جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل - كلية العلوم

قسم الفيزياء

دراسة مستوى التلوث الاشعاعي في قاعات قسم الفيزياء كلية العلوم جامعة بابل

بحث تقدمة به الطالبة

زينب محمد عبد الكاظم

الى مجلس كلية العلوم / قسم الفيزياء

كجزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في قسم الفيزياء

بإشراف

د. نهاد عبد الامير صالح

1445هـ **2024م**

Republic of Iraq

Ministry of Higher Education

And Scientific Researc

University of Babylon - College of Scince

Departmentof Physic

Study of the level of radioactive contamination in the halls of the Physics Department, College of Science, University of Babylon

Search

Submitted by the student

Zained mohammed abdulkadem

To the Council of the Faculty of Science / Department of Physics

As part of the requirements for a bachelor's degree in the Department of Physics

Supervised by

Dr. Nuhd abdulAmeer salh

2024 م **1445هـ**

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ﴾

صدق الله العلي العظيم

سورة يوسف /الآية 76

الأهــداء

الى الامام المهـدي المنتظر (عج)

الى الرجـل الاول فـي حياتي (والدي العزيز)

الى من بـها اعلو، وعليها اتكئ، الى القلب المعطاء

(والدتي الحبيبة)

والى الدكتور الفاضل د. نـهاد عبدالامير صالح

الخلاصة

تهدف هذه الدراسة الى قياس مستوى التلوث في قسم الفيزياء – كلية العلوم -جامعة بابل

حيث يعتبر التعرض الإشعاعي هو اخطر انواع العوامل المؤثرة على الطلاب بسبب صفة التراكمية الموجودة فيه واختراقيته العالية التي تسبب الامراض السرطانية الخطرة لذلك تم التركيز على قياساته داخل بناية القسم وبالطابقين الاول والثاني. ،تم استخدام جهاز SE International Inspector Handheld Digital Radiation Alert Detector للتعرف على كمية التلوث الاشعاعي حيث اظهرت النتائج ارتفاع مستوى الاشعاع الطبيعي في الطابق الاول يكون اعلى من مستواه في الطابق الثاني لنفس البناية وهذا امر طبيعي كون هذا الطابق يكون قريب من التربة التي تعتبر مصدر رئيسي لغاز الرادون المشع الذي يمثل نسبة كبيرة من الاشعاع الطبيعي ،اعلى قيمة لمستوى الاشعاع في الطابق الاول لبناية قسم الفيزياء كانت μ(0.182) Sv/hr في قاعة رقم (5) ضمن موقع المحدد , وأقل قيمة كانت μ(0.055) Sv/hr في ممر رقم F3 وكان معدل هذه القيم μ(0.134) Sv/hr.

وبالنسبة للطابق الثاني لنفس البناية فأن أعلى قيمة للفعالية النوعية 0.183 μSv/hr)) كانت في ممر رقم (H7) ضمن الموقع المحدد, وأقل قيمة كانت 0.041 μSv/hr)) في ممر رقم (H1) وكان معدل هذه القيم μ(0.0987) Sv/hr و المعدل العام للنماذج المقاسة بصورة عامة هو متغير من عينة الى آخرى وكل هذه النقاط المقاسة واقعة ضمن المدى المسموح للإشعاع.

المحتويات

التسلسل	الموضوع	رقم الصفحة
	الخلاصة	
الفصل الاول		
1-1	المقدمة	1
2-1	الاشعاع ودوره في التنمية والبيئة	3
3-1	الاشعاع ودوره في توليد الكهرباء	6
4-1	الاشعاع ودوره في تحلية المياه	7
5-1	الاشعاع ودوره في التأريخ	8
6-1	التأثير البيولوجي للإشعاع	10
7-1	سلاسل النشاط الإشعاعي الطبيعي	12
الفصل الثاني		
1-2	التلوث الاشعاعي	17
2-2	مصادر التلوث الاشعاعي	17
3-2	أنواع التلوث الاشعاعي	18
4-2	طرق التعرض للتلوث الإشعاعي	19
5-2	المخاطر الصحية الناجمة عن التلوث الاشعاعي	19
6-2	المخاطر البيئية الناتجة عن التلوث الاشعاعي	21
7-2	التعامل مع المناطق الملوثة بالإشعاع	22
8-2	كيفية التعامل في حال حدوث تلوث إشعاعي	22
9-2	طرق التخزين والتخلص من النفايات الإشعاعية	23
الفصل الثالث		
1-3	حقائق رئيسية عن الرادون	25

2-3	أثار الرادون على الصحة	25
3-3	الرادون في المباني	26
4-3	تخفيض تركيز الرادون في المنازل	27
5-3	غاز الرادون في مياه الشرب	28
	الجزء العملي	
6-3	الاجهزة المستخدمة	29
7-3	مواصفات الجهاز	31
8-3	طريقة العمل	33
الفصل الرابع		
1-4	النتائج	34
2-4	فحص المواقع	34
3-4	الاستنتاجات	43
	المصادر	44

الفصل الاول

1-1مقدمة (introduction)

يمكن تصنيف الإشعاع بشكل عام الى نوعان أساسيان هما:

أ- الإشعاع غير المؤين (Non-Ionizing Radiation)

هذا الإشعاع ليس له القدرة على تأيين الذرات يمر خلالها مثل موجات الراديو والتليفزيون وموجات الرادار والموجات الحرارية ذات الأطوال الموجية القصيرة (ميكروويف) وموجات الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والضوء العادي

ب- الإشعاع المؤين (Ionizing Radiation)

سمي بذلك لأن هذا النوع من الاشعاع له القدرة على تأيين الذرات التي يمر خلالها مثلا الإشعاعات الكهرومغناطيسية (اشعة اكس,اشعة جاما والأشعة الكونية) وإشعاعات جسيمة مثل(جسيمات بيتا،جسيمات الفا ،النيوترونات والبروتونات) وهي تختلف في الطاقة والكتلة وقدرتها على اختراق الاجسام ،ان ما يشغل اهتمامنا هو الإشعاع الذي يصدر من جسيمات النوى (جسيمات بيتا وألفا واشعة جاما) وهو ما يسمى بالإشعاع النووي وهو ظاهرة فيزيائية تحدث في الذرات غير المستقرة للعناصر وفيه تفقد النواة الذرية بعض جسيماتها وتتحول ذرة العنصر إلى عنصر آخر او نظير آخر من العنصر ذاته.

