أساسيات الوقاية من الإشعاع · نظري

المحاضرة 3

مبادئ الوقاية من الإشعاع وحدود الجرعة

Principles of Radiological Protection & Dose Limits

إعداد: **محمد الموسوي**

@almusawy_radiology

الفهرس

1. مقدمة	Introduction
2. التبرير	Justification
3. أمثَلة الحماية (ALARA)	Optimization of Protection
4. حدود الجرعة	Dose Limits
5. حدود الجرعة للأنسجة والأعضاء	Dose Limits for Tissues and Organs
6. تصنيف التعرّض	Classification of Exposure
7. الخلاصة	Summary
8. الأسئلة	MCQs
9. اختبر نفسك	Quiz

1 مقدمة Introduction

Radiological protection (الوقاية من الإشعاع)

> Radiological protection refers to the science and practice of protecting individuals and the environment from the harmful effects of ionizing radiation. The principles of radiological protection are based on international guidelines and recommendations established organizations like the : International Commission Radiological Protection (ICRP) and by on The International Atomic Energy Agency (IAEA).

علم وممارسة حماية الأفراد والبيئة من الآثار الضارة للإشعاع المؤيِّن. وتستند مبادئ الوقاية من الإشعاع إلى إرشادات وتوصيات دولية وضعتها منظمات مثل اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP) والوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA).

> These principles provide a framework for managing and minimizing radiation exposure. The fundamental principles of radiological protection are commonly summarized as

توفّر هذه المبادئ إطاراً لإدارة التعرّض للإشعاع وتقليله. وتُلخَّص المبادئ الأساسية للوقاية من الإشعاع عادةً كما يأتي:

1- Justification

التبرير.

2- Optimization

الأمثَلة: جعل الجرعة أقل ما يمكن بشكل معقول — ALARA.

3- Dose Limitation

تحديد الجرعة.

⭐ أهم نقطة

ثلاثة مبادئ للوقاية من الإشعاع: التبرير، والأمثَلة، وتحديد الجرعة، وهي مبنية على توصيات ICRP وIAEA.

2 التبرير Justification 🔊

Any exposure to ionizing radiation should be justified. This means that the benefits of the radiation exposure should outweigh the potential risks. Medical procedures involving radiation, for example, should only be performed when they are deemed necessary and when no alternative non radiation methods can achieve the same diagnostic or therapeutic outcome

يجب تبرير أي تعرّض للإشعاع المؤيِّن، أي أن فوائد التعرّض للإشعاع يجب أن تفوق مخاطره المحتملة. فعلى سبيل المثال، لا تُجرى الإجراءات الطبية التي تتضمن إشعاعاً إلا عندما تُعدّ ضرورية، ولا توجد طريقة بديلة غير إشعاعية تحقق النتيجة التشخيصية أو العلاجية نفسها.

⭐ أهم نقطة

التبرير: الفائدة أكبر من الخطر، ولا يوجد بديل غير إشعاعي يعطي النتيجة نفسها.

3 أمثَلة الحماية (ALARA) Optimization of Protection 🔊

Also known as the ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable) involves minimizing radiation exposure to individuals while still achieving the necessary goals. This involves

يُعرف أيضاً بمبدأ ALARA (أقل ما يمكن بلوغه بصورة معقولة)، ويعني تقليل تعرّض الأفراد للإشعاع مع الاستمرار في تحقيق الأهداف الضرورية. ويتضمن ذلك:

1- minimizing unnecessary exposure,

تقليل التعرّض غير الضروري.

2- using the least amount of radiation necessary for the task,

استعمال أقل كمية من الإشعاع تكفي لأداء المهمة.

3- optimizing the design and operation of radiation sources and facilities to reduce exposure.

تصميم مصادر الإشعاع والمرافق وتشغيلها على النحو الأمثل لتقليل التعرّض.

Time: Reducing the time spent near a radiation source can significantly reduce exposure. Minimizing the time of exposure is a fundamental strategy in radiological protection.

الوقت: تقليل الوقت الذي يُقضى قرب مصدر الإشعاع يقلل التعرّض كثيراً. وتقليل زمن التعرّض استراتيجية أساسية في الوقاية من الإشعاع.

Distance: Increasing the distance from a radiation source can reduce exposure. The intensity of radiation decreases with the square of the distance from the source.

المسافة: زيادة المسافة عن مصدر الإشعاع تقلل التعرّض. وتنخفض شدة الإشعاع مع مربع المسافة من المصدر.

Shielding: Barriers or shielding materials can be used to attenuate radiation and reduce exposure. The choice of shielding material and thickness depends on the type and energy of the radiation.

التدريع: يمكن استعمال الحواجز أو مواد التدريع لتوهين الإشعاع وتقليل التعرّض. ويعتمد اختيار مادة التدريع وسُمكها على نوع الإشعاع وطاقته.

