

التصوير باشعة كاما

Gamma Radiography

١-٤ تهيئه

منى وضع جسم بين مصدر اشعاعي وفلم فوتوغرافي ظهرت له صورة تفصيلية على الفلم بعد عملية الفسل الكيميائي . والمصدر الاشعاعي في هذه الحالة اما ان يكون مولد الاشعة السينية واما نظير مشع وفي الغلب الاحيان تستعمل النظائر المشعة الباعثة لاشعة كاما في التصوير الشعاعي بسبب قابلية هذه الاشعة على اختراق الاجسام . وتراعى في اختيار المصدر المشع طاقة الاذنة المنبعثة وطيفها وعمر النصف للنظير .

يتناول هذا الفصل استعمال اشعة كاما في التصوير الشعاعي ، مجالاتها وطرق تطبيقها وفوائدها .

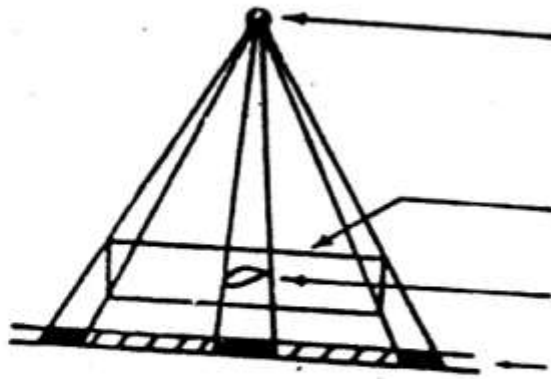
٢-٤ مبدأ التصوير الشعاعي (Principle of Radiography)

يمكن تعريف التصوير الشعاعي بأنه فحص بطريقة غير اتلافية (Non - Destructive Testing) يستعمل فيه الاشعاع النفاذ للكشف عن تراكيب الاجسام غير المرئية والتي يمكن مشاهدتها على فلم موضوع على الجانب الاخر من الجسم بعد اظهار الصورة وتثبيتها .

ويظهر التصوير الشعاعي على قانون امتصاص الاجسام للاشعاع ، فالاشعاع النفاذ ينتقل خلال الجسم المراد فحصه بدرجات متفاوتة في الشدة طبقا لسك وكثافة الجسم المصور ، واثناء مرور الاشعاع بالفلم ينتج تغير في مستحلب الفلم (Film Emulsion) وعند غسل الفلم كيميائيا فان المساحات المعرضة للاشعاع تظهر معتمة او سوداء وشدة

هذا الاسوداد تعتمد بصورة رئيسية على شدة التمرض للاشعاع . وتسمى الصورة الناتجة بهذه الطريقة بالصورة الشعاعية (Radiograph)
ويبين الشكل ١-٤ كيفية الحصول على صورة شعاعية ، ومصدر الاشعاع كسولة حافظة للنظير المشع مثل الكوبلت-٦٠ او الاريديوم -١٩٢ .

فالاشعاع المنبعث من المصدر ينتشر في خطوط مستقيمة في جميع الاتجاهات . وعند مروره خلال الجسم المراد فحصه يحصل انخفاض في شدته نظرا لامتناع بعضه من قبل الجسم او تشتيته عنه ، وفي حالة وجود تجاويف داخلية في الجسم او اختلافات في كثافته فان شدة الاشعاع النافذ من هذه المناطق تكون اكثر من بقية اجزاء الجسم المحيطة به . وتظهر هذه المناطق في الصورة الشعاعية كمناطق سوداء او داكنة اللون . لذا يمكن اعتبار الصورة الشعاعية صورة تفصيلية لجسم ما، حيث تبين المناطق الاكثر اسودادا اجزاء الجسم الاكثر سماحا لنفاذ الاشعاع والمناطق الفاتحة اللون الاجزاء الاكثر كثافة او سمكا .



