جمـــهـــوريـــــة العـــــــراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جـــــــامـــعة بـــــابـــــل
كـــــلية الـــتربية للـــعلوم الصرفة
قـــــسم الـــفـــيـــــــــزياء

تأثيرات الاشعة النووية عل البيئة

بحث تقدمت بهِ الطالبة

(زينب صفاء غني)

إلى مجلس قسم الفيزياء في كلية التربية للعلوم الصرفة

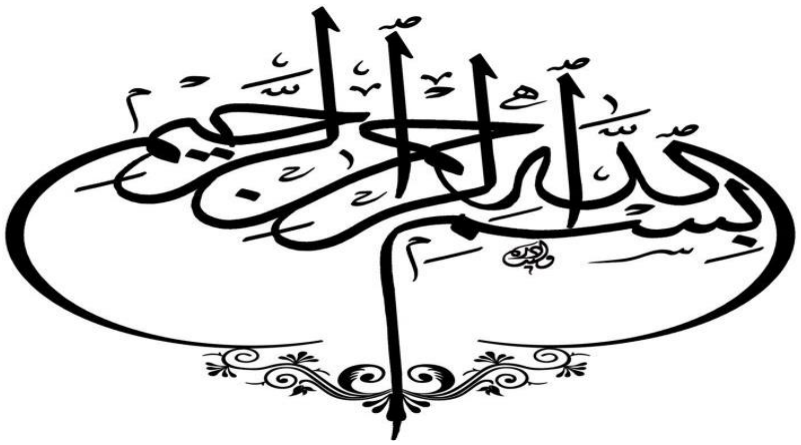
وهو جزء من متطلبات الحصول على شهادة البكالوريوس تربية في الفيزياء

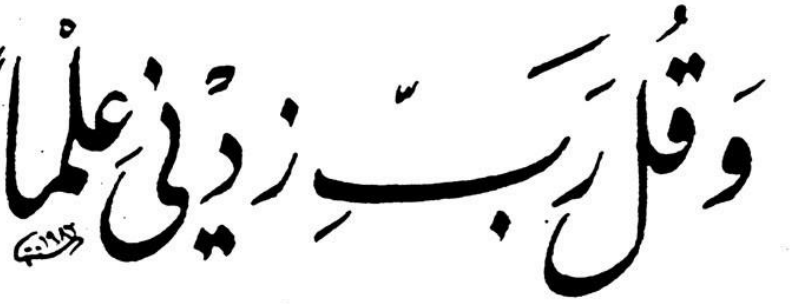
أشراف

أ.م ايمان حمود عبدالله

1447هـ

2026م





صَدَقَ الله العليُّ العَظِيم

طه: {114}

الإهداء

إلى .....

من يبرق في سماء حياتي ... ضوءاً وهاجاً ... فينير لي الطريق

إلى .....

من ذكر اسمه يشرفني ... وصورته لاتبرح ذاكرتي ...

أبي العزيز حباً وعرفاناً

إلى .....

من سهرت علي الليالي ... ورخصت لي الغالي

إلى .....

من أنصفتها آيات القرآن ... ولم تنصفها كلمات الإنسان

أمي العزيزة براً ووفاءً

إلى .....

من كانوا لي شموعاً أضاءت لي الطريق فسرت مسددةً من الله وموفقه

إخواني الاعزاء

إلى .....

من علموني حرفا واهدوني العلم واصبحت ما أنا عليه الآن

اساتذتي الكرام

شـكـــر وتـــقديـــر

ولا يسعني وانا انجز بحثي، إلا أن اتقدم بوافر الشكر والامتنان لأستاذتي المشرفة (أ.م ايمان حمود عبدالله)

التي كانت لتوجيهاتها السديدة ولمتابعتها المستمرة والدقيقة وحرصها الشديد في إخراج البحث بصورته الحالية، سائلةً الباري ان ينعم عليها بالصحة والعمر المديد.

ويدعوني ان اتوجه بجزيل الشكر والامتنان لأساتذتي الافاضل لما قدموه من اراء سديدة وبذلوا من جهود كبيرة اثناء المرحلة الدراسية.

والشكر الموصول الى كل من ساندني وساعدني وشجعني في إنجاز هذا البحث فلهم في نفس المنزلة وأن لم يرد ذكرهم لهم دعائي بالتوفيق الدائم.

..... والله ولي التوفيق .....

قائمة المحتويــات

	الموضـــــــــــــــوع	الصفحة
	الآية الكريمة	أ
	الإهداء	ب
	الشكر والتقدير	ت
	قائمة المحتويات	ث-ج
	قائمة الاشكال	ح
	قائمة الجداول	ح
	الخلاصة	خ
1	الفصل الاول مقدمة عامة حول الاشعاع النووي	13-1
1-1	المقدمة: Introduction	1
2-1	الذرة والنواة The atom and the nucleus	1
3-1	الإلكترون The electron:	1
4-1	البروتون The proton:	2
5-1	النيترون Neutron:	2
6-1	العدد الكتلي: Mass Number (A)	3
7-1	العدد الذري: Atomic Number (Z)	3
8-1	النظائر: The Isotopes	4
9-1	الترابط للنواة: Nuclear binding energ	5
10-1	النشاط الإشعاعي: Radioactivity	6
11-1	تفكك ألفا: Decay	6
1-11-1	طاقة جسيمات ألفا: Alpha Particle Energy	7
2-11-1	أشعة الفا: Alpha Rays	7
12-1	تفكك بيتا: Decay	8
1-12-1	أشعة بيتا: Partial	8
2-12-1	طاقة جسيمات بيتا: Energy of Beta Particles	9
13-1	اشعاعات كاما: Gamma Radiation	10
14-1	قياس النشاط الإشعاعي: Radioactivity Measurement	12
15-1	قانون التفكك الإشعاعي: Radioactive Decay Law	12
16-1	ثابت التفكك الإشعاعي:The decay constant	12
17-1	الشدة الإشعاعية: The activity	12
18-1	عمر النصف (العمر النصفي): Half-Life	13

24-15	الفصل الثاني تأثير الاشعة النووية على البيئة	2
15	تأثير الاشعة النووية على البيئة: Effects of Nuclear Radiation on the Environment	1-2
16	تأثير الاشعة النووية على الإنسان: Effects of Nuclear Radiation on Humans	2-2
21	وحدة قياس الاشعاعات النووية: Units of Radiation Measurement	3-2
21	العوامل التي تتحكم في أثار التعرض للأشعة النووية: Factors Affecting the Effects of Exposure to Nuclear Radiation	4-2
23	الخدمات الأساسية الواجب توفرها للوقاية من الإشعاعات المؤينة: Essential Services Required for Protection from Ionizing Radiation	5-2
23	العلاج عند التعرض للإشعاعات النووية: Treatment for Exposure to Nuclear Radiation	6-2
24	الاستنتاجات: Conclusions	7-2
26	المصادر والمراجع	

قائمة الأشكال

	الشكل	الصفحة
الفصل الاول		
1-1	مكونات الذرة	3
2-1	توضيح العدد الذري، والكتلة الذرية	3
3-1	طاقة الربط للنواة	6
4-1	جسيم ألفا	8
5-1	جسيمات بيتا	9
6-1	أشعة كاما	10
7-1	مقارنة بين جسيمات ألفا وبيتا وجاما من حيث الامتصاص	11
الفصل الثاني		
1-2	مخاطر الإشعاع الجسدية	17
2-2	طفلة تتعرض إلى إشعاع وراثي	19
3-2	تأثير الإشعاع على الحيوان والنبات	20

قائمة الجداول

	الجدول	الصفحة
الفصل الاول		
1-1	العدد الذري وعدد الكتلي لبعض العناصر	5
2-1	المقارنة بين جسيمات ألفا وبيتا وجاما	11

الخلاصة

يهدف هذا البحث إلى التعرف على طبيعة الإشعاع النووي وخصائصه الفيزيائية، وبيان مكوناته الأساسية المتمثلة في الذرة والنواة والجسيمات دون الذرية (الإلكترون، البروتون، النيوترون)، فضلاً عن توضيح مفهوم النظائر والنشاط الإشعاعي وأنواع التفكك الإشعاعي مثل ألفا وبيتا وكاما، مع بيان القوانين المرتبطة به كقانون التفكك الإشعاعي وعمر النصف.

كما سعى البحث إلى تسليط الضوء على التأثيرات الخطيرة للإشعاع النووي على البيئة، من خلال تلوث الماء والهواء والتربة، وما يترتب على ذلك من انتقال المواد المشعة عبر السلاسل الغذائية إلى الإنسان والكائنات الحية، كذلك تناول البحث تأثير الإشعاعات النووية على الإنسان، موضحاً الأضرار الجسدية مثل السرطان والعقم وأمراض الدم، إضافة إلى الأضرار الوراثية التي قد تظهر عبر الأجيال، فضلاً عن الأضرار الأخرى كالحروق وتلف الخلايا.

وبيّن البحث أيضاً وحدات قياس الإشعاع والعوامل التي تتحكم في شدة تأثيره، سواء كانت فيزيائية أو بيولوجية، مع توضيح مراحل تأثير الإشعاع داخل الجسم. كما تم عرض أهم الإجراءات الوقائية والخدمات الأساسية الواجب توفرها للحد من مخاطر الإشعاعات المؤينة، إضافة إلى الإشارة إلى طرق العلاج الممكنة في حالات التعرض.

وفي ضوء ما تقدم، يؤكد البحث أن الإشعاع النووي سلاح ذو حدين، إذ يمكن الاستفادة منه في مجالات الطب والصناعة، إلا أن مخاطره الكبيرة تتطلب وعياً علمياً وإجراءات وقائية صارمة للحد من آثاره السلبية على الإنسان والبيئة.

