وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل
كلية العلوم الصرفة
قسم الفيزياء

# التلوث الاشعاعي

بحث مقدم الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة بابل
وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكلوريوس في الفيزياء

اعداد الطالبة
زهراء عدي رزاق

بأشراف الدكتور
أ.م.د :- علي عبيس محسن

1445هـ ٢٠٢٤م

## شكر وتقدير

**الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيد المرسلين محمد واله الطيبين الطاهرين .....**

## أما بعد

**يسرني ان أتقدم بكل فخر واعتزاز بالشكر الجزيل وخالص امتناني وتقديري العميقين الى استاذي الفاضل (د ـ علي عبيس محسن ) للمعلومات التي رفدني بها وبالخبرة الواسعة التي لم يبخل علي بها من اجل انجاز هذا المشروع.....**

**كما أتقدم بالشكر والامتنان الى جميع اساتذة القسم المحترمين وكل من ساهم في انجاز هذا المشروع**

# بسم الله الرحمن الرحيم

وَقَالَ الَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ وَيْلَكُمْ ثَوَابُ اللَّهِ خَيْرٌ لِّمَنْ آمَنَ وَعَمِلَ صَالِحًا وَلَا يُلَقَّاهَا إِلَّا الصَّابِرُونَ (٨٠)

صدق الله العظيم

# الاهداء

الى من سهرت الليالي تربيني ---------- أمي الحنون

الى من ضحى بعمره ليضيء طريقي ---------- ابي العزيز

الى من أعيش لا جله وسر سعادتي -------- زوجي الحبيب

الى من وقفوا بجانبي في شدتي ---------- اخي واختي

الى من ديمومتهم سر نجاحي -------- صديقاتي واصدقائي

الى من بذلوا الجهد لتعليمي ---------- اساتذتي المحترمين

اهدي لهم ثمرة جهدي ودراستي

اهدي لهم هذا المشـــــــــروع

لن انسى فضلكم ما حييـــــــت

## الملخص

يهدف البحث إلى الكشف عن التلوث الإشعاعي في العراق، فقد تبين أن الحروب هي السبب الرئيسي في تزايد رقعة انتشار التلوث الإشعاعي. وقد زاد من تفاقم هذه المشكلة الصراع بين قوى واستخدامات اليورانيوم المنضب. لاحظ أنه من الحربين الأخيرتين على العراق (١٩٩١ و ٢٠٠٣) فإن معظم الحروب التي جاءت في أسلحتهم عتاد وذخائر اليورانيوم، وكذلك تضاعف كمية اليورانيوم التي استخدمت عام ١٩٩١ عن عام ٢٠٠٣، كمية اليورانيوم المقدرة التي استخدمت في حرب ١٩٩١ ( ٣٧٥ طناً، بينما وصلت في حرب ٢٠٠٣ إلى (١١٠٠-٢٢٠٠) طن، وهذا ما ميز بين حربي القطر، فضلاً عن المناطق المتضررة من الحرب الأخيرة من المناطق السكنية والمدنية. وقد قدر الخبراء كمية اليورانيوم التي يتم رميها على العراق في عام ٢٠٠٣ بـ ٧ أضعاف القنبلة التي ألقيت على هيروشيما وناكازاكي، كما وجد البحث أن سبباً آخر للتلوث الإشعاعي في العراق هو قلة الوعي البيئي بشكل عام حوله. وتمثلت البلاد في عمليات النهب والسرقة التي شهدتها المنشآت النووية أمام القوات الأمريكية التي وقفت متفرجة دون حراك، بالإضافة إلى قلة الوعي والجهل والتخلف في الاحتفاظ بالمواد المشعة في منازلهم، مما يزيد من خطورة الوضع. إن انتشار التلوث الإشعاعي في العراق يعرضهم لخطر الإصابة بأخطر أنواع الأمراض السرطانية.

# فهرست المحتويات


| العنوان | الصفحة |
|---|---|
| شكر و تقدير | I |
| الآية | II |
| الإهداء | III |
| الملخص | IV |
| فهرست المحتويات | VI |
| | VII |
| **الفصل الأول (الاشعاع)** | 1 |
| **المقدمة** | 2 |
| الاشعة المؤينة | 3 |
| التركيب الذري | 6 |
| النشاط الاشعاعي | 8 |
| أنواع الاشعة المؤينة | 10 |
| وحدات قياس الاشعة | 12 |
| التأثيرات البيولوجية الاشعة المؤينة | 14 |
| **الفصل الثاني (مصادر الاشعاع )** | 16 |
| المقدمة | 17 |
| نبذة تاريخية | 17 |
| مصادر الاشعاع الطبيعية | 17 |
| مصادر الاشعاع الصناعية | 18 |
| التعرض الناتج من مصادر اشعاعية مختلفة | 19 |
| مصادر التلوث الاشعاعي في العراق | 20 |
| **الفصل الثالث**<br>**اثار التلوث الاشعاعي على العناصر البيئية** | 22 |
| التوزيع المكاني للتلوث الاشعاعي في العراق | 24 |
| مصادر التلوث الاشعاعي في العراق | 29 |
| اجمال مصادر التلوث بالتالي | 30 |
| **الفصل الرابع**<br>**معالجة التلوث الاشعاعي** | 32 |
| طرق معالجة التلوث الاشعاعي | 33 |
| حالات التعرض للإشعاع | 34 |

| | |
|---|---|
| الاثار الصحية للإشعاع المؤين | 35 |
| المصادر العربية | 37 |
| المصادر الاجنبية | 38 |

# الفصل الاول

# ( الإشعاع )

## ١_١ المقدمة:

التلوث الإشعاعي مصدر قلق بيئي وصحي ينتج عن الإفراج عن النفايات الإشعاعية في البيئة ويمكن أن ينجم عن مصادر طبيعية وأنشطة بشرية.يعتبر التخلص من النفايات السائلة الإشعاعية في البيئة مصدرًا للتلوث الإشعاعي، ولحماية الصحة العامة، من الضروري معرفة سلوك كل نظير مشع في وسائط مختلفة، ويمكن تقييم هذا السلوك باستخدام نموذج رياضي تنبؤي تشير الدراسات إلى أن المواد الإشعاعية الطبيعية تشكل أكثر من ٨٠% من التعرض البشري للإشعاع المؤين، وترتبط التركيزات المرتفعة لهذه المواد بمخاطر صحية شديدة، وتم الإبلاغ عن تركيزات تتجاوز الحدود المسموح بها في المياه والتربة والهواء في نيجيريا ، تم تحليل المصادر الرئيسية للنشاط الإشعاعي داخل محطة طاقة نووية نموذجية، ووجد أن تركيزات النظائر المشعة في انبعاثات الهواء كانت الأعلى لنظائر معينة، بينما كانت تركيزات المواد الكيميائية غير الإشعاعية الضارة في الهواء أقل من الحد المسموح به باستثناء ثاني أكسيد النيتروجين أظهرت دراسة أن التلوث الإشعاعي قد لا يؤثر سلبًا دائمًا على عمليه النظام البيئي مثل تحلل الأوراق المتساقطة، وقد يؤدي إلى زيادة فقدان كتلة الأوراق بسبب تأثيرات محتملة مثل تعويض الكائنات المتحللة المعرضة للنظائر المشعة. تم تحليل اختبارات الأسلحة النووية التي أجريت في النصف الثاني من القرن

العشرين وتأثيرها على التلوث الإشعاعي في البيئات الجوية والمائية والتحت أرضية، مع التركيز على تركيزات النظائر المشعة الرئيسية المنطلقة والتأثيرات الصحية الإقليمية ، تمت مناقشة التلوث الإشعاعي كمشكلة من مشاكل الطوارئ الطبيعية والبشرية، مع التركيز على الحلول المقترحة لمنع حالات التلوث الإشعاعي وتقليل المخاطر والتداعيات تشير الدراسات إلى أن التلوث الإشعاعي الأنثروبوجيني الأكثر أهمية اليوم يأتي من الاختبارات الجوية للأسلحة النووية التي أجريت قبل ٢٠-٣٠ عامًا، والتصريف المصرح به في البحر من محطات إعادة معالجة النووية، ومن حادث تشيرنوبيل في عام ١٩٨٦.

تم تطبيق مرشح كالمان الموسع (EnKF) مع نموذج نقل كيميائي لتقدير الانبعاثات المشتركة للمواد الإشعاعية من مصدر نقطي وتحسين توقع انتشارها، مما يشير إلى إمكانية تحسين التنبؤ بالتلوث الإشعاعي. تمت مناقشة تطبيق المواد الإشعاعية والنووية في توليد الطاقة والصناعات والبحث وكيف يمكن أن يؤدي ذلك إلى التلوث الإشعاعي، مع التركيز على الاتفاقيات الدولية والإعلانات التي تم تطويرها للسيطرة على التلوث الإشعاعي. التلوث الإشعاعي يمكن أن ينجم عن مصادر متعددة، سواء كانت طبيعية أو ناتجة عن الأنشطة البشرية، وأن له تأثيرات متنوعة على البيئة والصحة العامة

**التلوث الإشعاعي :- الذي يسمى أيضًا التلوث المُشع، هو ترسب أو وجود مواد مشعة على الأسطح أو داخل المواد الصلبة أو السوائل أو الغازات (بما في ذلك جسم الإنسان)، حيث يكون وجودها غير مقصود أو غير مرغوب به (حسب تعريف الوكالة الدولية للطاقة الذرية.[١][٢] الرمز المستخدم للتحذير من الإشعاعات يمثل هذا التلوث خطرًا بسبب اضمحلال النشاط الإشعاعي للملوثات، والذي تنتج عنه تأثيرات ضارة مثل الإشعاعات المؤينة (أي أشعة ألفا وبيتا وغاما) والنيوترونات الحرة. تُحدّد درجة الخطر من خلال تركيز الملوثات، وطاقة الإشعاع المنبعث، ونوع الإشعاع، وقرب التلوث من أعضاء الجسم. من المهم أن يكون واضحًا أن التلوث يؤدي إلى خطر الإشعاع، وأن مصطلحي «الإشعاع» و «التلوث» لا يمكن تبادلهما.**

**يمكن تصنيف مصادر التلوث الإشعاعي إلى مجموعتين: طبيعية وأخرى من صنع الإنسان. بعد تفريغ الاحتواء النووي في الغلاف الجوي أو خرق احتواء المفاعل النووي، سيتلوث كل من الهواء والتربة والأشخاص والنباتات والحيوانات في المنطقة المجاورة بالوقود النووي ونواتج الانشطار النووي. إن قارورة منسكبة من المواد المشعة مثل نترات أورانيل، تلوث الأرض وأي قطع مُستخدمة لمسح هذا التسرب. تكون حالات التلوث الإشعاعي واسعة الانتشار يمثل هذا التلوث خطرًا بسبب اضمحلال النشاط الإشعاعي للملوثات، والذي تنتج عنه تأثيرات ضارة مثل الإشعاعات المؤينة (أي أشعة ألفا**

وبيتا وغاما) والنيوترونات الحرة. تُحدّد درجة الخطر من خلال تركيز الملوثات، وطاقة الإشعاع المنبعث، ونوع الإشعاع، وقرب التلوث من أعضاء الجسم. من المهم أن يكون واضحًا أن التلوث يؤدي إلى خطر الإشعاع، وأن مصطلحي «الإشعاع» و «التلوث» لا يمكن تبادلهما يمكن تصنيف مصادر التلوث الإشعاعي إلى مجموعتين: طبيعية وأخرى من صنع الإنسان. بعد تفريغ الاحتواء النووي في الغلاف الجوي أو خرق احتواء المفاعل النووي، سيتلوث كل من الهواء والتربة والأشخاص والنباتات والحيوانات في المنطقة المجاورة بالوقود النووي ونواتج الانشطار النووي. إن قارورة منسكبة من المواد المشعة مثل نترات أورانيل، تلوث الأرض وأي قطع مُستخدمة لمسح هذا التسرب. تشمل حالات التلوث الإشعاعي واسعة الانتشار لا تزال آثار التلوث الإشعاعي على عمليات النظام البيئي مثل تحلل القمامة غير معروفة إلى حد كبير. ونظرًا لأن النويدات المشعة المتراكمة في التربة والكتلة الحيوية النباتية يمكن أن تكون ضارة للكائنات الحية، فقد يتغير أداء النظم البيئية بسبب التلوث الإشعاع

## ١_٢ لأشعة المؤينة

تُعد الإشعة المؤينة من العوامل البيئية التي لها تأثيرات متعددة وعميقة على الكائنات الحية والجزيئات البيولوجية. تشمل هذه التأثيرات تغييرات على المستوى الخلوي قد تؤدي إلى موت الخلايا أو تغيير المعلومات الوراثية، مما ينتج عنه تأثيرات نسيجية ضارة أو تأثيرات عشوائية تزداد احتماليتها مع زيادة الجرعة. تتضمن الآليات الضارة للإشعاع المؤين تفاعلات أكسدة تؤدي إلى تلف الحمض النووي DNA، الدهون، البروتينات، والعديد من الأيضات.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن للإشعاع المؤين أن يؤدي إلى تغييرات في التعبير الجيني ونشاط البروتينات مما يساهم في الآثار البيولوجية للأشعة السينية.تُظهر الدراسات الحديثة أن الإشعاع المؤين يمكن أن يؤثر على العمليات الأيضية ويسبب الإجهاد التأكسدي المزمن الذي يسهم في تأثيرات الإشعاع طويلة الأمد على الاستقرار الجينومي.