مصدر اشعاعي

جسم

فلم

الشكل ١-٤ الاسس في التصوير الشعاعي

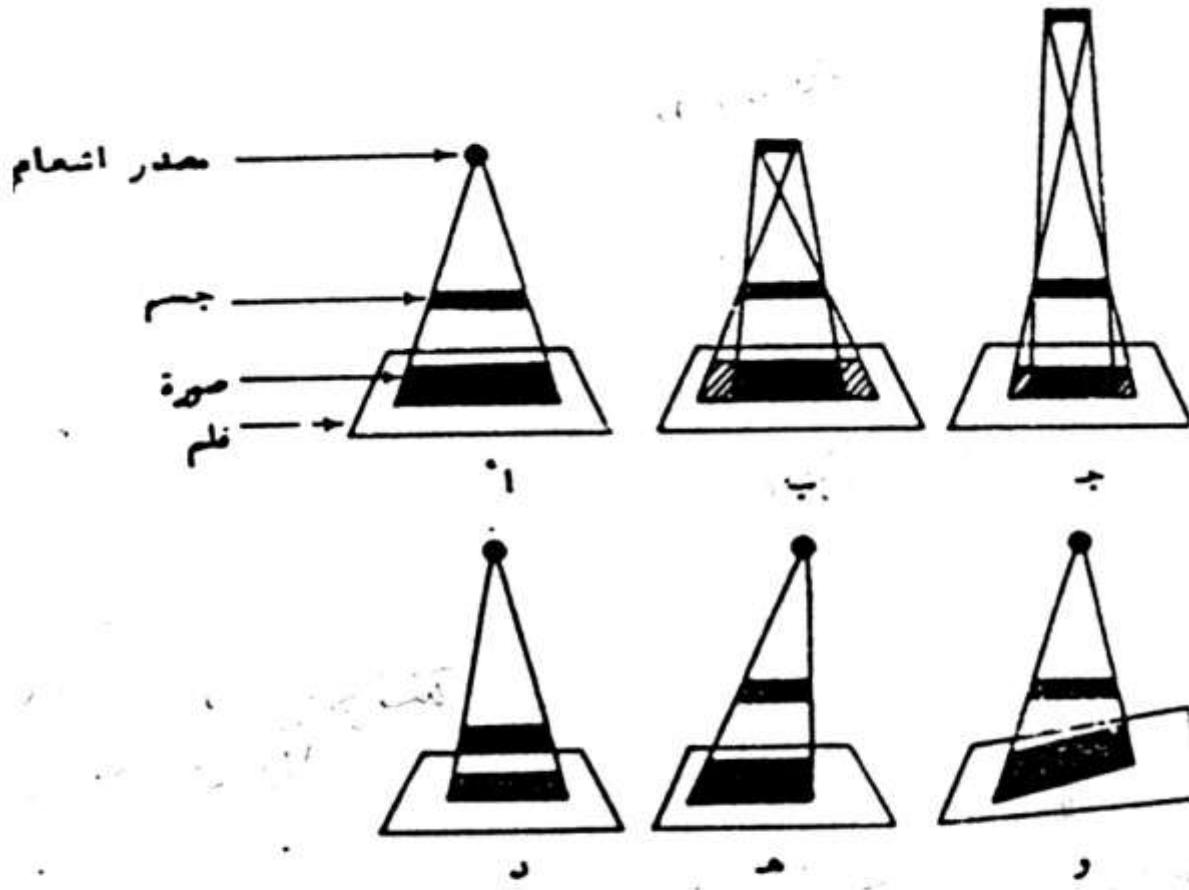
العوامل التي تؤثر على نوعية الصورة الشعاعية عديدة ، منها حجم وطيف النظير المشع وحساسية الفلم والمسافات النسبية بين المصدر والجسم والفلم والتقنية المستعملة . ومن اجل الحصول على صورة شعاعية حقيقية واضحة يجب ان تمتثل الشروط التالية :-

- أ - حجم النظير المشع صغير جدا بقدر الامكان .
- ب - المسافة بين المصدر والجسم ابعد ما يمكن .
- ج - الفلم ملاصق للجسم بقدر الامكان .
- د - سطحي الجسم والفلم متوازيين .
- هـ - الاشعة موجهة عموديا على الجسم وفي مركزه .