Abstract

الفصل الاول

مقدمة عامة حول الاشعاع النووي

1-1 المقدمة: Introduction

الأشعة النووية Nuclear radiation هي عبارة عن الجسيمات والفوتونات المنبعثة أثناء التفاعلات التي تتضمن أنوية الذرات، ويعرف الإشعاع النووي أيضًا بالإشعاع المؤين، إذ إن الجسيمات المنبعثة من التفاعلات النووية تكون نشطة بشكل كافٍ بحيث يمكنها إزالة الإلكترونات من الذرات والجزيئات وبالتالي تأيينها، ويشمل الإشعاع النووي كل من أشعة غاما والأشعة السينية ونطاق عالي الطاقة من الإشعاع الكهرومغناطيسي[١].

الأشعة النووية لا تُرى وليس لها طعم أو رائحة، لكنها قد تكون قاتلة تدخل الأشعة النووية إلى الجسم عبر التنفس أو البشرة، وقد تصيب الإنسان بسرطان الغدة الدرقية والأورام وسرطان الدم وأمراض العيون والاضطرابات النفسية وغيرها من الأمراض الخطيرة وإذا تعرض الجسم إلى كميات كبيرة من هذه الأشعة وناله جرعة كبيرة جدا منها، فقد يموت خلال ساعات أو أيام قليلة ولتفادي التعرض لنظائر اليود المشعة وتلويثها للغدة الدرقية، يمكن تناول جرعة كبيرة من حبوب اليود المركّز، فيحصل الجسم على حاجته وتصبح الغدة الدرقية مشبعة باليود، فلا تعود قادرة على تخزين كميات أخرى منه، وبذلك يتخلص الجسم تلقائيا من نظائر اليود المشعة الخطيرة وحاليا تقوم الحكومة اليابانية بتوزيع حبوب اليود المركّز على المواطنين في المناطق القريبة من محطات الطاقة النووية المتضررة لكن مفعول هذه الحبوب لا يدوم سوى لبضعة أيام فقط وهو يفيد الأشخاص الذين لم تتلوث أجسامهم باليود المشع بعد[2].

2-1 الذرة والنواة The atom and the nucleus

يتكون العنصر من وحدات متشابهة ومتناهية في الصغر تسمى ذرات وتختلف العناصر باختلاف ذراتها وتتركب ويدور حولها عدد من الالكترونات وتتمركز كتلة nucleus ذرة العنصر من جسم مركزي صغير الحجم يعرف بالنواة الذرة في النواة الصغيرة التي يبلغ نصف قطرها حوالي 2010 سم في حين يصل نصف قطر الذرة إلى حوالي 10 سم وتتركب النواة بدورها من نوعين من الجسيمات المتناهية الصغر تعرف بالبروتونات والنيترونات ويطلق على كليهما اسم النيوكلونات[3].

3-1 الإلكترون The electron:

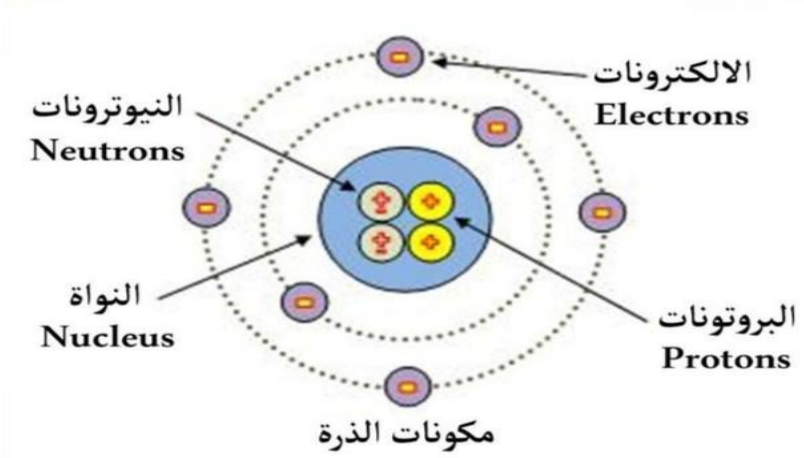
عبارة عن جسيم صغير جدا تبلغ كتلته وهو ساكن 9.11×10^{-28} جم ويحمل شحنة كهربائية سالبة مقدارها $1\text{-}1\times10^{19}$ كولوم[4].

4-1 البروتون The proton:

هو جسيم صغير تبلغ كتلة السكون له 1.675×10^{-24}جم أي انه أكبر من الإلكترون بحوالي 1839 مرة ويحمل شحنة كهربائية مساوية تماما لشحنة الإلكترون ولكنها موجبة[5].

5-1 النيترون Neutron:

عبارة عن جسيم متعادل الشحنة (أي لا يحمل شحنة كهربائية) وكتلة السكون له مساوية تقريبا لكتلة البروتون وغالبا ما يعتبر النيوترون الحر (أي خارج النواة) يعيش في المتوسط 15-2 دقيقة ثم يتفكك تلقائيا إلى بروتون و الكترون والذرة متعادلة كهربائيا حيث إن عدد البروتونات الموجبة في النواة يساوي عند الالكترونات السالبة التي تدور حولها مختلفة حول النواة ويتسع كل مدار لعدد معين من الالكترونات فيتسع اقرب مدار Orbits وتدور الالكترونات في مدارات لثمانية الكترونات (L) لإلكترونين في حين يتسع المدار الثاني (K) المعروف بالمدار للنواة ويعرف بالمدار أو القشرة لاثنين وثلاثين الكترونا وهكذا (N) لثمانية عشر الكترونا والرابع والمعروف بالمدار (M) والثالث والمعروف بالمدار ورغم أن المادة (خاصة الصلبة) تبدو مصمتة إلا أنها في الحقيقة تعتبر فراغا ولكن قدرة العين البشرية (وأجهزة التكبير البصرية الحديثة) غير قادرة على تميز هذا الفراغ ولفهم هذه الحقيقة سنفترض جدلا وجود جهاز قادر على تكبير الذرة عشرة ملايين مرة عندئذ سوف يبدو قطر النواة التي تحمل كل كتلة الذرة تقريبا في حدود 1 سم تقريبا أي في حجم حبة العنب الذي يتسع لإلكترونين فقط على بعد عشرات الكيلو K المتوسطة المستديرة في حين يكون أقرب مدار للنواة المدار مترات من النواة وبذلك تشبه الذرة في تركيبها المجموعة الشمسية حيث تحتل الشمس مركز المجموعة وتدور الكواكب التسع التابعة لها في مدارات يبلغ نصف قطر أصغرها وهو مدار عطارد 58 مليون كم تقريبا بهذا الأسلوب من التشبيه يمكن فهم الذرة كفراغ حقيقي[6].



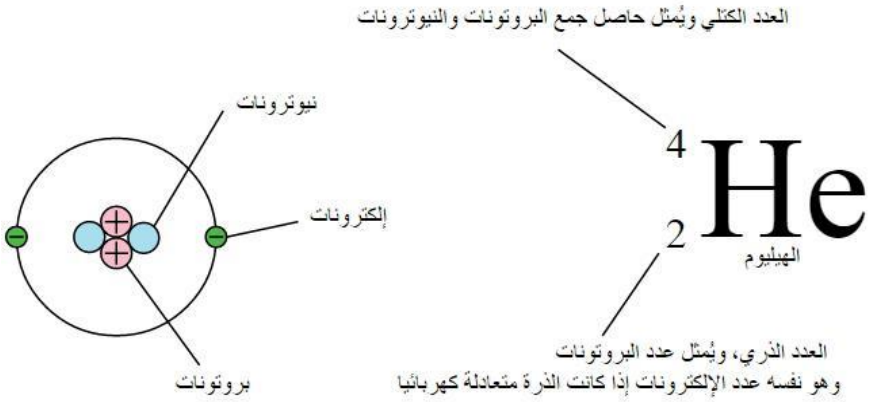
الشكل (1-1) مكونات الذرة[5].

6-1 العدد الكتلي: Mass Number (A)

العدد الكتلي: هو عبارة عن مجموع عندي البروتونات والنيوترونات في النواة ويبين هذا العدد كتلة لذرة التقريبية وهو عبارة عن عدد صحيح ويرمز له بالحرف A[7].

7-1 العدد الذري: Atomic Number (Z)

العدد الذري: هو عبارة عن عدد البروتونات في الذرة المعينة ويرمز له بالرمز من اسمها اللاتيني (أو حرفين أحيانا الأول كبير والثاني صغير) ثم يكتب العدد الذري في الجانب الأيسر الأسفل والعدد حيث أن عددها الذري=1 أما H الكتلي في الجانب الأيسر الأعلى أي انه يرمز على سبيل المثال لذرة الهيدروجين بالرمز حيث إن عددها الذري =2 وعددها الكتلي =4 إذ تتكون نواة الهليوم (جسيم ألفا) من He ذرة الهيلوم فيرمز لها بالرمز حيث إن عددها الذري 92 والكتلي 238 إذ تحتوي نواة 20 برتونين ونيوترونين كذلك يرمز لذرة اليورانيوم بالرمز اليورانيوم على 92 بروتونا و 146 نيوترونا[8].



الشكل (1-2) توضيح العدد الذري، والكتلة الذرية[3].

8-1 النظائر: The Isotopes

تحتوى نواة العنصر الواحد على نفس العدد من البروتونات إلا أنها يمكن أن تحتوي على أعداد مختلفة من النيوترونات ويعني هذا إن العدد الذري للعنصر الواحد لا يتغير في حين يتغير عدده الكتلي ويقال في هذه الحالة إن للعنصر الواحد عدة نظائر فمثلا للهيدروجين ثلاثة نظائر[6]:

1- هيدروجين ${}_{1}^{1}H$ وتتكون نواته من بروتون واحد ولا تحتوي على نيوترونات (A=1, Z=1) و يدور حول النواة الكترون واحد.

2- دينيرويوم ${}_{1}^{2}H$ وتتكون نواته من بروتون و نيوترون (A=2, Z=1) ويدور حول النواة اليكترون واحد.

3- تريليوم ${}_{1}^{3}H$ وتتكون نواته من بروتون واحد ونيترونين (A=3, Z=1) ويدور حول النواة اليكترون واحد.