كما تم التعرف على تأثيرات الإشعاع المؤين على الميتوكوندريا، والتي قد تشمل تغييرات في DNA الميتوكوندريا والوظائف الأيضية والإنزيمات المضادة للأكسدة.

من ناحية أخرى، يُعتبر الإشعاع المؤين عاملاً مهمًا في تشكيل البيئات الصالحة للسكن الكوكبي وأصول الحياة، حيث يلعب دورًا في تكوين العناصر الحيوية وتخليق الجزيئات العضوية. ومع ذلك، فإن الإشعاع المؤين يمكن أن يكون له تأثيرات مزدوجة، مثل تقييد بقاء الحياة السطحية على المريخ بينما يدعم بيئة دون سطحية محتملة في محيط أوروبا.

تصاحب معظم فعاليات الذرة ونواتها إشعاعات من أنواع مختلفة تتخلص الذرة أو النواة بواسطتها من ـطاقتها الإضافية وتمتاز الأشعة المؤينة بقدرتها على تأين أو تهيج ذرات المادة والتي تتفاعل معها وذلك عندما تكون الطاقة الحركية أو طاقة فوتونات الاشعاع اكبر من الطاقة اللازمة لتهيج الالكترونات أو اقتلاعها من الحزمة التكافئية لذرة المادة. وتكون الإشعاعات المؤينة على نوعين هي الإشعاعات المؤينة بصورة مباشرة .

**١_٣ التركيب الذري:-**

التركيب الذري لأشعة المؤينة يتعلق بالطاقة الكافية لإزالة الإلكترونات من الذرات، مما ينتج عنه

إلكترونات حرة سالبة الشحنة وذرات مؤينة موجبة الشحنة.يُظهر البحث أن الإشعاع المؤين يمكن أن

يكون على شكل فوتونات (أشعة إكس وأشعة غاما) أو جسيمات (جسيمات ألفا وبيتا والنيوترونات)، وهذه

الأنواع من الإشعاع معروفة بأنها مسرطنة للإنسان. تُشير الدراسات إلى أن البوتنشيال الأيوني للذرة

يتناسب عكسيًا مع حجم الذرة، ويُعتبر البوتنشيال الأيوني مقياسًا للعمل المطلوب لرفع إلكترون من الحلقة

الخارجية للذرة.تُظهر الأبحاث أن الذرات شديدة الأيونية، التي يمكن أن تكون مؤينة أكثر من ٤٠ مرة،

تكشف عن أهمية عدة تأثيرات مثل النسبية وبنية النواة أو الديناميكا الكمومية الكهربائية (QED)، والتي قد تكون غائبة أو غير مهمة في الذرات المحايدة أو القليلة الأيونية.

يُشير بحث آخر إلى أن الذرة تصبح مستقرة ضد التحلل بواسطة الأيونات المتعددة الفوتونات في حالة الحقول الإشعاعية عالية التردد والشدة، ويؤدي ذلك إلى انخفاض كبير في البوتنشيال الأيوني وزيادة حجم الذرة.

الأبحاث تُظهر أن الإشعاع المؤين يتضمن طاقة كافية لإزالة الإلكترونات من الذرات، وأن هناك علاقة

بين البوتنشيال الأيوني وحجم الذرة. كما تُشير الدراسات إلى أن الذرات شديدة الأيونية تكشف عن تأثيرات

مهمة مثل النسبية والديناميكا الكمومية الكهربائية، وأن الذرات تحت تأثير حقول إشعاعية عالية التردد

والشدة تعاني من تغيرات كبيرة في البوتنشيال الأيوني والحجم.

الأشعة المؤينة هي نوع من الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يمتلك طاقة كافية لإزالة الإلكترونات من

الذرات، مما يؤدي إلى تكوين إلكترونات حرة ذات شحنة سالبة وذرات متأينة ذات شحنة موجبة.

يمكن تصنيف الإشعاع المؤين إلى فئتين: الفوتونات (الأشعة السينية والأشعة الجاما) والجسيمات

(جسيمات ألفا وبيتا والنيوترونات).تشير الأبحاث إلى أن الإمكانية الأيونية للذرة، وهي العمل المطلوب لرفع إلكترون من الحلقة الخارجية للذرة وفقًا لنموذج بور، تتناسب عكسيًا مع نصف قطر الحلقة الخارجية.

ويُعتقد أن حدود الذرة لا تتوافق بالضبط مع الحلقة الخارجية، بل يجب أن تمتد إلى ما وراءها. ويُظهر تأثير الكهروضوئية أن هناك عملًا مطلوبًا لإزالة إلكترون من ذرة في الحالة الصلبة، وهو أقل من الإمكانية الأيونية، لكنه يقارب الإمكانية الإشعاعية في الذرات المتأينة بشكل كبير، تكشف الطيفية عن أهمية عدة تأثيرات ناتجة عن النسبية وبنية النواة أو الديناميكا الكمومية الكهرومغناطيسية (QED)، والتي إما أن تكون غائبة أو غير مهمة في حالة الذرات المحايدة أو المتأينة بشكل طفيف .

تحت ظروف الإشعاع الشديدة، يمكن أن تتعرض الذرة لتشوه كبير وتحولات في الطاقة المعروفة بتحولات ستارك التي تؤدي إلى انخفاض سريع في الإمكانية الأيونية وزيادة كبيرة في حجم الذرة ، ويُظهر أن الذرة تصبح في الحقول القوية جسمًا على شكل دونات (حلقة).من خلال هذه الأبحاث، يمكننا أن نفهم أن التركيب الذري للأشعة المؤينة يعتمد على الطاقة الكافية لإزالة الإلكترونات من الذرات وأن هذه العملية تؤثر على حجم وشكل الذرة نفسها.

## ١_ ٤ النشاط الاشعاعي :-

نشاط الإشعاع المؤين هو نوع من الإشعاع الذي له القدرة الكافية لإزالة الإلكترونات من الذرات، وله تأثيرات متعددة على الحياة والبيئة.

اهم النقاط الرئيسية لنشاط الاشعاع المؤين :

الإشعاع المؤين يلعب دورًا حاسمًا في تكوين البيئات الصالحة للسكن وأصل الحياة، ولكنه أيضًا يمكن أن يكون له تأثيرات ضارة على الكائنات الحية والجزيئات المعقدة.

١- يُصنف الإشعاع المؤين إلى فوتونات (الأشعة السينية والأشعة الجاما) وجسيمات (جسيمات ألفا وبيتا والنيوترونات)، وقد تم تحديد أنواع معينة من الإشعاع المؤين كمسرطنات معروفة للإنسان .

٢ - يؤدي التعرض للإشعاع المؤين إلى تنشيط مسارات إشارات الخلايا وتنظيم تعبير الجينات، مما قد يساهم في الآثار البيولوجية للأشعة السينية.

٣- الإشعاع المؤين يمكن أن يؤدي إلى زيادة تعبير ونشاط جين MET، مما يعزز الغزو الخلوي ويحمي الخلايا من الاستماتة، وبالتالي يدعم مقاومة الإشعاع.

٤- الإشعاع المؤين له علاقات مهمة مع السرطان، بما في ذلك إنتاج السرطان بواسطة الإشعاع والتأثيرات التدميرية للإشعاع على العملية الورمية

٥- الإشعاع المؤين يمكن أن يؤدي إلى تأثيرات بيولوجية متنوعة ومخاطر محتملة، بما في ذلك السرطانات الجلدية المستحثة بالإشعاع وأنواع أخرى من الأورام الإشعاعية.

٦- يتم تنظيم تخليق البروتين بواسطة الإشعاع المؤين، حيث يحدث تنظيم في الخلايا غير المحولة ويفقد مع التحول.

٧- يمكن للإشعاع المؤين أن يؤدي إلى مقاومة تكيفية عبر شبكة إشارات بقاء تشمل عامل النسخ Bκ-NF ومستشعر الضرر الجيني ATM.

٨- الإشعاع المؤين له دور مزدوج، حيث يمكن أن يكون مفيدًا في تكوين البيئات الصالحة للحياة وأصل الحياة، ولكنه أيضًا يمكن أن يكون ضارًا بالكائنات الحية ويساهم في تطور السرطان. يؤثر الإشعاع المؤين على تنظيم الجينات ومسارات الإشارات الخلوية، ويمكن أن يعزز مقاومة الإشعاع والغزو الخلوي في الخلايا السرطانية.

تظهر الأبحاث المختلفة أن الإشعاع المؤين يمكن أن يؤدي إلى تنشيط عدة مسارات إشارة داخل الخلايا، مما يؤثر على تعبير الجينات ووظائف الخلايا. في إحدى الدراسات، وُجد أن الإشعاع المؤين ينشط عامل النسخ kappa B-NF، وهو عامل يلعب دورًا مهمًا في الاستجابات الالتهابية والمناعية، وذلك عن طريق زيادة قدرته على الارتباط بالحمض النووي وزيادة مستويات mRNA الخاصة به.كما أظهرت دراسة أخرى أن الإشعاع ينشط مستقبلات النمو مثل مستقبلات عامل النمو الشبيه بالأنسولين R١-IGF، مما يؤدي إلى تعزيز البقاء على قيد الحياة وإصلاح الحمض النووي في الخلايا المعرضة للإشعاع.

بالإضافة إلى ذلك، تُشير الأبحاث إلى أن الإشعاع المؤين يمكن أن يعزز تعبير الجينات الفيروسية المتأخرة في الخلايا المصابة بفيروسات الهربس البسيطة، وذلك عبر مسار p٣٨، مما يوفر أساسًا لاستخدام الإشعاع لتعزيز الجينات السامة للخلايا المدخلة في الخلايا السرطانية بواسطة النواقل الفيروسية.

وتُظهر دراسة أخرى أن الإشعاع يؤثر على تنظيم تخليق البروتين في الخلايا غير المحولة، ويفقد هذا التأثير مع التحول الخلوي، مما يشير إلى أن الإشعاع يمكن أن يؤثر على البقاء على قيد الحياة وإصلاح الحمض النووي عن طريق التأثير على تخليق البروتين. من ناحية أخرى، تُظهر الدراسات أن الإشعاع المؤين يمكن أن ينشط كينازات التيروزين الخاصة في الخلايا السلفية للخلايا اللمفاوية B، مما يؤدي إلى الاستجابة للإشعاع بتحفيز الاستماتة وموت الخلايا القادرة على التكاثر.

وتُشير دراسة أخرى إلى أن الإشعاع ينشط كينازات ماب (MAPK) في خلايا السرطان عن طريق آلية تعتمد على الكالسيوم. كما يُظهر الإشعاع المؤين قدرته على تنشيط تعبير جين EGR١ من خلال عناصر CArG، بالإضافة إلى ذلك، يُظهر الإشعاع المؤين قدرته على تعزيز الهجرة والغزو للخلايا السرطانية من خلال تحفيز التحول الظهاري-الميزنشيمي (EMT) الذي يتوسطه عامل النمو المحول (β-TGF).

وقد تم أيضًا تحديد تنشيط كيناز التيروزين lyn٥٣p/٥٦p بواسطة الإشعاع، مما يشير إلى دور محتمل في تنظيم دورة الخلية.أخيرًا، تُظهر الأبحاث أن الإشعاع يمكن أن يؤدي إلى تعبير مفرط ونشاط للجين MET، والذي بدوره يعزز الغزو الخلوي ويحمي الخلايا من الاستماتة، مما يدعم مقاومة الإشعاع.