و - ابعاد الاجسام المشتتة (Scattering Objects) للاشعاع عن منطقة التصوير . ويوضح الشكل ٤-٢ تأثير بعض هذه العوامل على تكوين الصورة الشعاعية .

الملاحظ في الشكل (أ) ان المصدر صغيرا جدا بينما هو في الشكل (ب) كبير نسبيا مما سبب تشويها في الصورة الثانية . وفي الشكلين (ب) و(ج) يمكن ملاحظة قلة تشويه الصورة لكبر المسافة بين المصدر والجسم . اما في الشكلين (د) و (هـ) فيمكن ملاحظة التشابه الكبير بين ابعاد الصورة وابعاد الجسم عندما يكون الجسم ملاصقا للفلم والمصدر في مركز الجسم والفلم ويلاحظ ايضا التشويه الحاصل في جزء من الصورة عندما ينحرف المصدر عن مركز الجسم والفلم ، واخيرا يبين الشكل (و) الصورة مشوهة عندما يكون الجسم والفلم غير متوازيين حيث يتعدم التناسب بين ابعاد الجسم وابعاد الصورة .

بعد الانتهاء من تثبيت هذه العوامل واختيار الفلم المناسب ، تأتي المرحلة الاخرى وهي حساب مدة التصوير (مدة التعرض) حسب نوع الفلم والمصدر المتوفر والمنسب لعملية الفحص . وتستعمل جداول خاصة بالتعرض (Exposure Charts) في اغلب الاحيان لحساب مدة التصوير لفلم ومصدر معينين . وهناك حساسيات لمدة التصوير تستعمل حاليا بكثرة نظرا لصغر حجمها وسهولة استعمالها لانواع المصادر الشائعة الاستعمال في التصوير الشعاعي .



الشكل ٤-٢ العوامل المؤثرة في تكوين الصورة الشعاعية

وتحسب مدة التصوير من المعادلة التالية :-

$$T = \frac{EF \times D^2}{S}$$

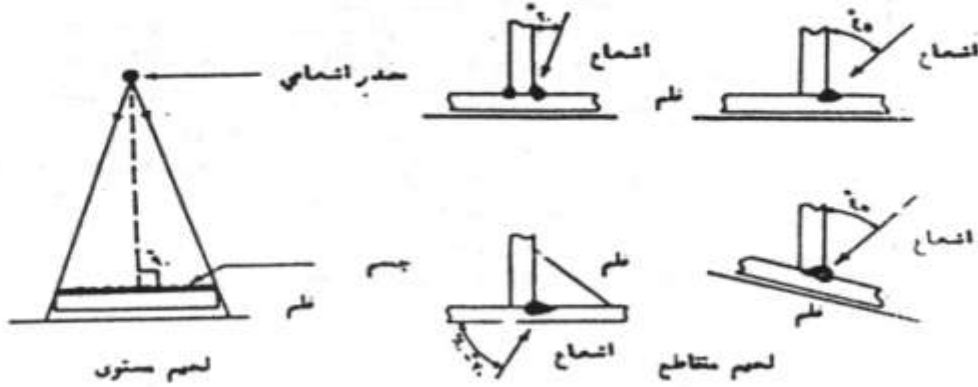
حيث
 $T =$ مدة التصوير بالدقائق
 $EF =$ عامل التعرض ووحدته كيوري \times دقيقة / مربع المسافة
 $D =$ المسافة بين المصدر والفلم بالسنتيمترات
 $S =$ النشاط الاشعاعي بالكيوري .

يستعمل بعض منحنيات التصوير التي تختلف قليلا عما ورد اعلاه . بالرغم من انها تعتمد على نفس المبدأ الرئيسي عند تهيئة المنحنيات . والاختلاف هو في الاحداثي الصادي حيث تكون وحدات عامل التعرض الجديد كيور \times ساعة بدلا من كيوري \times دقيقة / مربع المسافة . وفي هذه الحالة يمثل كل مستقيم شدة اسوداد ومسافة ثابتين . وعند تغير المسافة يمكن حساب مدة التصوير باستعمال قانون التربيع العكسي لشدة الاشعاع مع المسافة .