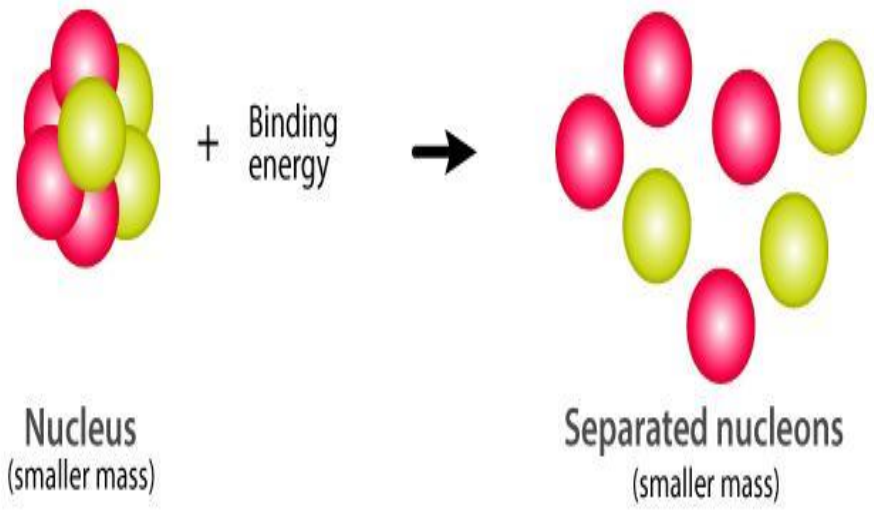
وعموما يوجد لكل عنصر عدد من النظائر قد تصل أحياناً إلى أكثر من خمسين نظيرا للعنصر الواحد وتكون لوى بعض هذه النظائر مستقرة ولا تتفكك في حين تكون نوى النظائر الأخرى قابلة للتفكك وبذلك تكون هذه النوى الأخيرة وتصدر إشعاعات في شكل جسيمات ألفا أو بينا أو إشعاعات جاما ويوجد العنصر في Radioactive نشطة إشعاعيا الطبيعة في شكل خليط من بعض نظائره وهناك نظائر لا توجد عموما في الطبيعة وإنما يمكن إنتاجها صناعيا باستخدام المفاعلات أو المعجلات النووية يمكن فصل النظائر بالطرق وتجدر الإشارة إلى إن نظائر العنصر الواحد تتحد في جميع خواصها الكيميائية لذا فأنه لا الكيميائية، حيث إن العدد الذري للعنصر هو الذي يعدد خواصه الكيميائية وإنما يتم فصله بطرق أخرى[7].

الجدول (1-1) العدد الذري وعدد الكتلي لبعض العناصر[7].

العنصر	الرمز	العدد الذري	العدد الكتلي	عدد P^+	عدد n	عدد e^-	عدد إلكترونات في المدارات		
الهيدروجين	H	١	١	١	٠	١	١	-	-
الهليوم	He	٢	٤	٢	٢	٢	٢	-	-
الليثيوم	Li	٣	٧	٣	٤	٣	٢	١	
البريليوم	Be	٤	٩	٤	٥	٤	٢	٢	
البورون	B	٥	١١	٥	٦	٥	٢	٣	
الكربون	C	٦	١٢	٦	٦	٦	٢	٤	
النيتروجين	N	٧	١٤	٧	٧	٧	٢	٥	
الأوكسجين	O	٨	١٦	٨	٨	٨	٢	٦	
الفلور	F	٩	١٩	٩	١٠	٩	٢	٧	
النيون	Ne	١٠	٢٠	١٠	١٠	١٠	٢	٨	
الصوديوم	Na	١١	٢٣	١١	١٢	١١	٢	٨	١
المغنيسيوم	Mg	١٢	٢٤	١٢	١٢	١٢	٢	٨	٢
الألمنيوم	Al	١٣	٢٧	١٣	١٤	١٣	٢	٨	٣
السيليكون	Si	١٣	٢٨	١٤	١٤	١٤	٢	٨	٤
الفسفور	p	١٥	٣١	١٥	١٦	١٥	٢	٨	٥
الكبريت	S	١٦	٣٢	١٦	١٦	١٦	٢	٨	٦

9-1 الترابط للنواة: Nuclear binding energ

تحتوي نواة الذرة على عدد معين من البروتونات الموجبة الشحنة وتتولد بين هذه البروتونات قوى تنافر كهروساكنة تتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين البروتونات ولما كانت المسافات بين البروتونات في النواة صغيرة للغاية فأنه من المتوقع أن تكون قوى التنافر كبيرة للغاية بحيث يجب أن تتفكك النواة بسرعة وحيث أن النواة لا تتفكك إلى مكوناتها من البروتونات فأن هذا يعني أن هناك قوى أخرى جاذبة أقوى من قوة التنافر المذكورة وهذه القوى الجاذبة هي ما يعرف بالقوى النووية وهي تؤثر بين البروتونات والنيوترونات طالما كانت هذه الجسيمات على مسافة صغيرة من بعضها (اقل من 2×10^{-13} سم) وقد ثبت أن القوى النووية بين البروتونات والنيوترونات أو البروتونات متكافئة من الناحية النووية وليس من ناحية الشحنة (Nucleon) يمكن اعتبار كل من البروتون والنيوترون بمثابة جسيم واحد يطلق عليهما اسم نيوكلون[8].



الشكل (1-3) طاقة الربط للنواة[2].

1-10 النشاط الإشعاعي: Radioactivity

تتميز العديد من النظائر سواء الطبيعية أو الصناعية (أي المجهزة باستخدام المعجلات أو المفاعلات النووية) بخاصية تعرف باسم النشاط الإشعاعي و النشاط الإشعاعي عبارة عن تفكك (اضمحلال) نواة النظير تلقائيا إلى نواة اصغر (نواة ذات القيمة اقل للطاقة) مع إصدار جسيمات نووية (مثل جسيمات ألفا أو بينا أو إشعاعات جاما) وتعرف النظائر التي Isotopes تمييزا لها عن تلك النظائر المستقرة Radioactive Isotopes يحدث لها هذا التفكك بالنظائر المشعة التي لا تتعرض للتفكيك وتحدث عملية التفكك في النظائر المشعة سواء كانت في الصورة نقية أو تدخل ضمن Stable مركبات كيميائية أو احيائية ولا تعتمد عملية التفكك على أي من الظروف الطبيعية مثل الحرارة أو حالة النظير أو غيرها[9].

1-11 تفكك ألفا: Decay

تتميز نوى العناصر الثقيلة (الأثقل من الرصاص) وبعض نوى العناصر الأرضية النادرة بانخفاض قيمة طاقة الترابط النيوكلون لذا فإن هذه النوى غير مستقرة عموما وتتفكك إلى نوى أخف وأكثر استقرارا وينتج عن ذلك إصدار (جسيمات ألفا أو Th إلى نواة الثوريوم234 وبيتا) مع إصدار إشعاعات كاما في العديد من الحالات فمثلا تتفكك نواة اليورانيوم 238 الأخف، وينطلق نتيجة لذلك جسيم ألفا الذي هو عبارة عن نواة ذرة الهيليوم وتتمثل عملية التفكك هذه بالمعادلة التالية[10]:

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + \alpha$$

(إلى نواة الرصاص 214 مع إصدار جسيم الفا: Po كذلك ، تتفكك نواة البولونيوم 218) حسب المعادلة التالية[10]:

1-11-1 طاقة جسيمات ألفا: Alpha Particle Energy

تكون طاقة جسيمات ألفا الصادرة عن نفس النظير متساوية ومساوية تقريبا للمقدار :

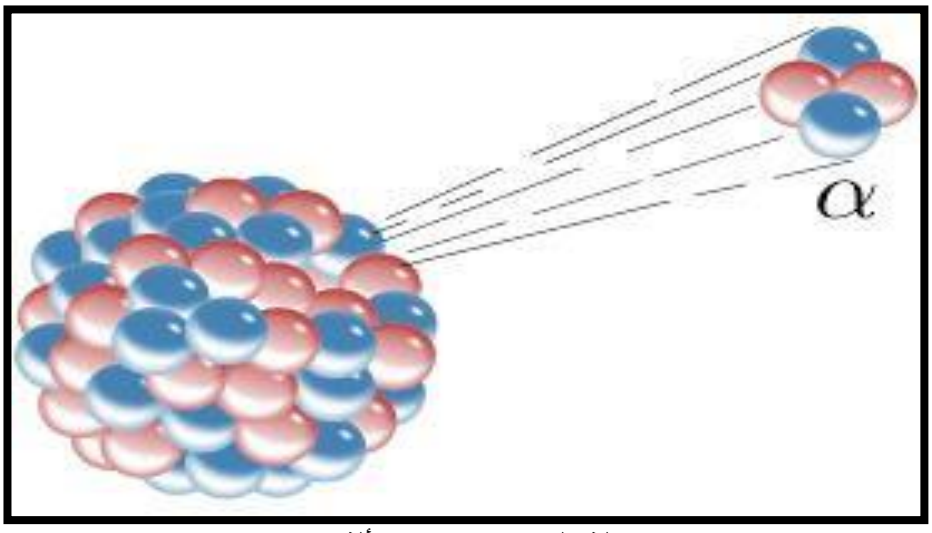
$$(M_p - (M_d + M_{\alpha}) C^2$$

لذلك تعتبر جسيمات ألفا بصمة من بصمات النظير، فبقياس طاقة جسيمات ألفا يمكن تحديد هوية النظير المشع لها[9].

2-11-1 أشعة الفا: Alpha Rays

وهي تنحني قليلا عند وضع مجال مغناطيسي في طريقها وقد وجد فما بعد انها نواه ذره الهليوم وتتكون من البروتون ونيوترونين ولكونها مشحونة وثقيلة فهذا النوع من الإشعاع يمكن احتراق المادة لمدى معين مدى جسيمات ألفا المسافة التي تستطيع اشعه ألفا شيرها هي الهواء تحت ظروف قياسيه تؤخذ بدرجه حرارة (١٥ ° وضغط جوي واحد) من المصدر الى النقطة التي تستطيع فيها توليد ايقونات جديده وهوه حوالي ١٠ سم للمصادر الطبيعية[3].