خلال السنوات العديدة من اكتشاف النشاط الاشعاعي وجد أن النوى النشطة اشعاعياً تقذف بشكل طبيعي نوعاً واحداً او أكثر من ثلاث أنواع

من الإشعاعات (جسيمات ألفا، وجسيمات بيتا وأشعة جاما) التي يمكن التمييز فيما بينها من خلال

١-قدرة اختراقها للوسط الذي تمر في
٢- تأيينها لذرات وجزيئات المواد التي تمر خلالها
٣-سلوكها في المجالين الكهربائي والمغناطيسي.
الإشعاع ومصادره :

أصبحت الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية من سمات العصر الحالي (عصر التكنولوجيا)، والشك أنو لمجرد سماعنا كلمة إشعاع ذري ينتابنا الخوف والفزع لان هذه الكلمة ترتبط في أذهاننا بالهلاك والدمار الذي أحدثته القنبلتان الذريتان اللذان ألقاهما الأمريكان على مدينتي هيروشيما وناجازاكي باليابان، وكذلك حادثة انفجار مفاعل تشيرنوبيل بالاتحاد السوفييتي سابقا، وتتضمن كلمة إشعاع كل من الأشعة المؤينة التي تؤين الوسط الذي تمر فيه مما يحدث خلل في الخلايا الحية وتشمل إشعاع جسيمات ألفا وبيتا أما أشعة جاما والأشعة السينية في موجات كهرومغناطيسية تحمل طاقة عالية،الأشعة غير المؤينة وهي موجات كهرومغناطيسية أيضا مثل الاشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء، الضوء المرئي، وموجات الراديو والميكروويف
والاشعاع يوجد في كل مكان من حولنا فمصادره الطبيعية كثيرة كالأشعة الكونية وهي الأشعة التي تصل إلينا من الفضاء المحيط بالكرة الارضية ومصدرها المجرات والشمس، و تختلف كميته باختلاف ارتفاع المكان عن سطح البحر و باختلاف الموقع الجغرافي، حيث يقل مقدارها في الأماكن القريبة من سطح البحر وتزداد كلما ارتفعنا عنه، وتجدر الإشارة إلى أن الغلاف الجوي يعتبر حاجزا واقيا من الاشعة الكونية
الإشعاعات الناتجة من التربة حيث تحتوي القشرة الخارجية للكرة الارضية على كميات ضئيلة من عناصر مشعة مثل اليورانيوم والثوريوم، ويختلف تركيز العناصر المشعة بالتربة باختلاف نوعها فنجد أن تركيزها يقل في التربة الرملية ويزداد في الصخور الجرانيتية ، و مواد مشعة موجودة بالمياه حيث ينتشر كثير منها في مختلف أنواع المياه ويعتمد ذلك على نوع ومصدر المياه، فمياه البحار تحتوي على أعلى تركيز لمادة البوتاسيوم 40، أما المياه الجوفية الفوارة فتزداد فيها نسبة الرادون، ويعتبر اليورانيوم أكثر العناصر المشعة التي توجد في المياه الجوفية، كما أنه من أكثر العناصر المشعة التي تتواجد في المياه الجوفية غاز الرادون وهو غاز عديم اللون والطعم والرائحة وله نصف

عمر قصير جداً حيث يبلغ حوالي(٣.٨) يوم،وأخيرا المواد المشعة الموجودة في الطعام وداخل جسم الإنسان حيث توجد بعض

العناصر المشعة الطبيعية مثل الكربون١٤ والبوتاسيوم ٤٠ في طعام الإنسان وداخل جسمه، ويوجد بجسم الإنسان أيضا الراديوم ٢٢٦ و البولونيوم٢١٠ و السترونشيوم

وتختلف كمية الإشعاع من عضو الى آخر بجسم الإنسان فمثلا تزداد كمية الإشعاعات الطبيعية في الرئة عنها في نخاع العظام، وتجدر الإشارة إلى أن رئات المدخنين تحتوي على قدر أكبر من المواد المشعة وذلك بالمقارنة برئات غير المدخنين ويعتبر ارتفاع نسبة المواد المشعة في رئة المدخن من أهم أسباب الإصابة بسرطان الرئة،ومن الجدير بالذكر أن بعض الباحثين قد فسروا ظاهرة "لعنة الفراعنة" بأنها تحدث نتيجة لتعرض الأشخاص الذين يفتحون المقابر الفرعونية لأول مرة لجرعة مكثفة من غاز الرادون المشع .

والجدير بالذكر أن مصر قد بدأت مسيرتها النووية عام ١٩٥٥ بإنشاء لجنة الطاقة الذرية،وفي عام ١٩٥٧ تم إنشاء مؤسسة الطاقة الذرية،واشتراك مصر بالوكالة الدولية للطاقة الذرية، وقد قامت مصر بتشييد مفاعلين بمنطقة إنشاص الاول عام ١٩٦١ بقدرة ٢ ميجاواط للأبحاث العلمية، والثاني عام ١٩٩٨ بقدرة ٢٢ ميجاواط بغرض إنتاج النظائر المشعة، وبسبب زيادة عدد السكان والحاجة لمصادر للطاقة والمياه الضرورية للتنمية وتطوير المجتمع، وعدم توافر الفحم وارتفاع التكاليف الاستثمارية لمحطاته وكذلك القيود البيئية على استخدامه ومحدودية الاحتياجات البترولية، وأيضا مشاركة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بنسبة ضئيلة في احتياجات الطاقة والتي ال تزال في مراحل التطوير فقد وقعت مصر وروسيا فى ديسمبر ٢٠١٧ الاتفاق التنفيذي لبناء المحطة النووية بقوة ٤٨٠٠ ميجاواط وذلك لبناء أربعة مفاعلات من الجيل الثالث plus بقوة١٢٠٠ ميجاواط للمفاعل الواحد وهو احدث مفاعلات القوى الاكثر أمانا على مستوى العالم ليبدأ البناء في المفاعل الاول لإنتاج طاقة نظيفة (صفر كربون) صديقه للبيئة لا تنضب حيث تعتبر مصر من الدول المؤهلة لاستغلال التقنيات النووية

لما لها من قاعدة علمية نووية وهيئات متخصصة مثل هيئة الطاقة الذرية وهيئة المواد النووية وهيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء

2-1 الاشعاع ودوره في التنمية والبيئة

وللإشعاع استخدامات عديدة وتطبيقات متعددة في شتى مجالات التنمية الحيوية وخدمة المجتمع بالرغم من العواقب الوخيمة التي يسببيها إذا أسئ استخدامه و فقد. الانسان التحكم فيه ، فيشتمل دور الاشعاع في مجال التنمية الطبية على استخدام النظائر المشعة والصيدلانيات المشعة في التشخيص والعلاج كاليود١٣١ الذى يستخدم في علاج أمراض طويلة جدًا، بحيث تُبنى مستودعات تحت الأرض وتكون معزولة بحواجز متعددة بما في ذلك؛ الحاويات، والمستودعات الهندسية، والحواجز الجيولوجية ؛كالصخور، والطين، والأملاح وذلك لمنع وصول الإشاعات إلى البشر أو البيئة.

