Ministry of Higher
Education
Al-Hilla University College
Department of Medical Physic

عنوان البحث

# The Effect of gamma rays on living cells

بحث مقدم إلى:

كلية الحلة الجامعة – قسم الفيزياء الطبية

وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس

في الفيزياء الطبية

إعداد الطلبة :

حيدر كاظم جلاب

غيث جهاد حمود \ امير عقيل مسلم

حسين حميد شهيد \ محمد علي هيثم

بأشراف:

م.م.اسوان محمود

1445هـ 2024م

( بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحِيمِ )

(( مَنْ عَمِلَ صَٰلِحًا مِّن ذَكَرٍ أَوْ أُنثَىٰ وَهُوَ مُؤْمِنٌ
فَلَنُحْيِيَنَّهُۥ حَيَوٰةً طَيِّبَةً ۖ وَلَنَجْزِيَنَّهُمْ أَجْرَهُم بِأَحْسَنِ مَا
كَانُواْ يَعْمَلُونَ (97) فَإِذَا قَرَأْتَ ٱلْقُرْءَانَ فَٱسْتَعِذْ بِٱللَّهِ
مِنَ ٱلشَّيْطَٰنِ ٱلرَّجِيمِ (98) إِنَّهُۥ لَيْسَ لَهُۥ سُلْطَٰنٌ عَلَى
ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ وَعَلَىٰ رَبِّهِمْ يَتَوَكَّلُونَ (99) إِنَّمَا سُلْطَٰنُهُۥ
عَلَى ٱلَّذِينَ يَتَوَلَّوْنَهُۥ وَٱلَّذِينَ هُم بِهِۦ مُشْرِكُونَ (100)))

( صَدَقَ اللهُ العَلِيُّ العَظيم )

## (( إهداء ))

إلى من علمني كيف أتخذ العلم ثروة .... إلى من أحاول ان أحقق له حلما طالما راوده.. إلى من أهدى إلينا ثمار عمره ... إلى من ضحى من أجلنا

أبي أطال الله في عمره

إلى القلب الرحيم... إلى نهر الحنان الدافق ... إلى من سهرت لأنام وتعبت لأكبر... إلى من تزف الجنة تحت أقدامها.. إلى من كان دعائها سر تقدمي

أمي الحبيبة الغالية

إلى من شاركوني الدرب .... إلى من أجتمعت معهم دون ميعاد....فكانت احلى الزكريات

اخوتي واصدقائي

إلى من عرف الله فأستقام...

إلى كل باحث عن المعرفة....

عسى أن يجد في هذا العمل ما ينفعهم

## (( الشكر و التقدير ))

كلمة شكراً لا تفي أبداً ولكن هي أقل ما يمكن تقديمه لمن ساعدني في إنجاز هذا البحث وتطويره إلى الأفضل فالشكر دوماً والحمد لله الحكيم الخبير العلي القدير الذي أكرمنا بالعلم

وأخرجنا من الظلمات إلى النور. ثم أوجه شكري إلى م.م.اسوان محمود التي أعطتني من علمها الغزير زادها المولى من فضله التي أقالتني من كل عثرة وقعت فيها أثناء إعداد هذا البحث.

كما أشكر د.زهراء نجاح الحسيني التي مهما قلت فلن أوفيها حقها فقبل أن تحاول أن نأخذ منها تسبقنا لتعطينا من فيضها فقد بذلت كل وقتها وجهدها حتى نتعلم

قلها مني كل الاحترام والتقدير.

كما اخص اخوتي وزملائي لإنجاح هذا العمل. وأشكر جميع العاملين في قسم الفيزياء الطبيه على كل ما قدماه من جهد و لم يكن ممكنا لولاهم إنجاز هذا العمل.

وأخيراً شكراً لكل من ساعدي بهذا العمل أو كتابة كلمة .

( المحتويات )

الموضوع رقم الصفحه


المقدمة ..... 7

الفصل الاول : أشعة غاما ..... 8

تطبيقات على أشعة غاما ..... 10

مدى خطورة أشعة غاما ..... 13

الفصل الثاني : الاشعه الكهرومغناطيسيه ..... 14

أنواع الاشعه الكهرومغناطيسيه ..... 16

طرق قياسها ..... 17

الفصل الثالث : تفاعل الاشعه النوويه مع الخليه الحيه .... 18

آلية تأثير الإشعاع خلايا جسم الإنسان ..... 19

الأمراض التي سببها التعرض للإشعاع النووي على أعضاء الجسم .... 20

الفصل الرابع : التعرض للاشعاع ..... 22

مصادر التلوث الاشعاعي ..... 23

الأشعة و لأطفال ..... 24

الأشعة والسرطان ..... 25

الأشعة والعيوب الوراثية ..... 26

الفصل الخامس : الوقاية الإشعاعية ..... 27

المصادر ..... 30

## ( جدول الصور )

**العنوان** **رقم الصفحه**


اشعه غاما ..... 7

النوعي الامتصاص معدل قيم ..... 15

التاثير المباشر والغير المباشر الإشعاع ..... 18

كميه الطاقه المتحره وتاثيرها ..... 19

# ( المقدمة )

اكتشف الإنسان ظاهرة الإشعاع منذ ما يزيد عن قرن من الزمن كانت البدايات على يد العالم رونتجن 1895م. فقد أدت تجاربه إلى اكتشاف أشعة اكس، التي ما لبثت أن استثمرت وخصوصا في المجال الطبي. تلا ذلك اكتشاف النشاط الإشعاعي للعناصر الطبيعية على يد بكرل عام 1896م. توالت الاكتشافات الأنواع الإشعاع ومصادره، فقد عرفت عدة أنواع من الأشعة ألفا، بيتا، عاما، والنترونات). كانت النترونات آخر الأشعة اكتشافا ويرجع السبب في ذلك إلى كون النترون عديم الشحنة الكهربائية كسبب رئيسي. مثل باقي أنواع الأشعة سرعان ما استثمرت النترونات في شتى المحالات الحياة. ونظرا لما للأشعة من أضرار على الكائنات الحية وخصوصا الإنسان، فقد نشأ علم الوقاية الإشعاعية ليلبي الحاجة إلى الوقاية من تلك الأضرار التي قد تصل إلى حد الوفاةترتكز الوقاية من الإشعاع على :