٣-٤ مجالات وتطبيقات التصوير الشعاعي

١-٣-٤ فحص اللحام (Welding Inspection)

يعتبر هذا الفحص من اهم تطبيقات التصوير الشعاعي ، وذلك لانه يكشف بطريقة غير اتلافية عن الاخطاء والميوب الموجودة في اللحام . لهذا يستعمل بكثرة في فحص المواد اثناء مراحل الانتاج والتطوير . ويبين الشكل ٣-٤ بعض طرق تطبيق التصوير الشعاعي في فحص انواع اللحام .



الشكل ٣-٤ بعض الطرق في فحص اللحام بالتصوير الشعاعي

والعيوب في اللحام اما ان تكون فجوات غازية واما مواد شائبة ذات كثافة اقل من مادة اللحام والمحيطه بها . ولهذا السبب تظهر هذه العيوب في الصورة الشعاعية كمناطق اكثر اسودادا مختلفة الاحجام والاشكال . ويمكن تصنيف العيوب في اللحام الى :

أ - صدوع (Cracks) وتظهر في الصورة كخطوط متعرجة .

ب - توغل غير كامل (Incomplete Penetration)
لمادة اللحيم ، ويظهر في الصورة كخط مستقيم في وسط اللحام على امتداده .

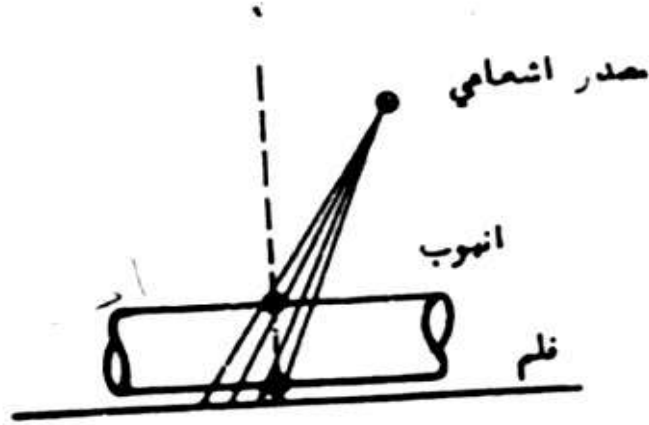
ج - قلة اندماج (Lack of Fusion) بين اللحيم والجسم ، ويظهر في الصورة كخط متعرج .

د - مسامات (Porosities) وتظهر في الصورة كنقاط دائرية ذات حافات واضحة .

هـ - حز واطر (Undercut) ويظهر في الصورة بموازاة وعمل حافة اللحام .

و - عيوب سطحية (Surface Defects and Irregularities) وتظهر باشكال مختلفة .

من اهم التطبيقات في هذا المجال ، فحص لحام الانابيب . عند صد انابيب جديدة يتحتم لحام نهاياتها بعضها ببعض . وللتأكد من جودة اللحام ، تؤخذ صورة شعاعية لكل لحام . ويصلح اي خطأ يمتد عليه قبل نقل اجهزة اللحام مسافات بعيدة . والطريقة المتبعة في التصوير هي تثبيت مصدر لاشعة كاما على عربة صغيرة تدفع داخل الانبوب الى ان يكون المصدر في نفس مقطع اللحام . وتتم السيطرة على حركة العربة عادة من الخارج بواسطة اجهزة لاسلكية . ثم يغطى اللحام بفلم مغلف تقريبا جيدا ضد الضوء . وبعد ذلك يخرج المصدر من حاويته وتؤخذ صورة كاملة للحام على الفلم . وتسمى هذه الطريقة بالتقنية المركزية (Central Technique) وعندما يتعذر ادخال المصدر داخل الانبوب ، يوضع خارجا ومنحرفا قليلا عن مقطع اللحام ثم تؤخذ الصورة . وتسمى هذه الطريقة بتقنية الجدارين (Double - Wall Technique) وهي موضحة في الشكل ٤-٥ .