## ١_٥ انواع الاشعة المؤينة:-

الإشعاع المؤين هو الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي لديه طاقة كافية لإزالة الإلكترونات من الذرات. يؤدي التأين إلى إنتاج إلكترونات حرة سالبة الشحنة وذرات متأينة موجبة الشحنة. يمكن تصنيف الإشعاعات المؤينة إلى فئتين:

الفوتونات (الأشعة السينية وأشعة جاما) والجسيمات (جسيمات ألفا وبيتا والنيوترونات). تم إدراج خمسة أنواع أو مصادر للإشعاعات المؤينة في تقرير المواد المسرطنة المعروفة بأنها مواد مسرطنة للإنسان، في أربع قوائم منفصلة:

• **الأشعة السينية** :-تم إدراج الأشعة السينية وأشعة جاما (المدرجة في قائمة واحدة) لأول مرة في التقرير الحادي عشر عن المواد المسرطنة (٢٠٠٤). ).هي عبارة عن نواة ذرة الهليوم المتكونة من نيترونين و بروتونين ذات دقائق ثقيلة وتملك شحنتين موجبتين وتنتقل ببطء في خطوط مستقيمة ولمسافات قصيرة جدا سنتمترات في الهواء لا يمكن ها اختراق الجلد البشري الا لبضع عشرات المايكرونات بسبب قابليتها للاختراق محدودة وتكفي للحماية منها مواد رقيقة وتسبب ضرر صحي في إنسجة الجسم خلال مسار بسيط وتسبب ضرر كبير اذا تم استنشاقها أو بلعها ( ابتلاع المواد المشعة التي تخرج منها جسيمات الفا ) كما وإنها تسبب درجة عالية من التأين. تعرف بأشعة ray-x وهي عبارة عن اشعاعات كهرومغناطيسية مماثله لاشعة كاما ولكن تختلف من حيث منشأهاَ فاشعة كاما منشاها نواة الذرة ، بينما تتولد الأشعة السينية من عمليات خارج نواة الذرة عند اطلاق الجسيمات المشحونة (الالكترونات) عند تغيير مداراتها في الذرات وتسمى الأشعة السينية المميزة وخلال عملية تباطؤ الجسيمات المشحونة التي يمكن إن تتعرض لها في مجال كولومي وتسمى باشعة الكبح وتستخدم بالتشخيص والمعالجة الطبية ويتم الحصول على الأشعة السينية بواسطة أنابيب الأشعة السينية وتقسم لعدة مجاميع حسب فولتية توليد هذه الأشعة ابتداء من الطاقة القليلة (كيلوالكترون فولت إلى اكبر من واحد ميكا الكترون فولت) وتمتاز الأشعة السينية بقدرتها على النفاذية والاختراق وتؤثر على الافلام الفوتوغرافية ولها تطبيقات صناعية في الكشف عن التآكل والعيوب في الإنابيب وفي مجال الامن كفحص الحقائب والمسافرين في المطارات ويمكن ايقاف قدرتها على الاختراق بواسطة شريحة من الرصاص سمكها مليمترات قليلة.

**جسيمات بيتا** :- هي عبارة عن الكترونات سالبة الشحنة تدعى دقائق بيتا السالبة، أو بوزتروم موجبة الشحنة تدعى دقائق بيتا الموجبة ، تشعها النواة عند التحول من عنصر إلى اخر تتخلص من الشحنة باشعاع الكترون موجب أو تحصل على شحنة اضافية باشعاع الكترون سالب كما في التحليلين .

بروتون ----- نيترون + بوزترون (الكترون موجب) + نيوترينو

نيترون ----- بروتون + الكترون + ضديد نيـــــــــــــوترينو

في كلا الحالتين فإن اطلاق فوتونا أو اكثر من اشعة كاما يمكن إن يصاحب هذه العملية إضافة إلى إنطلاق دقائق متناهية بالصغر لا يحملان اي شحنة هما بنيترينو وضديد نيوترينو نظرالصغر كتلة جسيمات بيتا فإنها تنحرف

بسهولة عن مسارها ويكون مسارها ملتويا بخلاف جسيمات الفا ولها مديات اكثر من جسيمات الفا وتقارب سرعة جسيمات بيتا سرعة الضوء ولها مدى عدة امتار في الهواء وتخترق الطبقات الاساسية للبشرة ولغاية عدة سنتمترات وخطرة للعينين بصورة خاصة ، وبعض هذه الدقائق يمكنها اختراق الجلد واحداث تلف به وهي شديدة الخطورة اذا تم استنشاق ابخرة أو بلع المادة التي تنبعث منها هذه الأشعة ويمكن ايقاف إنبعاث هذه الأشعة برقائق بسيطة من الالمنيوم أو الخشب.

**جسيمات ألفا** :- هي عبارة عن نواة ذرة الهليوم المتكونة من نيترونين و بروتونين ذات دقائق ثقيلة وتملك شحنتين موجبتين وتنتقل ببطء في خطوط مستقيمة ولمسافات قصيرة جدا سنتمترات في الهواء لا يمكن ها اختراق الجلد البشري الا لبضع عشرات المايكرونات بسبب قابليتها للاختراق محدودة وتكفي للحماية منها مواد رقيقة وتسبب ضرر صحي في إنسجة الجسم خلال مسار بسيط وتسبب ضرر كبير اذا تم استنشاقها أو بلعها ( ابتلاع المواد المشعة التي تخرج منها جسيمات الفا ) كما وإنها تسبب درجة عالية من التأين.

**النترونات** :- دقائق متعادلة الشحنة تنطلق من النواة بطريقة الانشطار النووي كما في إنشطار عنصر اليورانيوم في المفاعلات ، والتفاعلات الاندماجية لنوى العناصر الخفيفة مثل إندماج نواتين من الهيدروجين الثقيل لتكوين نواة الهليوم وانطلاق نيوترون ، وكذلك تتولد نيترونات عند تفاعل جسيمات الفا مع البريليوم ، ويعد عنصر الكاليفورنيوم ٢٥٢ العنصر الوحيد يطلق النيترونات بشكل تلقائي ومناسب كمصدر نيتروني . وتمتلك النيترونات قدرة عالية على الاختراق لإنها لا تحمل شحنة كهربائية وتمر بسهولة خلال المواد المختلفة التي توقف الإشعاعات الاخرى وهي تشكل خطر مميت على جسم الكائن الحي .

• تم إدراج النيوترونات لأول مرة في التقرير الحادي عشر عن المواد المسرطنة (٢٠٠٤).

• الرادون وأشكاله النظائرية الرادون ٢٢٠ والرادون ٢٢٢، التي تنبعث منها في المقام الأول جسيمات ألفا، تم إدراجها لأول مرة في التقرير السنوي السابع عن المواد المسرطنة (١٩٩٤).• تم إدراج ثاني أكسيد الثوريوم، الذي يتحلل بانبعاث جسيمات ألفا، لأول مرة في التقرير السنوي الثاني عن المواد المسرطنة (١٩٨١).

تمت دراسة الإشعاعات المؤينة مثل الأشعة السينية وأشعة جاما على نطاق واسع واستخدامها في مجالات مختلفة مثل التصوير الطبي، والاختبارات الشعاعية غير المدمرة، والدفاع النووي، والأمن الداخلي، والبحث العلمي. ولذلك، فإن الكشف عن مثل هذه الإشعاعات عالية الطاقة بمواد وأجهزة عالية الحساسية ومنخفضة التكلفة أمر مهم للغاية ومرغوب فيه. برزت البيروفسكايت الهاليدية كمرشحات واعدة للكشف عن الإشعاع بسبب معامل امتصاص الضوء الكبير، والمقاومة الكبيرة، وتيار التسرب المنخفض، والتنقل العالي، والبساطة في التوليف والمعالجة مقارنة بالسيليكون التجاري (Si) والسيلينيوم غير المتبلور (Se-a). . في هذه المراجعة، نقدم نظرة عامة شاملة عن التقدم الحالي من حيث تطوير المواد وبنيات الأجهزة المقابلة للكشف عن الإشعاع.

نناقش خصائص عدد كبير من المركبات التي تم الإبلاغ عنها والتي تشتمل على هياكل هجينة عضوية وغير عضوية، وغير عضوية بالكامل، وبيروفسكايت عضوية بالكامل، ومضادات البيروفسكايت، بالإضافة إلى الاختراقات المستمرة في بنيات الأجهزة، والأداء، والاستقرار البيئي.

نحن نركز على التطورات الحاسمة التي شهدها هذا المجال في السنوات القليلة الماضية ونقدم رؤية قيمة لتطوير مواد وأجهزة الجيل التالي للكشف عن الإشعاع وتطبيقات التصوير.

## ١_٦ وحدات قياس الاشعة :-

وقد أوصت اللجنة الدولية لوحدات وقياسات الإشعاع (ICRU) بوحدات SI جديدة للإشعاعات المؤينة. وهي البيكريل (الرمز Bq)، الذي يساوي الثانية أس - ١، والرمادي (الرمز Gy)، الذي يساوي الجول لكل كيلوغرام. تمت التوصية باستبدال الرونتجن كوحدة التعرض بالكولوم لكل كيلوغرام (C/kg)، ولم يتم اقتراح اسم جديد لها. توصي ICRU بالتخلي عن وحدات rad وroentgen وecuri تدريجيًا على مدى عشر سنوات، وبأن يتم اتخاذ خطوات تحضيرية لتحقيق هذه الغاية في أقرب وقت ممكن من قبل مختلف الهيئات الوطنية والدولية من أجل تسهيل عملية سلسة وآمنة ومضمونة. انتقال فعال. منذ بداية عمل الأشعة السينية، تم استخدام غرفة التأين بشكل عالمي تقريبًا بين الفيزيائيين كوسيلة لقياس الإشعاع السينية. وعلى الرغم من بعض المعوقات التجريبية، فقد أصبح أكثر فأكثر أداة القياس القياسية في الأشعة الطبية أيضًا. وقد تم الآن التأكيد على أهميتها من قبل لجنة وحدة الأشعة السينية الدولية، التي تقترح تحديد جرعة الوحدة من حيث التأين الناتج عن الإشعاع في سنتيمتر مكعب من الهواء. إن اختيارهم للقوة المؤينة للإشعاع كأساس عملي لقياسها أمر يستحق الثناء تمامًا على أسس عملية ونظرية. إنها الخاصية التي يمكن قياسها بدقة وسهولة، وهي الخاصية التي يمكننا أن نأمل، بكل يقين، في ربطها بما نرغب حقًا في قياسه: طاقة الإشعاع.

تم استخدام عدد من الأنظمة الكيميائية لقياس كمية الإشعاعات المؤينة. ومن بين مقاييس الجرعات الأكثر حساسية تلك التي تستخدم الأصباغ. يستخدم أحد الأنظمة تدمير الصبغة ٢، ٣ ويستخدم نظام آخر إنتاج الصبغة الملونة عن طريق تحويل شكل الليوكو ٤. هذه الأنظمة ليست حساسة بشكل خاص، وتصل إلى ١ ملم. تتطلب العينة السميكة حوالي ١٠٣-١٠٤ رونتجنز لإعطاء تأثير ملموس. أثناء دراستنا للكيمياء الضوئية لأصباغ الثيازين في الأوساط الصلبة٥ لاحظنا أن أشكال الليوكو من هذه الأصباغ المنتجة كيميائياً ضوئياً تعطي نوعاً أحمر مع إشعاع الضوء فوق البنفسجي ولوناً أزرق (الشكل الطبيعي للصبغة) مع إشعاعات مؤينة. وهذا التأثير الأخير حساس للغاية، وقد تابعنا الأمر بشكل أكبر بهدف تطوير مقياس حساس للجرعات للإشعاعات المؤينة.

. **الراد(RAD):-** وهي اقدم وحدة قياس لكمية الطاقة الإشعاعية الممتصة (جرعة الامتصاص)

٢. **الرونتجن ( ROENTGEN):** وحدة قياس الأشعة الصادرة وتستخدم اساسا للأشعةَ السينية ويمكن تعريفها على إنها كمية الأشعة السينية أو اشعة كاما التي تؤدي لتوليد شحنة كهربائية مقدارها ( ١٠×٢.٥٨) كولوم/كغم من الهواء في الظروف القياسية ويرمز لها بالرمز R.

٣.**الكيوري (CURIE):** تعتبر مقياس للاشعة الصادرة وتمثل طاقة جول كيلو غرام من المادة والكيوري الواحد ١٠×٣.٧ إنحلال في الثانية ويرمز لها ci وكل ١ كيوري =١٠٠ راد

٤. **الريم (REM):** وهي الوحدة القديمة المستخدمة لقياس مكافئ الجرعة وتعرف بأنها وحدة قياس التأثير البايولوجي (الحيوي) للاشعاع الممتص.

