# الوقاية من الإشعاع المؤين

الفيزيائي.حميد الذياب

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# ما هو الإشعاع ؟

- **ما هو الإشعاع:**
- هو إصدار طاقة على شكل أمواج أو جسيمات مشحونة، وقد يحدث بشكل طبيعي أو صنعي.

- هناك نوعان أساسيان من الإشعاع هما:

١. الإشعاع غير المؤين.
٢. الإشعاع المؤين

# الأشعة الكهرطيسية

# الإشعاع المؤين

- أنواع الإشعاع المؤين:
  - أشعة ألفا
  - أشعة بيتا
  - الأشعة الكهرطيسية: أشعة غاما والأشعة السينية
  - النترونات

# جسيمات ألفا

هي جسيمات مشحونة إيجابياً، وتصدر من التفكك الإشعاعي لبعض النظائر مثل اليورانيوم، الراديوم، الرادون.

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

- تحدث جسيمات ألفا تأيناً كثيفاً على طول مسارها . لذلك فهي شديدة الضرر بالخلايا الحية التي تلامسها . حيث يمكن لهذه الجسيمات إذا ما لامست الجسم أن تقتل الخلية الحية أو تحدث بها تخريباً يمكن أن يؤدي في نهاية المطاف إلى تحويلها إلى خلية سرطانية، وهذا بالطبع يعتمد على طاقة الجسيمات وعلى مكان حدوث التخريب داخل الخلية.
- يمكن إيقاف هذه الجسيمات بقطعة رقيقة من الورق، خطرها الخارجي سطحي أما إذا دخلت عن طريق الفم إلى داخل الجسم فإن خطرها كبير جداً

# جسيمات بيتا

- جسيمات بيتا أكثر اختراقاً من ألفا
- يمكن إيقافها بميليمترات من الألمنيوم أو أمتار من الهواء

- إن خطر هذه الجسيمات هو داخلي وخارجي

# النيترونات

تتحرر النيترونات نتيجة التفاعلات النووية ـ الانشطار التلقائي لبعض النظائر.

طاقة هذه النيترونات المتحررة كبيرة ولها قدرة كبيرة على الاختراق مما يسبب أضرار شديدة في الخلايا الحية.

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# الأشعة الكهرطيسية

- وهي تتضمن أشعة غاما وأشعة X وهي أمواج كهرطيسية ذات طاقة عالية جداً وتردد عالي وطول موجة قصير ولها قدرة كبيرة على اختراق المادة والأنسجة الحية.

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# الأشعة الكهرطيسية

- **أشعة غاما** : وهي ذات منشأ نووي (أي من نواة الذرة) وهي تصدر نتيجة انتقال النواة من حالة مثارة إلى حالة أقل إثارة أو إلى الحالة المستقرة لبعض النظائر المشعة، ولها قدرة اختراق كبيرة لذلك فهي خطيرة جداً على الجسم البشري.

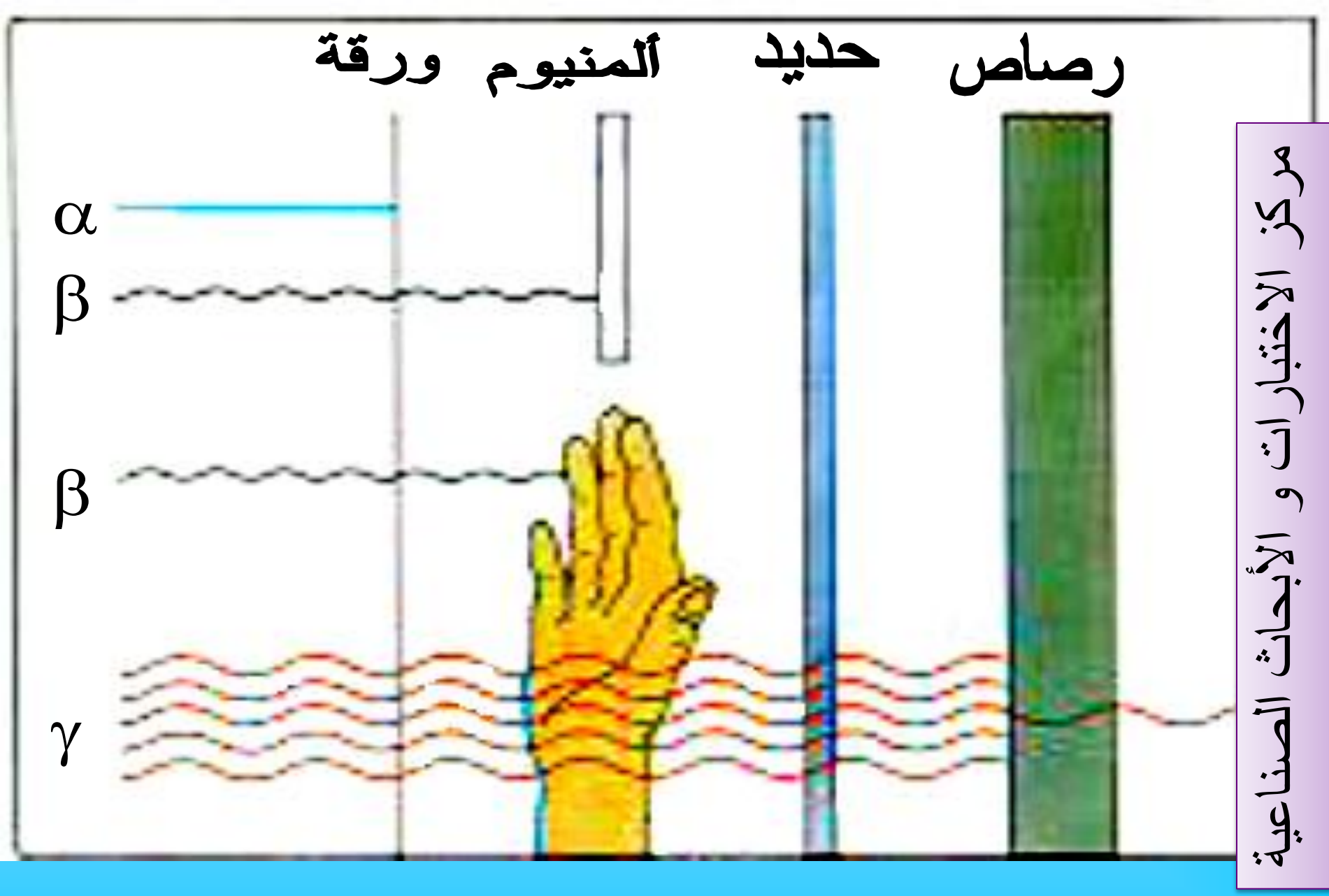
مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

- **الأشعة السينية** : وهي أشعة كهرطيسية نحصل عليها بواسطة أنبوب الأشعة السينية الحاوية على منبع للالكترونات والهدف، ويمكن التحكم بكثافة حزمة الأشعة السينية وبطاقة فوتوناتها عن طريق التحكم بالتيار والكمون المطبق على الأنبوية، وتصدر هذه الأشعة نتيجة اصطدام الالكترونات المسرعة بالهدف داخل أنبوب الأشعة السينية.