تتكون اشعه آلفا من جسيمات آلفا وخواص هذه الأشعة هي من خواص الجسيمات فهي تسبب التألق عنده مرورها في المواد المتفاعلة من اللوحات الفوتوغرافية مسببه اسودادها بسبب قله اختراقها للمواد فإن خطواتها علئ الإنسان محدودة وتكفي الملابس والاعتيادية التي يلبسها الإنسان لحمايته منها في بعض الأحيان إن مصادر اشعه آلفا علئ غايه من الخطورة عنده وجودها داخل الجسم إذا تسبب تآين لجزيئات الخلايا الحيه المحيطة بها وتلفا وشديدا بها ولذلك يجب والحذر من النظير المشعة الأشعة ألفا وممنع تراكمها في الجسم أن طاقه دقائق ألفا حوالي ٥ ماليين إلكترون فولت عند تواجد مصدر دقائق ألفا خارج الجسم فإن الدقائق التي تستطيع اختراق الجلد ولذا يكون تأثيرها الإشعاعي قليلا وكذلك اضراها علئ الجسم الحي[5].



الشكل (1-4) جسيم ألفا[2].

12-1 تفكك بيتا: Decay

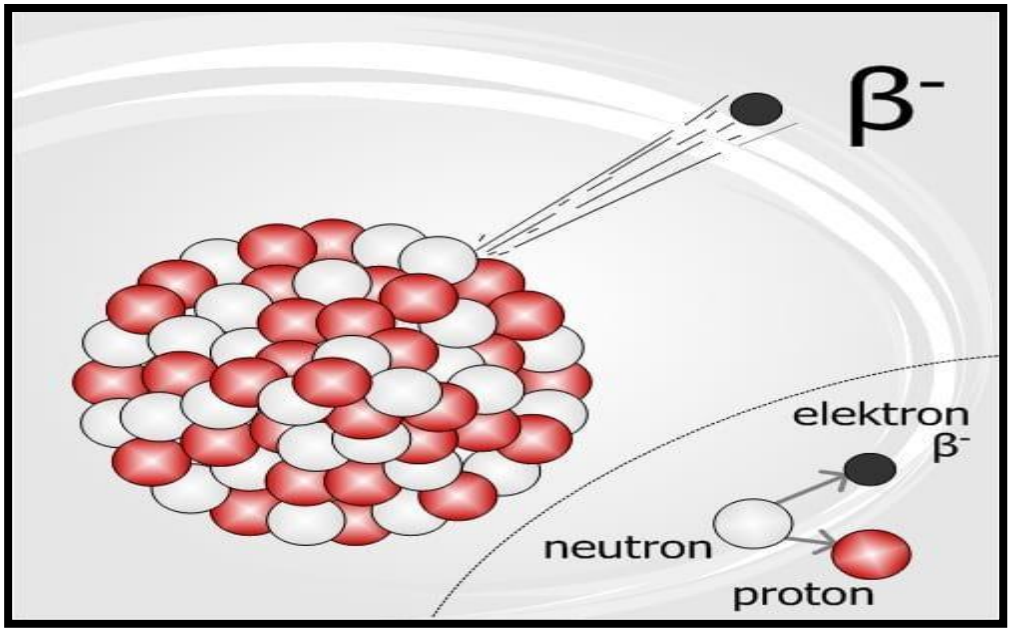
تكون نواة نظير معين مستقرة يجب أن تكون النسبة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات في هذه النواة أي وتتراوح هذه النسبة بين النظائر الخفيفة وتزداد حتى تصل إلى حوالي ١.٦ بالنسبة للنظائر الثقيلة فمثلا نسبة معينة 1 = 1/ NZ مستقرة حيث أن نسبة النيوترونات إلى البروتونات هي C يلاحظ ان نواة نظير الكربون 12 فهي نواة غير مستقرة حيث أن هذه النسبة تصبح C وتعتبر هذه النواة من النوى الخفيفة اما نواة نظير الكربون 14 فإذا كانت 8/6 = ١,٣٣ كذلك يلاحظ أن نواة نظير السيزيوم - 133 مستقرة لأن النسبة تكون NZ ١,٤٩٥٥ وعدد البروتونات للنظير المعين واقعة على منحني الاستقرار كان النظير مستقرا بالنسبة لتفكك النسبة بين عند النيوترونات[6].

1-12-1 أشعة بيتا: Partial

هذا النوع من الإشعاع أكثر انحناء في المجال المغناطيسي من اشعه آلفا لقد وجد فيها بعد بأنها عباره عن إلكترونات سالبه وموجبه بوزونات وبسبب اختراق الوسائط المادية لمسافات طويله ولكن بسبب قله كتلتها فإنها تسير المسافات أطول من اشعه ألفا إن كتل دقائق بيتا صغيره ولذا تقارب سرعتها عنده انطلاق سرعه الضوء وتنطلق جسيمات ألفا بنفس الطاقة من المصدر المشع اما جسيمات بيتا فان لها طاقات متعددة وان نبعث وان من نفس المصدر[3].

وتنحرف دقائق بيتا عن مسارها عند تصدمها بذرات الهواء بسبب صغر كتلها وتحدث تأينا لذرات الهواء أو الوسط الذي تمر فيه ان قابلتها علئ أحداث التأين قليله وهي بحدود (١٠٠أيون) للسنتمتر الواحد من المسار ويسمئ هذا التأين الأولي وهو يمثل (20-٣٠٪) من

عمليه التأين الكلية باقي الأيقونات فتتكون من التأين الثانوي الناتج عن تصادم أيونات الذرات الاخرى يصل مدى جسيمات بيتا في الهواء تحت الظروف قياسه حوالي ١٠ متر ويعتمد مسارها في المواد المختلفة علئ عدد الالكترونات في ذرات الوسط الذي تمر فيه حيث أن هذه الجسيمات تتصادم مع الالكترونات الخارجية لذرات الوسط المصادر اشعه بيتا هي مصادر صناعيه ويوجد العدد القليل من المصادر الطبيعية تتراوح طاقه جسيمات بيتا بين بضع مئات الالاف إلاكترون فولت وعده ماليين والكترون فولت وعند تواجد مصدر الأشعة بيتا وخارج جسم حي يمكنها اختراق الطبقات الخارجية للجلد مسببه أضرار في طباقه الداخلية ومع أن الأشعة تسبب في تأين المواد بصورة أقل من الجسيمات ألفا فإنها مصدر خطر شديد داخل الجسم وتسبب في أحداث أضرار متعددة ومعقده وخاصة وبسبب التأين الثانوي الذي تحدثه داخل الخلايا والحية[4].



الشكل (1-5) جسيمات بيتا[2].

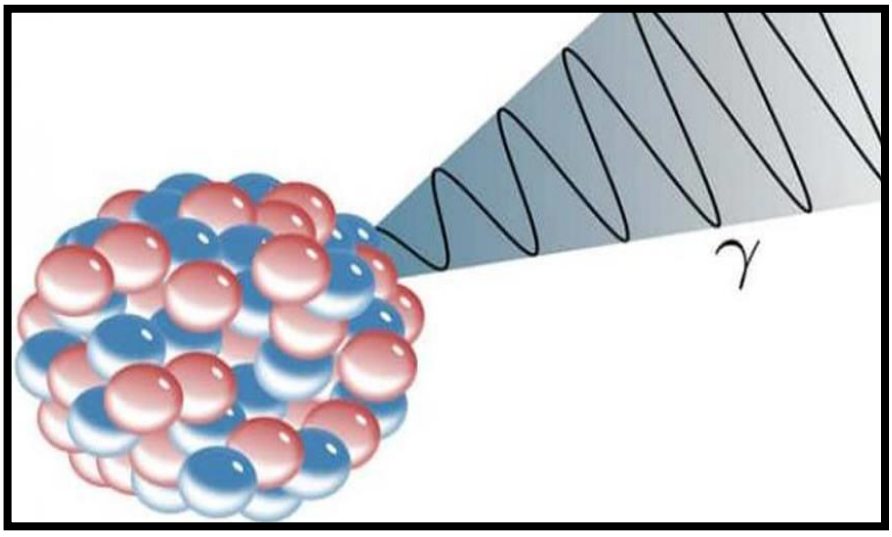
2-12-1 طاقة جسيمات بيتا: Energy of Beta Particles

إن الشرط الأساسي لحدوث أي نوع من أنواع تفكك بينا هو أن تكون كتلته النواة الام أكبر من مجموع كتل النواة الوليدة وجسيم بيتا، ويكون الفرق بين كتلة النواة الام ومجموع الكتل الناتجة هو عبارة عن الطاقة التي ينطلق بها كل من جسيم بيتا والنيوترينوم (او النيوترينو المضاد) بطريقة عشوائية لذلك فإن طاقة جسيمات بينا الصادرة عن نفس النظير تتخذ قيما مختلفة تبدا من الصفر ولكنها لا تتجاوز قيمة الطاقة الكلية الناتجة عن التفكيك بذلك فأن قياس طاقة جسيمات بيتا لا يدل عن هوية المصدر الذي يصدرها[2].

