم بعرض الصورالتشخيصية تلفازياً او خزنها رقميا او تماثلياً (analog) وبهذه التقانة أمكن تصوير القلب وشراييه والجهاز الهضمي واوعيتة.

وكانت القفزة العملاقة في علم التشخيص بالأشعة السينية عام ١٩٦٨ عندما استطاع هاونسفيلد في بريطانيا من استخدام التصوير المقطعي المحوسب (CT) .أخذت أول صورة للدماغ باستخدام هذه التقانة عام ١٩٧١ في مستشفى مورللي في لندن .وفي عام ١٩٧٧ استخدم التصوير الرقمي للأشعة السينية حيث استعمل الحاسوب الرقمي في التصوير الشعاعي للتسجيل ، معالجة ، عرض ، وحفظ المعلومات التشخيصية وحذف بعض الصور حيث تم تصوير الشرايين لأول مرة وذلك بحقنها بصبغة لزيادة التباين في الوريد أو الشريان ولكن هذه الصور تحتوي على خلفية صورة العظام التي تغطي صورة الشرايين لذلك يقوم الحاسوب بحذف صورة العظام وإظهار صورة الشرايين وحركة الصبغة داخلها بشكل واضح . وتستخدم الآن تقانات جديدة للأشعة السينية التشخيصية باعتماد الصور الرقمية وعرضها وتجزءتها وإعادة الصور الشعاعية مع تطوير وسائل أرشفة الاتصالات بالصور وطريقة استخدام الأشعة عن بعد واستعمالها بشكل موسع .

٢-٢ مكونات جهاز الأشعة السينية

تنتج الأشعة السينية عندما تسقط الإلكترونات المعجلة على مادة وتفقد طاقتها نتيجة لقذف الإلكترونات الذرية من مداراتها أو نتيجة لتباطؤ الإلكترونات عند مرورها في مجال النواة أو تفاعلها مع الذرة بأجمعها .

ويتم ذلك باستخدام قطبين أحدهما الكاثود والآخر والانود يحفظان داخل أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء. ويفرغ الأنبوب من الهواء للأسباب التالية :

١ . لكي لا تصطدم الإلكترونات المنبعثة من الكاثود إلى الانود مع جزيئات الهواء وتفقد طاقتها مولدة انبعاثا ثانويا للإلكترونات من هذه الجزيئات وذلك يؤدي إلى تغير جدي في تيار الانود وفي طاقة الأشعة السينية المتولدة .

٢- نتيجة للفولطية العالية بين الكاثود والانود فقد يتاين الهواء فتحصل حالة التفريغ الكهربائي .

٣-لا يمكن السيطرة على الإلكترونات الثانوية المنبعثة نتيجة للتأين .

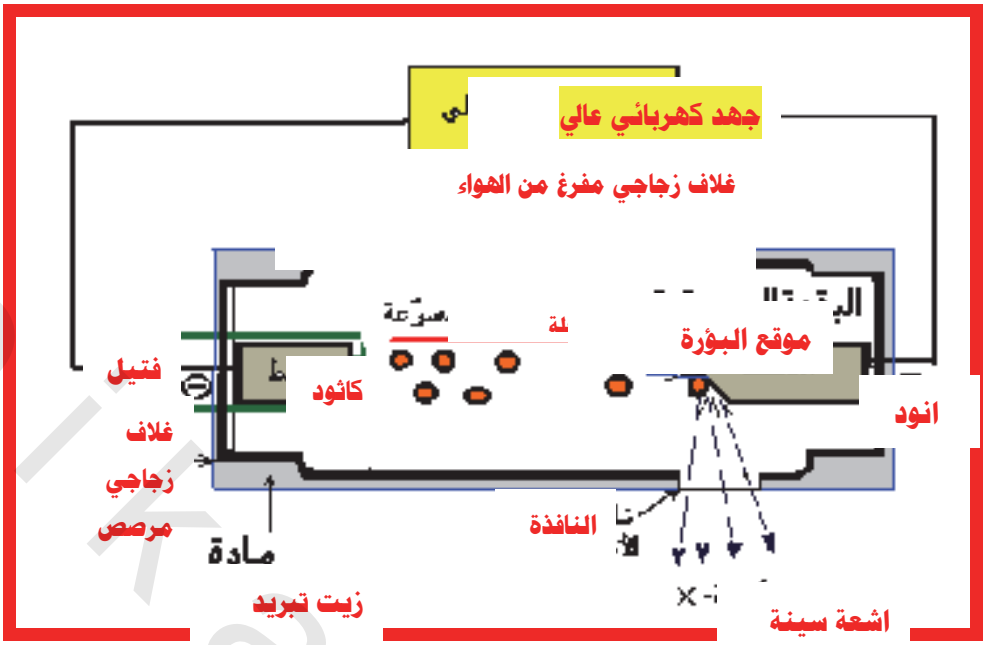
إن أسلاك توصيل كل من الكاثود والانود تتكون من بعض السبائك التي يكون معامل تمددها الطولي مقارب تقريبا لمعامل التمدد الطولي للزجاج لكي يكون التمدد في كل من الزجاج والأسلاك متساوي وبذلك لا ينكسر الأنبوب الزجاجي في درجات الحرارة العليا عند منطقة دخول الأسلاك . واهم أجزاء أنبوبة الأشعة السينية .

١- الكاثود : ■

يتكون من فتيل من التنكستن يربط إلى فولطية واطئة (١٠ فولط) لتسخين الكاثود وانبعاث الإلكترونات منه حسب ظاهرة الانبعاث الايوني الحراري (تأثير أديسون). يسخن الفتيل إلى حوالي ٢٢٠٠ درجة سيليزية لكي يبعث الإلكترونات والتي تتجمع قرب الكاثود بشكل غيمة مكونة ما يسمى بشحنة الفراغ وهذه الغيمة من الإلكترونات تمنع بقية الإلكترونات من الانبعاث من الفتيل حتى تصبح لها طاقة تستطيع التغلب على طاقة شحنة الفراغ .

الإلكترونات المنبعثة من الكاثود تتنافر فيما بينها حسب قانون كولوم لذلك فان حزمة الإلكترونات تسقط على مساحة واسعة ويمكن منع هذه الظاهرة وجعل الحزمة ضيقة باستخدام وعاء التجميع (focusing cup) الذي يحيط بالفتيل ويربط إلى فولطية سالبة لكي تؤثر على الإلكترونات المنبعثة من الفتيل بقوة تنافر وتجميع الحزمة في مساحة صغيرة ، وعادة ما يصنع الوعاء من النيكل . (شكل ٢-٢)

(شكل ٢-٢) مكونات انبوبة الاشعة السينية



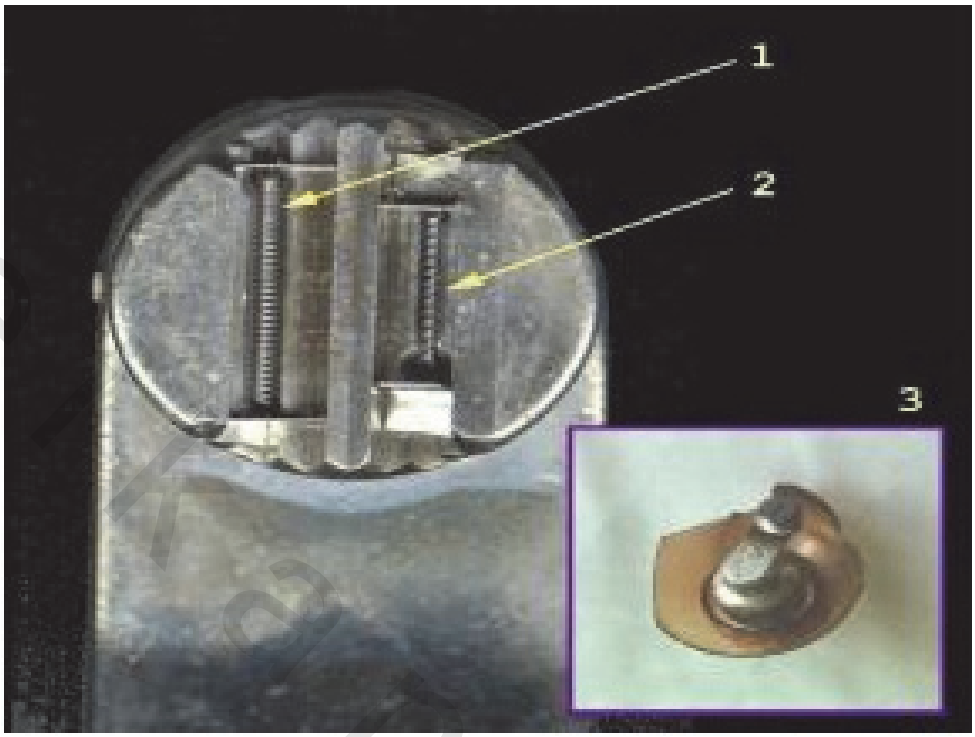
شكل (٢-٢) أنبوب الأشعة السينية يوضح وعاء التجميع

بعض أجهزة الاشعة السينية الحديثة تحتوي فتيل أو اكثرة شكل(٢ – ٣) . ولكل فتيل نقطة تجمع ألإلكترونات على الانود . قد يتبخر قسم من مادة الفتيل أثناء الاستخدام مما يؤدي إلى تقليل عمر اشتغال الفتيل لذلك توجد في أنبوبة الاشعة السينية دوائر كهربائية تسيطر على تسخن الفتيل لزمن قصير هو زمن التعرض فقط .