# طاقة الأشعة

- طاقة الأشعة تدل على قدرة الإشعاع على الاختراق.
- وحدة قياس الطاقة هي الإلكترون فولط (eV) .
- لا تعتمد الطاقة على النشاط الإشعاعي أو النشاط الإشعاعي النوعي للمادة والعكس بالعكس.

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية




مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# مصادر الأشعة المؤينة

- مصادر الأشعة المؤينة: يتعرض الإنسان للإشعاع المؤين من مصدرين هما:
  - ***المصادر الطبيعية:*** وهي النظائر المشعة الطبيعية، وهناك ما يزيد عن ١٥٠٠ نظير مشع في الطبيعة. وتوجد هذه النظائر المشعة على سطح الأرض بتراكيز متفاوتة من منطقة إلى أخرى، وهي موجودة في الصخور والتربة وتنشئ هذه النظائر من تفكك اليورانيوم والثوريوم وغاز الرادوون.

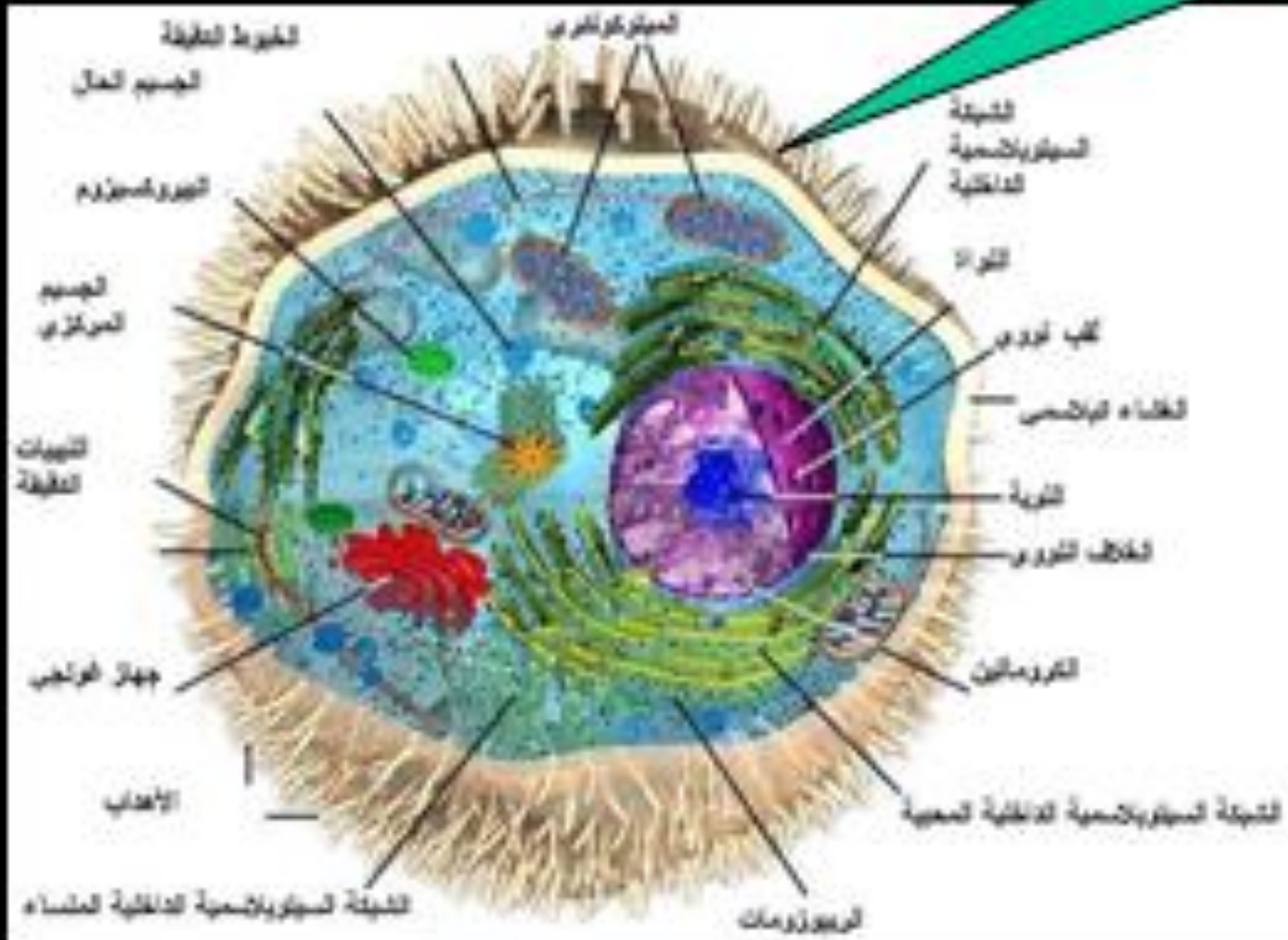
وتوجد آثار هذه العناصر في مياه الشرب والنباتات وفي مختلف المنتجات التي يستهلكها الإنسان إضافة إلى وجودها في الهواء.

- ***المصادر الصنعية:*** وهذه المصادر هي من صنع الإنسان مثل:
  - المفاعلات النووية وما تطلقه للبيئة المجاورة.
  - الأسلحة النووية.
  - النظائر المشعة المستخدمة في الطب والصناعة والبحث العلمي.
  - استخراج اليورانيوم.
  - صناعة الوقود النووي.

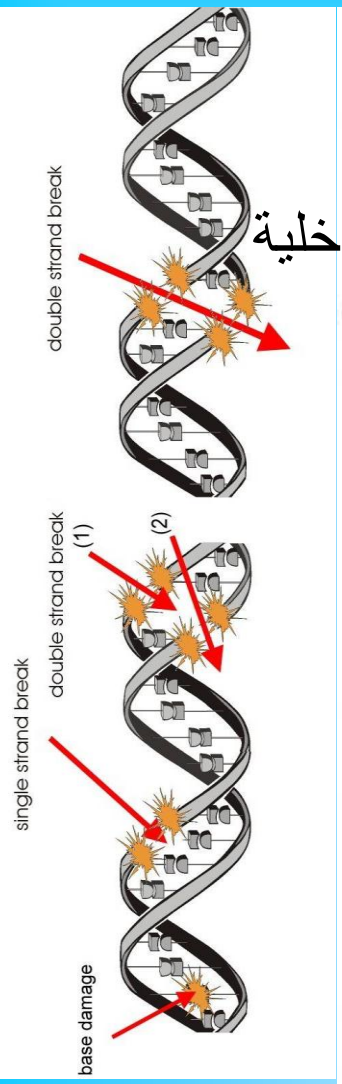
- **أشكال التعرض للأشعة المؤينة:**
- ***التعرض الخارجي:*** أي أن المنبع المشع يكون خارج جسم الإنسان.
- ***التعرض الداخلي:*** وهو دخول المواد المشعة إلى داخل جسم الإنسان عن طريق التنفس أو الهضم أو عن طريق الجلد (الامتصاص أو الجروح)، بعض هذه المواد يمكن طرحها خارج الجسم والبعض الآخر يبقى داخل الجسم بالرئة مثلاً ويتعلق ذلك بطبيعة المادة الداخلة في الجسم.