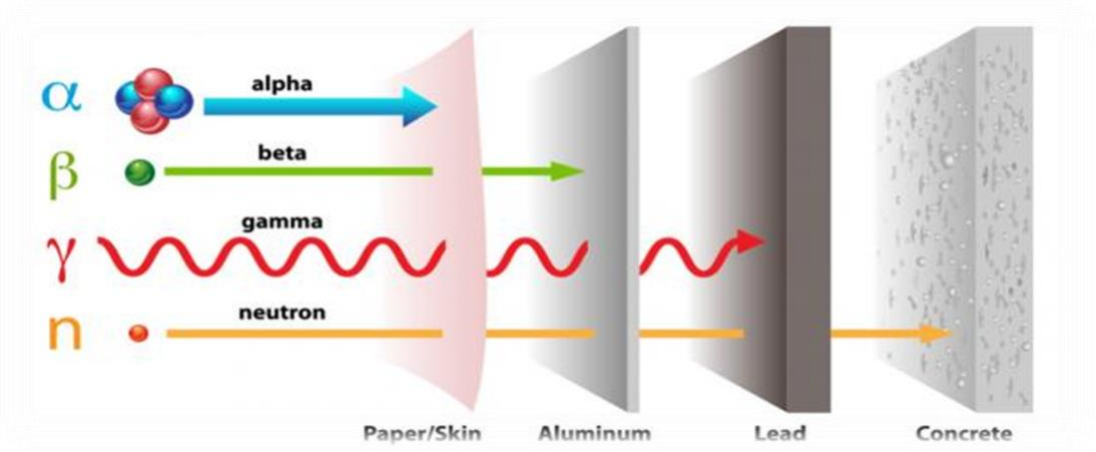
13-1 اشعاعات كاما: Gamma Radiation

هي اشعه كهرومغناطيسية بطول موجة قصير جدا(من 3×10^{8} سم الـي 10^{11} سم او اقل) تنبعث خلال العمليات النووية كالافتعالات النووية عند تحلل بعض الذرات أو تلف الجسيمية مع ضديدها كما يحدث عند تصادم إلاكترون مع البوزترون وتحويلها الئ اشعه كاما هذه الأشعة هي نفس الأشعة السينية ذات الطاقات العالية لكنها تصدر عن النواة[3].

بينما تصدر الأشعة السينية من ذلك ترونات خارج النواة أو بطريقه أخرئ تنبعث اشعه كاما علئ شكل جسيمات تسمئ الفوتونات ولكن لها خواص موجبه الفوتونات بعده الف إلكترون فولت حتى تصل الئ ماليين والإلكترون فولت وسرعه واشعه كاما هي سرعه الضوء وليس لها شحنه كهربائية وقابليتها علئ اختراق الأجسام أكبر بكثير من اشعه ألفا وبيتا ولكن قابليتها علئ أحداث التأين أقل منها بكثير ويمكن تقريب نسب التأين لكل من اشعه آلفا وبيتا وكاما وبنسبه ١/١٠٠/١٠٠٠ اي ان اشعه كاما تعمل علئ أحداث أقل من زوج من الأيونات في الهواء تحت الضغط الجوي واحد في مسافه سم واحد ضمن مداها، ويعتمد هذا العدد طبعا علئ طاقه الأشعة وتصاحب اشعه كاما انبعاث جسيمات ألفا وبيتا وهي تنبعث من جميع النظائر والصناعي المشعة وتقريبا ومن بعض تقريبا ومن بعض النظائر المشعة والطبيعية[4].



الشكل (1-6) أشعة كاما[2].



الشكل (1-7) مقارنة بين جسيمات ألفا وبيتا وجاما من حيث الامتصاص[7].

الجدول (1-2) المقارنة بين جسيمات ألفا وبيتا وجاما[7].

رمزها التوضيحي	α	β	γ
الشحنة	شحنتها موجبة.	شحنتها موجبة أو سالبة.	ليس لها شحنة، محايدة.
سرعة الانتشار	أقل من سرعة الضوء.	أقل بقليل من سرعة الضوء.	تساوي سرعة الضوء.
الكتلة	6.65×10^{-27} Kg	9.10×10^{-31} Kg	0
الحجم	كبير جداً.	صغير نسبياً.	صغيرة للغاية لأنّها عديمة الكتلة.
القدرة على الاختراق	قليلة	معتدلة	مرتفعة
القدرة على التأين	كبيرة	قليلة	قليلة جداً
تأثير المجال المغناطيسي والكهربائي	يظهر انحراف.	يظهر انحراف.	لا يوجد انحراف.
المجال	تقريباً 10 سم في الهواء.	تصل تقريباً إلى متر.	عدة أمتار في الهواء.
تأثير الانبعاث من النواة	يختلف التركيب الكيميائي للعنصر.	يغير التركيب الكيميائي للعنصر.	لا تغيير في التركيب الكيميائي للعنصر.
التطبيقات	في العلاج الإشعاعي غير موثوق المصدر.	في مراقبة سمك المادة.	في الصناعة النووية.

14-1 قياس النشاط الإشعاعي: Radioactivity Measurement

يمكن قياس ظاهرة النشاط الإشعاعي لعينة من خلال حساب عدد الذرات التي تنبعث بشكل تلقائي منها في كل ثانية، ويمكن القيام بذلك باستخدام أدوات مصممة لاكتشاف نوع معين من الإشعاع المنبعث من كل الاضمحلال، ويمكن أن يكون عدد الذرات المنبعث في الثانية الواحدة كبير جداً، وقد اتفق العلماء على عدد من الوحدات المشتركة للتعبير عن هذا العدد منها الكوري "Ci" والذي سُمي على اسم بيار كوري، وماري كوري وهما مكتشفا الراديوم وهو يعتبر طريقة مختصرة لكتابة "37،000،000،000 انبعاث في الثانية" وتعتبر وحدة (SI) الوحدة الأحدث لقياس النشاط الإشعاعي وقد سُميت تيمناً بهنري بيكريل وهو مكتشف النشاط الإشعاعي[5].

15-1 قانون التفكك الإشعاعي: Radioactive Decay Law

يعتبر التفكك الإشعاعي مع إصدار جسيم ألفا أو بيتا أو فوتون جاما عملية إحصائية بحتة ويرجع السبب في ذلك الى انه لا يمكن معرفة الوقت الذي تتفكك فيه النواة معينة فعند وجود نواة واحده غير مستقرة فانه يمكن ان تتفكك هذه النواة في الحال أو خلال ثانية أو بعد ساعة أو يوم أو عدة ملايين من السنين ولكن عند وجود عدد كبير جدا من نوى النظير النشطة فأنه يمكن في N_o معرفة عدد النوى التي تخضع للتفكك وعلاقة هذا العدد مع الزمن فعند وجود عدد معين من النوى النشطة وليكن t دون تفكك خلال زمن مقداره N لحظة معينة من الزمن فانه يمكن تحديد عدد النوي المتبقية وذلك من العلاقة التالية[6]:

$$N=N_o\, e^{-\lambda t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

ويعرف هذا القانون بأسم القانون الاسي للتفكك الإشعاعي

16-1 ثابت التفكك الإشعاعي: The decay constant

في العلاقة (1) باسم ثابت التفكك الإشعاعي وهو عبارة عن احتمال تفكك نواة واحدة معينة في الثانية λ يعرف معامل الواحدة ووحدة قياس هذا المعامل هي مقلوب الثانية أي (1 ثانية) حيث انها تعبر عن تفكك النواة في الثانية[7].

17-1 الشدة الإشعاعية: The activity

في معظم الأحيان يكون المطلوب هو معرفة عدد النوى التي تتفكك في الثانية الواحدة وليس عدد النوى الباقية دون تفكك ويسمى عدد النوى التي تتفكك في الثانية الواحدة من عينة مشعة بأسم الشدة الإشعاعية للعينة او المحددة بالعلاقة الاتية[8]:

$$A=A_o\, e^{-\lambda t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

وبمرور الوقت تتناقص الشدة الإشعاعية A النشاط الإشعاعي للعينة ويرمز للشدة الإشعاعية في لحظة إعداد العينة عدد وتحسب الشدة الإشعاعية (النشاط الإشعاعي) للعينة من واقع عدد الذرات المشعة الموجودة من هذه العينة فأذا كان هو ثابت التفكك لهذا النظير (أي احتمال ان تتفكك نواة ذرة الذرات المشعة الموجودة في العينة في لحظة معينة وكان (أو A من الذرات في الثانية الواحدة هو النشاط الإشعاعي N واحدة من هذا النظير في الثانية يكون احتمال تفكك العدد الشدة الإشعاعية للعينة أي عدد التفككات التي تحدث في العينة في الثانية الواحدة أي ان[9]:-

$A_o=N_o \lambda$..... (3)

18-1 عمر النصف (العمر النصفي): Half-Life

للنظير المعين هو عبارة عن الفترة الزمنية التي تنخفض خلالها الشدة الإشعاعية للعينة المجهزة من هذا $T_{1/2}$ عمر النصف النظير إلى النصف وبمعنى آخر فان عمر النصف هو الزمن اللازم لتفكك نصف عند النوى الموجودة في العينة ويرتبط عمر لهذا النظير بالعلاقة λ النصف بثابت التفكك[7].

$T_{1/2} = 0.693/\lambda$ .....(4)

يجب الانتباه إلى لاستخدامها في حساب النشاط الإشعاعي للعينة بالعلاقة (4) من العلاقة λ وعند حساب قيمة بالثانية وذلك لان النشاط الإشعاعي يحسب دائما منسوبا للثانية ويختلف العمر $T_{1/2}$ ضرورة أن يتم التعبير عن عمر النصف النصفي باختلاف النظير المشع فهناك نظائر لا يتعدى عمرها النصفي جزء من الميكروثانية وأخرى يزيد عمرها النصفي أن العمر النصفي لكل نظير مشع هو مقدار ثابت لا يغير إطلاقا ويعتبر بصمة من بصمات هذا النظير[8].