الشكل ٤-٥ تقنية الجدارين

من الفحوصات التي اجريت في هذا المجال فحص انابيب المراجبل في محطة كهرباء جنوبي بغداد لدراسة التآكل في السطوح الداخلية لجدران هذه الانابيب وجودة اللحام فيها وكذلك فحص لحام الفرن الدوار لمعمل سمنت الكوفة ولحام بعض الانابيب في الشركة العامة لصناعة الورق في البصرة .

٢-٣-٤ فحص المصبوبات (Casting Inspection)

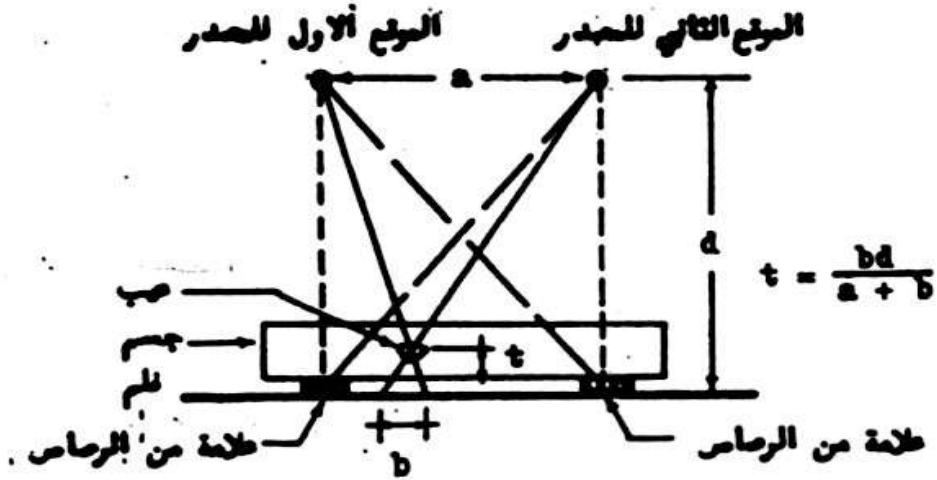
ياتي فحص المصبوبات بالتصوير الشعاعي في الدرجة الثانية من الاهمية بعد فحص اللحام . ويستعمل لكشف العيوب الداخلية فيها والتي تشبه ال حد ما عيوب اللحام . وبالإمكان فحص المصبوبات والسبائك لجميع العناصر السائمة بضمنها الحديد الصلب والفولاذ والالمنيوم والنحاس مها كانت اشكال واحجام المصبوبات .

ان السيطرة على نوعية المصبوبات بواسطة التصوير الشعاعي تدعو ال الاستغناء عن المصبوبات التي تؤدي الى اتلاف الالة المصنوعة منها اثناء الاستعمال . فالمصبوبات المرفوضة يمكن فحصها وتلافيها قبيل اجراء عمليات الخراطة المختلفة عليها ، والتي غالبا ما تكلف مبالغ باهضة ووقتها مضاعفا .

وقد جرى في هذا المجال اخذ صورة شعاعية لبعض المصبوبات

المنتجة في الشركة العامة للصناعات الميكانيكية في الاسكندرية لتعريف العاملين فيها على استخدام جهاز الاريديوم ١٩٢ للتصوير الشعاعي في فحص جودة المصبوبات وخلوها من العيوب الداخلية وكذلك جرى فحص احدى الفلنجات الكبيرة التابعة لمحطة كهرباء جنوبي بغداد للكشف عن الاخطاء الداخلية فيها ان وجدت .