- **أثر الإشعاع على الجسم البشري:**
- تتألف الكائنات الحية من وحدات أساسية هي الخلية.
- إن التأثيرات البيولوجية للإشعاع تحدث نتيجة تأين ذرات وجزيئات الوسط ما يؤدي إلى تخريب الجزيئات الضرورية لحياة الخلية، وإن الأشعة تؤثر على جزيئات الـ DNA مما يؤدي إلى تكسيرهذه سلاسل وتخريب الأسس وهدم السكاكر.

# الخلية الحية




مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية



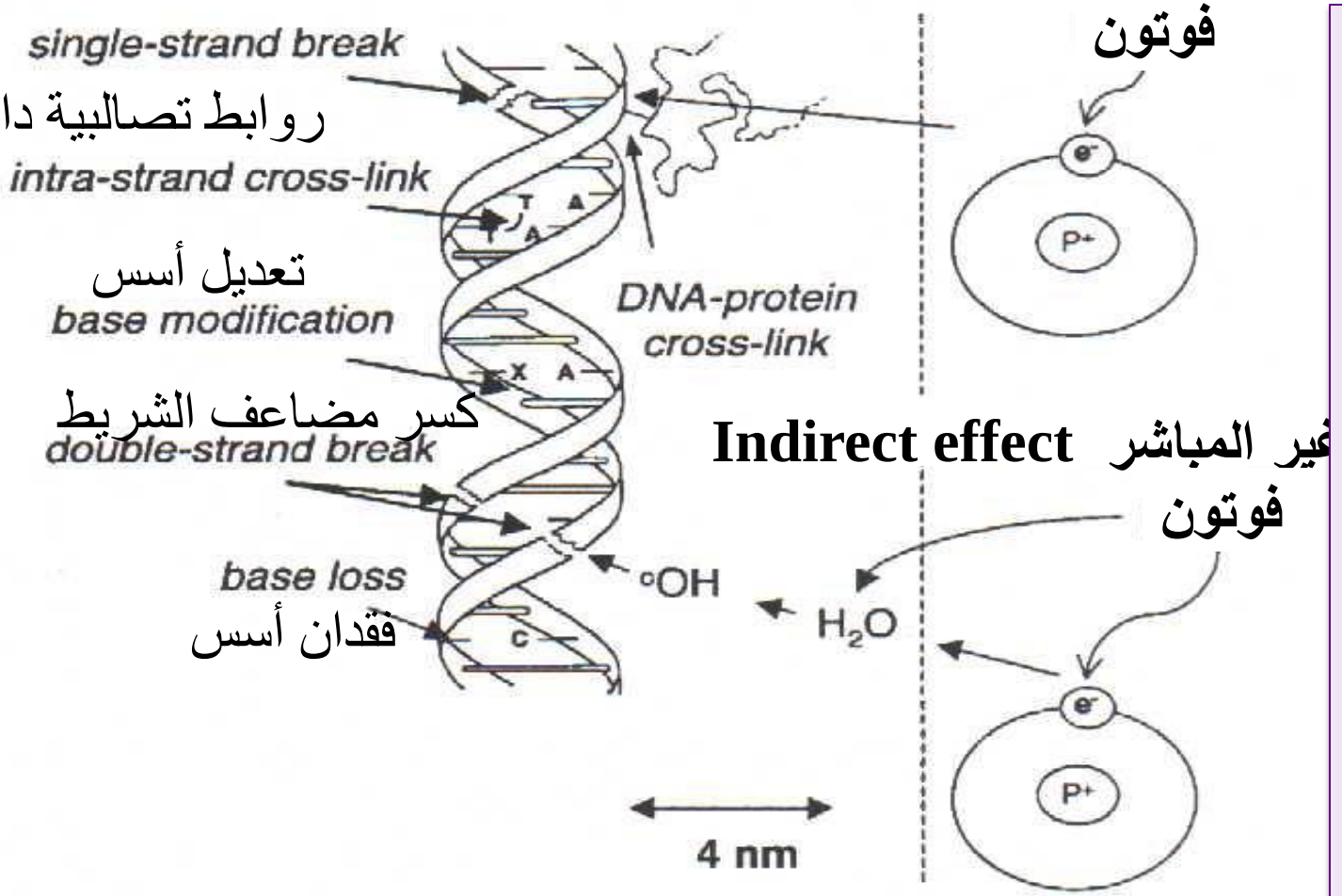

كسر أحادي الشريط

روابط تصالبية داخلية

تعديل أسس

كسر مضاعف الشريط

فقدان أسس




شكل: تمثيل بياني لأضرار الـ DNA المباشرة وغير المباشرة المحرضة بالأشعة

# تأثير الأشعة على الخلية الحية

١. **لا تتأثر**
٢. احتمال حدوث ضرر، ثم **ترمم الخلية** نفسها ومتابعة النشاط الطبيعي.
٣. حدوث ضرر للخلية، ويجري الترميم بشكل خاطئ **فتموت الخلية.**
٤. حدوث ضرر للخلية، ويجري الترميم بشكل خاطئ وتفقد الخلية نشاطها الطبيعي، قد تتحول إلى **خلية سرطانية**

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

- هذا وتقسم آثار الإشعاعات المؤينة على الإنسان إلى:
- ***الآثار الإشعاعية الحتمية:*** تحدث هذه الآثار بعد التعرض لجرعات إشعاعية عالية، وهذه الآثار لها عتبة جرعة ويلزم الوصول إلى هذه العتبة حتى يصبح حدوث هذه الآثار حتمياً، وتظهر هذه الأعراض المرضية للآثار الحتمية خلال فترة قصيرة بعد التعرض تقدر من يوم إلى ثلاثة أسابيع مثل الغثيان، احمرار الجلد ...

- ***الآثار الوراثية:*** وهذه الآثار قد تحدث باحتمالات معقدة نتيجة إصابة الأحماض النووية في الخلايا التناسلية للآباء ومن ثم تنتقل هذه الإصابات إلى الأبناء عن طريق الإخصاب وتكوين الجنين.