الفصل الثاني

تأثير الاشعة النووية على البيئة

1-2 تأثير الاشعة النووية على البيئة: Effects of Nuclear Radiation on the Environment

1. تلوث الماء الإشعاعي

يسبب الإشعاع التلوث المائي ويمكن لهذه المياه التي تم تلوثها بالإشعاع أن تقوم بنقل الإشعاع إلى الكائنات البحرية مثل الأسماك وكذلك ينتقل إلى الحيوانات والنباتات التي تستخدم المياه كما تنتقل الإشعاعات إلى الإنسان عن طريق شرب المياه أو تناول المزروعات المشعة ينتقل التلوث الإشعاعي إلى التربة عندما تصاب التربة بالمواد المشعة سواء الصلبة منها أو السائلة والتي تنتقل إلى النبات بمختلف أشكاله في عملية البناء الضوئي وكذلك الحيوان والإنسان الذين يقومون بتناول هذه المزروعات كما أن هذه الملوثات الإشعاعية تتغلغل إلى الطبقات العميقة من الأرض كما من الممكن أن تؤدي إلى تلوث المياه الجوفية الموجودة في باطن الأرض[8].

2. تلوث الهواء الإشعاعي

يعد تلوث الهواء بالإشعاع واحدة من أخطر أنواع التلوث وذلك نظراً لسرعة انتشار المواد الإشعاعية من خلال الهواء حيث تتخذ هذه الإشعاعات الهيئة الغازية لذلك فإنه ينتقل من مكان لآخر في وقت كثير وذلك لسرعة انتشار المواد المشعة التي تتخذ شكل الغازات في الهواء بالإضافة إلى انتقالها من مكان إلى آخر خلال وقت قصير من خلال تحرك الرياح ويحدث هذا النوع نتيجة الانفجارات النووية أو تسرب غاز الرادون، يتمّ التعرض للتلوث الإشعاعي بطريقتين وهما[9]:

1- التلوث الإشعاعي الداخلي

- يحدث هذا النوع من التلوث الإشعاعي داخل جسم الإنسان وليس خارجه.
- يصاب الشخص بالتلوث الإشعاعي الداخلي عن طريق ابتلاعه للعناصر التي تولد إشعاع أو تنفسه لها.
- يمكن لجلد الإنسان أن يمتص العناصر المشعة ويدخلها في الجسم وأيضاً تتمكن هذه العناصر من الدخول من خلال الجروح.
- لا يمكن التخلص من التلوث الإشعاعي الداخلي إذا دخلت المواد المشعة إلى أعضاء جسم الإنسان واستقرت فيها.
- من الممكن التخلص من هذا النوع من التلوث عن طريق العرق، والبول، بالإضافة إلى البراز[10].

2- التلوث الإشعاعي الخارجي

- يظهر التلوث الإشعاعي الخارجي على شكل عناصر مشعة تكون موجودة على هيئة أتربة أو سوائل ملوثة جداً.
- يحدث هذا النوع من التلوث عند استقرار العناصر التي تولد إشعاع على سطح جلد الإنسان أو ثيابه أو شعره.
- في بعض الأحيان يتحول التلوث الإشعاعي الخارجي إلى تلوث داخلي وذلك عندما تدخل هذه العناصر داخل الجسم[11].

2-2 تأثير الاشعة النووية على الإنسان: Effects of Nuclear Radiation on Humans

وتستند معظم المعلومات المستسقاة عن تأثير الإشعاع النووي في الإنسان من دراسة الحالات التي يتعرض فيها بعض الأشخاص إلى جرعة إشعاعية عالية ومن خلال دراسة نتائج التفجيرات النووية التي حدثت أثناء الحرب العالمية الثانية في مدينتي هيروشيما وناكازاكي إضافة إلى التجارب التي تُجرى على الحيوانات[9].

إن تأثير ذلك يختلف حسب مقدار الجرعة الإشعاعية والفترة الزمنية للتعرض واختلاف الأشخاص فإذا كانت الجرعة الإشعاعية قليلة فإن ذلك لا يسبب ظهور أي حالة مرضية واضحة إلا أن زيادة الجرعة الإشعاعية إلى حد أعلى قليلاً من الحد المسموح به تجعل بعض الأشخاص يشعرون بالتقيؤ خلال الساعات الأولى من تعرضهم وكذلك يشعرون بالتعب وفقدان الشهية وارتفاع درجة الحرارة إضافة إلى تغيير ملحوظ في دمائهم أما إذا كانت الجرعة عالية فإن جميع الأشخاص يشعرون بالتقيؤ مع تغيير عدد كريات الدم الحمراء وخلال فترة قصيرة يتوفى عدد كبير منهم وتكثر نسبة الوفيات في حال عدم توفر المعالجة الطبية[10].

الخطر الخفي لا لون ولا طعم للإشعاعات النووية التي يمكن أن تترك آثاراً خطيرة جداً في صحة الإنسان وهي تتراوح بين الموت خلال ساعات من تعرضه لهذه الإشعاعات إذا ما كانت مرتفعة النسبة إلى أمراض أخرى ترتبط بنسبة الإشعاع النووي والجزء الذي تعرض للإشعاع والمنطقة التي أصيبت بالإشعاعات ولكن هناك عوامل أخرى تؤثر في مدى وخطورة الإصابة ومنها عمر الشخص المعرض للإشاعات وتدخل الأشعة النووية إلى الجسم عبر التنفس أو البشرة وقد تصيب الإنسان بسرطان الغدة الدرقية والأورام وسرطان الدم وأمراض العيون والاضطرابات النفسية وغيرها من الأمراض الخطيرة وإذا تعرض الجسم إلى كميات كبيرة من هذه الأشعة ونالته جرعة كبيرة جداً منها فقد يموت خلال ساعات أو أيام قليلة يمكن تقسيم المخاطر الناتجة من تعرض الإنسان للإشعاع إلى ما يلي[11]:

أولا: مخاطر جسدية:

1- السرطان: إن تعرض الإنسان للإشعاع النووي قد يسبب له الإصابة بمختلف أنواع الأمراض السرطانية ويعتمد ذلك على مقدار الجرعة الإشعاعية والمنطقة التي تتعرض للإشعاع وقد أشارت الدراسات التي أجريت في مدينتي هيروشيما وناكازاكي إلى أن نسبة الإصابة بمرض سرطان الدم المعروف باسم اللوكيميا أعلى منه في بقية المدن اليابانية الأخرى وأن الأشخاص الذين كانوا أقرب إلى منطقة الانفجار كانت إصابتهم أعلى من نسبة إصابة الآخرين الذين كانوا على مسافة أبعد كما ثبت أن تعرض الإنسان إلى الإصابة بسرطان الغدة الدرقية الذي يصيب الأطفال والأشخاص غير البالغين بنسبة أعلى من البالغين عند تعرضهم إلى الجرعة الإشعاعية نفسها وفي أحد معامل الساعات لُوحظ ظهور مرض سرطان العظام بين العمال والعاملات الذين كانوا يستخدمون عنصر الراديوم لصبغ عقارب الساعات إذ كانوا يستعملون لهذا الغرض فرشاة خاصة يضعونها بين الفينة والأخرى في أفواههم لتدبيبها[6].

هذا بالإضافة إلى ظهور أمراض خبيثة أخرى بين الأشخاص الذين تعرضوا إلى جرعات إشعاعية مثل سرطان البنكرياس والمعدة والرئة والقولون والبلعوم السيزيوم والسترونتيوم حين تستقر النويدات النظائر المشعة سترونتيوم 90 وسيزيوم 137 في أنسجة العظام فإن خطر الإصابة بالسرطان يزداد فالجسم يخلط بين هذه المواد الخطيرة وبين الكالسيوم ويُدخلها إلى نخاع العظام وأنسجة العضلات والعظام لكن نخاع العظام مسؤول عن تشكيل خلايا الدم الجديدة ويمكن أن تتعطل هذه العملية بسبب الإشعاعات المؤيّنة وإذا حدث ذلك يصاب الإنسان بمرض سرطان الدم القاتل[9].

الشكل (2-1) مخاطر الإشعاع الجسدية[10].

2- عتمة عدسة العين: تعتبر عدسة العين من المناطق الحساسة جداً للإشعاع النووي بشكل عام والنيوترونات بشكل خاص وأن جرعة إشعاعية من النيوترونات تتراوح بين 20 و50 راداً

كافية لإصابة عدسة العين بالعتمة التي هي عبارة عن حدوث تلف دائم في عدسة العين قد يؤدي إلى فقدان القدرة على الإبصار أما في حال تعرض العين لأشعة جاما فإن الجرعة اللازمة لإصابة عدسة العين بالعتمة تكون أكبر مما هي عليه في حالة النيوترونات ولا تقل عن 200 راد[7].

3- العقم: هناك من الأدلة ما يشير إلى أن تعرض الأعضاء التناسلية إلى جرعات معينة من الإشعاع يؤدي إلى إصابة الإنسان بالعقم ويصاب بالعقم كل من الرجال والنساء على حد سواء عند تعرضهم إلى جرعات إشعاعية عالية وقد يكون العقم وقتياً أو يكون دائماً حسب مقدار الجرعة الإشعاعية[8].

4- الوفاة قبل الأوان: ان التعرض إلى جرعات إشعاعية منخفضة لا يشكل بمفرده تأثيراً كبيراً في صحة الإنسان إلا أن التعرض إلى تلك الجرعات المنخفضة لفترة طويلة وعلى مدى سنوات يضعف مناعة الجسم ضد الأمراض الأخرى ويقود إلى الوفاة وقد أجريت إحصائية بين الأطباء العاملين في حقل الإشعاع حيث وجد أن معدل الوفيات لدى أطباء الأشعة ليس بسبب الإصابة بأي نوع من أنواع السرطان وإنما لأسباب أخرى منها أمراض الكلية والأوعية الدموية وضغط الدم وأمراض الكبد وغيرها[9].