1- تقليل زمن التعرض للأشعة

2- زيادة المسافة عن مصدر الأشعة

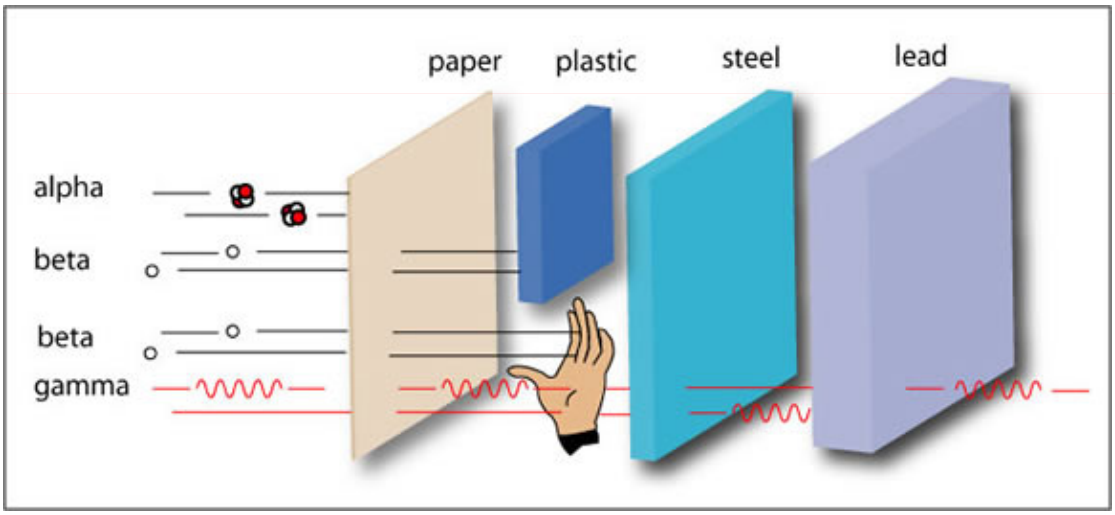
3- تدريع مصدر الأشعة بالدرع المناسب

تحتاج النترونات إلى اعتماد أساليب وقاية من الأضرار التي قد تحدثها. تعتبر تقنيات تدريع مصادر النترونات ذات اعتبارات خاصة، وذلك بسبب أن تفاعل النترونات مع المادة مرتبط بطاقة النترونات وكذلك بما قد ينتج عن تلك التفاعلات من أنواع جديدة من الأشعة .

# الفصل الاول : أشعة غاما

## 1- مفهوم أشعة غاما

ممكن تعريف أشعة غاما أنّها أشعة كهرومغناطيسية تنبعث أو تصدر من نواة بعض النويدات المتوهجة (النويدة هي نوع من الذرات) بعد عملية الانحلال الإشعاعي، [١] كما تتولد أشعة غاما نتيجة الانفجارات النووية والبرق، هذا فيما يتعلّق بتكوّنها على الأرض. أمّا على مستوى الكون، فتنتج أشعة غاما عن الأجسام الأعلى حرارةً وطاقةً فيه؛ كالنجوم النيوترونية وهي النجوم التي تحمل كتلةً هائلةً جدًا، والمناطق التي تحيط بالثقوب السوداء. [٢] تُعتبر أشعة غاما الأشعة الأكثر نشاطًا في مجموعة الطيف الكهرومغناطيسي، فهي تمتلك الطول الموجي الأصغر والطاقة الأخرى إلى الأكبر في المجموعة، ومن أبرز أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي جانب أشعة غاما موجات الراديو، والأشعة تحت الحمراء، والأشعة السينية.




( الشكل 1: اشعه غاما )

## 2- اكتشاف أشعة غاما

اكتُشفت أشعة غاما بعد وقت قصير من اكتشاف جسيمات ألفا وبيتا، ويعود الفضل في ذلك إلى العالم الفيزيائي الفرنسي بول فيلارد، الذي اكتشفها في عام 1900 م، وقد علم فيلارد أنّ أشعة غاما تختلف عن الأشعة السينية التي اكتشفها رونتجن في عام 1896م، إذ تمتلك أشعة غاما عمق اختراق أكبر من ذاك الذي تمتلكه الأشعة السينية

## 3- مصادر أشعة غاما

هناك مصادر متعددة لإنتاج أشعة غاما، ومن تلك المصادر ما يأتي:[٣]

3-1 الاندماج النووي : يحدث الاندماج عند درجة حرارة وضغط عاليَيْن جدًا، إذ يُجبر هذان العاملان نوى الهيدروجين على الاندماج في نواة الهيليوم، لتكون كتلة نواة الهيليوم الناتجة أقلّ بما يُقارب 0.7% من كتلة النوى الداخلة في التفاعل، حيث يُؤدي اختلاف الكتلة المذكور بإنتاج الطاقة على هيئة أشعة غاما.

3-2 الانشطار النووي : هو تفاعل تنقسم خلاله نواة ثقيلة إلى نواتَين خفيفتين متساويتَين في الكتلة تقريبًا، وينتج عن هذه العملية اصطدام النوى الخفيفة الناتجة مع جسيمات أخرى وهو ما يتسبّب في حدوث سلسلة من التفاعلات النووية التي ينتج عنها طاقة على هيئة أشعة غاما

3-3 اضمحلال ألفا : يحدث اضمحلال ألفا عندما تُصدر إحدى النواة الثقيلة نواة هيليوم -4، وبسبب هذه العملية يُمكن أن تحمل النواة طاقةً زائدةً، والتي تنبعث منها على هيئة أشعة غاما.

## 4- تطبيقات أشعة غاما

يمكن تطبيق أشعة غاما في مجالات عديدة منها ما يأتي :

### 4-1 في مجال الطب :

يستخدم الأطباء أشعة غاما لتشخيص الأمراض المتنوعة وعلاجها، ومن هذه الأمراض؛ السرطان، وأمراض القلب، والجهاز الهضمي، والغدد الصماء، والعصبية والعديد من الأمراض الأخرى تُساعد فحوصات الطب النووي الذي يعتمد على المواد المشعّة على تحديد نشاط الخلايا بدقة شديدة، وبذلك يُصبح بالإمكان اكتشاف المرض وهو في المراحل الأولى، وأيضًا يُمكن معرفة ما إذا كان الإنسان يستجيب للعلاج،[٤] وفيما يأتي توضيح لذلك :

#### 4-1-1 استخدام أشعة غاما في أمراض القلب :

لأشعة غاما العديد من الاستخدامات في مجال أمراض القلب، وفيما يأتي توضيح لذلك :

1- اكتشاف مدى تضيّق الشريان التاجي

2 - تشخيص الأضرار التي أصابت القلب بعد النوبة القلبي

3 - اختيار العلاج المناسب.

