المحاضرة

4

الفيلم الشعاعي والشاشات المقوّية والكاسيت وتحميض الصورة الكامنة

Film, Intensifying Screens, Cassette & Processing the Latent Image

إعداد: **محمد الموسوي**

@almusawy_radiology

الفهرس

Contents

1	محاور المحاضرة	Outlines
2	تركيب الفيلم الشعاعي	Film Construction
3	المستحلب وبلورات هاليد الفضة	Emulsion & Silver Halide Crystals
4	الشاشات المقوّية وتركيبها	Intensifying Screens & Screen Construction
5	ربط الفيلم بالشاشات والكاسيت	Screens – Films Combination & Cassette
6	الصورة الكامنة والتحميض اليدوي	Latent Image & Manual Processing
7	التحميض الآلي ومكوّنات الجهاز	Automatic Processing & Processor Components
8	الخلاصة	Summary
9	الأسئلة	MCQs
10	اختبر نفسك	Quiz

1 محاور المحاضرة
Outlines

محاور المحاضرة:	Outlines
• تركيب الفيلم.	• Construction of film,
• الشاشات المقوّية.	• Intensifying screens,
• الكاسيت.	• Cassette.
• معالجة (تحميض) الصورة الكامنة:	• Processing the latent image:
• يدوياً.	• Manually
• آلياً.	• Automatically

⭐ **أهم نقطة**

Film construction, intensifying screens, cassette, then manual and automatic processing of the latent image.

المحاضرة تشرح تركيب الفيلم والشاشات المقوّية والكاسيت، ثم تحميض الصورة الكامنة يدوياً وآلياً.

2 تركيب الفيلم الشعاعي
Film Construction

تركيب الفيلم	FILM CONSTRUCTION
للفيلم الشعاعي أساساً جزءان: القاعدة (base) والمستحلب (emulsion)، كما في الشكل (1).	Radiographic film basically has two parts, the base and the emulsion, fig(1).
معظم أفلام الأشعة السينية مطليّة بالمستحلب على الوجهين، ولذلك تُسمّى فيلماً ثنائي المستحلب (double – emulsion film).	Most x – ray film has the emulsion coated on both sides and therefore called double – emulsion film.
بين المستحلب والقاعدة طبقة رقيقة من مادة تُسمّى الطبقة اللاصقة (adhesive layer)، وهذه الطبقة تتيح للمستحلب والقاعدة أن يحافظا على التلامس السليم وتماسك الفيلم أثناء الاستعمال والتحميض. والمستحلب محاط بغطاء واقٍ من الجيلاتين يُسمّى الطلاء الواقي العلوي (supercoating). هذا الطلاء يحمي المستحلب من الخدش والضغط والتلوّث أثناء الاستعمال والتحميض. ويتراوح سمك ورقة الفيلم الشعاعي من 150 إلى 300 ميكرومتر (0.15 إلى 0.3 ملم).	Between the emulsion and the base is a thin coating of material, called the adhesive layer, this adhesive layer allows the emulsion and base to maintain proper contact and integrity during use and processing. The emulsion is enclosed by a protective covering of gelatin, called the supercoating. This supercoating protects the emulsion from scratching, pressure, and contamination during use and processing. The thickness of a sheet of radiographic film ranges from 150 to 300 μm (0.15 to 0.3 mm).

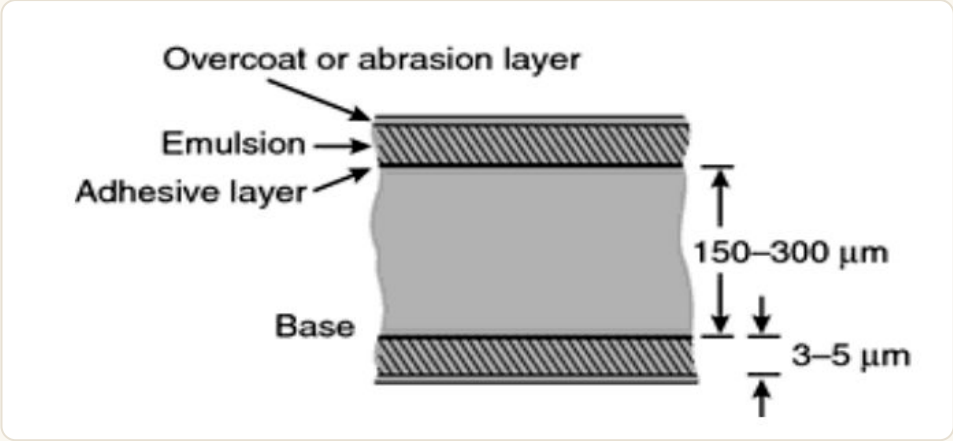


Fig (1): Cross-sectional view of radiographic film. The bulk of the film is the base. The emulsion contains the diagnostic information

الشكل (1): مقطع عرضي لفيلم شعاعي. معظم الفيلم هو القاعدة، والمستحلب يحمل المعلومات التشخيصية. التسميات في الشكل: الطلاء الواقي العلوي (Overcoat or abrasion layer)، والمستحلب (Emulsion)، والطبقة اللاصقة (Adhesive layer)، والقاعدة (Base)، والسمك 150–300 µm، و3–5 µm.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 4

المستحلب هو قلب فيلم الأشعة السينية. إنه المادة التي تتفاعل فيها الأشعة السينية أو فوتونات الضوء الصادرة من الشاشات وتنقل المعلومات. ويتكوّن المستحلب من خليط متجانس من الجيلاتين وبلورات هاليد الفضة (silver halide). والجيلاتين شفّاف فينفذ منه الضوء، وهو مسامي بدرجة كافية لتتغلغل مواد التحميض الكيميائية إلى بلورة هاليد الفضة أثناء التحميض.

The emulsion is the heart of the x-ray film. It's the material in which x-rays or light photons from screens interact and transfer information. The emulsion consists of a homogeneous mixture of gelatin and silver halide crystals. The gelatin is clear, so that it transmits light, and is sufficiently porous for the processing chemicals to penetrate to the crystal of silver halide during processing.

⭐ أهم نقطة

Film = base + emulsion (usually on both sides); thickness 150–300 µm.

الفيلم = قاعدة + مستحلب (على الوجهين غالباً)، وسمكه 150–300 µm.

3 المستحلب وبلورات هاليد الفضة
Emulsion & Silver Halide Crystals

وظيفة الجيلاتين الأساسية توفير الدعم الميكانيكي لبلورة هاليد الفضة بإبقائها موزّعة بانتظام في مكانها.

Its principle function is to provide mechanical support for the silver halide crystal by holding them uniformly dispersed in place.

بلورة هاليد الفضة هي المكوّن الفعّال في مستحلب الصورة الشعاعية. وفي المستحلب النموذجي تكون 95% من هاليد الفضة بروميد الفضة (silver bromide)، والباقي عادةً يوديد الفضة (silver iodide).

The silver halide crystal is the active ingredient of the radiograph emulsion. In the typical emulsion, 95% of the silver halide are silver bromide; the remainder is usually silver iodide.

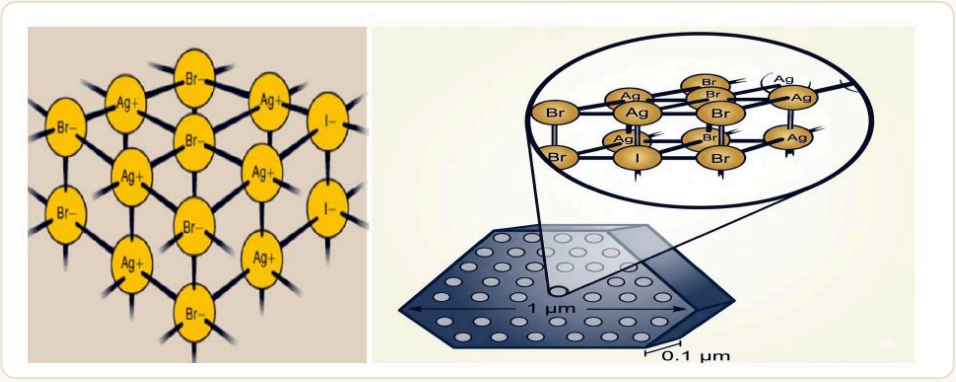


Fig (2): Silver halide crystal is triangular. The arrangement of atoms in the crystal is cubic.