**٥. السيفرت (SIEVERT)** :- وهي من احدث وحدات قياس التأشير الناتج عن امتصاص الأشعة وتعرف على ا نها الجرعة الموزعة وفق امكانية احداث الضرر الذي يسببه الاشعاع وتعادل ١جول لكل كيلو غرام والسيفرت = ١٠٠ ريم ويرمز له بالرمز (SV)

إن الجسم البشري غير قادر على التحسس بالإشعاعات المؤينة التي تسبب المخاطر ولاجل الوقاية وتقليل التعرض لهذه الإشعاعات تستخدم أجهزة ال كشف الاشاعي لقياس التعرض الإشعاعي ومقدار الجرعة الإشعاعية مستندا إلى قياس التأثير الذي يحدثه الاشعاع ومن اهم أنواع هذه الكواشف هي :-

**١ -الكواشف المملوءة بالغاز:-** والتي يكون مبدا عملها التأين فعند مرور الأشعة المؤينة في حجرة الكاشف تؤين ذرات الغاز وينتج عن تأين الغاز ذرات مشحونة والكترونات ونتيجة لفرق الجهد على قطبي الكاشف تتجه الايونات السالبة نحو المصعد والموجبة نحو المهبط وينتج عن ذلك تيار كهربائي يتم قياسه ويتناسب شدة تيار التأين طرديا مع شدة وكمية الأشعة ويستفاد من هذه الخاصية للاشعاع للكشف عنه بعدة أنواع مع الأجهزة كعداد حجرة التأين وعداد التناسب وعداد كايكر موللر.

٢ -وهناك بعض المواد لها خواص التألق ا تسمى بلمواد المتلئلئة اذا سقطت عليها الأشعة أعطت وميضا ضوئيا يمكن تحويله إلى تيار كهربائي باسقاطه على قطب معدني مشحون ثم مضاعفة الالكترونات الناتجة بتعجيلها بين اقطاب مختلفة ويسمى هذا النوع من الأجهزة بالعدادات الوميضية كعداد ايوديد الصوديوم وزنك سلفايت.

**٣ -مصادر التألق الحراري TLD:-** بعض البلورات لها قابلية التوهج الحراري THERMOLUMINCEN بعد تعرضها ل لاشعة حيث تقوم هذه الأشعة الساقطة بتهيج ذرات البلورة وتسبب تحرر الالكترونات وفجوات يتم اقتناصها (من قبل الشوائب المنشطة التي تضاف للبلورة أو من قبل التشوهات في البلورة) وتبقى طاقة التهيج التي حصلت عليها الالكترونات مختزنة في البلورة وعند تسخين البلورة تنطلق الطاقة مما يسب تألق المادة المسخنة والذي يتناسب مع عدد الالكترونات المحجوزة في المادة وبدوره يقاس بواسطة منظومة قياس الوميض الحراري. ومن البلورات المستخدمة للقياسات البيئية هي سلفات الكالسيوم أو فلوريد الكالسيوم المطعمة بالمنغنيز اما لمقاييس التعرض الشخصي فهي بلورات من فلوريد الليثيوم.

**٤ -افلام قياس مستوى التعرض الشخصي (فلم باج):-** حيث يمكن كشف الاشعاع بتأثيره على اللوح الفوتوغرافي ، ويحمل الفلم من قبل العاملين في حقل الاشعاع أو تطوى على شكل سوار أو حلقة ويزود الفلم بمرشحات مختلفة لغرض التفريق بين مختلف أنواع الأشعة ويحوي الفلم على مادة حساسة عبارة عن طبقة جلاتينية خفيفة تحوي على بلورات من مادة بروميد الفضة وبعد عملية التحميض والاظهار التي تجري على الفلم والغرض منها تثبيت حبيبات الفضة المتأثرة بالاشعاع وتحويلها إلى ذرات فضة والتي تظهر اسوداد الفلم والذي يتناسب مع كمية الأشعة الساقطة وتقاس درجة اسوداد الفلم بواسطة مقياس الكثافة ويحسب مقدار الجرعة الإشعاعية باستخدام منحني المعايرة.

**١_٧ التاثيرات البيولوجية الاشعة المؤينة:-**

الإشعاع المؤين هو مطفرة بيئية في كل مكان ومسرطن يستخدم على نطاق واسع في العلاج . ومع ذلك، لا يُعرف سوى القليل عن أحداث الإشارات الخلوية والتعبير الجيني المحدد بعد التعرض للإشعاع. نقوم بمراجعة الأدلة المتراكمة على أن الإشعاع المؤين يحفز مسارات نقل الإشارة التي تتضمن تنشيط البروتين كيناز C وبرنامج الأحداث الجينية التي قد تساهم في التأثيرات البيولوجية للأشعة السينية.

تم تحديد التأثيرات المتأخرة للتعرض للإشعاعات المؤينة على جسم الإنسان من خلال دراسات وبائية واسعة النطاق وطويلة الأمد. يُعتقد أن الدراسة الأترابية للناجين اليابانيين من القصف الذرّي على هيروشيما وناغازاكي (دراسة مدى الحياة) هي المصدر الأكثر موثوقية للمعلومات حول هذه الآثار الصحية بسبب حجم المجموعة، وتعرض عامة السكان لكليهما. الجنسين وجميع الأعمار، ومجموعة واسعة من الجرعات المقدرة بشكل فردي. ولهذا السبب، أصبحت دراسة مدى الحياة أساسية لتقييم المخاطر في نظام الحماية من الإشعاع التابع للجنة الدولية للوقاية من الإشعاع والسلطات الأخرى. يزيد التعرض للإشعاع من خطر الإصابة بالسرطان طوال الحياة، لذا فإن المتابعة المستمرة للناجين أمر ضروري. بشكل عام، يتعرض الناجون لخطر الإصابة بالسرطان بسبب الإشعاع، كما أن الأشخاص الذين تعرضوا للإشعاع وهم أطفال لديهم خطر أكبر للإصابة بالسرطان الناجم عن الإشعاع مقارنة بالأشخاص الذين تعرضوا له في الأعمار الأكبر. عند تناول جرعات عالية، وربما بجرعات منخفضة، قد يزيد الإشعاع من خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية وبعض الأمراض الأخرى غير السرطانية. ولم يتم اكتشاف التأثيرات الوراثية لدى أطفال الناجين من القنبلة الذرية. من المفترض أن تكون العلاقة بين الجرعة والاستجابة للسرطان عند تناول جرعات منخفضة، لأغراض الحماية الإشعاعية، خطية دون عتبة، ولكن لم يتم إثباتها بشكل نهائي. إن هذه القضية المعلقة ليست مشكلة عند التعامل بشكل مناسب مع الآثار الصحية المحتملة الناجمة عن الحوادث النووية، كما حدث في فوكوشيما وتشرنوبيل فحسب، بل إنها تشكل مصدر قلق متزايد فيما يتعلق بالتعرض المهني والطبي. ولذلك، يجب إنشاء العلاقة المناسبة بين الجرعة والاستجابة لتأثيرات الجرعات المنخفضة من الإشعاع.

بدأ الاهتمام بدراسة المخاطر الأشعة المؤينة وتأثيراتها البيولوجية بعد اكتشاف رونتجن للاشعة السينية وبكريل النشاط الإشعاعي والتي أدت إلى حالات مرضية فورية واخرى متأخرة بشكل أورام خبيثة ظهرت بعد مرور فترة من التعرض، ومن هذه التأثيرات الا صابة بسرطان العظام نتيجة الطلاء لاقراص الساعات من مادة الراديوم، اضافة إلى اكتشاف مضاره بعد استخدامه كعقار لبعض الامراض كالتهاب المفاصل ، كما ومن الممكن إن تؤدي الأشعة المؤينة إلى احداث تغييرات في التوازن الكيميائي لخلايا الجسم وبعض هذه التغييرات قد تؤدي إلى خلل فيً السائل الذري للانسان DNA إلى وبالتالي يؤدي إلى تحولات جينية خطيرة قد تنتقل ايضاالاطفال بعد ولادتهم ، إن تعرض الكميات الكبيرة من الاشعاع قد يؤدي إلى حدوث امراض خلال ساعات أو ايام ومنها إلى الوفاة خلال ٦٠ يوما من التعرض وفي حالة التعرض إلىً من الممكن إن تحدث الوفاة خلال ساعات قليلة واعراض الاصابة والاشعاع كميات كبيرة جداالمؤين قد تحدث خلال فترة طويلة على سبيل المثال في سرطان الدم اللوكيميا LEUKEMIAخلال سنتان نتيجة تراكم المواد المشعة في الجسم ، لذلك استوجب دراسة تأثيرات الأشعة لمعرفة استخدامها بالشكل السليم وتقليل احداث الضرر ، إن احداث تاثيرات الأشعة المؤينة على المواد

أو جسم الكائن الحي يتوجب تفاعل الأشعة مع المادة وترسيب جزء من طاقة الأشعة في المادة واحداث تهيج أو التأين لذرات المادة وهناك نوعان من الأشعة المؤينة وهما:

**التأثير المباشر للاشعاع :** يتم احداث التأين بذرات المادة أو الخلايا المباشرة (مثل الكروموسومات أو المركبات العضوية الاخرى) والتأثير الثاني هو التأثير غير المباشر للاشعاع ، ويتم إنتاج أو تكوين الايونات وتهيج ذرات المادة إنتقال طاقتها إلى الذرات الاخرى( مثل تاين جزيئات الماء في الخلية).

**وتقسم تأثرات الأشعة المؤينة على الجسم البشري إلى :**

**أولا: التأثيـــــــــــــــــــــرات الجسدية للاشعاع**

**ثانيا: التأثيـــــــــــــــــــــرات الوراثية للاشعاع**

## أولا : التأثيرات الجسدية للاشعاع

**وتظهر اعراضها على الشخص المتعرض للاشعة وتقسم إلى نوعين :**

١ ـ **الآثار المبكرة**: وتحدث خلال فترة تتراوح بين ساعات وعدة اسابيع من وقت التعرض لجرع اشعاعية عالية وتؤدي إلى موت عدد كبير من خلايا الجسم أو الكائن الحي ومنع أو تأخير إنقسام الخلايا ويدعى هذا النوع بالتعرض الإشعاعي الحاد.

٢ ـ **الآثار المتأخرة**: إن التعرض لجرعة إشعاعية واطئة يسبب تلفا لعدد من الخلايا ومع ظم هذا التلف ينتج عن الأشعة السينية واشعة كاما حيث يستطيع الجسم إصلاحه بسرعة عالية. ويدعى هذا التأثير للاشعاع طويل الامد ويؤدي إلى نوعين من التأثيرات هما :

**أ. الاثار العشوائية** : وهي تلك الاثار التي يتناسب احتمال حدوثها مع قيمة الجرعة الإشعاعية وتتضمن جميع أنواع السرطان والاثار الوراثية.

**ب. الاثار غير العشوائية** : وتحدث بعد إن تتجأوز قيمة الجرعة الإشعاعية عتبة أوحد معين ومن الأمراض التي تنتمي إلى هذا النوع من التأثير مرض عتامة عدسة العين وامراض الأجهزة التناسلية.

**ثانيا: التأثيرات الوراثية للاشعاع :** تنتج التأثيرات الوراثية للاشعاع عن تدمير أو تلف الخلايا التكاثرية ويحدث تاثيرات تعرف بالطفرة الوراثية وإن التعرض الناتج عن التشخيص الطبي قادر على إن يسبب الطفرات.

# الفصل الثاني
# مصادر الاشعاع

## ٢_١ المقدمة :-

من خلال تاريخ الانسان إن من الممكن إن يتعرض إلى الاشعاع من المحيط الذي يعيش فيه، يأتي هذا الاشعاع الطبيعي الخلفي من ثلاث مصادر رئيسية هي :

**الأشعة الكونية**: الأشعة من المصادر الأرضية والنشاط الإشعاعي في الجسم. ولايمكن معرفة ما اذا كان الاشعاع الخلفي مؤذيا ام مفيدا على تطور الصنف البشري وإن جزء من الطفرات الطبيعية في الخلايا يجب إن يكون مفيدا لذا يسهم في توليد اشكال اعلى من الحياة ومن ناحية اخرى إن الجزء الرئيس ي لكل الطفرات الوراثية يؤدي إلى عيوب وراثية اضافة إلى المصادر الطبيعية للاشعاع الخلفي فإنه توجد مصادر صناعية للاشعاع وكذلك التعرض الداخلي الناتج عن استنشاق وتناول المواد الحأوية على مواد مشعة طبيعية الموجودة في الهواء والغذاء ولها اسهاما مهما لتعرض السكان الكلي للاشعة.