وتُستخدم هذه الطريقة لإدارة النفايات الإشعاعية في الكثير من البلدان ومنها: أستراليا، وكندا، واليابان، وفرنسا، وروسيا، وسويسرا، وبريطانيا، وأمريكا، وهولندا، وبلجيكا، وروسيا، وإسبانيا، وسويسرا، والسويد، والأرجنتين، وجمهورية التشيك، وفنلندا، وكوريا.

•التخلص باستخدام مستودعات التعدين تُبنى مستودعات التعدين بالقرب من الشواطئ أو تحت سطح الأرض وعلى أعماق تتراوح بين 250-1000م، وتشمل هذه المستودعات الأنفاق أو الكهوف المكونة من صخور مستقرة لا تسمح للمياه الجوفية بالوصول إليها.

• توضع حاويات النفايات داخل المستودعات وتُحاط بحاجز مكون من مادة مثل الأسمنت، أو الطين، ويختلف تصميم الحاويات واختيار نوع الحاجز وفقًا لنوع النفايات الإشعاعية وطبيعة أنوع الصخور المكونة للمستودعات، وتُستخدم هذه الطريقة في السويد، وفنلندا.

•التخلص باستخدام الآبار العميقة تُبنى الآبار العميقة في الصخور البلورية والرسوبية على اليابسة، أو بعيدًا عن الشواطئ وعلى عمق يصل إلى 5000 م، بحيث تحفر الآبار في الصخور ثم توضع داخلها العديد من العبوات المليئة بالنفايات الإشعاعية ليصل عمقها داخل البئر إلى 2000 م، ثم تُردم الـ 3000 م المُتبقية بمواد مثل الأسمنت، أو الخرسانة، أو مادة البنتونيت.

• يُمكن أن يصل عدد العبوات داخل البئر إلى 400 علبة فولاذية بحيث يبلغ قطر كل عبوة 0.33-0.5 م وطولها 5 م، ويُفصل بين كل عبوة والأخرى بطبقة من الأسمنت أو مادة البنتونيت، وتُستخدم هذه الطريقة في السويد، والدنمارك، وأمريكا، وسويسرا . الدرقية، والفوسفور٣٢ الذى يستخدم في علا0 الامراض السرطانية

وسرطان العظم والجلد، التصوير بالأشعة السينية، علاج الاورام السرطانية بالإشعاع الجامي ، الكشف المبكر على الاورام السرطانية باستخدام دلالات الاورام ، تعقيم العبوات الدوائية والادوات الجراحية والاربطة والغيارات ومرشحات الكلى ومراهم العيون

ومساحيق التجميل وكذلك الادوات الطبية أحادية الاستخدام مثل القطن الطبي والقفازات والسرنجات البلاستيكية وغيرها من المنتجات الطبية فهي التكنولوجيا الوحيدة المستخدمة. لتعقيم المواد والادوات التي تتأثر بالحرارة فضلاً عن أنها لا تؤثر على البيئة والا تؤدي إلى تلوثها.

أما عن دور الاشعاع في مجال التنمية الصناعية فنجد أن هناك أكثر من ٤٠٠ معجل الكتروني على مستوى العالم من ضمنها مصر تستخدم في العديد من التطبيقات الصناعية كتحسين الالياف الصناعية، وأيضا يستخدم الاشعاع في عملية اكتشاف آبار البترول والمناجم والثروات المعدنية الأخرى وكذلك التحقق من كفاءة التكرير الاولى في صناعة البترول، وأيضا تستخدم تكنولوجيا التشعيع في تحضير واستنباط أغشية صناعية من البوليمرات المختلفة لاستخدامها في بعض التطبيقات الصناعية المتقدمة وتطوير مواد مطاطية جديدة تقدم فوائد بارزة للصناعات على مستوى العالم وهي التكنولوجيا المسماة بالتقسية الاشعاعية للمطاط الطبيعي ،كما تستخدم المصادر المشعة فى قياس سمك الصفائح المعدنية وقياس كثافة المواد المنقولة عبر الانابيب العملاقة وكذلك الكشف عن تسرب السوائل من الانابيب، وتستخدم أيضا في اقتفاء الأثر مثل مواقع التسرب من أنابيب النفط أو المياه، وتم استخدام الاشعاع في استنباط وتحضير هيدروجيلات مناسبة ومدعمة تحتوى على مواد بوليميرية مختلفة تم استخدامها في التكنولوجيا الحيوية وفى المجالات الطبية كصناعة الاجهزة التعويضية مثل الاوردة والشرايين وصمامات القلب وفى مجال الغسيل الكلوي بالأغشية الصناعية الحيوي .

وعن دوره في مجال التنمية الزراعية فيشمل عمليات تعقيم الحشرات بالإشعاع للقضاء على الانواع الضارة منها، واستحداث طفرات محصوليه جديدة عالية الانتاج ومقاومة الآفات وحفظ الاغذية بالتشعيع حيث يتم القضاء على الميكروبات والفطريات المفرزة للسموم مما يطيل فترة الحفظ والتسويق مع ضمان الجودة العالية دون استخدام المبيدات أو المواد الحافظة الكيماوية الضارة مما يشجع على التصدير فضلاً عن ان ذلك له دور إيجابي على البيئة وهذه التطبيقات تعرف بما يسمى بالتكنولوجيا النظيفة التي ينتج عنها مخاطر للإنسان وبيئته وعن الدور الايجابي للإشعاع في مجال البيئة نجد منه على سبيل المثال المعالجة الاشعاعية لتنقية الغازات المنبعثة من المحطات الحرارية لتوليد الكهرباء وإزالة الكبريت من الغاز الطبيعي قبل نقله عبر خطوط الانابيب، تطهير وتعقيم نفايات المستشفيات ومعالجة النفايات الدولية في المطارات والموانئ لمنع انتقال كوارث العدوى بالفيروسات والميكروبات الوبائية وأيضا استخدامه في معالجة مياه الصرف الصحي وفي

