جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل – كلية العلوم

قسم الفيزياء

مشروع بحث تخرج

التأثيرات البيولوجية للمستويات الاشعاعية على احياء بابل القديمة

للطالبة

ايمان حيدر قاسم محمد

بكلوريوس علوم فيزياء

العام الدراسي ٢٠٢٣-٢٠٢٤

بأشراف

أ. د. نهاد عبد الأمير صالح خضير

١٤٤٥هجري

٢٠٢٤ ميلادي

Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Babylon
College of Science
physics department

Project of Research

Biological effects of radiation levels ancient found in the neighborhoods of Babylon

التأثيرات البيولوجية للمستويات الاشعاعية على احياء بابل القديمة

By Student

Iman Haider Qasim Mohammed

B.Sc. Physics

Scholar year 2023-204

Supervised by

Dr. Nihad Abdel Amir Saleh Khudair

1445 Hijri 2024 Gregorian

بسم الله الرحمن الرحيم

{ هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَّرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ }

صدق الله العلي العظيم

(سورة يونس - الآية (٥))

إقرار السيد المشرف

اقرار المشرف

أشهد بان موضوع البحث الموسوم (التأثيرات البيولوجية للمستويات الاشعاعية على احياء بابل القديمة) والمنجز من قبل الطالبة ايمان حيدر قاسم محمد قد اجريت تحت اشرافنا في قسم الفيزياء كلية العلوم جامعة بابل كمتطلب جزئي لنيل شهادة البكلوريوس في علوم الفيزياء وذلك للفترة من ٢٠٢٣/١٠/١ ولغاية ٢٠٢٤/٤/١

التوقيع:

الاسم الثلاثي للسيد المشرف : نهاد عبد الأمير صالح خضير

اللقب العلمي : استاذ مساعد

التاريخ:

إهداء

إلى من كلله الله بالهيبه والوقار .. الى من علمني العطاء بدون انتظار .. الى من احمل إسمه بكل افتخار .. **(والدي العزيز ❤)**

وإلى ملاكي في الحياة .. إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان

والتفاني .. إلى بسمه الحياة وسر الوجود

إلى من كان دعائها سر نجاحي إلى أغلى الحبايب

(امي الغاليه❤)

إلى ظلي الذي يمنعني من السقوط وسندي

(اخي ❤)

إلى رفاق الخطوة الأولى والخطوة الأخيرة إلى من كانوا في سنوات العجاف سحبا ممطرة انا ممتن جدا لكم

واخيرا إلى من علمني ولهم الفضل الأكبر بعد الله (اساتذتي الأفاضل)

الباحثة

الشكر والعرفان

الشكر والثناء لله عز وجل أولاً على نعمة الصبر والقدرة على إنجاز العمل ،

فلله الحمد على هذه النعم

واتقدم بالشكر والتقدير لمشرفتي الأستاذة

الدكتورة نهاد عبد الأمير صالح خضير

لمساعدتي على انجاز هذا البحث ، ولكل ما قدمها من دعم وتوجيه وإرشاد لإتمام هذا العمل

على ما هو عليه فلها أسمى عبارات الثناء والتقدير

كما لا يفوتني أن أتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى كل أساتذة

قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة بابل .

لهم مني كل الشكر و التقدير .

الباحثة

الخلاصة :

تتواجد في الطبيعة مواد تطلق تلقائيا اشعاعات مؤينة وتخترق البيئة ايضا اشعاعات من مصادر طبيعية اخرى. فالصخور والاتربة تحوي على كميات ضئيلة من عناصر مشعة تكون متسلسلات لنظائر مشعة تختلف كمياتها من منطقة الى اخرى . كما تتعرض الارض والغلاف الجوي الذي يحيطها الى وبل مستمر من الاشعة القادمة من الشمس والفضاء الكوني . ويمتص جزءا من هذه الاشعة الكونية في طبقات الجو العليا فيما يصل سطح الارض الجزء الاخر . وتختلف الجرعة الاشعاعية للاشعة الكونية من موقع الى اخر اعتمادا على خطوط العرض ، وعلى ارتفاع الموقع عن سطح الارض .

اما على الصعيد الصناعي فقد ادى التوسع في استخدام الطاقة النووية نتيجة لتزايد الطلب على مصادر الطاقة من جهة تطور التطبيقات الصناعية النووية من جهة اخرى الى زيادة في تلوث البيئة اشعاعيا .

ينبعث الإشعاع المُشرد من المواد المُشعة (النوكليدات المشعة)، مثل اليورانيوم، والرادون، والبلوتونيوم.كما يمكن إنتاجه بواسطة أجهزة، مثل أجهزة التصوير بالأشعة السينية وأجهزة المعالجة الشعاعية.

تُعد الأمواج الراديوية، مثل تلك المنبعثة عن الهواتف الخلوية وأجهزة إرسال أمواج الراديو AM و FM، والأشعة الضوئية المرئية أنواعًا من الأشعة الكهرومغناطيسية.ومع ذلك، وبسبب انخفاض طاقتها، فإن هذه الأشكال من الإشعاع ليست مؤينة، وبالتالي فإن تعرض الناس لهذه المصادر الشائعة لا يُلحق الضرر بالخلايا.وفي سياق حديثنا هذا، فإن كلمة الإشعاع سوف تُستخدم حصرًا للإشارة للأشعة المُشرِّدة (المؤيِّنة).

Abstract

There are materials in nature that spontaneously release ionizing radiation, and radiation from other natural sources also penetrates the environment. Rocks and soil contain small quantities of radioactive elements that form radioactive isotope sequences whose amounts vary from one region to another. The Earth and the atmosphere that surrounds it are also exposed to a constant barrage of rays coming from the sun and cosmic space. Part of these cosmic rays is absorbed in the upper atmosphere, while the other part reaches the surface of the Earth. The radiation dose of cosmic rays varies from one site to another depending on the latitude and the height of the site above the surface of the Earth.

At the industrial level, the expansion of the use of nuclear energy as a result of the increasing demand for energy sources on the one hand and the development of nuclear industrial applications on the other hand has led to an increase in radioactive pollution of the environment.

Displaced radiation is emitted by radioactive materials (radionuclides), such as uranium, radon, and plutonium. It can also be produced by devices such as x-ray machines and radiation processing machines.

Radio waves, such as those emitted by cell phones, AM and FM radio transmitters, and visible light rays are types of electromagnetic radiation. However, because of their low energy, these forms of radiation are not ionizing, so people's exposure to these common sources does not harm Damage to cells. In the context of our discussion, the word radiation will be used exclusively to refer to scattered (ionizing) rays.

جدول المحتويات

ت	العنوان	الصفحة
	الخلاصة	
	الفصل الاول	
١.١	المقدمة	١
٢.١	الدراسات السابقة	٢
٣.١	الهدف من البحث	٤
	الفصل الثاني	
١.٢	المقدمة	٥
٢.٢	الاشعاع	٦
٣.٢	مصادر الاشعاع الطبيعي	٧
٤.٢	مصادر الاشعاع الصناعي	٨
٥.٢	التأثيرات البيولوجية للأشعاع	٩
٦.٢	أنواع الاشعاع	١٣
٧.٢	أستخدامات الاشعاع	١٤
٨.٢	حالة توازن الاشعاعي	١٥
٩.٢	وحدات قياس جرعة الاشعاع	١٥
١٠.٢	قوة اختراق الاشعاع	١٦
	الفصل الثالث	
١.٣	المقدمة	١٧
٢.٣	الاجهزة المستخدمة	١٧
٣.٣	تحليل الطيف في RAD7	٢٤
٤.٣	قياس غاز الرادون	٢٧
	الفصل الرابع نتائج والمناقشة والاستنتاجات	
	المصادر	٣٧-٣٩

الفصل الاول

١.١ المقدمة Introduction

تصل إلى الأرض كثير من الإشعاعات المنهمرة عليه من الجهات جميعها وفي جميع الأوقات قادمة من الفضاء الخارجي، فتكون الشمس والتفاعلات النووية التي تحدث في النجوم هي مصدر هذه الأشعة الكونية وهي تتكون من ٨٥% بروتونات، ١٤% أشعة ألفا، وحوالي ١% هي جسيمات تحمل شحنه متفاوتة [3].

حيث إنَ النشاط الإشعاعي في قشرة الأرض يمثل النويدات المشعة ذات المنشأ الأرضي مثل البوتاسيوم (^{40}K)، وكذلك العناصر المشعة التابعة لسلاسل اليورانيوم (^{238}U) والثوريوم (^{232}Th) وهذه النظائر المشعة تبعث أنواعًا مختلفة من الإشعاع الذري كجسيمات ألفا وبيتا وأشعة كاما [2].

كذلك يحتوي جسم الإنسان على كميات ضئيلة من النظائر المشعة كالكاربون (^{14}C) والبوتاسيوم (^{40}K) واليورانيوم (^{238}U) وتدخل هذه الاشعاعات عن طريق التنفس مثل الرادون وتدخل أيضًا مع الغذاء والماء، و كذلك عن طريق التعرض لجرع إشعاعية معينة عند عمل صور إشعاعية للتشخيص، وذلك بالأشعة السينية وإلى حد ما يمكن للجسم أَنْ يمتص المواد المشعة عن طريق المساحات الجلدية أو عن طريق الجروح أنّ وجدت في الجسم [4].

هذا وتوجد العديد من المصادر الصناعية للنشاط الاشعاعي والتي قام العلماء بإنتاجها حسب الغرض من تصنيعها، إذ تصنف الأشعة النووية المصنعة إلى نوعين: النوع الأول يشمل الإستخدامات الطبية بنوعيها التشخيصي والعلاجي، فضلاً عن الإستخدامات الصناعية، الزراعية و الإقتصادية. أما الأغراض العسكرية فتشمل بصورة أساسية الإستخدامات في الأسلحة النووية [3].

والرادون ^{222}Rn غاز طبيعي مشع عديم الطعم واللون والرائحة وهومن الغازات الخاملة كيميائيًا [32]. يعد الرادون ^{222}Rn الوليد المباشر للراديوم ^{226}Ra في سلسلة الإنحلال الطبيعي لليورانيوم ^{238}U، إذ يوجد الراديوم في الترب والصخور ومياه البحار والمحيطات و رواسبها [33].

2.1 الدراسات السابقة Previous Studies

هناك العديد من الدراسات السابقة حول موضوع قياس تركيز غاز الرادون في التربة والماء والهواء ، كما أن هناك دراسات أخرى تتعلق بالجانب البيولوجي تطرقنا إليها في هذه الأطروحة نستعرضها على النحو التالي:-

١- عام ٢٠١٤ E. Tabar and H. Yakut [١٤]، قاما بقياس تركيز غاز الرادون في عينات المياه من الينابيع الحرارية لحوض يلوا تركيا باستخدام كاشف (RAD7)، وكانت نسبة تركيز الرادون (٢.٤) بكريل. L−1 وهو أقل من المستوى الموصى به لمنظمة الصحة العالمية.

٢-ج.جبور وأ.هـ.سوبر في عام ٢٠١٥[١٥]، من خلال قياس مستوى النويدات المشعة في المياه السطحية لنهر شط العرب في محافظة البصرة/ العراق باستخدام كاشف (RAD7)، وجد أن متوسط تراكيز غاز الرادون في المياه تراوحت بين (٠.٠٠٤٠ ± ٠.٠٠٠٨) Bq.L−1 إلى (٠.١١٢ ± ٠.٠٠١٨) Bq.L−1 وكانت النتائج جميعها ضمن الحدود الدولية الموصى بها من قبل الهيئة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الصحة العالمية

٣- رشيد وآخرون في عام ٢٠١٩ [٢٥]، لدراسة تأثيرات الإشعاعات المؤينة التي قد تحدث نتيجة التعرض لمصادر الإشعاع المختلفة في مكونات دم الإنسان، وأظهرت النتائج أن التعرض للإشعاع يسبب تغيراً في الكثافة من خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية (PLT)، مما يؤدي إلى تلف خلايا الدم وضمور حاد في الأنسجة الليمفاوية بأكملها.

٤-في نفس العام درس (Ahmed) و جماعته [27] . قياس تركيز غاز الرادون في مياه الحنفية والمياه الجوفية في محافظة كركوك شمال العراق بإستعمال الكاشف RAD7. كانت النتائج تشير إلى أنَ متوسط تركيز الرادون في مياه الحنفية Bq.L−1 (0.33104)، أما بالنسبة إلى المياه الجوفية فبلغ متوسط تركيز الرادون إلى ١−Bq.L (2.316).