## ٢_٢ نبذة تاريخية :-

في عام ١٨٩٦م اكتشف العالم بكريل إن احد املاح اليورانيوم يصدر اشعاع لم تكن طبيعته واضحة في ذلك الوقت واثبت بكريل إن الاشعاع الذي اكتشفه يصدر عن جميع مركبات اليورانيوم بما يعني إن مصدر الاشعاع هو ذرة اليورانيوم واتضح له إن هذا الاشعاع يحدث بصورة تلقائية مستمرة لا تؤثر عليه المؤثرات الخارجية من ضغط ودرجة حرارة ولهذا سمي اشعاع اليورانيوم بالاشعاع النشط. radiation Radioactive وتسمى هذه الظاهرة بالنشاطية الإشعاعية radioactivity وفي عام ١٨٩٨ قام العالم بيير كوري وزوجته ماريا سكلودوفسكيا البولندية الاصل والمشهورة باسم في خامات اليورانيوم العنصر الأول اطلق مدام كوري باكتشاف عنصرين جديدين يوجد اعليه الراديوم وهو عنصر اقوى في نشاطه الإشعاعي من اليورانيوم بمليون مرة بينما العنصر الثاني اطلقا عليه اسم مسقط رأس مدام كوري وهو البولونيوم وفي عام ١٩٠٨ م اكتشف العالم رزوفورد الغاز النشط اشعاعيا وهو الراديون بواسطة التحليل الطيفي.

## ٢_٣ مصادر الاشعاع الطبيعية:-

يسمى الاشعاع الذي يحيط ببيئة الانسان بصورة طبيعية ومستمرة (الخلفية الإشعاعية ) ومن الخصائص المميزة للاشعاع الطبيعي إنه يشمل سكان العالم ومقدار ه يختلف بتغيير الموقع الجغرافي ونوع التربة وتصنف المصادر الطبيعية إلى.

### ١. الأشعة ذات المنشأ غير الأرضي (الأشعة الكونية)

**أ.الأشعة الكونية الأولية** : عبارة عن أشعة وجسيمات ذات طاقة عالية مصدرها الفضاء الخارجي ، تزداد نسبتها بالارتفاع عن سطح الأرض وإن ملاحي وركاب الطائرات يتعرضون إلى جرع اشعاعية اضافية من الأشعة الكونية.

**ب. ا الأشعة الكونية الثنوية (النويدات المشعة المحفزة ) :** تتكون من تفاعل الأشعة الكونية الأولية مع نوى ذرات مكونات الجو واهمها (الكاربون ١٤)- (البريليوم٧) –(التريتيوم٣) مع نويدات اقل اهمية تتولد من تفاعل الأشعة الكونية مع مكونات الماء والتربة وتساهم في زيادة الخلفية الإشعاعية للهواء والماء مثل (البريليوم ١٠) و (الصوديوم٢٢) و (الفسفور٣٢)

## الأشعة ذات المنشأ الأرضي :-

أ. **النويدات المشعة المنفردة** : يوجد عدد من النويدات المشعة الطبيعية المنفردة ذات عمر النصف الطويل واهمها البوتاسيوم ٤٠ وهو النظير المشع الوحيد من بين ثلاث نظائر طبيعة للبوتاسيوم يوجد البوتاسيوم ٤٠ بنسبة ٠.٠١% في البوتاسيوم الطبيعي وهذا يحوي الغرام الواحد من البوتاسيوم على ٨٠٠ بيكوكيوري وتكون نسبة البوتاسيوم ٤٠ في التربة عالية نتيجة استخدام الاسمدة ومحتويات الصخور من البوتاسيوم ٤٠ ا تكون متفوتة ومن النويدات الاخرى الربديوم ٨٧ هناك نظيرات الريديوم في الطبيعة و احد منها مشع هو الريديوم ٨٧ ذات عمر نصف طويل تحتوي التربة على ٠٠١. % منه.

ب. **سلاسل النويدات المشعة**: وهي ثلاث سلاسل من النويدات المشعة الطبيعية الموجودة في قشرة الأرض وهي

***سلسلة اليورانيوم ٢٣٨**

***سلسلة الثوريـــــــــــــــوم ٢٣٢**

***سلسلة الاكتنيوم وتبدا بنظير اليورانيوم٢٣٥**

وتمتاز عناصر السلاسل الطبيعية المشعة بطول عمرها النصف وبوفرتها النسبية في قشرة الأرض وتمثل السبب الرئيس للتعرض الخارجي الطبيعي للاشعاع الأرضي ومن اهم النويدات المشعة لسلسلة انحلال اليورانيوم ٢٣٨ هو الراديوم ٢٢٦ والمتواجد في الصخور والذي يعد هووتفككه اهم النويدات المشعة طبيعيا المسؤولة عن نسبة كبيرة من الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها الانسان ويتركز في العظام. وكذلك غاز الرادون ٢٢٢ الناتج عن إنحلال الراديوم ٢٢٦ هو غاز غير مرئي عديم الطعم والرائحة واثقل من الهواء بسبع مرات ونصف وإن تركيز الرادون في المنازل والكهوف المغلقة اعلى منه في الهواء الطلق وفي الابنية جيدة التهوية ، ينحل غاز الرادون في الماء ويتغير تركيزه تبعا لمصدر المياه السطحية أو الجوفية.

**المصادر الداخلية** : وتمثل النويدات المشعة الموجودة طبيعيا التي تدخل في جسم الانسان وبكميات ضئيلة مثل البوتاسيوم ٤٠ والكاربون ١.

## ٢_٤ مصادر الاشعاع الصناعية:-

**يتعرض الانسان الى جرع اشعاعية صناعية في مجالات مختلفة منها:**

١ -استخدام وتعدين خامات اليورانيوم، تخصيب اليورانيوم ، تصنيع الوقود، تشغيل المحطات الكهرومائية ، اعادة معاملة الوقود المحترق ، إنتاج واستخدام النظائر المشعة ، معالجة النفايات المشعة، نقل وردم النفايات المشعة. ويؤدي هذا النشاط إلى تعرض العاملين والسكان لجرع اشعاعية بمستويات مختلفة اضافة إلى التلوث الإشعاعي في الجو،التربة والمياه.

٢ -التفجيرات النووية: تعتبر مصدر لإنتشار المواد المشعة تحت الأرض وفي الجو نتيجة التجارب والتفجيرات النووية تحت الأرض وفي الجو ومن نواتج التفجيرات المؤثرة على صحة الاحياء لطول اعمار انصافها هي السنترنيتوم ٩٠ والسيزيوم ١٣٧ .

٣ -التعرض الطبي: يمثل التعرض الإشعاعي الناتج عن استخدام الاشعاع في الطب المرتبة الأولى من حيث الكمية و من مصادر التعرض البشري المصادر الصناعية ويستخدم الاشعاع في الطب لأغراض التشخيص والعلاج

٤ -الصناعات غير النووية التي تركز المواد المشعة الطبيعية: يوجد العديد من الصناعات غير النووية التي تؤدي إلى تركيز العناصر المشعة الطبيعية ونقلها من مكانها إلى التجمعات البشرية وتسهم في زيادة الحركة الإشعاعية التي يتعرض لها العاملون في هذه الصناعات وعموم الناس ومن اهم هذه الصناعات هي صناعة الفوسفات وصناعة الفحم وصناعة النفط والغاز. يعبر الرمز norm المواد المشعة طبيعية المنشأ Natural occurring radioactive materia ويعبر الرمز tenorm Technologically enhanced natural occurring radioactive material اي المواد المشعة الطبيعية لارتباطها بالنشاط الصناعي والتعدين

## ٢_٥ التعرض الناتج من مصادر اشعاعية مختلفة:-

١) **أجهزة التلفاز الملون** : تبعث أجهزة التلفاز الملون اثناء تشغيلها اشعة سينية تولد تعرضا خارجيا للمشاهد وقد قيس مقدار التعرض من تلفاز نموذج جهده ٢٥كيلوفولت في امريكا بأنه يعطي تعرض مقداره ٠.٥ ملي رونتكن في الساعة إن مع ظم أجهزة التلفاز الملون في الوقت الحاضر تشتغل على اقل من جهد ٢٥كيلوفولت وتحتوي على غطاء زجاجي يحوي على مادة الرصاص الحاجز للاشعة السينية .

٢)**أجهزة التوقيت المضيئة** : الطاقة الناتجة نتيجة تحلل الراديوم ٢٢٦ يمكن تحويلها إلى ضوء بواسطة جهاز الومضات وقد أنتشر استغلال هذه الظاهرة في صناعة طلاء الأقراص المعدنية في الساعات وفي الأجهزة العلمية الاخرى وقد منع استخدام الراديوم ٢٢٦ واستعيض عنه بأصباغ منشطة بالتريتيوم يسبب تعرضا خارجيا اقل.

٣) **المنتجات الحاوية على اليورانيوم والثوريوم** : والمستخدمة في صناعة الخزف والأواني الزجاجية وفي صناعة العدسات الضوئية والتي تستخدم كعدسات بصرية للعين والتي تؤدي إلى تعرض عدسة العين .

٤) **كواشف الدخان والحرائق**: المستخدمة للدليل على حدوث الحرائق والحأوية على مصدر باعث لدقائق الفا الامريشيوم ٢٤١ وتبعث هذه الأجهزة جرعة واطئة في الحالات الاعتيادية.

٥) **التلوث نتيجة العمليات العسكرية** : تستخدم بعض الاسلحة المحرمة ومثال على ذلك استخدام الولايات المتحدة عند قصفها لجنوب العراق عام ١٩٩١ بأنواع الاسلحة منها اليورانيوم المنضب أو المستنفذ وهو المعدن الذي يعتبر كناتج عرضي عن عمليات تخصيب الوقود النووي وهذه التسمية ناتجة عن انخفاض نسبة اليورانيوم ٢٣٥ عن النسب الطبيعية وزيادة في نسبة اليورانيوم ٢٣٨ ويعتبر كنفايات نووية يتميز اليورانيوم المنضب بكثافة عالية ١٩غم/سم٣ وهو اثقل من الرصاص بـ ١.٦ مرة ومرتين ونصف من الحديد وكذلك يستخدم كقذائف مضادة للدبابات قوة اختراقه العالية مولدا ضغطً ويحول إلى هباء اليورانيوم وحرارة عالية ويحترق تلقائيا أو اليورانيوم المنضب له تا ثير كيمياوي سام وتأثير اشعاعي ولمركباته غير الذائبة خطورة في تلف الرئتين وخطورة كيميائية في تلف الكلية ، اضافة لذلك يتراكم بالتربة والمياه وكذلك المياه الجوفية . دلت الدراسات البيئية التي اجراها الباحثون العراقيون على النشاط الإشعاعي في المنطقة الجنوبية حيث تراوح النشاط الإشعاعي في المنطقة اعلى بكثير من الخلفية الإشعاعية ويصل إلى عشرة اضعاف.

## ٢_٦ مصادر التلوث الإشعاعي في العراق:-

**١-المنشآت النووية المدمرة**

**٢ – المواد المشعة الطبيعية المنشا**

**٣ – اليورانيوم المنضب**

**٤ – المصادر المشعة المفقودة**

**٥ – النفايات المشعة**

## ٢_٧ طرق الوقاية من التلوث الإشعاعي

**التلوث الصادر عن المعامل هناك عدة طرق للوقاية من التلوث الإشعاعي بحسب تقرير نشره موقع "ساينس مونك":**

١- إبقاء المفاعل النووي تحت عبوات مانعة للتسرب، حتى لا يكون هناك احتمال لتسرب المواد المشعّة، كما يجب أن يكون هناك نظام تبريد مناسب مثبت في المفاعل، حتى لا يُحدث تسرباً من خلال المبرد.

٢- يجب حظر التجارب النووية؛ أو إجراؤها في ظل ظروف صارمة للغاية، حتى لا تؤثر على البيئة أو البشر.

٣- يجب معالجة النفايات المشعّة بشكل صحيح، حتى لا تسبب ضرراً لأي شخص أو تلحق أضراراً بالطبيعة.

٤- يجب التخلص من النفايات الصناعية التي تحتوي على مادة مشعّة بعد إبطال مفعولها، أو في مكان يقلل من ضررها.

**أما بالنسبة للأفراد، فعليهم الآتي:**

١- ارتداء الملابس وانتعال الأحذية والقفازات الواقية من الإشعاع عند التعامل معه.

٢-الابتعاد قدر المستطاع عن المصدر المشع، حيث تقل شدّة الإشعاع كلما اتسعت الدائرة.

**مكافحة التلوث الاشعاعي تتم بما يلي:**

١- وضع تحذيرات في أماكن تواجد الإشعاعات.
٢- مراقبة التلوث الإشعاعي باتخاذ إجراءات الوقاية والأمن.
٣- تغطية أرضيات المباني بطبقة من مادة مقاومة للتفاعلات الكيميائية وللحرارة وأن تلصق لصقا جيدا لضمان عدم تسرب المواد المشعة تحتها.
٤- التهوية اللازمة في أماكن العمل بالإشعاعات والمواد المشعة.
٥- اتباع وتطبيق المواصفات المطلوبة بالنسبة للأسطح والجدران.
٦- الكشف عن التلوث الإشعاعي بواسطة الأجهزة المخصصة لذلك.