خلال الفترة التي تعدت الستون عاما منذ بدأ المسيرة النووية تمكنت مصر من تحقيق الانجازات العملية والبحثية في مجالات الاستخدامات السليمة للطاقة النووية لمقاومة الحشرات الزراعية بتعقيمها بالإشعاع للقضاء على الانواع الضارة منها، واستحداث طفرات محصوليه جديدة عالية الانتاج ومقاومة لآلفات، ونظرا لان حفظ الاغذية بالتشعيع الجامي أصبح الان من الامور الثابتة علمياً وعملياً بعد أن أجازته المنظمات العالمية المسئولة عن الغذاء وسلامته مثل منظمة التجارة العالمية ومنظمة الصحة العالمية ومنظمة الاغذية والزراعة فقد أجازت مصر تشعيع جميع أنواع التوابل والاعشاب الطبية والبصل المجفف والثوم المجفف وأيضا محاصيل البطاطس والبصل والثوم الطازجة من أجل منع التزريع، كذلك تشعيع الحبوب من أجل القضاء على الحشرات والآفات التي تصيبها، وقد أفتتحت مصر في عام ١٩٨٥ صالة التشعيع الجامي الاولى بموقع هيئة الطاقة الذرية بمدينة نصر، وفي العام قبل الماضي تم افتتاح وحدة التشعيع الجامي الثانية في الاسكندرية نظراً للطلب المستمر والمتزايد على خدمة التشعيع الجامي من منطقة الاسكندرية والمناطق المجاورة بغرض زيادة التصدير وتحقيق أهداف الدولة في زيادة العائد الاقتصادي من العملات الصعبة.

3-1 الاشعاع ودوره في توليد الكهرباء

إن قطاع الكهرباء في أي دولة يعتبر من الركائز الاساسية في تنمية العديد من المجالات الحيوية، فالكهرباء أحد مقايس تقدم ورفاهية الشعوب، و في مصر تزداد الحاجة للطاقة الكهربائية للوفاء بمتطلبات التنمية حيث تمتلك مجموعة من محطات توليد الكهرباء المائية والحرارية وبعض مزارع الرياح، وقد أصبح الاهتمام ضروريا بمصادر
الطاقة النظيفة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح، إلا أن الاتجاه للطاقة النووية في توليد الكهرباء أصبح ضرورة حتمية، فهي أحد التكنولوجيات المتقدمة لتوليد الكهرباء حيث تستخدم المفاعلات النووية في توليد الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات النيوترونات وتستغل هذه الطاقة الحرارية الهائلة في غليان المياه في المراجل وتحويلها إلى بخار ذات ضغط عال ودرجة حرارة عالية والتي تستخدم بعد ذلك في التوربينات البخارية والمولدات الانتاج الكهرباء والطاقة النووية تزود دول العالم بأكثر من ١٦%من الطاقة الكهربائية، وتمد دول الاتحاد الاوروبي بنسبة٣٥ %من احتياجاته، واليابان وأمريكا بنسبة ٣%و٢٠% من احتياجاتها، بينما نجد فرنسا تحصل على ٣٥% من احتياجاتها من المحطات النووية والطاقة النووية تحتاج لكمية صغيرة من الوقود فكل ١كجم من اليورانيوم

ينتج طاقة كالتي ينتجها ٤٥٠٠ طن من الفحم، فطن واحد من اليورانيوم يقوم بتوليد طاقة كهربائية أكبر من ملايين من براميل البترول أو ملايين الأطنان من الفحم، ولا تطلق

غازات ضار في الهواء كغازات ثاني أكسيد الكربون أو أكسيد النتروجين أو ثاني أكسيد الكبريت التي. تسبب الاحتباس الحراري والمطر الحمضي والضباب الدخاني، ونظراً لصغر كمية الوقود فإن تكلفة التشغيل والنقل أيضا صغيره جدا، فنجد أن تكلفة الكيلوات ساعة المنتج من المحطات النووية ١.٦٨ سنت بينما نجده من محطات الفحم والغاز الطبيعي والبترول والشمس والرياح ٢.٢٠،٢.٢٠،٤.٩٠،٦.٠٨،١.٨٠، سنت على التوالي، ونجد معامل السعة للمحطة النووية ا(لنسبة بين كمية الطاقة الكهربائية المولدة الى كمية الطاقة

التصميمية لها في السنة ٩٠%) بينما نجده٧٠% لمحطات الفحم، ١٤%-٥٠ لمحطات الغاز الطبيعي، و٢٥% للمحطات المائية والرياح، وتشغل المحطات النووية مساحات صغيرة من الارض مقارنة بمحطات الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح لذا فالفوائد لصافية لمحطات الطاقة النووية تفوق بكثير صافي فوائد التقنيات الاخرى من حيث التكلفة، مع تكنولوجيا الطاقة منخفضة الكربون، وينظر العلماء إلى الطاقة النووية كمصدر حقيقي للطاقة نظيفة صديق للبيئة ولاينضب

4-1 الاشعاع ودوره في تحلية المياه

. يعتمد ما يقرب من ١% من سكان العالم حالياً على المياه المحلاة لتلبية الاحتياجات اليومية الا أن الامم المتحدة تتوقع أن يواجه ١٤% من سكان العالم ندرة المياه بحلول عام ٢٠٢٥ خاصة في أمريكا اللاتينية وأفريقيا والشرق الاوسط وجنوب شرق آسيا، ووفقا للوكالة الدولية للطاقة الذرية فإن حجم الاسواق العالمية لتحلية المياه وصل إلى ١٢مليار دولار حيث يوجد نوعان من التقنيات للتحلية وهما: الغشائية أو الترشيح(التناضح العكسي) وهي تعمل بالكهرباء، والحرارية (التقطير) ويستخدم في الوقود الاحفوري أوالمفاعلات النووية وتسمح هذه الطريقة بالحصول على أكبر حجم من المياه العذبة خلال وحدة قياسية من الوقت، وينتشر أكثر من١٨ ألف محطة على مستوى العالم معظمها في منطقة الشرق الاوسط وشمال أفريقيا ومعظمها يستخدم الوقود الاحفوري مما يسهم في زيادة انبعاثات غازات الدفيئة وللإشعاع دور في تحلية المياه على العديد من السفن والغواصات البحرية وذلك باستخدام مفاعلات نووية صغيرة لتزويد تلك السفن والغواصات بالكهرباء ومرفق نووي لتزويد الاطقم العاملة عليها بإحتياجاتهم من المياه العذبة، وتستخدم

الطاقة النووية في تحلية مياه البحر على نطاق واسع في اليابان حيث تم تجهيز بعض محطاتها النووية بمحطات تحلية مياه البحر لتوفير المياه عالية الجود لمياه تغذية المراجع

وكذلك للاستخدامات الاخرى، وبالمثل أقيمت في باكستان والهند محطة لتحلية مياه البحر في المحطات النووية لتلبية الاحتياجات التشغيلية العادية للمحطة، بالإضافة إلى توفير مصدر مستقل لمياه تغذية الطوارئ لمولد البخار.