⭐ أهم نقطة

ALARA = أقل جرعة ممكنة بصورة معقولة، وأدواته الثلاث: تقليل الوقت، وزيادة المسافة، والتدريع.

4 حدود الجرعة Dose Limits

Dose limitation involves setting and enforcing exposure limits for both occupational workers and the general public. These limits are typically expressed in terms of effective dose and are designed to prevent radiation related health effects. Occupational exposure limits are generally higher than those for the general public, but they are still subject to the ALARA principle.

يتضمن تحديد الجرعة وضع حدود للتعرّض وفرض الالتزام بها للعاملين المعرَّضين مهنياً ولعامة الناس. ويُعبَّر عن هذه الحدود عادةً بالجرعة الفعّالة، وهي مصممة لمنع الآثار الصحية المرتبطة بالإشعاع. وحدود التعرّض المهني أعلى عموماً من حدود عامة الناس، لكنها تبقى خاضعة لمبدأ ALARA.

a. Maximum Permissible Occupational Doses (الجرعات المهنية القصوى المسموح بها)

are established radiation exposure limits for individuals who work with or are exposed to ionizing radiation in their occupational settings. These limits are set to ensure the safety of radiation workers and to minimize the risk of harmful health effects from radiation exposure. The specific dose limits can vary depending on the country and the regulatory authority, but they are generally based on recommendations from international organizations like the International Commission on Radiological Protection (ICRP).

حدود تعرّض إشعاعي موضوعة للأفراد الذين يعملون مع الإشعاع المؤيِّن أو يتعرّضون له في بيئة عملهم. وُضعت هذه الحدود لضمان سلامة العاملين بالإشعاع وتقليل خطر الآثار الصحية الضارة للتعرّض. وقد تختلف الحدود المحددة باختلاف البلد والجهة الرقابية، لكنها مبنية عموماً على توصيات منظمات دولية مثل ICRP.

b. The Maximum Permissible Public Dose (الجرعة القصوى المسموح بها لعامة الناس)

also known as the public dose limit, is the radiation exposure limit established to protect members of the general public who are not occupationally exposed to ionizing radiation. This limit is put in place to ensure that individuals who are not involved in activities related to radiation work are not exposed to harmful levels of radiation. The public dose limit is typically set at a much lower level than the occupational dose limit to provide an additional margin of safety.

تُعرف أيضاً بحد جرعة عامة الناس، وهي حد التعرّض الموضوع لحماية أفراد عامة الناس غير المعرَّضين مهنياً للإشعاع المؤيِّن. والغاية منه ضمان ألّا يتعرّض الأفراد غير المشاركين في أعمال الإشعاع لمستويات ضارة. ويُحدَّد عادةً بمستوى أقل بكثير من حد الجرعة المهنية لتوفير هامش أمان إضافي.

c. Whole-body dose limits (حدود جرعة الجسم كله)

refer to the maximum permissible radiation exposure that an individual can receive to their entire body over a specified period, typically in a year. These limits are set to protect individuals, especially radiation workers and members of the public, from the harmful effects of ionizing radiation. The specific whole-body dose limits can vary depending on the country and the regulatory authority but are generally based on recommendations from international organizations like the International Commission on Radiological Protection (ICRP)

تعني أقصى تعرّض إشعاعي مسموح أن يتلقاه الفرد في جسمه كله خلال فترة محددة، عادةً سنة. وُضعت هذه الحدود لحماية الأفراد، ولا سيما العاملين بالإشعاع وأفراد الجمهور، من الآثار الضارة للإشعاع المؤيِّن. وقد تختلف باختلاف البلد والجهة الرقابية، لكنها مبنية عموماً على توصيات منظمات دولية مثل ICRP.

⭐ أهم نقطة

حدود العاملين أعلى من حدود عامة الناس، لكن الكل خاضع لـ ALARA، وحد الجمهور أقل بكثير لتوفير هامش أمان إضافي.

---

5 حدود الجرعة للأنسجة والأعضاء Dose Limits for Tissues and Organs 🔊

Dose limits for tissues and organs are established to ensure that exposure to ionizing radiation, whether from medical procedures or occupational exposure, remains within safe levels to minimize the risk of radiation induced health effects. These limits are typically set by regulatory authorities and organizations such as the International Commission on Radiological Protection (ICRP) and the United States Nuclear Regulatory Commission (NRC).

تُوضع حدود الجرعة للأنسجة والأعضاء لضمان بقاء التعرّض للإشعاع المؤيِّن، سواء من الإجراءات الطبية أو من التعرّض المهني، ضمن المستويات الآمنة لتقليل خطر الآثار الصحية الناجمة عن الإشعاع. وتضعها عادةً جهات رقابية ومنظمات مثل اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP) وهيئة التنظيم النووي الأمريكية (NRC).