4 - تشخيص وظائف القلب قبل وبعد العلاج الكيميائي

### 4-1-2 استخدام أشعة غاما في أمراض العظام :

تستخدم أشعة غاما في تشخيص وعلاج العظام، وذلك من خلال الآتي :

1 - تشخيص كسور العظام،

2 - العدوى، والتهاب المفاصل.

3 - تقييم قدرة المفاصل الاصطناعية واستجابة الجسم لها

4 - تقييم أورام العظام. تحديد مواقع الخزعة

### 4-1-3 استخدام أشعة غاما في أمراض الدماغ :

تُستخدم أشعة غاما في تشخيص وعلاج الدماغ، وذلك من خلال الآتي :

1 - تشخيص التشوهات في الدماغ لدى المرضى الذين يُعانون من أعراض معينة، مثل النوبات وفقدان الذاكرة.

2 - الكشف عن مرض الزهايمر في مراحله المبكرة

3 - استخدامها في التخطيط الجراحي وتحديد مناطق الدماغ التي قد تسّبب النوبات

### 4-1-4 استخدام أشعة غاما في تشخيص وعلاج السرطان :

تُستخدم أشعة غاما في تشخيص وعلاج السرطان من خلال ما يأتي :

1 - تحديد مرحلة السرطان عن طريق تحديد وجود أو انتشار السرطان في أجزاء مختلفة من الجسم

2 - معرفة استجابة الجسم للعلاج.

3 - الكشف عن تكرار الإصابة بالسرطان

## 2-4 في مجال العلوم

تتعدد استخدامات أشعة غاما في العلوم، ومن هذه الاستخدامات ما يأتي :

1 - التعرّف على المزيد من المعلومات حول أنواع التربة اللازمة لنمو النباتات المختلفة . [٥]

2 - تحديد ما تحتويه الكواكب الأخرى من عناصر جيولوجية مهمة كالهيدروجين، والمغنيسيوم، والسيليكون، والأكسجين، والحديد، وغيرها . [٦]

## 3-4 في مجال الصناعة

تستخدم أشعة غاما استخدامات متنوعة في مجال الصناعة، ومن هذه الاستخدامات ما يأتي : [٧]

1- اختبار الهياكل، أو المعادن، أو المباني دون تدميرها أو إحداث تغيير في خصائصها.

2- اختبار السلع الاستهلاكية.

3- استخدامها في الصناعات البترولية، والكيميائية، والنووية.

4- فحص جودة عجلات السيارات قبل إخراجها من المصنع.

5- فحص خطوط الأنابيب عند التركيب أو الصيانة لضمان سلامتها

## 5- مدى خطورة أشعة غاما

رغم الفوائد العديدة لأشعة غاما، إلّا أنّها تنطوي على العديد من المخاطر، منها ما يأتي : [٨]

1- التسبّب في حروق للجلد.

2- التسبّب في متلازمة الإشعاع الحاد أو ما يُعرف بمرض الإشعاع.

3- أمراض خطيرة مثل: أمراض القلب والأوعية الدموية والعديد من أنواع السرطان كسرطان اللوكيميا، والثدي، والمبيض، والبنكرياس؛ وذلك عند التعرّض الكبير لهذه الأشعة.

4- مشكلات صحية في الجهاز الهضمي كالغثيان والقيء، وتلف الجهاز العصبي المركزي.[٩]

5- التأثير على المادة الوراثية في جسم الإنسان.[١٠]

6- موت الخلايا في جسم الإنسان أو الإخلال بنظامها.

7- احتمالية تلف المواد التي استُخدمت أشعة غاما في تعقيمها.[١١]

8- احتمالية تغيير صفات المادة التي استُخدمت أشعة غاما في معالجتها مثل: تغيّر لونها، وملمسها، وقدرتها على الذوبان.

# الفصل الثاني : الاشعة الكهرومغناطيسية

## 1- تعريفها

في عام 1820 لاحظ العالم اورستد (*Orested*) انه اذا مر تيار في سلك فإنه ينشأ تأثير مغناطيسي متمثلا في انحراف إبرة مغناطيسية بجوار السلك وقد ربط اكتشاف اورستد علاقة بيّ علم الكهربائية وعلم المغناطيسية .الطيف الكهرومغناطيسي أو الأشعة الكهرومغناطيسية أو الأمواج الكهرومغناطيسية كلها تحمل نفس المعني الفيزيائي .ان الضوء المرئي والمايكروويف وأشعة اكس وأشعة جاما وموجات التلفزيون والراديو كلها عبارة عن أشعة تعرف باسم الأشعة الكهرومغناطيسية وكلها لها (*Electromagnetic Radiation*) نفس الخصائص ولكنها تختلف في الطول الموجي (*Wavelength*) .

تتكون المجالات الكهرومغناطيسية من مجال كهربائي ومجال مغناطيسي متعامدان على بعضهما .عادة ما توصف هذه المجالات بالمقدار والاتجاه [12]

ويمكن تعريف (*Electromagnetic Radiation*) بأنه :

نطاق متصل من الموجات الكهربائية والمغناطيسية ذات الأطوال المختلفة، التي تبدا من موجات قصيرة وترددات عالية فى جانب الى موجات طويلة جدا وترددات منخفضة في الجانب الأخر وتمتد الى ما لا نهاية

## 2- خصائصها الفيزيائية وتأثيرها البيولوجي

الأشعة الكهرومغناطيسية هي موجات تنطلق بسرعة 300 ألف كيلومتر في الثانية وتحمل طاقة يطلق عليها الفوتونات، وتتكون هذه المجالات من مجاليّ ينتشران في اتجاهيّن متعامدين هما المجال الكهربائي ا والمجال المغناطيسي وينطلق الفوتون في الاتجاه المتعامد على الاتجاهيّن، ويمكن أن نصف الموجات الكهرومغناطيسية بواسطة طول الموجة أو ال تردد أو الطاقة .وترتبط هذه العوامل الثلاثة بعلاقات فيما بينها، ويلعب كل منها دورا معينا في تأثير المجال الكهرومغناطيسي على النظام البيولوجي .يعرف تردد الموجه الكهرومغناطيسية على انه عدد الذبذبات التي تمر خلال نقطة ثابتة في وحدة الزمن .كلما كانت الموجة قصيرة، زاد ال تردد.