هناك طرق متعددة لتعيين موقع او عمق العيب في المصبوبات اهمها تقنية التصوير المزدوج (Double Exposure) وتقنية التصوير الشعاعي للجسم (Stereoradiography) ففي الطريقة الاولى تؤخذ صورة للجسم لفترة نصف مدة التصوير ثم ينقل المصدر المشع الى موقع ثاني على مسافة قصيرة بموازية الجسم وتؤخذ صورة ثانية للزمن المتبقي على نفس الفلم وبحسب عمق العيب من المعادلة الهندسية المبينة في الشكل ٦٤ . اما في الطريقة الثانية فتؤخذ صورتان ايضا ولكن باستعمال فلمين . ويكون نقل المصدر في هذه الحالة بين ٨-١٠ سم وهي المسافة التقريبية بين العينين . وينظر للصورة المأخوذة بجهاز تجسيم الصورة (Stereoscope) الذي يجسم العيوب لتقدير ابعادها وعماقها .



الشكل ٦٤ تقنية التصوير المزدوج

٣-٣-٤ فحص الكونكريت المسلح (Concrete Reinforcement Checking)

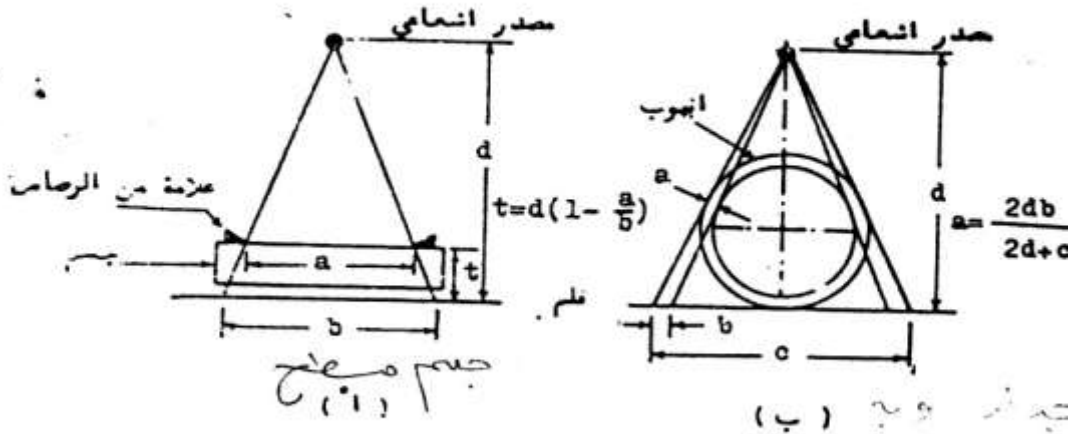
من المجالات الأخرى للتصوير الشعاعي هي فحوصات مواد البناء . ففي الأماكن تمييز موقع وطريقة تركيب واستمرارية القضبان الحديدية في الخرسانة . ويساعد التصوير الشعاعي أيضا على فحص المنشآت الكونكريتية وذلك بإظهار العيوب المختلفة فيها ، كالفجوات الهوائية والمواد الغريبة والشقوق .

٤-٣-٤ فحص التراكيب الداخلية (Internal Geometry Inspection)

يستعمل التصوير الشعاعي لإظهار التركيب الداخلي للأجهزة المختلفة . ففي الحالات التي لا يمكن فيها التوصل إلى داخل الجهاز أو كانت هناك صعوبة في تجزئة الأجزاء المختلفة تؤخذ صورة شعاعية للجهاز من مختلف الاتجاهات وإظهار الأخطاء فيها إن وجدت . مثال ذلك قطع في أحادي الأسلاك أو اختلاف في مواقع الأجزاء .

٥-٣-٤ قياس السمك (Thickness Measurement)

يستعمل التصوير الشعاعي لقياس سمك الصفائح والقطع المعدنية وكذلك سمك جدران الأنابيب بصورة تقريبية في الحالات التي لا يتيسر فيها القياس بالطرق الاعتيادية . فعند قياس سمك جسم مسطح ، تؤخذ علامتان من الرصاص فوق السطح المواجه للمصدر الإشعاعي قريبتان من حافتي الجسم ، كما موضح في الشكل ٧-٤ (أ) . ثم تؤخذ صورة شعاعية للجسم ويحسب السمك باستعمال معادلة هندسية بسيطة تعتمد على تشابه المثلثات . أما في حالة قياس سمك جدار أنبوب ما ، فيؤخذ المصدر على مسافة مناسبة من الأنبوب وتؤخذ صورة شعاعية ويحسب السمك من المعادلة المبينة في الشكل ٧-٤ (ب) . ويمكن تقدير السمك باستعمال قطع قياسية للجسم أو الأنبوب بعد أخذ صور شعاعية ومقارنتها ببعضها باستعمال جهاز قياس شدة الاسوداد (Densitometer) .