إن تبخر التنكستن من الكاثود والانود سوف يترسب على سطح الزجاج الداخلي وله تأثيرين الأول يكون بشكل مرشح يمتص قسم من الاشعة السينية . والثاني إن ترسب المعدن يجعل ذلك الجزء موصلا للكهربائية فتولد شرارة بين ذلك الجزء والانود عند الفولطيات العالية للانود والتي قد تؤدي إلى ثقب زجاجة الأنبوب . لذلك تستخدم في الوقت الحاضر أنابيب الاشعة السينية المعدنية .

obeikandi.com

شكل (٢ – ٣) كاثود يحتوي فتايل متغير الطول (١ و ٢)
٣ الحجم الطبيعي

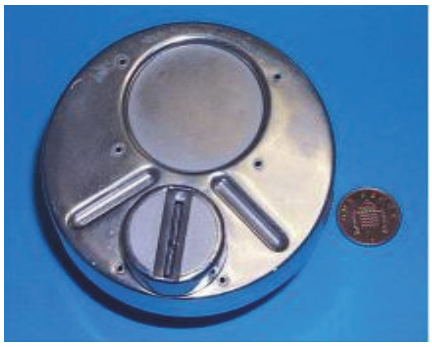


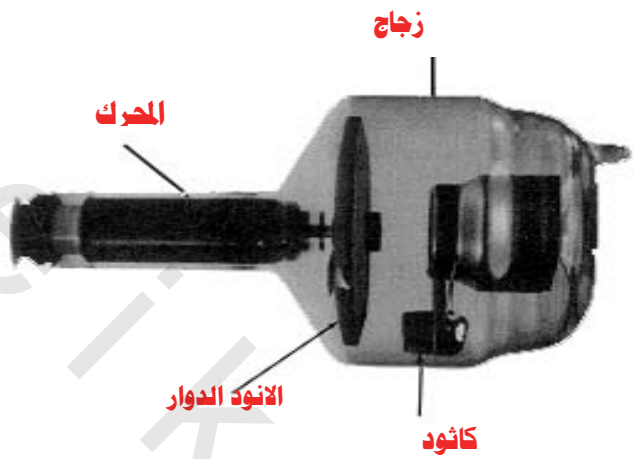
٢ - الانود : ▪

هو ذلك الجزء من الأشعة السينية الذي يربط إلي فولطية موجبة عالية لكي يجذب الإلكترونات المنبعثة من الفتيل بقوة كبيرة . إن مساحة الانود التي تقصف بالإلكترونات تسمى مساحة البؤرة (Focal sport) وكلما كانت مساحة البؤرة كبيرة فأن الحرارة الناتجة عن تصادم إلكترونات الكاثود بالانود سوف تتوزع على مساحة اكبر وتقلل من احتمال ذوبان الانود لكن الصورة الشعاعية تكون غير واضحة في حالة المساحة الكبيرة، ولحل هذا التناقض فقد تم تطبيق ما يسمى بأساس تجميع الحزمة(line focus principle ،أساس هذا التطبيق يعتمد على ميل الانود فكلما كانت زاوية ميل الانود بالنسبة لحزمة الإلكترونات الساقطة قليلا فان مساحة البؤرة للأشعة السينية النافذة تكون قليلة بينما مساحة الانود التي تقصف بالإلكترونات تكون كبيرة فتوزع الحرارة على مساحة اكبر . وقد وجد إن قطر نقطة البؤرة هو ٠,٣ ملم عندما تكون زاوية ميل الانود ٦ درجات .

شكل (٢-٤) انواع الانود (ا) الانود الثابت (ب) الانود المتحرك

ا **ب**





ويقسم الانود إلي نوعين : . (شكل ٢-٤)

أ ـ الانود الثابت:

ويتكون الانود من هدف من التنكستن بشكل قطعة سمكها يتراوح بين ٣ . ٢ ملم وتم اختيار التنكستن كهدف للأسباب التالية :

١-عدده الذري العالي الذي يزيد من كفاية إنتاج الاشعة السينية .

٢-درجة انصهاره عالية حيث إن درجة انصهار التنكستن تصل إلي ٣٣٧٠ درجة سيليزية ولكن يفضل إن تبقى الحرارة اقل من ٣٠٠٠ درجة سيليزية .لذلك يمكن إن يقاوم درجات الحرارة العالية الناتجة عند قصف الإلكترونات لان معظم طاقة الإلكترونات المنبعثة من الكاثود تتحول إلي حرارة و ١% من الطاقة يتحول إلي أشعة سينية .

٣-إن مادة التنكستن ماصة جيدة للحرارة ومشعة جيدة للحرارة و لغرض توزيع الحرارة بكفاية اكبر يثبت التنكستن داخل كتلة كبيرة من النحاس وعادة ما تكون مساحة التنكستن اكبر من المساحة التي تسقط عليها الإلكترونات لان الإلكترونات الساقطة سوف ترفع درجة الحرارة خلال تعرض واحد إلى اكثر من

obeikandl.com

١٠٠٠ درجة سيليزية وهذه الدرجة لا يتحملها النحاس عندما تسقط الإلكترونات عليه لذلك يجب إن يكون سقوط الحزمة محددا بمساحة التنكستن . إن مشاكل الانود الثابت كبيرة بسبب الحرارة العالية وخاصة في حالة التعرضات العالية في صور الاشعة السينية التلفازية والذي يتطلب ٣٠ إلي ٦٠ تعرضا إشعاعيا في الثانية وتحصل نفس الحالة في التصوير المقطعي المحوسب وبذلك فان الانود الثابت لا يصمد للحرارة العالية . وقد استطاع أحد مهندسي شركة فيلبس عام ١٩٣٠ من اختراع الانود المتحرك (الدوار) .

ب ـ الانود الدوار :

يتكون الانود الدوار من سبيكة التنكستن بشكل قرص كبير يدور بسرعة زاوية مقدارها ٣٦٠٠ دورة / دقيقة وتكون حافات القرص مائلة بزاوية ٢٠ درجة . والغرض من الانود الدوار هو توزيع الحرارة على مساحة واسعة من الانود . وان معدل القطر الذي يقصف باللالكترونات يعادل ٤٠ ملم في معظم أنواع الانود الدوار المستخدمة وان حزمة الإلكترونات المتولدة ذات ارتفاع ٧ ملم وعرض ٢ ملم لذلك فان مساحة الانود المقصوفة بالإلكترونات تكون بشكل رباعي مساحته ١٤ ملم^{٢}.إن المحيط الكلي المقصوف بالإلكترونات يساوي

(٢ π نق) = ٣,١٤×٤٠ ×٢ = ٢٥ ملم^{٢} .

أو مساحة كلية مقدارها ١٧٥٧ ملم^{٢} مربع . لذلك فأن كبر المساحة المعرضة لقصف الإلكترونات سوف يوزع الحرارة بنسبة اكبر. لكن هذا التوزيع يولد مشاكل كبيرة للانود الدوار لان هذه الحرارة تنتقل إلى مكونات الانود وخاصة الأجزاء الدوارة وعند منطقة ارتكاز الانود والتي تؤدي إلى تمددها وانحنائها ، لذلك فان ساق الانود والتي تربط الانود إلى المحرك وبقية الأجزاء تصنع من مادة المولبدينوم والتي لها درجة انصهار ٢٦٠٠ درجة سيليزية ولكنها موصلة رديئة للحرارة لذلك فان المولبدينيوم يكون بشكل حاجز حراري بين الانود الدوار ونقطة استناده بالأجزاء الأخرى . يفضل إن تكون طول الساق قليلة لتقليل عزم القصور الذاتي للقرص ويجعله يتحرك بسرعة اكبر، بعض أقراص الانود الدوار يحتوي سطحها بعض الشقوق أو الحفر فعندما يتمدد قرص الانود نتيجة لارتفاع درجة الحرارة فان مادته تحتل هذه الشقوق والحفر ولاينحني القرص وعادة ما يطلى السطح الخلفي للقرص بالكاربون لكي يساعد على فقدان الحرارة بسرعة .نظرا لبعض المشاكل في تصنيع غلاف الاشعة السينية من الزجاج فقد تم الاستعاضة عنه حديثا بغلاف معدني وعوازل سيراميكية لأسلاك الانود والكاثود وساق الانود الدوار. ويدور الانود حول مضاجع تسهل حركة الانود الدوار ويتصف هذا النوع من اجهزة الاشعة السينية بما يلي :

١ . عمره التشغيلي طويل :

حيث إن أنابيب الاشعة السينية المصنعة من الزجاج و فتيل الانود من التنكستن فان ذوبان التنكستن يؤدي إلى ترسبه على جدران الزجاج فيحصل تفريغ كهربائي بين جزيئات التنكستن المترسبة والكاثود في حالة التيارات العالية والتي تؤدي إلى ثقب الغلاف الزجاجي . أما الغلاف المعدني فانه يؤرض بحيث إن ترسيب التنكستن لا يؤثر على عمله .

٢ . له قدرة عالية على التحمل :

الكتلة الكبيرة لقرص الانود تجعله يتحمل درجات حرارة عالية لذلك يمكن إن يتحمل تيار عالي . والتيار العالي يقلل من زمن التعرض وكذلك يمكن استخدامه لفترة أطول نظرا لكفاءة عملية التبريد لان الحرارة تدخل الغلاف المعدني ثم إلى زيت التبريد بكفاءة عالية .