> It's important to note that dose limits can vary depending on the specific circumstances, the type of radiation, and the individual's age and radiation exposure history.

من المهم ملاحظة أن حدود الجرعة قد تختلف بحسب الظروف المحددة، ونوع الإشعاع، وعمر الفرد وتاريخ تعرّضه للإشعاع.

> ⭐ **أهم نقطة**
>
> لكل نسيج وعضو حدود خاصة تضعها ICRP وNRC، وتختلف بحسب الظروف ونوع الإشعاع والعمر وتاريخ التعرّض.

6 تصنيف التعرّض Classification of Exposure 🔊

> The primary classification of exposure in radiation protection includes:

يشمل التصنيف الأساسي للتعرّض في الوقاية من الإشعاع:

1- Occupational Exposure

التعرّض المهني.

2- Medical Exposure

التعرّض الطبي.

3- Public Exposure

تعرّض عامة الناس.

1. Occupational Exposure (التعرّض المهني)

This refers to radiation exposure that happens during work activities. It includes people who work with or near radiation sources, such as doctors, radiologic technologists, nuclear plant workers, and industrial radiographers.

التعرّض للإشعاع الذي يحدث في أثناء العمل. ويشمل الأشخاص الذين يعملون مع مصادر الإشعاع أو قربها، مثل الأطباء، وتقنيّي الأشعة، وعمال المحطات النووية، والمصورين الشعاعيين الصناعيين.

Workers in this group must follow radiation protection rules, such as:

يجب على العاملين في هذه المجموعة اتّباع قواعد الوقاية من الإشعاع، مثل:

1- Using personal protective equipment (like lead aprons and gloves).

استعمال معدات الوقاية الشخصية (مثل مآزر الرصاص والقفازات).

2- Wearing dosimeters to monitor their radiation dose.

ارتداء مقاييس الجرعة لمراقبة الجرعة الإشعاعية التي يتلقونها.

3- Following safety procedures and keeping exposure As Low As Reasonably Achievable (ALARA)

اتّباع إجراءات السلامة وإبقاء التعرّض أقل ما يمكن بلوغه بصورة معقولة (ALARA).

---

2. Medical Exposure (التعرّض الطبي)

Medical exposure is radiation received during medical procedures, such as X-rays, CT scans, or radiation therapy. Patients, healthcare workers, and medical facilities must manage and minimize exposure. Radiology departments must ensure that the benefits of the procedure outweigh the risks from radiation.

الإشعاع الذي يُتلقّى في أثناء الإجراءات الطبية، مثل الأشعة السينية، أو CT (التصوير المقطعي المحوسب)، أو العلاج الإشعاعي. ويجب على المرضى والعاملين الصحيين والمرافق الطبية إدارة التعرّض وتقليله. ويجب على أقسام الأشعة أن تتأكد من أن فوائد الإجراء تفوق مخاطر الإشعاع.

3. Public Exposure (تعرّض عامة الناس)

Public exposure is radiation that members of the general public may receive from sources like nuclear power plants, environmental radiation, or radiological incidents. Authorities set safe exposure limits to protect everyone

الإشعاع الذي قد يتلقاه أفراد عامة الناس من مصادر مثل محطات الطاقة النووية، أو الإشعاع البيئي، أو الحوادث الإشعاعية. وتضع السلطات حدود تعرّض آمنة لحماية الجميع.

⭐ أهم نقطة

ثلاثة أنواع للتعرّض: مهني (في أثناء العمل)، وطبي (في أثناء الإجراءات الطبية)، وعام (لعامة الناس من البيئة والمحطات والحوادث).

الخلاصة

1. Three principles: justification, optimization (ALARA), dose limitation (ICRP, IAEA).

ثلاثة مبادئ: التبرير، والأمثَلة (ALARA)، وتحديد الجرعة.

2. Justification: the benefits of the exposure must outweigh the risks.

التبرير: فوائد التعرّض يجب أن تفوق مخاطره.

3. ALARA: As Low As Reasonably Achievable; use the least radiation necessary.

ALARA: أقل ما يمكن بلوغه بصورة معقولة، بأقل كمية إشعاع لازمة.

4. Time, distance and shielding reduce exposure; intensity decreases with the square of the distance.

الوقت والمسافة والتدريع تقلل التعرّض، والشدة تنخفض مع مربع المسافة.

5. Dose limits are expressed as effective dose; occupational limits are higher than public limits.

حدود الجرعة بالجرعة الفعّالة، وحدود العاملين أعلى من حدود عامة الناس.

6. Whole-body dose limits: maximum permissible exposure to the entire body, typically in a year.

حدود جرعة الجسم كله: أقصى تعرّض مسموح للجسم كله، عادةً في السنة.