- ***الآثار الإشعاعية الاحتمالية:*** وهي آثار متأخرة تظهر باحتمالات معقدة جداً نتيجة إحداث تغيير في كيان الخلية بسبب التعرض لجرعات إشعاعية منخفضة، وأهم هذه الآثار الاحتمالية متأخرة الظهور هي
- التحول السرطاني للخلايا والأنسجة البيولوجية.
- عتمة في عدسة العين تؤدي إلى عمى كلي أو جزئي.

- سرطان في العظام أو الرئة أو ابيضاض الدم.
- فقر في الدم بسبب تخرب نقي العظام.
- نقص العمر وهرم قبل الأوان.

# معدل الجرعة

- يبدأ الجسم فور وقوع أية أضرار بعمليات الترميم بغض النظر عن مصدر وسبب حدوث هذا الضرر بما في ذلك الأشعة المؤينة.
ويستطيع الجسم تحمل سويات محددة من التعرض اليومي للأشعة، وبالتالي لا يمكن رؤية هذه الأضرار أو التغيرات التي تطرأ على الشخص المتعرض للأشعة.
- ولكن إذا تعرض الجسم لنفس الجرعة دفعة واحدة، فسوف يحدث في الجسم ردة فعل عنيفة. هذا يعني أنه لابد من أخذ معدل الجرعة أثناء تقييم الضرر الناجم من التعرض للإشعاع في الاعتبار. وبشكل عام فان تأثير معدلات التعرض المنخفضة للإشعاع المستمرة أقل من تأثير معدلات التعرض العالية والحادة.

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# العضو المتعرض للأشعة واتساع رقعة التعرض:

- من المعلوم أن خلايا محددة تتحسس للأشعة أكثر من الخلايا الأخرى لذلك فان التأثير الكلي للأشعة يتعلق بالعضو المتعرض للأشعة واتساع رقعة التعرض. وبشكل عام فان الخلايا التي تتحسس للأشعة بشكل أكبر هي تلك الخلايا غير المتميزة.والتي تنقسم بوتيرة عالية
- بعض الخلايا الحساسة جدا" للأشعة: العقد اللمفاوية (الكريات البيض التي تتشكل في الطحال والنسج) وخلايا نقي العظام والخلايا الأساسية في الخصيتين والمبيض والجلد والجهاز الهضمي.

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

- ونذكر من الخلايا المتميزة المقاومة للأشعة النسيج الضام وخلايا العضلات والخلايا العصبية من العضو المتعرض أو من كامل الجسم أو من عضو من أعضاء الجسم ويتسبب التعرض الجزئي للجسم في تأثيرات معتدلة على كامل الجسم باستثناء الحالات التي تتعرض فيها الأعضاء الحيوية للجسم مثل: القلب والرئة والدماغ والتي تتسبب في الموت.

# عمر الشخص

- عندما يكون الجسم في حالة نمو يكون معدل الخلايا المنقسمة كبيراً جدا"، مما يزيد من حساسية الجسم للأشعة. وعلى ذلك فيجب النظر بشكل جدي أكثر عند تعرض المراهقين لنفس جرعات الأشعة التي يتعرض لها البالغون.
- ويبين الجدول ملخصا" عن اثار تعرض كامل الجسم للأشعة.

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

| التعرض mSv | التأثيرات الفورية عن تعرض كامل الجسم |
|---|---|
| 6000 أو أكثر | مرض شديد من الأشعة وموت حتى 100% من الأشخاص المتعرضين للأشعة. نحول سريع وموت في الأسبوع الثاني |
| 3000-6000 | مرض شعاعي شديد وموت حتى 50% من الأشخاص المتعرضين لجرعة 4500mSv أو أكثر |
| 2000-3000 | مرض شعاعي متوسط، يمكن الشفاء خلال ثلاثة أشهر، ما لم يتعقد المرض بسبب الحالة الصحية السيئة وتداخل حالات الالتهاب أو الأضرار. |
| 1000-2000 | مرض شعاعي ضعيف. تغير في الدم مع شفاء متأخر. الآثار المتأخرة نقص في العمر بمعدل 1% |
| 250-1000 | لا يتوقع حدوث مرض شعاعي بل تغير مؤقت في الدم فقط |
| 0-250 | لا يتوقع حدوث مرض شعاعي لا يوجد أعراض مرضية ولا يظهر على الشخص أية تحولات بيولوجية |

الجدول (10-1)

# وحدات كمية الأشعة

يزداد احتمال المخاطر والأذيات وشدة الخطر الناجمة عن التعرض للأشعة مع تزايد شدة الإشعاع، لذلك يجب على العاملين في التصوير الشعاعي استيعاب مفاهيم الشدة وطرائق قياسها ووحداتها لتحديد كمياتها ومدى وخطر الأشعة على الإنسان

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# وحدة قياس النشاط الإشعاعي

وحدة النشاط الإشعاعي
Becquerel (Bq)

1 Bq = تفكك في الثانية

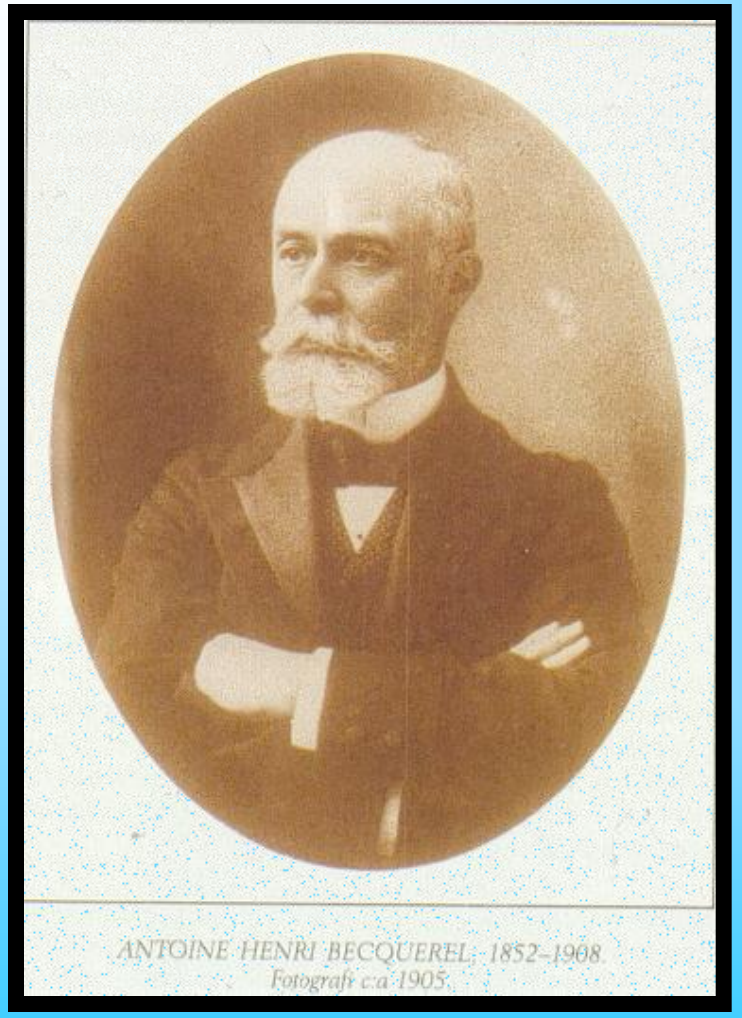
التعريف القديم
الكوري هو النشاط الإشعاعي لغرام واحد من $Ra^{226}$

