جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل

كلية التربية للعلوم الصرفة /قسم الفيزياء

الاشعاع وتأثيره على صحة الأنسان

بحث تقدم به الطالب (اسحاق عبد لزهره حسن) الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة – قسم الفيزياء كجزء من نيل درجة البكالوريوس في الفيزياء

إشراف

أ.م.د.مجيد علي حبيب

١٤٤٥ ه

٢٠٢٤م

بسم الله الرحمن الرحيم

(ٱللَّهُ نُورُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِۚ مَثَلُ نُورِهِۦ كَمِشۡكَوٰةٖ فِيهَا مِصۡبَاحٌۖ ٱلۡمِصۡبَاحُ فِي زُجَاجَةٍۖ ٱلزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوۡكَبٞ دُرِّيّٞ يُوقَدُ مِن شَجَرَةٖ مُّبَٰرَكَةٖ زَيۡتُونَةٖ لَّا شَرۡقِيَّةٖ وَلَا غَرۡبِيَّةٖ يَكَادُ زَيۡتُهَا يُضِيٓءُ وَلَوۡ لَمۡ تَمۡسَسۡهُ نَارٞۚ نُّورٌ عَلَىٰ نُورٖۚ يَهۡدِي ٱللَّهُ لِنُورِهِۦ مَن يَشَآءُۚ وَيَضۡرِبُ ٱللَّهُ ٱلۡأَمۡثَٰلَ لِلنَّاسِۗ وَٱللَّهُ بِكُلِّ شَيۡءٍ عَلِيمٞ)

صدق الله العلي العظيم

سورة النور

الآية (٣٥)

الإهداء

الى خالق الروح والقلم وبارئ الذر والنسم وخالق كل شيء من العدم الى من بلغ الرسالة وادى الامانة . . . ونصح الامة . . الى نبي الرحمة ونور العالمين الى السادة الاطهار وعروته الوثقى . . . اهل بيت النبوة

الى مراد قلبي ولأقرب لي من نفسي المغيب عن الابصار والكامن بعين البصيرة الى بقية الله الاعظم . . . صاحب العصر والزمان (عجل الله تعالى فرجه)

الى من علمني الدنيا الكفاح . . . وسلاحها العلم والمعرفة الى الذي لم يبخل عني باي شيء الى من سعى لأجل راحتي ونجاحي الى أعضم واعز رجل في الكون . . . . ابي العزيز

الى تلك الحبيبة ذات القلب النقي الى من اوصاني الرحمن . بها برا واحسانا الى من سعت وعانت من اجلي الى من كان دعائها سر نجاحي . . . امي الحبيبة

الى من اشاركهم لحظاتي . . . . . الى من يفرحون لنجاحي وكانه نجاحهم اخوتي واصدقائي بكل حب

اهديكم هذه جهدي المتواضع .

الشكر والتقدير

من لم يشكر الناس .....لم يشكر الله نتقدم بالشكر أولا وأخيرا لله سبحانه وتعالى الذي وفقـــنا في إنجاز هذا البحث

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمةً قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا من جديد ... وقبل أن نمضي تقدم أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة ... إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة ... إلى جميع أساتذتنا الأفاضل. وأخص بالتقدير والشكر الأستاذ المشرف المبدع **د. مجيد علي حبيب** والذي لم يزل يغمرنا بعطف ه وجهد ه العلمي في المتابعة الدقيقة لمجريات البحث بروح التعاون والعطاء في توجيه مسار البحث نحو أقصى العلمية كمنهج وللارتقاء المعرفي كما ....احترامنا لشخصً علمن ا دائما ه الكريم راجين من الله أن يمن عليه بكل خير في كل خطوة في مسيرته العلمية كما يسر الباحثين أن يتقدموا بالشكر الجزيل إلى عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم الفيزياء في جامعة بابل ال متمثلة بالسيد العميد والسادة المعاونين وأعضاء مجلس الكلية لما قدموه من عون لي

الخلاصة:-

يتناول هذه البحث الإشعاع وتأثيره على جسم الأنسان ، حيث ان الاشعاع هو عبارة عن طاقة تكون على شكل جسيمات صغيرة تظهر من مادة ما . ويصنف الاشعاع حسب طاقته الى نوعين اساسيين هما الاشعاع المؤين وهذه النوع من الاشعاع قادر على تأين خلايا الوسط المادي المار فيه ،اما الاشعاع من النوع الثاني هو الاشعاع غير المؤين يكون غير قادرا على تأين خلايا الوسط المادي المار فيه ،ذلك وبسبب عدم امتلاكه طاقة عالية تساعده على اختراق والنفاذ خلال الوسط المادي. وكلا هذان النوعان من الاشعاع مصادر ينتجان منهما وتكون على نوعين مصادر طبيعية ينتج الاشعاع من خلالها بعيدا عن تدخل الانسان ومن امثلة هذه المصادر، الاشعة الكونية التي تعتبر مصدرا اساسيا للإشعاع والنظائر المشعة الموجودة في قشرة الارض والكثير من المصادر الاخرى ، وعلى الرغم من خطورة الاشعاع الاكن الا يستطيع الانسان الاستغناء عنه ، فيحتاجه في مجالات كثيرة مثل المجال الطبي والمجال الصناعي فاضطر الانسان الى ان يصنع الاشعاع صناعياً ، وعلى الرغم من اهمية الاشعاع في حياتنا اليومية فلا يمكننا الاستغناء عنه ، لكن في الجانب الاخر لا يمكننا ان نتجاهل بقصد او بغير قصد خطورة الاشعاع على الكائن الحي الذي يتعرض له ،وتكون الاثار التي يسببها الاشعاع حسب الاختلاف في طاقته . فاذا كان الاشعاع من النوع المؤين يكون تعرض الكائن الحي لهذ النوع قاتلا او الاصابة بأعراض اخرى قد تظهر في الاجيال المتعاقبة الشخص المتعرض . اما اذا كان تعرض الكائن الحي الاشعاع من النوع الغير مؤين ، لا يكون قاتلا لكن قد يصيب الشخص المتعرض اعراض مرضية اخرى مثل امراض الاطفال وعتامة العين وتلف الجهاز العصبي، يمكن ان تدخل المواد المشعة الى جسم الكائن الحي عن طريق الاجهزة الرئيسية له مثل الجهاز الدوري والجهاز التنفسي والجهاز الهضمي ، وبعد دخول المواد المشعة الى الجسم عن طريق هذه الاجهزة تتفاعل المواد المشعة مع الخلايا الحية المكونة الجسم عن طريق مراحل متعددة وبعد هذه التفاعل يمكن ان تفقد هذه الخلايا وظيفتها الاساسية بسبب تفاعل المواد المشعة معها ، حيث يمكننا ان نتخلص من هذه الاعراض من خلال عدة طرق وتبعا الى نوع الاشعاع فاذا كان الاشعاع المؤين يمكننا ان نتخلص منه اذا كنا من العامليين في المجال النووي من خلال لبس الملابس الواقية للإشعاع والابتعاد عن المصادر المشعة حيث كلما تقل المسافة بين المصدر المشع والشخص المتعرض يقل الخطر ، اما اذا كان الاشعاع غير

مؤين فنستطيع ان نلتزم بطرق الوقاية الاشعاعية وهي الابتعاد عن معظم الاجهزة الكهربائية المصدرة للاشعاع ومن ضمنها اجهزة الراديو واجهزة التلفيزيون واشعة الميكروويف وشبكات الهاتف المحمول Wi – fi وتقليل التعرض الى هذه المصادر وتعطيل wi –fi بعد الاستعمال عدم وضع المنظومات قريبة من التجمعات البشرية . وكل هذه الطرق تساعدنا على الابتعاد عن خطورة الاشعاع وكيفية التعامل معه .

الفهرست

الموضوع	الصفحة
الفصل الأول	
١-١ المقدمة	٢
١-٢ الاشعاع	٣
١-٣ مصادر الاشعاع	٤
١-٣-١ المصادر الطبيعية للإشعاع	٥ -٦
١-٣-٢ المصادر الصناعية للإشعاع	٧-٨
١-٤ انواع الاشعاع النووي	٩
١-٤-١ الاشعاع المؤين	٩- ١٣
١-٤-٢ الاشعاع الغير مؤين	١٤-١٧
١-٥ الكشف عن الاشعاع ١-٥-١ الكواشف المملوءة بالغاز ١-٥-٢ كواشف الحالة الصلبة ١-٥-٣ الكواشف الوميضية	١٨ ١٨ ١٩ ٢٠
الفصل الثاني	
٢-١ فسيلوجية الانسان وكيف دخول المواد المشعة ٢-١-١ الجهاز الدوري ٢-١-٢ الجهاز التنفسي ٢-١ ٣ الجهاز الهضمي	٢٢ ٢٢ ٢٢ ٢٣
٢-٢ تفاعل الاشعاع مع الخلية الحية ٢-٢-١ المرحلة الفيزيائية ٢-٢-٢ المرحلة الفيزوكيميائية	٢٣ ٢٣ ٢٣

٢-٢-٣ المرحلة الكيميائية	٢٤
٢-٢-٤ المرحلة البيولوجية	٢٤
٢-٣ التأثيرات البيلوجية للإشعاع المؤين	٢٤
٢-٣-١ تلف الجهاز المركزي العصبي	٢٥
٢-٣-٢ الإريثيما	٢٥
٢-٣-٣ السرطان	٢٥
٢-٣-٤ انخفاض متوسط العمر	٢٦
٢-٤ التأثيرات البيلوجية للإشعاع الغير مؤين	٢٦
٢-٤-١ امراض القلب ولاوعية الدموية	٢٦
٢-٤-٢ امراض الاطفال	٢٧
٢-٤-٣ الصداع والقلق النفسي	٢٧
٢-٤-٤ أورام الاذن	٢٧
٢-٥ مصادر التلوث الاشعاعي	٢٨
٢-٥-١ التلوث الناتج عن الهاتف النقال	٢٨
٢-٥-٢ التلوث الناتج من ابراج التقوية الاذاعية على الذين يسكنون بالقرب منها	٢٩
٢-٥-٣ التلوث الناتج عن اجهزة المنزل	٣٠
٢-٦ طرق الوقاية من الاشعاع المؤين	٣٠-٢٩
٢-٧ طرق الوقاية من الاشعاع الغير مؤين	٣١
الفصل الثالث	
٣-١ المناقشة	٣٤-٣٣
٣-٢ الاستنتاجات	٣٦-٣٥
المصادر	٣٨