7. Exposure classes: occupational, medical, public.

أنواع التعرّض: مهني، وطبي، وعام.

أهم المصطلحات

Justification	التبرير	**Radiological protection**	الوقاية من الإشعاع
Dose limitation	تحديد الجرعة	**Optimization (ALARA)**	الأمثَلة
Occupational exposure	التعرّض المهني	**Time / Distance / Shielding**	الوقت / المسافة / التدريع
Public exposure	تعرّض عامة الناس	**Medical exposure**	التعرّض الطبي
Dosimeter	مقياس الجرعة	**Whole-body dose limit**	حد جرعة الجسم كله

الأسئلة

1 **Radiological protection refers to:**

الوقاية من الإشعاع تعني:

A The measurement of radioactive decay rates and the activity of radioactive sources
قياس معدلات التحلل الإشعاعي ونشاط المصادر المشعة

B The production of radiographs
إنتاج الصور الشعاعية

C The use of ionizing radiation to treat cancer patients and destroy harmful tumour cells
استعمال الإشعاع المؤين لعلاج مرضى السرطان وتدمير الخلايا الورمية الضارة

D Protecting people and the environment from the harmful effects of ionizing radiation
حماية الأفراد والبيئة من الآثار الضارة للإشعاع المؤيِّن

✅ **D** **Protecting people and the environment from the harmful effects of ionizing radiation**
حماية الأفراد والبيئة من الآثار الضارة للإشعاع المؤيِّن

💡 تعريف المحاضرة: علم وممارسة حماية الأفراد والبيئة من الآثار الضارة للإشعاع المؤيِّن.

2 **The principles of radiological protection are based on recommendations of organizations like:**

تستند مبادئ الوقاية من الإشعاع إلى توصيات منظمات مثل:

A ICRP and IAEA
ICRP و IAEA

B UNSCEAR and WHO
UNSCEAR و WHO

C FDA and CDC
FDA و CDC

D NRC and UNSCEAR
NRC و UNSCEAR

✅ **A** **ICRP and IAEA**
ICRP و IAEA

💡 المحاضرة تذكر اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP) والوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA).

3

The three fundamental principles of radiological protection are:

المبادئ الأساسية الثلاثة للوقاية من الإشعاع هي:

A	Time, distance, shielding	الوقت، والمسافة، والتدريع
B	Justification, optimization, dose limitation	التبرير، والأمثَلة (Optimization)، وتحديد الجرعة
C	Occupational, medical, public	مهني، وطبي، وعام
D	Lead, concrete and glass shielding materials	مواد التدريع: الرصاص والخرسانة والزجاج

✅ **B** **Justification, optimization, dose limitation** — **التبرير، والأمثَلة (Optimization)، وتحديد الجرعة**

💡 الوقت والمسافة والتدريع وسائل لمبدأ الأمثَلة (Optimization)، ومهني وطبي وعام أنواع التعرّض.

4

The principle of justification means that:

مبدأ التبرير يعني أن:

A	The exposure should be as low as reasonably achievable	التعرّض يجب أن يكون أقل ما يمكن بلوغه بصورة معقولة
B	Workers must wear dosimeters	العاملين يجب أن يرتدوا مقاييس الجرعة
C	The benefits of the radiation exposure should outweigh the potential risks	فوائد التعرّض للإشعاع يجب أن تفوق مخاطره المحتملة
D	The public dose limit is lower than the occupational limit	حد جرعة عامة الناس أقل من الحد المهني

✅ **C** **The benefits of the radiation exposure should outweigh the potential risks** — **فوائد التعرّض للإشعاع يجب أن تفوق مخاطره المحتملة**

💡 التبرير: لا يُجرى أي تعرّض إلا إذا كانت فائدته أكبر من خطره، ولا يوجد بديل غير إشعاعي يحقق النتيجة نفسها.

5 **Optimization of protection is also known as the:**

الأمثَلة (Optimization) في الحماية تُعرف أيضاً بـ:

A	Inverse square law	قانون التربيع العكسي
B	Justification principle	مبدأ التبرير
C	Public dose limit	حد جرعة عامة الناس
D	ALARA principle	مبدأ ALARA

✅ **D** **ALARA principle** — **مبدأ ALARA**

💡 الأمثَلة (Optimization) في الحماية هي مبدأ ALARA: إبقاء التعرّض أقل ما يمكن بلوغه بصورة معقولة.