يعمل بتردد مليون هيرتز وطول AM فمتوسط بث محطات المذياع موجة البث حوالي 300 متر، أما أفران الميكروويف فتستخدم تردد 2.45 غيغا هيرتز وطول الموجة هنا يساوي 12 سم

وتتناسب طاقة الفوتون تناسبا طرديا مع تردد الموجه، فكلما زاد تردد الموجه زادت كمية الطاقة التي يحملها الفوتون .تقدر طاقة الفوتون طبقا لتردد الموجه وتحسب بالعلاقة التاليه :

**التردد × الطاقة = ثابت بلانك**

## 3- أنواعها

وتصنف الموجات الكهرومغناطيسية حسب ترددها وطاقتها إلى " أشعة مؤينة " و " أشعة غير مؤينة " [13]

### 1- الاشعاع المؤين و مصادره:

يقصد به حسب تعريف وكالة حماية البيئة الأمريكية على أنه ذلك الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي لا يحمل من الطاقة ما يكفى لكى يقوم بتأيين الذرات والجزيئات، لكنه قادر على نقل الإلكترونات والموجات الصغرى المايكروويف والحقول المغناطيسية والكهربائية ذات الترددات المنخفضة والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق الميكروويف أو غيرها [14]. من أمثله هذه الأشعة المؤينة جسيمات ألفا وبيتا وأشعة جاما

### 2-الأشعة غير المؤينة :

فهو مصطلح عام يطلق على ذلك الجزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي له طاقة فوتون ضعيفة لدرجة لا تكون فيها قادرة على تحطيم الروابط الذرية، ويشمل هذا الجزء من الطيف كل من الأشعة فوق البنفسجية، الضوء المرئي، الأشعة تحت الحمراء، التردد الراديوي أو اللاسلكي، مجالات الميكروويف، المجالات ذات الترددات الضعيفة جدا، وكذلك المجالات الكهربائية والمغناطيسية الساكنة .الأشعة الغير مؤينة حتى إذا كانت شدتها عالية لا تستطيع إحداث تأين في النظام البيولوجي، ومع ذلك فهي تسبب حدوث أثار بيولوجية أخ رى مثلا عن طريق رفع درجة الحرارة، أو تغيير مجرى التفاعلات الكيماوية أو تكوين تيارات كهربائية في الأنسجة والخلايا [15]

يمكن أن تسبب الموجات الكهرومغناطيسية في إحداث تأثيرات بيولوجية والتي من الممكن أحيانا وليس دائما أن تؤدي إلى أثار صحية ضارة ومن المهم هنا أن نفرق بيّ الأمرين التاليّ[16]

## 4- طرق قياسها

لخصت الابحاث العالمية [19] [18] [17] طرق لقياس الجرعات التي يمكن للجسم أن يتحملها وهي كالتالي :

- معدل الامتصاص النوعي specific Abosrption Rate SAR وتعرف بانها كمية الطاقة التي يمتصها كجم واحد من المادة في الثانية ولايمكن قياسها على البشر في الحية ولكن تقاس في التجارب المعملية .

- كثافة القدرة power intensity وتعرف بانها كمية الطاقة التي تسقط على وحدة المساحة في الثانية ووحدة لها مللي وات /سم2

| المنظمة | ICNIRP | IEEE | IEEE | FCC |
|---|---|---|---|---|
| سنة التحديث | 1998 | 2005 | 2004 | 2001 |
| SAR مقاسة على رأس و جذع البشر (واط/كغم) | 2 | 2 | 1.6 | 1.6 |
| كتلة النسيج الحي المستخدمة للفحص (غم) | 10 | 10 | 1 | 1 |
| مدة التعرض للإشعاع (بالدقيقة) | 6 | 6 | 30 | 30 |

( الشكل2: قيم معدل الامتصاص النوعي العليا التي لا يجوز التعرض لأعلى منها )

# الفصل الثالث : تفاعل الاشعه النوويه مع الخليه الحيه

## - اثر الإشعاعات النووية على جسم الإنسان

عندما يتعرض أي كائن حي إلى الإشعاعات النووية يحدث تأينا للذرات المكونة لجزيئات الجسم البشرى مما يؤدى إلى دمار هذه الأنسجة مهدده حياة الإنسان بالخطر.

وتعتمد درجة الخطورة الناتجة من هذه الإشعاعات على عدة عوامل منها نوعها وكمية الطاقة الناتجة منها وزمن التعرض ولهذه الإشعاعات نوعان من الآثار البيولوجية الأثر الجسدي ويظهر غالباً على الإنسان حيث يصاب ببعض الأمراض الخطيرة مثل سرطان الجلد والدم وإصابة العيون بالمياه البيضاء ونقص القدرة على الإخصاب والأثر الثاني للإشعاعات هو الأثر الوراثي وتظهر أثاره على الأجيال المتعاقبة. ويظهر ذلك بوضوح على اليابانيين بعد إلقاء القنبلتين النووية على هيروشيما ونجازاكي في سبتمبر ١٩٤٥. مما أدى الى وفاة الآلاف من السكان وإصابتهم بحروق وتشوهات وإصابة أحفادهم بالأمراض الخطيرة القاتلة . ويجب مراعاة عدم تعرض المراءة الحامل للأشعة السيلية كوسيلة للتشخيص حتى لا تصيب الطفل بالتخلف العقلي .. والحد الأقصى المأمون للإشعاعات النووية الذي يجب الا يتجاوزه الإنسان هو ٥ ريم في اليوم الواحد والريم وحدة قياس الإشعاع الممتص وهى تعادل التجن واحد من الأشعة السينية وهي تعنى Roentgen Equivalent Man ويتعرض الإنسان الى الكثير من مصادر الإشعاع في الحياة اليومية.

ولا تنسى في هذا الصدد تعرض الإنسان للأشعة الكونية الصادرة من الفضاء الخارجي وتعرضه للإشعاعات الضارة خلال تعامله مع النظائر المشعة سواء في مجالات الطب و الصناعة والزراعة وتعرض العاملين في المفاعلات النووية والعاملين في المناجم التي يستخرج منها العناصر المشعة مثل الراديوم واليورانيوم