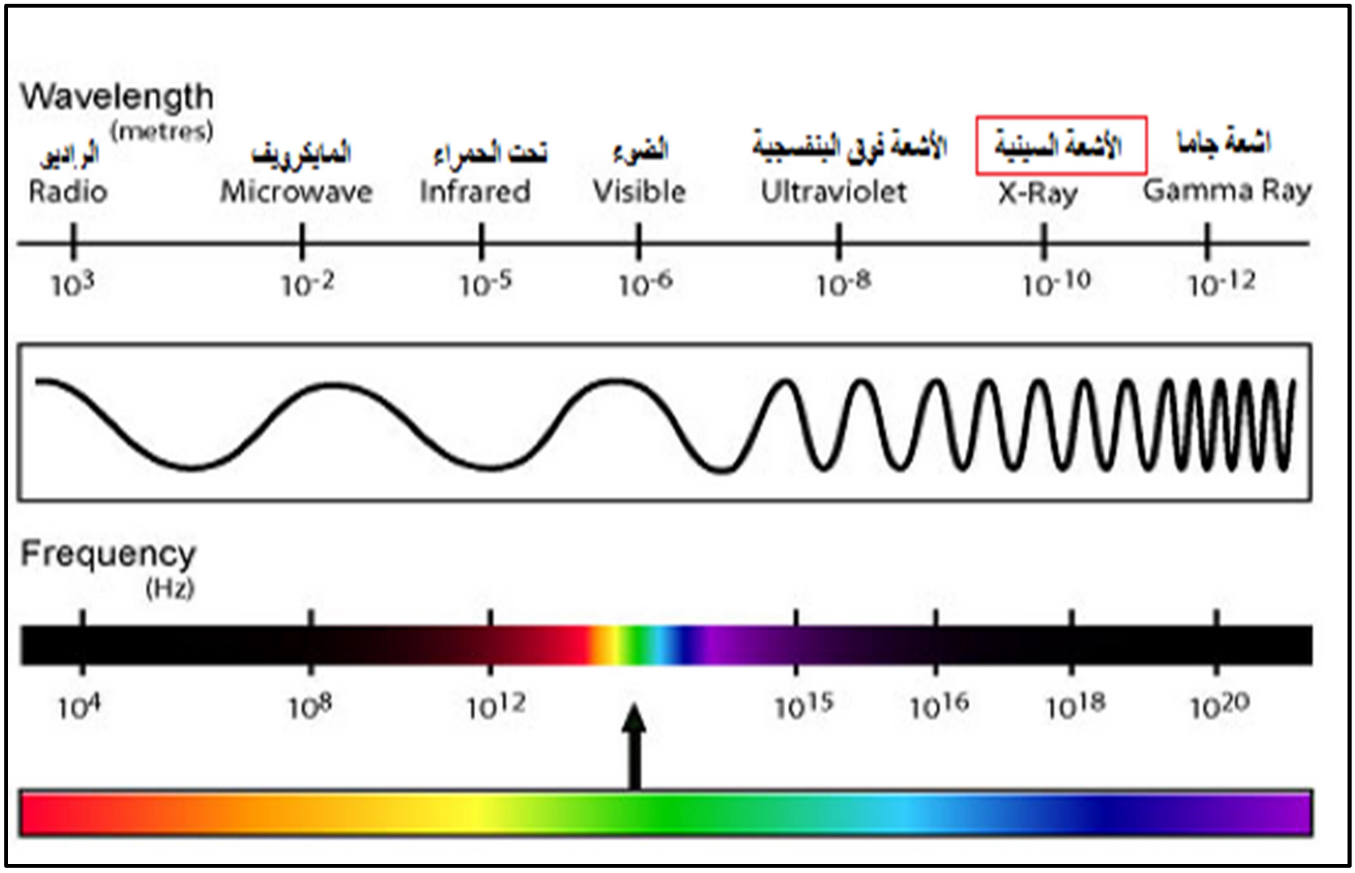
الفصل الأول

١-١ المقدمة:-

ان المواد المشعة او العناصر المشعة موجودة في الطبيعة منذ بدء الخليفة فهي موجودة في اجسامنا وغذائنا والماء الذي نشرب منه والهواء الذي نستنشقة .فعظامنا تحتوي البولونيوم والراديوم المشعين ،وعضلاتنا تحتوي الكربون والبوتاسيوم المشعين ،وهنالك غازات نبيلة وهيدروجين ثلاثي وهي جميعها مشعة موجودة في رئة أي منا ،كما نتعرض الشواظ من الاشعة الكونية ونستنشق عنصرالرادون المشع بشكل دائم .كما ان العديد منا يعيش في اجواء مليئة بالمواد المشعة اذا كان يعمل في اماكن استخراج النفط والفوسفات او ذهب للاستحمام في الحمامات المعدنية .واذا كان من محبي السفر بالطائرة فهذ يضاعف كمية الاشعاع التي يتعرض لها .ان كل المواد المشعة التي ذكرت انفاهي مواد مشعة طبيعيا وجدت منذ بدء الخليقة ،غير انه تم تصنيع اجهزة تصدر اشعة كتلك التي تستخدم في التصوير الاشعاعي الطبي والصناعي كما انه تم تصنيع العديد من المواد المشعة بتحويل الموا المستقر الى مواد ذات انوية غير مستقرة وذلك من خلال التفاعل النووي بحيث تنتج مادة مشعة يمكن استخدامها الاغراض محدودة مثل الكوبلت الاستخدام في وحدة الاشعاع السرطان الذي ينتج من خلال تفاعل النيكل غير المشع بالنيوترونات فينتج الكوبلت المشع واليود المشع الذي يستخدم في تشخيص علاج امراض الغدة الدرقية والعديد من المواد الاخرى التي تستخدم في علاج امراض اخرى وان المفاعلات النووية التي تستخدم الانتاج الطاقة او الاغراض اخرى العلميه تعتبر من اكبر مصادر الانتاج المواد المشعة على الاطلاق حيث ان هذه المادة المشعة النووية ذات انوية ذرات اليورانيوم الموجود في قلب المفاعل يؤدي الى انتاج مايزيد عن الاشعاع وهذه المواد تختلف فترة فعاليتها الاشعاعية اختلاف كبيرا غير ان سرعا ن ماتتحول الى مواد غير مشعة عمليا بواسطة عملية الانحلال الاشعاعي وتبقى في الغالب داخل حافظة الوقود الى ان تتم معالجتها في مواقع مناسبة ولايسمح بالخروج الى البيئة النزر اليسير منها

١-٢ الإشعاع :- هو طاقة تطلق على شكل جسيمات صغيرة من مادة ما، وله أشكال عديدة مثل أشعة الشمس وأشعة الضوء والأشعة السينية وأشعة غاما والإشعاع الصادر من المفاعلات النووية والضوء بحد ذاته إشعاع يطلقه الإلكترون المرتبط في ذرة.يتعرض الانسان للإشعاع يومياً. وفي الحقيقة ‘لطالما كان الإشعاع جزءاً من الحياة اليومية على كوكب الارض .وينبعث الإشعاع من مصادر طبيعية وصناعية .فرق بين الإشعاع على أساس مكوناته وفعاليته .تتكون الموجات الكهرومغناطيسية من فوتونات. وينتمي اليها الأشعة السينية ولأشعة فوق البنفسجية ولأشعة تحت الحمراء .ولأشعة ذات الطول الموجي القصير تسمى موجات ومنها موجات الراديو او موجات الرادار وموجات الميكروويف وهناك نوع اخر من الاشعاع ويسمى إشعاع الجسيمات ويوجد منها العديد مثل جسيمات الفا وجسيمات بيتا –وجسيمات بيتا منها الإلكترون ومنها البوز ترون – كما تسمى بعضها أشعة وهذه تكون ذرات فقدت واحد او اكثر من الكتروناتها ،كما توجد اشعة نيوترونات .وهنالك الاشعاع القادم من أعماق الكون مثل الأشعة الارضية .وأشعة الكونية وإشعاع الخلفية الميكروني الكوني وإشعاع هوكينغ .كما نعرف الإشعاعات الصادرة من النشاط الإشعاعي لبعض المواد .كما تتميز بعض المناطق الجيولوجية بإصدارها الإشعاع وهذه تسمى إشعاعات أرضية، وهي ناشئة عن وجود بعض المواد المشعة في صخور تلك الأراضي. ويبين الفحص أن الإشعاعات الصادرة من النشاط الإشعاعي لبعض المواد ماهي الإشعاع جسيمات مثل جسيمات الفا وجسيمات بيتا زمنها ما هو من نوع الموجات الكهرومغناطيسية مثل أشعة كاما وعندما تكون طاقة الأشعة عالية بحيث تستطيع أن تؤين الوسط الذي تمر من خلاله . أي تستطيع فصل الالكترونات عن ذراتها او جزيئاتها فهذه تسمى إشعاع مؤين. وينتمي الى الإشعاعات لمؤينة . جزء من الموجات الكهرومغناطيسية والتي تتميز بطاقتها العالية وقدرتها على تأين المادة ومن ضمن هذه الموجات. أشعة كاتما وجسيمات بيتا وجسيمات الفا ولأشعة السينية والشكل رقم (١) يوضح انواع الإشعاعات تبعا الاختلاف طاقته . حيث نلاحظ في الشكل

الأشعة التي أعلى من الأشعة فوق البنفسجية تكون إشعاعات تستخدم عادة في الطب. مع ذلك فإننا نحصل على جرعات منخفضة منها بشكل دائم عبر الفضاء، أو من الهواء، أومن الأرض، أو من الصخور. يمكننا أن نشير إلى هذه الأنواع من الأشعة بـ الأشعة المؤينة .



الشكل رقم **(١)** انواع الاشعاعات

١-٣- مصادر الاشعاع النووي :- كل ما هو موجود على سطح الكرة الأرضية يجب ان يكون له مصدر ينتج منه وكذلك بالنسبة للإشعاع ايضاً فهوا ينتج من مصادر طبيعية ومصادر صناعية.

١-٣-١-المصادر الطبيعية للإشعاع:-

- الاشعة الكونية : المصدر الرئيسي الهذه الاشعة ناتج عن الحوادث النجمية في الفضاء الكوني البعيد ومنها مايصدر عن الشمس خاصة خلال التوهجات الشمسية التي تحدث مرة او مرتين كل ١١ سنه مولده جرعة اشعاعية كبيرة الى الغلاف الغازي للارض وتتكون هذه الاشعة الكونية من ٨٧%من البروتونات و١١%من جسيمات الفا ،وحوالي ١%من النوى ذات العدد الذري مابين ٤ و٢٦ وحوالي ١%من الالكترونات ذات طاقة عالية جدا وهذه ماتمتاز به الاشعة الكونية ،لذلك فإن لها القدرة الكبيرة على الأختراق .

وعند مرور هذه الاشعاعات المؤينة عبر الغلاف الجوي المغلف للارض فانها تتفاعل مع مكوناته فتتغير محتوياته وتضعف كمياتها التي تصل الى الارض بكميات ضئيلة جدا ليس منها ضررعلى الانسان أو بيئته ولهذا يعتبر الغلاف الجوي واقياً من هذه الاشعاعات .

كما انها تتفاعل مع نوئ الذرات الغلاف الجوي مولدة بذلك الكترونات سريعة واشعة كاما ونيوترونات وميزونات .

ولايستطيع احد تجنب الاشعة الكونية ولكن شدتها على سطح الارض تتباين من مكان الى اخر حيث تتغير الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها الانسان من هذه المصدر الاشعاع بتغير موقعة على الكرة الارضية .

فالاشعة الكونية تقل عند خط الاستواء وتزداد باتجاه القطبين وعند الارتفاعات العالية من سطح البحر .فعندما تخترق الاشعة الكونية الغلاف الجوي تتفاعل النيوترونات الكونية مع غاز .

النيتروجين (N14).

اوبهذا ينتشر الكربون C14 المشع المتكون في الغلاف الجوي حتى يصل الى سطح الارض بفعل الامطار فيدخل في تركيب المواد الحية الموجودة في سطح الارض .

- النشاط الطبيعي داخل جسم الانسان : يشع جسم الانسان من الداخل عن طريق كل من الهواء الذي تتنفسه والغذاء والماء الذي يصل الى جوفه ، فالهواء هو المصدر الرئيسي للجرعة الاشعاعية الطبيعية التي تصل الى داخل جسم الانسان ومصدرها الاساسي غاز الرادون الموجود في جو الارض والمتولد عن طريق التحلل التلقائي لنظير اليورانيوم U238 والموجود اساسا في صخور قشرة الارض .

وكذلك فان الغذاء الذي يتناوله الانسان من النبات يحتوي على مواد مشعة حيث ان المصدر الرئيسي لتلك المواد المشعة في النبات هو التربة التي تمتص منها النباتات تلك المواد مع غيرها من المواد الطبيعية فتدخل في بنائها .
كما ان بعض الغبار الذي يتساقط على النبات يحوي اثارا من تلك المواد المشعة ،وتصل المواد المشعة الى داخل جسم الانسان عن طريق تناوله النباتات او الحوم الحيوانات التي تتغذي على تلك النباتات وتدخل المواد المشعة ايضا مع الماء الذي نشربه حيث يحتوي المياه على اثار قليله جدا منها .
لذلك تكون اجسامنا مشعة قليلاً من الداخل نظرا الوجود بعض العناصر المشعة فيها مثل البوتاسيوم (K40) والكربون (C14) .
اضافة الى ذلك فقد يتواج كل من غاز الراديوم (Ra) والثوريوم (Th) المشعين في جسم الانسان (الناتجين عن تفكك او اضمحلال الراديوم والثوريوم الموجودين في التربه طبيعياً) وذلك عن طريق الجهاز التنفسي

- القشرة الارضية :- معظم المواد المشعة الموجودة على سطح الارض بشكل طبيعي مصدرها القشرة الارضية ، وتتواجد المصادر الارضية على هيئة منفردة او على شكل مجموعات (سلاسل) .

أما بالنسبة للمواد المشعة المنفردة فمن اهمها عنصر البوتاسيوم (k40) حيث يكون حوالي ٠.٠٢%من البوتاسيوم الطبيعي على سطح الارض ،ويوجد حوالي g ١٤٠ من البوتاسيوم المشع في جسم الانسان الذي يزن Kg ٧٠ . وبانسبة للعناصر التي تتواجد ضمن سلاسل ترتبط بعضها مع البعض ضمن خط تحليلي متسلسل حيث يتحلل العنصر الاولي مولد العنصر الثاني وبدوه يتحلل مولد العنصر الثالث ، وهكذا تستمر العملية حيث ينشا عنها سلاسل تؤدي جميعها الى عنصر الرصاص المستقر وهذه السلاسل هي سلسلة الثوريوم وسلسلة اليورانيوم وسلسلة الاكتينيوم وسلسلة النبتونيوم .

في شهر اغسطس من عام ١٩٤٥ فجرت الولايات المتحدة الامريكية في اليوم السادس من الشهر القنبلة النووية الاولى في سماء مدينة هيروشيما اليابانية على ارتفاع m 580 وبقوة انفجار بلغت ١٥ طناً تقريباً من الكيمياويات المتفجرة، وفي اليوم التاسع من الشهر نفسه فجرت قنبلة ثانية في سماء مدينة ناغازاكي على ارتفاع 500m شمال مركز المدينة وبلاضافة الى الاثار

التخريبية التي نتجت عن الطاقة الانفجارية المتولدة فان الطاقة الحرارية التي نتجت كانت من الكبر بحيث أحرقت كل الاجزاء العارية من جسم الانسان حتى على بعد 4Km من مركز الانفجار .

١-٣-٢ المصادر الصناعية للأشعاع :-

- المفاعلات النووية :ان مصادر التلوث الناتج منها هو ما تخرجه من مداخنها بصفة مستمرة من النظائر المشعة نتيجة الانشطار النووي الحادث داخل المفاعلات واهم هذه المواد اليود المشع والغازات المشعة الخاملة مثل غاز الكريبتون (Cr85) ،هذه بلاضافة الى مايتصاعد من نواتج الانشطار غير الغازي مثل سترنشيوم (Sr90) وسترنشيوم (٨٩) ،سيزيوم (Sz137) .

-النظائر المشعة :لقد ازدادت كميات وانواع النظائر المشعة المنتجة بواسطة المفاعلات النووية والمعجلات النووية ازديادا مضطرا وسريعا وذلك نتيجة لما ثبت من فائدتها وفعاليتها في كثير من المجالات الحيوية مثل التشخيص والعلاج الطبي وتطبيقاتها في الصناعة والزراعة والبحوث المختلفة الاكاديمية والتطبيقية ومن اهم هذه النظائر المنتجة ، يود (I131) كوبلت (CO60) سيزيوم (SZ137) ايريديوم (Ir192) ،فسفور (P32) كربون (C14) ،كريبتون(Kr14) .

- وقود الاقمار الصناعية وأبحاث الفضاء :- تستخدم حاليا النظائر المشعة والمفاعلات الصغيرة كمصدر ثانوي للقوى المحركة للاقمار الصناعية والصواريخ حيث استخدم البلوتونيوم (Pu 238) الاول مرة في الاقمار الصناعية سنة ١٩٦٢ وفي حالة الحاجة الى مصدر قوي مرتفع تستخدم انواع معينه من المفاعلات الخفيفة الوزن مثل مفاعل اليورانيوم المخلوط بهيدريد الزنك والمستخدم فيه معدن الصوديوم للتبريد والزئبق المغلي وتتخلص هذه المفاعلات من مخلفاتها المشعة عن فتحة العادم حيث تعتبر مصدر جديد لتلوث البيئة في طبقات الجو المختلفة وبالطبع تكون نسبة هذه التلوث كبيرة جدا في حالة الحوادث التي قد تحدث للاقمار الصناعية ولتي تسبب تدميرها السريع في الجو .