٧- تخزين المواد المشعة في أماكن آمنة مثل الدور الأرضي من المبنى مع تزويد المخزن عند مجاريه بأجهزة الكشف عن التلوث الإشعاعي مع ضرورة وضع المواد المشعة بالمخزن داخل حاويات ودروع مناسبة.
٨- معالجة النفايات المشعة عن طريق مكونات السيليكون تيتانيوم والأكسجين التي تسحب السيزيوم (المشع) منها.

***وهناك العديد من أنواع التلوث الإشعاعي الناتجة عن الصناعات الكيماوية. كما أن استخدام بعض القنابل المحرمة دوليا في الحروب يؤدي إلى التلوث الإشعاعي كما حصل بعد قصف كلا من العراق**

# الفصل الثالث

# أثار التلوث الإشعاعي على العناصر البيئية

## ٣_١ التوزيع المكاني للتلوث الإشعاعي في العراق:-

التلوث الإشعاعي من اخطر أنواع التلوث الذي يعاني منه العراق وبعض الدول في العالم،و استخدام الطاقة النووية للأغراض السليمة لتوليد الطاقة الكهربائية وفي المجالات الطبية والزراعية والصناعية،آلا أن الصراع المستمر بين دول العالم الكبرى والصراع حول الأقوى هو استخدام الأسلحة المشعة،فتحول من الأغراض السلمية الى الأغراض الحربية والمدمرة والفتاكة،فأول تلوث إشعاعي شهده العالم كان بتفجير أول قنبلة نووية في ألعالم عام 1945 في صحراء نيفادا في الولايات ألمتحدة ألأمريكية وقد تم تفجير هذه ألقنبلة فوق سطح ألأرض مما أدى إلى تكوين سحابة من الغبار المشع فوق منطقة التفجير، وفي نفس السنة تم ألقاء القنبلتين على مدينتي هيروشيما ناكازاكي اليابانيتين حيث تم تنفيذ أول تلوث إشعاعي في ألتاريخ .

أما أول تلوث إشعاعي تعرض له العراق كان بسبب الحرب أيضا إذ قصف سلاح الجو الإسرائيلي في عام ١٩٨١ المفاعل النووي العراقي،آلا أن اتخاذ التدابير اللازمة حال دون وقوع كارثة بيئية إشعاعية في العراق،والمرة الثانية عندما انفجرت مفاعل تشرنوبيل عام ١٩٨٦ في أوكرانيا ووصل تأثير الإشعاع الى المناطق الشمالية من العراق ، والتلوث الأخير هو في حربي الخليج الثانية والثالثة في عامي ١٩٩١و٢٠٠٣ والتي لا يزال تأثيراتها مستمرة ليومنا هذا.

وسرعان ما تحولت البيئة الملوثة من مشكلة إقليمية الى مشكلة عالمية نظراً لترابط البيئة الجغرافية عن طريق الماء والهواء،فالإنسان لا يستطيع أن يمنع الرياح والأمواج الملوثة من التنقل عبر القارات فالبيئة الجغرافية مساران متلازمان لا يمكن فصلهما فكل واحد يؤثر في الأخر.ولأهمية دور الجغرافي في النظرة الشمولية لمشكلة البحث ، سيتم استعراض هذه المشكلة بشكل علمي في تقصي المشكلة البيئية.

تعاني البيئة العراقية أخطر نوع من أنواع التلوث البيئي الخطر إلا وهو التلوث الإشعاعي الذي تعيشه البيئة العراقية،حيث يمكن صياغة اهم التساؤلات التالية:-

س1:-هل يوجد تلوث إشعاعي في بيئة العراق؟

س٢:-هل لهذا النوع من التلوث تأثير فعال وسام وفتاك بكل ما هو حي بمجرد الملامسة أو التعرض له أو استنشاقه؟

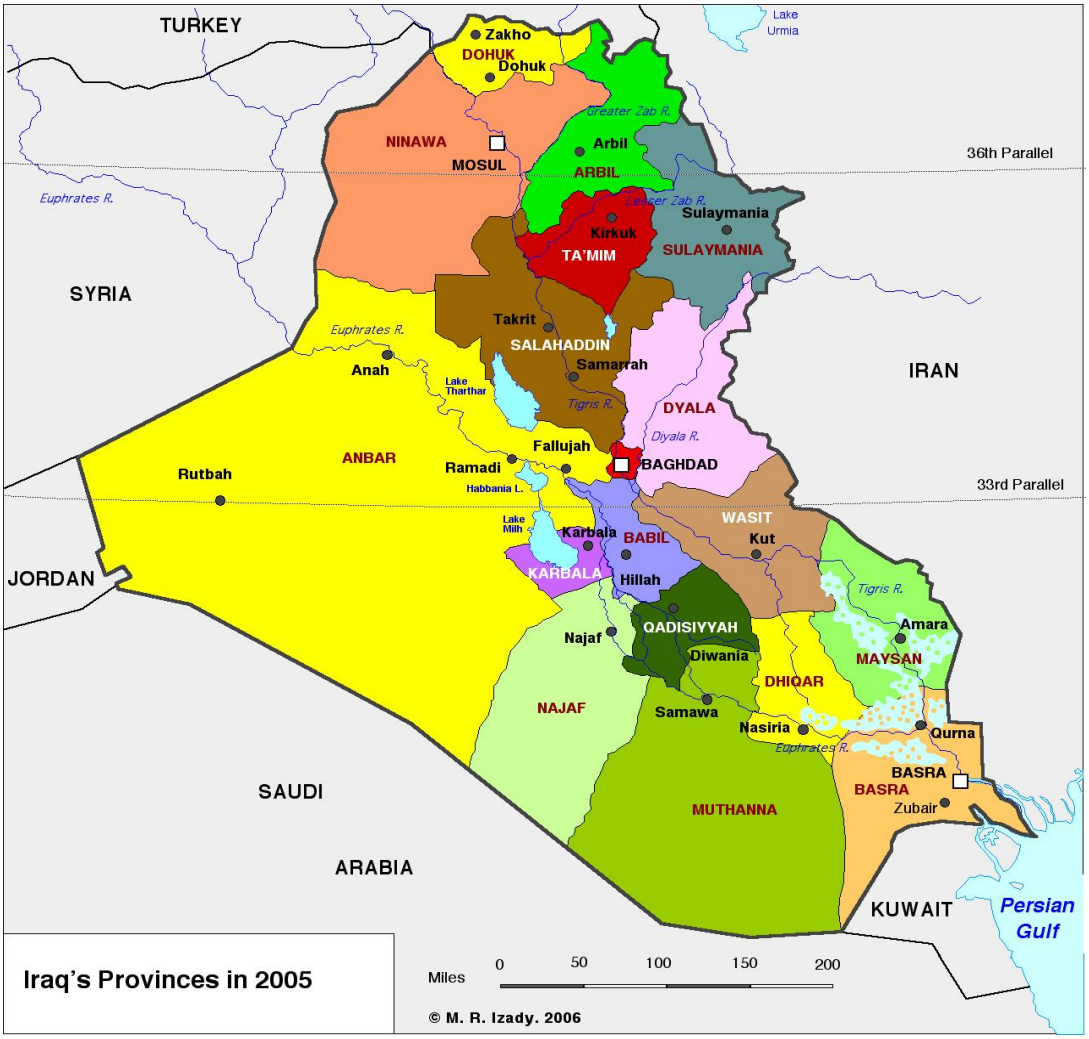
س٣:-هل بالإمكان تحديد المواقع المكانية(الجغرافية) المتعرضة للتلوث الإشعاعي وما هي مسبباته (مصادره) والوقوف عليها والوصول للنتائج ووضع الحلول اللازمة لحل المشكلة؟.

يقع العراق ضمن نطاق العروض شبه المدارية في نصف الأرض الشمالي لذلك تميز مناخه بكونه حاراً جافاً صيفاً،بارداً ممطراً شتاءاً،يقع العراق فلكيا عند دائرة عرض(٦ ْ ْ٢٩ــَ٢٧ ْ٣٧

شمالا) وبين خطي طول(٣٩ ˚٣٨ــَ٣٦ ˚٤٨ شرقا)،إما موقعه الجغرافي فيقع جنوب غرب القارة الأسيوية وفي الجزء الشمالي من شبه الجزيرة العربية [١].ينظر خريطة رقم(١)

وتتميز منطقة البحث بالتدرج بالارتفاع عن مستوى سطح البحر،هذا فيما يخص الحدود المكانية لمنطقة البحث،إما الحدود الزمانية فقد بالفترة الزمنية للحربين الأخيرتين على العراق من عام(حرب ١٩٩١ وحرب ٢٠٠٣ ولغاية ٢٠٠٨)فترة ما بعد الحرب واهم الإصابات المرضية التي ظهرت بعد الحربين الأخيرتين.

تعرض الإنسان منذ القدم للإشعاعات دوما عن طريق الإشعاعات الكونية القادمة من الفضاء كأشعة الشمس المنبعثة من الصخور و البراكين والمياه، وان كل أنواع الإشعاع شكله الطبيعي الموجود أصلا لا يؤثر سلبا علي عناصر البيئة ولا على الكائنات الحية وأيضا إن كل أنواع الإشعاع الطبيعي لا ينتج عنها تلوث إشعاعي .




خريطة رقم(١) توضح منطقة البحث

المصدر:- مديرية التخطيط العمراني ،محافظة ديالى،جامعة ديالى،المكتب الاستشاري الهندسي،التقرير الإقليمي لـ(١٨-١٢-٢٠١٠)، ص٣٩.

مفهوم التلوث الإشعاعي (Radiation pollution ) أمر حديث يرجع إلى فترة الحرب العالمية الثانية عندما انتهت بأول تفجير نووي في تاريخ البشرية قامت به الولايات المتحدة الأمريكية عندما ألقت قنبلتين نوويتين على المدينتين اليابانيتين هيروشيما و ناكازاكي عام١٩٤٥ م .

ويعرف الإشعاع بأنه قابلية بعض العناصر على بعث جسيمات أو دقائق أو الأوساط المادية الأخرى ، لقد بدا استخدام الإشعاع منذ اكتشاف العالم الألماني "رونتجن"

للأشعة السينية (أشعة اكس) عام١٨٩٥م وذلك لأجل تشخيص الحالات المرضية و الكسور العظمية في الإنسان .

وفي عام ١٨٩٦م عندما كان العالم الفرنسي "هنري يكو يريل" وهو عالم طبيعة يجري تجربة على عدد من المواد الفسفورية اكتشف بطريق المصادفة انه عندما كان يتوهج ملح اليورانيوم الفسفوري الذي يحتوي علي عنصر اليورانيوم فانه لا يبعث الضوء فقط و إنما يبعث نوعاً من الطاقة يسمى الإشعاع ، وبعد ذلك اكتشفت العالمة "ماري كوري" عناصر أخرى لها الخاصية الإشعاعية لليورانيوم إذ اكتشفت إن عنصر الثور يوم يطلق مثل اليورانيوم إشعاعيا دون إن يتطلب تعرضه للأشعة الشمسية أو إلى أي مصدر أخر .

ومنذ بداية الأربعينيات من القرن المضي بدأت الدول القيام بعدد من التجارب باستخدام الإشعاع في صناعة الأسلحة الحربية و كانت أول الدول البادئة بالقيام بالتجارب وصنع الأسلحة المشعة هي الولايات المتحدة الأمريكية في العالم .

وبمرور الزمن وسباق التسلح الذي يشهده العالم و تأثيرات الأسلحة على الكائنات الحية و غير الحية ظهرت الى وجوه نوع من التلوث البيئي وهو التلوث الإشعاعي ،و الذي يعرف بأنه التلوث الناتج عن تناثر الفضلات النووية و الذرية من المفاعل أو نتيجة التجارب النووية و استخدام الأسلحة النووية في الحروب .

أو نتيجة طمر النفايات النووية في البر و البحر بطريقة غير صحيحة مما ينتج عنه اثأر بيئية خطيرة ، وتشهد البيئة العراقية في الوقت الحاضر تلوثا إشعاعيا نتيجة الحروب التي خاضها و أنواع و كميات الأسلحة التي تعرض لها، و قد كان للولايات المتحدة الأمريكية دور كبير في تفاقم مشكلة التلوث الإشعاعي من أسلحة محرمة دوليا خلال حرب الخليج عام ١٩٩١و٢٠٠٣.