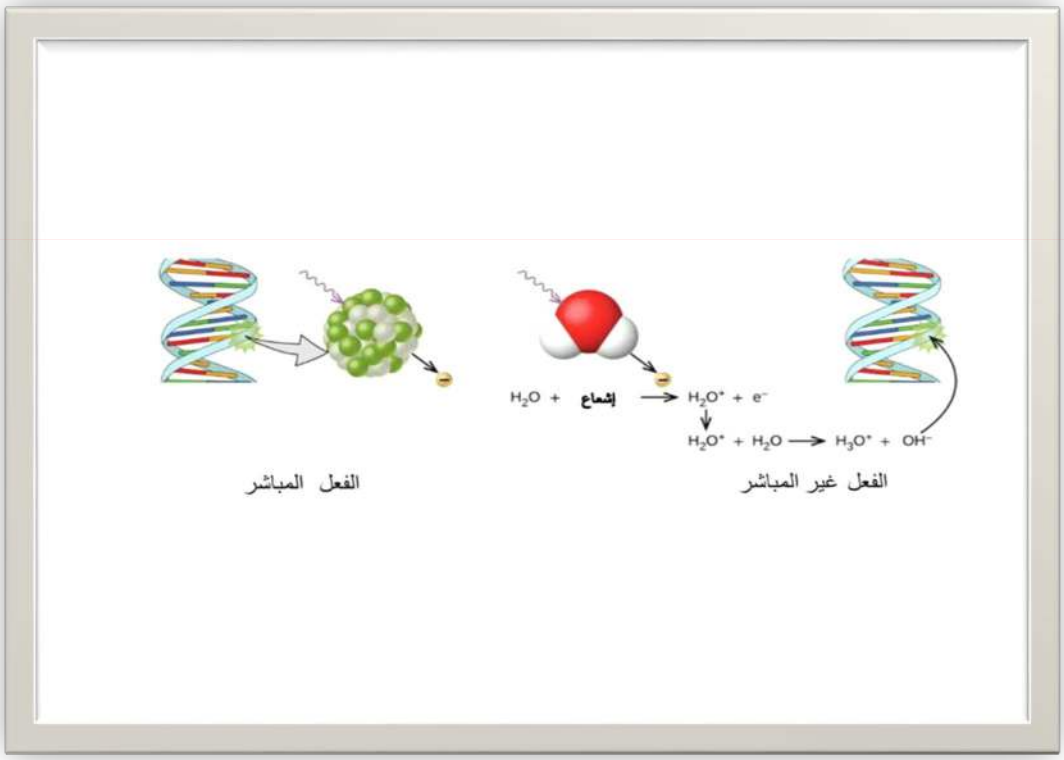
## 2- آلية تأثير الإشعاع خلايا جسم الإنسان: [20]

### 2-1- تأثير مباشر:

يكون التفاعل مباشراً عندما يتفاعل الإشعاع مع ذرات جزيء الحمض النووي أو بعض المكونات الخلوية الأخرى المهمة، ويؤثر هذا التفاعل على قدرة الخلية على التكاثر والبقاء على قيد الحياة، وفي حالات أخرى يؤدي ذلك إلى موت الخلية بسبب تأثر عدد كبير من الذرات وحدوث تغيير كبير في المعلومات التي يحملها جزيء الحمض النووي؛ وبالتالي تدمير الخلية بسبب التدخل "المباشر" في نظامها للحفاظ على الحياة.

### 2- 2- تأثير غير مباشر:

يقل احتمال تفاعل الإشعاع مع جزيء الحمض النووي الذي يشكل جزءًا صغيرًا من الخلية عندما يحدث التفاعل الإشعاعي في الماء الذي يشكل النسبة الأكبر من حجم الخلية؛ وبالتالي يقل الضرر الواقع على الخلية، ولكن في بعض الأحيان يمكن أن والتي يمكن أن تتحد الإشعاعات لتكوين مواد سامة مثل بيروكسيد الهيدروجين تساهم في تدمير الخلية




(الشكل 3: التاثير المباشر والغير المباشر الإشعاع)

## 3- الأمراض التي سببها التعرض للإشعاع النووي على أعضاء الجسم

يؤثر التعرض للإشعاع النووي على كافة أعضاء جسم الإنسان، وأبرز هذه الآثار:[21]

### 3-1- الشعر:

يحدث تساقط الشعر بسرعة وكمية كبيرة عند التعرض للإشعاع بمعدل 200 ريم أو أكثر.

### 3-2- المخ:

يتضرر المخ عند التعرض لإشعاع بمعدل 500 ريم فأكثر بسبب أن خلايا الدماغ لا تتكاثر، ويقوم الإشعاع بقتل الخلايا العصبية والأوعية الدموية الصغيرة مما يؤدي إلى حدوث النوبات والموت الفوري.

### 3-3- الغدة الدرقية:

تتأثر الغدة الدرقية أكثر من باقي أجزاء الجسم عند التعرض لليود المشع بكميات كبيرة والتي يمكن أن تدمر كل أو جزء من الغدة الدرقية، وللتقليل من آثار الإشعاع يمكن تناول يوديد البوتاسيوم.

### 3-4- نظام الدم:

يؤدي التعرض لإشعاع يصل مقداره 100 ريم لانخفاض عدد الخلايا الليمفاوية في الدم مما يجعل الجسم أكثر عرضة للإصابة، ويطلق على هذه الحالة اسم "داء الإشعاع الخفيف" الذي تكون أعراضه المبكرة مماثلة لأعراض الأنفلونزا وقد تمر دون أن يلاحظها المصاب إن لم يقم بإجراء تعداد لخلايا الدم، ويمكن أن تستمر الأعراض لمدة تصل إلى 10 سنوات وقد تزيد من فرصة الإصابة بسرطان الدم والأورام اللمفاوية على المدى الطويل

### 3-5- القلب:

يتسبب التعرض للأشعة التي يتراوح مقدارها بين 1000 إلى 5000 لإلحاق أضرار فورية بالأوعية الدموية الصغيرة وزيادة احتمالية حدوث قصور القلب والوفاة بشكل

**مباشر.**

### 3-6- الجهاز الهضمي:

يبدأ تضرر الجهاز الهضمي عند وصول مقدار الإشعاع إلى 200 ريم فأكثر، ويؤثر على بطانة الأمعاء والتسبب بالغثيان والقيء الدموي والإسهال، ثم سيبدأ الإشعاع في تدمير خلايا الجسم التي تنقسم بسرعة مثل الدم وخلايا الجهاز الهضمي والخلايا الإنجابية والشعرية وفي النهاية تضر بالحمض النووي والحمض النووي الريبي باقي الخلايا

### 3-7- الجهاز التناسلي:

يتضرر الجهاز التناسلي بشكل كبير لأن خلاياه تنقسم بسرعة عند مستويات منخفضة من الأشعة تصل إلى 200 ريم، وتتسبب الأشعة على المدى الطويل بإصابة الأشخاص بالعقم .