ثانياً: الأضرار الوراثية

قد يحدث ضرر وراثي هائل في الجسم الذي يتعرض للأشعة النووية كما حدث بعد إلقاء قنبلتين ذريتين على هيروشيما وناكازاكي في سبتمبر/ أيلول 1945 مما أدى إلى وفاة الآلاف من السكان وإصابتهم بحروق وتشوهات وإصابة أحفادهم بالأمراض الخطيرة القاتلة وكما حدث بعد كارثة تشيرنوبيل في إبريل/ نيسان 1986 ورغم مرور 25 سنة على الحادث هناك ارتفاع ملحوظ في نسبة المصابين بالسرطان تصل إلى 40 في المئة وهناك تقديرات بأن 25 ألف شخص في روسيا لقوا حتفهم لأنهم شاركوا في أعمال تنظيف المفاعل بعد انفجاره ويجب مراعاة عدم تعرض المرأة الحامل للأشعة السينية كوسيلة للتشخيص حتى لا تصيب الطفل بالتخلف العقلي والحد الأقصى المأمون للإشعاعات النووية الذي يجب ألا يتجاوزه الإنسان هو 5 ريمات في اليوم الواحد والريم وحدة قياس الإشعاع الممتص وهي تعادل رنتجناً واحداً من الأشعة السينية[10].

ولا ننسى في هذا الصدد تعرض الإنسان للأشعة الكونية الصادرة من الفضاء الخارجي وتعرضه للإشعاعات الضارة خلال تعامله مع النظائر المشعة سواء في مجالات الطب

والصناعة والزراعة وتعرض العاملين في المفاعلات النووية والعاملين في المناجم التي يستخرج منها العناصر المشعة مثل الراديوم واليورانيوم وتعتبر الإشعاعات المؤينة أحد العوامل المهمة المساعدة لإحداث الطفرة الوراثية وهي من الظواهر الخطرة التي يجب تقليل احتمالية حدوثها إلى أدنى حد ممكن ذلك لأن الإشعاع يعمل على إحداث انحرافات في الكروموسومات تنتج عنها تشويهات ولادية وارتفاع نسبة الإجهاض عند الحوامل ونسبة وفيات المواليد إضافة إلى ولادة أطفال مصابين بنقص عقلي[11].

وقد يتأخر ظهور الطفرة الوراثية إلى فترة طويلة لتظهر في أجيال لاحقة وهذا الأمر يجعل تقصي الطفرة الوراثية عند الإنسان الناتجة جراء تعرضه للإشعاع صعبة جداً لأن الطفرة الوراثية قد تحدث بتأثير العقاقير أو بعض المواد الكيميائية مما يجعل عملية الربط بين تأثير الإشعاع والطفرة الوراثية متداخلة مع عوامل أخرى لا يمكن فرز تأثيرها[12].

ويعتقد أن احتمال حدوث الطفرة عند الرجال أعلى منها عند النساء في حالة التعرض إلى جرعات إشعاعية أقل ويزداد احتمال حدوث الطفرة الوراثية بزيادة الجرعة الإشعاعية كما يعتقد بوجود علاقة بين انخفاض المواليد الذكور والتعرض إلى الإشعاع وتبين الإحصاءات أن تعرض النساء إلى الإشعاع يؤدي إلى انخفاض نسبة المواليد الذكور وأن مقدار هذا الانخفاض يتناسب مع زيادة الجرعة الإشعاعية وكذلك الأمر في حالة تعرض الذكور إلى الإشعاع وإن كان غير واضح كما هي عليه الحال في النساء[13].

الشكل (2-2) طفلة تتعرض إلى إشعاع وراثي[11].

ثالثاً: الأضرار الأخرى

1. عقم التربة: التعرض للإشعاع للغلاف الجوي يعني أنه موجود حتى في التربة تتفاعل المواد المشعة في التربة مع العناصر الغذائية المختلفة مما يؤدي إلى تدمير تلك العناصر الغذائية مما يجعل التربة عقيمة وذات سمية عالية تؤدي مثل هذه التربة إلى حصاد المحاصيل المليئة بالإشعاع وبالتالي غير صالحة للاستهلاك من قبل البشر والحيوانات يتم أيضًا تعديل النباتات التي تنمو من هذه التربة وراثيًا بما أن هذه في أساس السلسلة الغذائية فإن العاشبات تستهلكها وتحافظ على مستويات الإشعاع آكلة اللحوم مثل الأسود والنسور ينتهي بها الأمر إلى استهلاكها وزيادة مستويات الإشعاع[5].

2. تدمير الخلايا: التلوث الإشعاعي له تأثيرات متنوعة مثل تغيير الخلايا أجسام الكائنات الحية فريدة من نوعها حيث يوجد الملايين من الخلايا في جسم واحد حيث لكل منها غرضه الخاص لتحقيقه يؤدي الإشعاع إلى تشويه الخلايا الموجودة مما يؤدي إلى تلف دائم في مختلف الأجهزة وأجهزة الأعضاء في مواجهة الكثير من الإشعاع لا مفر من الأمراض الدائمة والوفاة[6].

3. الحروق: ليس من السهل الشعور بالإشعاع ولكن من السهل إدراك أنك قد تأثرت به حيث أن التواجد الفوري للحروق والآفات الحمراء والقروح دليل على ذلك لجعل الأمر أسوأ يمكن أن يؤدي ذلك إلى سرطان الجلد[7].

4. الآثار على الحياة البرية: الحيوانات على مستويات مختلفة تعاني بشكل مختلف حيث تتأثر الكائنات عالية المستوى أكثر من الحشرات والذباب الحيوانات العاشبة مثل الماشية عند رعي الأرض الملوثة تتراكم كميات كبيرة من (Ce-13 و I-131) على أنسجة الحيوانات تدخل هذه النويدات المشعة دوراتها الأيضية وتؤثر على حمضها النووي هذا ينتهي بامتلاك جيل حيواني متحور مع خطر أعلى من المشاكل الصحية من خلال كمية صغيرة من النويدات المشعة[8].

الشكل (2-3) تأثير الإشعاع على الحيوان والنبات[12].

3-2 وحدة قياس الاشعاعات النووية: Units of Radiation Measurement

تقاس نسبة الإشعاع النووي التي يمكن أن يكون الإنسان أو المياه أو المأكولات قد تعرض لها بما يعرف بوحدة سيفرت Sievert وهي وحدة قياس مدى الإصابة بالإشعاع النووي فإذا تعرض الجسم إلى 250 ميليسيفرت أو 25 .0 سيفرت لفترة زمنية قصيرة يمكن أن يصاب بأحد الأمراض التي تسببها الإشعاعات[8].

وتنقسم وحدة سيفرت إلى ألف ملل سيفرت وهي تختلف عن وحدة جراي في كون الأخيرة تعطي كمية الإشعاع الممتصة من جسم ما مادة حية أو جماد أما السيفرت فهو يعطي تأثير الأشعة في الكائنات الحية أو المادة الحية وحسب المكتب الاتحادي للحماية من الإشعاع في ألمانيا فإننا نتعرض إلى 1 .2 ميليسيفرت من الطبيعة في السنة أما تعريض الجسم إلى 400 ميليسيفرت فيؤدي إلى الموت المحتم وفي فرنسا مثلاً فإن نسبة التعرض للإشعاعات المتوسطة في محيط مفاعلات أو مجالات عمل نووية هي 7 .3 ملل -سيفرت في العام منها 4 .2 من إشعاعات طبيعية و3 .1 من إشعاعات طبية نتيجة استخدام الليزر والتصوير الإشعاعي والسكانر و03 .0 من العوامل الصناعية وفي حال حدوث خلل نووي فإن النسبة تصل إلى 6 سيفرت وهذا ما حصل لدى العاملين في مفاعل تشرنوبيل السوفييتي الذين ماتوا بعد أشهر من انفجار المفاعل أما في مفاعلات فوكوشيما فإن نسبة الإشعاعات حتى الآن تراوحت بين 30 و400 ملل سيفرت في المناطق القريبة المحيطة بالمفاعلات[7].

4-2 العوامل التي تتحكم في أثار التعرض للأشعة النووية: Factors Affecting the Effects of Exposure to Nuclear Radiation

1. الخواص الفيزيائية للمادة المشعة وتتضمن عمر النصف نوع و طاقة الأشعة المنبعثة الانتقال الخطى للطاقة الطاقة الممتصة من النسيج الحاوي للمصدر إلى النسيج المستقبل للأشعة.
2. العوامل البيولوجية للمادة المشعة وانتقال المادة داخل الجسم من عضو إلى أخر إلى جانب استبقاء المادة المشعة في نسيج معين والفترة الزمنية لتواجد المادة المشعة داخل الجسم ثم طرق خروج المادة المشعة من الجسم وكذلك عمر النصف البيولوجي إلى جانب عوامل أخرى مثل السن والجنس والأمراض المختلفة.

ويتوقف انتقال المادة المشعة على الدورة الدموية وسوائل الجسم وكذلك الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي والتي تحدد آليات وميكانيكية انتقال المادة المشعة من نسيج إلى أخر.

3. ومن الآثار الصحية للتعرض الإشعاعي هي التحول السرطاني لبعض الأنسجة التي تتواجد فيها المواد المشعة لفترات طويلة نسبيا ويمر التأثير الإشعاعي بمرحلتين أساسيتين هما[8]:

1.المرحلة الفيزيوكيمائية:

وهذه المرحلة في تطور الإصابة الإشعاعية تخص امتصاص الطاقة الإشعاعية داخل روابط الجزئيات الكيميائية في الخلايا وينتج عن ذلك حدوث توتر أو تأين لهذه الروابط الفيزيوكيمائية في الجزئيات الموجودة في الحيز البيولوجي الذي تعرض والذي حدثت فيه عمليات امتصاص للطاقة وينتج عن ذلك حدوث تغيرات في أداء وظيفة الجزئيات الكيمائية التي حدث توتر وتأين لروابطها وتسمي تغيرات في الجزئيات وتعتبر هذه المرحلة الأساس الذي سوف يترتب عليه تطور وظهور و نوعية الإصابة الناتجة من التعرض الإشعاعي وهذه المرحلة مهمة فيما يخص حدوث عمليات إصلاح في الجزئيات الكيمائية التي تأثرت بالتعرض الإشعاعي وامتصاص الطاقة الإشعاعية وكذلك تطور الإصابة الإشعاعية ومداها والذي يحدد مقدار وحجم الأثر المتبقي بعد الإصلاح الذي يتم في الجزئيات[11].