فلقد قدر حجم الإشعاع الذي أطلق على العراق عام ٢٠٠٣م ما يعادل ٢٥٠ ألف قنبلة نووية بحجم قنبلة ناكازاكي و هيروشيما .

ونتيجة التلوث الكبير الذي تشهده البلاد، فقد جرت عدة دراسات دولية أكدها خبراء الأمم المتحدة بان البيئة العراقية تعد حاليا من البيئات الموبوءة في العالم لما تواجهه من تلوث إشعاعي خطر يهدد جوانب الحياة كافة فيه،حيث أن التلوث الإشعاعي ينتشر في مساحات شاسعة من الأراضي العراقية تتراوح بين مئات إلى آلاف المرات عن الحد المسموح به ،هذا التلوث الذي سوف لن تقتصر آثاره على الجيل الحالي من العراقيين وإنما على الأجيال القادمة .

يحدث التلوث الإشعاعي عند انطلاق أو تسرب المواد المشعة (صلبة،سائلة،غازية) من الأوعية التي تحتويها من خلال ثقوب أو شروع بها أو نتيجة لانفجارها، تندمج المواد المشعة بعد تسربها في عناصر البيئة المختلفة مثل الماء و التربة والهواء لتنتقل بعد ذلك إلى الإنسان.

وتلوث الماء يمكن أن ينقل مباشر إلى الإنسان بالتسرب أو من خلال تناول الحيوانات و الأسماك والنباتات البحرية التي تعتبر ذات قدرة على تركيز المواد المشعة في أجسامها.

أما تلوث التربة فينتقل إلى النباتات ومنها إلى الإنسان مباشرة أو عند تناول الحيوانات التي تتغذى على تلك النباتات الملوثة و بالرغم من ذلك فان تسرب المواد المشعة إلى التربة هو اقل عمليات التلوث خطورة بسبب كونه موضعيا لان الزمن اللازم لكي تتحرك المواد المشعة عبر طبقات التربة إلى أن تصل للمياه الجوفية يكون طويلا، وهذا التلوث أسهل في الكشف والتحديد وفي التعامل معه وعلاجه .

آما عند تلوث الهواء يؤدي ذلك إلى انتشار عام للتلوث في مناطق شاسعة إذ لعبت الرياح دورها في تحريك السحابة المشعة (كما حدث في حادث شبرشر نوبل )، وقد ينتهي التلوث الهوائي بتساقط الغبار المشع على مناطق مختلفة مما يؤدي إلى تلوث الأرض والماء،وهذا التلوث لا يحدث آلافي الحوادث الرئيسة الذي يدمر فيها قلب المفاعل .

ويحدث أيضا تلوث الهواء عند زيادة تركيز غاز الرادون به،وغاز الرادون غاز خامل ،عديم اللون و الرائحة وله نشاط إشعاعي و لذلك يتحلل بانبعاث جسيمات آلفا المشحونة إلى نواتج صلبة بيانات الرادون Daughters-Rn.

وعندما يستنشق الإنسان هذا الغاز تلتصق جسيمات آلفا المؤتية بالغشاء المبطن للثقب الهوائية بالرئة و تستقر كذلك بنات الرادون ($Pb^{214}$,$Bi^{214}$,$po^{218}$)السامة بها.

ومن الجدير بالذكر بان هذه النظائر جميعها باعثة لإشعاعات جاما مما يسبب خطر الإصابة بالأمراض الصدرية مثل سرطان الرئة و قد فسر بعض العلماء طاهرة "لعنة الفراعنة " بأنها تحدث نتيجة لتعرض الأشخاص الذين يفتحون المقابر الفرعونية لجرعة مكثفة من غاز الرادون المشع ، و من المعروف أن الرادون يتسرب إلى الهواء الجوي و المياه الجوفية و يصل المنازل من خلال شقوق في أساساتها.

لذلك يحذر على ساكني الأدوار السفلي في المناطق الصخرية أحكام إغلاق النوافذ في الشتاء للحفاظ على الهواء الدافئ داخل البيت وعدم التهوية المنتظمة ،وذلك لان الهواء المحبوس قد يكون حاملا للرادون المشع وبناته(Daughters-Rn ) سلسلة التحولات المشعة التي تنتهي بالرصاص

وقد حددت وكالة حماية البيئة الأمريكية حدود التركيز الأمن لغاز الردوان في الهواء بما لا يزيد عن(١,٢٥)بيكو كوري/لتر أي(١,٢٥×١٠$^{-١٢}$)كوري/لتر

كما ينتشر أشعاع في الطبيعة نتيجة لمساهمة النظائر المشعة في بناء المادة المحيطة بنا ،هذا فضلا عن الإشعاعات التي تفد إلينا من الفضاء الخارجي .

## ٣_٢ مصادر التلوث الإشعاعي في العراق:-

يتعرض الإنسان في حياته الى مصدرين أساسين من الإشعاع هما :-

### ١-المصادر المشعة الطبيعية(NATURAL RADIATION SOURCES):-

يتمثل هذا النوع من الإشعاعات بالأشعة القادمة من الفضاء الخارجي أو المنبعثة من الأرض عن طريق القشرة الأرضية أو المنعكسة من سطح الماء،كذلك يعد جسم الإنسان احد مصادر الإشعاع الطبيعية وجميع أنواع الأشعة الطبيعية هي بحد ذاتها غير مؤذية للإنسان آلا إذا تجاوزت نسبته التعرض لها عن الحد المسموح به فمثلا أن عدم التعرض للأشعة الشمس قد تسبب مرض الكساح للأطفال وكثرة التعرض المستمر للأشعة الشمس قد تسبب أمراض جلدية خطيرة كسرطان الجلد وغيرها من الأمراض،وتتمثل المصادر الطبيعية ب(الأشعة الكونية،والمواد المشعة من قشرة الأرض،والمواد القريبة من القشرة الأرضية،ومواد مشعة موجودة بالمياه،وأخيرا المواد المشعة الموجودة في جسم الإنسان).

### ٢-المصادر المشعة الصناعية (MAN-MAD RADIOACTIVE SOURCES):-

والمقصود بها هي تلك الإشاعات التي تدخل في العديد من الصناعات والناتجة عن المفاعلات النووية أو التفجيرات النووية والأسلحة وصناعتها المختلفة،واستعمالات أخرى مختلفة،والتي لها دور كبير في أحداث التلوث الإشعاعي إذا زادت نسبة المواد المشعة المنبعثة الى الجو أو التي تتشرب الى التربة،كذلك التعرض لها فوق الحد الطبيعي تؤدي الى إصابة الإنسان بأمراض خطرة وأحداث تغيرات وتشوهات خلقية في الأجنة.

**٣_٣ أجمالي مصادر التلوث بالتالي:-**

١- البيئة العراقية واثار التلوث الاشعاعي.

فالبيئة العراقية بسبب سوء التخطيط المركزي و النمو السكاني غير المتوازن وتسرب المواد الملوثة كالوقود والكبريت السائل والحوامض المركزة من المنشات الصناعية وتعطل مصادر الطاقة الكهربائية والدمار الذي أصاب مصافي النفط وتوقف العمل في وحدات ومحطات معالجة المياه الثقيلة و ترك النفايات من دون طمر صحي . كل هذه الأمور أدت بالتالي إلى تلوث البيئة [٤]،وفضلا عن ذلك برزت مشكلة خطيرة ناتجة عن الحرب الأمريكية ضد العراق عام١٩٩١و٢٠٠٣م والتي سببت تلوثاً إشعاعيا ناتجاً عن استخدام القوات المهاجمة كميات كبيرة من الأسلحة المحرمة دوليا والتي تحتوي على مادة اليورانيوم المنضب ونتيجة استخدام هذه الأسلحة المحرمة فقد أصبحت البيئة العراقية ملوثة إشعاعيا وتعد حاليا من اخطر أنواع البيئات لما تواجه من اخطر أنواع التلوث وهو التلوث الإشعاعي .

إذ إن ما يتعرض له الإنسان من إشعاع طبيعي ما هو آلا حكمة من عند الله العزيز الحكيم،فالنشاط الإشعاعي الطبيعي في كل مكان من حولنا،لذلك فان البيئة العراقية حالها حال أي بيئة أخرى معرضة لإشعاع الطبيعة،فهي تتعرض للإشعاع بصورة مستمرة يوميا عن طريق الإشعاع القادم من الفضاء الخارجي(الشمس،الكواكب،النجوم)،ومن خلال النشاط الإشعاعي الموجود في التربة،أو من خلال النشاط الإشعاعي لمياه نهري دجلة والفرات أو المياه الجوفية،أن هذا النوع من التعرض للإشعاع لا يحدث ضررا بالبيئة ولا يؤدي الى حدوث تلوث إشعاعي يضر بالبيئة والإنسان بالرغم من ذلك تعد البيئة العراقية حاليا ملوثة إشعاعيا بسبب النشاط الصناعي الناتج من انفجار المفاعل النووية العراقية وعن الحروب التي خاضها العراق.

**٢-استخدم الأسلحة ذات المواد الإشعاعية في الحروب على العراق:-**

ازداد التلوث إلا شعاعي في العراق على خلفية الحربين الأخيرتين في عامي ١٩٩١و٢٠٠٣ والتي استخدمت فيها الأسلحة التي تحتوي على مادة اليورانيوم المنضب،حيث إن آلاف الأطنان من المتفجرات التي منها ما لم يستخدم سابقا في النزاعات الدولية والتي استخدمت بشكل غير قانوني مخالفة بذلك الحرب

النظيفة،حيث كان الهدف من وراء هذه الحروب هو الإبادة الجماعية للشعب العراقي.

إذ يعد اليورانيوم المنضب أحد أخطر وأهم المواد المشعة والرئيسة في الطبيعة ولقد اكتشف من قبل العالم كلابروت سنة ١٧٨٩ وجاءت تسميته مشتقة من اسم الكوكب يور وناس ،ثم اكتشف النشاط الإشعاعي لليورانيوم من قبل العالم هنري بكويريل كما ذكر سابقا،ثم اكتشف الانشطار النووي لليورانيوم من قبل العالمين ستراس مان وهان(STRASMAN AND HAN)عام١٩٣٩ وكانت له أهميته التجارية والاقتصادية قليلة .

# الفصل الرابع
# معالجة التلوث الاشعاعي

## ٤_١ طرق معالجة التلوث الاشعاعي:-

الطريقة المبا شرة ، باستخدام أجهزة المسح الضوئي وذلك بتمريرها فوق كل الأماكن والأماكن المختلفة التي تستخدم فيها المواد المشعة.

ب- الطريقة غير مباشرة، وذلك عن طريق أخذ المسحات، وهي تزداد من أو الغبار التي يتم مسحها عن طريق مرشحات أو صفحات ورقية خاصة، وفحص هذه المسحات بواسطة أجهزة القياس القراءتي .

**التشخيص**

عند التعرض المعروف أو المحتمل لشخص لجرعة عالية من الإشعاع بسبب حادث أو هجوم، يتخذ العاملون الطبيون عددًا من الخطوات لتحديد جرعة الإشعاع التي تم امتصاصها. تعد هذه المعلومات ضرورية لتحديد مدى احتمال شدة المرض والعلاجات المقرر استخدامها وما إذا كان من المرجح أن ينجو الشخص.

تتضمن المعلومات المهمة لتحديد الجرعة التي تم امتصاصها:

**التعرض المعروف.** يمكن للمعلومات حول المسافة من مصدر الإشعاع ومدة التعرض المساعدة في توفير تقدير دقيق لشدة المرض الناجم عن الإشعاع.

**الأعراض الأخرى.** يعد الوقت المنصرم بين التعرض للإشعاع وبدء القيء أداة فحص دقيقة بما يكفي لتقدير جرعة الإشعاع الممتصة. كلما قل الوقت قبل بدء هذه العلامة كانت الجرعة أعلى. يمكن أيضًا لمدى شدة العلامات والأعراض الأخرى وتوقيتها مساعدة العاملين الطبيين في تحديد الجرعة الممتصة.

**اختبارات الدم.** تسمح اختبارات الدم المتكررة خلال عدة أيام للعاملين الطبيين بالبحث عن انخفاض خلايا الدم البيضاء المهاجمة للمرض والتغييرات الغير الطبيعية في الحمض النووي لخلايا الدم. تشير هذه العوامل إلى مدى تلف نخاع العظم، والذي يتم تحديده بمستوى الجرعة الممتصة.

**مقياس الجرعات.** يمكن لجهاز مقياس الجرعات قياس جرعة الإشعاع الممتصة ولكن بتعريضه لنفس حدث الإشعاع الذي تعرض له الشخص المتأثر.