٣ . تمركز الاشعة السينية :

يمكن تقليل هذه الظاهرة بوضع مسدد صغير قريب جدا من الانود . أو إن الغلاف المعدني المؤرض يعمل على تقليل تشتت الاشعة السينية عن الهدف لان الإلكترونات المتشتتة عند قصفها الغلاف المعدني ذات العدد الذري القليل تؤدي إلى توليد أشعة سينية ذات كفاية قليلة والتي لا تؤثرعلى الاشعة السينية ذات الكفاية العالية المنبعثة من الانود

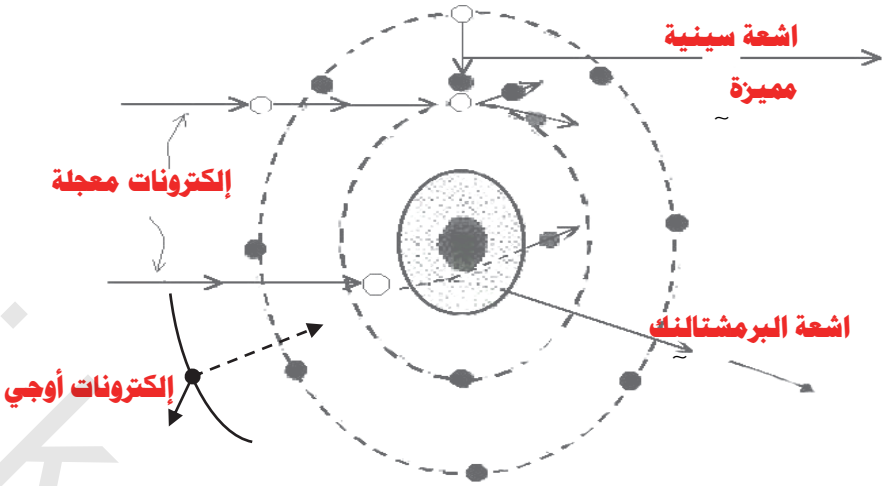
٢- ٣ أنواع الاشعة السينية :

تعتبر الاشعة السينية ظاهرة كهروضوئية عكسية لان الاشعة السينية تتولد نتيجة لتحول طاقة الإلكترونات المعجلة المنبعثة من الكاثود والساقطة على الهدف المثبت على الانود إلى فوتونات للأشعة السينية وتكون هذه الاشعة على نوعين . شكل (٢ – ٥)

١ ـ الاشعة السينية المميزة (ذات الطيف الخطي الحاد) Characteristic x- ray .

عند سقوط الإلكترونات السريعة على ذرات الهدف فان هذه الإلكترونات تقتلع أحد الإلكترونات الداخلية للهدف وقد يغادر الذرة نهائيا فتحصل حالة التأين أو قد يرتفع إلى مدار اكثر طاقة وتحصل حالة التهيج، وفي كلتا الحالتين تكون الذرة قلقة(متهيجة) فتحاول العودة إلى وضع الاستقرار عندما يهبط أحد الإلكترونات المدارات العليا (ذات الطاقة العالية) ليملئ الفراغ الذي تولد في المدارات الداخلية ،ونتيجة لفرق الطاقة بين المدار العلوي والمدار الداخلي تبعث الطاقة بشكل فوتونات للأشعة السينية . وهذه الاشعة صفة مميزة لذرات الهدف بحيث إن :-

شكل (٢-٥) أنواع الأشعة السينية



$$h\upsilon = E_2 - E_1$$

حيث إن :

h ثابت بلانك ، υ تردد الفوتونات المنبعثة

E_2 طاقة الإلكترون في المدار الأعلى ، E_1 طاقة الإلكترون في المدار الداخلي

ولا تشمل عملية عودة الذرة إلى حالة الاستقرار انتقال إلكترون واحد فقط وإنما انتقال مجموعة من الإلكترونات وعندما يهبط إلكترون من المدار L إلى k قد يتكون طيف خطي يسمى K_α والفراغ الذي تولد في المدار L سوف يملأ بأحد إلكترونات المدار M مكونا الخط الطيفي L_α أما الطيف الخطي الناتج من انتقال الإلكترونات من المدار M إلى K فيسمى K_β. و الطيف الخطي الناتج من انتقال الإلكترونات من المدار N إلى L فيسمى L_β ومن المدار O إلى L يسمى L_α ويستفاد من هذا النوع من الأشعة السينية (الآشعة السينية المميزة) في معرفة نوع العناصر .

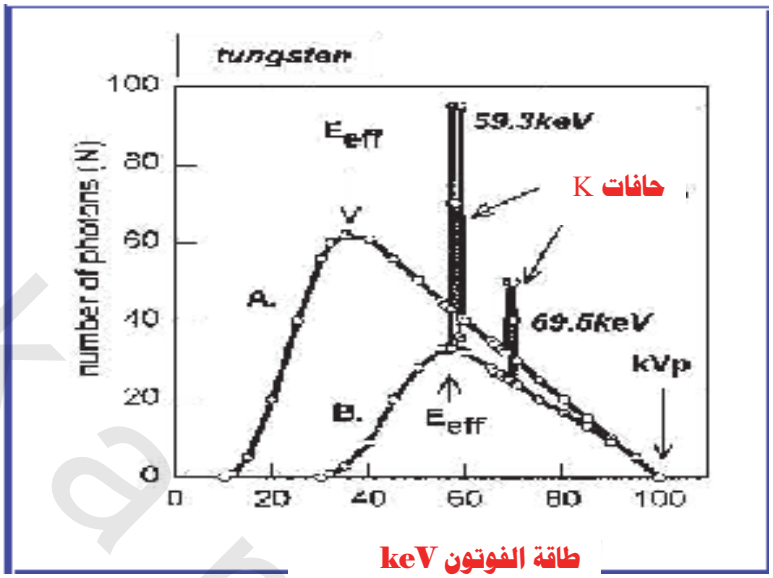
٢ ـ الاشعة السينية ذات الطيف المستمر (البرمشتالنك) .

ينتج هذا الطيف عن تفاعل الالكترونات المعجلة مع ذرات الهدف ،او مرور الإلكترونات السريعة في مجال نوى ذرات الهدف. المجال الكهربائي لذرات الهدف و المجال الموجب للنواة يؤثران بقوة على الإلكترونات السريعة فينحرف عن اتجاهها الأصلي وتتباطئ ونتيجة لهذا التباطئ فان الإلكترونات تفقد جزءا من طاقتها ويظهر بشكل فوتونات للأشعة السينية تحتوي على مدى واسع من طاقات الاشعة السينية تبدأ من الصفر إلى طاقة الإلكترونات الساقطة . تزداد شدة الاشعة السينية المستمرة بزيادة العدد

obeikandi.com

الذري لمادة الهدف وتسمى هذه الاشعة أحيانا بأشعة التوقف أو الكبح(البرمشتالنك في اللغةالألمانية). يستفاد من هذا النوع من الاشعة السينية في التشخيص والعلاج الطبي .

شكل (٢-٦) الطيف المستمر و الطيف الخطي للأشعة السينية



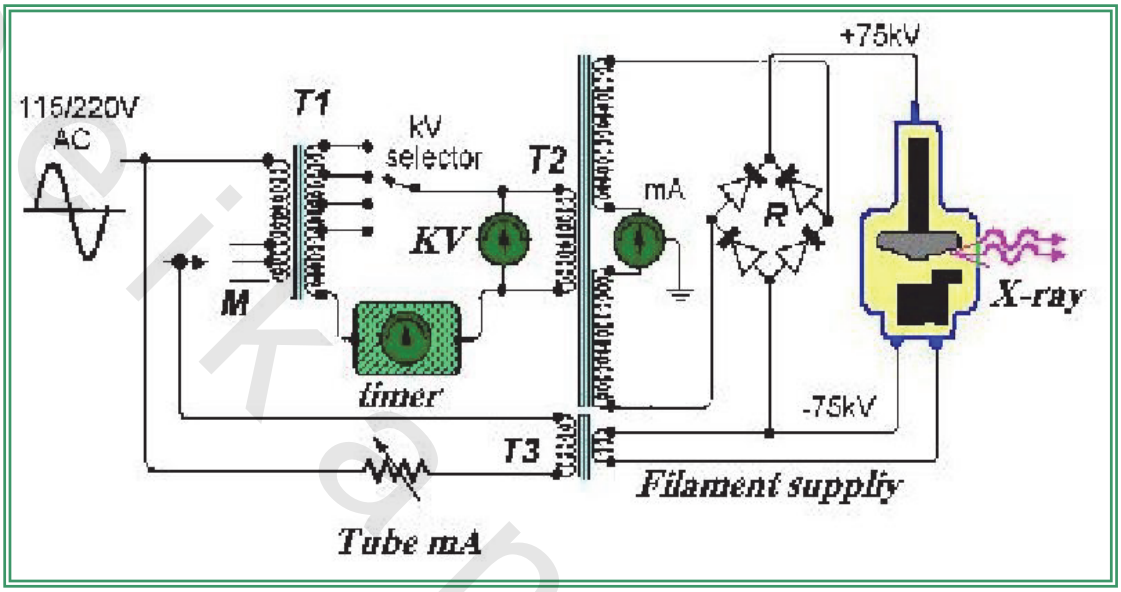
ويوضح الشكل (٢-٦) طيف الاشعة السينية المميزة والمستمرة فالأشعة السينية المميزة لهدف التنكستن تحتوي على ذروات للطاقة K_{α} ، K_{β} واقعة فوق الطيف المستمر للأشعة السينية . عندما تكون ذروة الجهد(80 kVp) (Peak kilovoltage) فان كمية الاشعة السينية المميزة ١٠%، وحوالي ٢٨% عندما تكون ذروة الفولطية (150 kV_p). إن شدة الاشعة السينية ذات الطيف المستمر (كميتها) والتي تعرف بأنها (عدد الفوتونات في الحزمة × طاقة الفوتون الواحد) تناسب تناسبا طرديا مع العدد الذري لمادة الهدف وطرديا مع مربع ذروة الفولطية^{٢}(kV_p) وطرديا مع تيار الانود . أما طاقة الاشعة السينية المتولدة فأنها تعتمد على ذروة الفولطية فقط .