2.مرحلة التأثير البيولوجي علي الخلايا و الأنسجة:

التغيرات الكيمائية التي تحدث للجزيئات تشكل الأساس الذي يترتب عليه تطور و ظهور الآثار الإشعاعية في الخلايا والأنسجة وأهمها تحول الجزيئات لإنتاج جذور حرة free radicals الذي يتميز بنشاط كيميائي كبير مما يؤثر على تركيب الخلايا وبالتالي على وظائفها ويتوقف حجم ونوعيه وشدة هذه الآثار علي عوامل كثيرة تخص النظام البيولوجي المتعرض للإشعاع وتخص أيضا النظام الفيزيائي للأشعة الساقطة بكل جوانبه[12].

وجميع مراحل تطور الإصابة مرتبط بعوامل كيمائية فسيولوجية ووظيفية ومناعية كثيرة ومرتبطة بالأجهزة الكلية المسيطرة علي كافة النظم البيولوجية في الجسم وعلي راس العوامل المسيطرة علي تطوير الإصابة الإشعاعية و ظهورها هو مقدار الجرعة الإشعاعية الذي تعرض لها الجسم وحجم الحيز المتعرض من الجسم وقد توصل بعض العلماء حديثاً إلى تركيب كيميائي لدواء يسمى بمضاد الإشعاع (Anti-radiation) من أهم خواصه تقوية الجهاز المناعي للجسم المصاب بالإشعاع[13].

5-2 الخـدمات الأساسـية الواجـب توفرهـا للوقايـة مـن الإشـعاعات المؤينـة: Essential Services Required for Protection from Ionizing Radiation

نظراً، لتعدد الاستخدامات السلمية للإشعاعات الذرية في المجالات المهنيـة المتشـعبة، ونظرا لخطورة الإشعاعات الذرية، والنووية، فانه يتطلب جهات علمية وفنية على مستوى عالي من الكفاءة البشرية، وكذلك مختبرات تتوفر بها أجهزة حديثة ومتطورة في مجـال الكشـف عـن تلك التعرضات الإشعاعية، ومخاطرها، ووضع الأسس، والتعليمات، والشروط عند العمل على الأجهزة المصدرة للإشعاع، ووضع اللوائح، والقـوانين المناسـبة لكـل مسـتوى مـن التعرضـات ونظـراً لأهميـة، وخطـورة الإشـعاعات، فقـد بـادرت البلـدان المتقدمـة مـن خـلال علمائهـا المتخصصين في هذا المجال بإنشاء مراكز خاصة للوقاية من الإشعاعات حتى يتسنى لها إعداد ومتابعة التنظيمات والتشريعات وكذلك الجرعات الإشعاعية لمنسوبيها للقطاع الخارجي (الأهلي والحكـومي) وقـد أعـدت لـذلك وحـدات داخليـة لكـل وحـدة مـا يناسـبها مـن مهـام أهـم هـذه الوحدات[14]:

1. وحدة قياس الجرعات الإشعاعية المكافئة للأفراد.
2. وحدة قياس واختبار التلوث الإشعاعي.
3. وحدة المسح وقياس التلوث الإشعاعي.
4. وحدة معايرة أجهزة الفحص الإشعاعي.
5. وحدة الكشف عن تلوث الأغذية[13].

6-2 العـلاج عنـد التعـرض للإشـعاعات النوويـة: Treatment for Exposure to Nuclear Radiation

من شبه المستحيل تقديم مساعدة طبية لمن يتعرض للأشعة النووية لكن الخبراء يفرّقون بين التلوث والاندماج ففي حالة التلوث تتجمع المواد المشعة على سطح الجسم ويمكن غسلها بالماء ورغوة الصابون أما في حالة الاندماج، فإن المواد المشعة تدخل إلى الجسم وتندمج فيه ولا يمكن أبداً التخلص منها وقد سجل أكبر نجاح للعلاج بواسطة النظائر المشعة في العام 1939 عندما استخدم الفوسفور-32 لعلاج مرض البوليثيما الذي يسبب خللاً في الدم بزيادة كبيرة في كريات الدم الحمراء وتوالت النجاحات بعد ذلك ففي العام 1946 استخدم الأيودين - 131 لمنع أنواع معينة من السرطان من النمو كما تم استخدام هذا العنصر في التصوير

للأجزاء الداخلية لجسم الإنسان ليدخل بعده الطب مرحلة جديدة هي مرحلة الطب النووي وللعلم حصل العالم أرنيست على جائزة نوبل لاكتشافه السيكلترون في العام 1939 والتـي استخدمت في تعجيل البروتونات للحصول على نظائر مشعة صناعية، كما حصل العالم جون على جـائزة فيرمي عام 1983 على أعماله البارعة التي أهلته ليكون قائد الطب النووي[14].

7-2 الاستنتاجات: Conclusions

لخصنا اهم ما نستنتجه من البحث في ما يلي:

- تعتبر الإشعاعات من أكثر مصادر التلوث التي تسبب هلاكاً للإنسان لذلك فإنه من الضروري.
- البعد عن استخدام أي مواد من شأنها أن ينبعث منها إشعاعات.
- يعد التلوث الإشعاعي أحد أخطر أنواع التلوث والذي قد يحدث نتيجة للأنشطة البشرية الخاطئة مثل التخلص غير الصحيح من النفايات النووية والتلوث الإشعاعي يطرح العديد من المخاطر مثل السرطان والعقم والعمى والتأثير على الهواء والماء .
- ينتج التلوث الإشعاعي نتيجةً لاندفاع المواد المشعة من خارج الأنابيب أو الحافظات الموجودة فيها إلى البيئة المحيطة بها نتيجة حدوث ثغرات أو شقوق في الحافظات الموجودة فيها أو حتى نتيجةً لانفجارها، وتأتي المواد المشعة بعدة حالات فمنها ما يكون صلباً ومنها ما يكون سائلاً، ومنها ما يكون على شكل غاز.
- يُقاس النشاط الإشعاعي بوحدات تُسمى "بكريل" وكل وحدة من وحدات بكريل يعادلها تحوّل (تلاشي) نواة ذرّيّة واحدة في الثانية ويقاس تركيز الرادون في الهواء بعدد التحولات التي تحدث في متر مكعب من الهواء في كل ثانية (بكريل/ م3).

المصادر والمراجع

المصادر References

[1]- الطاقة الذرية د. خضير عبد العباس حمزه _ د غسان هاشم الخطيب الطبعة 1989.

[2]- (الفيزياء النووية) د. محمد شحاته الدغمة و أ. د علي محمد جمعه.

[3]- الإنسان والبيئة والتلوث البيئي (د. صالح وهبي).

[4]- تلوث البيئة والإشعاع والأمان د . محمد أحمد جمعه مكتبة الخريجي -الرياض عام 1985.

[5]- المواد المشعة ومعدلات التلوث الخارجي للعاملين بها حسن عثمان محمد - مجلة رسالة العلم - المجلد 37 صفحة 3 جمعية خريجي كليات العلوم - القاهرة عام 1970.

[6]- المسح الإشعاعي البيئي حول المفاعلات ومنشآت الطاقة النووية- حسن عثمان محمد - مجلة رسالة العلم -المجلد 36 صفحة -٢٤٤ جمعية خريجي كليات العلوم - القاهرة عام 1969

[7]- تلوث البيئة بالمواد المشعة - أحمد طاهر عبدالفتاح - مجلة رسالة العلم - المجلد 39 صفحة جمعية خريجي كليات العلوم - القاهرة عام ١٩٧٢.

[8]- الإنسان والبيئة والتلوث البيئي (د. صالح وهبي).

[9]- تلوث البيئة والإشعاع والأمان د . محمد أحمد جمعه مكتبة الخريجي -الرياض عام 1985.

[10]- المواد المشعة ومعدلات التلوث الخارجي للعاملين بها حسن عثمان محمد - مجلة رسالة العلم - المجلد 37 صفحة 3 جمعية خريجي كليات العلوم - القاهرة عام 1970.

[11]- المسح الإشعاعي البيئي حول المفاعلات ومنشآت الطاقة النووية- حسن عثمان محمد - مجلة رسالة العلم -المجلد 35، جمعية خريجي كليات العلوم - القاهرة عام 1969

[12]- تلوث البيئة بالمواد المشعة - أحمد طاهر عبدالفتاح - مجلة رسالة العلم - المجلد 39 صفحة جمعية خريجي كليات العلوم - القاهرة عام1972.

[13]- (بايولوجيا التلوث) كينيث ميل لينبي الترجمة د كامل مهدي التميمي.

[14]- عبد المعيد عبد الواحد، ازالة التلوث عن الاجهزة والمعدات، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي هيئة المعاهد الفنية 1990.

Abstract:

This research aims to Identify the nature of nuclear radiation and its physical properties, as well as to explain its fundamental components, Including the atom, nucleus, and subatomic particles (electron, proton, and neutron). It also clarifies the concept of isotopes, radioactivity, and types of radioactive decay such as alpha, beta, and gamma, in addition to the related laws like the radioactive decay law and half-life.

The study also highlights the serious effects of nuclear radiation on the environment, Including the contamination of water, air, and soil, and how radioactive materials transfer through food chains to humans and other living organisms. Furthermore, it examines the Impact of nuclear radiation on humans, explaining physical damages such as cancer, Infertility, and blood diseases, as well as genetic effects that may appear across generations, in addition to other harms such as burns and cellular damage.

Moreover, the research explains the units used to measure radiation and the factors that control Its impact, whether physical or biological, along with the stages of radiation effects داخل the body. It also presents the main preventive measures and essential services required to reduce the risks of ionizing radiation, as well as possible treatment methods in cases of exposure.

In conclusion, the research emphasizes that nuclear radiation is a double-edged sword; while It has beneficial applications In medicine and industry, its significant risks require scientific awareness and strict preventive measures to minimize its harmful effects on humans and the environment.