الشكل (2): بلورة هاليد الفضة مثلّثة، وترتيب الذرّات داخل البلورة مكعّب. في الصورة: يسار، ترتيب ذرّات Ag+ وBr− وI− مرسومة كأشكال بيضوية صفراء؛ ويمين، شكل البلورة مع دائرة مكبّرة تُظهر الذرّات داخلها، وعلامات القياس 1 µm و0.1 µm.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 5

⭐ أهم نقطة

Emulsion = gelatin + silver halide crystals; 95% of the silver halide is silver bromide.

المستحلب: جيلاتين + بلورات هاليد الفضة، و95% منها بروميد الفضة.

🔊

4 الشاشات المقوّية وتركيبها

Intensifying Screens & Screen Construction

INTENSIFYING SCREENS — الشاشات المقوّية

SCREEN CONSTRUCTION: — تركيب الشاشة

X – Ray intensifying screens resemble flexible sheets of plastic or cardboard. They come in sizes corresponding to film sizes. Usually, the radiographic film is sandwiched between two screens; the film so used is double – emulsion film.

الشاشات المقوّية للأشعة السينية تشبه صفائح مرنة من البلاستيك أو الكرتون، وتأتي بأحجام تقابل أحجام الأفلام. وعادةً يوضع الفيلم الشعاعي بين شاشتين؛ والفيلم المستعمل هكذا هو فيلم ثنائي المستحلب.

In most screens there are four distinct layers:

في معظم الشاشات توجد أربع طبقات متميّزة:

1 Protective coating	1 الطبقة الواقية.
2 Phosphor	2 الطبقة الفوسفورية.
3 Reflective layer	3 الطبقة العاكسة.
4 Base	4 القاعدة.

1 – PROTECTIVE COATING: — ١ – الطبقة الواقية

The layer of the intensifying screen closest to the x – ray film is the protective coating. It is 15 to 25 µm thick and is applied to the face of the screen to make the screen resistant to abrasion & damaged caused by handling. Naturally, the protective layer must be transparent to light.

الطبقة الأقرب إلى فيلم الأشعة في الشاشة المقوّية هي الطبقة الواقية (protective coating). سمكها من 15 إلى 25 ميكرومتراً، وتُطبَّق على وجه الشاشة لتجعلها مقاومة للتآكل والتلف الناتج عن التعامل معها. وبطبيعة الحال يجب أن تكون الطبقة الواقية شفّافة للضوء.

٢ – الطبقة الفوسفورية

2 – PHOSPHOR:

الطبقة الفعّالة في الشاشة المقوّية هي الفوسفور (phosphor). يُصدر الفوسفور الضوء عند تحفيزه بالأشعة السينية. وتتفاوت سماكة الطبقة الفوسفورية من نحو 150 إلى 300 ميكرومتر حسب نوع الشاشة. وللفوسفور غرض واحد: تحويل طاقة حزمة الأشعة السينية إلى ضوء مرئي.

The active layer of the x – ray intensifying screen is phosphor. The phosphor emits light during stimulation by x – ray. Phosphor layers vary in thickness from perhaps 150 to 300 μm, depending on the type of screen. The phosphor has one purpose: to convert the energy of the x – ray beam into visible light.

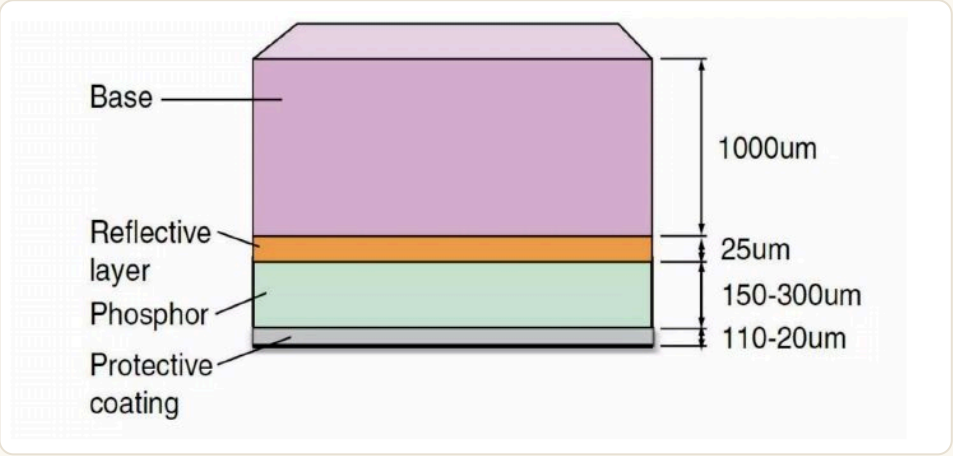


Fig. 3: Cross-sectional view of an intensifying screen, showing its four principal layers.

الشكل (3): مقطع عرضي لشاشة مقوّية يُظهر طبقاتها الأربع الرئيسية. في الصورة من الأعلى: القاعدة (Base) وسمكها 1000 μm، ثم الطبقة العاكسة (Reflective layer) وسمكها 25 μm، ثم الفوسفور (Phosphor) وسمكه 150–300 μm، ثم الطبقة الواقية (Protective coating) ومكتوب جنبها «110-20um» كما في الشكل.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 7

٣ – الطبقة العاكسة

3 - REFLECTIVE LAYER:

بين الفوسفور والقاعدة توجد طبقة عاكسة (reflective layer) سمكها نحو 25 ميكرومتراً، مصنوعة من مادة لامعة مثل أكسيد المغنيسيوم أو ثاني أكسيد التيتانيوم. وتظهر وظيفتها في الشكل (4). فعندما تتفاعل الأشعة السينية مع الفوسفور الفعّال يُصدَر الضوء بالتساوي في كل الاتجاهات (isotropically)، أي بنفس الشدّة في جميع الاتجاهات. وأقل من نصف الضوء يُصدَر باتجاه الفيلم. فتعترض الطبقة العاكسة الضوء المتجه نحو الاتجاهات الأخرى وتعيد توجيهه إلى الفيلم.

Between the phosphor & the base is a reflective layer approximately 25 μm thick made of a shiny substance such as magnesium oxide or titanium dioxide. Its function is demonstrated in Fig.4. When x-rays interact with the active phosphor, light is emitted isotropically, that is, with equal intensity in all directions. Less than half the light is emitted in the direction of the film. The reflective layer intercepts light headed in other directions and redirects it to the film.

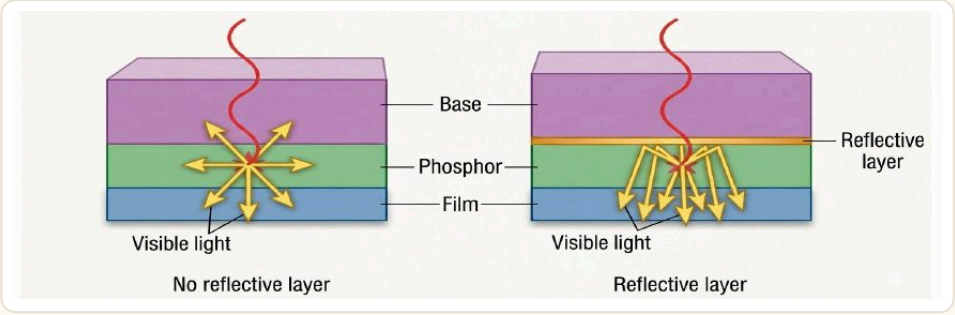


Fig.4: A. Screen without reflective layer. B, Screen with reflective layer. Screens without reflective layers are not as efficient as those with reflective layers, because fewer light photons reach the film.