6 **ALARA stands for:**

اختصار ALARA يعني:

A	As Low As Reasonably Achievable	أقل ما يمكن بلوغه بصورة معقولة
B	As Long As Radiation Allows	ما دام الإشعاع يسمح
C	Always Limit All Radiation Areas	تقييد كل مناطق الإشعاع دائماً
D	As Low As Radiologically Acceptable	أقل ما هو مقبول شعاعياً

✅ **A** **As Low As Reasonably Achievable** — **أقل ما يمكن بلوغه بصورة معقولة**

💡 ALARA = As Low As Reasonably Achievable.

7 **Which of the following is part of the optimization (ALARA) principle?**

أيّ مما يأتي جزء من مبدأ الأمثَلة (Optimization / ALARA)؟

A	Increasing the time spent near the source	زيادة الوقت الذي يُقضى قرب المصدر
B	Using the least amount of radiation necessary for the task	استعمال أقل كمية من الإشعاع تكفي للمهمة
C	Removing shielding to improve image quality	إزالة التدريع لتحسين جودة الصورة
D	Using a higher dose than needed to ensure diagnostic quality	استعمال جرعة أعلى من اللازم لضمان الجودة التشخيصية

✅ **B** **Using the least amount of radiation necessary for the task** — استعمال أقل كمية من الإشعاع تكفي للمهمة

💡 الأمثَلة (Optimization) تشمل تقليل التعرّض غير الضروري، واستعمال أقل كمية إشعاع لازمة، وتحسين تصميم المصادر والمرافق.

8 **According to the lecture, the intensity of radiation decreases with:**

حسب المحاضرة، تنخفض شدة الإشعاع مع:

A	The time spent standing near the source	الوقت الذي يُقضى واقفاً قرب المصدر
B	The age of the exposed worker	عمر العامل المعرَّض
C	The size of the X-ray room	حجم غرفة الأشعة
D	The square of the distance from the source	مربع المسافة من المصدر

✅ **D** **The square of the distance from the source** — مربع المسافة من المصدر

💡 الشدة تنخفض مع مربع المسافة (قانون التربيع العكسي): مضاعفة المسافة تجعل الشدة ربع ما كانت.

9 **The choice of shielding material and thickness depends on:**
يعتمد اختيار مادة التدريع وسُمكها على:

A	The type and energy of the radiation	نوع الإشعاع وطاقته
B	The age of the patient	عمر المريض
C	The patient's weight and height	وزن المريض وطوله
D	The number of workers in the department	عدد العاملين في القسم

✅ **A** **The type and energy of the radiation** — **نوع الإشعاع وطاقته**

💡 المحاضرة تقول إن اختيار مادة التدريع وسُمكها يعتمد على نوع الإشعاع وطاقته.

10 **Dose limits are typically expressed in terms of:**
يُعبَّر عن حدود الجرعة عادةً بـ:

A	Activity	النشاط الإشعاعي
B	Effective dose	الجرعة الفعّالة
C	Exposure in roentgen	التعرّض بالرونتجن
D	Kerma	الكيرما

✅ **B** **Effective dose** — **الجرعة الفعّالة**

💡 حدود الجرعة تُعبَّر عادةً بالجرعة الفعّالة، وهي مصممة لمنع الآثار الصحية المرتبطة بالإشعاع.

11 **Compared with the general public, occupational exposure limits are:**

مقارنةً بعامة الناس، حدود التعرّض المهني:

A	Lower, to provide an additional margin of safety for workers	أقل، لتوفير هامش أمان إضافي للعاملين
B	Exactly the same	متساوية تماماً
C	Higher, but still subject to the ALARA principle	أعلى، لكنها تبقى خاضعة لمبدأ ALARA
D	Not subject to any principle	غير خاضعة لأي مبدأ

✅ **C** **Higher, but still subject to the ALARA principle** — **أعلى، لكنها تبقى خاضعة لمبدأ ALARA**

💡 حدود العاملين أعلى عموماً من حدود عامة الناس، لكنها تبقى خاضعة لـ ALARA.

12 **The public dose limit is set much lower than the occupational limit to:**

يُحدَّد حد جرعة عامة الناس أقل بكثير من الحد المهني من أجل:

A	Allow more medical procedures	السماح بمزيد من الإجراءات الطبية
B	Avoid the need for dosimeters for members of the public	الاستغناء عن مقاييس الجرعة لعامة الناس
C	Provide an additional margin of safety	توفير هامش أمان إضافي
D	Simplify dose measurement	تبسيط قياس الجرعة

✅ **C** **Provide an additional margin of safety** — **توفير هامش أمان إضافي**

💡 عامة الناس غير معرَّضين مهنياً، فيكون حدّهم أقل بكثير لتوفير هامش أمان إضافي.

13 **Whole-body dose limits refer to the maximum permissible exposure to the entire body over a specified period, typically:**

حدود جرعة الجسم كله هي أقصى تعرّض مسموح للجسم كله خلال فترة محددة، عادةً:

A	A day	يوم
B	A year	سنة
C	A week	أسبوع
D	A lifetime	العمر كله

✅ **B** **A year** سنة

💡 المحاضرة تقول: خلال فترة محددة، عادةً في السنة.