٢-٤ الدوائر الكهربائية في انبوبة الا شعة السينية :-

تستخدم الطاقة الكهربائية المجهزة لأنبوبة الاشعة السينية لعدة أغراض الأول منها لبعث الإلكترونات من الكاثود والثاني لتعجيل الإلكترونات من الكاثود نحو الانود والثالث لغرض تنظيم زمن التعرض . وتوضح هذه الاعلومات (البارامترات) الثلاث على لوحة سيطرة الأنبوب والتي تمكن المصور الشعاعي من الاختيار المناسب للفولطية (kV_p) والتيار (mA) وزمن التعرض (s) .

أما الأجهزة التي تنظم هذه المعلومات فهي مجموعة الأجهزة الكهربائية مثل المحولات والتي تحتوي محولة خافضة للفولطية وأخرى رافعة للفولطية ومجموعة من المقومات(rectifiers) ومن أهم الدوائر الكهربائية في المحولة و التي توضح في الشكل ٢-٧

شكل (٢-٧) الدوائر الكهربائية للمحولة



أ ـ المحول الذاتي (Auto Transformer) : ـ

يتكون المحول الذاتي من ملف ابتدائي لة عدة لفات، قلبه من صفائح حديدية معزولة ومكبوسة لتقليل التيارات الدوامة .نتيجة للحث الذاتي في الملف الابتدائي تتكون قوة محركة كهربائية تاثيرية فيه وبأخذ أي نقطتين على طول الملف الابتدائي T2 نحصل على فولطية تعتمد على عدد اللفات بين النقطتين وعلى لفات الملف الابتدائي .

ب ـ دائرة الفتيل : ـ

تقوم هذه الدائرة بتنظيم التيار المار خلال فتيل أنبوبة الاشعة السينية . تحتوي الدائرة على محولة خافضة للفولطية رافعة للتيار حيث تخفظ الفولطية إلى ١٠ فولط في الملف الثانوي المربوط إلى الفتيل وترفع التيار المار بين (٥ . ٣) مب وهذا التيار يكفي لتسخين الكاثود T3 وببعث الإلكترونات نتيجة للانبعاث الايوني الحراري. يربط الملف الابتدائي لهذه المحولة إلى عدد معين من ملفات المحول الذاتي . إن كمية الإلكترونات المنبعثة من الكاثود تمثل تيار الأنبوبة ويجب التحكم بدقة بتيار الفتيل لان أي

تغيير في هذا التيار يغير بشكل كبير في درجة الحرارة وبالتالي في تيار الأنبوبة ولغرض هذا التحكم تستخدم مقاومة متغيرة تربط مع الملف الابتدائي أو مثبت الفولطية (Voltage Stabilizer).

ج ـ الجهد العالي بين الكاثود والانود :-

يزود الجهد العالي باستخدام محولة رافعة للفولطية حيث إن ملفه الثانوي يحتوي على عدد كبير من الملفات مقارنة بالملف الابتدائي الذي يحتوي على عدد قليل من الملفات ويؤخذ من الملف الرئيسي للمحول عدة نقاط من الملف الرئيسي للحصول على فولطية عالية تتراوح بين(٤٠ الى ١٥٠ kV_p) .

إن قياس الفولطية العالية(kV) بواسطة الفولطميتر يحتاج إلى عزل جيد عند ربطه بين طرفي تلك الفولطية لذلك يفضل إن يربط الفولطميتر بين طرفي الملف الابتدائي للمحولة الرافعة لان الفولطية المغذية لهذا الملف قليلة وبذلك لا تحتاج إلى عزل كبير ولا توجد خطورة من الصعقة الكهربائية ، أما جهاز قياس تيار الأنبوب(mA) فيربط إلى منتصف الملف الثانوي للمحمولة الرافعة لان الفولطية عند هذه النقطة تساوي صفرا لذلك لا توجد خطورة للصعقة الكهربائية من هذا المقياس .

د ـ المقومات (معدل) Rectifier : ـ

عملية التقويم أو التعديل هي تحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر ويستخدم لهذا الغرض المقوم الثنائي أو

(الدايود) الذي يصنع من مادة شبه موصلة وهي السليكون، والتقويم أما إن يكون التقويم بنصف موجة (half wave rectifier) اوبشكل لموجة كاملة (full wave rectifier) حيث إن أجهزة الاشعة السينية تستخدم النوع الثاني من التقويم التي تستخدم أربع دايودات مرتبة بشكل قنطرة .

هـ ـ موقت التعرض (timer) : ـ

توجد طرائق عديدة لقياس زمن التعرض للأشعة السينية منها الموقت الميكانيكي والذي لا يستخدم في الوقت الحاضر والموقت الإلكتروني والذي يعتمد عمله على إن زمن التعرض للأشعة السينية ، يقاس بالزمن اللازم لشحن متسعة خلال مقاومة معينة حيث إن زمن التعرض يبدأ مباشرة من بدء شحن المتسعة وينتهي عندما تشحن هذه المتسعة إلى قيمة تجعلها قادرة على فتح الدوائر الإلكترونية المربوطة معها ويمكن التحكم في زمن شحنة المتسعة بقيمة المقاومة المربوطة مع المتسعة .

أما الموقت المستخدم في الوقت الحاضر فهو موقت المضخم الضوئي (Photomultiplier Phototimer) يتكون هذا الموقت من كاشف من اللوسايت(Luecite detector) يطلى بمادة متفلورة لها قابلية على بعث الضوء عند سقوط الاشعة السينية عليها .

عند سقوط الاشعة السينية على الكاشف تبعث ومضات ضوئية من المادة المتفلورة تناسب شدتها مع شدة الاشعة السينية . تسقط الومضات الضوئية على مضاعف(مضخم) ضوئي حيث تسقط على الكاثود الضوئي والذي يحول الومضات الضوئية إلى تيار كهربائي يتم تكبيره ليتحول إلى إشارة كهربائية تشحن المتسعة وعندما تصل شحنة المتسعة إلى الشحنة المحددة فأنها تفتح الثايرستور المربوط إلى دائرة الاشعة السينية وتنهي التعرض .

٢-٥ تفاعلات الاشعة السينية المهمة في التشخيص الطبي :

تتفاعل فوتونات الاشعة السينية مع الإلكترونات الخارجة للذرة أو مع مجال النواة.وعند استخدام الاشعة السينية للتشخيص فان التفاعل السائد يكون بين الفوتونات والكترونات الذرة ،ونتيجة لهذا التفاعل فأن الفوتونات أما إن تمتص كليا وتزاح من حزمة الاشعة السينية، أو إن الفوتونات تتشتت(Scattered) وتنحرف باتجاهات عشوائية، ولهذا لاتحمل معلومات مفيدة في التشخيص حيث إنها لاتولد صورة للأنسجة وإنما تولد ضلال سوداء على فلم الاشعة السينية تسمى بالضباب(fog) وعندما تكون هذه الضلال كثيفة فأنها تؤدي إلى إخفاء صورة الأنسجة وعدم التمكن من رؤيتها بوضوح . ومن أهم تفاعلات الاشعة السينية مع المادة:

١ ـ الظاهرة الكهروضوئية (photo electric effect)

تحصل هذه الظاهرة عندما تكون طاقة الفوتونات اكبر قليلا من طاقة ربط الإلكترون في المدار K بالذرة. وفي هذه الحالة تكون احتمالية تفاعل الفوتونات مع الإلكترونات الداخلية للذرة كبيرا (٨٠%) مع إلكترونات المدار K و(٢٠%) مع الإلكترونات في المدارات الأخرى . الظاهرة الكهروضوئية لها مزايا ومساوى عند التشخيص بالأشعة السينية من هذه المزايا تكون صورة ذات نوعية جيدة جدا وذلك لان الاشعة السينية تمتص بأجمعها من قبل المادة (الأنسجة الحية للجسم) ولا يتشتت قسم منها. احتمال حصول هذه الظاهرة يعتمد بشكل كبير على العدد الذري للمادة لذلك فان التباين في الصورة بين الأنسجة المختلفة يكون كبيرا ولكن مساوئ هذه الظاهرة هو الجرعة العالية التي يتعرض لها المريض لان جميع الفوتونات تمتص .

ب ـ استطارة كومبتن (Compton Scattering)

تحصل هذه الظاهرة عندما تكون طاقة الفوتونات كبيرة نسبياً وتتفاعل الفوتونات مع الإلكترونات الخارجية للذرة والتي يكون ارتباطها ضعيف بالذرة و تعتبر كأنها إلكترونات حرة ، في هذه الحالة فان الفوتونات لاتفقد من طاقتها إلا جزء قليل جدا وبذلك يمكنها اختراق الجسم والوصول إلى الفلم مسببة

ضباب على الفلم ، يمكن التخلص من جزء من الفوتونات المستطارة باستخدام المرشحات أو الشبكة . وإن كانت طاقتها كبيرة وزاوية انحرافها قليلة فأنها تكون ضلال في الصورة لا يمكن تجنبها كذلك فأن الفوتونات المستطارة لها مخاطر إشعاعية على الكادر الطبي الموجود في غرفة الفحص وخاصة في الاشعة السينية التشخيصية المتفلورة(التنظيرية) لان طاقتها عالية عندما تشتت بزوايا مختلفة من جسم المريض .

ج ـ ظاهرة توليد الأزواج :-

تحصل هذه الظاهرة عندما تكون طاقة الفوتونات كبيرة جداً حيث يمرالفوتون في مجال النواة ونتيجة للمجال الكهربائي للنواة فأن الفوتونات تختفي وتتحول الطاقة إلى مادة بشكل زوج من الإلكترون والبوزترون.وهذه الظاهرة غير مهمة في تفاعلات الاشعة السينية في التشخيص الطبي.