الشكل (4): أ. شاشة بدون طبقة عاكسة. ب. شاشة بها طبقة عاكسة. الشاشات التي بلا طبقة عاكسة أقل كفاءة من التي بها طبقة عاكسة، لأن عدداً أقل من فوتونات الضوء يصل إلى الفيلم. في الصورة: القاعدة (Base) والفوسفور (Phosphor) والفيلم (Film)، والضوء المرئي (Visible light) بأسهم صفراء، والطبقة العاكسة (Reflective layer) في الشاشة اليمنى.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 8

4 - BASE:

٤ – القاعدة

4 - Base: The layer farthest from the film is called the base. The base perhaps 1 mm thick and serves principally as a mechanical support for the active phosphor layer. It is made of high – grade cardboard or polyester.

الطبقة الأبعد عن الفيلم تُسمّى القاعدة. سمك القاعدة نحو 1 ملم، وتُستعمل أساساً دعماً ميكانيكياً للطبقة الفوسفورية الفعّالة. وهي مصنوعة من كرتون عالي الجودة أو من البوليستر (polyester).

⭐ أهم نقطة

Four layers: protective coating, phosphor (x-ray to light), reflective layer, base.

للشاشة أربع طبقات: الواقية، والفوسفورية (تحوّل الأشعة إلى ضوء)، والعاكسة، والقاعدة.

5 ربط الفيلم بالشاشات والكاسيت

Screens – Films Combination & Cassette

SCREENS – FILMS COMBINATION

تركيب الفيلم مع الشاشات

X-rays intensifying screens are nearly always used in pairs. Best results will be obtained if they are selected with this in mind. Figure (6) is a cross section of a properly loaded film cassette containing front and back screens with a double - emulsion film.

الشاشات المقوّية للأشعة السينية تُستعمل دائماً تقريباً بشكل أزواج. وتُحصَل أفضل النتائج إذا اختيرت مع مراعاة ذلك.
الشكل (6) مقطع عرضي لكاسيت مشحون بشكل صحيح يحتوي شاشتين أمامية وخلفية مع فيلم ثنائي المستحلب.

CASSETTE

الكاسيت

The cassette is the rigid holder that contains the screens and film. Some of the important characteristics of a good cassette are indicated in Fig (6) .The front surface, the side facing the x-ray source, should be made of material with a low atomic number, such as plastic or cardboard. It should be as thin as practicable yet sturdy. Attenuation of the x-ray beam by the front cover of the cassette is undesirable. Attached to the inside of the front cover is the front screen, and attached to the back cover is the back screen. The radiographic film is loaded between these two screens.

الكاسيت (cassette) هو الحاوية الصلبة التي تحتوي الشاشات والفيلم. وبعض الخصائص المهمة للكاسيت الجيد موضّحة في الشكل (6). السطح الأمامي، أي الجهة المواجهة لمصدر الأشعة السينية، يجب أن يُصنع من مادة ذات عدد ذرّي منخفض مثل البلاستيك أو الكرتون. ويجب أن يكون رقيقاً قدر الإمكان لكنه متين. وتوهين حزمة الأشعة السينية بالغطاء الأمامي للكاسيت أمر غير مرغوب فيه. وتُثبَّت الشاشة الأمامية على الجهة الداخلية للغطاء الأمامي، وتُثبَّت الشاشة الخلفية على الغطاء الخلفي. ويوضع الفيلم الشعاعي بين هاتين الشاشتين.

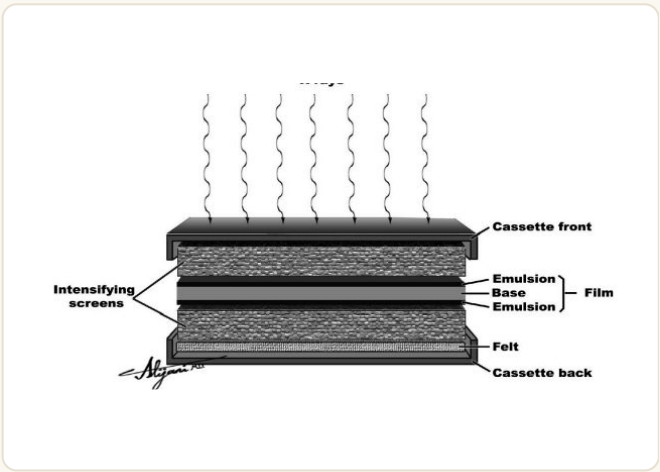


Fig (6).Cross-sectional view of cassette containing front,back screens and loaded with double-emulsion film.

الشكل (6): مقطع عرضي لكاسيت يحتوي شاشتين أمامية وخلفية ومحمَّل بفيلم ثنائي المستحلب. في الصورة: الأشعة السينية (X-rays) نازلة من الأعلى على الواجهة الأمامية للكاسيت (Cassette front)، والشاشات المقوّية (Intensifying screens)، والفيلم (Film) بمستحلبين وقاعدة بينهما، ثم اللبّاد (Felt) والظهر (Cassette back).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 10



Two photographs of a cassette: a closed cassette (left) and an open cassette (right).

صورتان لكاسيت: كاسيت مغلق (يسار) وكاسيت مفتوح (يمين).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 10

Between each screen and the cassette cover will be some sort of compression device, such as felt or rubber that maintains close turn-screen contact when the cassette is closed and latched. The back cover is usually made of heavy metal to minimize backscatter. The x-rays transmitted through the screen-film combination to the back cover will be absorbed photoelectrically more readily in a high-Z material than in a low-Z material.

بين كل شاشة وغطاء الكاسيت توجد وسيلة ضغط من نوع ما، مثل اللبّاد أو المطاط، تحافظ على التلامس الوثيق بين الشاشة والفيلم عند إغلاق الكاسيت وتثبيته. والغطاء الخلفي يُصنع عادةً من معدن ثقيل لتقليل الإشعاع المرتد (backscatter). فالأشعة السينية النافذة عبر مجموعة الشاشة والفيلم إلى الغطاء الخلفي ستُمتَصّ بالتأثير الكهروضوئي بسهولة أكبر في مادة ذات عدد ذرّي عالٍ (high-Z) منها في مادة ذات عدد ذرّي منخفض (low-Z).

لو كانت اللوحة الخلفية مصنوعة من مادة ذات عدد ذرّي منخفض، فقد تنفذ الأشعة السينية عبر الكاسيت كله، وقد يتشتّت بعضها راجعاً إلى الفيلم بواسطة أداة حمل الكاسيت أو جدار قريب. وهذا يُسمّى الإشعاع المرتد (backscatter radiation) ويؤدي إلى انخفاض تباين الصورة. وأحياناً تظهر في الصورة مفصّلات الكاسيت أو مشابك التثبيت على الغطاء الخلفي.

If the back plate were made of a low-Z material, x-rays could be transmitted through the entire cassette, and some might be scattered back to the film by the cassette holding device or a nearby wall. This is called backscatter radiation and results in decreased image contrast. Sometimes the cassette hinges or hold-down clamps on the back cover are imaged.

⭐ أهم نقطة

Cassette: low-Z front; heavy-metal back to reduce backscatter (which decreases contrast).

الكاسيت: وجهه الأمامي ذو عدد ذرّي واطئ، وغطاؤه الخلفي من معدن ثقيل لتقليل الإشعاع المرتد (الذي يقلّل التباين).