وكشفت هذه النتائج أنَ تراكيز الرادون أقل من الحدود الموصى بها التي أشارت إليها منظمة الصحة العالمية والهيئات التنظيمية للإتحاد الأوروبي، وإن مدينة كركوك أمنة بالنسبة للسكان وليس هناك تهديد من ناحية التلوث الإشعاعي.

٥-أما في عام ٢٠١٨ تمكن (Jamal and Shila) [28]. دراسة دور غاز الرادون في تلوث مياه الشرب في منطقة بوكان (شمال غرب إيران) بإستعمال الكاشف RAD7 وكانت النتائج تشير إلى أنَ تركيز غاز الرادون في الماء يتراوح من (0.79±0.18) Bq.L-1 إلى (11.87±1.43) Bq.L-1 وأنَ تراكيز الرادون في هذه العينات أقل من الحد الموصى به من قبل منظمة الصحة العالمية وغير صحي للشرب.

٦-كذلك في عام 2018 تمكن (Amanjeet) و جماعته [29]. دراسة تركيز غاز الرادون في مياه الشرب شرق هاريانا في الهند بإستخدام كاشف الحالة الصلبة RAD7 . وجد أنَ معدل تركيز الرادون في هذه المنطقة (33.9) Bq.L-1 وهو أعلى من الحد الأقصى التي أوصت به المنظمة الدولية لحماية البيئة إذ يتم إستخدام المياه الجوفية كمصدر لمياه الشرب في منطقة الدراسة.

٧-في العام نفسة درس (Mukesh) و جماعته [30]. تركيز غاز الرادون في المياه الجوفية في جبال الهيمالايا في الهند بإستخدام الكاشف RAD7 وكانت القيم تتراوح من (1.7) Bq.L-1 إلى (٢١٠) Bq.L-1 بمتوسط (37) Bq.L-1، أنَ متوسط هذه القيم لتراكيز الغاز أعلى من الحد الأقصى الذي اقترحته وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة.

٨-كذلك في نفس العام تمكن (Khalid) و جماعته [31]. قياس تركيز غاز الرادون في عينات من مياه الشرب في مدارس ناحية ابي غرق في محافظة بابل / العراق باستخدام جهاز RAD7 ، إذ كانت أعلى قيمة (0.688) Bq.L-1 وأدنى قيمة (0.072) Bq.L-1 هذه النتائج لتراكيز غاز الرادون كانت ضمن الحد المسموح به الذي إقترحته وكالة حماية البيئة الأمريكية.

3.1 الهدف من البحث The Aim of Research

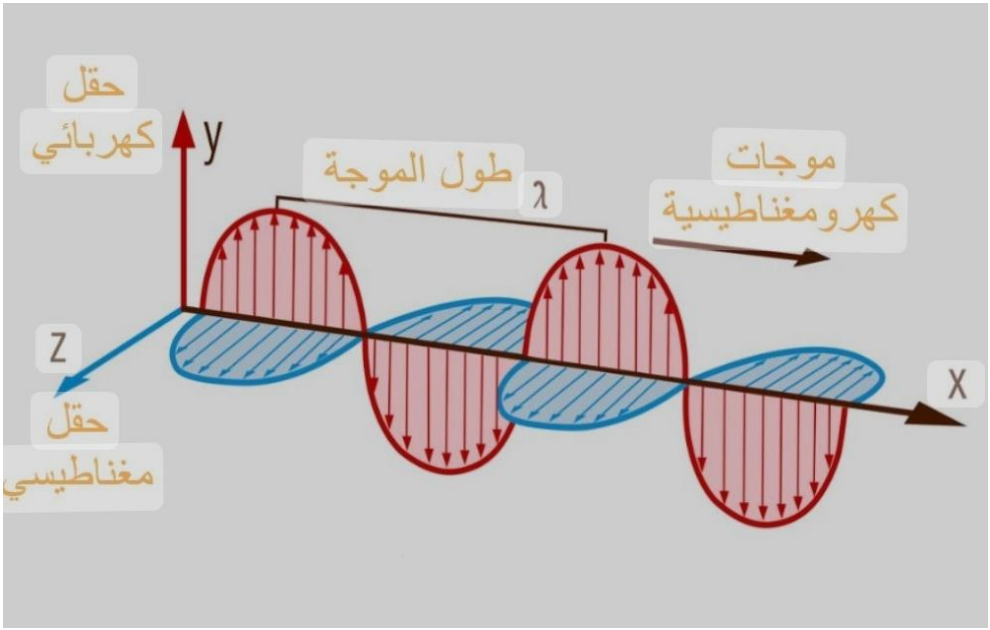
١- بيان تراكيز غاز الرادون والجرعة الفعالة السنوية في التربة لدراسات سابقه

٢- بيان تأثير غاز الرادون على بعض المتغيرات البايلوجية لجسم الإنسان

الفصل الثاني

١.٢ المقدمة

تحيط الاشعاعات بكل جانب من جوانب حياتنا وتعيش معنا كل لحظة من لحظات حياتنا، وهذه الاشعاعات قد تكون موجودة في الارض بصورة طبيعية او تصل الينا من الفضاء أو نتيجة صناعة الانسان لها الذي يستخدمها لتطبيقات مختلفة، والاشعاع هو عملية انبعاث للطاقة وانتشارها في الفضاء او في أي وسط آخر على شكل موجات صوتية أو كهرومغناطيسية او جسيمات، وهذا يعني أن الاشعاع هو عبارة عن طاقة متحركة بأشكال مختلفة منها الموجات الكهرومغناطيسية كما موضح في شكل (١.١) المتمثلة بالموجات ذات الاطوال الموجية القصيرة جدا مثل الاشعة الكونية والاشعة السينية وأشعة كاما، وكذلك الموجات الاطول نسبيا مثل الضوء المرئي والاشعة فوق البنفسجية وموجات الاتصالات والتلفزيون والراديو أو الجسيمات التي تمتلك طاقة كبيرة وتتحرك بسرعة عالية . وطاقة الاشعاع تتمثل بطاقة الموجات الكهرومغناطيسية [1] ، وتقاس هذه الطاقة مثلها مثل كل انواع الطاقة بوحدة الجول وبالأخص عندما يكون مصدر الإشعاع من البيئة المحيطة، وتكون هذه الطاقة اما مرئية او غير مرئية بالنسبة للعين البشرية[2].



٢.٢ الإشعاع

تحيط الاشعاعات بكل جانب من جوانب حياتنا وتعيش معنا كل لحظة من لحظات حياتنا، وهذه الاشعاعات قد تكون موجودة في الارض بصورة طبيعية او تصل الينا من الفضاء أو نتيجة صناعة الانسان لها الذي يستخدمها لتطبيقات مختلفة ،والاشعاع هو عملية انبعاث للطاقة وانتشارها في الفضاء أو في أي وسط آخر على شكل موجات صوتية او كهرومغناطيسية أو جسيمات ، وهذا يعني إن الإشعاع عبارة عن طاقة متحركة بأشكال مختلفة منها الموجات الكهرومغناطيسية المتمثلة بالموجات ذات الاطوال الموجية القصيرة جداً مثل الأشعة الكونية والأشعة السينية واشعة كاما ، وكذلك الموجات الأطول نسبياً مثل الضوء المرئي والأشعة فوق البنفسجية وموجات الاتصالات والتلفزيون والراديو أو الجسيمات التي تمتلك طاقة كبيرة وتتحرك بسرعة عالية. وطاقة الاشعاع تتمثل بطاقة الموجات الكهرومغناطيسية ، وتقاس هذه الطاقة مثلها مثل كل انواع الطاقة بوحدة الجول وبالأخص عندما يكون مصدر الإشعاع من البيئة المحيطة ، وتتكون هذه الطاقة أما مرئية او غير مرئية بالنسبة للعين البشرية .[٣].

ان العناصر المشعة المختلفة في البيئة الحية، والمنتشرة في الهواء والمياه والتربة سواء كانت طبيعية ام صناعية فإنها تتصرف بطريقة تشبه مثيلاتها من العناصر المستقرة فيمكن وصولها إلى مكونات السلسلة الغذائية اعتمادا على كل الخصائص الكيميائية والفيزيائية لهذه العناصر ومن ثم دخول الجسم واحداث اضرارا بايولوجية في الانسجة والاعضاء المختلفة. وعليه سنقدم في هذا الفصل تعريفا بالاشعاع ومصادره واهم عناصر اهتمامنا فيه لدراسة التلوث البيئي الناجم عنه وكواشف الاشعة النووية والمستخدمة في العمل الحالي.

وانه المصطلح الذي يصف التحولات النووية الباعثة للطاقة والتي تشمل تغيرا في نوى الذرات حيث تطلق الطاقة في هذه التحولات على شكل اشعاع جسيمي أو كهرومغناطيسي متفاعلا بدرجات مختلفة مع الوسط الذي يخترقه . وهناك عدة انواع اساسية منها (دقائق الفا، دقائق بيتا والنيوترونات واشعة كاما) (Easley (١٩٦٩). وفيما يأتي يمكن حصر مصادر الاشعاع الطبيعية والصناعية.[4]

٣.٢ مصادر الاشعاع الطبيعي

وتشمل ثلاثة أنواع رئيسية هي :الأشعة الكونية ، النشاط الإشعاعي الطبيعي في قشرة الأرض ، النشاط الإشعاعي داخل جسم الانسان. [5]

1. الأشعة الكونية

ينشأ القسم الأعظم من الأشعة الكونية من اعماق النجوم في الفضاء في حين يتحرر بعضها الآخر من الشمس اثناء الانفجارات الشمسية . تتألف هذه الاشعة من ٨٧% بروتونات و ١١%دقائق الفا تقريبا نوى ذرات يتراوح عددها الذري بين ٤-٢٦ و ١% الكترونات عالية الطاقة [6]

النويدات المشعة المتولدة نتيجة الاشعة الكونية : تنتج هذه النويدات من التفاعل الناشئ بين الأشعة الكونية وجو الأرض وتشمل هذه النويدات المشعة التريتيوم والبريليوم ٧- والكاربون ١٤- و تكون كمية هذه النظائر المشعة قليلة في البيئة وتسبب جرع تعرض داخلي واطئ جدا وتمتاز هذه النظائر المشعة : - أن لهذا عمر نصف اقل بكثير من عمر الارض زيادة على ان عددها الذري واطئ [6]

النويدات المشعة ذات المنشأ الارضي: يعتمد النشاط الاشعاعي في التربة على النشاط الاشعاعي في الصخور التي كونت التربة وعلى الفعاليات الكلية التي حددت لتكوين التربة ، لقد كان هناك عدداً كبيرا من النويدات المشعة التي اضمحلت مع مرور الزمن ، أما ما تبقى الى يومنا هذا من النويدات المشعة ذات المنشأ الأرضي فتمتلك عمرا أكبر من عمر الأرض وتقسم مصادر النويدات المشعة ذات المنشأ الأرضي الى قسمين :

أ -المفردة :

هي نظائر بعمر يقارب نصف عمر الأرض وتتميز بأنها تتحلل الى نظير مستقر و اهم هذه النظائر المشعة المفردة هو البوتاسيوم - ٤٠- الذي يبلغ نصف عمره ١.٢٨ × ١٠ " سنة ويتميز هذا النظير باحتوائه على خط كامي مفرد ذي طاقة ١٤٦٠ × ١٠ ٣ الكترون فوات.