| التفاعل | المعادلة | نوعه | كمية الطاقة المتحررة (eV/molecule) |
|---|---|---|---|
| احتراق الكربون | $C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow\!\!\!\!\rightarrow CO_{2(g)}$ | كيميائي | 4.1 |
| انفجار TNT[1] مادة | $C_7H_5(NO_2)_3 \longrightarrow$ explosion products | كيميائي | 9.2 |
| انحلال بيتا لـ Co | $^{60}Co \longrightarrow Ni + \beta + energy$ | نووي | $2.5x10^6$ |
| الإنشطار النووي | $^{235}U + {}^1n \longrightarrow$ fission products+ energy | نووي | $200x10^6$ |

[1] ثلاثي نيترو تولوين Trinitrotoluene

**(الشكل 4: كميه الطاقه المتحره وتاثيرها )**

# الفصل الرابع : التعرض للاشعاع

- يتعرض البشر بشكل مستمر لجرعات منخفضة من الإشعاعات والإشعاعات من المصادر الطبيعية، كما يتعرضون في أوقات متقطعة لإشعاعات من مصادر صناعية.تتباين كميات الإشعاعات الطبيعية التي يتعرض لها البشر بشكل كبير حول العالم، وحتى داخل الدولة الواحدة.ففي الولايات المتحدة الأمريكية، يتعرض الشخص الاعتيادي لحوالي 3 ميلي سيفرت/سنة وسطيًا من مصادر إشعاع طبيعية، ويتراوح ذلك بين 0.5-20 ميلي سيفرت/سنة بحسب المنطقة الجغرافية، والارتفاع عن سطح البحر، وطبيعة البيئة المحلية.وفي المقابل، يتلقى الشخص الاعتيادي حوالى 3 ميلي سيفرت/سنة وسطيًا من مصادر صناعية (معظمها طبي)، مما يجعل متوسط الجرعة الإشعاعية السنوية للشخص الاعتيادي في الولايات المتحدة الأمريكية حوالى 6 ميلي سيفرت/سنة.

- تعتمد التأثيرات الضارة للأشعة (شدة ردة الفعل النسيجية) على عدة عوامل : [22]

1- مقدار الأشعة (الجرعة)

2- سرعة تلقي جرعة الأشعة

3- مساحة الجسم المُتعرض للأشعة

4- حساسية النسيج المُتعرض للأشعة

5- وجود شذوذات جينية تُعيق عمليات الإصلاح الطبيعية للحمض النووي DNA

6- عمر الشخص في وقت التعرض للأشعة

7- الحالة الصحية العامة للشخص قبل التعرض للأشعة

- يمكن لجرعة واحدة سريعة من الأشعة على كامل الجسم أن تكون قاتلة، إلا أن إعطاء نفس الجرعة من الأشعة على مدى أسابيع أو أشهر قد يكون أقل تأثيرًا.كما تعتمد تأثيرات الأشعة على مقدار مساحة الجسم المتعرضة لها.

## - مصادر التلوث الاشعاعي

وفيما يأتي أبرز مصادر التلوث الإشعاعي

### 1- المصادر الطبيعية :

هناك العديد من النتائج الطبيعية للقراءة [23] تلخيصها فيما بعد

### 1-1 الإشعاع الكوني :

إذ يُطلِق الفضاء الخارجي بما فيه من مجرات مجموعة من الأشعة، بعضها تنفُذ إلى الغلاف الجوي للأرض وتتفاعل مع مكوناته، ويضمّ الإشعاع الكوني أيضاً الأشعة الشمسية التي من الممكن أن يُحدث بعضها تغيّرات واضحة على سطح الأرض

### 1-2-البيئة الأرضيَّة :

حيث توجد بعض العناصر المشعة مثل اليورانيوم والثوريوم في القشرة الأرضية

### 1-3-المواد المشعة في الماء :

إذ يتفاوت تركيز المواد المشعة في الماء بناءً على مصدر المياه، فالمياه الجوفية مثلاً عندما تمر بين بالصخور الغنية باليورانيوم تتأثر به وتتلوث بنسب مرتفعة جداً

### 1-4-الغازات المشعة :

حيث توجد هذه الغازات بالقرب من سطح الأرض، وقد تتشكل نتيجة تحلل بعض العناصر الأرضية المشعة، كالثورون الناتج من تحلل عنصر الثوريوم في الأرض

## 1- الأشعة و لأطفال :

كون بعض الأعضاء والأنسجة أكثر حساسية للأشعة مما هو عليه الحال عند البالغين، والأمثلة على تلك الأعضاء تشمل الدماغ، وعدسة العين، والغدة الدرقية.وفي المقابل، فإن أعضاءً وأنسجة أخرى تكون حساسيتها للأشعة واحدة سواءً عند الأطفال أو البالغين، في حين أن أعضاءً أخرى قد تكون أقل حساسية عند الأطفال مما هو عند البالغين مثل المبيض عند الإناث.هناك أسباب معقدة وغير مفهومة بشكل كامل تقف وراء هذه الفوارق في الحساسية تجاه الأشعة، إلا أن الأطباء يعتقدون بأن زيادة حساسية نسيج معين تجاه الأشعة عند الأطفال يعود، ولو جزئيًا، يعود إلى نمو ونضج خلايا ذلك النسيج بشكل أكبر وأسرع مما هو عليه الحال لدى البالغين.

يواجه الجنين خطرًا كبيرًا عند التعرض للأشعة، وذلك لأن الخلايا في المرحلة الجنينية تنقسم بشكل سريع للغاية وتتمايز من خلايا غير ناضجة إلى خلايا ناضجة.على سبيل المثال، يمكن لتعرض الجنين لجرعة 300 ميلي غراي من الأشعة في الأسابيع 8-25 من الحمل أن يُسبب تراجعًا في ذكاء الطفل وأدائه المدرسي.كما إن العديد من العيوب الولادية قد تنجم عن تعرض الجنين لجرعات عالية من الأشعة في الرحم.ولكن، في حال كانت جرعة الأشعة أقل من 100 ميلي غراي، وخاصةً الجرعات الضئيلة المُستخدمة في اختبارات التصوير التي قد تخضع لها الأم الحامل من حين لآخر، فلا توجد أدلة على زيادة خطر تعرض الجنين لعيوب ولادية.

## 2- الأشعة والسرطان :

يمكن لتلقي جرعة عالية من الأشعة أن يزيد من خطر السرطان بسبب تضرر الحمض النووي في الخلايا التي لم تمت بسبب الأشعة.ولكن، تُعد الأشعة سببًا أقل خطورة للإصابة بالسرطان مما قد يعتقد الكثير من الناس.حتى وإن تعرض كامل الجسم لجرعة من الأشعة تبلغ 500 ميلي غراي (وهي جرعة تفوق بخمسمائة ضعف الجرعة السنوية الوسطية الناجمة عن الإشعاعات الخلفية) فإن الزيادة في خطر الوفاة بسبب السرطان طيلة الحياة تتراوح بين 22-24.5%، وبخطر مطلق أكيد لا يزيد عن 2.5%.