- مصانع معالجة الوقود النووي المحترق :- لقد تبين من الناحيتين الاقتصادية ولاستراتيجية اهمية معالجة الوقود النووي المحترق لاعادة استخدامه او لفصل بعض المواد المشعة ذات

الطابع الاستراتيجي منه البلوتونيوم (Pu239) واعادة ما يتصاعد من مداخن هذه المصانع كميات كبيرة من النظائر المشعة مثل اليود (I131) الكريبتون (Cr85) ومشعات بيتا ومشعات الفا هذه الى جانب كميات كبيرة التي يصعب فصلها ولتي يستدعى الامر اعتبارها مخلفات مشعة صلبة وتدفن في باطن الارض .

- المخلفات المشعة:- نتيجة لازدياد المضطر الاستخدامات الطاقة الذرية في الاغراض السليمة وخاصة ماله علاقة بتصنيع وتشغيل مفاعلات القوى ومعامل تصنيع ومعالجة الوقود النووي ازدادت كميات المخلفات المشعة الصلبة والسائلة والغازية على اختلاف انواعها هذا بلاضافة الى المخلفات المشعة الناتجة من استخدامات النظائر المشعة في المجالات الاخرى المختلفة مثل الطب والزراعة والصناعة ولامر الذي ادى ايضا الى زيادة كمية هذه المخلفات ، وبطبيعة الامر فانه من الضروري التحكم فيها بقدر الامكان التقليل احتمال التلوث البيئي منها ، الا ان هذه التحكم سواء في باطن الارض او في قاع البحار او في التخفيف بواسطة الهواء ،ولايمكن اعتباره حالة امان كاملة تمنع تلوث البيئة فهي تسبب تلوث الثروة السمكية وتلوث المياه الجوفية وخلافه .

- التساقط الذري المحلي من تجارب التفجيرات النووية :- ان اهم نواتج التساقط المحلي هو ماينتج من تجارب التفجيرات النووية تحت الارض او فوق سطح الارض والبحار والملاحظ ان ٩٠%من نواتج الانشطار يتصاعد من راس السحابة الذرية التي تشبه في شكلها عش الغراب في حين ان ١٠% فقط تبقى في ساق السحابة الذرية وتتساقط محلياً في مكان التفجير هذا الى جانب نواتج التنشيط الاشعاعي بالنيترونات المنبعثة من القنبلة وقت التفجير .

- التساقط الذري على سطح الكرة الارضية الناتج من تجارب التفجيرات النووية :-

لاشك ان اي تفجيرات نووية تحدث فوق سطح الارض او في البحار تتصاعد منها نواتج كثيرة للانشطار النووي الحادث من التفجير وان كمية كبيرة من النظائر المشعة الناتجة من الانشطار تنتشر على مستويات وارتفاعات مختلفة من سطح الارض بل تتعداها الى مناطق بعيدة جدا عن مكونات التفجير وذلك تبعا الظروف البيئية الحادثة وقت .

١-٤ انواع الاشعاع النووي :- هنالك نوعان اساسيان للإشعاع النووي هما

١-٤-١ الاشعاع المؤين :- هو نوع من الإشعاعات ذات طاقة عالية تعمل على تأيين الوسط الذي تمر فيه بسبب اصطدام الشعاع بذرات الوسط مما يؤدي إلى طرد بعض إلكترونات الذرات وتكوّن الأيونات في الوسط حيث يتميز هذه النوع من الاشعاع بطاقته العالية والتي تجعله يخترق الاجسام المادية الواقعة في مساره وحسب الاختلاف في الطاقة ،والتي تكون على شكل اشعة ومن امثلتها اشعة كاما واشعة بيتا واشعة الفا، ولأشعة السينية . وهنالك نوع اخر من الاشعاع ليس على شكل اشعة وانما على شكل حزمة من الموجات الدقيقة والتي تكونها الجسيمات الاولية مثل الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات وكل هذه الانواع من الاشعاعات التي ذكرناها تأين الوسط الذي تمر فيه مثل الغازات والسوائل والمواد الصلبة، وأجسام الكائنات الحية. ولهذا فالإشعاعات المؤينة ضارة بالصحة إذا تعدت كميتها حدودا معينة. وهذا يحتم عدم الإسراف في الكشف الطبي بالأشعة السينية.

- اشعة كاما (Gamma rays):- هي أشعةٌ كَهْرُومِغْنَاطِيسِيةٍ ، تم اكتشافها سنة( )١٩٠٠ على يد العالم الفرنسي فيلارد . يرمز لها بـ (γ)، وهي أشد طاقة من أشعة إكس ؛ تقدر طاقاتها بين (1mev) و (14mev)، بينما طاقة أشعة إكس بين (50 K ev) ونحو (٥٠٠ kev). وأشعة كاما هي ناتج للتفاعلات النووية التي غالبا ما تحدث في الفضاء، وفي التفاعلات النووية والمفاعلات النووية ، كما تنتج أيضا من العناصر المشعة مثل اليورانيوم وباقي النظائر المشعة والبلوتونيوم والبولونيوم . ولذلك تحرم المعاهدات الدولية إجراء تفجيرات نووية. وهي تنتشر في الفراغ والهواء، بسرعة مساوية لـ سرعة الضوء ، فهي موجات كهرومغناطيسية وليست جسيمات . لها طاقات عالية وقدرة كبيرة على النفاذ في المواد أكثر من الأشعة السينية و الأشعة فوق البنفسجية وموجاتها قصيرة جداً كما موضح في الشكل رقم (٣) ، وتتراوح أطوال موجتها بين (٠.٠٥) انغستروم إلى(٠.٠٠٥)انغستروم . وأشعة غاما ذات تأثير ضار جداً على الخلايا الحية، ولولا وجود الغلاف الجوي حول الأرض الذي يمتص ويشتت هذه الأشعة ذات التردد الموجي العالي والطاقة الكبيرة، لأنعدمت الحياة على سطح الأرض. لأن أشعة غاما

لها قدرة فائقة على النفاذ واختراق الأجسام. وترجع قدرتها على تدمير الخلايا الحية أنها أشعة مؤينة، أي أنها تسبب التأين في المادة، وتأين المادة الحية يعني إضرار قد يؤدي إلى موت الخلية.

أما عن استخداماتها، فهي تستخدم في المجالان الطبي والصناعي، ولكن بكميات صغيرة جداً، حيث جرعات الأشعة التي تعطى للمريض محسوبة بدقة كبيرة بحيث تدمر الخلايا السرطانية، وأما خلايا الجسم السليمة فهي تستعيد صحتها بعد فترة نقاهة وتستطيع متابعة سير العمليات الحيوية في الجسم

وفي العلاج الطبي فتستخدم غالبا لقتل الخلايا السرطانية ، وأما في المجال الصناعي فهي تستخدم لتصوير أنابيب البترول لمعرفة جودة الأنابيب وسلامة اللحام ، إضافة إلى قتل الجراثيم في المواد الغذائية المعلبة وتعقيم الحبوب ، وبما أنها نتاج للتفاعلات النووية، فإنها دون شك تستخدم في المفاعل والقنابل النووية.

- جسيمات بيتا (Beta particles):-

هوعبارة عن إلكترون أو بوزيترون ذي سرعة وطاقة عاليتين وينبعث من نوى إشعاعية النشاط مثل البوتاسيوم-(k40) . وجسيمات بيتا المنبعثة هي شكل من الإشعاعات المتأينة وتعرف أيضاً باسم أشعة بيتا. وتسمى عملية إنتاج جسيمات البيتا بتحلل بيتا. ويُرمز لجسيم بيتا بالحرف الإغريقي بيتا .(β) هنالك نوعان من تحلل بيتا: إما(β –) الذي يصدر إلكتروناً ، و(β+) الذي يصدر بوزيترونا . تمتاز جسيمات بيتا بقدرتها الضعيفة على تأيين المواد الموجودة في مسارها ، إلا أن نفاذيتها للمواد ضعيفة نسبيا، بحيث أنها تخترق صفيحة من الألمنيوم بسمك ٣ ملم كما موضح في الشكل رقم (٣). كما يمكن تسريع الإكترونات في معجل جسيمات فتزيد سرعتها إلى ما يقرب من سرعة الضوء. جسيمات بيتا هي جسيمات ذات طاقة عالية وسرعة الإلكترون أو البوزترون المنبعث من بعض الأنوية المشعة مثل بوتاسيوم(k40) عالية الطاقة ، يصدر عن اضمحلال جسيم بيتا اشعاع نووي تسمى أشعة بيتا ويرمز لها بالحرف الإغريقي(β) ، ولإضمحلال بيتا نوعين(β- وβ+)، حيث(β-)تزيد عدد الإلكترونات و(β+) تزيد البوزيترونات.

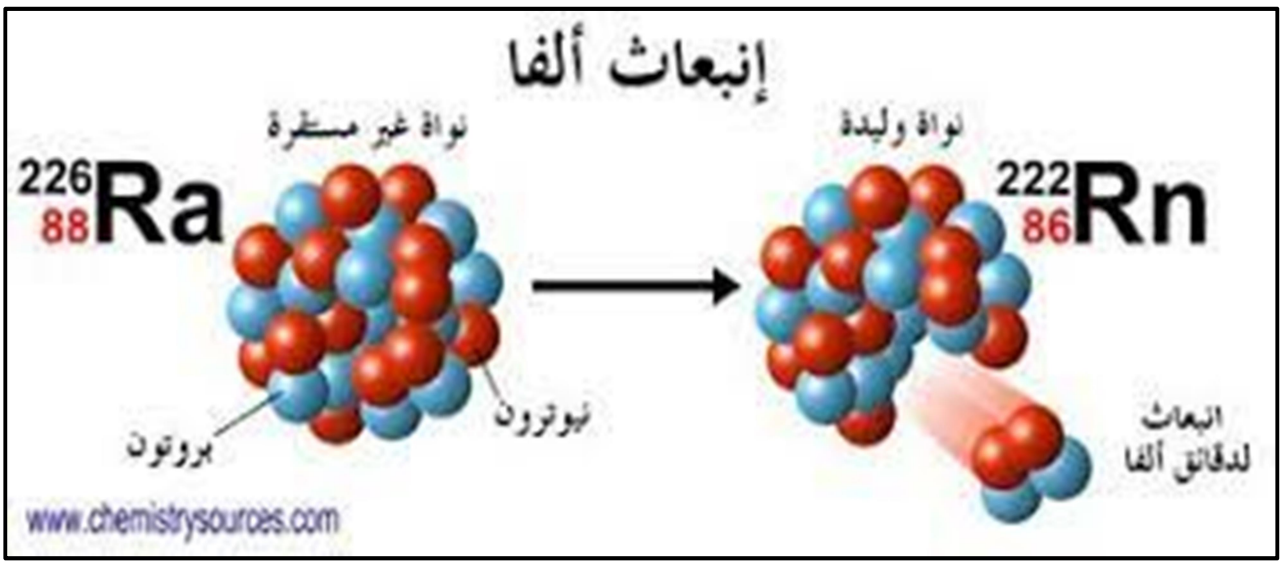
- جسيمات الفا (Alpha particles) :-

جسيم ألفا أو أشعة ألفا ، على الرغم من تسميتها أشعة إلا أنها عبارة عن نواة ذرة الهليوم وتتكون من بروتونين ونيوترونين ، تتحد في داخل النواة بقوة نووية كبيرة، بحيث تعتبر أشد نوايا العناصر استقرارا وتماسكا. ذلك لتكونها من ٢ بروتون و ٢ نيوترون وهؤلاء الأربعة يتميزون بأكبر فقد في الكتلة عند اندماجهم لتكوين نواة الهيليوم. ولهذا فجسيم ألفا ينتج كثيرا في التفاعلات النووية حيث ليس من السهل تحلُلَه أو تفككه. وهو ذو شحنة كهربائية موجبة مقدارها ٢ وحدة لاحتوائه على ٢ من البروتونات، وقوة

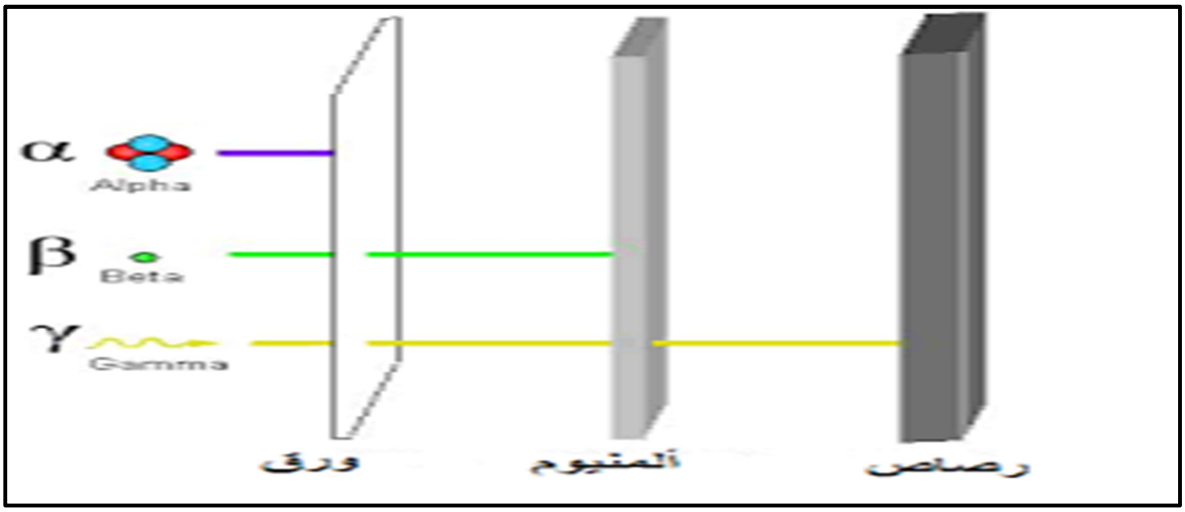
اختراق ضعيفة مع قدرة ضعيفة على النفاذ لثقلها وانخفاض سرعتها كما موضح في الشكل رقم (٣) ، ويمكن إيقافها بقطعة من الورق المقوى. وتمتاز بقدرة كبيرة على تأيين المواد حيث أن معدل التأين في المواد التي تتخللها جسيمات ألفا تتناسب تناسبا طرديا مع مربع شحنة الجسيم

تتكون من جسيمات موجبة الشحنة تبلغ شحنتها ضعف شحنة البروتون وبالتالي ضعف شحنة الإلكترون وكتلتها أربعة أمثال كتلة الهيدروجين تقريباً. تتحرك بسرعة كبيرة (١٠/١) سرعة الضوء التي تصل إلى (300000km/s) . ونظراً لثقل هذه الجسميات وانخفاض سرعتها فإنها لا تنفذ بسهولة خلال الأجسام وعندما تسقط على لوح مغطى بطبقة من كبريتيد الخارصين يحدث وميض يمكن ملاحظته.