14 **Maximum permissible occupational doses can vary depending on:**

الجرعات المهنية القصوى المسموح بها قد تختلف بحسب:

A	The country and the regulatory authority	البلد والجهة الرقابية
B	The number of examinations performed per day	عدد الفحوصات المنجزة في اليوم
C	The age of the X-ray equipment in the department	عمر أجهزة الأشعة في القسم
D	The size of the hospital	حجم المستشفى

✅ **A** **The country and the regulatory authority** البلد والجهة الرقابية

💡 الحدود المحددة قد تختلف باختلاف البلد والجهة الرقابية، لكنها مبنية عموماً على توصيات ICRP.

15 **Dose limits for tissues and organs are typically set by:**
حدود الجرعة للأنسجة والأعضاء تضعها عادةً:

A	UNSCEAR and WHO	UNSCEAR و WHO
B	Each hospital alone	كل مستشفى بمفرده
C	ICRP and the United States NRC	ICRP و NRC الأمريكية
D	X-ray equipment manufacturers and suppliers	الشركات المصنّعة والمورّدة لأجهزة الأشعة

✅ **C** **ICRP and the United States NRC** — **ICRP و NRC الأمريكية**

💡 المحاضرة تذكر ICRP وهيئة التنظيم النووي الأمريكية (NRC).

16 **According to the lecture, dose limits can vary depending on:**
حسب المحاضرة، قد تختلف حدود الجرعة بحسب:

A	The patient's height, weight and body mass index only	طول المريض ووزنه ومؤشر كتلة جسمه فقط
B	The kVp and mAs selected, the image receptor used, and the number of exposures taken per day	قيم kVp و mAs المختارة، ومستقبِل الصورة المستعمل، وعدد التعريضات في اليوم
C	The film size and the type of cassette	حجم الفيلم ونوع الكاسيت
D	The circumstances, the type of radiation, and the individual's age and exposure history	الظروف، ونوع الإشعاع، وعمر الفرد وتاريخ تعرّضه

✅ **D** **The circumstances, the type of radiation, and the individual's age and exposure history** — **الظروف، ونوع الإشعاع، وعمر الفرد وتاريخ تعرّضه**

💡 الحدود تختلف بحسب الظروف المحددة ونوع الإشعاع وعمر الفرد وتاريخ تعرّضه للإشعاع.

17 **A radiologic technologist exposed to radiation during work receives:**

تقنيّ الأشعة الذي يتعرّض للإشعاع في أثناء عمله يتلقى:

A Occupational exposure — تعرّضاً مهنياً
B Medical exposure — تعرّضاً طبياً
C Public exposure — تعرّض عامة الناس
D Natural exposure only — تعرّضاً طبيعياً فقط

✅ **A** **Occupational exposure** — تعرّضاً مهنياً

💡 التعرّض المهني هو الذي يحدث في أثناء العمل، ويشمل الأطباء وتقنيّي الأشعة وعمال المحطات النووية.

18 **Occupational workers wear dosimeters to:**

يرتدي العاملون المعرَّضون مهنياً مقاييس الجرعة من أجل:

A Shield the body from radiation — حماية الجسم من الإشعاع
B Increase image quality — تحسين جودة الصورة
C Reduce the time of exposure — تقليل زمن التعرّض
D Monitor their radiation dose — مراقبة الجرعة الإشعاعية التي يتلقونها

✅ **D** **Monitor their radiation dose** — مراقبة الجرعة الإشعاعية التي يتلقونها

💡 مقياس الجرعة يراقب الجرعة ولا يحمي منها؛ أما الحماية فبمعدات مثل مآزر الرصاص والقفازات.

19 **Medical exposure is radiation received:**

التعرّض الطبي هو الإشعاع الذي يُتلقّى:

A	From nuclear power plants	من محطات الطاقة النووية
B	During medical procedures such as X-rays, CT scans, or radiation therapy	في أثناء الإجراءات الطبية مثل الأشعة السينية و CT والعلاج الإشعاعي
C	During work activities in a nuclear power plant or an industrial radiography site	في أثناء العمل في محطة طاقة نووية أو في موقع للتصوير الصناعي
D	From radiological incidents	من الحوادث الإشعاعية

✅ **B** **During medical procedures such as X-rays, CT scans, or radiation therapy** — **في أثناء الإجراءات الطبية مثل الأشعة السينية و CT والعلاج الإشعاعي**

💡 التعرّض الطبي يكون في أثناء الإجراءات الطبية. محطات الطاقة والحوادث الإشعاعية مصادر لتعرّض عامة الناس، والعمل في المحطة تعرّض مهني.