والمخطط في اثناه يبين انحلال البوتاسيوم - ٧٤٠ يتغير تركيز البوتاسيوم في التربة تبعا لطبيعة التربة التي لها علاقة وثيقة بطبيعة الصخر الام و عوامل الحث ، و يزداد هذا التركيز في بعض المناطق الزراعية نتيجة استخدام الاسمدة

الفوسفاتية أما في المياه فيعتمد تركيزه على نوع مصدر المياه ، فمياه البحر تحوي اكبر تركيزا للبوتاسيوم في حين أن المياه العذبة تحتوي على تركيز قليل جدا و في بعض الاحيان تحوي المياه الجوفية على تراكيز قليلة أيضا .[7]

ب – السلاسل المشعة

تتميز النظائر المشعة التي تنتمي الى احد هذه السلاسل بأعمار نصف مختلفة و لا يقل العدد الذري لأي منها عن العدد الذري للرصاص . و توجد في الطبيعة أربع سلاسل مشعة هي اليورانيوم و الثوريوم و الاكتينيوم والنبتونيوم إذ تبعث هذه السلاسل اشعة الفا اضافة الى أشعة بيتا وكاما [8]

٤.٢ مصادر الاشعاع الصناعي

توجد العديد من المصادر الصناعية للنشاط الاشعاعي والتي قام العلماء بإنتاجها حسب الغرض من تصنيعها ، إذ تصنف الأشعة النووية المصنعة الى نوعين : النوع الأول يشمل الإستخدامات الطبية بنوعيها التشخيصي والعلاجي ، فضلا عن الاستخدامات الصناعية ، الزراعية والاقتصادية. اما الاغراض العسكرية فتشمل بصورة أساسية الإستخدامات في الأسلحة النووية، توجد عدة مصادر للإشعاع أضافها الإنسان إلى الطبيعية وأهم هذه المصادر التفجيرات النووية و انتاج الطاقة الكهرونووية و استخدام الاسلحة الحاوية على مواد مشعة.[9]

1. التفجيرات النووية :

عندما يجري تفجير سلاح نووي فإن التفجير يلتقط جزيئات من تراب الأرض والغبار العالق في الهواء ويصهرها فتندمج مع المواد الانشطارية التي يتفاوت عمرها من بضع :- وان الى عدة آلاف من السنين، فتتساقط الجزيئات الكبيرة بالقرب من مكان الانفجار على حسين تستمر الجزيئات الصغيرة بالصعود إلى الأعلى معتمدة على قوة التفجير – و وحركة الهواء، لا سيما النظائر ذات عمر نصف طويل . يمثل الغبار النووي المتساقط من التفجيرات اهم مصادر تلوث البيئة بالمواد المشعة ويعطي تلونا داخليا وخارجيا للإنسان يفوق كثيراً مصادر التلوث الأخرى و من أهم هذه النظائر المشعة هو السيزيوم .[10]

2. انتاج الطاقة الكهرونووية :

تستعمل الطاقة النووية بالدرجة الأساس لتوليد الطاقة الكهربائية وذلك بتشغيل المحطات الكهرونووية مما يتطلب الحصول على الوقود النووي كاليورانيوم مثلا الذي يستخرج من المناجم، يحتاج الوقود النووي المستخدم في المحطات الكهرونووية الى وقود نووي يكون اكثر تخصيبا من اليورانيوم الطبيعي لغرض الحصول على تصنيع قضبان الوقود . ينشأ عن تشغيل المحطات الكهرونووية الاف الاطنان من النفايات المشعة وتكمن خطورتها في كونا سامة بالاضافة الى ان بعضها له عمر نصف طويل وهي سريعة الانتشار في البيئة [11]

3. استخدام القذائف الحاوية على اليورانيوم :

ان اليورانيوم هو المادة الأساسية المستخدمة كوقود نووي في المفاعلات النووية . حيث يتم تخصيب اليورانيوم بعمليات معقدة لزيادة تركيز نظير اليورانيوم – ٢٣٥ على نظائر اليورانيوم الاخرى و بقايا المواد المستخدمة تسمى باليورانيوم المنضب ازدادت النفايات المشعة في الدول الكبرى مثل آمريكا و بريطانيا نتيجة لاستمرار عمليات التخصيب لذا سارعت المؤسسات الامريكية في بداية السبعينيات إلى أجراء مجموعة من البحوث للتخلص من تاك النفايات وبتمويل من البنتاغون تم تطوير ما يسمى بقذائف اليورانيوم المنضب. [12]

٥.٢ التأثيرات البيولوجية للإشعاع

سمحت الاكتشافات المتوازية للنشاط الإشعاعي والأشعة السنية في أواخر القرن التاسع عشر واوائل القرن العشرين للكثيرين في الصناعة والرعاية الصحية بإعداد أجهزة لتوليد الأشعة السنية. كان هناك قدر ضئيل للغاية من القلق بشأن العواقب غير المقصودة التي يمكن أن تحدث من استخدام هذه الأشعة ، إذ لم يكن أحد يعلم إن الأشعة يمكن أن تكون ضارة جزئيا بسبب بطء ظهور الأعراض. لقد استخدمت أشعة الراديوم في علاج حالات مرضية معينة ، بما في ذلك مرض الذئبة والسرطان والأمراض العصبية. وقد أوضح بير كوري المضاعفات المبكرة للتعرض للإشعاع في محاضرته لجائزة نوبل حيث أشار الى اذا ترك المرء أمبولة زجاجية صغيرة مع عدة سنترات من ملح الراديوم في جيبه لعدة

ساعات، فلن يشعر المرء بأي شيء على الاطلاق. ولكن في غضون ١٥يوماً سيظهر الاحمرار على البشرة ثم يظهر التهاباً ،وسيكون من

الصعب جداً شفاؤه ويمكن أن يؤدي العمل المطول الى الشلل والموت[13].

تنتقل الطاقة من الإشعاعات المؤينة الى جسم الكائن الحي وتؤدي الى تأيين ذرات الخلايا ،وسواء كانت الإشعاعات المؤينة صادرة عن مصدر موجود خارج الجسم أو عن تلوث الجسم من الداخل بالمواد المشعة فإن ذلك يؤدي الى تأثيرات بيولوجية في الجسم يمكن أن تظهر فيما بعد في شكل أعراض سريرية.

تتألف جميع الكائنات الحية من تراكيب بالغة الصغر تعرف بالخلايا والخلية عبارة عن كتلة هلامية من السايتوبلازم يحيط بها الغشاء الخلوي وتتوسطها النواة المحتوية على الكروموسومات الحاملة للصفات الوراثية، ويعتمد التأثير البايلوجي في جسم الكائن الحي على عدة عوامل منها :[14]

أ–نوع الاشعاع

ب – نوع التعرض للإشعاع و مدته.

ج – قابلية اعضاء الجسم المختلفة لتخزين المواد المشعة

د – نوع العضو و مدى حساسيته للتعرض الإشعاعي .

و يؤثر الإشعاع على خلايا الجسم بطريقتين : مباشرة وغير مباشرة

في الطريقة المباشرة يتم تكسير الروابط بين الذرات المكونة لجزيئات المركبات و تكوين جزيئات غريبة ومثال ذلك تأثير الإشعاع على نواة الخلية إذ يحفزها على الانقسام سريعا

بصورة غير مسيطر عليه ويعرف هذا بالنمو السرطاني و يؤثر الإشعاع على الحبيبات الوراثية

مما يسبب تغيرا في تركيبها ومن ثم حدوث تشوهات في الأجنة .

إما التأثير غير المباشر فإن الإشعاع يستهدف الخلايا بصورة غير مباشرة حيث إن الإشعاع يؤين جزيئات الماء ونتيجة لهذا التأين تتكون أكاسيد الهيدروجين التي تؤدي الى تكون الجذور الحرة و هذه الاكاسيد عبارة عن مواد سامة تتحد مع مكونات الخلية الحية وهذا الاتحاد

يؤدي الى تلف مكونات الخلية .

تنقسم التأثيرات البيولوجية للإشعاعات المؤينة في الكائنات الحية إلى نوعين هما :

التأثيرات الذاتية :هي التأثيرات التي تظهر أعراضها في نفس الكائن الذي تعرض للإشعاعات المؤينة وتنقسم إلى نوعين[15]

١- التأثيرات المبكرة :هي التأثيرات التي تحدث خلال مدة تتراوح بين بضع ساعات وأسابيع عدة من وقت التعرض لجرعة كبيرة من الإشعاعات المؤينة. وتحدث هذه التأثيرات نتيجة موت عدد كبير من خلايا الجسم أو نتيجة منع أو تأخر انقسامها، ومن أهم أعراضه الشعور بالغثيان والنحول والتقيؤ ومن التأثيرات الأخر نقص كريات الدم البيضاء وإحمرار الجلد أو الحروق الجلدية فضلا عن الإلتهابات المعوية.

٢- التأثيرات المتأخرة :وتشمل الإصابة بالسرطان وإعتام عدسة العين ضبابية في عدسة العين المعروف لدى العامة بالمياه البيضاء وضعف الخصوبة أو اختلالها.

ب -التأثيرات الوراثية (هي التأثيرات التي تظهر أعراضها في ذرية الكائن المتعرض للإشعاعات المؤينة نتيجة تلف الخلايا التناسلية ويؤدي هذا التلف إلى مجموعة تغيرات تعرف باسم التغيرات الوراثية [16] و تحدث هذه التغيرات في المادة التي تحمل الصفات الوراثية في الخلية، وفي حالة تعرض المرأة الحامل للإشعاع المؤين فإنَّ التأثيرات تكون في غاية الخطورة وبالأخص على الجنين، إذ تنتج عنها تشوهات في المواليد وارتفاع نسبة الإجهاض ونسبة وفيات المواليد ومن التأثيرات الأخر حدوث العقم لدى الجنسين كليهما في حال

تجاوزت الجرعات مستويات معينة [17]

تأثير الإشعاع على المادة

تمتاز جميع أنواع الإشعاع سواء كانت جسيمات او موجات بأنها تمتلك قدراً من الطاقة بالإضافة الى خصائصها الأخرى مثل الكتلة والشحنة والطاقة الحركية ، وهذه الخصائص هي التي تحدد كيفية تفاعل الاشعاع مع المادة. تنتقل الطاقة الكامنة التي تمتلكها الاشعة السينية الى المادة التي تتفاعل معها ، إما بطريقة التبعثر (التشتت) ،أو بطريقة الامتصاص أي انتقال الفوتونات من الاشعة السنية الى المادة التي تصطدم بها[18].

إن هذا التفاعل سواء ادى الى امتصاص جزئي أو كامل او أدى الي حصول تشتت في طاقة الاشعاع فإنه سوف ينتج عنه تأين ذرات المادة بسبب فقدها لعدد من الالكترونات في المدارات الخارجية للذرة ،تاركة الذرة موجبة الشحنة نتيجة لفقدها الالكترونات او في حالة استثارة برفع الالكترونات الى مستويات طاقة اعلى ضمن مستويات الطاقة للمادة ، ويمكن أيضاً أن يتحول الاشعاع من شكل الى آخر ، كما هو الحال في الفوتونات الناتجة من عملية افناء الالكترون. وبصورة عامة فإن الجسيمات المشحونة تفقد أغلب طاقتها بالتأين بينما الفوتونات والنيوترونات فتفقد طاقتها بعملية الامتصاص والتشتت وتتم عملية تفاعل الإشعاع مع المادة من خلال عدد من العمليات تعتمد على طاقة الإشعاع للمادة وعددها الذري وهي ٢٩ [19].

اشعاع التربة:

تعرضت البيئة للإشعاع منذ خلق الأرض، سواء من الفضاء الخارجي أو من المواد المشعة الموجودة في قشرتها ونواتها. ولا توجد وسيلة لتجنب التعرض لهذه المصادر الطبيعية التي تسبب في الواقع معظم التعرض للإشعاع لسكان العالم. يبلغ المتوسط العالمي للجرعة الفعالة للشخص الواحد حوالي ٢.٤ ملي سيفرت ويتراوح من حوالي ١ إلى أكثر من ١٠ ملي سيفرت حسب المكان الذي يعيش فيه الناس. قد تحبس المباني غازًا مشعًا معينًا يسمى الرادون، أو قد تحتوي مواد البناء نفسها على نويدات مشعة تزيد من التعرض للإشعاع. على الرغم من أن المصادر طبيعية، إلا أنه يمكن تعديل تعرضنا من خلال الاختيارات التي نتخذها. مثل كيف وأين نعيش أو ماذا نشرب ونأكل [20].

اشعاع الماء :

يعتبر الماء من المصادر التي ينبعث منها غاز الرادون، إذ ينتقل هذا هذا الغاز مع المياه الجوفية والسطحية . كما يعد الرادون متوسط الإنحلالية في الماء، وتزداد ذوبانيته بنقصان درجة الماء . حرارة

عند تدفق الماء أو تعرضه لارتفاع في درجة حرارته فهذا يساعد على تحرر الرادون و تنقلت كمية كبيرة منه

وتنطلق إلى الوسط الخارجي

تعتمد كمية الرادون المتحرر من الماء على عاملين عند استعماله بشكل عام الأول:

يرتبط بالمواصفات الجيولوجية للطبقات الجوفية حيث يوجد مخزون المياه

.إن استخدام الماء مباشرة من الآبار يؤدي إلى رفع مستوى تركيز الرادوم نبأ ما كنا لاستخدام خاصة إذا كان تركيز الـ رادون بالماء عالياً إذ تمتص المياه الجوفية الباردة كميات من الرادون عند مرورها على الطبقات الصخرية والتربة في باطن الأرض الحاوية على الراديوم فإنه ينحل في الماء وينتقل معه و يتولد منه الرادوم فإذا كانت كمية الراديوم لمنحلة كبيرة الرادون منها تبعا لذلك كبيرا [٣٩] . وفي المياه السطحية فإنّ غاز الرادون ينتشر مع الرسوبيات الموجودة تحت السطح إذ يتم فقدان الغاز بسرعة إلى الجو بوساطة الانتشار ومن المصادر التي ينبعث منها الرادون في المياه السطحية الرادون الناتج عن الراديوم Ra226 و الرادون المرافق مع تدفق المياه الجوفية . كما يوجد غاز الرادون في التربة والهواء ومواد البناء إذ تعتبر من المصادر التي ينبعث منها هذا

الغاز[21].