ووفقا للوكالة الدولية للطاقة الذرية فقد وضعت الارجنتين والصين وكوريا الجنوبية وكندا تصاميم مفاعلات نووية صغيرة خصيصا لتوليد الكهرباء والمياه العذبة على السواء، واضافت الوكالة ان تكنولوجيا المفاعلات الصغيرة قد تكون مفتاح توسيع نطاق تحلية المياه النظيفة باستخدام الطاقة النووية، وبالرغم من زيادة تكاليف إنشاء المحطة النووية فإن سعر المياه الناتجة أرخص منها باستخدام الوقود الاحفوري

وذكرت الوكالة انو من أجل توسيع نطاق تحلية المياه بالطاقة النووية، يتعين الوفاء بمتطلبات اضافية تشمل المسائل التقنية تلبية متطلبات السلامة الاكثر صرامة على وجه التحديد لمحطات التحلية النووية وتحسين أداء النظم المتكاملة، ومن العوامل الهامة الاخرى التي يجب مراعاتها في نشر تحلية المياه على نطاق أوسع القدرة التنافسية الاقتصادية مقارنة بالخيارات الاخرى مثل محطات توليد الطاقة المشتركة التي تعمل بالوقود الاحفوري، كما قالت الو كالة ان جيلاً جديدا من محطات الطاقة النووية الصغيرة والمتوسطة الأبتكارية يمكن ان يعمل على توليد الكهرباء والمياه الصالحة للشرب بأسعار آمنة وبأسعار تنافسية.

ولذلك فإن روسيا بدأت في تطوير تصميم محطات للطاقة النووية مع مرفق لتحلية المياه، ويعتقد ان محطة تحلية المياه في محطة طاقة نووية ذات قدرة كبيرة مع مفاعلات الماء المضغوط (VVER)التي توفرها روسيا ستكون قادره على انتاج ما يصل الى ١٧٠ الف متر مكعب من المياه العذبة يوميا من وحدة طاقة نووية واحدة وهذا وفق تصريح شركة روس آتوم.

5-1 الاشعاع ودوره في التأريخ

ان معرفة عمر الاشياء وارجاعها إلى تاريخها الصحيح كان من أهم المتطلبات لعلوم كثيرة فلا غنى عنه في الجيولوجيا ولا في علوم الاثار او المناخ والطقس أو حتى في عموم الفضاء، وأيضا لمعرفة البيئة التي تكونت أو عاشت فيها هذه الاشياء ، وتعتبر النظائر المشعة من أهم

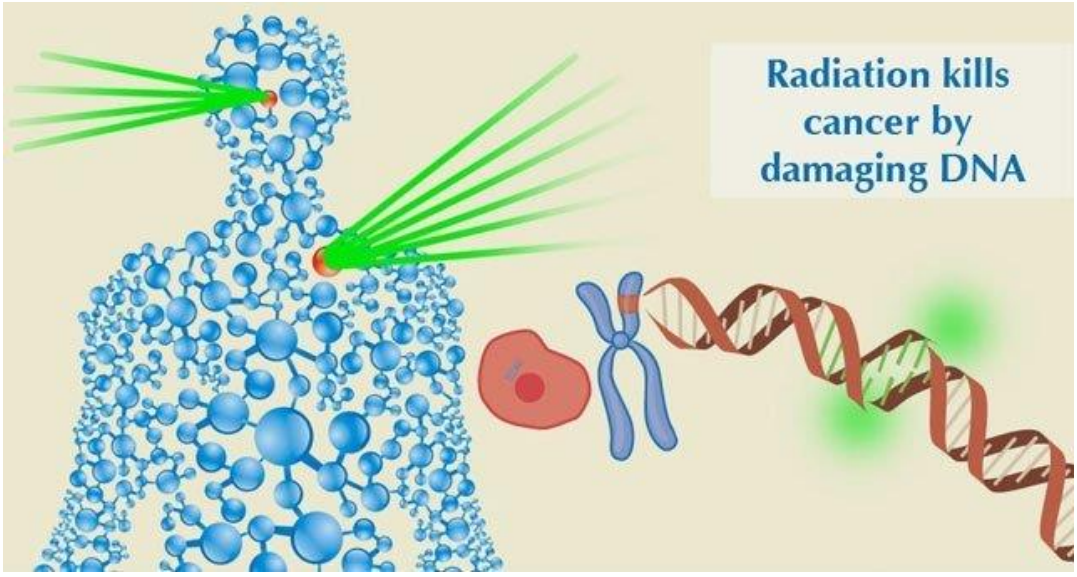
الطرق المستخدمة في تحديد الاعمار (التأريخ) وأدقها وهو ما يعرف بالطريقة الاشعاعية، وتعتمد هذه الطريقة على ظاهرة طبيعية معروفة هي ظاهرة التفكك أو الانحلال التلقائي لبعض العناصر الطبيعية، حيث أن التفكك التلقائي لهذه العناصر يحدث بمعزل عن أي مؤثر خارجي بنفس النسبة على الارض أو في الكون دون أن تتأثر. سرعة حدوث التفكك بدرجات الحرارة المرتفعة أو المنخفضة، الحت، التعرية أو أي شكل من الظواهر المعروفة، ويوجد طرق عديدة للقيام بذلك اعتماداً على نظام نظائري مختلف من طريقة لأخرى، فنواة ذرات العنصر الواحد تحتوى على البروتونات وهي متساوية لنفس ذرات العنصر الواحد، وتحتوي أيضا على النيوترونات وأعدادها تختلف من ذرة لأخرى لنفس العنصر، وتسمى هذه الذرات بالنظائر المشعة لنفس العنصر، ويتحول جزء العنصر المشع إلى عنصر أو أكثر جديد يعرف بالعنصر الابن عن طريق الأضمحلال النووي، وقد يكون العنصر الناتج هو الاخر مشعا فيبدأ في التحمل لأنتاج جيل ثالث من المواد لتتكون سلسلة من العناصر المتحللة إشعاعيا، أو قد يكون عنصر ثابت ولا يحدث له مزيد من التحلل، فكل عنصر له معدل ثابت يتحلل به يعرف باسم فترة نصف العمر، وهي الفترة. لزمنية الازمة لتحول نصف عدد الذرات أو نصف الكمية الموجودة من العنصر الاصلي إلى العنصر الابن، ويتسم كل نظير مشع بنصف عمر مميز لو، ونجد أنواع نظائر مشعة يبلغ نصف العمر لها ثوانٍ أو أقل وأخرى يبلغ عمر النصف لها الالف السنين وأخرى قد تصل لملايين السنين.