وجسيمات ألفا وهي نواة ذرة الهيليوم (He4) تتكون بكميات هائلة في الشمس والنجوم، حيث تندمج أربعة من ذرات الهيدروجين مكونين نواة ذرة الهيليوم(He4) ، وخلال ذلك التفاعل يتحول ٢ من البروتونات ليصبحا نيوترونين ويتولد جسيم ألفا والشكل رقم (2) يوضح انبعاث جسيم الفا ، ولذي ينتج من تحول نواة غير مستقرة مثل نواة ذرة الراديوم (Ra 226) والتي تتحول الى نواة مستقرة والتي تسمى النواة الوليدة (Rn222) وجسيم الفا . اول ما عرفت اشعة الفا عن طريق اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعي للعناصر الثقيلة فوق اليورانيوم والبولونيوم.



الشكل رقم (٢) مخطط انبعاث جسيم الفا



الشكل رقم (٣)يوضح قدرة اختراق بعض انواع الاشعاعات للمادة

- الأشعة السينية (X ray) :-

هي أشعة كهرومغناطيسية ذات طول موجي يتراوح بين(١٠) بيكومتر حتى( )١٠ نانومتر، والتي تعادل الترددات ما بين (٣٠) ميكا هرتز حتى (٣٠) إكساهرتز وأما الطاقة فتتراوح ما بين (١٢٤ ev) حتى (١٢٤Kev) . تستخدم الأشعة السينية بشكلٍ واسعٍ في التصوير الشعاعي وفي العديد من المجالات التقنية والعلمية. اكتشفها العالم الألماني وليام رونتجن عام (١٨٩٥) في جامعة فورتسبورغ ، ونال عنها جائزة نوبل في الفيزياء في عام (١٩٠١) قام وليام رونتجن ، مكتشف الأشعة السينية، بتسليط شعاع إلكتروني داخل أنبوب زجاجي مطبق بين طرفيه توتر كهربائي مرتفع . كان هذا الأنبوب مفرغ من الهواء وتنطلق بداخله إلكترونات من قطب كهربائي سالب إلى قطب كهربائي موجب. أُحيط هذا الأنبوب بورق ذو لون فاتح لحماية المستخدم من المجال الكهرومغناطيسي المنبعث ووُضعت شاشة فسفورية في نهايته. عندما اصطدم الشعاع الإلكتروني بالشاشة بدأت بالتوهج. عندما وضع ريتشارد رونتجن يده بالصدفة بين الأنبوب والشاشة الفسفورية، شاهد صورة لعظام يده على الشاشة، وكانت هذه أول عملية تصوير بالأشعة السينية.

تستخدم الاشعة السينية في العديد من المجالات ، في الطب للكشف عن الأسنان والعظام وكسورها وتحديد مواقع الأجسام الصلبة مثل الشظايا أو الرصاص في الجسم، وكذلك الكشف عن الأورام في الجسم، بفضل هذه الأشعة أصبح من الممكن رؤية الكسور العظمية بدقة عالية حيث تستطيع هذه الأشعة اختراق الأجسام اللينة مثل الجلد ولكنها لا تستطيع المرور عبر العظام، مما يؤدي لظهور صورة الأخيرة كما في الشكل رقم (٤). من أهم ما يميزها هو قلة أضرارها الجانبية.

أيضاً يستخدم الأطباء هذه الأشعة في علاج الأورام السرطانية والقضاء عليها. فالأشعة السينية تميت الخلايا السرطانية وتقضي عليها، أما خلايا الجسم السليمة فهي تستعيد حيويتها بعد فترة قليلة وتعود سليمة معافاة.

استخدمت الأشعة السينية أيضاً في الصناعة لكشف الهنات والشقوق في القوالب المعدنية والأخشاب المستعملة في صناعة الزوارق، كما ساعدت دراسة طيف امتصاص هذه الأشعة في المادة على جعل الأشعة السينية طريقة لكشف العناصر الداخلة في تركيب المواد المختلفة وتحليلها. وتستعمل في هذه الحالة الأشعة السينية التي تميز كل عنصر من العناصر الكيمياوية. وقد بات من الممكن قياس سِماكة المواد الصلبة ومسح القطع الصناعية بحثاً عن عيوب التي لا يمكن ملاحظتها بالعين المجردة بواسطة هذه الأشعة.

في مجال الأمن تستخدم الأشعة السينية في مراقبة حقائب المسافرين في المطارات بحثاً عن أسلحة أو قنابل

في علم دراسة الأجسام الصلبة إذ انه باستخدام حيود الأشعة السينية اتضح وجود تناظر معين في بعض أنواع الجوامد (البلورات) وكانت تلك بداية انطلاقة جبارة في دراسة خصائص الجوامد والتركيب البلوري، ومعرفة التركيب الذري للعناصر.

في مجال الفن استخدمت للتعرف على أساليب الرسامين والتمييز بين اللوحات الحقيقية واللوحات المزيفة، وذلك لأن الألوان المستعملة في اللوحات القديمة تحتوي على كثير من المركبات المعدنية التي تمتص الأشعة السينية، وأما الألوان المستعملة في اللوحات الحديثة فهي مركبات عضوية تمتص الأشعة السينية بنسبة أقل.

الشكل رقم (٤) يوضح استخدام الاشعة السينية في المجال الطبي

١-٤-٢ الاشعاع الغير مؤين :- هو نوع من الاشعاعات التي لا تستطيع تأيين الذرات أو الجزيئات للوسط المادي المار فيه لعدم امتلاكها طاقة كافية ، فهي غير قادرة على إزالة الإلكترونات ولكنها قادرة على جعلها تهتز في مكانها ، مما يرفع من درجة حرارة الجسم. ويتميز بانه يتكون من موجات منخفضة الطاقة والتردد ومرتفعة الطول الموجي ، وعادةً ما يفضل استخدام الإشعاع غير المؤين في مختلف التطبيقات لعدم قدرته على التغيير في الذرات والجزيئات والتفاعل معها، ولعدم قدرته على التسبب بالطفرات الوراثية ولكن هذه الإشعاعات قادرة على رفع درجة حرارة الأنسجة بما يتسبب في تلفها، كما أنها تتفاعل مع الأجهزة الإلكترونية المزروعة داخل الجسم، كأجهزة تنظيم ضربات القلب.ويقسم الاشعاع الغير مؤين الى انواع عده منها :-

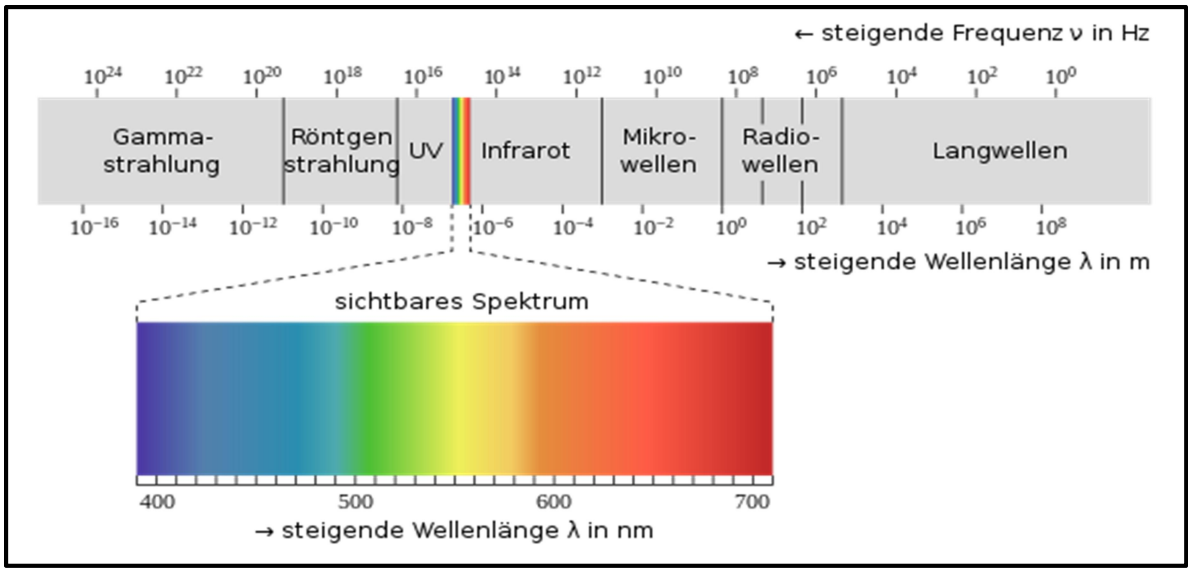
- الاشعة الراديوية (radio waves):- هي نوع من الموجات الكهرومغناطيسية مع أطوال موجية في الطيف الكهرومغناطيسي أطول من ضوء الأشعة تحت الحمراء. موجات الراديو لها ترددات تتراوح بين(٣٠ Hz)الى(٣٠٠ kHZ) . عند تردد (٣٠٠ KHz) ، يبلغ الطول الموجي المقابل (1mm)، وعند(٣٠ Hz)يبلغ الطول الموجي (10000km). مثل كل الموجات الكهرومغناطيسية الأخرى، تنتقل الموجات الراديوية بسرعة الضوء في الفراغ. تُولَّد بواسطة الشحنات الكهربائية التي تخضع للتسارع ، مثل التيارات الكهربائية المتغيرة مع الزمن. تصدر موجات الراديو التي تحدث بشكل طبيعي عن طريق البرق والأجرام الفلكية.

تتولد موجات الراديو بشكل مصطنع بواسطة أجهزة الإرسال وتُستَقبل بواسطة أجهزة الاستقبال اللاسلكية، باستخدام الهوائيات. تُستخدم الموجات الراديوية على نطاق واسع في التكنولوجيا الحديثة

للاتصالات الراديوية الثابتة والمتنقلة والبث اللاسلكي والرادار وأنظمة الملاحة اللاسلكية والأقمار الصناعية للاتصالات وشبكات الكمبيوتر اللاسلكية والعديد من التطبيقات الأخرى. تتميز الترددات المختلفة للأمواج الراديوية بخصائص انتشار مختلفة في الغلاف الجوي للأرض؛ فيمكن أن تنحرف الموجات الطويلة حول عوائق مثل الجبال وتتبع محيط الأرض (تسمى الموجات الأرضية)، ويمكن أن تنعكس الموجات القصيرة عن الأيونوسفير (الغلاف الأيوني) وتعود إلى الأرض من الأفق (تسمى الموجات السماوية)، بينما تنحرف أطوال الموجات الأقصر بكثير أو تخفت وتنتقل على طول خط البصر، لذلك تقتصر مسافات الانتشار على الأفق المرئي.
لمنع التداخل بين مختلف المستخدمين، يخضع توليد الموجات اللاسلكية واستخدامها اصطناعيًا لتنظيم صارم بموجب القانون، بتنسيق من هيئة دولية تسمى الاتحاد الدولي للاتصالات (ATU)، الذي يُعرّف الموجات الراديوية بأنها (موجات كهرومغناطيسية) من الترددات الأقل من (3000KHz) ، التي تنتشر في الفضاء دون دليل صناعي. وينقسم الطيف اللاسلكي إلى عدد من النطاقات الراديوية على أساس التردد، وهو مخصص لاستخدامات مختلفة.

- موجات الميكروويف (Microwave waves):- هي موجات كهرومغناطيسية ذات طول موجة قصير بين الموجات الراديوية والأشعة تحت الحمراء. أي أنها تشمل نطاق الأشعة بطول موجة من (1cm) إلى الأشعة الملي مترية ، ويحدها الموجات الراديوية من أسفل (ذات طول موجة أكبر) ، كما تحدها الأشعة تحت الحمراء التي تحد طيف الضوء المرئي من أعلى ذات طول موجة أصغر هذا معناه أن اسم تلك الأشعة بالميكروويف يدل على صغر طول موجتها وهذا ماتم توضيحه في الشكل رقم (٥). ونلاحظ أن طول الموجة يتناسب عكسيا مع ترددها ، وثابت التناسب هو سرعة الضوء.

تتميز هذه الموجات بأنها تعطي حرارة عند اختراقها لنسيج خلوي، ولذلك تم استخدام هذه الأشعة لصناعة الأفران سريعة التسخين والتي تسمى بأفران المايكروويف. تستخدم الموجات الصغرية في الرادار وفي فرن ميكروويف وفي البلازما ، وفي تقنية الاتصالات ، والهاتف المحمول والبلوتوث والبث التلفزيوني . كما يحاول استخدامها كسلاح في الحرب ومن المكونات الرئيسية لمعجل إلكتروني يستعمل رنان للموجات الصغرية. فيه تُعجل الإلكترونات عن طريق مجالات كهربائية ناشئ عن موجات كهرومغناطيسية ساكنة. يمكن بواسطتها إنتاج مجالات كهربائية تصل شدتها إلى (٤٠Mv) لكل متر. ويحدد طول الخلية الواحدة في المعجل بحيث أن ينعكس المجال المغناطيسي للموجة بمجرد أن ينفذ الإلكترون منه فيزداد تسريعه. وهكذا يمرق الإلكترون من خلية إلى خلية وتزيد سرعته حتى يصل في بعض المعجلات إلى سرعة قريبة من سرعة الضوء. بعد ذلك يمكن إجراء التجارب العلمية على هذه الإلكترونات السريعة.