اشعاع الهواء :

اشعاع الهواء هو عبارة عن الانبعاثات الكهرومغناطيسية التي تأتي من الهواء نفسه، مثل الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء[22].

٦.٢ انواع الاشعاع

هناك نوعان رئيسيان من الإشعاع:

1. غير المؤين: موجات الراديو، موجات التلفزيون، موجات الميكروويف، الضوء المرئي، والأشعة فوق البنفسجية
2. الإشعاعات المؤينة هي كما يلي:

- جسيمات ألفا: جسيمات لها شحنة موجبة من نواة الهيليوم "He_2".
- جسيمات بيتا: تحتوي الجسيمات على إلكترونات سالبة وموجبة.
- إشعاعات جاما: أشعة كهرومغناطيسية ليس لها أي شحنة.
- النيوترونات: جسيمات متعادلة يمكنها إنتاج تأينات مباشرة[23].

٧.٢ استخدامات الاشعاع

لغاز الرادون أهمية كبيرة في العديد من التطبيقات في علوم الأرض، إذ يمكن استخدامه كأداة جيولوجية في استكشاف المعادن والزلازل وفي التنبؤ بالنشاط البركاني بحثاً عن مصدر للطاقة الحرارية الأرضية. ويستخدم الرادون أيضاً في استكشاف اليورانيوم، حيث يرتفع الرادون بغزارة إلى سطح الأرض تحته اليورانيوم دون أن تنخفض تركيزاته بشكل ملحوظ نتيجة التحلل الإشعاعي في الأرض، ويستخدم أيضاً في تحديد خامات الغاز والنفط. حيث أن قياس التركيزات العالية لغاز الرادون بالقرب من سطح الأرض يمكن أن يعطي معلومات مفيدة في تحديد موقع النفط والغاز الطبيعي على عمق محدد في الأرض

الاشعاع له العديد من الاستخدامات في مجالات مختلفة. يستخدم الاشعاع في الطب للتشخيص والعلاج، وفي الصناعة للكشف عن العيوب وقياس السماكة وتعقيم المواد. كما يستخدم في البحث العلمي وفي توليد الطاقة النووية

الأشعة لها العديد من الاستخدامات المهمة في مجالات مختلفة. تشمل بعض استخدامات الأشعة الطبية، حيث يتم استخدام الأشعة السينية والأشعة التشخيصية لتشخيص الأمراض وإجراء فحوصات الأشعة. كما يتم استخدام الأشعة في علاج الأمراض السرطانية من خلال العلاج الإشعاعي. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم الأشعة في مجالات أخرى مثل العلوم والبحوث، والتصوير الفوتوغرافي، والتحكم في الجودة، والتحقيقات الجنائية[24].

قيمة الاشعاع الطبيعية:

الاشعاع الطبيعي هو الاشعاع الذي يأتي من مصادر طبيعية في البيئة، مثل الشمس والتربة والصخور. قيمة الاشعاع الطبيعي تختلف حسب الموقع الجغرافي والارتفاع عن سطح البحر والتركيب الجيولوجي للمنطقة. على سبيل المثال، في الأماكن ذات الارتفاعات المرتفعة أو في المناطق ذات التربة الغنية بالمواد المشعة، يكون الاشعاع الطبيعي أعلى[25].

السلاسل الاشعاعية :

السلاسل الإشعاعية هي سلاسل تحتوي على عناصر مشعة تتحلل بواسطة الانبعاث الإشعاعي. هناك ثلاث سلاسل رئيسية للتحلل الإشعاعي: سلسلة اليورانيوم، سلسلة الثوريوم، وسلسلة الأكتينيوم. هذه السلاسل تشمل العديد من النظائر المشعة التي تتحول بمرور الوقت إلى نظائر ثابتة بإشعاع أقل[26].

٨.٢ حالات التوازن الإشعاعي

إن استخدام ما يسمى بتوازن النشاط الاشعاعي يمكننا الى التوصل الى تعريف افضل عند دراسة السلاسل الإشعاعية حيث ان السلاسل تتميز بأعمار أنصاف مختلفة و غالبا ما تمتلك نواة الأم أعمار أنصاف كبيرة من النويدة الوليدة، اضمحلال النويدة الام يؤدي التي نقصانها مقابل ذلك زيادة في النويدة الوليدة حيث يتساوى معدل إنتاج و اضمحلال النويدات عني بما يتساوى هاتين المعدلين ، يصبح ناتج الاضمحلال في توازن النشاط الإشعاعي مع نواة آلام . و هناك نوعان من التوازن الإشعاعي[29].

أ_التوازن المؤقت

هو الذي يكون فيه عمر النصف للنواة الام أكبر من عمر النصف للنواة الوليدة حيث أن ثابت اضمحلال للنواة الام والوليدة على التوالي

ب _التوازن القرني

في هذه الحالة يكون عمر النصف للنويدة الام أكبر بكثير من عمر النصف للنويدة الوليدة ، أي أن النشاط الاشعاعي للنويدة الوليدة يساوي النشاط الاشعاعي للنويدة الام بعد مرور مدة زمنية و تعد هذه الحالة الشائعة في قياس النشاط الاشعاعي الطبيعي للنويدات المشعة مثل اليورانيوم و الثوريوم . و لا يتم القياس إلا بعد أن تصل النواة الوليدة الى حالة التوازن القرني[30] .

٩.٢ وحدات قياس جرعة الإشعاع

يطلق على وحدة لقياس جرعة الإشعاع المكافئة اسم سيفرت وهي مسماة على اسم العالم الفيزيائي السويدي رولف سيفرت، وكان تعرف في بداية الأمر باسم ريم وتمثل وحدة قياس الجرعة وتمثل وحدة قياس الجرعة المكافئة للانسانequivalent man: Rem(ريم عام ١٩٨٥ استبدلت بوحدة السيفرت والتي تكون أكبر منها بـ ١٠٠ مرة، rem). وهي تختلف عن الكراي في كون الجراي يعطي كمية الإشعاع الممتصة في جسم ما قد يكون مادة حية أو جمادا. أما السيفرت فهو يعطي تأثير الأشعة في الكائنات الحية أو المادة الحية، وهذه التأثيرات في حيوية الجسم لا تعتمد فقط على مقدار الإشعاع الممتصة في الجسم بل تعتمد ؟أيضا على نوعية الإشعاع، مثل أشعة كاما والأشعة

السينية وأشعة ألفا وأشعة البروتونات والنيوترونات. وتكون هذه الوحدات على نوعين هي الوحدات التقليدية ووحدات النظام الدوليSI

١٠.٢ قوة اختراق الإشعاع

يكون الإشعاع في الطبيعة إما على جسيمات مثل جسيمات بيتا وألفا ونيوترون أو على شكل موجات كهرومغناطيسية مثل الأشعة السينية وأشعة كاما، ولكل منها طاقته الخاصة التي تختلف عن طاقة الاشكال الاخرى من الاشعاع. ونتيجة لاختلاف الطاقة فإن قوة الاختراق للأجسام والمواد تختلف تبعا لذلك، ويبين الشكل قوة الاختراق الأنواع مختلفة من الاشعاعات[32].

الفصل الثالث

الجزء العملي

Experimental Part

1.3 المقدمة Introduction

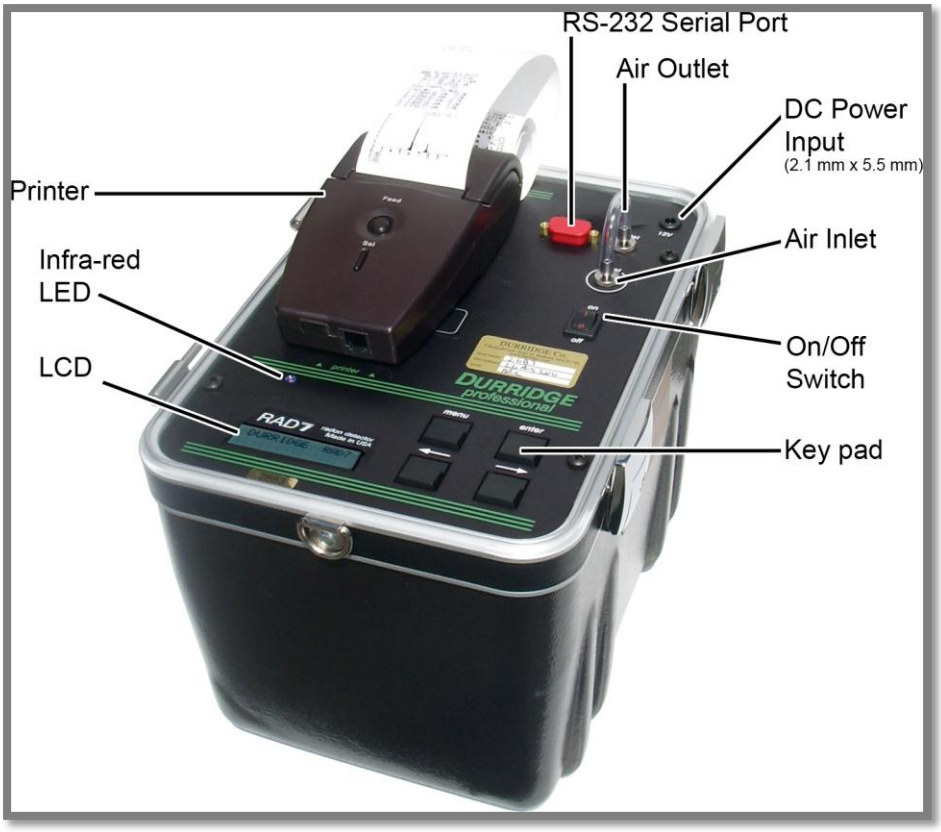
يتضمن هذا الفصل استعراضًا للأجهزة الفيزيائية والبايولوجية والمواد المستخدمة لقياس تراكيز غاز الرادون المشع في التربة، فضلًا عن اجهزت قياس تأتيراته البايلوجية

٢.٣ الأجهزة المستخدمة Used Devices

1. 2.3 كاشف الحالة الصلبة RAD7

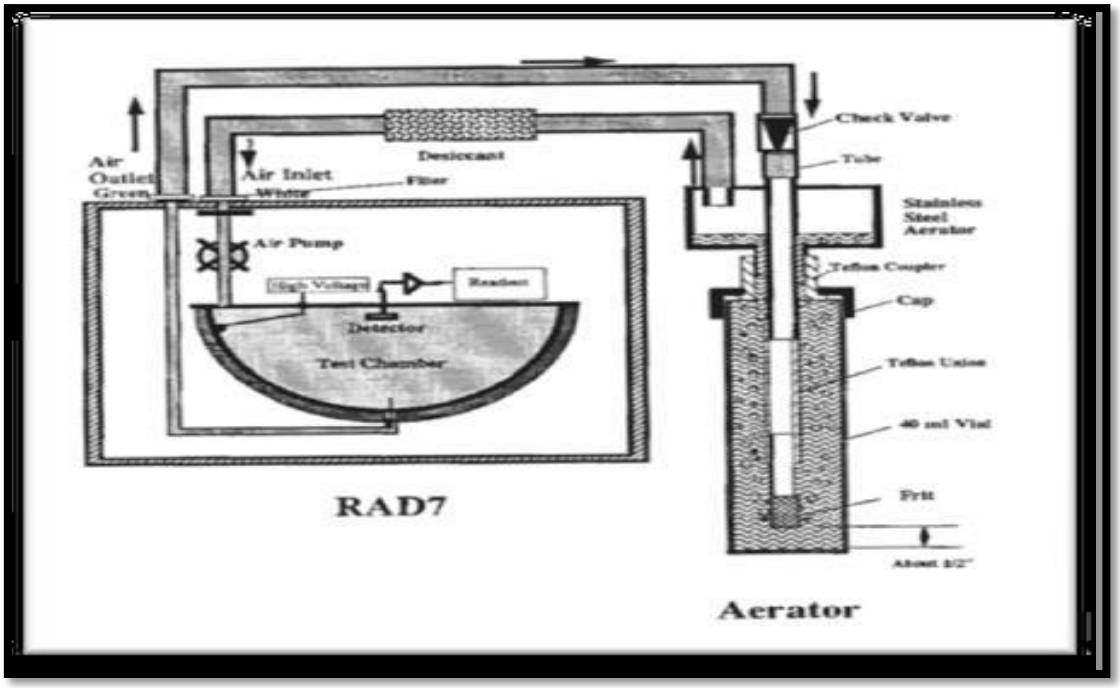
Solid State Detector RAD7

الجهاز RAD7 هو كاشف متعدد الإستعمالات إذ يستخدم في وسائط و لأغراض مختلفة مثلًا سحب الرادون من الهواء، استنشاق غاز الرادون أو الثورون، قياس غاز الرادون في المياه، إختبار غاز التربة وقياس إنبعاثات غاز الرادون والثورون من المواد والأسطح. و الشكل (٣-١) يوضح المظهر الخارجي لجهاز RAD7 [63].