وبالاعتماد على فترة نصف العمر أمكن استخدام النظائر المشعة كساعات دقيقة لقياس الفترات الزمنية المختلفة، ومن أدقها وأشهرها التأريخ باستخدام الكربون المشع والتي تستخدم لتحديد تأريخ بقايا النباتات القديمة أو الحيوانات أو الكائنات البشرية حيث يتشكل الكربون المشعC14 في طبقات الجو نتيجة لتفاعل الاشعة الكونية الحاوية على النترونات مع نيتروجين الجو لينتج الكربون المشع، ونتيجة لتفاعلات التبادل التي تقوم بها ذرة الكربون المشعة مع ذرة كربون عادية (غير مشع – كربون ١٢) ضمن جزيء ثاني أكسيد الكربون تتشكل جزيئات ثاني أكسيد كربون مشع والتي تدخل في أجسام الكائنات الحيه كلها ابتداءً بالنباتات التي تستخدمه في عملية التمثيل الضوئي وانتهاءً بالحيوانات فالبشر ،وتستخدم هذه الطريقة لحساب أعمار الكائنات التي تعود إلى ٥٠٠٠٠ سنة، أما جهاز معجل الجسيمات فيستخدم لحساب أعمار الكائنات التي يصل عمرها إلى ٦٠٠٠٠ سنة.

وفيما يتعلق بتحديد الاعمار التي تعود الى أزمنة سحيقة فتستخدم ساعات نووية أخرى مثل ساعات : اليورانيوم ٢٣٥ – رصاص٢٠٧ وهى واحدة من أقدم وأشهر طرق التأريخ الاشعاع

وتعتمد هذه الطريقة على سلسلتي تحلل منفصلتين، سلسلة. اليورانيوم من ٢٣٨U إلى ٢٠٦Pb، مع عمر نصف يبلغ ٤.٤٧ مليار سنة، وسلسلة الاكتينيوم من ٢٣٥U إلى ٢٠٧Pb مع عمر نصف يبلغ ٧١٠ مليون سنة، ويمكن استخدامها لتأريخ الصخور التي تشكلت وتبلورت من حوالي مليون سنة إلى ما يزيد عن ٤.٥ مليار سنة مضت مع الدقة الروتينية في نطاق ١.٠-١ % البوتاسيوم ٤٠ – أرجون ٤٠ وهذه الطريقة تستخدم في علم التأريخ الجيولوجي وعلم الاثار، وهي تستند إلى قياس ناتج التحلل الاشعاعي لنظير البوتاسيوم(k)إلى الأرجون(Ar)، وكان لها دور أساسي في تطوير المقياس الزمني للقطبية المغناطيسية الارضية فقد تم معايرته باستخدامها الروديوم ٨٧– استرنشيوم٨٧ ويتم استخدامها على نطاق واسع في تأريخ. الصخور الارضية والقمرية والنيازك وبها أمكن قياس البصمة الجيولوجية للكائنات أو الهياكل العظمية، وقد استخدمت جميع هذه الطرق في تحديد عمر الارض والصخور القديمة وحتى القمر والمذنبات والمجموعة الشمسية.

6-1 التأثير البيولوجي للإشعاع



يتعرض الإنسان خلال حياته إلى الأشعة المؤينة من مصادر طبيعية Natural Sources ومصادر من صنع الإنسان man-made sources عن طريق التعرض الخارجي والداخلي،

يعتبر التعرض خارجي عندما يتعرض الجسم للأشعة المؤينة المنبعثة من مصدر خارج الجسم ويتم امتصاص الطاقة الإشعاعية في الجسم من الخارج إلى الداخل

أما التعرض الداخلي فيحدث عندما تصل المادة المشعة إلى داخل الجسم عن طريق البلع أو الاستنشاق أو من خلال الجلد، وفي هذه الحالة تتعرض أنسجة الجسم ويتم امتصاص الطاقة الإشعاعية المنبعثة من المادة المشعة داخل الجسم في كافة الاتجاهات وتقدر الآثار المترتبة علي هذا التعرض بحساب الجرعة الإشعاعية الممتصة في الجسم من مجموع جرعة التعرض الخارجي والداخلي ،عند دخول المواد المشعة داخل الجسم عن أي طريق يتم امتصاصها ودخولها في العمليات البيو كيميائية الأساسية ووصول هذه النويدات إلى الدورة الدموية وسوائل الجسم ويتم توزيعها إلى جميع أنسجة الجسم طبقا للصفات والخصائص الكيميائية للعناصر والمركبات التي تكون هذه المواد المشعة.،وتتحكم في الآثار الناجمة عن التعرض الإشعاعي الداخلي عوامل كثيرة من أهمها بطئ تطور و ظهور الأثر، وعدم تجانس امتصاص الجرعة الإشعاعية في الأنسجة إلى جانب الفترة الزمنية اللازمة للتحلل الإشعاعي للمادة المشعة لتعطي جرعة متراكمة على مدى الوقت، وكذلك درجة السمية الكيميائية

و من أهم العوامل المتحكمة في أثار التعرض الإشعاعي ما يلي:

1-الخواص الفيزيائية للمادة المشعة وتتضمن عمر النصف، نوع وطاقة 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.

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

أ-المرحلة الفيزيوكيمائية

وهذه المرحلة في تطور الإصابة الإشعاعية تخص امتصاص الطاقة الإشعاعية داخل روابط الجزيئات 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 ام

للطاقة ، وينتج عن ذلك حدوث تغيرات في أداء وظيفة الجزئيات الكيمائية التي حدث توتر وتأين روابطها وتسمى تغيرات في الجزئيات،وتعتبر هذه المرحلة الأساس الذي سوف يترتب عليه تطور وظهور ونوعية 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.

ب-مرحلة التأثير البيولوجي على الخلايا والأنسجة

التغيرات الكيميائية التي تحدث للجزيئات تشكل الأساس الذي يترتب عليه تطور وظهور الآثار الإشعاعية في الخلايا والأنسجة وأهمها تحول الجزيئات لإنتاج شق حرfree radicals الذي يتميز بنشاط كيميائي كبير مما يؤثر على تركيب الخلايا وبالتالي على وظائفها. ويتوقف حجم ونوعيه وشدة هذه الآثار على عوامل كثيرة تخص النظام البيولوجي المتعرض للإشعاع وتخص أيضا النظام الفيزيائي للأشعة الساقطة بكل جوانبه.

وجميع مراحل تطور الإصابة مرتبط بعوامل كيمائية فسيولوجية ووظيفية ومناعية كثيرة مرتبطة بالأجهزة الكلية المسيطرة على كافة النظم البيولوجية في الجسم. وعلى رأس العوامل المسيطرة على تطوير الإصابة الإشعاعية وظهورها 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.