6 الصورة الكامنة والتحميض اليدوي
Latent Image & Manual Processing

طرق التحميض اليدوي والآلي للفيلم الشعاعي
MANUAL & AUTOMATIC PROCESSING METHODS OF RADIOGRAPHIC FILM

الإشعاع الخارج من المريض والساقط على الفيلم الشعاعي يودع الطاقة في المستحلب أساساً بالتفاعل الكهروضوئي مع ذرّات بلورة هاليد الفضة. وتُودَع هذه الطاقة بنمط يمثّل الجسم أو جزء التشريح الذي يُصوَّر. فلو لاحظ أحدٌ الفيلم مباشرة بعد التعريض فلن يرى أي صورة. ومع ذلك توجد صورة، تُسمّى الصورة الكامنة (latent image).

The radiation exiting the patient and incident on the radiographic film deposits energy in the emulsion primarily by photoelectric interaction with the atoms of the silver halide crystal. This energy is deposited in a pattern representative of the object or part of the anatomy being radiographed. If one observed the film immediately after exposure, no image would be seen. There is, however, an image present, called a latent image.

الصورة الكامنة هي التغيّر غير المرئي الحاصل في بلورات هاليد الفضة المختلفة. وبالمعالجة الكيميائية الصحيحة تصبح الصورة الكامنة صورة ظاهرة (manifest image). ويُجرى اليوم تقريباً كل تحميض الأفلام الشعاعية آلياً، والمواد الكيميائية المستعملة في الطريقتين (اليدوية والآلية) هي نفسها أساساً. لكن في التحميض الآلي تكون أزمنة كل خطوة أقصر، وتراكيز المواد الكيميائية ودرجة الحرارة أعلى.

The latent image is the invisible change induced in the various silver halide crystals. With proper chemical processing the latent image becomes a manifest image. Nearly all radiographic processing is done automatically today, the chemicals involved in both (manual & automatic) are basically the same. But in automatic processing the times for each step are shorter, and the chemical concentrations and temperature are higher.

التحميض اليدوي
MANUAL PROCESSING

تسلسل الأحداث في تحميض صورة شعاعية يدوياً:

Sequence of events in processing a radiograph manually:

The first step in the processing sequence is to wet the film to loosen the emulsion so that subsequent chemical baths can reach all parts of the emulsion uniformly. The wetting agent is water, it penetrates through the gelatin of the emulsion, swelling it and causing it to expand. This step is often omitted in automatic processing, and the wetting agent is then incorporated into the second step, development.	الخطوة الأولى في تسلسل التحميض هي ترطيب الفيلم لتحرير المستحلب حتى تصل الحمّامات الكيميائية اللاحقة إلى كل أجزاء المستحلب بانتظام. والمادة المرطّبة هي الماء، وهو ينفذ عبر جيلاتين المستحلب فينفّخه ويجعله يتمدد. وغالباً تُحذف هذه الخطوة في التحميض الآلي، وتُدمج المادة المرطّبة حينئذٍ في الخطوة الثانية، وهي التظهير.
Development is the stage of processing in which the latent image is converted to a manifest image. The principal action during development involves changing silver ions of the exposed crystals into metallic silver. phenidone and hydroquinone are examples of reducing agents.	التظهير (development) هو مرحلة التحميض التي تتحوّل فيها الصورة الكامنة إلى صورة ظاهرة. والفعل الأساسي أثناء التظهير هو تحويل أيونات الفضة في البلورات المعرّضة إلى فضة معدنية. والفينيدون (phenidone) والهيدروكينون (hydroquinone) أمثلة على العوامل المختزِلة.
After development, the film rinsed in an acid solution designed to stop the development process and remove excess developer chemicals from the emulsion. Photographers call this step stop bath, and in processing radiographs the stop bath is sometimes included in the next step, fixation.	بعد التظهير يُشطَف الفيلم في محلول حمضي مصمَّم لإيقاف عملية التظهير وإزالة الزائد من المواد الكيميائية للمظهِّر من المستحلب. ويسمّي المصوّرون هذه الخطوة حمّام الإيقاف (stop bath)، وفي تحميض الصور الشعاعية يُدرَج حمّام الإيقاف أحياناً في الخطوة التالية، وهي التثبيت.
During fixation, the silver halide that was not exposed to radiation is dissolved and removed from the emulsion. The gelatin portion of the emulsion is hardened.	أثناء التثبيت (fixation) يُذاب هاليد الفضة الذي لم يتعرّض للإشعاع ويُزال من المستحلب. ويتصلّب جزء الجيلاتين من المستحلب.
Fixation is followed by a vigorous washing of the film to remove any remaining chemicals from the previous processing steps.	يلي التثبيت غسل قوي للفيلم لإزالة أي مواد كيميائية متبقية من خطوات التحميض السابقة.
Finally, the film is dried to remove the water used to wash it and to make the film acceptable for handling and viewing	وأخيراً يُجفَّف الفيلم لإزالة الماء المستعمل في غسله ولجعل الفيلم صالحاً للتعامل معه ومشاهدته.

TABLE (1): SEQUENCE OF EVENTS IN PROCESSING A RADIOGRAPH	**الجدول (1): تسلسل الأحداث في تحميض صورة شعاعية**
Wetting: Swelling of the emulsion to permit subsequent chemicals penetration.	**الترطيب:** انتفاخ المستحلب للسماح بنفاذ المواد الكيميائية اللاحقة.
Development: Production of a manifest image from the latent image .	**التظهير:** إنتاج صورة ظاهرة من الصورة الكامنة.
Stop bath: Termination of development and removal of excess chemicals from the emulsion.	**حمّام الإيقاف:** إنهاء التظهير وإزالة الزائد من المواد الكيميائية من المستحلب.
Fixing: Removal of remaining silver halide from the emulsion and hardening the gelatin.	**التثبيت:** إزالة ما تبقّى من هاليد الفضة من المستحلب وتصليب الجيلاتين.
Washing: Removal of excess any remaining chemicals from the previous processing steps	**الغسل:** إزالة أي مواد كيميائية متبقية من خطوات التحميض السابقة.
Drying: Removal of water and preparation of radiograph for viewing.	**التجفيف:** إزالة الماء وتهيئة الصورة الشعاعية للمشاهدة.

خطوتا التظهير والتثبيت هما الأهم في تحميض الفيلم الشعاعي.

The steps of development and fixation are the most important to the processing of radiographic film

⭐ أهم نقطة

The latent image is invisible until processed; development and fixation are the most important steps.

الصورة الكامنة غير مرئية وتصير ظاهرة بالتحميض؛ وأهم خطوتين: التظهير والتثبيت.

7 التحميض الآلي ومكوّنات الجهاز
Automatic Processing & Processor Components

التحميض الآلي
AUTOMATIC PROCESSING

يحتاج التحميض الآلي إلى جهاز كهروميكانيكي يُسمّى جهاز تحميض الأفلام الآلي (automatic film processor)، وهو ينقل الفيلم من محلول إلى التالي بدون أي عمل يدوي سوى وضع الفيلم في الجهاز. وهذا يقصّر زمن التحميض الكلي، ويزيد عدد الأفلام التي تُحمَّض في فترة معينة، ويضمن تفاوتاً أقل في جودة الفيلم الكلية مما في الأفلام المحمَّضة يدوياً، لأن زمن التحميض ودرجة حرارة المحلول وتعويض المواد الكيميائية تُضبَط آلياً.

Automatic processing requires an electromechanical device called an automatic film processor, which transports the film from one solution to the next without any manual labor except for placing the film into the device. This shortens the overall processing time, increases the number of films that can be processed in a given period, and ensures less variability of overall film quality than manually processed films because the processing time, solution temperature, and chemical replenishment are automatically controlled.

ومن عيوب التحميض الآلي ارتفاع كلفة الشراء والصيانة، وزيادة التضبيب (chemical fog) بسبب ارتفاع درجات حرارة التحميض، ومشاكل النقل التي قد تتلف الصور أو تدمّرها أثناء التحميض.