الشكل (3–1) كاشف الرادون الالكتروني [٦٣].

يمتلك RAD7 خلية من الداخل بحجم (0.7L) على شكل نصف كرة في داخلها مكسوة بموصل كهربائي ذو فولتية عالية ممكن أنْ نلاحظه في الشكل (3–2)، وتجهز الشحنات الموجودة داخل الموصل إلى جهد يبلغ –2000) V (2500 وهذا يخلق مجال كهربائي في أنحاء الخلية كافة وهذا المجال بدوره يدفع الجزيئات المشحونة إيجابيا على الكاشف. إنّ ذرات الرادون ^{222}Rn تتحلل داخل الخلية لتترك خلفها الشحنة الموجبة ^{218}Po التي تلتصق على سطح الكاشف. إنّ نواة ^{218}Po تمتلك عمر نصف قصير نسبيًا وعندما تتحلل سوف تمتلك فرصة (50%) لدخول الكاشف وتنتج إشارة كهربائية وطاقات جسيمات ألفا [٦٣].



الشكل (3-2) مخطط جهاز RAD7 [٦٤].

2.2.3 جهاز (GPS)

Global Positioning System (GPS)

وهو نظام عالمي يتم من خلاله تحديد المواقع بإستخدام الأقمار الصناعية ويدار GPS من قبل وزارة الدفاع الأمريكية، وهي الجهة المسؤولة عن إطلاق الأقمار الصناعية ومراقبتها والتأكد من كفاءة تشيغلها و استبدالها كل مدة زمنية بحيث تكون إشارات هذه التقنية متاحة ٢٤ ساعة يوميًا وعلى مدار كل الأيام للمستخدمين جميعهم على سطح الأرض. تمسح الأَقمار الصناعية الخاصَّة بـ GPS الكرة الارضية وترسل المعلومات إلى أجهزة الإستقبال في الـGPS التي تستقبل إشارات الأقمار الصناعية وتقوم بتحديد موقع المستخدم سواء على الأرض أو الجو أو البحر كما موضح في الشكل (٣-٣) [65].

الشكل (٣-٣) جهاز GPS[66].

إنّ تقنية GPS تشتمل على العديد من المميزات التي ساعدت على انتشارها ومنها [65]:-

١- متاحة ٢٤ ساعة يوميًا ليلًا ونهارًا وعلى مدار العام كله.

2- يغطي أنحاء الأرض جميعها.

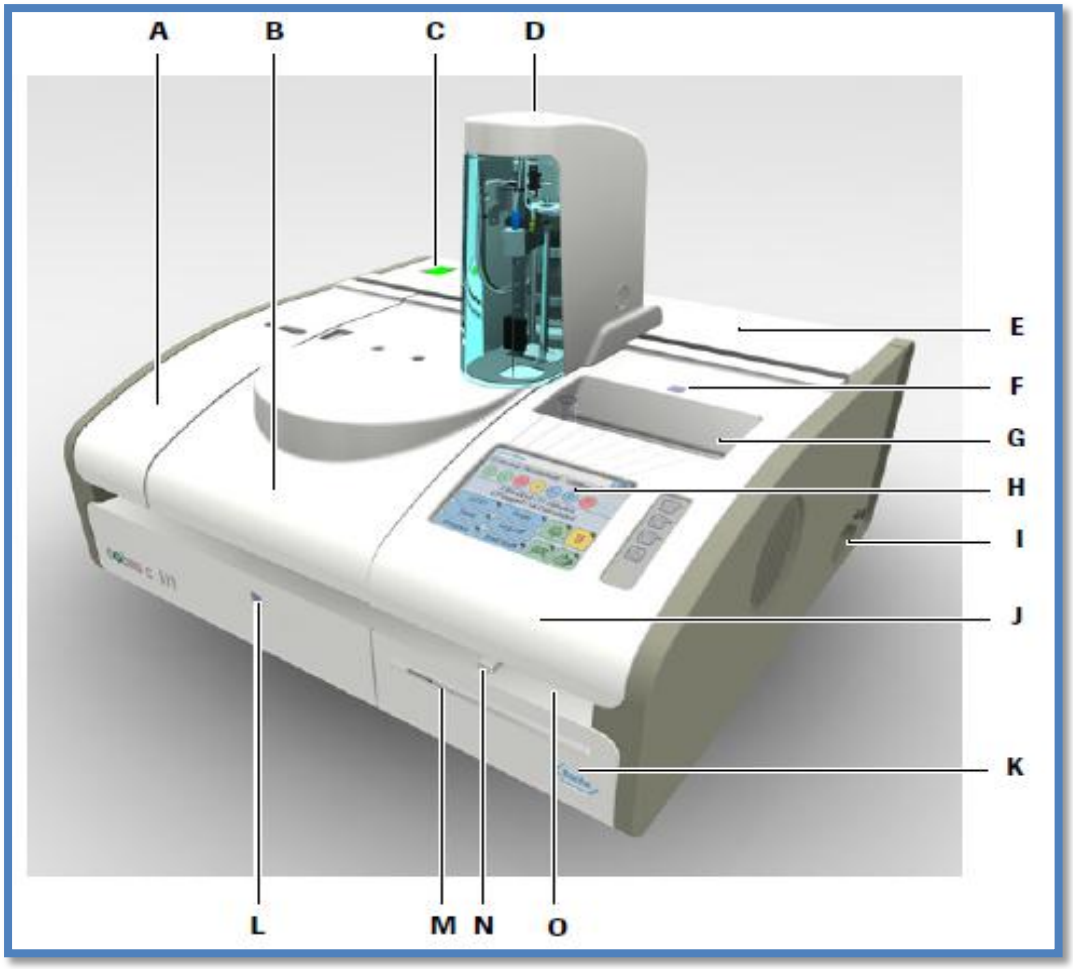
٣- لا يتأثر بأي ظروف مناخية مثل درجات الحرارة ، الرطوبة ، الرعد والعواصف.

٤- الدقة العالية في تحديد المواقع.

٥- إنّ بعض مستقبلات (GPS) أصبحت تدمج في الساعات اليدوية و أجهزة الإتصال التلفوني إذ لا تحتاج لخبرة تقنية متخصصة لتشغيل أجهزة الإستقبال.

3.2.3 جهاز تحليل الإنزيمات Device Cobas C 111

إن Cobas C111 هو جهاز تحليل الدم يستخدم في اختبارات الكيمياء السريرية ويعد من الأجهزة الحديثة ويمتاز بالسرعة الفائقة والدقة في النتائج ويمكنه إجراء العديد من التحاليل في وقت قصير وجهد قليل، إذ يمكنه اجراء اختبار (٥٠) عينة في اليوم الواحد ونستطيع عن طريقه معرفة عدة تحاليل مختلفة للعينة ذاتها والشكل (٣-٤) يوضح مكونات جهاز Cobas C111 من الخارج [67].



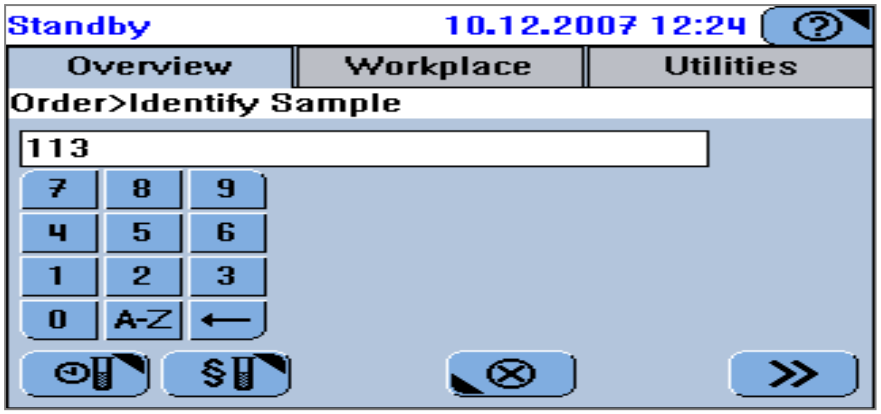
الشكل (٣-٤) تركيب جهاز Cobas C111 من الخارج [67].

الشكل (3-5) جهاز Cobas C111 وملحقاته.

نُعبئ القارورة البيضاء (Reservoir) بالماء المقطر ثم نضغط على المفتاح المخصص بالشاشة فتتحول إلى (Water full)ثم نفرغ قارورة الفضلات (Waste) الصفراء ممَّا فيها ثم نضغط على المفتاح المخصص في الشاشة فتتحول إلى (Waste empty) ، أما المفتاح الثالث فهو يوضح كمية المنظف (Cleaner) بعد ذلك نضغط زر التالي(<<) فتظهر لنا شاشة تحتوي على جدول خاص بالـ (Maintenance) نختار منها (Deproteinize Probe) نضغطه ونعمل إشارة صح فتظهر شاشة توضح ما المواد المطلوبة ونحتاج إلى مادتين الأُولى اسمها (Activator) والثانية (Deprot) وهذه المواد مجهزة من الشركة تحفظ هذه المواد في البراد لكي تبقى صالحة للإستعمال لمدة أطول، وبعد إتمام هذه العملية نضغط إشارة صح فتظهر لنا شاشة كما في الشكل (3-6)، فيكون الجهاز جاهز لإستقبال العينة [67].

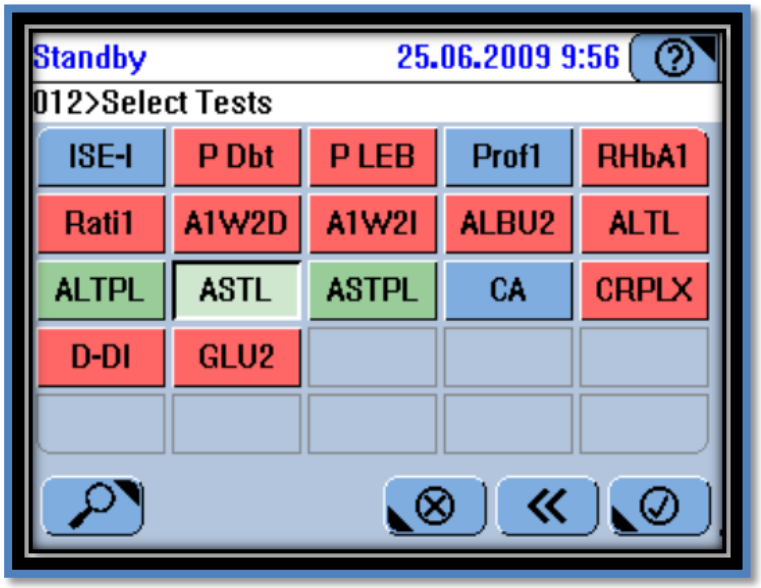
الشكل (3-6) شاشة تشغيل معالج الأعداد [67].

لتحليل العينة وإظهار النتائج المطلوبة نضغط الزر (Order) الموجود في الشكل أعلاه فتظهر شاشة أخرى يوجد في أعلى الشاشة زر مربع الشكل نضغط عليه بعد ذلك تظهر شاشة تحتوي أرقام كما في الشكل (3-7) [67].



الشكل (3-7) شاشة لوحة المفاتيح الرقمية [67].

نختار رقم محدد في الشاشة يمثل رقم العينة المراد قياسها بعد ذلك نضغط زر التالي (>>) الموجود في أسفل الشاشة، وبعد تحضير العينة وفصل مصل الدَّم عن المكونات نُدخل العينة في الجهاز و تكون الشاشة نشطة كما في الشكل (3-8) ونجري عليه القياسات المطلوبة [٦٧].