7-1 سلاسل النشاط الإشعاعي الطبيعي

لاشك أن الحيرة قد انتابتنا عندما علمنا بالحقيقة القائلة بأن الراديوم 226موجود على الأرض حالياً ، إن عمر النصف لهذا العنصر ـ بغض النظر عن أي شيء ـ هو 1600 سنة ، بينما يبلغ

عمر الأرض عدة بلايين من السنين وإذا لجأنا إلى قانون الاضمحلال، لوجدنا أن نسبة العدد الموجود حالياً في نوى الراديوم إلى العدد الذي كان موجوداً منذ x10^94 سنة يجب أن تكون:

$$\frac{N}{N_0} = e^{-0.693 t / T_{1/2}} = e^{-0.693(4 \times 10^9) / 1600} \approx 10^{-740,000}$$

وهو كسر متناهي الصغر ولابد لنا من استنتاج أنه تم تزويد الأرض بنوى راديوم جديد بعد أن انتهي منها النوى الأصلي. وإذا قمنا بحسابات مماثلة لوجدنا أن العديد من مصادر النشاط الإشعاعي الطبيعي ذات أعمار نصف أقصر بكثير من أن تفسر وجودها إلى الأرض على سطح الارض دعنا ننظر في كيفية وجود هذا النوى

إن الراديوم والنوى المشع المماثل له موجودة على الأرض لأنها نواتج نظائر ذات عمر طويل للغاية فاليورانيوم 238ـ مثلاً ـ له عمر نصف يبلغx10^94.47 سنة، وهو قارب في ذلك عمر الأرض نفسها. إن نواة اليورانيوم هي النواة الأم لسلسلة كاملة من النوى المشع وتضمحل نواة

$$^{238}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{234}_{90}\mathrm{Th}$$

اليورانيوم تبعاً لنظام الاضمحلال:

حيث النواة الوليدة هي نواة الثوريوم، وهكذا يكونU238 هو المصدر الدائم لنظير الثوريوم، الذي يضمحل بدوره بانبعاث :β

$$^{234}_{90}\mathrm{Th} \rightarrow {}^{0}_{1}e + {}^{234}_{91}\mathrm{Pa} + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$$

حيث النواة الوليدة هي بروتاكتينيوم ، وينحل البروتاكتينيوم بدوره بانبعاث β إلى U234

طويلة جدًا، بحيث تُبنى مستودعات تحت الأرض وتكون معزولة بحواجز متعددة بما في ذلك؛ الحاويات، والمستودعات الهندسية، والحواجز الجيولوجية ؛كالصخور، والطين، والأملاح وذلك لمنع وصول الإشاعات إلى البشر أو البيئة.

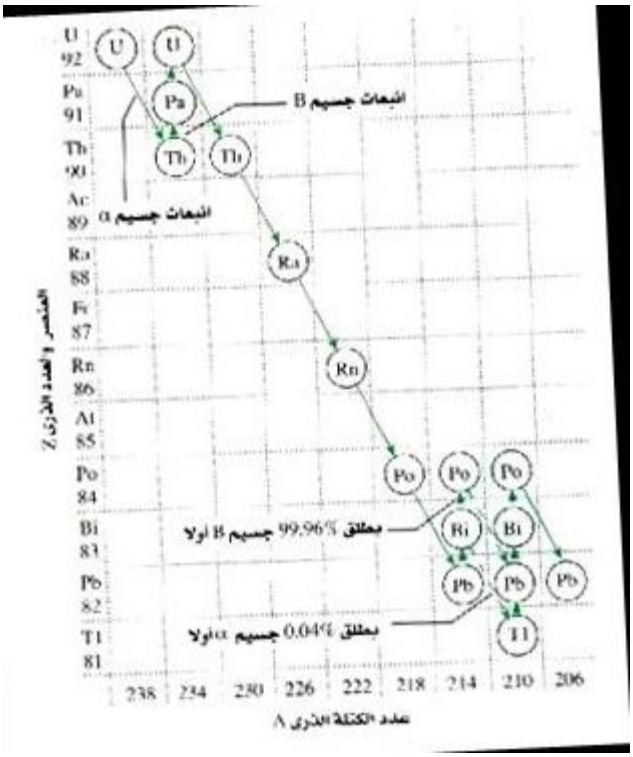
وتُستخدم هذه الطريقة لإدارة النفايات الإشعاعية في الكثير من البلدان ومنها: أستراليا، وكندا، واليابان، وفرنسا، وروسيا، وسويسرا، وبريطانيا، وأمريكا، وهولندا، وبلجيكا، وروسيا، وإسبانيا، وسويسرا، والسويد، والأرجنتين، وجمهورية التشيك، وفنلندا، وكوريا.

•التخلص باستخدام مستودعات التعدين تُبنى مستودعات التعدين بالقرب من الشواطئ أو تحت سطح الأرض وعلى أعماق تتراوح بين 250-1000م، وتشمل هذه المستودعات الأنفاق أو الكهوف المكونة من صخور مستقرة لا تسمح للمياه الجوفية بالوصول إليها.

• توضع حاويات النفايات داخل المستودعات وتُحاط بحاجز مكون من مادة مثل الأسمنت، أو الطين، ويختلف تصميم الحاويات واختيار نوع الحاجز وفقًا لنوع النفايات الإشعاعية وطبيعة أنوع الصخور المكونة للمستودعات، وتُستخدم هذه الطريقة في السويد، وفنلندا.

•التخلص باستخدام الآبار العميقة تُبنى الآبار العميقة في الصخور البلورية والرسوبية على اليابسة، أو بعيدًا عن الشواطئ وعلى عمق يصل إلى 5000 م، بحيث تحفر الآبار في الصخور ثم توضع داخلها العديد من العبوات المليئة بالنفايات الإشعاعية ليصل عمقها داخل البئر إلى 2000 م، ثم تُردم الـ 3000 م المُتبقية بمواد مثل الأسمنت، أو الخرسانة، أو مادة البنتونيت

$$^{234}_{91}\mathrm{Pa} \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{234}_{92}\mathrm{U} + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$$



(الشكل 1): سلسلة نشاط إشعاعي نموذجية، ويطلق عليها سلسلة اليورانيوم لأن النواة الأم هي اليورانيوم