وحدة النشاط الإشعاعي
Curie (Ci)

1 Ci= Bq $3.7 X10^{10}$

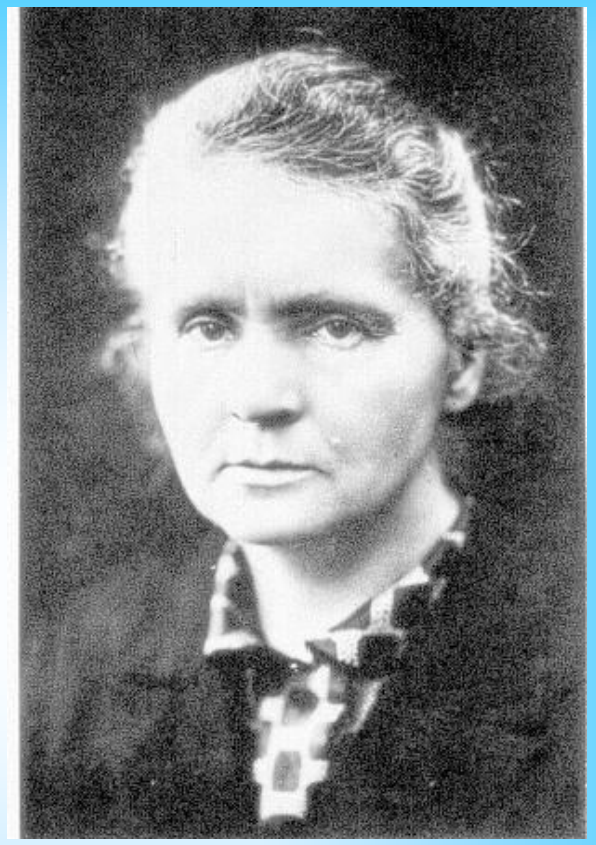
مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# Henri Becquerel 1852-1908




اكتشف هنري بيكريل Henry Becquerel ظاهرة النشاط الإشعاعي عام ١٨٩٦ ، عندما لاحظ أن أملاح اليورانيوم تصدر أشعة تخترق العديد من المواد، و تؤدي إلى إسوداد فيلم التصوير

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية



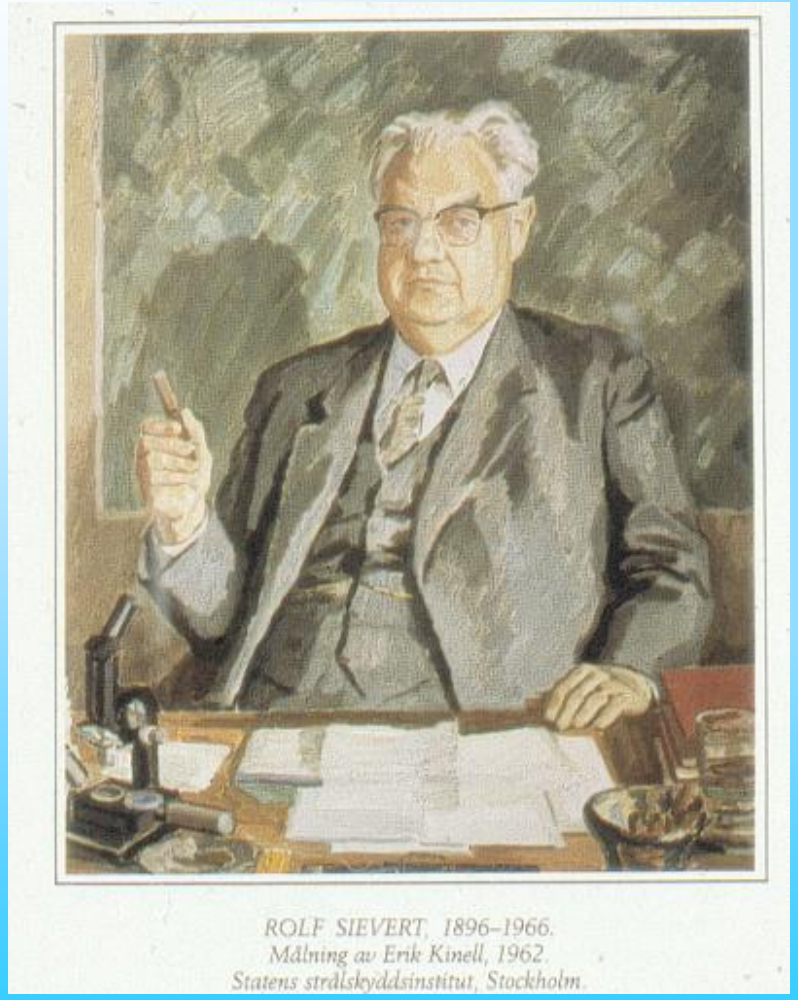
**Marie Curie (Marya Sklodowska) 1867 - 1934**