يكون خطر الإصابة بسرطان بسبب الأشعة أعلى بعدة أضعاف عند الأطفال أو الأجنة بالمقارنة مع البالغين.قد يكون الأطفال أكثر عرضةً لذلك الخطر بسبب ارتفاع وتيرة الانقسامات الخلوية لديهم، وطول الفترة المتوقعة للحياة والتي يمكن للسرطان أن يتطور في أثنائها.بناءً على ذلك، فإن الخطر الإجمالي للوفاة لاحقاً بالسرطان لطفل يبلغ من العمر سنة واحدة وأجري له تصوير بطن بالتصوير المقطعي المحوسب (CT) قد يزداد بنسبة 0.1% فقط لطيلة حياته.وقد أدت CT المخاوف التي أثيرت مؤخرًا بشأن مخاطر التصوير المقطعي المحوسب إلى جدل حول تكرار هذا النوع من التصوير عند المريض نفسه لمرات عديدة.وبسبب هذه المخاوف، فقد عملت الشركات المُصنعة لأجهزة التصوير المقطعي المحوسب على تقليل جرعة الأشعة الصادرة عن هذه الأجهزة.كما إن الأطباء يحاولون عدم اللجوء للتصوير المقطعي المحوسب إلا عندما يكون أكثر دقة من بقية الاختبارات الأخرى التي تستخدم مقادير أقل من الأشعة أو لا تستخدم الأشعة إطلاقًا.في حال كان التصوير المقطعي المحوسب هو الاختبار الأدق قطعًا، فإن الخطر الناجم عن عدم تشخيص المرض بشكل صحيح نتيجة عدم استخدام الأشعة المقطعية يكون أكبر من خطر الأشعة المقطعية بحد ذاتها.

## 3- الأشعة والعيوب الوراثية

تشير التجارب العلمية إلى أن الجرعات المرتفعة من الأشعة على المبيضين أو الخصيتين تزيد من خطر العيوب عند النسل (تأثيرات وراثية).ولكن، لم تُلاحظ أية زيادة في نسبة العيوب الولادية عند أطفال الناجين من التفجيرين النووين في اليابان.ولعل السبب يعود إلى أن التعرض الإشعاعي لم يكن مرتفعًا بدرجة كافية للتسبب بزيادة قابلة للقياس.كما إنه لم تُلاحظ زيادة في خطر العيوب الولادية عند الأطفال الذين جرى الحمل بهم بعد تعرض ذويهم للمعالجة الإشعاعية للسرطان عندما كانت الجرعة الوسطية التي يتعرض لها المبيضان حوالى 0.5 غراي، والجرعة الوسطية التي تتعرض لها الخصيتان حوالى 1.2 غراي (التعرض النمطي للأشعة في الأنسجة المجاورة للمنطقة المعالجة، وليس تعرض المنطقة المعالجة بشكل مباشر)

# الفصل الخامس : الوقاية الإشعاعية

## - المقدمة

يمكن تعريف علم الوقاية الإشعاعية على أنه العلم الذى يتكفل بحماية الناس؛ مهنيين وجمهور، والمنشآت النووية والإشعاعية، بالإضافة إلى حماية البيئة، من الآثار الضارة للأشعة المؤينة الناتجة عن كلا من الأشعة الكهرومغناطيسية، والجسيمات المعجلة؛ بطاقاتها المختلفة [24] .وفى العقدين الآخرين تم التوسع فى استخدام الأشعة المؤينة بدرجة مهولة فى المجال الطبى. وبالرغم من فوائدها العظمى إلا أنها تحوز بعض الآثار الصحية الضارة. ووجد الخبراء أنفسهم أمام معضلة حقيقية؛ ألا وهى كيفية التعامل مع محصلة (المنفعة / المخاطرة). فالمنفعة جمة، سواء فى تشخيص الأمراض أو علاجها. والمخاطرة نتاج طبيعى للوجه الآخر للأشعة المؤينة. و هذا الوجه يشمل قناعين؛ أحدهما يسمى بالآثار عشوائية الحدوث، بينمل يدعى الآخر بالآثار الحتمية. النوع الأول قد يحدث عند أية تعرضات إشعاعية، حتى أنه ممكن حدوثه عند التعرض لجرعات إشعاعية منخفضة. والنوع الثانى لا يحدث إلا عند التعرضات العالية جدا، وبعد جرعة عتبية محددة وموثقة لكل عضو فى جسد الانسان. و على هذا فإن الدور الأول للوقاية الإشعاعية هو السعى المستمر لتقليل حدوث الآثار العشوائية، ومنع الاثار الحتمية منعا باتا. ويمكن النجاح فى ذلك بتحقيق التبرير والأمثلة .تعتبر اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية هى الهيئة الرئيسية في مجال الوقاية من الأشعة المؤينة على المستوى العالمى .وهي مؤسسة مستقلة غير حكومية. تهدف للمضي قدما فى اتجاه الاستخدام الأمثل لعلم اللوقاية الإشعاعية، من أجل المصلحة العامة، وتقديم توصيات وتوجيهات بشأن الحماية من المخاطر الناجمة عن استخدام الأشعة المؤينة، وذلك فى مجالات متنوعة، منها المجال الطبى، حيث يتم التركيز بصورة مكثفة على توفير الارشادات اللازمة بشأن التعليم والتدريب الضروريان لبر نامج الوقاية الإشعاعية للعاملين فى مجال الرعاية الصحية، حيث أنه يوجد لديهم نقص خطير حوله، وطلاب الطب؛ لتلافى أى تدنى فى المعرفة بتفاصيل البرنامج لديهم مستقبلا.

هذا البرنامج لابد أن يخضع لعدة مستويات من حيث التنظيم والاشراف والمتابعة. وتلك المستويات تشمل الهيئات التنظيمية، والسلطات الصحية، بالاضافة إلى الهيئات المهنية، وأخيرا الجامعات والمؤسسات الأكاديمية الأخرى. وجدير بالذكر أن الدافع لهذا التقرير هو إدراك الحقيقة التى مؤداها أن ملايين عدة من الأفراد الطبيين يستخدمون المعدات المنتجة للأشعة المؤينة، و ينفذون إجراءات تداخلية منطوية على 3تعامل مع الأشعة المؤينة لديهم معرفة ضئيلة عما يجب عمله وقائيا، وتقدير ضعيف لتحسين منهجية العمل، وأمثلة أساليبه المطبقة. ومن نافلة القول أن المترجمين من ذوى الباع الطويل فى ممارسة العمل بالوقاية الإشعاعية، كما قام بالاشراف والمراجعة أحد أساطين علم الوقاية على المستوى العالمى .