الشكل رقم (٥) يوضح موقع نطاق الأشعة الميكروويه ، بين الأشعة الراديوية والأشعة تحت الحمراء في طيف الموجات الكهرومغناطيسية

- الاشعة تحت الحمراء :- هو الإشعاع الكهرومغناطيسي مع الطول الموجي بين (٠.٧) و(٣٠٠) ميكرومتر، وهو ما يعادل تقريبا نطاق الترددات بين ١ و ٤٠٠ تيرا هيرتز. طول موجته أطول (وتردده أدنى) من الضوء المرئي، ولكن طول موجي أقصر (والتردد العالي) من تلك الموجات من الإشعاع التيراهيرتز . ضوء الشمس الساطع يوفر من حوالي ١ كيلو وات لكل متر مربع عند مستوى سطح البحر، ومن هذه الطاقة،(٥٢٧) واط هو ضوء الأشعة تحت الحمراء، و (445) واط من الضوء المرئي، و (٣٢) واط من الأشعة فوق البنفسجية.

إن التصوير بالأشعة تحت الحمراء يستخدم على نطاق واسع في الأغراض العسكرية والمدنية . وتشمل التطبيقات العسكرية الاستحواذ على الأهداف، والمراقبة، للرؤية الليلية، وتعقب صاروخ موجه، أما الاستخدامات غير عسكرية فتشمل تحليل الكفاءة الحرارية، ودرجة الحرارة والاستشعار عن بعد، ولفترة قصيرة تراوحت الاتصالات اللاسلكية، والتحليل الطيفي، والتنبؤ بالأحوال الجوية .
في علم الفلك تستخدم الأشعة تحت الحمراء في المقاريب المزودة بأجهزة استشعار لاختراق مناطق الغبار في الفضاء، مثل السحب الجزيئية ؛ كشف أجسام باردة مثل الكواكب .
يشع الإنسان في درجة حرارة الجسم الطبيعي أساسا على طول موجي حوالي(10μm) على المستوى الذري ، مما يجعلها مفيدة لطائفة وتردد دراسة هذه الدول الطاقة للجزيئات من التماثل السليم. مطياف الأشعة تحت الحمراء يدرس امتصاص ونقل فوتونات في مدى الأشعة تحت الحمراء والطاقة، وبناء على وتيرة وحدة. الأشعة تحت الحمراء وتستخدم في معدات الرؤية الليلية عندما يكون هناك عدم

كفاية الضوء المرئي لنرى. تعمل أجهزة الرؤية الليلية من خلال عملية تنطوي على تحويل فوتونات الضوء المحيط إلى إلكترونات تُضخم بعد ذلك بعمليات كيميائية وكهربائية ثم تحويلها مرة أخرى إلى ضوء مرئي. مصادر الأشعة تحت الحمراء ضوء يمكن أن تستخدم لزيادة الضوء المحيطة المتاحة للتحويل عن طريق أجهزة للرؤية الليلية كما في الشكل رقم (٦) ، وزيادة وضوح ، في الظلام دون فعليا باستخدام مصدر الضوء المرئي. وينبغي استخدام ضوء الأشعة تحت الحمراء وأجهزة رؤية ليلية لا يمكن الخلط بينه وبين التصوير الحراري التي تخلق صورا على أساس الاختلافات في درجة الحرارة السطحية عن طريق الكشف عن الأشعة تحت الحمراء (الحرارة) التي تنبعث من الأجسام والبيئة المحيطة بها.

الشكل رقم (٦) يوضح التصوير اليلي باستخدام الاشعة تحت الحمراء

- الأشعة فوق البنفسجية:- هي موجة كهرومغناطيسية ذات طول موجي أقصر من الضوء المرئي لكنها أطول من الأشعة السينية سميت بفوق البنفسجية لأن طول موجة اللون البنفسجي هو الأقصر بين ألوان الطيف. وطول موجاتها يبدأ من١٠ نانومتر إلى ٤٠٠ نانومتر، وطاقتها تبدأ من ٣ إلى ١٢٤ إلكترون فولت.

وتوجد أشعة فوق البنفسجية في أشعة الشمس، وتنبعث بواسطة التقوس الكهربي أو الضوء الأسود. وكما هي أشعة مؤينة (أي تفصل إلكترونات عن ذراتها) فقد تسبب تفاعلا كيميائيا، وتجعل العديد من المواد متوهجة أو مسفرة. وقد أدرك الكثير من الناس تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الجسم مسببة حالات من ضربة الشمس، ولكن طيف تلك الأشعة لها تأثيرات أخرى قد تكون مفيدة أو مضرة لصحة البشر. كان اكتشاف الأشعة فوق البنفسجية متعلقا بمشاهدة علمية بأن أملاح الفضة تصبح داكنة أكثر بعد تعرّضها لضوء الشمس. ففي عام(١٨٠١) لاحظ الفيزيائي الألماني جون فيلهلم ريتر أن أشعة

غير مرئية ، طول موجتها أقصر من اللون البنفسجي -التي هي نهاية الطيف المرئي-، ناجحة بشكل خاص في زيادة دكانة لون ورق الفضة المشبع بالكلوريد فقام بتسميتها «الأشعة المؤكسدة» ليشدد على تفاعلها الكيميائي ولتمييزها عن «الأشعة الحارة» التي هي بالطرف الآخر من الطيف. تم اعتماد الاسم «الأشعة الكيميائية» بعد ذلك بفترة وجيزة وبقي هذا الاسم قيد الاستعمال خلال القرن التاسع عشر. في نهاية الأمر سقط من الاستعمال التعبيران أشعة كيميائية وأشعة حارة واستعمل التعبيران الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء على التوالي. تسمى الأشعة فوق بنفسجية ما تحت ٢٠٠ نانومتر بالفراغية لأن الهواء يمتصها بقوة، وقد اكتشفها الفيزيائي الألماني فيكتور شومان عام ١٨٩٣.

١-٥- الكشف عن الاشعاع :- نظرا لطبيعية الإشعاع غير المرئية كان لابد من إيجاد الطرق والأدوات الملائمة للكشف عن الإشعاع وقياسه وكذلك بما أن الهدف الرئيسي للوقاية الإشعاعية هو معرفة وقياس الإشعاع وتوفير المعلومات اللازمة عنه و معرفة مقدار ما قد يحدثه من أثار سلبية على الإنسان والبيئة بالإضافة الى تقدير ضرورة إجراء هذه القياسات ودرجة ملائمة الأجهزة لنوع القياس وذلك لغايات تخفيض الجرعات الإشعاعية .

تستخدم الكواشف النووية لكشف الجسيمات والفوتونات التي تنبعث من أنوية المواد المشعة وهذه الكواشف تعتمد في عملها على عمليات التأين التي تحدثها الجسيمات والفوتونات المشعة أثناء اجتيازها للمادة وتتوقف على:

١- طبيعة المادة.

٢- نوع الإشعاع و طبيعته و شدته.

وتسمى المواد التي تتأثر بالإشعاع بشكل يمكن معه (الاستفادة من الأثر الناتج) بكواشف الإشعاع . حيث تنقسم الكواشف الإشعاعية إلى ثلاثة أنواع .

١-٥-١ الكواشف المملوءة بالغاز :-هو احد كواشف الاشعاع وطبيعة عملة تعتمد على انواع خاصة من الغاز تدخل في تركيب هذه الكاشف والية عملة تعتمد على دخول الاشعاع وبالتالي يعمل على تأين جزيئات الغاز الواقعة في مسار ذلك الاشعاع حيث يقسم هذه النوع من الكواشف الى ثلاثة انواع :

اولاً:- غرفة التأين : ان امتصاص الإشعاع في الغازات يؤدي إلى إنتاج أزواج أيونية (Ion Pairs) التي هي عبارة عن أيونات سالبة الشحنة (إلكترونات) وأيونات موجبة الشحنة (بقية الذرة). ولإحداث تأين لجزيئات الغاز فإنه من الضروري أن يعطي الجسيم الساقط طاقة على الأقل تكون مساوية لطاقة التأين لجزيئات الغاز ليسمح لعملية التأين بالحدوث.

فعند تسليط فرق جهد متوسط بين لوحين متقاربين تنجذب الأيونات الموجبة نحو القطب السالب والذي يسمى المهبط Cathode والأيونات السالبة نحو القطب الموجب والذي يسمى المصعد Anode. وعلى هذا الأساس فسيكون سيلاً من الإلكترونات، هذا السيل من الإلكترونات سيكوّن تياراً كهربائياً I0 يمكن تكبيره باستخدام دائرة إلكترونية حساسة تسمى التيار المستمر (DC Amplifier) ومن ثم يمكن استخدامه كدليل للكشف عن الإشعاع.

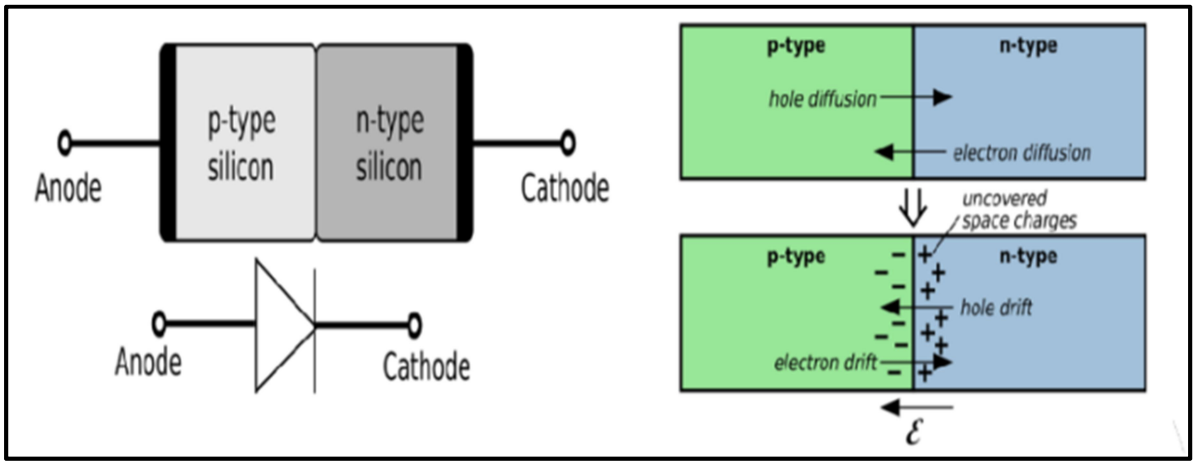
ثانياً:-العداد التناسبي : الزيادة في فرق الجهد تؤدي إلى إحداث ظاهرة التضاعف للغاز (Gaz Multiplication). الأمر الذي يساعد على تسريع الإلكترونات الناتجة عن التأين إلى طاقة عالية تمكنها من القيام بتأينات أخرى قبل أن تصل إلى المصعد فينتج عن ذلك عدة مراحل من التأين الثانوي (Secondary Ionization) هذه العمليات تُسَهّل معرفة حركة الفوتون أو الجسيم المتأين عن طريق النبضات الكهربائية (Electrical Pulses) التي تكون كبيرة لدرجة أنه من السهل كشفها. وبعد فترة زمنية عند تجاوز مدى معين من فرق الجهد يصبح حجم النبضة(Pulse) متناسباً مع كمية الطاقة المترسبة بواسطة الجسيمات الأصلية أو الفوتونات لذا سمي بالعداد التناسبي.

ثالثاً:- كاشف غايغر- مولر : هذا النوع من الكواشف الإشعاع عبارة عن العداد التناسبي، ولكن يختلف عنه في زيادة فرق الجهد مما يؤدي إلى إحداث ظاهرة التضاعف للغاز بصورة أكبر من العداد التناسبي. حيث يسبب الأيون الواحد تأيناً هائلاً يؤدي إلى نبضات كبيرة جداً من التيار. تؤدي زيادة الجهد العالي ما بعد منطقة التناسب يتم التوصل إلى نهاية منطقة التناسب لتبدأ منطقة غايغر. عند هذه النقطة حجم جميع النبضات (بغض النظر عن طبيعة الجسيم المؤين الابتدائي) تكون متماثلة. لا يكتشفون كل جسيم ، حيث يمكن لبعض الإشعاع أن يمر دون إنتاج تأين كافٍ لاكتشافه . سيكون الكاشف غير قادر على التفريق بين الأنواع المختلفة من الإشعاع.
إذا تمت زيادة فرق الجهد إلى مقدار عالي، فسوف تبدأ آلية التفريغ المستمر (Continuous Discharge) داخل الأنبوب. عملية التفريغ المستمر هذه ضارة بالأنبوب إن استمرت لأي فترة من الزمن. وعلى هذا يجب خفض الجهد مباشرة.