20 **Radiation that members of the public may receive from nuclear power plants or radiological incidents is called:**

الإشعاع الذي قد يتلقاه أفراد عامة الناس من محطات الطاقة النووية أو الحوادث الإشعاعية يُسمّى:

A	Occupational exposure	التعرّض المهني
B	Medical exposure	التعرّض الطبي
C	Public exposure	تعرّض عامة الناس
D	Committed dose	الجرعة الملتزَم بها

✅ **C** **Public exposure** — **تعرّض عامة الناس**

💡 تعرّض عامة الناس مصادره محطات الطاقة النووية والإشعاع البيئي والحوادث الإشعاعية، والسلطات تضع حدوداً آمنة لحماية الجميع.

21 **A technologist avoids repeat exposures and uses the lowest exposure that still gives a diagnostic image. Which principle is being applied?**

تقنيّ أشعة يتجنب إعادة التعريض ويستعمل أقل تعريض يعطي صورة تشخيصية. أي مبدأ يطبّق؟

A	Optimization (ALARA)	الأمثَلة (Optimization / ALARA)
B	Justification	التبرير
C	Dose limitation	تحديد الجرعة
D	Classification of exposure	تصنيف التعرّض

✅ **A** **Optimization (ALARA)** **الأمثَلة (Optimization / ALARA)**

💡 المحاضرة: الأمثَلة (Optimization / ALARA) تعني تقليل التعرّض غير الضروري واستعمال أقل كمية من الإشعاع لازمة للمهمة.

22 **A CT scan is requested although ultrasound, which uses no ionizing radiation, can give the same diagnostic answer. Which principle is NOT met?**

طُلب فحص مفراس مع أن السونار، وهو بلا إشعاع مؤين، يعطي نفس الجواب التشخيصي. أي مبدأ لم يتحقق؟

A	Optimization (ALARA)	الأمثَلة (Optimization / ALARA)
B	Justification	التبرير
C	Dose limitation	تحديد الجرعة
D	Shielding	التدريع

✅ **B** **Justification** **التبرير**

💡 المحاضرة: الإجراء الطبي بالإشعاع يُجرى فقط إذا كان ضرورياً ولا توجد طريقة بديلة بلا إشعاع تحقق النتيجة التشخيصية نفسها، وهذا هو التبرير.

23 **A worker moves from 1 m to 2 m away from a radiation source. Since intensity decreases with the square of the distance, the intensity becomes about:**

عامل يبتعد عن مصدر الإشعاع من 1 م إلى 2 م. بما أن الشدة تقل مع مربع المسافة، تصبح الشدة تقريباً:

A	One half of the original	نصف الشدة الأصلية
B	Twice the original	ضعف الشدة الأصلية
C	One quarter of the original	ربع الشدة الأصلية
D	Unchanged, as the source is the same	لا تتغير لأن المصدر نفسه

✅ **C** **One quarter of the original** — ربع الشدة الأصلية

💡 المحاضرة: شدة الإشعاع تقل مع مربع المسافة من المصدر؛ مضاعفة المسافة ($2^2 = 4$) تجعل الشدة ربع ما كانت.

24 **Which person is the best example of public exposure?**

أي شخص هو أفضل مثال على تعرّض عامة الناس؟

A	A radiologic technologist in the X-ray room	تقنيّ أشعة في غرفة الأشعة
B	A patient having a CT scan of the abdomen	مريض يجري مفراس للبطن
C	An industrial radiographer during a shift	مصوّر صناعي في أثناء نوبة عمله
D	A resident living near a nuclear power plant	ساكن قرب محطة طاقة نووية

✅ **D** **A resident living near a nuclear power plant** — ساكن قرب محطة طاقة نووية

💡 المحاضرة: تعرّض عامة الناس هو ما قد يتلقاه أفراد الجمهور من مصادر مثل محطات الطاقة النووية أو الحوادث الإشعاعية؛ تقنيّ الأشعة والمصوّر الصناعي تعرّضهم مهني، والمريض تعرّضه طبي.

Which X-ray request best satisfies the principle of justification? 25

أيّ طلب تصوير بالأشعة السينية يحقق مبدأ التبرير على أفضل وجه؟

A	A repeat X-ray only because the previous film was not saved in the archive	إعادة الصورة فقط لأن الصورة السابقة لم تُحفظ في الأرشيف
B	An X-ray whose result will not change the patient's treatment	صورة لن تغيّر نتيجتها علاج المريض
C	An X-ray to confirm a suspected fracture when no non-radiation method can give the same answer	صورة لتأكيد كسر مشتبه به حين لا توجد طريقة بلا إشعاع تعطي الجواب نفسه
D	An X-ray when ultrasound would give the same diagnostic answer	صورة بالأشعة السينية مع أن السونار يعطي الجواب التشخيصي نفسه

✅ **C** **An X-ray to confirm a suspected fracture when no non-radiation method can give the same answer** — **صورة لتأكيد كسر مشتبه به حين لا توجد طريقة بلا إشعاع تعطي الجواب نفسه**

💡 التبرير يعني أن تفوق الفائدة الخطر، وأن يُجرى الفحص الإشعاعي فقط حين يكون ضرورياً ولا توجد طريقة بلا إشعاع تحقق النتيجة نفسها.