The disadvantages of automatic processing include higher capital and maintenance costs, increased chemical fog due to higher processing temperatures, and transport problems that can damage or destroy images during processing.

المكوّنات الرئيسية لجهاز التحميض الآلي هي:

The principal components of an automatic processor are:

١. نظام النقل
1. THE TRANSPORT SYSTEM:

يتكوّن نظام النقل من ثلاثة أنظمة فرعية رئيسية: البكرات (rollers)، وحوامل النقل (transport racks)، ومحرّك الدفع (drive motor). ومن بكرات المدخل ينقل البكرات والحوامل الفيلم عبر خزانات المواد الكيميائية الرطبة وغرفة التجفيف، ثم يُودَع أخيراً في صندوق الاستلام.

The transport system consists of three principal subsystems: rollers, transport racks and Drive motor. From the entrance rollers, the film is transported by rollers and racks through the wet chemistry tanks and drying chamber and finally is deposited in the receiving bin.

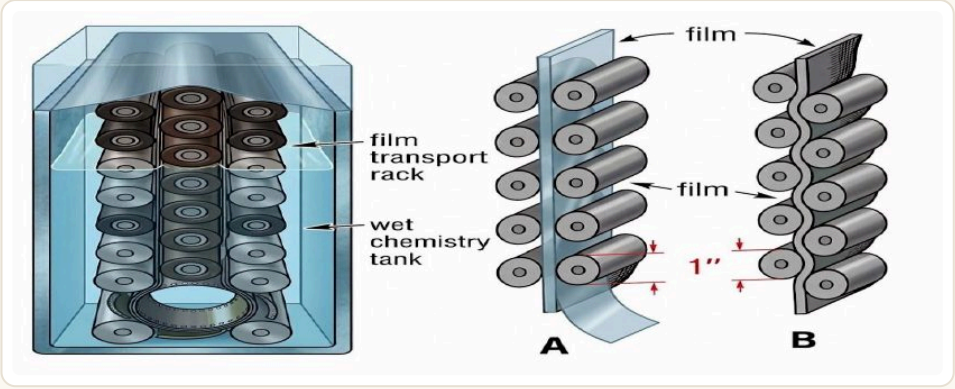


Fig (7): A, Transport rollers positioned opposite each other. B, Transport rollers positioned offset from one another

الشكل (7): أ. بكرات النقل موضوعة بشكل متقابل. ب. بكرات النقل موضوعة بشكل متبادل (غير متقابل). في الصورة يسار: حامل نقل الفيلم (film transport rack) داخل خزان المواد الكيميائية الرطب (wet chemistry tank)، ويمين: الفيلم (film) بين بكرات الحالتين A وB، وقياس 1 إنش.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 17

2. THE TEMPERATURE – CONTROL SYSTEM:

٢. نظام التحكّم بدرجة الحرارة

The system is a thermostat-controlled heater that keeps the processing chemicals at optimal temperatures. The three chemistries, developer, fixer & washer require precise temperature control. Developer temperature is usually maintained at (350 C). Wash water temperature is usually maintained at (2.80 C). lower.

هذا النظام سخّان يتحكّم به مثبّت حراري (thermostat) ويُبقي المواد الكيميائية المستعملة في التحميض عند درجات الحرارة المثلى. والمواد الثلاث، المظهِّر والمثبِّت والماء الغسّال، تتطلّب تحكّماً دقيقاً بدرجة الحرارة. وتُحفَظ درجة حرارة المظهِّر عادةً عند (35 C°). وتُحفَظ درجة حرارة ماء الغسل عادةً عند (2.8 C°). أقل.

3. CIRCULATION SYSTEM:

٣. نظام الدوران

Agitation is necessary to continually mix the processing chemistry (Dev. Fixer, wash water), to maintain a constant temperature throughout the processing tank. Agitation is provided by a circulation system that continuously pumps the developer and the fixer, keeping each tank in constant agitation

التحريك ضروري لخلط مواد التحميض (المظهِّر، والمثبِّت، وماء الغسل) باستمرار، للحفاظ على درجة حرارة ثابتة في كل خزان تحميض. ويؤمَّن التحريك بنظام دوران يضخّ المظهِّر والمثبِّت باستمرار، فيبقي كل خزان في حالة تحريك دائم.

4. REPLENISHMENT SYSTEM:

٤. نظام التعويض

This replaces the chemicals in the tanks as they are used up in the film development process. If neither the developer nor fixer were replenished, they would quickly lose chemical balance, the level of solution in each tank would drop, and shorter contact times with the chemistry would result. The replenishment system meter into each tank the proper amount of chemistry to maintain volume and chemical activity.

يعوّض هذا النظام المواد الكيميائية في الخزانات عندما تُستهلَك في عملية تظهير الفيلم. فلو لم يُعوَّض المظهِّر ولا المثبِّت لفقدا توازنهما الكيميائي بسرعة، وانخفض مستوى المحلول في كل خزان، وقصرت أزمنة التلامس مع المواد الكيميائية. ويقيس نظام التعويض ويضخّ إلى كل خزان الكمية المناسبة من المواد الكيميائية للحفاظ على الحجم والفعالية الكيميائية.

5. DRYER SYSTEM:

٥. نظام التجفيف

If a finished radiograph were at all wet or damp, then it would easily pick up dust particles in the air that could result in artifacts, furthermore, a wet or damp film is difficult to handle in a view box. When stored it becomes sticky & be destroyed.

لو كانت الصورة الشعاعية المنتهية رطبة أو مبلّلة ولو قليلاً، فستلتقط بسهولة جزيئات الغبار من الهواء مما قد يسبب آثاراً صناعية (artifacts)، وفضلاً عن ذلك يصعب التعامل مع الفيلم الرطب أو المبلّل في صندوق العرض. وعند خزنه يصبح لزجاً ويتلف.

Dryer system consist of a blower, ventilation ducts, drying tubes and exhaust system, it completely extracts all residual moisture from the processed radiograph so that it drops into the receiving bin dry. So, The film is squeegeed and a blower / heater directs clean heated air onto the processed film and it shrinks and seals the emulsion so the film can be handled safely.

يتكوّن نظام التجفيف من مروحة نفخ، وقنوات تهوية، وأنابيب تجفيف، ونظام سحب العادم. وهو يستخلص كل الرطوبة المتبقية من الصورة الشعاعية المحمَّضة تماماً بحيث تسقط في صندوق الاستلام جافّة. لذلك يُمسَح الماء عن الفيلم (squeegeed)، وتوجّه مروحة نفخ/سخّان هواءً نظيفاً ساخناً على الفيلم المحمَّض فيتقلّص المستحلب ويُختَم فيمكن التعامل مع الفيلم بأمان.

6. ELECTRICAL SYSTEM:

٦. النظام الكهربائي

Electrical power must be provided to the thermal & the mechanical components of each of the previous systems, this is done through a proper wiring of the automatic processor.

يجب توفير الطاقة الكهربائية للمكوّنات الحرارية والميكانيكية في كل نظام من الأنظمة السابقة، ويتم ذلك عبر توصيل أسلاك مناسب لجهاز التحميض الآلي.