١-٥-٢ كواشف الحالة الصلبة :- إن انتقال الطاقة من الفوتون أو الجسيم المشحون إلى أحد إلكترونات التكافؤ(Valence Electrons)ربما يرفعه من مستوى التكافؤ إلى مستوى التوصيل وبالتالي سيترك الإلكترون فجوة Hole وهذه الفجوة تحمل شحنة موجبة وهي تشبه الأيون في الحالة الغازية المثارة والمتأينة. ويسمى هنا الإلكترون والفجوة (Electron-hole Pair) ويمكن وضع شوائب في المادة التي تكون فيها المسافة بين مستوى التوصيل(Conduction Level) ومستوى

التكافؤ (Valence Level)كبيرة نوعاً ما وليست كبيرة جداً كما في المواد العازلة ولا محدودة أو صغيرة جداً كما في المواد الناقلة (Conductor)، لذا تسمى هذه المواد أنصاف نواقل
وظيفة الشوائب هي تكوين مستويات بينية بين كلاً من منطقة النقل ومنطقة التكافؤ وذلك لتقليص المسافة بينهما مما يساعد على تحرك الإلكترون من مكانه واقترابه من عصابة النقل مما يساعد على النقل في هذه الحالة، وعلى هذه تعتمد عدادات الحالة الصلبة . فهي إذاً مكونة من قطعتين هما (n-type) وأغلبتها إلكترونات و(p-type) وأغلبها فجوات . كما موضح في الشكل رقم (٧)

هاتان القطعتان متصلتان مع بعضهما البعض لتكوّن ما يعرف بوصلة (P-N Junction) فعند التوصيل تنتقل الإلكترونات من القطعة السالبة إلى القطعة الموجبة العكس بالنسبة للفجوات مما يؤدي إلى تكون منطقة نضوب بينهما (Depletion Layer) .



الشكل رقم (٧) يوضح مناطق جهاز كشف الاشعاع للحالة الصلبة

١-٥-٣ الكواشف الوميضية

الكاشف الوميضي عبارة عن محول يقوم بتحويل الطاقة الحركية للجسيم الساقط إلى ومضة ضوئية. حيث يعتبر كشف الإشعاع المؤين بواسطة الضوء الوميضي (Scintillation Light) المنبعث من أقدم الأساليب المعروفة في ذلك.
الضوء يتم توضيحه إلكترونياً باستخدام أنبوب التضاعف الضوئي والتي يمكن ترتيب نبضته الخارجة وعدها .

تؤدي غالبية عمليات تصادم الأشعة المؤينة (Ionizing Radiation) مع الذرات إلى تأين حيث ينتج عن كل عملية تأين زوج إلكتروني-أيوني واحد فقط(electron-ion pair) . وفي أحوال أخرى قد تكون الطاقة الحركية التي أكتسبها الإلكترون المداري كبيرة نسبياً وينتج عن ذلك سلسلة من عمليات التأين.

الفصل الثاني

٢-١- فسيلوجية الأنسان وكيفية دخول المواد المشعة:-

ان معرفة فسيلوجية الإنسان (اي وظائف اعضاء جسم الانسان وأجهزته المختلفة) ضرورية لفهم طرائق وصول المواد المشعة الأعضاء الجسم وتوزعها داخله .عموما يتكون جسم الانسان من عدة أعضاء وأجهزة يقوم كل منه بوظيفة معينة . وأهم الاجهزة لازمة الفهم كيفية توزع المواد المشعة في الجسم وهي الجهاز الدوري المسوؤل عن ضخ وتوزيع الدم ،والجهاز التنفس المسؤول عن التزود بالأكسجين والتخلص من الغازات مثل أكسيد الكربون وبخار الماء ، والجهاز الهضمي المسؤول عن هضم وامتصاص الغذاء .

٢-١-١ الجهاز الدوري :- هو عبارة عن دائرة مغلقة من الانابيب يدور فيها الدم من القلب الى جميع انحاء الجسم ثم يعود من هذه الاجزاء الى القلب ،والقلب عبارة عن مضختين تقوم المضخة اليسرئ بدفع الدم المحمل بلاكسجين والغذاء خلال الشرايين الى جميع انسجة الجسم .وعند مرور الدم في الشعيرات الدموية تحدث عملية تبادل بين الاكسجين والغذاء من الخلايا ،ثم يعود الاكسجين من خلال الخلايا ،ويحتوي جسم الانسان كامل النمو على حوالي ٥ لترات من الدم وتدور هذه الكمية في الجسم مرة كل حوالي دقيقة وتقوم الخلايا بهاجمة الميكروبات ،لذلك فهي تعتبر بمثابة وسيلة دفاع لجسم الانسان .

٢-١-٢ الجهاز التنفسي :- تتلخص عملية التنفس في التخلص من ثنائي اوكسيد الكربون وبخار الماء والحصول على اكسجين اللازم الحرق الغذاء وتغذية الخلايا . وتحدث هذه العملية خلال الرئتين عند مرور الدم في شعيراتهما فتتم عملية التبادل في الشعيرات القريبة من الحويصلات الهوائية ويحتاج الانسان البالغ الى حوالي ٢٠ مترا مكعبا من الهواء في اليوم الواحد يستهلك نصفها تقريبا خلال ساعات العمل

واثناء عملية التنفس يستنشق الانسان مواد غريبة كثيرة تكون في حالة غازية او في شكل غبار عالق في الهواء . فاذا كانت هذه المواد في حالات غازية فانها تمر مع الهواء الى الدم بنسب كبيرة او صغيرة حسب سرعة ذوبانها في الدم .واذاكانت هذه المواد في شكل غبار فانها يمكن ان تترسب جزء منها في الرئتين ويخرج الجزء الاخر مع الهواء وبالتالي يتم ابتلاعها مع الطعام ويعتمد سلوك المواد المترسبة في الرئتين على سرعة ذوبانها ،وبهذا يعتبر التنفسي احد المداخل الرئيسية لدخول المواد المشعة ثم انتقالها الى اعضاء الجسم المختلفة .

٢-١-٣ الجهاز الهضمي :- يتكون الجهاز الهضمي من القناة الهضمية المكونة بدورها من البلعوم والمريء والمعدة والاثني عشري والامعاء الدقيقة والامعاء الغليظة وملحقاتها .ويتحول الغذاء في هذا الجهاز بفعل انزيمات هاضمة الى صور بسيطة ومناسبة لامتصاصه الى الدم ومنه الى خلايا الجسم فتحصل بذلك على الطاقة اللازمة للاحتراق والغذاء الازم النمو واعادة بناء الخلية .واما الغذاء الذي لم يمتص وكذلك البكتريا والخلايا الميتة التي تلفضها الامعاء الى الخارج واما الفضلات السائلة وهي فضلات الاملاح الذائبة في الماء التي تتكون داخل الخلية فيتم اخراجها عن طريق الكليتين والمسالك البولية .

وعند بلع المواد المشعة تمر مع الطعام عبر القناة الهضمية فاذا كانت هذه المواد من النوع الذي يذوب في الماء او بفعل الانزيمات المختلفة فانها تمتص مع الغذاء وتصل الى الدم ،الذي يوزعها على جميع اعضاء الجسم ويمكن ان تتركز المشعة في اجزاء معينة من الجسم فعلى سبيل المثال يتركز السيزيوم ١٣٧المشع في الانسجة الرخوة في حين يتركز الستر نشيوم ٩٠ في العظام ،وتقوم بتشعيع اي اثناء مرورها فيه وخاصة الامعاء .

٢-٢ تفاعل الاشعاع النووي مع الخلية :- عند سقوط الاشعاعات المؤينة على الخلية فانها تؤدي الى تأين بعض مكوناتها وخصوصا جزيئات الماء ،الذي يمثل الجزء الاكبر في اي خلية حية ويودي تأين الماء الى حدوث تغيرات كيميائية قد تؤدي بدورها الى التغير الوظيفي للخلية ويمكن ان تظهر نتائج هذه التغير في الانسان في شكل اعراض إكلينيكية كالمرض الاشعاعي او عتام عدسة العين او في الاصابة بالسرطان على المدى الطويل .

وهكذا تؤدي الاشعاعات المؤينة الى اتلاف الخلية من خلال عدة مراحل مختلفة ومعقدة توجز فيما يلي

٢-٢-١ المرحلة الفيزيائية :- تتم هذه المرحلة من خلال زمن قصير جدا من لحظة دخول الاشعاع او الجسيم للخلية .وفي هذه المرحلة تنتقل الطاقة من النوع المعين من الاشعاعات الى جزيئات الماء في الخلية ويحدث التأين

٢-٢-٢ المرحلة الفيزوكيميائية :- وتتم هذه المرحلة من التفاعل خلال زمن قصير جدا بعد حدوث التاين ويحدث خلالها تفاعل الايونات السالبة والموجبة مع جزيئات الماء الاخرى فينتج عن هذه التفاعل مركبات جديدة فعلى سبيل المثال يمكن ان يتحلل ايون الماء الموجب مكونا ايون الهيدروجين الموجب وايون الهيدروكسيد .

٢-٢-٣ المرحلة الكيميائية :- تستغرق هذه المرحلة عدة ثواني بعد المرحلة السابقة ويتم خالالها تفاعل نواتج المرحلة السابقة وهي ذرة الهيدروجين وجزيء الهيدروكسيد وفوق اوكسيد الهيدروجين مع الجزيئات العضوية المختلفة في الخلية فمثلا يمكن ان تتفاعل هذه النواتج مع الجزيئات المعقدة التي تكون منها الكروموسومات فتتحد معها وتودي الى تكسير ترابطها المتسلسلة الطويلة ويمكن ان تحدث وبالتالي بعض التغيرات في الجينات .

٢-٢-٤ المرحلة البيولوجية :- يتراوح زمن هذه المرحلة بين عدة دقائق وعدة عشرات السنوات .وتبدا هذه المرحلة ظهور تأثيرات التغيرات الكيميائية التي حدثت في الخلية وبعض هذه التاثيرات

- موت الخلية
- منع وتأخر انقسام الخلية او زيادة معدل انقسامها
- حدوث تغيرات مستديمة في الخلية تنتقل وراثيا الى الخلايا الوليدة

وهكذا فان تاثيرات الاشعاع على الانسان والكائنات الحية ناتجة عن اتلاف الخلايا ويمكن ان تتجلى هذه التاثيرات في نفس الشخص المتعرض للاشعاع نتيجة اتلاف الخلايا العادية الجسمه. وتعرف هذه التاثيرات عندئذ بالذاتية كذلك يمكن ان تنتقل هذه التاثيرات الى الابناء والاجيال التالية الشخص المتعرض ،وتعرف التاثيرات عندئذ بالوراثية .وتنتج هذه التاثيرات الوراثية عن اتلاف خلايا الاعضاء التناسلية للشخص المتعرض للاشعاعات المؤينة .

٢-٣ التأثيرات البيلوجية للإشعاع المؤين :- يتم في معظم اجزاء وانسجة الجسم البشري تجدد الخلايا الحية ،حيث تموت بعض الخلايا ويتم تعويضها بتكوين خلايا حية جديدة حتى يستطيع النسيج او العضو ان يقوم بوظيفته الحيوية ،وعند تعرض الانسجة والاعضاء الى جرعات عالية من الاشعاع يموت عدد كبير من خلاياه ،ولاتستطيع اعادة عملية بناء الخلية الجديدة تعويض العدد الكبير المفقود من الخلايا وبالتالي يحدث نقص كبير في خلايا العضو او النسيج الامر الذي يودي الى فقد العضو او النسيج الوظائفه الاساسية فاذا كان النسيج اساسي يكون الموت حتميا لهذه الكائن .
ومن امثلة هذه التاثيرات الحتمية المرض المعروف بالمرض الاشعاعي ،عتام عدسة العين وهوا المرض المعروف باسم المياه البيضاء والارثيمياء او احمرار الجلد وغيرها :-
٢-٣-١ تلف الجهاز المركزي العصبي :- عموما لاتوجد بيانات كافية عن الانسان حول حد الجرعة التي يبدا عندها تلف الجهاز العصبي المركزي ، الا ان النتائج التجريبية على الحيوانات اثبت ظهور اعراض تدل على حدوث بعض التلف في الجهاز العصبي المركزي ،وذلك عند جرعات عالية جدا لذلك تسمى هذه المنطقة من الجرعات التي تزيد عن حوالي (٣٠) غراي بمنطقة الجهاز العصبي المركزي ، ومع ذلك فقد ثبت ان الوفاة لاتتم عن هذه الجرعات في الحال، حتى بالنسبة للحيوانات التي تعرضت لما يزيد عن (٥٠٠) غراي .

٢-٣-٢ الإريثيما :- هنالك تأثير اخر يظهر بمجرد التعرض الى الجرعات العالية للاشعاع ويعرف هذه التاثير (بالاريثيما) وهو عبارة عن احمرار الجلد .والجلد معرض التعرض الاشعاعي اكثر من اي نسيج اخر في الجسم وخصوصا بالنسبة للاشعة السينية ذات الطاقة المنخفضة وللإكترونات لذلك فان التعرض الجرعة مقدارها (٣) غراي من الاشعة السينية ذات الطاقة المنخفضة يودي الى حدوث الاريثيما وعند زيادة الجرعة يمكن ان تظهر اعراض اخرى كالحروق والتقيحات وغيرها

٢-٣-٣ السرطان :- 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 ٥٠٠ 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 ٢٢-٢٤.٥%، وبخطر مطلق أكيد لا يزيد عن ٢.٥.%

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 ٠.١% فقط لطيلة حياته.وقد أدت المخاوف التي أثيرت مؤخرًا بشأن مخاطر التصوير المقطعي المحوسب CT 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.

٢-٣-٤ انخفاض متوسط العمر:- هنالك بعض الحقائق (من التجارب على الحيوانات)التي توكد ان متوسط العمر ينخفض بالاضافة الى ذلك على المجموعات البشرية التي تعرضت الى جرعات عالية جدا من الاشعاعات ،ولقد اظهرت الاحصائيات التي تم اجراءها ان جرعة مقدارها سيفرت واحد تؤدي الى قصر مالايزيد عن سنة واحده من عمر الانسان .