الشكل (3-8) شاشة Cobac C111 [67].

وبعد تحديد نوع الإنزيمات المراد قياسها نضغط علامة صح الموجودة في أسفل الشاشة الموضحة في الشكل (3-8) بعدها يبدء الجهاز بالعمل وبعد١٣دقيقة تظهر نتائج التحاليل المطلوبة [٦٧].

نذكر هنا استعمالنا هذا الجهاز لقياس كلّ من إنزيم كلوتوميت بايروفيت ترانساميناز (GPT) و إنزيم كلوتوميت اوكسولواسيتيت ترانساميناز (GOT)، وحامض اليوريك (UA) حيث إن قياس هذه المتغيرات هي جزء من متطلبات الرسالة الحالية.

4.2.3 جهاز الطرد المركزي Device Centrifuges

هو أحد الأَجهزة المستخدمة في المختبرات الطبية، إذ يستعمل هذا الجهاز لغرض فصل المواد عن بعضها البعض مُعتمداً في ذلك على قوة الطرد المركزي الناتجة من الحركة الدورانية التي يعمل بها ليكون ناتجها فصل المكونات، و الشكل (3-9) يوضح جهاز الطرد المركزي [68].

الشكل (٣-٩) جهاز الطرد المركزي [68].

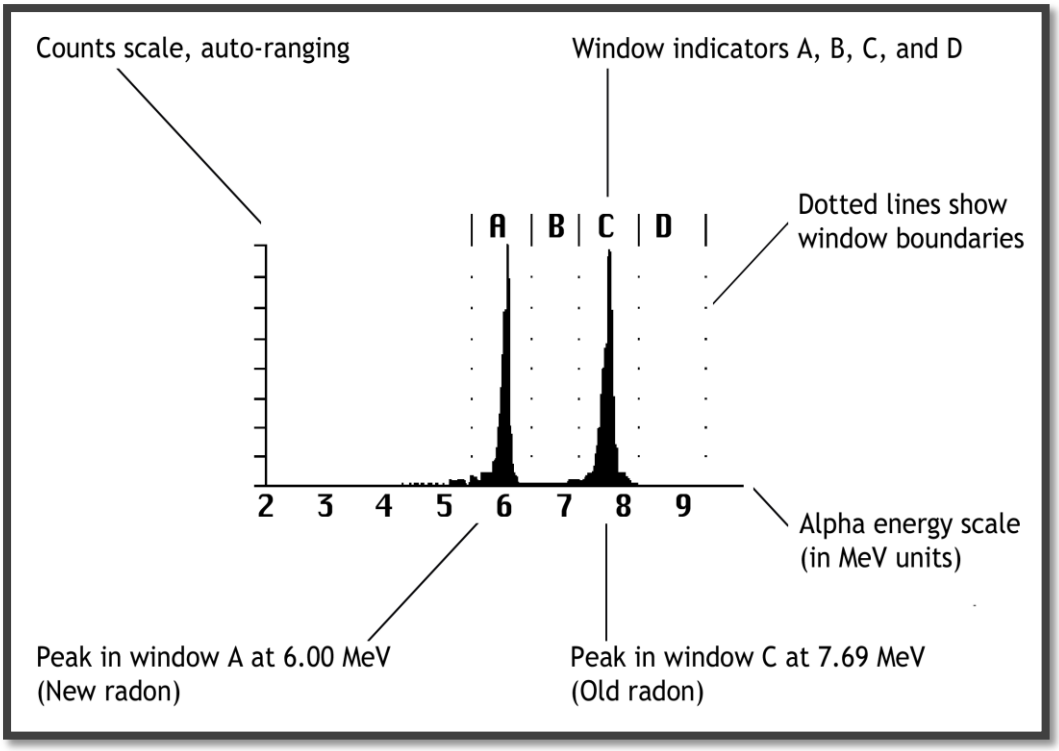
يتركب هذا الجهاز من الأجزاء الرئيسة وهي المحور الرئيس الذي يدور بسرعة كبيرة ويحمل الجزء الثاني المسمى بـ (الرأس) و الذي بدورة يحمل ما يسمى (بالدلاء) والتي تكون وظيفتها حمل الأَنابيب التي تحتوي على العينة. أَما بالنسبة لأجزاء الجهاز الأَخرى وهي ساعة التوقيت التي من خلالها يتم تحديد المدّة الزمنية اللازمة للعمل وأيضًا تعمل على إيقاف الجهاز عند انتهاء المدّة المحددة، وهنالك جزء يستعمل لغرض تحديد عدد الدورات المناسبة للعمل والمطلوبة في

الدقيقة. يعمل هذا الجهاز على الطاقة الكهربائية ويختلف بالسرعة من نوع إلى آخر إذ تتفاوت عدد الدورات في الدقيقة الواحدة من (1500–70000)، وكما يُستعمل لأغراض عدَّة منها فصل مكونات الدَّم عن بعضها بطريقة تسهل لنا أَخذ المصل وإجراء التحاليل المطلوبة، كما يستوعب هذا الجهاز من (2–8) عينة من الدَّم وقد يستوعب أَكثر من هذا العدد في الأَجهزة الحديثة [68].

3.3 تحليل الطيف في RAD7

Analyze Spectrum in the RAD7

الإشارة الكهربائية الناتجة في الكاشف نتيجة لإشعاع ألفا سيتم تضخيمها بواسطة الدوائر الإلكترونية للكاشف ومن ثم تحويلها إلى صيغة رقمية، وإن RAD7 سيستقبل الاشارة ويقوم بمعالجتها وخزنها في ذاكرة الكاشف_والتي من خلالها يمكن للطيف المتكون أنْ يتشكل ويكون له مدى طاقي منMeV (0–10) [63]. يظهر الاهتمام في المنطقة ذات المدى الطاقي بين MeV(6–9) لأن أكثر إنحلالات الرادون والثورون في هذا المدى ويكون الطيف الملاحظ مقسمًا على ٢٠٠ قناة في ٨ نوافذ و كل قناة تمتلك مستوى طاقي مساوي إلىMeV (0.05)هذه النوافذ تكون مرتبة أبجديًا من الحرف (A–H) إذ يكون لكل نافذة مدى طاقي معين فالنافذة A تغطي مدى طاقي من MeV (5.40–6.40) لذلك يبدو واضحًا جدًا أنّ جسيمات ألفا بطاقةMeV (6) والناتجة من إنحلال ^{218}Po سوف تنحل بسرعة في هذه النافذة. أنّ العدادات المكتشفة ضمن هذه المنطقة تكون جميعها مقسمة على معدل العمر (المدة الزمنية المستغرقة لجمع البيانات) وتعطي معدل العد ويكون مخزونًا في ذاكرة الكاشف كما موضح في الشكل (3–10) [63].



الشكل (٣-١٠) طيف طاقة ألفا [63].

الشكل (3-10) يوضح النوافذ (A,B,C,D) وكل نافذه من هذه النوافذ تمثل:-

١- النافذه A تمثل العدات الكلية الناتجة من إنحلال ^{218}Po خلال 3 minutes وبطاقة 6MeV.

2- النافذه B تمثل العدات الكلية الناتجة من إنحلال ^{216}Po في 0.15 Minute وبطاقة 6.78 Mev

3- النافذه C تمثل العدات الكلية الناتجة من إنحلال ^{214}Po في 164 Sμ بطاقة 7.69 MeV

4- النافذه D تمثل العدات الكلية الناتجة من إنحلال ^{212}Po بطاقة 8.78 MeV وله عمر نصف حوالي 10 ساعات.

أنّ النوافذ A,C تستعمل لحساب تركيز الرادون والنوافذ B,D تستعمل لحساب الثورون أما النوافذ الأخرى المتمثلة بـ (E,F,G,H) فهي تشكل نافذة مركبة إسمها O وهي تمثل مجموعة العدات الناشئة من مديات الطاقة بسبب ضوضاء النظام [63].

4.3 قياس غاز الرادون Radon Measurement

إنّ قياس غاز الرادون في الماء تم باستخدام الكاشف $RADH_2O$ وهو ملحق للكاشف RAD7 وهو مخصص لقياس غاز الرادون في الماء بدقة عالية ولمدى واسع من التراكيز، و يتم الحصول على قراءات لغاز الرادون خلال ساعة واحدة من أخذ العينة ويجب إجراء التطهير للكاشف RAD7 بهواء جديد لمدة عشر دقائق ويتم ذلك بربط وحدة التجفيف في حلقة مغلقة مع RAD7 لذا فأن الهواء الخارج يمر عبر المجفف (Desiccant) ومن ثم يعود إلى الداخل، و يلاحظ دائمًا أنّ تدفق الهواء يكون بالطريق نفسه خلال المجفف [69]. بعد إجراء عملية التطهير يجب ملاحظة الرطوبة فإذا كانت نسبة الرطوبة أقل من ٦% نبدأ بالإختبار ويتم ذلك من خلال إعداد النظام على Grab (عند قياس تركيز الرادون في الماء نضع Pump (المضخة) على Grab أي استخلاص الرادون من العينة) [70].

تشغل المضخة لمدة خمس دقائق ويتم من خلالها سحب الرادون من العينة وبعدها يتم تسليمه إلى غرفة القياس فيRAD7 ومن ثم يتوقف RAD7 وينتظر لأكثر من خمس دقائق ليصل إلى حالة التوازن ومن ثم يكرر لأربع دورات بواقع خمس دقائق للدورة الواحدة وهذا يعني أنّ مدة الإختبار الكلية تبلغ ٣٠ دقيقة وفي نهاية كل تشغيل يتم طباعة الخلاصة المتضمنة (متوسط تركيز الرادون، الانحراف المعياري، نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة) [70].

كما تتضمن الخلاصة معلومات أخرى عن رقم التشغيل، عدد الدورات، المخطط البياني لأربع دورات والطيف المتراكم. إنّ نسبة إزالة الرادون من الماء في حلقة الهواء تكون عالية جدًا في عينة بحجم ml ٢٥٠ إذ تكون ٩٤% و يبين الشكل (٣-11) يوضح جهاز RADH2O [69].

الشكل (3-11) يوضح جهاز $RADH_2O$ متصل مع RAD7 [69].