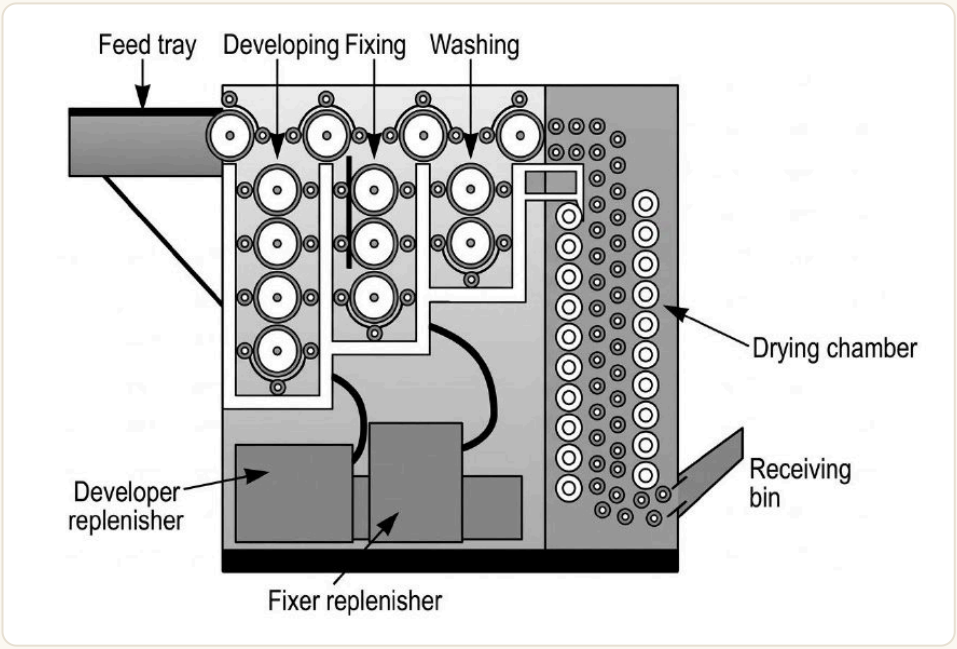


Fig. (8): component of automatic processor.

الشكل (8): مكوّنات جهاز التحميض الآلي. التسميات في الصورة: صينية التغذية (Feed tray)، والتظهير (Developing)، والتثبيت (Fixing)، والغسل (Washing)، وغرفة التجفيف (Drying chamber)، وصندوق الاستلام (Receiving bin)، ومعوّض المظهِّر (Developer replenisher)، ومعوّض المثبِّت (Fixer replenisher).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 20

⭐ أهم نقطة

Six systems: transport, temperature control, circulation, replenishment, dryer, electrical.

جهاز التحميض الآلي ستة أنظمة: النقل، التحكم بالحرارة، الدوران، التعويض، التجفيف، الكهرباء.

الخلاصة

Summary

1. للفيلم الشعاعي جزءان: القاعدة والمستحلب (غالباً على الوجهين = فيلم ثنائي المستحلب)، وسمكه 150–300 µm.
2. المستحلب = جيلاتين + بلورات هاليد الفضة (95% بروميد الفضة، والباقي عادةً يوديد الفضة)؛ والجيلاتين شفّاف ومسامي.
3. طبقات الشاشة المقوّية: الواقية، والفوسفورية، والعاكسة، والقاعدة.
4. الفوسفور يحوّل طاقة الأشعة السينية إلى ضوء مرئي؛ والطبقة العاكسة تعيد توجيه الضوء إلى الفيلم.
5. الكاسيت: وجه أمامي ذو عدد ذرّي منخفض، وظهر من معدن ثقيل لتقليل الإشعاع المرتد الذي يقلّل تباين الصورة.
6. الصورة الكامنة: تغيّر غير مرئي في بلورات هاليد الفضة؛ والتحميض يحوّلها إلى صورة ظاهرة.
7. التحميض اليدوي: ترطيب، تظهير، حمّام إيقاف، تثبيت، غسل، تجفيف؛ والتظهير والتثبيت الأهم.
8. التحميض الآلي: أزمنة أقصر، وتراكيز كيميائية ودرجة حرارة أعلى؛ وكلفة شراء وصيانة أعلى، وضباب كيميائي أكثر.
9. أنظمة جهاز التحميض الآلي: النقل، والتحكم بالحرارة، والدوران، والتعويض، والتجفيف، والكهرباء.

1. Radiographic film has two parts: the base and the emulsion (usually coated on both sides = double-emulsion film); thickness 150–300 µm.
2. The emulsion = gelatin + silver halide crystals (95% silver bromide, the rest usually silver iodide); the gelatin is clear and porous.
3. Intensifying screen layers: protective coating, phosphor, reflective layer, base.
4. The phosphor converts the x-ray energy into visible light; the reflective layer redirects light to the film.
5. Cassette: low atomic number front; heavy-metal back to minimize backscatter, which decreases image contrast.
6. Latent image: invisible change in the silver halide crystals; processing turns it into a manifest image.
7. Manual processing: wetting, development, stop bath, fixing, washing, drying; development and fixation are the most important.
8. Automatic processing: shorter times, higher chemical concentrations and temperature; higher capital and maintenance costs, increased chemical fog.
9. Automatic processor systems: transport, temperature-control, circulation, replenishment, dryer, electrical.

أهم المصطلحات

X-ray film	فيلم الأشعة السينية
Silver halide	هاليد الفضة
Phosphor	الفوسفور
Cassette	الكاسيت
Latent image / Manifest image	الصورة الكامنة / الظاهرة
Stop bath	حمّام الإيقاف
Replenishment system	نظام التعويض

KEY TERMS

Emulsion	المستحلب
Intensifying screen	الشاشة المقوّية
Reflective layer	الطبقة العاكسة
Backscatter radiation	الإشعاع المرتد
Development / Fixation	التظهير / التثبيت
Automatic film processor	جهاز التحميض الآلي

الأسئلة

MCQs

1 **Processing the latent image in this lecture is done:**

تحميض الصورة الكامنة بهذه المحاضرة يتم:

A	Manually and automatically	يدوياً وآلياً
B	Only manually	يدوياً فقط
C	Only automatically	آلياً فقط
D	Only by the cassette	بالكاسيت فقط

✅ A **Manually and automatically** — **يدوياً وآلياً**

💡 **لماذا:** محاور المحاضرة: معالجة الصورة الكامنة يدوياً (Manually) وآلياً (Automatically).

2 **Radiographic film basically has two parts:**

للفيلم الشعاعي أساساً جزءان:

A	The screen and the cassette	الشاشة والكاسيت
B	The phosphor and the base	الفوسفور والقاعدة
C	The gelatin and the supercoating	الجيلاتين والطلاء الواقي
D	The base and the emulsion	القاعدة والمستحلب

✅ D **The base and the emulsion** — **القاعدة والمستحلب**

💡 **لماذا:** المحاضرة: للفيلم الشعاعي أساساً جزءان، القاعدة والمستحلب.

3 **Film with the emulsion coated on both sides is called:**

الفيلم المطليّ بالمستحلب على الوجهين يُسمّى:

A	Single-emulsion film	فيلم أحادي المستحلب
B	Screen film	فيلم الشاشة
C	Double-emulsion film	فيلم ثنائي المستحلب
D	Base film	فيلم القاعدة

✅ C **Double-emulsion film** — **فيلم ثنائي المستحلب**

💡 **لماذا:** المحاضرة: معظم أفلام الأشعة مطليّة بالمستحلب على الوجهين ولذلك تُسمّى double – emulsion film.

4 **What does the adhesive layer allow the emulsion and base to maintain?**
ماذا تتيح الطبقة اللاصقة للمستحلب والقاعدة؟

A	Light emission during exposure	إصدار الضوء أثناء التعريض
B	Proper contact and integrity during use and processing	التلامس السليم والتماسك أثناء الاستعمال والتحميض
C	Higher film speed only	سرعة فيلم أعلى فقط
D	Protection from x-rays	الحماية من الأشعة السينية

✅ **B** **Proper contact and integrity during use and processing** — **التلامس السليم والتماسك أثناء الاستعمال والتحميض**

💡 **لماذا:** المحاضرة: الطبقة اللاصقة تتيح للمستحلب والقاعدة الحفاظ على التلامس السليم والتماسك أثناء الاستعمال والتحميض.