٢ -٦ المرشحات FILTERS:

الاشعة السينية تحتوي على طاقات متعدد لذلك فعند سقوطها على جسم المريض فان الاشعة ذات الطاقة الواطئة تمتص كليا خلال السنتيمترات الاولى من الجسم حسب الظاهرة الكهروضوئية ولا تصل إلى فلم الاشعة الاقليل لتكون الصورة وتكون الجرعة التي يستلمها المريض كبيرة .أما الاشعة ذات الطاقة العالية فأنها تخترق الجسم لتكون صورة الأعضاء التي اخترقتها وتكون الجرعة المستلمة قليلة نسبيا . لذلك يمكن تقليل الجرعة المستلمة بامتصاص الاشعة السينية ذات الطاقة الواطئة قبل وصولها إلى جسم المريض ويمكن تحقيق ذلك بوضع مرشح بين أنبوبة الاشعة السينية وجسم المريض ، والمرشح قطعة معدنية الغرض منها امتصاص الاشعة السينية ذات الطاقة الواطئة وزيادة النسب بين الفوتونات المخترقة لجسم المريض إلى الفوتونات التي يمتصها جسم المريض ولا يكون لها فائدة في التصوير الإشعاعي. استخدام المرشحات الموضوعة في طريق الحزمة الإشعاعية يؤدي إلى

تقسية الحزمة الإشعاعية وزيادة نفوذيتها، وهي بالرغم من بساطتها وقلة كلفتها تؤثر بشكل فعال جداً في تحسين الصورة وتخفيض الجرعة الإشعاعية للمرضى.

وفي عملية الفحص الإشعاعي فان الاشعة السينية ترشح بثلاث طرق .

١ـ المرشحات الأساسية (Inherent filtration)

يحصل الترشيح للأشعة السينية نتيجة لمرورها في مكونات أنبوبة الأشعة السينية ولا يمكن التخلص من هذا الترشيح لان قسم كبير من الاشعة السينية يرشح عند مروره في الغلاف الزجاجي أو المعدني ، الكاثود ، الانود ، الزيت العازل الذي يحيط بأنبوبة الأشعة السينية واخيرا في النافذة التي تخرج منها الاشعة السينية والتي غالبا ماتكون من مادة المايلر شكل (٢ –٨). وجميع هذا المرشحات يكافئ مرشحا

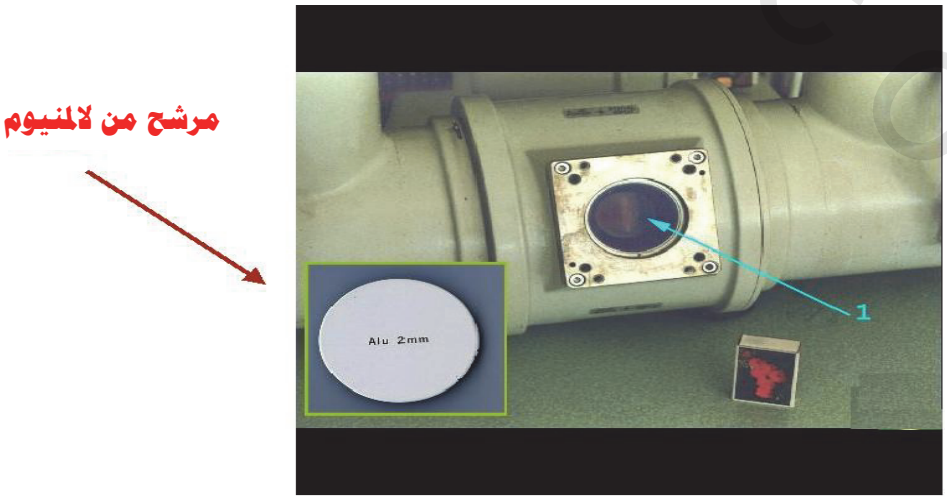
من الألمنيوم سمكه يتراوح بين (٠,٥-١) ملم . وفي بعض الحالات وخاصة عندما تكون طاقة الاشعة السينية قليلة ، فان هذا الترشيح غير مفيد لأنه يقلل من تباين الصورة ونحصل على صورة شعاعية ذات نوعية غير جيدة . لذلك تستبدل النافذة بمادة البريليوم (عدده الذري ٤) والتي يكون الترشيح فيها عند الطاقات الواطئة للاشعة السينية اقل ما يمكن .

٢ ـ المرشحات المعدنية (Metal filtration)

وهي عبارة عن رقائق معدنية توضع بين أنبوبة الأشعة السينية والمريض لامتصاص معظم الطاقات الواطئة للأشعة السينية والسماح للطاقات العالية بالمرور وبذلك يتم تقليل حصول الظاهرة الكهروضوئية ، وزيادة احتمال حصول استطارة كومتين. من اكثر المرشحات المعدنية شيوعا في الاشعة السينية هو الألمنيوم (عدد الذري ١٣)

والذي يكون ماصا جيدا لفوتونات الاشعة السينية ذات الطاقة الواطئة.كذلك يستخدم النحاس (عدده الذري ٢٩) كمرشح للأشعة السينية العالية الذي يمتص الاشعة السينية العالية وهذا الامتصاص للطاقة يؤدي إلى انبعاث أشعة سينية مميزة من مرشح النحاس طاقتها حوالي(٨ keV) ويمكن إن تصل إلى المريض فتؤدي إلى التأثير بجرعة إشعاعية غير مبررة، لذلك يوضع بعد مرشح النحاس مرشح آخر من الألمنيوم يمتص الأشعة السينية المميزة للنحاس كليا حسب الظاهرة الكهروضوئية مولدا أشعة سينية مميزة للألمنيوم طاقتها ($١,٥kV_p$) والتي يمكن ان تمتص في الهواء بين الأنبوبة والمريض . ومن غير العملي تغير المرشح بين فحص إشعاعي واخر لخطورة ذلك إشعاعيا لذلك فأن معظم المصورين الشعاعين يستخدمون الألمنيوم بمفرده كمرشح جيد بعد تحديد السمك المناسب لامتصاص الاشعة السينية ذات الطاقة الواطئة ويوضح الجدول (٢ – ١) العلاقة بين ذروة الفولطية بين الكاثود والانود وسمك مرشح الألمنيوم :-

شكل(٢ -٨) ١- النافذة التي تخرج منها الاشعة السينية ٢) مرشح من لالمنيوم



الجدول (٢ – ١) *العلاقة بين الفولطية وسمك المرشح*

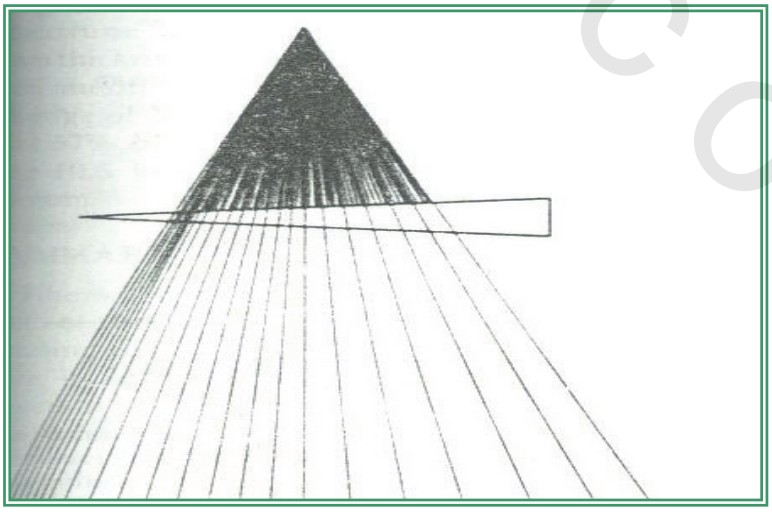
ذروة الفولطية (kV_p)	سمك مرشح الألمنيوم (ملم)
اقل من 50 kV_p	٠,٥
٥٠ – ٧٠ kV_p	١,٥
اكثر من ٧٠ kV_p	2.5

يؤدي وجود مرشح الألمنيوم إلى تقليل الجرعة التي يستلمها المريض وتتناقص الجرعة بزيادة سمك المرشح. وقد وجد بأن مقدار الوقاية الاشعاعية التي يقدمها مرشح الالمنيوم بأسماك مختلفة وباستخدام شبح يمثل منطقة الحوض سمكه ١٨سم عند الفولطية ٦٠ kV_p حيث إلى الجرعة بعدم وجود المرشح تساوي ٢٣,٨ ملي كري وتصبح ٤,٦٥ ملي كري عند استخدام مرشح ألمنيوم سمكه ٣ ملم أي ان الجرعة تقل بمقدار ٨٠% تقريبا .