**مقياس المسح.** جهاز يشبه عداد غيغر يمكن استخدامه لإحصاء الأشخاص لتحديد موقع الجسم من الجزيئات المشعة.

**نوع الإشعاع.** جزء من الاستجابة لحالات الطوارئ الكبرى لهجوم أو حادث إشعاعي ويتضمن تحديد نوع التعرض للإشعاع. يمكن لهذه المعلومات توجيه بعض القرارات فيما يتعلق بعلاج الأشخاص الذين يعانون من مرض ناجم عن الإشعاع.

تتطلب المحاليل المتبقية الملوثة بالأنواع المشعة طرق معالجة خاصة حيث أن التركيزات المنخفضة للملوثات التي قد يكون لها تأثيرات مهمة على البيئة لا تسمح بالاستخدام المباشر للطرق الكلاسيكية. يعرض البحث نتائج الدراسات لفصل Ra(II٢٢٦) (تركيز ٠.٧٣ Bq١-١) عن طريق الترسيب المشترك على شكل Ba(Ra)SO٤، متبوعًا بالتعويم بالهواء المذاب. تمت دراسة اختيار المجمع (بواسطة تحديد σ و ζ)، ودرجة الحموضة المثلى، وتركيز المواد المتفاعلة، ووقت النضج.

## ٤_٢ **حالات** التعرض للإشعاع:-

يمكن أن يتعرض الناس للإشعاع المؤين في ظل ظروف مختلفة، في المنزل أو في الأماكن العامة (التعرض العام)، أو في أماكن عملهم (التعرض المهني)، أو في بيئة طبية (التعرض الطبي).

وقد يحدث التعرض للإشعاع من خلال مسارات داخلية أو خارجية.

ويحدث التعرض للإشعاع الداخلي من خلال النويدات الملتقطة أو دخولها أو دخولها بطريقة أخرى إلى الأطفال (على سبيل المثال، عن طريق الجروح أو من خلال الجروح). ويتوقف عن التعرض للداخل عندما يتم فحص النويدات الملوثة من الجسم، إما تلقائياً (من خلال الفضلات، على سبيل المثال) أو كنتيجة للعلاج.

وقد يحدث تعرض خارجي عندما تتسب المواد المشعة جواً (مثل الغبار أو الهباء الجوي) على الجلد أو الملابس. ولهذا السبب ما يمكن إزالة هذا النوع من المواد المشعة من الجسم عن طريق غسلها. ويمكن أن يحدث التعرض للإشعاع المؤين نتيجة للإشعاع من المصدر الخارجي، مثل التعرض للإشعاع الطبي من الأشعة السينية. ويتوقف عن القراءة الخارجي عندما يكون كتاب القراءة محفوظاً أو عندما يخرج الشخص من مجال القراءة.

ولأغراض الحماية من القراءة، يمكن تصنيف التعرض للإشعاع إلى ثلاث حالات تم التعرض لها، وهي الحالات الظاهرة والقائمة والحالات الطارئة. وتنجم حالات غير واضحة لها عن تعمد التسجيل وتشغيل مصادر إشعاعية محددة لغرض محدد، كما هو الحال في الاستخدام الطبي للإشعاع من أجل تسجيل المرضى أو علاجهم، أو استخدام القراءة في الصناعة أو التسجيل. ويحدث التعرض عندما يكون القراءة موجودة فعلياً ويلزم الالتزام بمراقبتها - على سبيل المثال، التعرض للرادون في المنازل أو أماكن العمل أو التعرض للإشعاع من البيئة الطبيعية. وتنجم حالات في حالات طارئة بسبب حدوث تأخير غير متوقع تطلب فورية، مثل نتيجة تفاعلية أو فعالة الكيدية.

ويمثل الاستخدام الطبي للإشعاع ٩٨% من العوامل التي تحدد في مجموعة السكان من جميع المصادر البشرية، ويمثل ٢٠% من إجمالي السكان. وسنوياً في جميع أنحاء العالم، يجري أكثر من ٤٢٠٠ مليون فحص شعاعي تشخيصي، ويجري ٤٠ مليون إجراء طبي نووي، ويُعطى ٨.٥ مليون علاج إشعاعي.

## ٤_٣ الاثار صحية للإشعاع المؤين:-

يعتمد نوع الضرر الذي يلحقه بالأنسجة أو أعضاء جسم الإنسان على الالتهابات التي يتعرض لها، أو على الجراحة الممتَصة والتي تقاس بوحدة تُسمى الغراي (Gy). ويعتمد الضرر المحتمل أن يؤدي إلى نتيجة مؤثرات على نوع القراءة وتكوين الأنسجة أو الأعضاء المختلفة.

واستخدمت الجرعة الأخيرة من الانتظار المؤجل حيث إمكانية التسبب في ضرر. والسيفرت (Sv) هو عبارة عن وحدة عملية، ويأخذ في الحسبان نوع القراءة ودرجة تأليف الأعضاء. وهو الطريق للرجوع المؤجل من حيث إمكانية التسبب في ضرر. وأبلغ عنه كمية (الجرعة)، فإن أحد البارامترات الهامة هو نقل درجة الحرارة (معدل العملية)، والذي يعبر بالميكروسيفرت/الساعة (Sv/hourμ) أو الملي سيفرت/ السنة (ملي سيفرت/سنة).

ويمكن للإشعاع إذا تَعدَّى حدوداً نوعاً أن يُضعف وظائف الأنسجة و/أو الأعضاء وأن يؤدي إلى الإصابة بالجلد سريعاً مثل الشيخوخة السريعة أو الشعر أو الحروق والشفاء أو الإصابة بالمرض. توفير كمية الجرعات المناسبة لحجم الجرعات الخاصة بالآثار. وعلى سبيل المثال، فإن الجراحة الجرثومية لمرض العدوى الفيروسية تبلغ حوالي ١ سيفرت (١٠٠٠ ميلي سيفرت).

وإذا لم يكن هناك توقع منخفض و/أو تم تلقيها على فترة زمنية طويلة (معدلة لذلك منخفضة)، فإن الخطر يكون أقل بكثير لأن احتمال إصلاح الضرر أكبر. ولا يزال هناك خطر على الإصابة بالسرطان على المدى الطويل مثل سد العين أو السرطان، وقد يستمر علاجها بعد سنوات أو عقود. ولنتذكر الآثار من هذا النوع دائما، لكن من المحتمل أن تتمكن من توقع ذلك. ويرفع مستوى هذا الخطر لدى الأطفال والمراهقين لأنهم يظهرون التعرض للإشعاع مقارنة بالبالغين.

وقد فكرت دراسات وبائية أُجريت على سكان سكانية حاليا للإشعاع، مثل الناجين من أعلى الجرعات الذرية أو المرضى الذين عولجوا بالإشعاع، وهناك زيادة ملحوظة في خطر شهر السرطان لدى الأشخاص الذين صوروا لجرعات من ١٠٠ ملي سيفرت. في الآونة الأخيرة، أشارت بعض الدراسات الوبائية التي أُجريت

على أفراد اختبروا أن يتم رصدها بشكل صحي أثناء الطفولة (التصوير المقطعي لليسار للأطفال) إلى أن خطر السرطان قد يتضرر حتى عند الغرامات المنخفضة (بين ٥٠-١٠٠ ملي سيفرت).

وقد يتعرض للإشعاع مسبقاً في مرحلة ما بعد الولادة إلى التلفريك المرتفع مع الأجنة بعد التعرض لجرعة ما يزيد عن ١٠٠ ملي سيفرت في الفترة ما بين الأسبوع الثامن والخامس العاشر من الحمل، و٢٠٠ ملي سيفرت في الفترة ما بين الأسبوع السادس عشر والخامس والعشرين من الحمل. الأسبوع ٨ أو بعد الأسبوع ٢٥ من الحمل، لرصد الدراسات البشرية لتأثير تكاثر دماغ الجنين. وتشير الفحوصات الوبائية إلى خطر الإصابة بالسرطان بعد إصابة الجنين بالإشعاعات المتنوعة المتنوعة وتتعرض للإشعاع في مرحلة الطفولة.

عضوية منظمة الصحة العالمية

منظمة متخصصة في تعزيز وقاية المرضى والعاملين والجمهور في جميع أنحاء العالم من القراء. وتزود الدول الأعضاء بإرشادات الأداة ومشورات تقنية المساعدة بالبينات وكذلك حقوق الصحة العامة المتعلقة بالإشعاع المؤذن. وبالتركيز على جوانب الصحة العامة الصادر عن الوكالة، وتغطي المنظمة المتعلقة بدراسة السرطان، وإدارتها، والإبلاغ عنها بشكل كامل.

وتماشياً مع وظيفة المنظمة الأساسية بشكل كامل "وضع معلومات مايير لرغبته ورصده"، ساهمت في وضع نسخة نيت من معايير الأمان الأساسية الدولية (BSS) وشاركت في رعايتها وأقرتها بالتعاون مع ٧ جهات أساسية أخرى، وتستمر حالياً على دعم معايير الأمان الأساسية الدولية في الدول الأعضاء فيها.

# المصادر

## المصادر العربية:


١. د. بهاء الدين حسين معروف ( التلوث باليورانيوم المنضب في العراق .
٢. د. خالد خورشيد ، د. صفاء حسين( التعرض الشخصي ) وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، هيئة المعاهد الفنية
٣. د. خالد خورشيد، د. عذاب طاهر ( البيئة الاشعاعية ) وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، هيئة المعاهد الفنية ١٩٩١
٤. د. خالد عبيد الاحمد ( مقدمة في الفيزياء الصحية ) وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة الموصل ١٩٩٣
٥. د. عبد المعيد عبد الواحد ( ازالة التلوث عن الاجهزة والمعدات ( وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، هيئة المعاهد الفنية ١٩٩٠
٦. د. عماد محمد ذياب الحفيظ ( البيئة، حمايتها ، تلوثها، مخاطرها (جامعة التحدي)
٧. د. لطيف حميد علي ( التلوث الصناعي ) وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة الموصل
٨. محمد كمال عاكف ( مصادر الاشعاع في الطب ) منشورات لجنة الطاقة الذرية ١٩٧٦ .
٩. المؤتمر العلمي عن ( تأثير استعمال اسلحة اليورانيوم المنضب في الانسان والبيئة في العراق ) وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، ٢٠٠٢
١٠. الن مارتن صموئيل ( مقدمة في الوقاية من الاشعاع ) ترجمة د .محمد باقر حسين البدري كلية العلوم جامعة بغداد١٩٨١
١١. نادر فاضل حبوبي ( التقنين الاشعاعي البيئي لمدينة البصرة باستخدام طريقة التألق الحراري) اطروحة ماجستير جامعة البصرة , كلية العلوم ١٩٨٦

## المصادر الانكليزية:


١. Brach, M., Hass, R., Sherman, M., Gunji, H., Weichselbaum, R., & Kufe,D. (1991). Ionizing radiation induces expression and binding activity of the nuclear factor kappa B.. *The Journal of clinical investigation*, 88 2, 691-5 . https://doi.org/10.1172/JCI115354.

٢. Davis, B. (1922). Ionization and Radiation Potentials and the Size of the Atom.. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 8 4, 61-3 . https://doi.org/10.1073/PNAS.8.4.61.

٣. DEPLETED-144&THEGLF WAR SYNDME, 2000( FOR INTERNET)

٤. Fairand, B. (1997). Ionizing Radiation. *Workplace Health & Safety*, 45, 170 - 183. https://doi.org/10.1177/216507999704500403.

٥. Lidén, K. (1976). Letter: The new special names of SI units in the field of ionizing radiations.. *Physics in medicine and biology*, 20 6, 1029-31 . https://doi.org/10.1148/118.1.233.

٦. Reisz, J., Bansal, N., Qian, J., Zhao, W., & Furdui, C. (2014). Effects of ionizing radiation on biological molecules--mechanisms of damage and emerging methods of detection.. *Antioxidants & redox signaling*, 21 2, 260-92 https://doi.org/10.1089/ars.2013.5489.

٧. Stoica, L., Catuneanu, R., & Filip, G. (1995). Decontamination of solutions containing radioactive substances by dissolved air flotation. *Water Research*, 29, 2108-2112. https://doi.org/10.1016/0043-1354(95)00018-G

٨. SUAAD N. al .AZZAWI, DEPLETED URANIUM RADIOACTIVE CONTAMINATION IN IRAQ; AN OVERVIEW, AUGUST 31, 2006 , p42.

٩. Terrill, J. (1957). Radioactive Liquid Wastes. *American Journal of Public Health*, 47, 1023-1024. https://doi.org/10.2105/AJPH.47.8.1023.