5 **The thickness of a sheet of radiographic film ranges from:**
يتراوح سمك ورقة الفيلم الشعاعي من:

A	15 to 25 µm	15 إلى 25 ميكرومتراً
B	150 to 300 µm	150 إلى 300 ميكرومتر
C	1 mm to 2 mm	1 إلى 2 ملم
D	3 to 5 µm	3 إلى 5 ميكرومتر

✅ **B** **150 to 300 µm** — **150 إلى 300 ميكرومتر**

💡 **لماذا:** المحاضرة: يتراوح سمك ورقة الفيلم الشعاعي من 150 إلى 300 ميكرومتر (0.15 إلى 0.3 ملم).

6 **The emulsion consists of a homogeneous mixture of:**
يتكوّن المستحلب من خليط متجانس من:

A	Gelatin and silver halide crystals	الجيلاتين وبلورات هاليد الفضة
B	Phosphor and magnesium oxide	الفوسفور وأكسيد المغنيسيوم
C	Polyester and cardboard	البوليستر والكرتون
D	Felt and rubber	اللبّاد والمطاط

✅ **A** **Gelatin and silver halide crystals** — **الجيلاتين وبلورات هاليد الفضة**

💡 **لماذا:** المحاضرة: المستحلب خليط متجانس من الجيلاتين وبلورات هاليد الفضة.

7 **In the typical emulsion, most of the silver halide is:**
في المستحلب النموذجي، معظم هاليد الفضة هو:

A	Silver iodide (95%)	يوديد الفضة (95%)
B	Silver bromide (5%)	بروميد الفضة (5%)
C	Silver iodide (50%)	يوديد الفضة (50%)
D	Silver bromide (95%)	بروميد الفضة (95%)

✅ D **Silver bromide (95%)** — **بروميد الفضة (95%)**

💡 **لماذا:** المحاضرة: في المستحلب النموذجي 95% من هاليد الفضة بروميد الفضة، والباقي عادةً يوديد الفضة.

8 **How many distinct layers do most intensifying screens have?**
كم طبقة متميّزة في معظم الشاشات المقوّية؟

A	Two	اثنتان
B	Three	ثلاث
C	Four	أربع
D	Six	ست

✅ C **Four** — **أربع**

💡 **لماذا:** المحاضرة: في معظم الشاشات توجد أربع طبقات متميّزة.

9 **Which screen layer is the closest to the x-ray film?**
أي طبقات الشاشة هي الأقرب إلى فيلم الأشعة؟

A	Base	القاعدة
B	Reflective layer	الطبقة العاكسة
C	Protective coating	الطبقة الواقية
D	Phosphor	الفوسفور

✅ C **Protective coating** — **الطبقة الواقية**

💡 **لماذا:** المحاضرة: الطبقة الأقرب إلى فيلم الأشعة هي الطبقة الواقية.

10 **The phosphor has one purpose, which is to:**
للفوسفور غرض واحد هو:

A	Protect the screen from abrasion	حماية الشاشة من التآكل
B	Convert the x-ray energy into visible light	تحويل طاقة الأشعة السينية إلى ضوء مرئي
C	Absorb backscatter radiation	امتصاص الإشعاع المرتد
D	Support the film mechanically	دعم الفيلم ميكانيكياً

✅ B **Convert the x-ray energy into visible light** — **تحويل طاقة الأشعة السينية إلى ضوء مرئي**

💡 **لماذا:** المحاضرة: للفوسفور غرض واحد: تحويل طاقة حزمة الأشعة السينية إلى ضوء مرئي.

11 **What is the function of the reflective layer?**

ما وظيفة الطبقة العاكسة؟

A	To redirect light headed in other directions to the film	إعادة توجيه الضوء المتجه نحو الاتجاهات الأخرى إلى الفيلم
B	To make the screen resistant to abrasion	جعل الشاشة مقاومة للتآكل
C	To convert x-rays into light	تحويل الأشعة السينية إلى ضوء
D	To dissolve the silver halide	إذابة هاليد الفضة

✅ **A** **To redirect light headed in other directions to the film** — **إعادة توجيه الضوء المتجه نحو الاتجاهات الأخرى إلى الفيلم**

💡 **لماذا:** المحاضرة: الطبقة العاكسة تعترض الضوء المتجه نحو الاتجاهات الأخرى وتعيد توجيهه إلى الفيلم.

12 **The base of the intensifying screen is made of:**

تُصنع قاعدة الشاشة المقوّية من:

A	Magnesium oxide	أكسيد المغنيسيوم
B	Gelatin	الجيلاتين
C	Titanium dioxide	ثاني أكسيد التيتانيوم
D	High-grade cardboard or polyester	كرتون عالي الجودة أو بوليستر

✅ **D** **High-grade cardboard or polyester** — **كرتون عالي الجودة أو بوليستر**

💡 **لماذا:** المحاضرة: القاعدة مصنوعة من كرتون عالي الجودة أو من البوليستر، وهي دعم ميكانيكي للطبقة الفوسفورية.

13 **The front surface of a good cassette should be made of a material with:**

يجب أن يُصنع السطح الأمامي للكاسيت الجيد من مادة ذات:

A	A high atomic number	عدد ذرّي عالٍ
B	Heavy metal only	معدن ثقيل فقط
C	A reflective coating	طلاء عاكس
D	A low atomic number	عدد ذرّي منخفض

✅ **D** **A low atomic number** — **عدد ذرّي منخفض**

💡 **لماذا:** المحاضرة: السطح الأمامي، الجهة المواجهة لمصدر الأشعة، يُصنع من مادة ذات عدد ذرّي منخفض مثل البلاستيك أو الكرتون.

14 **Why is the back cover of the cassette usually made of heavy metal?**
لماذا يُصنع الغطاء الخلفي للكاسيت عادةً من معدن ثقيل؟

A	To increase the front attenuation	لزيادة توهين الحزمة في الأمام
B	To make the film wet	لترطيب الفيلم
C	To minimize backscatter	لتقليل الإشعاع المرتد
D	To emit more light	لإصدار ضوء أكثر

✅ C **To minimize backscatter** — **لتقليل الإشعاع المرتد**

💡 **لماذا:** المحاضرة: الغطاء الخلفي يُصنع عادةً من معدن ثقيل لتقليل الإشعاع المرتد (backscatter).

15 **Backscatter radiation results in:**
يؤدي الإشعاع المرتد إلى:

A	Increased image contrast	زيادة تباين الصورة
B	Decreased image contrast	انخفاض تباين الصورة
C	Brighter screens	شاشات أسطع
D	A thicker film	فيلم أسمك

✅ B **Decreased image contrast** — **انخفاض تباين الصورة**

💡 **لماذا:** المحاضرة: الإشعاع المرتد (backscatter radiation) يؤدي إلى انخفاض تباين الصورة.

16 **The invisible change induced in the silver halide crystals after exposure is called:**
التغيّر غير المرئي الحاصل في بلورات هاليد الفضة بعد التعريض يُسمّى:

A	The latent image	الصورة الكامنة
B	The manifest image	الصورة الظاهرة
C	The supercoating	الطلاء الواقي العلوي
D	The reflective layer	الطبقة العاكسة

✅ A **The latent image** — **الصورة الكامنة**

💡 **لماذا:** المحاضرة: الصورة الكامنة هي التغيّر غير المرئي الحاصل في بلورات هاليد الفضة.

17 **What is the first step in manual processing?**
ما الخطوة الأولى في التحميض اليدوي؟

A	Wetting the film	ترطيب الفيلم
B	Fixation	التثبيت
C	Drying	التجفيف
D	Washing	الغسل

✅ A **Wetting the film** — **ترطيب الفيلم**

💡 **لماذا:** المحاضرة: الخطوة الأولى في تسلسل التحميض هي ترطيب الفيلم.