٣ ـ المرشح الإسفيني(Wedge film)

يستخدم هذا النوع من المرشحات للحصول على شدة منتظمة للأشعة السينية الساقطة على الفلم حيث يستخدم عند فحص جزء سميك من الجسم واخر نحيف حيث يقابل السمك القليل للمرشح الجزء السميك من الجسم والسمك العريض للمرشح يقابل الجزء النحيف من الجسم . شكل (٢ – ٩)

شكل (٢-٩) المرشح الإسفنجي



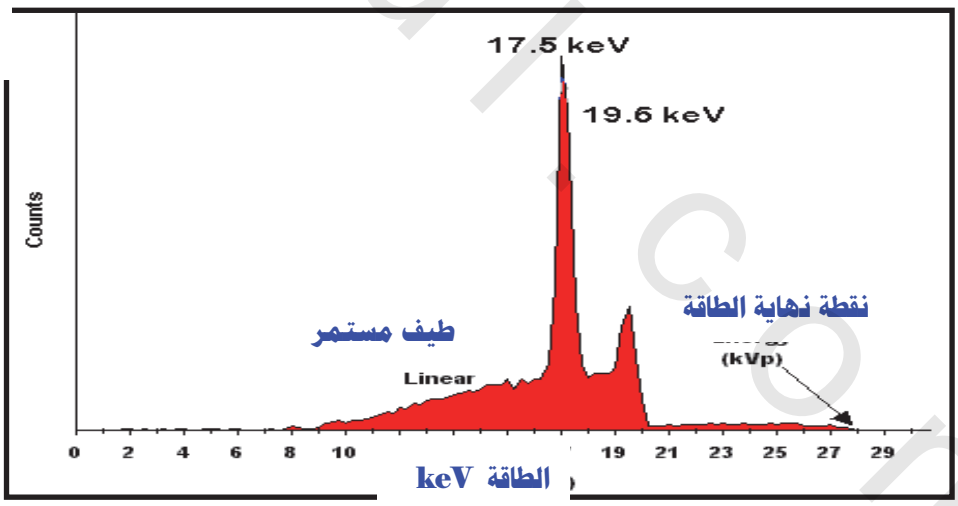
openkanal.com

٤ ـ مرشحات المعادن الثقيلة:

يؤدي استخدام مرشح الألمنيوم إلى امتصاص الطاقات الواطئة ونفوذ مدى واسع من طاقة الاشعة السينية خلال هذا المرشح . ولتقليل مدى طاقات الاشعة النافذة من المرشح تستخدم مرشحات المعادن الثقيلة هذه المرشحات تحدد مدى الطاقة النافذة ضمن امتصاص حافات K. (absorption - edge) . وبذلك نحصل على صورة ذات تباين جيد . فعند تصوير الثدي يستخدم أنبوب أشعة سينية ذات هدف من المولبدينوم لان الاشعة السينية لهذا الهدف لها حافات امتصاص K_α ، تساوي ١٧.5 الكترون فولت و K_β تساوي ١٩,٥ كيلو الكترون فعندما تكون الفولطية بين ٣٠ – ٤٠ kV_p فأن أنبوبة الأشعة السينية تكون طاقتها اكبر من 20 kV_p . ولغرض امتصاص الطاقات العالية (اكثر من ٢٠ keV) نستخدم مرشح من المولبدينيوم سمكه ٠,٠٣ والذي يمتص الطاقة اكبر من 20keV ويمرر ٦٧% من الاشعة السينية ذات الطاقة ١٩,٦ keV (K_β) ويمرر ٥٧% من الطاقة ١٧,٥ K_α وبذلك نحصل على تباين جيد لأنسجة الثدي . شكل (٢ – ١٠)

أساس عمل مرشحات المعادن الثقيلة مثل المولبدينيوم ، الكادولينيوم والتنكستن هو امرار مدى ضيق لطاقات الاشعة السينية حيث يمتص كل من الطاقات الواطئة والعالية ويمرر الطاقة الخاصة بحافات امتصاص K لان امتصاص

شكل (٢ – ١٠) طيف مرشح المولبدينوم (Mo) عند الطاقة ٢٨ kV_p



obeikandl.com

الطاقة الواطئة يقلل من جرعة المريض . وامتصاص الطاقات العالية يؤدي إلى حصول صورة واضحة التباين . ولان هذه المرشحات تمتص كمية من طاقة الاشعة السينية العالية فيجب زيادة معامل التعرض (mAS) (حاصل ضرب التيار وزمن التعرض) لتعادل امتصاص الطاقة العالية.

٢-٧ محددات حزمة الاشعة السينية (X- ray beam restructures) :-

محددات حزمة الاشعة السينية عبارة عن أجهزة مساعدة توضع على فتحة أنبوبة الأشعة السينية والغرض منها تنظيم حجم وشكل حزمة الاشعة السينية الواصلة إلى المريض بحيث تسقط على المريض بمساحة اقل وبذلك تقل الجرعة الإشعاعية . يكون تشتت الحزمة الضيقة اقل من الحزمة العريضة لذلك تكون نوعية الصورة الشعاعية جيدة عند استعمال المحددات . تصنع المحددات عادة من الرصاص الذي له قابلية على امتصاص الاشعة السينية بكفاءة عالية حسب الظاهرة الكهروضوئية بسبب عدده الذري العالي ويمكن تصنيعها بسهولة ونقسم هذه المحددات إلى ثلاثة أنواع : .

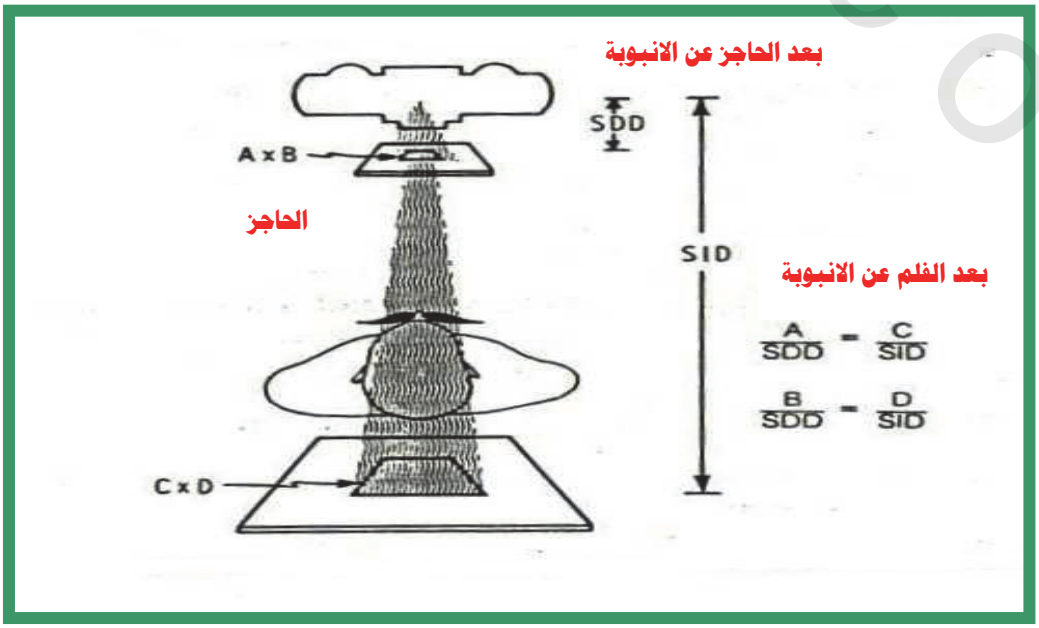
١ ـ الحاجز ذي الثقب (*Aperture diaphragms*)

يتكون هذا الحاجز من شريحة من الرصاص يثقب وسطها ويعتمد قطر الثقب على حجم وشكل حزمة الاشعة السينية النافذة وتمتاز هذه الحواجز بسهولة تصنيعها وإمكانية صنعها بأي شكل وذلك لسهولة تشكيل الرصاص، ولكن مساوئ هذه الحواجز تكوينها منطقة ظل (penumbra) واسعة عند محيط حزمة الاشعة السينية ويمكن تقليل مساحة منطقة الظل بوضع الحاجز بعيد عن نفوذ الاشعة السينية . (شكل ٢-١١)

٢ -المحددات المخروطية و ألاسطوانية

النوع الثاني من المحددات لحزمة الاشعة السينية أما إلى يكون بشكل مخروطي أو أسطواني لان الشكل المتسع للمخروط يجعله الشكل الهندسي المناسب لتحديد حزمة الاشعة السينية

(شكل ٢-١١) ـ الحاجز ذي الثقب



openkandi.com

. ويصنع عادة من الرصاص ويكون رأس المخروط قرب جهاز الاشعة السينية وقاعدته قريبة من المريض أو يكون المحدد بشكل أسطواني يوضع على فتحة الاشعة السينية .يفضل استخدام المحددات الأسطوانية لان منطقة الظل المتكونة حول حزمة الاشعة السينية اقل مما هو للمحددات المخروطية وهذه المحددات يمكن زيادة طولها بوضع جزء أسطواني أخر يتداخل مع الأول وبذلك يزداد ارتفاع الاسطوانة وتقل منطقة الظل المتكونة على الفلم . (شكل ٢-١٢)

أهم مساوئ الحاجز ذي الثقب والمحددات المخروطية والأسطوانية عدم قدرتها على تغيير مساحة حزمة الاشعة السينية إلى مساحات مختلفة وان تغييرها بين فحص واخر غير مجد .

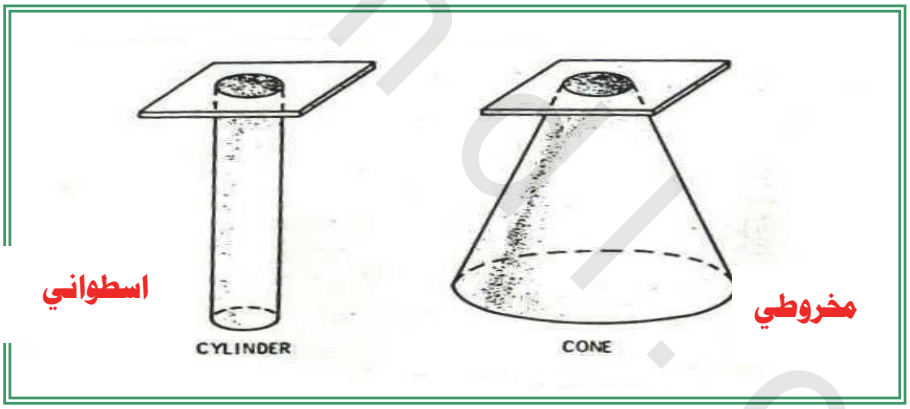
٣ - المسددات (Collimators) :-

وهو من افضل محددات الاشعة السينية ويستخدم بشكل شائع في أجهزة الأشعة السينية لسببين هما : .