## 1- مهام هيئات الحماية من الإشعاع

تنظّم الدول مجموعاتٍ توكل إليها عدّة مهام بهدف الحماية من الإشعاعات، ومنها:

1- ضمان التزام جميع المؤسّسات والشركات بلوائح الحماية من الإشعاع.
2- اقتراح تعديل أو إلغاء أو إضافة بند إلى بنود لوائح الحماية من الإشعاع التي تمّ إقرارها في الدولة.
3- وضع القواعد والإشادات الخاصّة في التعامل مع الموادّ المشعّة.
4- تقويم طلبات الترخيص المقدّمة من الأطراف المعنيّة، وإلغاؤها أو تعليقها.
5- التفتيش الدوريّ على الأطراف المتعاملة مع الموادّ المشعة.
6- وضع خطط الطوارئ في حال حدوث حوادث إشعاعيّة أو نوويّة.

## 2- المبادئ الأساسية للحماية من الإشعاع

هناك مجموعة من المبادئ المتّفق عليها للحماية من الإشعاع، ومنها:

1- حفظ الموادّ المشعّة الصلبة داخلَ خزنة من الرصاص

2- تحدّد الكميّات الإشعاعية للمواد المستخدمة في التصنيع، والتي يتعرّض لها العاملون بحسْب اللوائح الحكوميّة، وهي تضبط بثلاثة عوامل، وهي:

2-1- الزمن: فالزمن الذي يتعرّض الإنسان للإشعاع أثناءه يزيد من كميّة المواد المشعة الواصلة إليه، والعكس صحيح.

2-2- المسافة: تقلّ الكميّة التي تصل الإنسان من الإشعاعات كلما ابتعد عن مصدر الإشعاع، وبالتالي فإنّ تحديد المسافة المناسبة أمر في غاية الأهميّة.

2-3- الحائل: يوجد حوائل مخصّصة تستخدم بين المواد المشعّة والعاملين لحمايتهم من الإشعاع، وتختلفُ هذه الحوائل باختلاف نوع الإشعاع، فمنها ما هو من الرصاص، ومنها خرسانة، ومنها ما هو ماء وهو مستخدمٌ لحجب نيوترونات البرافين

## 3- أهمية الحماية من الإشعاعات

تكمن أهميّة الحماية من الإشعاع في الحفاظ على صحّة الإنسان، فالتعرّضُ للأشعة يسبّب أضراراً في أنسجة الجسم وأعضائه، وتتفاوتُ شدّتها باختلافِ كميّة الإشعاع، ونوعه، ودرجة حساسيّة الأنسجة له، وتقاسُ هذه الكميّات بوحدة السيفريت، ويرمز لها بالرمز(Sv) ، ويتّم استخدام وحدات أصغر مثل الميلي سيفريت والمايكرو سيفريت. تتدرّجُ الأضرار من مرحلةِ احمرار الجلد وتهيّجه، إلى فقدان وظائف حيويّة أو الإصابة بالسرطان، وذلك عند التعرض للإشعاع لمدة طويلة، فتعجزُ الخلايا عن إصلاح نفسها، كما أنّ تعرّض المرأة الحامل لكميّات قليلة من الإشعاع تتسبّب في حدوث تشوّهات للجنين، خاصّة في الدماغ

# 6- المصادر


[1] "Gamma radiation", arpansa.gov, Retrieved 15/9/2021. Edited.

. Edited. 2021/9/15 ،science.nasa،[2] "What are gamma rays?"

.2021/9/15، livescience ،[3] "What are gamma rays?"

Edited .

[4] "gennuclear", radiologyinfo, 3/9/2021. Edited.

[5] "Gamma Rays: Applications in Environmental Gamma Dosimetry and Determination Samples Gamma-Activities Induced by Neutrons", intechopen, Retrieved 23/9/2021. Edited.

[6] "Gamma Rays" , nasa, Retrieved 23/9/2021

[7] "Industrial Applications", nuclearconnect, Retrieved 15/9/2021. Edited.

[8] "radiation-health-effects", epa, 3/9/2021. Edited.

[9] "biological-effects", nuclearconnect, 3/9/2021. Edited.

[10] "Targeted and non-targeted effects of ionizing radiation", sciencedirect, 20/9/2021. Edited.

[11] "sterilization by gamma irradiation", tuttnauer.com, 20/9/2021. Edited.

[12] " protecting yourself radiation", U.S. Environmental Protection Agency, Retrieved 15/9/2021. Edited.

[13] "Protecting Against Exposure", nuclearconnect, Retrieved 21/9/2021. Edited.

[14] M. Schwartz, "Information, Transmission, Modulation and Noise", McGraw-Hill press, 1978

[15] الأستاذ الدكتور / صلاح الدين عبد الستار محمد التليفون المحمول والتلوث

الكهرومغناطيسي"، مجلة أسيوط للدراسات البيئية - العدد الخامس والعشرون ، يوليو ٢٠٠٣
[16] أحمد ناصر الليبي، "الموجات الكهرومغناطيسية وتأثيرها على الانسان والبيئة. جامعة بنغازي ليبيا، 2004

[17] Lin, James C. "A new IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio-frequency radiation." IEEE Antennas and Propagation Magazine 48, no. (2006): 157-159

[18] Federal Communications Commission, Office of Engineering & Technology; Evaluating Compliance with FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields. OET Bulletin, 65, (2001), pp.97- 01

[19] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. "ICNIRP statement on the "guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 ghz)"." Health physics 97, no. 3 (1998): 257-258

[20] "Radiation Exposure," medlineplus, Retrieved 1/6/2022. Edited.

[21] "Radiation, nuclear", nrc, 3/9/2021, Retrieved 1/6/2022. Edited. ^

[22] "Radiation Effects on Humans", atomicarchive, Retrieved 6/1/2022. Edited

[23] "Radioactive Contamination and Radiation Exposure ", emergency.cdc.gov, Retrieved 14-4-2020. Edited.

[24] "Biological Effects of Radiation", nrc, Retrieved 6/1/2022. Edited.