الفصل الرابع

النتائج والمناقشةوالاستنتاجات

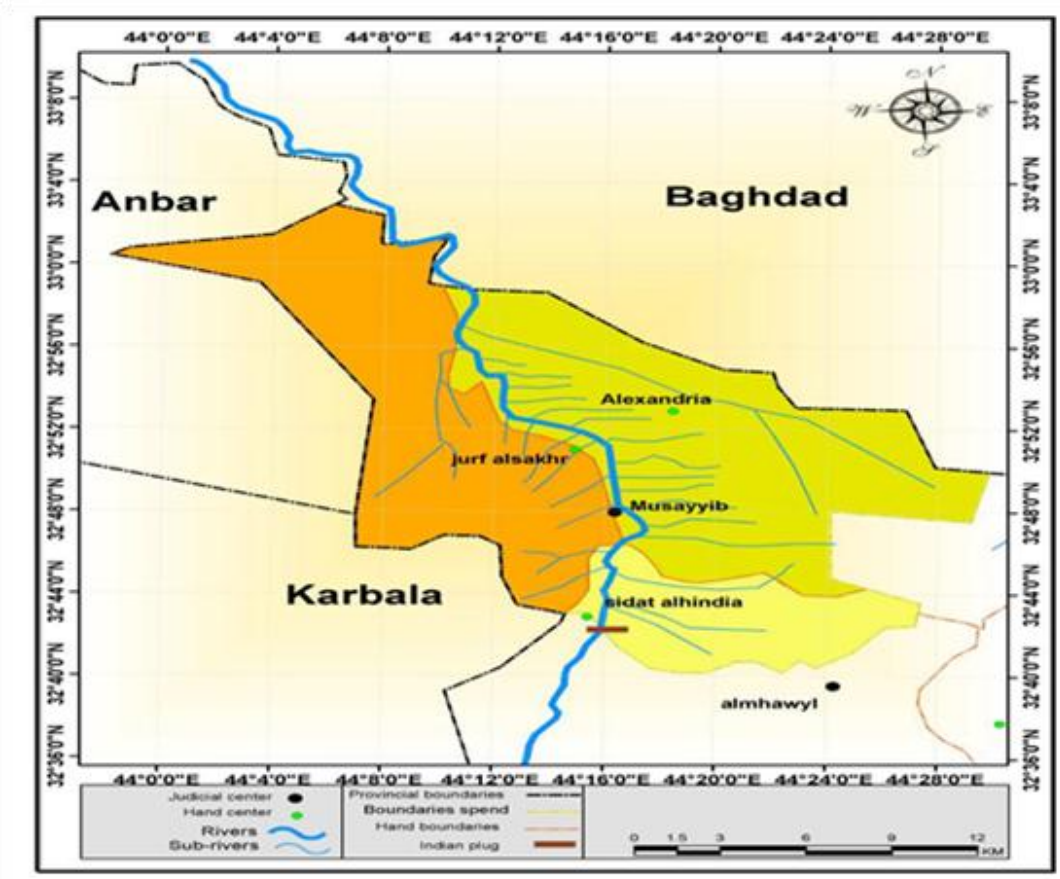
Results, Discussion ,and Conclusions

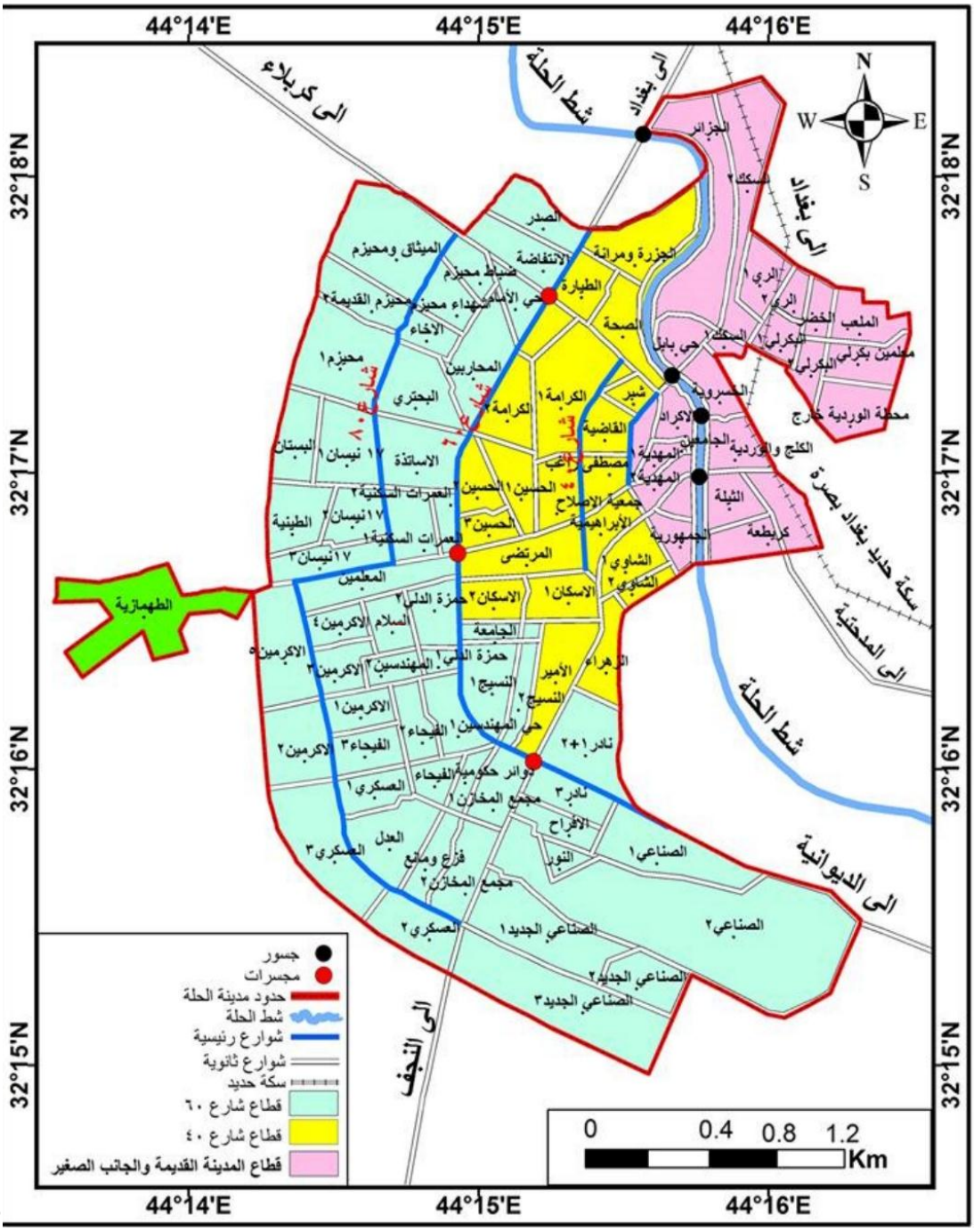
1.4 المقدمة Introduction

يتضمن هذا الفصل نتائج قياس تراكيز غاز الرادون في تربة المناطق القديمة لمدينة الحلة، وكذلك بيان التاثير البايلوجي للرادون كما يتضمن الفصل عرضاً للإستنتاجات وبعض المقترحات.

2.4 منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في محافظة بابل (١٠٠ كم) جنوب العاصمة بغداد حيث تقع مدينة الحلة بمساحة (٤٩٨١٦) كم٢ على جانبي شط الحلة (أحد شط الحلة). فروع نهر الفرات) عند خط العرض (٣٢° ٢٩) شمالاً وخط الطول (٤٤° ٢٦°). شرق. يقع الموقع الجغرافي لنهر الحلة في وسط محافظة بابل تقريباً، بين خطي الطول (١٥°٤٤) و(٥٠°٤٤) شرقاً وخطي العرض (٣٢°١٥) و(٣٢°٤٤) شمالاً[١]. ويبلغ طوله في منطقة الدراسة كم (كم). ١٧.٦٧٣).


Anbar
Baghdad
Karbala
Alexandria
jurf alsakhr
Musayyib
sidat alhindia
almhawyl
Judicial center
Hand center
Rivers
Sub-rivers
Provincial boundaries
Boundaries spend
Hand boundaries
Indian plug
KM



٤.٢ تحضير عينات التربة

تم تحضير العينات للفحص باستخدام أجهزة الكشف عن الأثر النووي (CR−39) لتحديد تركيز وفعالية غاز الرادون من خلال طحنها وغربلتها بالمشبك وتحديد وزنها باستخدام الميزان الرقمي بدقة (±٠.٠١%). ثم تم وضعها في صناديق بلاستيكية محكمة الغلق بارتفاع (٧ سم) وتم كتابة الاسم عليها. العينة ورقمها وتاريخ تخزينها على كل عينة ثم تترك لمدة ٢٢ يوما قبل وضع الكاشف لاستعادة التوازن الإشعاعي لنظائر اليورانيوم وسلائفه (الرادون). ويبين الشكل (٤.٤) عملية تحضير وتخزين العينات في صناديق بلاستيكية

Sample code	Area	Area name	Area coordinates
A_1	Al-Jazera Aomerana	Al-Jazera Market	32° 39′26.27″ N 44° 24′05.96″ *E*

A_2	Al-Sehea	Al- Sehea district	32° 39′50.08″ N 44° 24′03.44″ E
A_3	Al-Teira	Al- Teira district	32° 39′27.33″ N 44° 23′31.01″ E
A_4	Al-Shuber	Al-Family district	32° 39′45.06″ N 44° 24′16.98″ E
A_5	Al-Karama 1	Al- Karama 1 district	32° 39′58.42″ N 44° 24′19.54″ E
A_6	Al- Karama 2	Al- Karama 2 district	32° 40′00.88″ N 44° 24′07.34″ E
A_7	Al- Karama 3	The great of Al-Bada District	32° 41′32.40″ N 44° 24′40.26″ E
A_8	Mustafa Ragheb	Mustafa Ragheb district	32° 40′51.19″ N 44° 23′51.69″ E
A_9	Hae-Alhusien 1	Hae-Alhusien 1 district	32° 41′34.26″ N 44° 22′23.18″ E
A_{10}	Hae-Alhusien 2	Hae-Alhusien 2 district	32° 46′16.47″ N 44° 24′33.11″ E
A_{11}	Hae-Alhusien 3	Hae-Alhusien 3 district	32° 37′38.67″ N 44° 24′16.26″ E
A_{12}	Al-jamaea	Al-jamaea district	32° 42′40.78″ N 44° 24′57.37″ E
A_{13}	Al-Aslah	Al-Aslah district	32° 44′39.59″ N 44° 24′47.78″ E
A_{14}	Al-Aebrahemea	Al-Aebrahemea district	32° 43′15.33″ N 44° 29′57.10″ E
A_{15}	Hea-ALmurtatha	Hea-ALmurtatha district	32° 29′10.05″ N 44° 25′14.23″ E
A_{16}	Al-Aeskan 1	Al-Aeskan 1district	32° 29′19.17″ N 44° 26′17.64″ E
A_{17}	Al-Aeskan 2	Al-Aeskan 2 district	32° 40′14.20″ N 44° 30′55.43″ E
A_{18}	Al-Shawee 1	Al-Shawee 1 district	32° 39′48.94″ N 44° 30′30.27″ E
A_{19}	Al-Shawee 2	Al-Shawee 2 district	32° 39′13.47″ N 44° 29′39.02″ E
A_{20}	Al-Zahreaa	Abu Tammuz district	32° 40′32.39″ N 44° 29′57.77″ E
A_{21}	Nadeer 1	Al-prince district	32° 39′43.59″ N 44° 28′32.65″ E
A_{22}	Nadeer 2	Tunis district1	32° 47′53.23″ N 44° 24′29.88″ E
A_{23}	Nadeer 3	Nadeer 3 district	32° 48′20.22″ N 44° 25′14.03″ E
A_{24}	Al-Hae-Alsenaee	Al-Hae-Alsenaee district	32° 49′50.09″ N 44° 26′18.24″ E
A_{25}	Al-Hae-Alsenaee2	Al-Hae-Alsenaee2 district	32° 49′44.09″ N 44° 27′28.94″ E
A_{26}	Al-Hae-Alsenaee3	Al-Mansouri district	32° 47′33.94″ N 44° 28′07.90″ E

A_{27}	Al-Mashroua district	Al-Mansouri district	32° 46′30.95″ N 44° 28′10.76″ E
A_{28}	Al-Ameer	Al-Ameer district	32° 45′19.59″ N 44° 28′33.77″ E
A_{29}	Al-Neseej	Al-Neseej district	32° 44′14.74″ N 44° 29′16.10″ E
A_{30}	Al-Neseej2	Al-Neseej2 district	32° 41′52.57″ N 44° 30′47.23″ E
A_{31}	Humza Al-Dulle 1	Humza Al-Dulle 1district	32° 32′23.05″ N 44° 27′47.38″ E
A_{32}	Humza Al-Dulle 2	Al-mond district	32° 32′37.47″ N 44° 30′17.49″ E
A_{33}	Al-Muhendeseen	Al-Muhendeseen district	32° 33′09.88″ N 44° 30′17.90″ E
A_{34}	Al-Muharebeen	Al-Selam district	32° 33′12.81″ N 44° 30′32.07″ E
A_{35}	Al-Asatetha	Kazem Shehayeb district	32° 33′05.04″ N 44° 30′02.70″ E
A_{36}	Al-Akremeen 1	Al-Mazal district	32° 34′02.58″ N 44° 29′28.42″ E
A_{37}	Al-Akremeen 2	Al-Sayyah district	32° 34′18.04″ N 44° 30′30.54″ E
A_{38}	Al-Akremeen 3	Al-Busayeb district	32° 32′40.80″ N 44° 32′10.07″ E
A_{39}	Al-Akremeen 4	Al-Prince district	32° 32′45.91″ N 44° 33′05.89″ E
A_{40}	Al-Jameaa	Al-Mortada district	32° 32′18.27″ N 44° 33′02.78″ E

3.4 المخاطر الصحية لغاز الرادون ووليداته

The Healthy Risks of Radon and Daughter

تُكْمن الأثار الصحية للرادون في جسيمات ألفا Alpha Particle الصادرة عنه وعن نواتج تحلله [43]. إذ تمتلك جسيمات ألفا الطاقة الكافية لتخترق أنسجة وأعضاء الجسم وتخرّب هذه الأنسجة، فعند تصادمها مع الخلايا المكونة لأنسجة الجسم تسبب تأيناً لجزيئات الخلايا الحية وهي بذلك تكون أكثر تدميرًا لأنسجة و أعضاء الجسم ومن هنا تأتي مخاطر التعرض لغاز الرادون ٢٢٢Rn ونواتج تحلله [44, 4].