**Nobel prize 1903**

**Nobel prize 1911**

مركز الاختبارات والأبحاث الصناعية

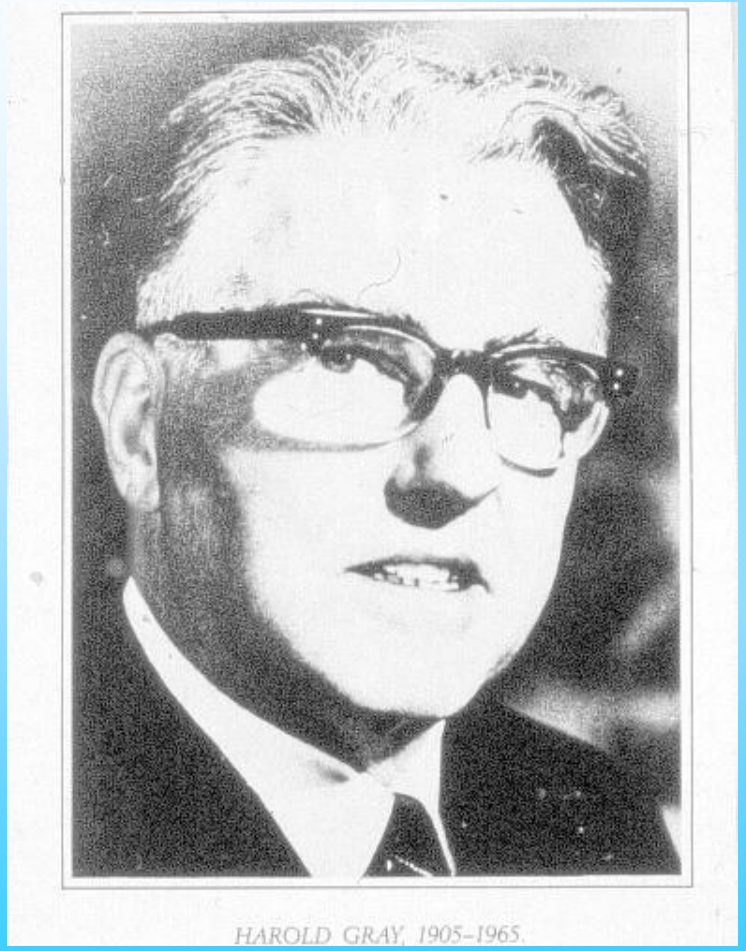
# Rolf Sievert (1896-1966)



ROLF SIEVERT, 1896–1966.
Målning av Erik Kinell, 1962.
Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# Harold Gray 1905-1965



HAROLD GRAY, 1905–1965.

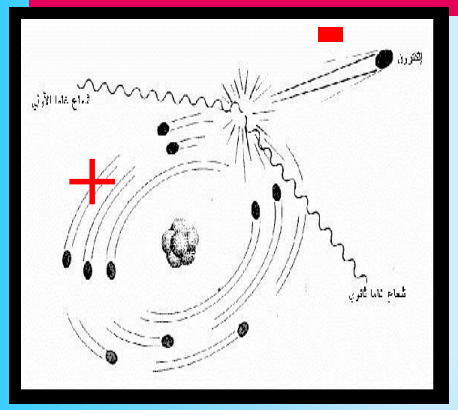
مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# النشاط الشعاعي: RADIOACTIVITY

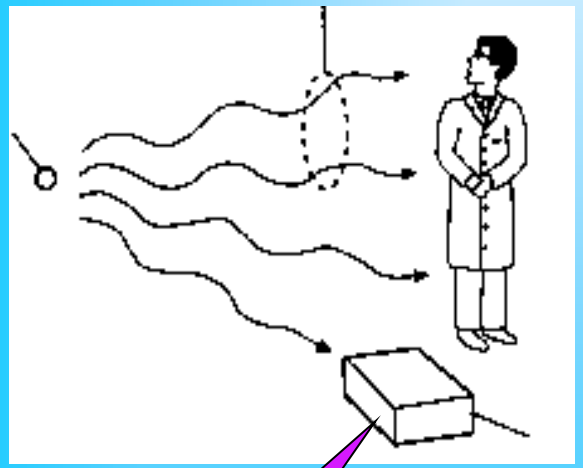
مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

- وهو مقدار فيزيائي، يقيس كمية المادة المشعة. ووحدته البيكرل Bq (Bequerel) ويعرف:
- البيكرل بأنه نشاط مادة مشعة تتحلل (تتفكك) بمعدل تحلل واحد في الثانية. ومضاعفاتها:
  - $1kBq=10^3$ Bq
  - $1MBq=10^6$ Bq
  - $1GBq=10^9$ Bq
  - $1Tbq=10^{12}$ Bq
- وعلاقة البيكرل مع الكوري:
  - $1Bq=2.7x10^{-11}$ Ci

# التعرض Exposure



- التعرض في حالة أشعة غاما وأشعة أكس
- بأنه **كمية التأين** التي تنتجها هذه الأشعة في الهواء.




وحدة قياسه: الرونتجن ( Roentgen R) وهي كمية أشعة X أو غاما التي تولد **شحنة كهربائية ساكنة واحدة** في واحدة الحجم ١ سم$^{٣}$ من الهواء.

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# التعرض Exposure (X)

الرونتجن Roentgen (R) وهي كمية أشعة X أو غاما التي تولد شحنة كهربائية ساكنة واحدة في وحدة الحجم ١ سم$^{٣}$ من الهواء.

$$1\ R = 2.58 \times 10^{-4}\ C/kg$$

$$1R=2.58x10^{-4}\ C/Kg$$

$$=1.61x10^{15}\ ion\ pairs/Kg$$

$$=0.00869\ J/Kg$$

- وتستخدم واحدة الرونتجن في غالبية أجهزة قياس الأشعة. حيث تستخدم هذه الوحدة في قياس معدل التعرض R|h وفي كمية التعرضR.

# الجرعة الممتصة (D)
# Absorbed Dose

- **الطاقة** الإشعاعية التي تنتقل إلى **الوسط** الذي تدخله وهي التي سببت التأين تدعى:

**الجرعة الممتصة Absorbed dose**

**هي طاقة الإشعاع المؤين التي تمتصها واحدة الكتلة من الجسم المعرض للإشعاع**

- **وحدة قياس الجرعة الممتصة: الراد RAD**
- **الجول في الكيلو غرام (J/kg) وتدعى الغري (Gy).**

# الجرعة الممتصة (تتمة)

- الوحدة القديمة هي الراد (rad)

**1 rad = 100 erg.g-1**

العلاقة بين الوحدة القديمة والجديدة هي:

**1 Gry = 1 J/kg = $10^7$ erg / $10^3$ g = 100 rad**

**1 Gy = 100 rad = 1J/KG**

# التأثير البيولوجي للإشعاع ومعامل النوع
# Radiation Biological Effect (RBE)

يختلف تأثير الجرعات الممتصة المتساوية بالقيمة على الجسم المشعع باختلاف أنواع هذه الأشعة على الرغم من تساوي الجرعات الممتصة ويعود السبب في ذلك إلى اختلاف معدل التأين النوعي لهذه الأشعة، ونعبر عن ذلك بمعامل التأثير البيولوجي للأشعة أو معامل النوع، ويبين الجدول معامل النوع للأشعة المختلفة

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

| نوع الأشعة | معامل النوع |
|---|---|
| γوx | ١ |
| β | ١ |
| α | ٢٠ |
| Neutron بطيء | ٥ |
| Neutron سريع | ١٠ |

# الجرعة البيولوجية( الجرعة المكافئة ):

- وهي تقيس التأثير البيولوجي للأشعة إذ تدل على الأثر الذي تحدثه الأشعة المختلفة على الخلية الحية، ووحدة قياسها القديمة هي الرم
- Roentgen Equivalent Man: REM وهي واحدة تقليدية، وتحدد قيمتها بالعلاقة:

$$REM = RAD \times RBE$$

- والواحدة الحديثة للجرعة المكافئة البيولوجية في نظام الواحدات SI هي: Sivert (Sv) وتعادل التأثير البيولوجي لجرعة ممتصة 1j/kg بغض النظر عن نوع الأشعة.