الأول : – الحصول على أشكال ومساحات متعددة لحزمة الاشعة السينية .

الثاني :– يمكن إضاءة مساحة حزمة الاشعة السينية باستخدام مصباح ضوئي ينعكس ضوئه بواسطة مرآة تميل عن الاشعة السينية الساقطة بزاوية ٤٥ درجة وبذلك تتطابق المساحة التي تغطيها حزمة الاشعة السينية مع المساحة التي يغطيها الضوء المرئي و يمكن للمصور الشعاعي تحديد مساحة

شكل (٢-١٢) المحددات الأسطوانية والمخروطية

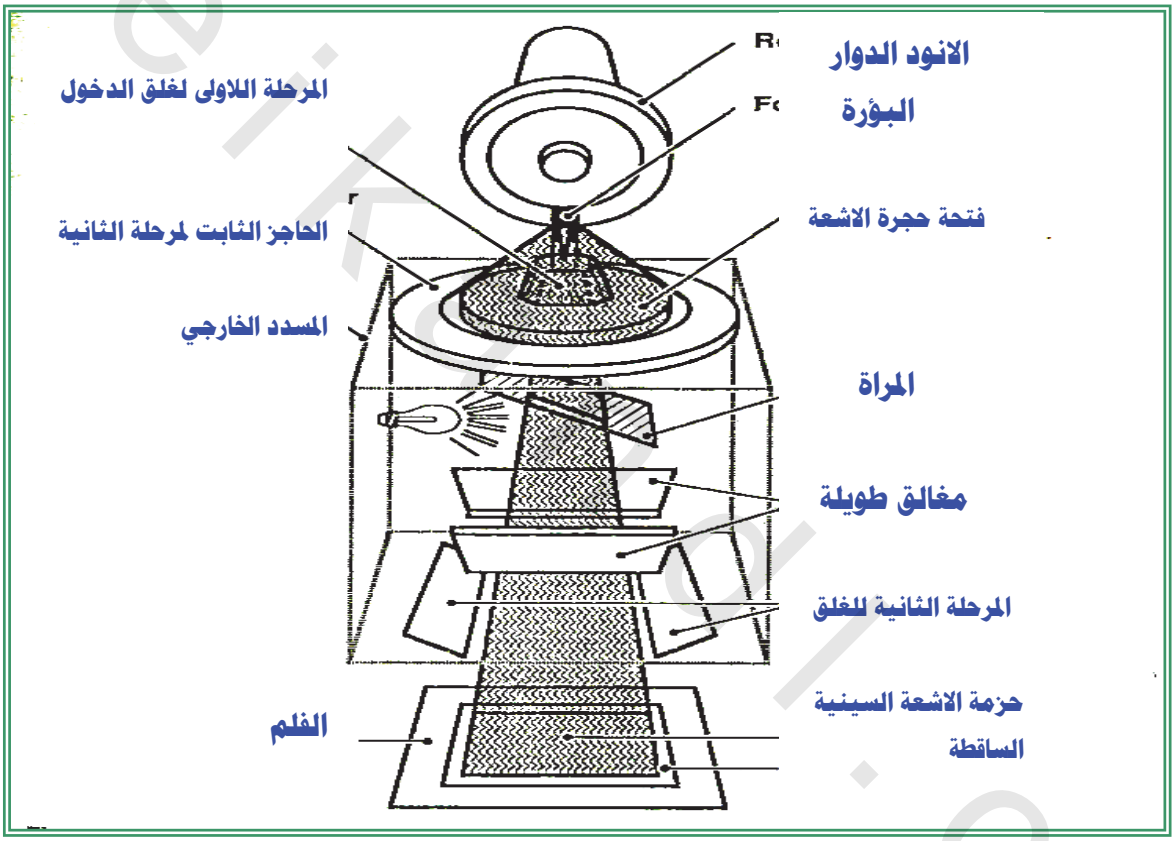


الاشعة على جسم المريض . ويتكون المسدد من مجموعتين من المغاليق والتي تسيطر على أبعاد الحزمة ويتكون كل مغلاق من أربعة شرائح أو اكثر من الرصاص يتحرك كل زوج منها باتجاه الآخر لغرض التحكم في مساحة حزمة الاشعة السينية وتقليل منطقة الظل إلى اقل ما يمكن لغرض تقليل الجرعة الإشعاعية التي يستلمها المريض . ان المرآة المستخدمة في تحديد المساحة الضوئية قد تغير زاوية انحرافها نتيجة للاستخدام وبذلك لا تتطابق مساحة الاشعة السينية الساقطة على جسم مع مساحة الضوء المرئي ،ولغرض تطابق المجالين تجري أحد اختبارات توكيد الجودة .(شكل ٢-١٣)

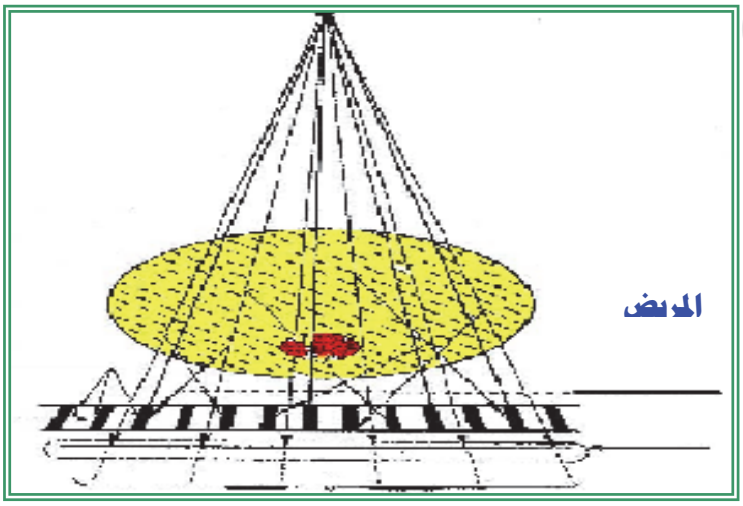
٢- ٨ الشبكة (Grid) :-

عند نفوذ الاشعة داخل جسم المريض فأن قسما منها يعاني تشتت ظاهرة كومتن وهذه الاشعة المتشتتة تسقط على الفلم بزوايا مختلفة مسببة ضلال سوداء تؤدي إلى تقليل وضوح الصورة، لذلك توضع بين جسم المريض وفلم الاشعة شرائح رصاصية مختلفة الأشكال لغرض امتصاص الاشعة السينية المتشتتة في جسم المريض وعدم وصولها إلى الفلم والحصول على نوعية جيدة للصورة ،تسمى هذه الشرائح بالشبكة.

شكل (٢- ١٣) المسدد للاشعة السينيثة وتطابقها مع الصورة الضوئية



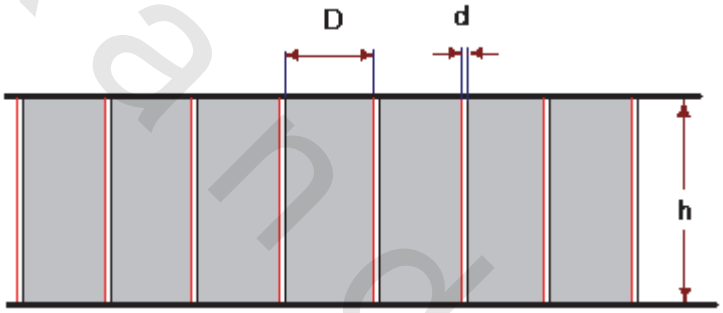
شكل ٢-١٤) الشبكة



(شكل ٢-١٤) والتي تم تصميمها عام ١٩١٣ من قبل الدكتور (Bucky) . يملا الفراغ بين صفائح الرصاص عادة بمادة الألمنيوم أو بعض المركبات العضوية والغرض من هذه المادة إسناد الشرائح الرصاصية الضيقة . فائدة شرائح الشبكة امتصاص الاشعة المتشتتة من جسم المريض (الاشعة الثانوية) وعدم إعاقة مرور الأشعة السينية الأولية والتي تسقط على الفلم مكونة صورة واضحة لذلك النسيج المارة خلاله .

تسمى النسبة بين ارتفاع الشرائح الرصاصية (h) والمسافة بينهما (d) نسبة الشبكة والتي تشيرالى قدرة الشبكة على امتصاص الاشعة المتشتتة والحصول على صورة واضحة.(شكل ٢-١٥) وتكتب هذه النسبة بشكل رقمين حيث ان الجزء الأول النسبة الحقيقية والقسم الثاني هو ١ دائما فنقول مثلا إلى نسبة الشبكة ١:٨ . تتراوح نسبة السبكة بين ١:٤ إلى 16: ١ فكلما ازدادت النسبة ازدادت كفاءة في امتصاص الاشعة ودائما ما تكتب هذه النسبة على الشبكة .

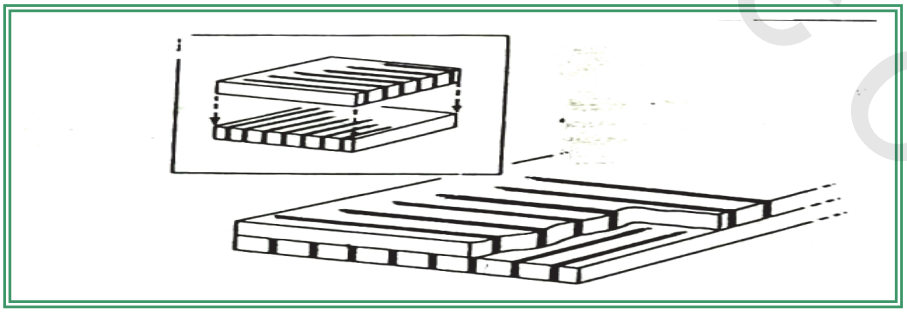
(شكل ٢-١٥) حساب نسبة الشبكة



الثاني الشبكة المتقاطعة(crossed transmission)

تتكون الشرائح الرصاصية في هذ النوع من شبكتين مستويين أحدهما عمودي على الآخر ولها نفس مسافة التمركز.