A worker standing 2 m from a radiation source moves back to 6 m. According to the lecture, what does the intensity at his position become? 26

عامل يقف على بُعد 2 m من مصدر إشعاع، ثم يرجع إلى 6 m. بحسب المحاضرة، كم تصبح الشدة في موضعه؟

A	One third (1/3) of the original	ثلث (1/3) الشدة الأصلية
B	One sixth (1/6) of the original	سدس (1/6) الشدة الأصلية
C	One quarter (1/4) of the original	ربع (1/4) الشدة الأصلية
D	One ninth (1/9) of the original	تُسع (1/9) الشدة الأصلية

✅ **D** **One ninth (1/9) of the original** — **تُسع (1/9) الشدة الأصلية**

💡 المسافة زادت 6 ÷ 2 = 3 مرات، فالشدة تقل بمقدار $3^2 = 9$ مرات، أي تصبح 1/9.

27

A technologist must stay close to a source to finish a task and cannot increase her distance or add more shielding. Which ALARA method can she still use?

تقنية أشعة مضطرة للبقاء قرب مصدر لإنهاء مهمة، ولا تستطيع زيادة المسافة ولا إضافة تدريع. أيّ طريقة من طرق ALARA ما زالت متاحة لها؟

A	Wearing a dosimeter to lower her dose	لبس مقياس جرعة شخصي لتقليل جرعتها
B	Reducing the time spent near the source	تقليل الوقت الذي تقضيه قرب المصدر
C	A thinner shield so she can move faster	درع أرقّ لتتحرك أسرع
D	Relying on the source decaying meanwhile	الاعتماد على تحلّل المصدر أثناء العمل

✅ **B** **Reducing the time spent near the source** — **تقليل الوقت الذي تقضيه قرب المصدر**

💡 الطرق العملية لتقليل التعرّض هي الوقت والمسافة والتدريع؛ إذا تعذّرت المسافة والتدريع بقي تقليل الوقت. المقياس الشخصي يقيس الجرعة ولا يقلّلها، والدرع الأرق يزيد التعرّض.

28

A department replaces its old X-ray unit with a new unit that works at a higher beam energy. Regarding the room's shielding, what must be reviewed?

استبدل قسمٌ جهاز الأشعة القديم بجهاز جديد يعمل بطاقة حزمة أعلى. ما الذي يجب مراجعته بخصوص تدريع الغرفة؟

A	Nothing, as shielding depends only on room size	لا شيء، فالتدريع يعتمد على حجم الغرفة فقط
B	The material and thickness, as both depend on energy	المادة والسُّمك، لأن كليهما يعتمد على الطاقة
C	Only the door, as the walls block all energies	الباب فقط، لأن الجدران تحجب كل الطاقات
D	Only the workload, as energy does not matter	عبء العمل فقط، لأن الطاقة لا تؤثر

✅ **B** **The material and thickness, as both depend on energy** — **المادة والسُّمك، لأن كليهما يعتمد على الطاقة**

💡 اختيار مادة التدريع وسُمكها يعتمد على نوع الإشعاع وطاقته، فتغيّر الطاقة يستوجب مراجعتهما.

29

A receptionist works in a clinic but never works with or near radiation sources. Which dose limit applies to her?

موظفة استقبال تعمل في عيادة، لكنها لا تعمل بمصادر الإشعاع ولا قربها. أيّ حد للجرعة ينطبق عليها؟

A	The occupational dose limit, because she works in a clinic	الحد المهني للجرعة، لأنها تعمل في عيادة
B	No limit, because she is not a patient	لا يوجد حد، لأنها ليست مريضة
C	The public dose limit, which is much lower than the occupational limit	حد جرعة عامة الناس، وهو أقل بكثير من الحد المهني
D	The skin dose limit for radiation workers	حد جرعة الجلد الخاص بالعاملين بالإشعاع

✅ **C** **The public dose limit, which is much lower than the occupational limit** — **حد جرعة عامة الناس، وهو أقل بكثير من الحد المهني**

💡 حد عامة الناس وُضع لحماية من لا يتعرّضون مهنياً للإشعاع، ويكون أقل بكثير من الحد المهني لتوفير هامش أمان إضافي.

✅ 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