٢-٤ التأثيرات البيلوجية للإشعاع الغير مؤين :- لا شك أن التكنولوجيا المحمولة (التلُّفون المحمول والكمبيوتر المحمول وغيرهما)اصبحت جزءا هاما في حياة كل فرد منا ، وازداد استخدامها حتى أصبحت محور الأنشطة والأعمال والاتصالات واقبل الإنسان على استعمالها مندفعا للاستفادة منها دون وعى لاحتماله مخا طرها الصحية .ومنذ سنوات مضت يؤكد القائمون على أن جهاز المحمول ،آمن، ولا خطر منه على صحة الإنسان، ويقولون أن معايير ومقاييس الموجات المستخدمة في شبكات المحمول تختلف عن موجات إرسال الراديو والتليفزيون من حيث قوتها - ومن ثم فإن الأبحاث التي تؤكد خطورة موجات أبراج الإرسال الإذاعي والتلفيزيون على صحة الإنسان غير وارده في هذا المجال .ولايزال البعض حتى الآن يعتمدون أن تأثير موجات شبكات المحمول حرارى فقط ان يرفع درجة حرارة النسُج المعرض لهذه الموجات ويتغافلون عن قصد او غير قصد ان هنالك تأثيرات بيلوجية التعرض لهذه الموجات .ويمكن تصنيفها حسب مايلي

٢-٤-١ امراض القلب ولاوعية الدموية :- انتهى البحث الذي اجراه الدكتور بروني وزملاه سنة ١٩٩٨ الى مايلي :

- انه بعد فترة تعرض حوالي ٢٠ دقيقة الى الموجات المنبعثة من الهاتف النقال يحدث نقص مؤقت في عدد ضربات القلب
- يزداد ضغط الدم بمقدار 10mmزئبق وذلك الان القلب والاوعية الدموية المتصلة به حساسان للموجات المنبعثة من الهاتف النقال من ثم يجب على المريض القلب او مريض الاوعية الدموية الحذر عند التعرض للموجات الكهرومغناطيسية .

٢-٤-٢ امراض الاطفال :- أثار عالم الفيزياء البرطاني جيراد هايلاند في بحث نشرته مجلة لا نست مخاوف كثيرة عن الإشعاعات الكهرومغناطيسية الصادرة من الهواتف النقالة وقال ان الصبية الذين تقل اعمارهم عن ١٨ عاما أكثر عرضة لأثر الإشعاعات لأن أنظمة المناعة في أجسامهم اقل قوة من البالغين وهذه الاشعاعات لها تأثير على استقرار خلايا الجسم ،واهم اثارها على الجهاز العصبي وتسبب الصداع واضطرابات النوم وفقدان الذاكرة يقول العالم كولين بلاكمورد احد اختصاصي الجهاز العصبي بجامعة اكسفورد إذا كان من الممكن أن تسبب هذه الموجات مخاطر في المستقبل فإن الأطفال هم الأكثر عرضة لتلك المخاطر نظرا لعدم تطور جهازهم العصبي بالإضافة لكثرة تعرضهم للإشعاع في صورة مبكرة.

٢-٤-٣ الصداع والقلق النفسي :- اثبتت الدراسات أن أشعة الميكروويف لها بعض التأثيرات الضارة على صحة الإنسان ، تظهر أعرضها في صورة صداع وقلق نفسي مع الأرق وعدم القدرة على التركيز والشعور بالإيعاء بصفة عامة ، ولقد اثبت أن التعرض لأشعة الميكروويف يمكن أن يكون له تأثير ضار على العين مثل الإصابة بمرض المياه البيضاء ،وذلك عند التعرض إلى هذه الأشعة بكثافات عالية تصل الى ١٠٠ ميللي وات .

٢-٤-٤ أورام الاذن :- اكشفت دراسة أجراها معهد كارولينسكا السويدي على ٧٥٠ شخصاً ان خطر الاصابة بأورام العصب السمعي قد زاد بمعدل ٣.٩ مرة على الجانب الذي يسند عليه الهاتف النقال اثناء المكالمة الهاتفية . وفي المقابل لم تسجل اي زيادة في خطر الاصابة بأورام العصب السمعي على الجانب الاخر من الراس لكن خطر الاصابة بصفة عامة لدى من يستخدمون الهواتف النقالة لاكثر من

١٠ سنوات لقد زاد بمعدل. ١.٩ مرة .ويذكر ان ورم العصب السمعي هو نوع من الاورام الحميده التي قد تحدث تلفا في المخ ولأعصاب .

٢-٥ مصادر التلوث الاشعاعي :- تنتج المجالات الكهرومغناطيسية في المنازل بتشغيل الأجهزة والمعدات المنزلية الكهربائية. كما أن المنازل القريبة من خطوط نقل الطاقة الكهربائية أو ذات التوصيلات الكهربائية الغير سليمة من الممكن أن تكون ذات قيمة عالية للمجالات الكهرومغناطيسية فمن المؤكد أنه عند تشغيل أي جهاز منزلي كهربائي تولد مجال مغناطيسي فعندما يكون الشخص قريبا منه يتعرض لهذا المجال ويخترق جسمه مما قد يعرضه للخطر. ومن هذه الأجهزة مجففات الشعر وماكينات الحلاقة الكهربائية والسخانات وأفران الميكروويف والمكيفات ولمبات الفلورسنت وأجهزة التلفزيون وكل هذه الاجهزة تولد مجالا كهرومغناطيسياً عالية بالقرب منا وتقل كلما ابتعدنا عنها لذا يجب ان يكون الشخص بعيدا عنها عند تشغيلها ويمكن تقسيم مصادر التلوث الى مایاتي :-

٢-٥-١ التلوث الناتج عن الهاتف النقال :- بدأ استخدام الهاتف النقال في السنوات الأخيرة ينتشر بسرعة مذهلة في كل دول العالم وبرغم من ذلك فإن الأبحاث التي أجريت لدراسة تأثير الاستعمال الدائم لهذه التكنولوجيا الحديثة ما زالت غير كافية كما أن الشركات التي تنتج وتسوق الهاتف النقال لا تعطي أي بيانات عن تأثيراته عند استخدامه فترات طويلة أو حتى قصيرة. ينبعث من الهاتف النقال الرقمي أشعة كهرومغناطيسية ترددها ٩٠٠مليون هيرتز على شكل نبضات .
والنبضات المنبعثة من الهاتف النقال تصطدم بخلايا المخ٢١٧ مرة كل ثانية مما يؤدي الى بعض الآثار المرضية التي يتعرى لها المستخدمون لهذا التيلفون، حيث يتعرض هؤلاء المستخدمون لجهاز الجوال إلى نوعين من الطاقة الإشعاعية:

١- الطاقة الاشعاعية المباشرة من هوائي الجهاز (الاريال) وهذه الطاقة تؤدي الى اعطال في الاجهزة الاكترونية المختلفة مثل الحاسب الالي واجهزة الاستقبال السمعية (جهاز الراديو) ويتركز تاثيرها في منطقة معينة (الراس) .
٢- الطاقة الكهربائية التي تنتقل بالحث :وهي الطاقة التي تنتقل نتيجة الجهد الكهربائي للجهاز وتنبعث بالتاثير من الجهاز الى الراس ويدي المحتث . وهذه تؤدي الى بعض الظواهر المرضية مثل الصداع والم في الجلد ورفة في العين وضعف في الذاكرة وطنين في الاذن ،كما يؤدي التعرض الاشعاعات المنبعثة من الجوال الى سرعة نبضات القلب وزيادة ضغط الدم .

٢-٥-٢ التلوث الناتج من ابراج التقوية الاذاعية على الذين يسكنون بالقرب منها :- في دراسة للموجة القصيرة بشواز سويسرا ،قام د.لبيتر وزملاه عام ١٩٩٥، وأثبتا علاقة سببيه من التعرض لموجات لقصيرة لبرج تقوية إذاعي في هذه المدينة واضطرابات النوم وكذا نقص هرمون الميلاتونين، والأخير أثبت أن منسوب الميلاتونين قد زاد عندما توقف البرج عن البث نهائيا بالمقارنة بما كان من قبل توقفه، وعند دراسة مستوى الهرمون أُيضا على الأبقار زاد أُيضا .

٢-٥-٣ التلوث الناتج عن اجهزة المنزل :- تنتج المجالات الكهرومغناطيسية في المنازل بتشغيل الأجهزة والمعدات المنزلية الكهربائية. كما ان المنازل القريبة من خطوط نقل الطاقة الكهربائية او ذات التوصيلات الكهربائية الغير سليمة من الممكن ان تكون ذات قيمة عالية للمجالات الكهرومغاطيسية، فمن المؤكد انه عند تشغيل أي جهاز منزلي كهربائي يتولد مجال مغناطيسي فعندما يكون الشخص قريبا منه يتعرض لهذا المجال ويخترق جسمه مما قد يعرضه للخطر. ومن هذه الأجهزة مجففات الشعر وماكينات الحلاقة الكهربائية والسخانات وافران الميكروويف والمكيفات ولمبات الفلورسنت وأجهزة التلفزيون والخلاطات ومجهزات الطعام والثلاجات غسالات ومجففات الملابس وأجهزة التيلفون المحمول وصنع القهوة. وهذه الأجهزة والمعدات الكهربائية تولد مجالات كهرومغناطيسيا عالية بالقرب منها وتقل بسرعة كلما بعدنا عنها ، لذا يجب ان يكون الشخص بعيدا عنها عند تشغيلها. أي ان درجة التلوث بالموجات الكهرومغناطيسيا تزداد كلما اقتربنا من المصدر.

٢-٦ طرق الوقاية من الاشعاع المؤين :- عندما يُستخدَم الإشعاع المؤين بصورة آمنة في الطب وإنتاج الطاقة والصناعة والبحوث، فإنه يجلب فوائد هائلة للناس. ومع ذلك، يجب تقييم مخاطر الإشعاع المحتملة والسيطرة عليها. وتضع الوكالة الدولية للطاقة الذرية معايير الأمان لحماية الصحة وتقليل

الخطر على حياة الناس وممتلكاتهم المرتبطة بهذا الاستخدام. وتقسم طرق الوقاية في هذه النوع من الاشعاعات الى :

٢-٦-١ العمال في المجال النووي : أدى تطور الصناعة النووية والتطبيق الأوسع انتشاراً للتكنولوجيات الإشعاعية والنووية إلى زيادة مطردة في عدد العمال الذين قد يتعرضون للإشعاع أثناء عملهم.
ووفقا لتقرير أصدرته لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري في عام ٢٠٠٨، يتعرض نحو ٢٣ مليون عامل في جميع أنحاء العالم مهنياً للإشعاع المؤين. ومن بينهم، ثمة نحو ١٣ مليون شخص يعملون في مِهن تنطوي على مصادر إشعاعات طبيعية و١٠ ملايين شخص يعملون في مِهن تنطوي على التعرض لمصادر إشعاعات من صنع الإنسان. وفي حين أن تعرضهم في معظمه يأتي نتيجة للتشغيل العادي للمرافق التي يعملون فيها، فقد يتعرضون أحياناً لإشعاعات مفرطة نتيجة لوقوع حادث.
ويمكن أن يتعرض العمال إما للإشعاع الاصطناعي أو المواد المشعة الموجودة في البيئة الطبيعية. ولحمايتهم من مثل هذا التعرض، يمكن اتخاذ بعض الخطوات الملموسة. ويشمل ذلك الرصد المنتظم، أو معدات الحماية، أو التدابير المضادة مثل التدريع. ويُعدُّ التدريب وتبادل المعلومات والرقابة الصحية المتسقة عوامل هامة أيضاً من أجل نظام فعال للوقاية من الإشعاعات المهنية. ويجب أن تُسنَد أي من هذه المسؤوليات بوضوح للعامل أو المقاول أو صاحب العمل أو مشغل المرفق.
ولدى الوكالة الدولية للطاقة الذرية برنامج يركز تحديداً على الوقاية من الإشعاعات المهنية. وهو يروّج لاتباع نهج متسق دولياً إزاء هذه المسألة ويضع معايير ومبادئ توجيهية للأمان للحد من التعرض للإشعاع في مكان العمل. كما أنه يساعد الدول الأعضاء على تطبيق هذه المعايير والمبادئ التوجيهية عملياً.

٢-٦-٢ المرضى :- أكثر من ٩٥ في المائة من الجرعات الإشعاعية التي يتعرض لها سكان العالم من مصادر صنعها الإنسان هي جرعات تنبع من حالات التعرض الطبي. وتعمل الوكالة الدولية للطاقة الذرية على منع تعرض المرضى للإشعاع غير الضروري وغير المقصود، مع ضمان أن تكون الجرعات الإشعاعية للمرضى متناسبة مع الغرض الطبي.
ووقاية المرضى من الإشعاعات عنصر أساسي في الممارسات الطبية الجيدة. وتشير التقديرات إلى أن عدد الإجراءات الطبية التي تستخدم الإشعاع المؤين قد نما من نحو ١.٧ مليار في عام ١٩٨٠ إلى ٤ مليارات في عام ٢٠٠٧. والهدف من التعرض الطبي ليس إعطاء المريض أقل جرعة، وإنما إعطاؤه الجرعة التي تتناسب مع الغرض الطبي المقصود. فعلى سبيل المثال، يجب على الممارس الطبي

الإشعاعي إعطاء الجرعة الصحيحة للمريض لتشخيص الورم أو علاجه. وقد تنتج مشاكل جراء إعطاء جرعة منخفضة جداً أو مرتفعة جداً.
وما من شك أن تطبيق الإشعاع المؤين والمواد المشعة في التطبيقات التشخيصية والتدخلية والعلاجية في مجال الطب مفيد لمئات الملايين من الناس كل عام. ومع ذلك، فإن استخدام الإشعاع في مجال الطب يجب أن يوازن بعناية بين فوائد تعزيز صحة الإنسان ورفاهه؛ والمخاطر الكامنة في تعريض الناس للإشعاع.
وتهدف الوكالة الدولية للطاقة الذرية إلى المساعدة على الحد من التعرض غير الضروري وغير المقصود في الواقع العملي من خلال برنامج وأنشطة مكرسة للوقاية من الإشعاعات. ويمكن أن تكون حالات التعرض غير الضرورية هذه نتيجة لإجراءات غير مبررة لتحقيق هدف محدد؛ من تطبيق إجراءات الإشعاع الطبي على الأفراد الذين لا تستدعي حالتهم هذه التدخلات؛ ومن حالات التعرض الطبية غير المحسنة بالشكل المناسب للحالة التي تُستَخدم فيها. وفيما يتعلق بحالات التعرض غير المقصود، فيمكن أن تكون نتيجة لتصميم غير آمن أو استخدام غير ملائم لتكنولوجيا الإشعاع الطبي.