$$1Sv = 100\ RAD = 1J/Kg$$

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# حدود الجرعة المكافئة

حدود الجرعة الموصى بها من قبل الهيئة الدولية للوقاية الإشعاعية ICRP-60 والمعتمدة من الوكالة الدولية للطاقة الذرية والمنشورة في سلسلة الوقاية -No.115 1996, IAEA, SAFETY SERIES. مبينة في الجدول التالي:

| نوع التعرض | التعرض المهني mSv/year | تعرض عموم الناس mSv/year |
|---|---|---|
| الجرعة الفعالة لكامل الجسم Total Effective Dose(E) | 20 وسطي الجرعة السنوية لخمس سنوات على أن لا تتجاوز 50 mSv في سنة واحدة | 1 |
| الجرعة المكافئة السنوية Annual Equivalent Dose(mSv/year) | | |
| عدسات العين | 150 | 15 |
| الجلد ($1\ Cm^2$) | 500 | 50 |
| اليدين والقدمين | 500 | 50 |
| حدود الجرعة للطلاب المتدربين الذين تتراوح أعمارهم بين 16–18 سنة (mSv/year) | | |
| الجرعة الفعالة قدرها | 6 | |
| عدسة العين | 50 | |
| الأطراف أو الجلد | 150 | |

الجدول(10–3)

# سجلات الجرعة الممتصة المكافئة(الفعالة):

- يتوجب على كل عامل في التصوير الشعاعي أن يحفظ لنفسه سجلات عن الجرعات الممتصة سابقاً والجرعات الحالية وأن يلتزم بحدود الجرعة الفعالة الموصى بها إضافة إلى السجلات التي تحتفظ بها الجهة الرقابية القائمة بالمراقبة الفردية.

# طرق الحد من الجرعات الشعاعية

- هناك ثلاث طرق لتقييد الجرعة الشعاعية:
- **الزمن**: لا تقف قرب المنبع أو جهاز التعريض لأي مدة زمنية تزيد عن المدة الضرورية.
- **المسافة**: ابق على أبعد مسافة ممكنة من المنبع المشع أو جهاز التعريض تستطيع الوصول إليها.
- **التدريع**: اجعل بينك وبين المنبع درعاً كافياً.

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# عامل الزمن

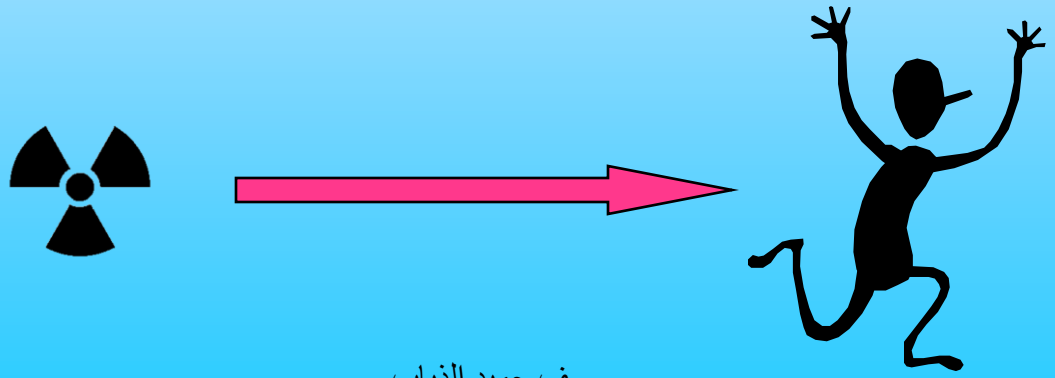
- التعرض تابع للزمن لذلك يجب
- تنظيم العمل يساعد في جعل زمن التعرض أصغرياً:
  - تخطيط العمل بشكل جيد
  - التدرب الكافي على طرق وشروط العمل
  - إجراء تشغيل تجريبي بدون منابع للتأكد من صحة الإجراءات

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

# عامل المسافة

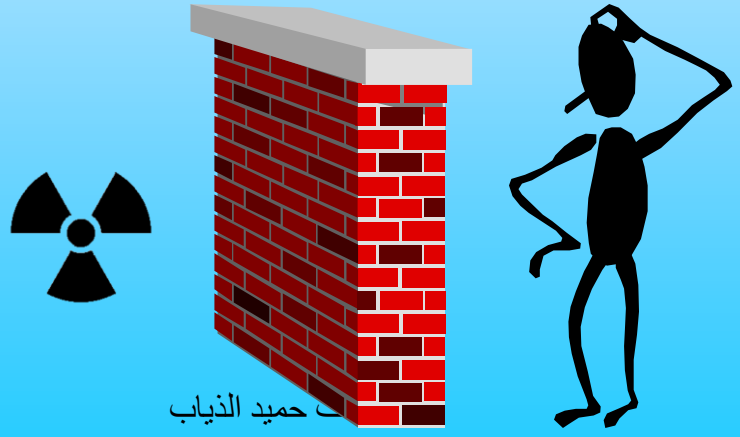
- يتناقص التعرض بازدياد المسافة عن المنبع
- بالنسبة لمنابع نقطية يطبق قانون التربيع العكسي

