الفصل الثاني

أساسيات إنتاج الأشعة السينية
THE FUNDAMENTALS OF X-RAYS PRODUCTION

يفترض المؤلف لدى كتابة هذا الكتاب أن مهندس الخدمة العامل في المجال لديه بعض المعرفة بنظرية الأشعة السينية. إن الهدف هنا هو إعطاء لمحة موجزة عن إنتاج الأشعة السينية لضمان وجود نقطة ابتداء مشتركة قبل مناقشة خدمة أجهزة الأشعة السينية. وإذا ما أريد مناقشة أكثر تفصيلاً لنظرية الأشعة السينية، فهناك كتب متوفرة تتناول الموضوع على وجه التحديد (انظر المراجع).

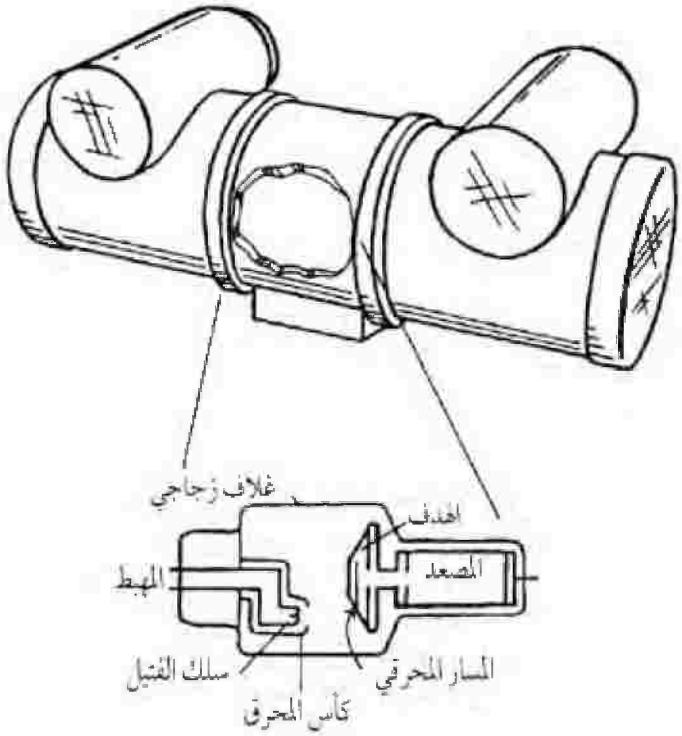
إذا ما تم في أنبوب مفرَّغ تسريع إلكترونات بقوة ما ومن ثم جعلها تصطدم بجسم ثابت فإنه سيتم تحرير طاقة، إن الطاقة المتحررة هي نتيجة للتباطؤ المفاجئ للإلكترونات الناتج عن الاصطدام مع الجسم. وإذا كانت القوة المطبقة على الأنبوب كبيرة بما يكفي لتسريع الإلكترونات إلى سرعة عالية بشكل كافٍ، وإذا كان الجسم مصنوعاً من مادة مناسبة، فإن الطاقة المتحررة ستكون في معظمها على شكل طاقة حرارية ولكن مع كمية صغيرة جداً من إشعاع كهرومغناطيسي عالي التردد. إن تردد هذا الإشعاع أعلى بكثير من تردد الضوء المرئي (10^{18} هرتز) ويسمى إشعاع الأشعة السينية (الشكل رقم ١).

هنا واحد من المفاهيم الأكثر أهمية في إنتاج الأشعة السينية، وهي حقيقة ينبغي أن تكون محفورة في ذاكرة مهندس الخدمة دائماً. وعلى وجه التحديد، وخلال إنتاج الأشعة السينية، **فإن ٩٩٪ من الطاقة المتحررة تُعطى كحرارة و ١٪ على شكل إشعاع مفيد.** تساعد هذه الحقيقة في تفسير لماذا تتعطل أنابيب الأشعة السينية، وسوف يتم مناقشتها بالتفصيل لاحقاً في فصل تحديد الأعطال في هذا الكتاب.

يتم إنتاج الأشعة السينية في أنبوب مفرَّغ أيوني حراري يُسمى أنبوب الأشعة السينية. تتكون أنابيب الأشعة السينية الأيونية الحرارية (therrnionic) من إلكترود (قطب) سالب (أو مهبط) و إلكترود (قطب) موجب (أو مصعد) موجودين داخل غلاف زجاجي (الشكل رقم ٢). الغلاف الزجاجي محاط بزيت عازل ومحاط بالكامل بغلاف خارجي (بيت) معدني مبطَّن بالرصاص يحتوي على منفذ أو نافذة.

الشكل رقم (١). الطيف الكهرومغناطيسي.

يمكن في الشكل رقم (٢) رؤية أن المهبط يتكون من سلك رفيع يسمى **الفتيل** ***(filament)***. يشبه هذا الفتيل فتيل مصباح الضوء إلا أنه محاط **بكأس تركيز** ***(focusing cup)*** يقوم بتركيز حزمة الإلكترونات أو تجميعها في بؤرة. يحرر الفتيل عند تسخينه إلكترونات حرة تصطدم في نهاية المطاف بالمصعد. يشار إلى تحرير الإلكترونات من خلال استخدام الحرارة على النحو المبين أعلاه على أنه **انبعاث أيوني حراري**. إن مقدار تسخين الفتيل هو ما يحدد عدد الإلكترونات التي سيتم تحريرها ، وبالتالي مقدار تيار أنبوب الأشعة السينية (أو الميلي أمبير (mA)). يشار إلى التحكم في تسخين الفتيل على أنه **التحكم بالفتيل** ***(filament control)***.



الشكل رقم (٢). أنبوب الأشعة السينية. الغلاف الزجاجي للأنبوب محاط بالكامل بزيت عازل داخل بيت الأنبوب.

يحتوي المصعد أو الإلكترود (القطب) الموجب على الهدف وهو مصنوع من مادة خاصة (مثل التنغستن)، تتمتع بنقطة انصهار عالية وعدد ذري مرتفع، تُستخدم الأعداد الذرية المرتفعة لضمان أن تحتوي حزمة الأشعة السينية على فوتونات ذات مستوى طاقة مرتفع. تنبعث الأشعة السينية في كل الاتجاهات من الهدف عندما تصطدم الإلكترونات بالهدف، ولضمان أن يخرج الإشعاع فقط من خلال منفذ الأنبوب فإنه يتم تبطين البيت المعدني لأنبوب الأشعة السينية بالرصاص بالكامل.

إن القوة التي تسبب انتقال الإلكترونات بمعدل سرعة عالٍ عبارة عن **كمون جهد عالٍ** يتم تطبيقه ما بين مصعد ومهبط أنبوب الأشعة السينية. لا يؤثر مقدار الجهد العالي على كمية الإشعاع فقط ولكنه يؤثر أيضاً على جودة الأشعة السينية أو قدرتها على الاختراق (انظر الفصل الثامن). يُطلق على تنظيم الجهد العالي اسم **التحكم بالكيلوفولت *(kVp)***.

وباختصار، يجب لكي يتم إنتاج أشعة سينية في أنبوب حراري أيوني أن يكون هناك: (١) تغذية بجهد كهربائي يتم تطبيقه على سلك الفتيل في الأنبوب، و (٢) كمون جهد كهربائي عالٍ يتم تطبيقه عبر الأنبوب. لا يمكن إنتاج أشعة سينية عند فقدان أي من هاتين التغذيتين.