شكل (٢-١٦) الشبكة المتقاطعة



يكون اتجاه الشرائح الرصاصية على نوعين:

الأول هو الشبكة المستوية (linear grid)

obeikandl.com

تكون الشرائح الرصاصية في هذ النوع متوازية مع بعضها على طول محورها ومن مساوئها ظهور منطقة لا تصلها الاشعة السينية وتقع في نهاية الفلم وتسمى منطقة القطع (Cut – off) وتقاس سعة هذه المنطقة من القانون **سعة منطقة القطع = المساحة بين مصدر الاشعة والفلم / نسبة الشبكة**

وان نسبة الشبكة يساوي مجموع النسب للشبكتين المستويتين وهذا النوع له القابلية العالية لامتصاص الاشعة

السينية المتشتتة عندما يتطابق مركز مركز الاشعة السينية مع مركز الشبكة وبذلك لاتحصل منطقة القطع .

(شكل ٢-١٦)

تقييم عمل الشبكة :

لغرض تقييم عمل الشبكة فهناك طريقتان للوصول إلى هذا التقييم والتي تساعدنا على فهم عمل الشبكة هي :

أ- نسبة نفوذ الإشعاع الرئيسي (primary transmission)

وهذا النفوذ هو مقياس إلى نسبة الإشعاع الأولي النافذ من الشبكة ولغرض قياس هذه النسبة فأن الأشعة السينية تسدد بشكل حزمة ضيقة جدا وتسقط على شبح بعيد جدا عن الشبكة لكي لاتصل الأشعة المتشتتة في الشبح إلى الشبكة لبعدها وفي اسفل الشبكة عداد لقياس الإشعاع .الشكل (٢ -١٧)

تحسب نسبة نفوذ الإشعاع الرئيسي بقياس شدة الأشعة النافذة من الشبح بوجود المصفاة (I_p) . أولا ثم شدة الأشعة النافذة من الشبح عند إزالة الشبكة (I) حسب العلاقة التالية :

$$TP = \frac{I_P \times 100}{I}$$

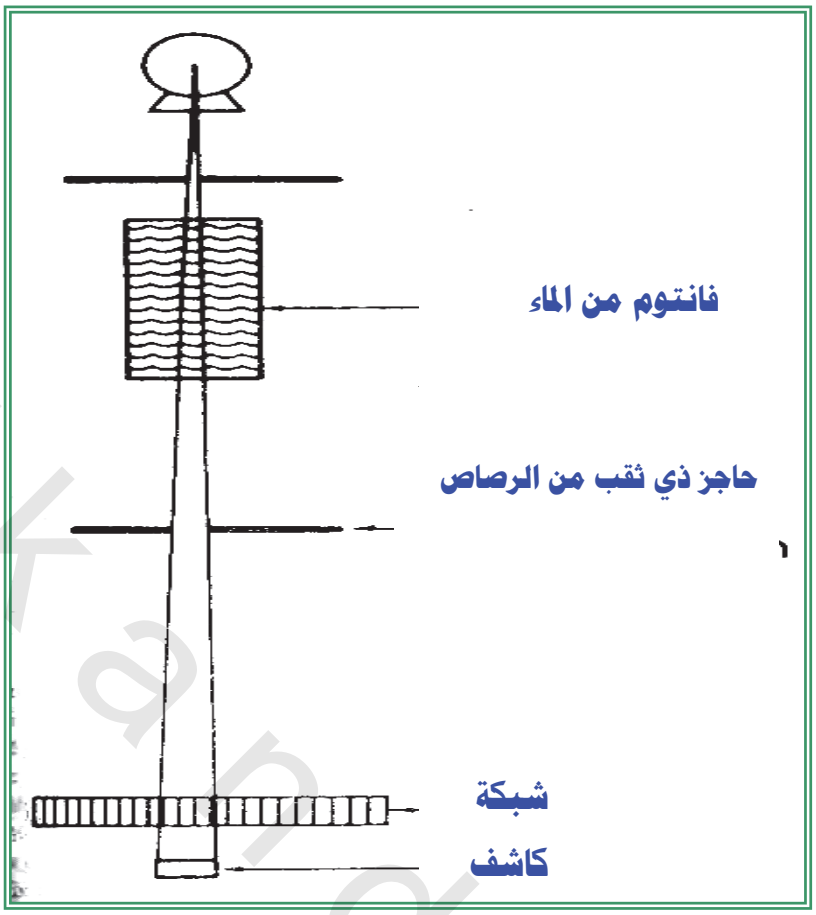
حيث إلى T_P هو نسبة نفوذ الإشعاع الأولي وهذه النسبة تمثل كمية الأشعة السينية الأولية التي تمتصها الشبكة .

ب -معامل بيكي :-

هو النسبة بين الشعاع الأولي الساقط على الشبكة إلى الشعاع النافذ منها . وهذا المعامل يوضح الزيادة في كمية التعرض الإشعاعي الناتجة عند استخدام الشبكة. هذا المعامل يشابه معامل النفوذ الأولي ما عدا اختلاف واحد حيث إن معامل النفوذ الأولي يشير إلى كمية الإشعاع الأولي الممتص بواسطة المصفاة .

obeikandi.com

الشكل (٢ -١٧)حساب نسبة نفوذ الإشعاع الرئيسي



أما معامل بيكي فأنه يشير إلى امتصاص كل من الإشعاع الأولي وامتصاص الإشعاع الثانوي (المتشتت) . ويمكن قياس هذا المعامل عمليا باستخدام شبح سميك ومجال واسع لحزمة الأشعة السينية . يقاس الإشعاع النافذ بعد وضع الشبكة أما الشعاع الأولي الساقط فيقاس بعد رفع الشبكة. وحسب المعادلة التالية .

$$\text{معامل بيكي } (B) = \frac{\text{الشعاع الأولي الساقط}}{\text{الشعاع النافذ}}$$

وهناك علاقة بين نسبة الشبكة ومعامل بيكي فعندما تكون نسبة الشبكة كبيرة يعني ذلك أنها تمتص كمية كبيرة من الأشعة المتشتتة وبذلك يكون معامل بيكي كبيراً . كذلك فأن معامل بيكي يعتمد على طاقة الأشعة السينية فأن الأشعة السينية ذات الطاقة العالية يكون الشعاع المتشتت منها كثيرا لذلك يزداد هذا المعامل عند الطاقات العالية وعند نسبة الشبكة العالية . أما نسبة الشبكة الواطئة فأن زيادة طاقة الأشعة

obeikandl.com

السينية ليس لها تأثير على معامل بيكي . بالرغم من إلى معامل بيكي الكبير يؤدي إلى تكوين صورة واضحة ذات نوعية جيدة لكنه يؤدي إلى زيادة الجرعة التي يتعرض لها المريض .

أهم مساوئ الشبكة هو زيادة الجرع الإشعاعية للمريض وما يسمى بقطع الشبكة (grid cutoff) وهو فقدان الإشعاع الأولي والذي يحصل عندما تكون الشرائح الرصاصية موجهة بشكل أوسع مما هو في حالة التكبير الاعتيادي .

الشبكة المتحركة (Moving Grids)

تم إنتاج الشبكة الإشعاعية المتحركة عام ١٩٢٠ من قبل الشعاعي الأمريكي بوتر والتي سميت شبكة بوتر . بيكي لعدة سنوات وهي عبارة عن مجموعة من الشبكات المتعامدة تتحرك أثناء التعرض الإشعاعي. وبالرغم من أنها تمتص بشكل جيد الأشعة الثانوية المتشتتة، لكن خطوط هذه الشبكة تظهر في الصورة الإشعاعية ولغرض التخلص من هذه الخطوط يجب اخذ حالتين، الأولى حركة الشبكة يجب ان تكون سريعة لكي تظهر تلك الخطوط غير واضحة في الصورة. والثانية الحركة العمودية للشبكة يجب ان تكون متزامنة مع انبعاث نبضات الأشعة السينية المتولدة وبذلك يمكن التخلص من صورة شرائح الشبكة بشكل مقبول .

ولكن مساوئ الشبكة المتحركة هي :

١ . زيادة الجرعة الإشعاعية للمريض .

٢ . كلفتها تكون عالية .

٣ . يمكن ان تتلف بسرعة .

٤ . تزيد عن زمن التعرض لحركتها البطيئة .

عند اختيار الشبكة الجيدة يجب الموازنة بين الحصول على صورة جيدة وتقليل الجرعة الإشعاعية التي يستلمها المريض . ويمكن بشكل عام استخدام شبكة نسبتها واطئة (١:٨) عندما تكون الفولطية الموضوعة قليلة ($90\ kV_p$) ونسبة ١٢: ١ عندما تكون الفولطية اكبر من $٩٠kV_p$.

وبعض أجهزة الأشعة السينية تستخدم ما يسمى بالفجوة الهوائية لتقليل الأشعة السينية المتشتتة . حيث ان الأشعة المتشتتة تزداد عند سطح المريض وتتناقص بسرعة عند الابتعاد من جسم المريض . لذلك فأن وضع الفلم على مسافة من المريض يؤدي الى التقليل من الأشعة المتشتتة والتي لاتسقط على الفلم .