$$D \propto \frac{1}{r^2}$$



# التدريـع

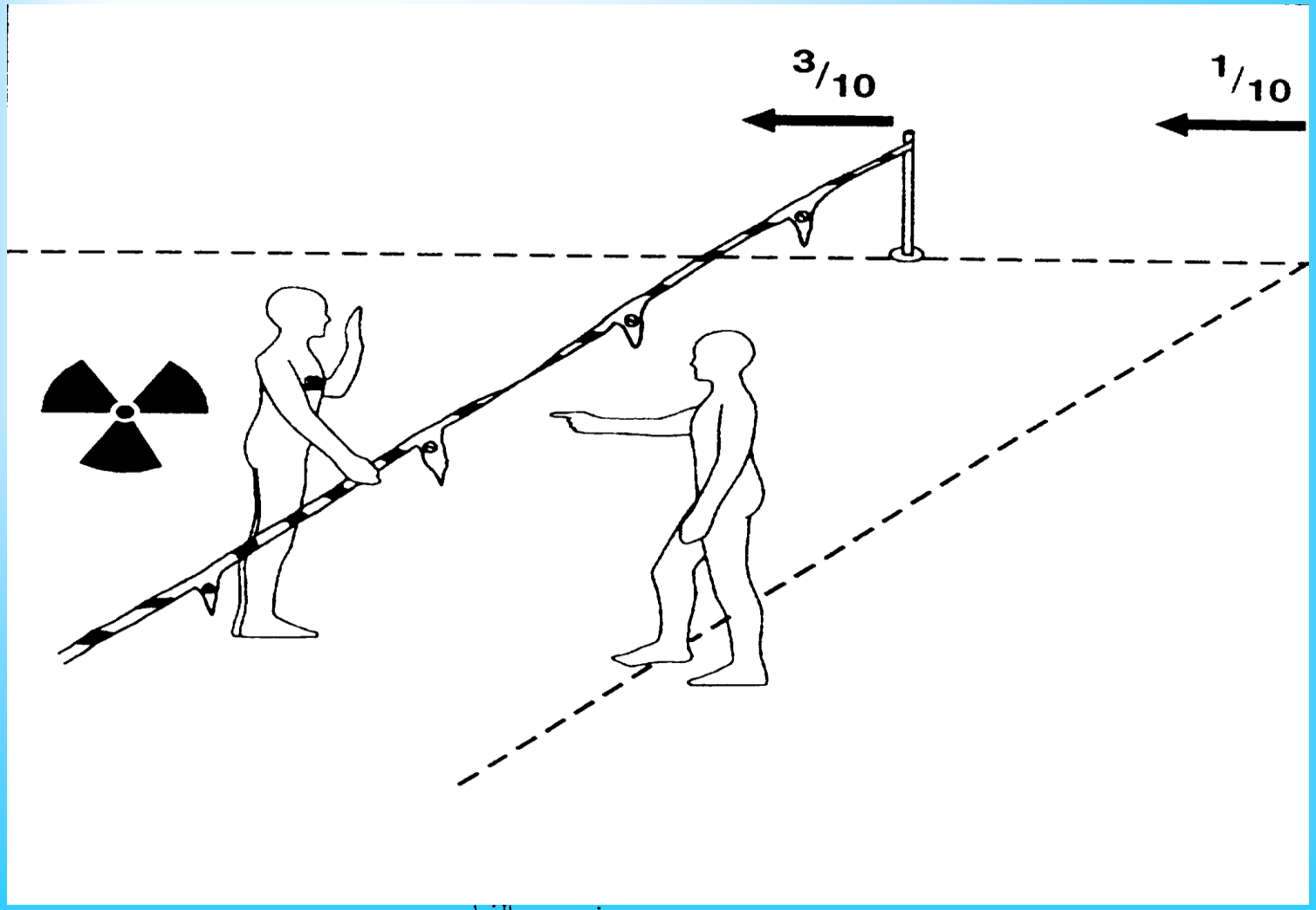
- إن الاستخدام الجيد للتدريع أداة فعالة في تخفيض شدة الأشعة التي يتعرض لها المصورون، وبشكل عام كلما ازدادت ثخانة مادة التدريع ازدادت كفاءة التدريع، ويعد اليورانيوم أفضل مادة للتدريع ضد أشعة غاما والتنغستين –الرصاص –البيتون



مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

ك حميد الذياب

# تصنيف مناطق العمل



# المبادئ الأساسية في الوقاية الإشعاعية

- **التبرير**

لا يجوز القيام بأي عمل إشعاعي إلا إذا كانت الفوائد المتوقعة منه تفوق المخاطر المتعلقة به

- **الأمثلة**

يجب أن تكون الجرعات الإشعاعية منخفضة إلى أدنى حد يمكن الوصول إليه بشكل معقول ALARA

- **حدود الجرعة**

يجب ألا تتعدى الجرعات الإشعاعية تحت أي ظرف من الظروف حدود الجرعة المسموح بها

ف .حميد الذياب

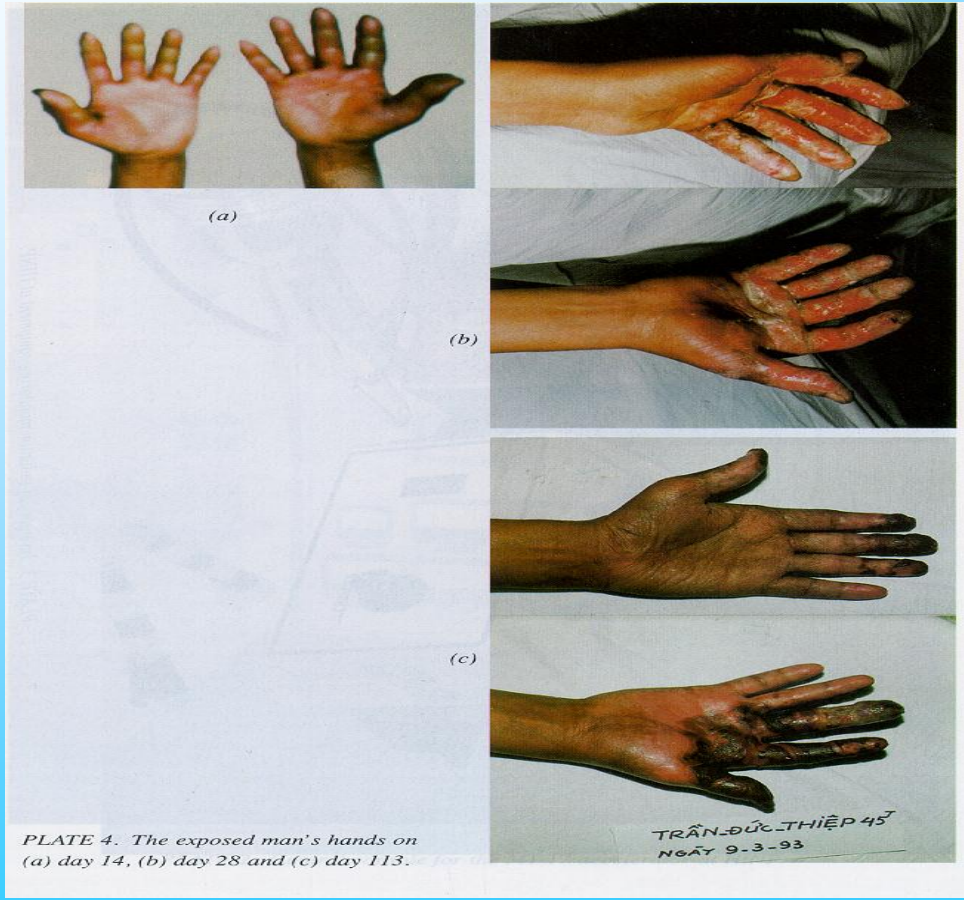



PLATE 4. The exposed man's hands on (a) day 14, (b) day 28 and (c) day 113.

مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

*18. Patient A (Day 26): burns to the legs and feet.*

# مركز الاختبارات و الأبحاث الصناعية

شكرا لاهتمامكم

الفيزيائي .حميد الذياب