إنّ التعرض لغاز الرادون ونتائج تحلله تكون أساسًا من خلال عمليتين هما: التنفس والهضم، و يعتقد أنّ الهضم ليس خطرًا إذا كان الجهاز الهضمي سليمًا حيث وجود الطعام في المعدة ولو بسماكة لا تتجاوز 1.5 mm يمكن أنْ يوقف معظم جسيمات ألفا الصادرة، ولقد وجد أنّ العمر البيولوجي النصفي للرادون هو 30 دقيقة عندما تكون المعدة فارغة و 70 دقيقة عندما تكون المعدة ممتلئة ولا توجد حتى الآن، أي إثباتات تربط إبتلاع الرادون وزيادة الحالات السرطانية [43]. أمّا في حالة إستنشاق غاز الرادون فقد اثبتت الدراسات بأن التعرض لباعث جسيمات ألفا له علاقة مع حالات الإصابة بمرض سرطان الرئة Lung Cancer. فعند دخول الهواء المشبع بهذا الغاز إلى رئة الإنسان فإن نسبة كبيرة منه تلتصق بالغشاء المبطن للجهاز التنفسي وبالتالي يؤدي إلى إمتصاص جرع منه بواسطة القصبات الهوائية محدثاً تلفاً في خلايا الحويصلات الهوائية [44]. ولحسن الحظ أنَ جسيمات ألفا الناتجة من تحلل غاز الرادون هي عبارة عن جسيمات ثقيلة تستطيع أنَ تعبر مسافات قصيرة في جسم الانسان (الجلد فقط في حالة التعرض الخارجي) أي إنها لا تستطيع أنَ تصل إلى خلايا الاعضاء الأخر لتدميرها، وبالتالي يكون سرطان الرئة هو الخطر المهم والمعروف حتى الآن الذي يصاحب غاز الرادون [40].

4.4 فوائد غاز الرادون واستخداماته

The Benefits of Radon Gas and its Uses

يعدّ غاز الرادون مهمًاً جدًا في العديد من التطبيقات في علوم الأرض، إذ يمكن استخدامه كأداة جيولوجية في التنقيب عن المعادن والزلازل والتنبؤ بالنشاط البركاني بحثًا عن مصدر الطاقة الحرارية الأرضية، كذلك يستخدم الرادون في التنقيب عن اليورانيوم، إذ يتصاعد الرادون بغزارة إلى سطح الأرض التي يتواجد تحتها اليورانيوم من دون أن تنخفض تراكيزه بشكل كبير نتيجة لتحلله الإشعاعي داخل الأرض، وأيضًا يستخدم في تحديد خامات الغاز و النفط. إذ إنّ قياس تراكيز عالية للرادون قرب سطح الأرض يمكن أنْ يعطي معلومات مفيدة في تحديد مكان البترول و الغاز الطبيعي عند عمق معين في الأرض [٤٥].

5.4 الجرعة الفعالة السنوية للتعرض

The Annual Effective Dose of Exposure

تم حساب الجرعة الفعالة السنوية (D_w) للتعرض لغاز الرادون في الماء والتي تساوي حاصل جمع مكافئات الجرع لكل عضو أو نسيج في الجسم متعرض للإشعاع وهي مقياس للخطورة و يتم مقارنتها مع القيم المسموح للتعرض للإشعاع ضمن حدودها [5].

فقد تم حساب الجرعة الفعالة السنوية D_w ($Sv.y^{-1}$) للتعرض لغاز الرادون في الماء بإستخدام المعادلة الآتية [25]:-

$$D_w = C_w\ C_{Rw}\ D_{cw} \qquad (1-4)$$

إذ إنّ:

C_w : تركيز غاز الرادون في الماء ($Bq.L^{-1}$).

C_{Rw} : مقدار الاستهلاك ($٧٣٠\ L.y^{-1}$) (كمعدل عام لإستهلاك الفرد).

D_{cw} : معامل تحويل الجرعة للرادون ($5*10^{-9}\ Sv\ Bq^{-1}$).

6.4 الجذور الحرَّة Free Radical

الجذور الحرة هي جزيئة تحتوي على إلكترون منفرد غير مزدوج في غلافها الخارجي. إنّ الإلكترون عندما يتحول من مزدوج إلى غير مزدوج يزداد خطره ويصبح غير مستقر ومتفاعل بدرجة عالية وبسبب تفاعله العالي فإنّه يمكن أنْ يجرد الإلكترونات من الجزيئات الأخرى لتحقيق الإستقرار، وهكذا يفقد الجزيء المهاجم إلكترونه ويصبح جذرًا حرًا في حد ذاته ويبدأ سلسلة متتالية من التفاعلات التي تضر أَخيرًا بالخلية الحية [46]. إنّ تواجد هذه الجذور في الدم بتركيز منخفض يعد أمرًا طبيعيًا وضروريًا لعدة وظائف مهمة للأنشطة الحيوية وأيضًا لجهاز المناعة الذي ينتجها لإستخدامها في عمليات التخلص من الفيروسات والبكتريا، ولكن تكمن المشكلة عندما يزيد تركيز هذه الجذور [7]. عند التراكيز العالية للجذور الحرة فإنّها تلحق الضرر بالجزيئات الضخمة جميعها مما يؤدي إلى تلف الحمض النووي، الدهون، البروتين وبالتالي موت الخلية [47].

تنتج الجذور الحرة في الجسم من عمليات الإستقلاب العادية (التفاعلات التي تحدث داخل الجسم للحفاظ على الوظائف الحيوية)، فمن المصادر الداخلية لتوليد الجذور الحرة عملية التنفس وتوليد الطاقة [48]. كذلك الإجهاد (التمارين الرياضية الشاقة) تعتبر من المصادر الداخلية لتوليد هذه الجذور [49]. أما المصادر الخارجية لتوليد الجذور

الحرة (الأشعة السينية الطبية، غاز الرادون، التدخين، المواد الكيميائية كالمبيدات الحشرية ،الهواء الملوث (أوزون، دخان)، الأدوية التي لا تحتاج إلى وصفة طبية، العطور والقلي المفرط للأطعمة والأغذية المبالغ بتتبيلها) [48].

7.4الاستنتاجات

١) يختلف نشاط العناصر المشعة في التربة بشكل كبير من مكان إلى آخر، أو في نفس المكان الذي تم جمعه من أماكن مختلفة، وذلك حسب عوامل كثيرة منها تركيز العنصر المدروس في التربة، ودرجة تواجده. التوزيع والمعالجات الفيزيائية والكيميائية في التربة.

٢) إن نشاط العناصر المشعة المؤثرة على أنسجة الرئة البشرية في بعض الاحيان يختلف بشكل كبير من شخص إلى آخر تبعاً لعوامل عديدة منها تركيز غاز الرادون.

٣) وجد أن تركيز الرادون Rn٢٢٢ والجرعة الفعالة السنوية للرادون في عينات التربة تختلف وهذا يعود إلى الطبيعة الجيولوجية للتربة.

٤) أعلى قيمة للجرعة الفعالة في عينات التربة بوحدة (mSv.y−1) في العينات الماخوذه (حيث قيست عينات عشوائية محدودة) تكون مختلفة من عينة الى آخرى .

٥) جميع الجرعات الفعالة في عينات التربة آمنة.

8.4 المقترحات والدراسات المستقبلية

Proposals for Future Studies

١- إستخدام جهاز RAD7 لقياس تراكيز غاز الرادون في التربة والهواء في مدينة حلة.

2- إجراء دراسة للمناطق المدروسة بإستخدام تقنيات وكواشفُ أخرى ومقارنة النتائج.

٣- دراسة أنواع أُخرى من الإنزيمات التي تتأثر تأثير مباشر بالإشعاعات.

٤- دراسة محافظات أو مناطقُ أخرى تنتشر بها أمراض سرطانية كثيرة.

[1] Ibrahim A. , et al . (2005) , " Analysis of the Temperature Increase Linked to the power Induced by RF Source , Progress in Electromagnetics Research . PIER , 52 : 23-46 .

[2] Erogul O. , et al . , (2006) , " Effects of Electromagnetic Radiation from a Cellular Phone on Human Sperm Mobility " . Arch Med Res , 37 (7) . 840-853 .

[3] Berg G , (2006) , " Occupational exposure frequency microwave radiation and the risk of brain tumers " , Interphone Study Group , Germany . Am J Epidemiol . 164 (6) : 38-48 .

[4] Rezk , et al . , (2008) . " The effect of EMR on children's growth . feelings , behavior , and leukemia " , MSc thesis , Al - Najah University , Palestine .

[5] Kumar Neha . (2009) . " Biological Effects of Electromagnetic Radiation " , Indai . [13] Vijay Kumar , Mushtaq Ahmad and A. K. Sharma , (2010) , " Harmful effects of mobile phone waves on bloodtissues of the human body " . Eastern Journal of Medicine 15 , 80-89 .

[6] Aakanksha Aggarwal and Abhishek Gupta , (2011) . " EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATIONS ON HUMANS : A STUDY " IEEE Students ' Technology Symposium , 978-1-4244- 8943-5 / 11 .

[٧] البدوي ، نيسر اسماعيل أحمد ، (٢٠١٣) ، التأثيرات البيولوجية للإشعاع وأسس الوقاية منها ، رسالة ماجستير ، كلية الدراسات العلياء جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

[8] Saleh Nihad A. and Obied Saba A. (2012) , Measuring the level of X- ray exposure of workers in hospital diagnostic units and comparing them with workers in private diagnostic clinics , Journal of Babylon University / Pure and Applied Sciences , No. (5) . Vol . (20) . p (1957).

[9] Saleh Nihad A. and Obied Saba A. (2012) , Measuring the level of X- ray exposure of workers in hospital diagnostic units and comparing them with workers in private diagnostic clinics , Journal of Babylon University / Pure and Applied Sciences . No. (5) , Vol . (20) , p (1957- 1666) .

[10] Zaman Tanim , (2016) . " Electromagnetic Radiation and Human Health " . DOI : 10.13140 / RG.2.2.13195.28962 .

[11] Asmaa Abd AlKareem , (2016) . " Radiation Environment in Selected Health Care Centers in Palestine " , MSc thesis , Al - Najah University . Palestine .

[١٢] الجعلي حاج حمد دياب ، (٢٠١٣) ، " استخدام الاشعة المؤينة وطرق الوقاية منها " ، رسالة ماجستير ، كلية الدراسات العليا جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا .

[١٣] بركات واثق العوادي (٢٠١٦) دراسة وظيفية ونسيجية لتأثير الأشعة السينية على الجهاز التناسلي الأنثوي في الجرذان البيضاء " ، رسالة ماجستير ، جامعة كربلاء.

[14] Zhenya Zhekova , et al . , (2016) , " The Effect of X - Ray Radiation on The Human Body Pros AND Cons . Radiation Protection in Medical imaging and Radiotherapy " . Scripta Scientica Salutis Publicae , vol . 2 , suppl . 1 , pp . 161-165 .

[15] Feng - Jiang Zhang , et al . , (2017) . " Effect of X - ray irradiation on hepatocarcinoma cells and erythrocytes in salvaged blood " , nature Research , 7995 .

[16] Frey Allan H. , (1988) , " Evolution and Results of Biological Research with Low Intensity Nonionizing Radiation " , Modern Bioelectricity . New York , Inc. Chapter 12 , 785-837 .

[17] Reham Issam Thaher , (2014) . " The effect of electromagnetic radiation from antennas on children in schools in nablus area " MSc Thesis . Physics Department , Al - Najah National University , Palestine .

[18] Kedar N Prasad I , W C Cole , G M Haas , (2004) , " Radiation protection in humans : extending the concept of as low as reasonably achievable (ALARA) from dose to biological damage " , 10.1259 / bjr / 88081058 .

[19] Ali Zamanian and Cy Hardiman , (2005) . " Electromagnetic Radiationand Human Health : A Review of Sources and Effects " , High Frequency Electronics , 16-28 .

[20] Ibrahim A. , et al . , (2005) , " Analysis of the Temperature Increase Linked to the power Induced by RF Source , Progress in Electromagnetics Research . PIER , 52 : 23-46 .

[21] Erogul O. , et al . , (2006) , " Effects of Electromagnetic Radiation from a Cellular Phone on Human Sperm Mobility " . Arch Med Res , 37 (7) . 840-853 .

[22] Berg G , (2006) , " Occupational exposure frequency microwave radiation and the risk of brain tumers " , Interphone Study Group . Germany . Am J Epidemiol . 164 (6) : 38-48 .