18 **In which stage is the latent image converted to a manifest image?**
في أي مرحلة تتحوّل الصورة الكامنة إلى صورة ظاهرة؟

A	Wetting	الترطيب
B	Drying	التجفيف
C	Washing	الغسل
D	Development	التظهير

✅ D **Development** — **التظهير**

💡 **لماذا:** المحاضرة: التظهير هو مرحلة التحميض التي تتحوّل فيها الصورة الكامنة إلى صورة ظاهرة.

19 **What is the purpose of the stop bath?**
ما الغرض من حمّام الإيقاف؟

A	To harden the base	تصليب القاعدة
B	To wet the emulsion	ترطيب المستحلب
C	To stop development and remove excess developer chemicals	إيقاف التظهير وإزالة الزائد من مواد المظهِّر
D	To dry the film	تجفيف الفيلم

✅ C **To stop development and remove excess developer chemicals** — **إيقاف التظهير وإزالة الزائد من مواد المظهِّر**

💡 **لماذا:** المحاضرة: الفيلم يُشطَف بمحلول حمضي لإيقاف التظهير وإزالة الزائد من المواد الكيميائية للمظهِّر من المستحلب.

20 **During fixation, the silver halide that was not exposed to radiation is:**
أثناء التثبيت، هاليد الفضة الذي لم يتعرّض للإشعاع:

A	Turned into metallic silver	يتحوّل إلى فضة معدنية
B	Dissolved and removed from the emulsion	يُذاب ويُزال من المستحلب
C	Converted into the latent image	يتحوّل إلى الصورة الكامنة
D	Left to dry on the base	يُترك ليجف على القاعدة

✅ B **Dissolved and removed from the emulsion** — **يُذاب ويُزال من المستحلب**

💡 **لماذا:** المحاضرة: أثناء التثبيت يُذاب هاليد الفضة الذي لم يتعرّض للإشعاع ويُزال من المستحلب، ويتصلّب الجيلاتين.

21 **Compared with manual processing, in automatic processing the times for each step are:**
مقارنةً بالتحميض اليدوي، أزمنة كل خطوة في التحميض الآلي:

A	Longer	أطول
B	Shorter	أقصر
C	The same	نفسها
D	Not controlled	غير مضبوطة

✅ B **Shorter** — **أقصر**

💡 **لماذا:** المحاضرة: في التحميض الآلي تكون أزمنة كل خطوة أقصر، وتراكيز المواد الكيميائية ودرجة الحرارة أعلى.

22 **A disadvantage of automatic processing is:**

من عيوب التحميض الآلي:

A	Higher capital and maintenance costs	ارتفاع كلفة الشراء والصيانة
B	Longer overall processing time	زمن تحميض كلي أطول
C	More variability in film quality	تفاوت أكبر في جودة الفيلم
D	Lower processing temperatures	درجات حرارة تحميض أقل

✅ **A** **Higher capital and maintenance costs** — **ارتفاع كلفة الشراء والصيانة**

💡 **لماذا:** المحاضرة: من عيوب التحميض الآلي ارتفاع كلفة الشراء والصيانة، وزيادة التضبيب، ومشاكل النقل.

23 **The three principal subsystems of the transport system are:**

الأنظمة الفرعية الرئيسية الثلاثة لنظام النقل هي:

A	Blower, ducts and exhaust	المروحة والقنوات والعادم
B	Heater, thermostat and pump	السخّان والمثبّت الحراري والمضخّة
C	Feed tray, bin and wiring	الصينية والصندوق والأسلاك
D	Rollers, transport racks and drive motor	البكرات وحوامل النقل ومحرّك الدفع

✅ **D** **Rollers, transport racks and drive motor** — **البكرات وحوامل النقل ومحرّك الدفع**

💡 **لماذا:** المحاضرة: نظام النقل يتكوّن من ثلاثة أنظمة فرعية: البكرات، وحوامل النقل، ومحرّك الدفع.

24 **Which system keeps the processing chemicals at optimal temperatures?**

أي نظام يُبقي المواد الكيميائية عند درجات حرارة مثلى؟

A	The transport system	نظام النقل
B	The dryer system	نظام التجفيف
C	The temperature-control system	نظام التحكم بدرجة الحرارة
D	The electrical system	النظام الكهربائي

✅ **C** **The temperature-control system** — **نظام التحكم بدرجة الحرارة**

💡 **لماذا:** المحاضرة: نظام التحكم بدرجة الحرارة سخّان يتحكم به مثبّت حراري ويُبقي المواد الكيميائية عند درجات الحرارة المثلى.

25 **The replenishment system is responsible for:**

يتولّى نظام التعويض:

A	Drying the film	تجفيف الفيلم
B	Pumping air into the dryer	ضخّ الهواء إلى المجفّف
C	Replacing the chemicals used up in the tanks	تعويض المواد الكيميائية المستهلكة في الخزانات
D	Moving the film through the rollers	تحريك الفيلم عبر البكرات

✅ **C** **Replacing the chemicals used up in the tanks** — **تعويض المواد الكيميائية المستهلكة في الخزانات**

💡 **لماذا:** المحاضرة: نظام التعويض يعوّض المواد الكيميائية في الخزانات عندما تُستهلَك في عملية التظهير.

26 **Why must the finished radiograph be completely dry?**
لماذا يجب أن تكون الصورة الشعاعية المنتهية جافّة تماماً؟

A	To increase the chemical fog	لزيادة التضبيب
B	A wet film picks up dust that causes artifacts and is difficult to handle	لأن الفيلم الرطب يلتقط الغبار ويصعب التعامل معه
C	To soften the gelatin	لتليين الجيلاتين
D	To start the development again	لبدء التظهير من جديد

✅ **B** **A wet film picks up dust that causes artifacts and is difficult to handle** — **لأن الفيلم الرطب يلتقط الغبار ويصعب التعامل معه**

💡 **لماذا:** المحاضرة: الصورة الرطبة تلتقط جزيئات الغبار مما قد يسبب آثاراً صناعية، ويصعب التعامل معها في صندوق العرض.

27 **The principal action during development is:**
الفعل الأساسي أثناء التظهير هو:

A	Changing silver ions of the exposed crystals into metallic silver	تحويل أيونات الفضة في البلورات المعرّضة إلى فضة معدنية
B	Dissolving the unexposed silver halide	إذابة هاليد الفضة غير المعرّض
C	Hardening the gelatin	تصليب الجيلاتين
D	Wetting the emulsion	ترطيب المستحلب

✅ **A** **Changing silver ions of the exposed crystals into metallic silver** — **تحويل أيونات الفضة في البلورات المعرّضة إلى فضة معدنية**

💡 **لماذا:** المحاضرة: الفعل الأساسي أثناء التظهير هو تحويل أيونات الفضة في البلورات المعرّضة إلى فضة معدنية.

28 **What is the function of the circulation system?**
ما وظيفة نظام الدوران؟

A	To dry the film	تجفيف الفيلم
B	To replace the used-up chemicals	تعويض المواد المستهلكة
C	To move the film through the rollers	تحريك الفيلم عبر البكرات
D	To keep the developer and the fixer in constant agitation	إبقاء المظهِّر والمثبِّت في تحريك دائم

✅ **D** **To keep the developer and the fixer in constant agitation** — **إبقاء المظهِّر والمثبِّت في تحريك دائم**

💡 **لماذا:** المحاضرة: نظام الدوران يضخّ المظهِّر والمثبِّت باستمرار فيُبقي كل خزان في تحريك دائم للحفاظ على درجة حرارة ثابتة.

✅ اختبر نفسك الآن

اختبار تفاعلي لهذه المحاضرة: الأسئلة نفسها بترتيب جديد كل مرة.

صوّر الرمز بكاميرا الموبايل إذا كان الملف مطبوعاً.

للمزيد: قناة @almusawy_radiology