٢-٦-٣ الجمهور :- تضع الوكالة الدولية للطاقة الذرية معايير الأمان التي تُرسي مبادئ الأمان الإشعاعي وتصف الممارسات المرتبطة باستخدام الإشعاعات المؤينة. ويضمن تطبيق مبادئ الأمان هذه حماية الناس بشكل كاف من الإشعاع، في حين أن استخداماتها يمكن أن تواصل إفادتهم.

والمصادر الطبيعية للإشعاع موجودة في جميع أنحاء البيئة. وبوجه عام، يصعب السيطرة على مصادر الإشعاع الطبيعي، ومن المستحيل على الجمهور أن يتجنب تماماً التعرض لها. وفي بعض الحالات الاستثنائية يمكن اتخاذ تدابير فعالة من حيث التكلفة للحد من حالات التعرض، على سبيل المثال استخدام الرادون في المنازل. وبالإضافة إلى الإشعاع الطبيعي، أدى اختبار الأسلحة النووية والحوادث النووية، مثل الحادثتان اللتان وقعتا في تشرنوبل في عام ١٩٨٦ وفوكوشيما في عام ٢٠١١، إلى توليد إشعاع إضافي موجود حالياً في البيئة أيضاً.

٢-٧ طرق الوقاية من الاشعاع الغير مؤين :- تعد الموجات الكهرومغناطيسية من الموجات المحيطة بالجميع لكن بدون لن نشعر في ذلك وامثلتها كثيرة ،لذلك يمكننا الوقاية من التعرض لهذه الموجات من خلال بعض الطرق :

١- تعطيل الوظائف الاسلكية : حيث ان الاجهزة الاسلكية تقوم باصدار موجات كهرومغناطيسية ،مثل الطابعات والاجهزة الوحية وغيرها لذلك يفضل تعطيل ال wi-fi فيها عند استخدامها ،اويمكن اختيار وضع الطائرة لتقليل التعرض الى الاشعاع قدر الامكان .

٢- استبدال الاجهزة اللاسلكية بالاجهزة السلكية : يفضل استخدام الاجهزة السلكية بدلا من اللاسلكية مثل الوح المفاتيح وسماعات الرأس ،والفأرة (الماوس) وغيرها .

٣- الحفاظ على مسافة كافية بين بين مصادر الاشعاع يجب الانتباه الى ابقاء الاجهزة اللاسلكية على مسافة بعيدة عن مكان التواجد ، مثل اجهزة wi- fi والاجهزة التي تصدر الاشعاع كما يجب تجنب وضع الهاتف الخلوي في الجيب ، بلاضافة الى ضرورة ابقاء بعيدا عن استخدام الميكروويف ،حيث انه كلما كانت المسافة اكبر كان خطر التعرض الاشعاعي أقل .

الفصل الثالث

٣-١ المناقشة:-

الإشعاع هو شكل من اشكال الطاقة تنطلق على شكل جسيمات صغيرة من مادة ما. نتيجة تحول هذه المادة من الحالة الغير مستقرة الى حالتها المستقرة وذلك عن طريق التخلص من الطاقة فتنبعث على شكل إشعاع .وحسب نوع الطاقة المنبعثة من المادة يمكن ان يقسم الإشعاع الى نوعين اساسيين هما الاشعاع المؤين وهوا الاشعاع الذي يؤين خلايا الوسط المادي المار فيه سواء كان خلية حية او اي جسيم مادي ذلك ولأنه يمتلك طاقة عالية تساعده على ان يمتلك نفاذية عالية في المادة ومن امثلته ، اشعة كاما وجسيمات بيتا وأشعة الفا والاشعة السينية . اما النوع الثاني من الاشعاع هو الاشعاع الغير مؤين ، اي غير مؤين للوسط المادي المار فيه . ذلك وبسبب ان هذه الاشعاع لا يمتلك طاقة عالية وبالتالي ليس له القدرة على النفاذ من خلال الاوساط المادية ، ومن امثلة هذه النوع من الاشعاع . الاشعة الراديوية واشعة الميكروويف واشعة فوق البنفسجية والاشعة تحت الحمراء .حيث ينتج الاشعاع في الكون من مصادر متعددة منها مصادر طبيعية ان المصدر الاساسي الاشعاع بصورته الطبيعية هي الاشعة الكونية و بلأضافه الى جسم الانسان بحد ذاته يكون عبارة عن مصدر مشع وهنالك نوع اخر من المصادر الطبيعية للإشعاع هو القشرة الارضية أي سطح الكرة الارضية يحتوي على انواع من المواد تكون مشعة مثل البوتاسيوم . وتكون مصادر صناعية للإشعاع التي يتدخل بها الانسان الانتاج هذه النوع من الاشعاعات مثل المفاعلات النووية والنظائر المشعة ووقود الاقمار الصناعية والابحاث

العلمية ومصانع معالجة احتراق الوقود النووي والتساقط الذري الناتج من تجارب التفجيرات النووية وكل هذه الانواع التي تم ذكرها هي عبارة عن مصادر الاشعاع . حيث يمكن الكشف عن الاشعاع من خلال استخدام اجهزة معينة تدعى بأجهزة الكشف الاشعاعي ومن امثلة هذه الاجهزة هي الكواشف المملوءة بالغاز وكواشف الحالة الصلبة وكواشف الحالة والكواشف الوميضية وكل هذه الاجهزة تعمل على قياس الاشعاع . ولاشك ان هذه الاشعاعات مهما كانت فيها فوائد وتطبيقات طبية او صناعية فلا يعني انه ليس فيه تأثير سلبي على صحة الانسان ولكن قبل التطرق الى التأثيرات التي يسببها الاشعاع بكل انواعه . يجب ان نتعرف كيفية دخول المواد المشعة الى جسم الانسان وتتم هذه عن طريق ثلاثة اجهزة اساسية مكونة الجسم ، وهما الجهاز الدوري والجهاز التنفسي والجهاز الهضمي وكل جهاز له اليه مخصصة تدخل المواد المشعة من خلالها . وبعد دخول تلك المواد المشعة الجسم الانسان والتي تسبب التفاعل مع خلايا الجسم ويتم هذه التفاعل من خلال عدة مراحل ومن ضمنها المرحلة الفيزيائية والمرحلة الفيزوكيميائية والمرحلة الكيميائية والمرحلة البيلوجية ، وبعد مرور هذه المراحل المذكورة تبدي الاثار التي يسببها الاشعاع وتنقسم هذه الاضرار الى انواع تبعا الى نوع الاشعاع فاذا كان الاشعاع مؤين فيمكن ان تكون اضرار الاشعاع قاتلا للكائن الحي المتعرض الى ذلك الاشعاع ، ومن ضمن هذه الاضرار تلف الجهاز المركزي العصبي والاريثيما ، السرطان وانخفاض متوسط العمر عن الحد الطبيعي ، اما اذا كان الاشعاع من النوع الاخر (الاشعاع الغير مؤين) تكون الاضرار التي

يسببها هذه الاشعاع غير قاتلة للكائن الحي اثناء تعرضه لهذه النوع ، ولكن لايعني هذه ليس له اضرار جانبيه تصيب الفرد المتعرض ، وانما ستكون هنالك اثار بايلوجيه مثل امراض القلب ولأوعية الدموية ، وامراض الاطفال . الصداع والقلق النفسي واورام الاذن . وكل هذه الامراض تعتبر اثار صحية للإشعاع وسببها الرئيسي هو التعرض للاشعاع . وهنالك مصادر تلوث تسبب في انتشار الاشعاع في الطبيعة ومن ضمنها التلوث الناتج عن الهاتف النقال و التلوث الناتج من ابراج التقوية الاذاعية على الذين يسكنون بالقرب منها والتلوث الناتج عن اجهزة المنزل وكل هذ تعتبر مصادر التلوث الاشعاعي في الطبيعة .لكن هنالك طرق يجب علينا اتباعها التخلص من الاضرار التي يسببها الاشعاع وللحفاظ على حياتنا من ذلك ، اذا كنا من العاملين في المجال الاشعاعي يجب علينا اتباع ارشادات السلامة مثل ارتداء الملابس الواقية للاشعاع والتدريع الملائم والمسافة فكل ما زادت المسافة بيننا وبين مصدر الاشعاع قل الخطر والزمن فيعتبر احد طرق الوقاية من الاشعاع وذلك عن طريق تقليل زمن التعرض للاشعاع فكلما قل الزمن قلت مخاطر الاشعاع ، اما المرضى الذين يعالجون باستخدام المواد المشعة او في الكشف فنحافظ عليهم من خلال تقليل الجرعة للمواد المشعة وعدم التعرض للمصادر المشعة . وكل هذه الطرق يمكن استخدامها اثناء التعامل مع الاشعاع المؤين . اما اذا كان الاشعاع غير المؤين

فيمكننا التخلص منه من خلال عدة طرق من ضمنها الابتعاد عن الاجهزة الكهربائية قدر المستطاع عدم استعمال افران الميكروويف ،ابقاء جهاز wi – fi بعيدا عن اماكن التواجد عدم استخدام مجففات الشعر ،تجنب استخدام الاجهزة اللاسلكية مثل الماوس وسماعات الاذن فكل هذه الاجهزة تعتبر مصدر الانتاج الاشعاع الغير مؤين .

٣-٢ الاستنتاجات :-

١- تواصل الاهتمام بدراسة الاشعاع وتأثيره نظراً لخطورته .

٢- الاشعاع هو عبارة عن طاقة تنطلق على شكل جسيمات صغيرة من مادة ما .

٣- يمكننا استخدام الاشعاع في مختلف المجالات الطبية والصناعية والتجارية .

٤- يقسم الاشعاع الى نوعين رئيسيين تبعا الى طاقته هما الاشعاع المؤين والاشعاع الغير مؤين .

٥- يمتلك الاشعاع المؤين طاقة عالية جدا تساعده على تأين جزيئات الوسط المادي المار فيه .

٦- يمتلك الاشعاع الغير مؤين طاقة قليلة مما يجعلة غير مؤين للوسط المادي الذي يمر فيه .

٧- الاشعاع المؤين قاتلا للكائن الحي المتعرض اليه بسبب طاقته العالية مما يجعله سلاحا مميتا على الانسان يتحذر منه .

٨- الاشعاع الغير مؤين ليس مميتا للكائن الحي الاكن فيه اعراض مرضية اخرى يمكن ان يصاب فيها الكائن الحي اثناء تعرضه الى هذه النوع .

٩- يتم الكشف عن الاشعاع عن طريق اجهزة معينة تدعى ب(الكواشف الاشعاعية)

١٠- مصادر الاشعاع الطبيعية تكون بعيدا عن تدخل الانسان وان اساسها الاشعة الكونية القادمة من الفضاء وبلاضافة الى القشرة الارضية ومصادر اخرى .

١١- يحتاج الانسان ان يستعمل الاشعاع في حياته اليومية مثل المجال الطبي او المجال الصناعي . فيقوم الانسان بتصنيع الاشعاع الاجل تلك الاغراض .

١٢- اغلب الاجهزة المستخدمة في حياتنا اليومية هي مصادر الاشعاع الغير مؤين ومن ضمن هذه الاجهزة اجهزة wi – fi واجهزة الميكروويف واجهزة الراديو والتلفزيون .

١٣- يمكننا التخلص من الاضرار التي يسببها الاشعاع من خلال نظم الوقاية الصحية . فعند التعامل مع الاشعاع المؤين يمكننا لبس الملابس الواقية للاشعاع وتقليل الفترة الزمنية التعرض .

١٤- عن التعامل مع الاشعاع الغير مؤين يمكننا تجنب الاثار التي يسببها هذه الاشعاع من خلال عدم تقريب الاجهزة التي تنتج هذه الاشعاع من الجسم، ايقاف اوتعطيل wi- fi في اجهزة الموبايل وعدم وضع هذه المنظومات بالقرب من التجمعات .

المصادر

١- عمر عذاب الموجات الكهرومغناطيسية وتأثيرها على الانسان ،مجلة المدار للاتصالات وتقنية المعلومات وتطبيقاتها ،المجلة ٤ الاصدار ٢٠١٢

٢- صلاح الدين عبد الستار محمد ،التلفون المحمول والتلوث الكهرومغناطيسي ، مجلة ٣٢ اسيوط الدراسات البيئية، يوليو٢٠٠٣

٣- عبد الصمد الحكيمي ، السلامة وطرق التعامل مع الاشعاعات الكهرومغناطيسية ،تقرير مقدم الى وزارة الصحة اليمنية ، ٢٠٠٧

٤- . (.htwww.doh.gov.uk/mobilephones /index)

٥- (/https://ar.wikipedia.org/wiki)

٦- دعبد الوالي العجلوني ،الاشعاع والطاقة النووية ، ط ٢ سنة ٢٠٠٣

٧- محمد فاروق ، الاشعة من حولنا ، ٢٠٠٢

٨- اجهزة الاستقبال التلفزيونية بواسطة مقاييس الجرعات الحرارية ، مجلة الفيزياء الصحية المجلد ٢٨ ١٩٧٥،

٩- عبد الوالي العجلوني ، الاشعاع والطاقة النووية ،دار مكتبة الحامد النشر والتوزيع ، ٢٠١٠

١٠- محمد قاسم الفخار ، الاشعاع ومصادرة وتاثيراتة البيولوجية الطبعة الاولى ٢٠٠٦

١١- محمد الشرعبي ،كتاب الفيزياء الحديثة ،انواع الاشعاعات ٢٠١٨

١٢- احمد محمد محمود حاني – التاثيرات الصحية الناجمة عن شبكات التيلفون المحمول في التجمعات السكنية- ٢٠٠٥

١٣ – نبيل كاظم عبد الصاحب ، الموجا ت الكهرومغناطيسية وتاثيرها على صحة الانسان بغداد ٢٠١٢

١٤- د.عيسى عبد السعداوي ، كتاب الكيمياء البيئية ، نشر بتاريخ ٢٠١٦ .