الشكل ٤-٧ طرق قياس السمك

٤-٤ المصادر المشعة وكيفية مناولتها

(Radioactive Sources and their Handling)

عند اختيار احد النظائر المشعة لاستعماله كمصدر في التصوير الشعاعي ، لا بد ان يؤخذ بنظر الاعتبار بعض الصفات والخصائص المهمة للنظير المشع ، مثلا عمر النصف والطاقة وتوفر المصدر وكلفته . وتتميز النظائر المشعة عن مولدات الاشعة السينية بكونها صغيرة الحجم يسهل نقلها ورخيصة نسبيا والطاقة المنبعثة منها ثابتة لا تتغير بتغير الظروف المحيطة . كما ان الاشعة المنبعثة من بعض النظائر مثل الكوبلت - ٦٠ لها قدرة اختراق عالية يمكن استعمالها في تصوير مقاطع سميكة تتجاوز ١٥ سم .

وهناك طرق واجهزة مختلفة التصميم للسيطرة على نقل المصادر المشعة من مكان الى اخر . ويمكن تناول المصادر المشعة ذات النشاط الاشعاعي الواطيء باستعمال انواع مختلفة من الماسكات اليدوية (Manipulators) الطويلة ، اما المصادر ذات النشاط الاشعاعي العالي ، فلا يمكن تناولها بامان بهذه الطريقة . ولذا تستعمل اجهزة خاصة مؤلفة من حاوية مصنوعة من العناصر ذات الكثافات العالية كالرصاص او اليورانيوم او التنكستن كدرع واقى للاشعاع . والغلاف

الخارجي يتكون عادة من الفولاذ لوقاية الحاوية من الصدمات الخارجية .
 وفي حالة عدم استعمال الجهاز يكون موقع المصدر في مركز الحاوية . وتتم
 السيطرة على نقل المصدر بواسطة سلك فولاذي متصل إحدى نهايتيه
 بالمصدر داخل الحاوية والنهية الأخرى بمنقطة دائرية الحركة ميكانيكية
 أو كهربائية أو خوائية يجرى تحريكها من مسارات معينة عن المصدر
 تومن سلامة العاملين . وأهم المصادر المستخدمة في التصوير الشعاعي هي
 الأريديوم - ١٩٢ والكوبلت - ٦ والسييزيوم - ١٣٧ .

١-٥ الأفلام التصوير الشعاعي

يتكون فلم التصوير الشعاعي من مادة بلاستيكية يغطي احد وجهيهما
 او كلاهما بطبقة جيلاتينية متجانسة تحتوي على حبيبات متناهية الصغر
 لمركبات الفضة وبنسبة مناسبة من بروميد الفضة . ويعتمد مقدار اسوداد
 الفلم بصورة رئيسية على كمية الاشعاع المار بالفلم وعلى المثلول للظلم
 المستعمل في غسل الفلم والطريقة المتبعة فيه .
 وهناك عدة انواع من الافلام . حيث ان اختيار الفلم المناسب لحالة
 معينة يعتمد على عدة عوامل منها نوعية الصورة المطلوبة ومعرفة
 التصوير . وتتمثل الافلام السريعة جدا (High Speed Films)
 لتصوير مقاطع سمكية وذلك لتقليل مدة التصوير . وللدواقة السيوية
 الصغيرة يفضل استعمال الافلام ذات الحبيبات الدقيقة
 (Fine Grain Films)
 لامكانية الحصول على صور افضل
 وتفصيل ادق .