وتتضمن هذه السلسلة العديد من الخطوات الاخرى قبل الوصول إلى العنصر النهائي المستقر، وهو في هذه الحالة عنصر الرصاص، Pb206.ويوضح (الشكل 1)تفاصيل هذه السلسلة.
ويلاحظ أن المراحل النهائية لنظام الاضمحلال لهذه السلسلة قد تنطوي على عدة بدائل ممكنة.
ولكل إمكانية احتمال معين للحدوث كما يتضح من الشكل (1) لحالة Bi216 ويطلق على النسبة المئوية لإمكانيات الاضمحلال المختلفة نسبة التفرق بالنسبة لاضمحلال النواة ا

هناك أيضاً سلسلتان طبيعيتان أخريان لاضمحلال النشاط الإشعاعي على الأرض والجدول (1) يضم هاتين السلسلتين مع السلسلة التي تناولناها منذ قليل ، ويلاحظ أن كلا من هذه السلاسل تبدأ بعنصر ذي عمر نصف طويل جداً وتضمحل في نهاية الأمر لتصل إلى نظير مستقر للرصاص ويفترض أن سلاسل اضمحلال أخرى قد وجدت على الأرض في عصور سابقة ولكنها اضمحلت بسرعة أكبر من أن تكتشف في وقتنا هذا

السلسلة	عنصر البداية	عمر النصف (سنة)	عنصر النهاية المستقر
اليورانيوم	$^{238}_{92}U$	4.47×10^{9}	$^{206}_{82}Pb$
الثوريوم	$^{232}_{90}Th$	1.41×10^{10}	$^{208}_{82}Pb$
الأكتينيوم	$^{235}_{92}U$	7.04×10^{8}	$^{207}_{82}Pb$

الجدول(1): السلاسل المنبعثة للنشاط الإشعاعي

الفصل الثاني

1-2 التلوث الاشعاعي

يُعرّف التلوث الإشعاعي (بالإنجليزية: Radioactive Contamination) بأنّه أحد أشكال التلوث الناتجة عن انبعاث مواد مشعة في البيئة عن طريق الصدفة، أو بفعل الطبيعة، أو نتيجة الحروب، مما يعرّض الناس للخطر ويلوث محيطهم وممتلكاتهم الشخصية.

ويحدث التلوث الإشعاعي عندما تكون المواد المشعة موجودة على سطح الأجسام أو داخلها، وتُصبح جميع عناصر البيئة كالهواء، والماء، والتربة، والنباتات، والأسطح بشكل عام، والمباني، والأشخاص، وحتى الحيوانات ملوثة إذا ما تعرضت للمواد المشعة، وظهرت على سطحها أو داخلها ، يختلف التعرض للإشعاع عن التلوث الإشعاعي، ويُعرَّف الإشعاع أو المواد المشعة على أنّها أحد أشكال الطاقة التي تنتقل عبر الموجات أو الجسيمات، والتعرض للإشعاع يعني اختراق هذه الطاقة أو المواد للجسم والمرور من خلاله، ولا تبقى على سطح الجسم أو داخله، وهذا يعني أنّه ليس شرطاً أن يكون مَن تعرض للإشعاع ملوثاً ،ويكون الشخص غير الملوث معرضاً للخطر أو عرضة للتلوث في حال تواجد بالقرب من مواد مشعة أو أشخاص، أو أماكن ملوثة، أمّا الشخص الملوث إشعاعياً فهو الذي يحتوي جسمه على المواد المشعة، أو قد تكون على سطح جسمه.

2-2 مصادر التلوث الاشعاعي

وفيما يأتي أبرز مصادر التلوث الإشعاعي: المصادر الطبيعية هناك العديد من المصادر الطبيعية للتلوث الإشعاعي، يُمكن تلخيصها بالشكل الآتي:

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

2-االبيئة الارضية: حيث توجد بعض العناصر المشعة مثل اليورانيوم والثوريوم في القشرة الأرضية.

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

4- الغازات المشعة: حيث توجد هذه الغازات بالقرب من سطح الأرض، وقد تتشكل نتيجة تحلل بعض العناصر الأرضية المشعة، كالثوريون الناتج من تحلل عنصر الثوريوم في الأرض.

5-المصادر الصناعية: هناك مجموعة من مصادر التلوث الإشعاعي أوجدها الإنسان لأغراض متعددة، ومن هذه المصادر ما يأتي:

أ-الانفجارات النووية

يُعدّ الوسط البيئي الذي يتمّ اختياره لإحداث الانفجارات النووية فيه عاملاً محدِّدَاً لخطورة وشدة التفجير، فالتفجير الجوي أشد ضرراً من التفجير تحت الماء أو بالقرب من سطح الأرض؛ نظراً إلى قدرته على نشر مخلفاته الذرية المُلوثة إلى كافة عناصر البيئة الحيوية.

ب-المفاعلات النووية

يُمكن الحد من تأثير التلوث الإشعاعي الناتج عن المفاعلات النووية من خلال مراعاة اختيار أماكن بعيدة قدر المُستطاع عن التجمعات السكانية، والمصادر الغذائية والمائية المعتمِدة عليها.

جـ - مصادر الاشعاع الطبية

قد تُستخدَم بعض أنواع الأشعة لأهداف طبية، كالأشعة السينية المُستخدَمة في تشخيص الحالات أو الأمراض.

2-3 أنواع التلوث الاشعاعي

ينقسم التلوث الإشعاعي من حيث تكرار حدوثه إلى ثلاثة أنواع، وهي كالآتي:

1-التلوث الإشعاعي المستمر: يحدث هذا النوع من التلوث بشكل مستمر ودائم في أماكن وجود المواد المُشعة، مثل مناجم اليورانيوم، والمفاعلات النووية، ومختبرات التجارب.

2-التلوث الإشعاعي اللحظي : ويحدث في وقت أو ظرف معين، مثلاً عند القيام بالتجارب النووية والتجارب التجريبية للمواد المشعة.

3-التلوث الإشعاعي العرضي : يحدث هذا النوع من التلوث عندما تفشل التجارب على المواد الخطرة، أو عندما يتمّ فقد السيطرة على المواد المُستخدَمة في التجربة.

2-4 طرق التعرض للتلوث الإشعاعي

يتمّ التعرض للتلوث الإشعاعي بطريقتين، وهما :

•التلوث الداخلي

ويحدث عندما تدخل المواد المشعة إلى داخل الجسم من خلال بلع أو تنفس المواد المشعة، أو عن طريق دخولها عبر جرح مفتوح، أو أن يتمّ امتصاصها من خلال الجلد، ويُمكن أن تستقر بعض هذه المواد في أعضاء الجسم المختلفة بشكل دائم، أو يُمكن التخلص منها عبر الدم، والتعرق، والبول، والبراز.

•التلوث الخارجي

وهو ما يحدث عند استقرار المواد المُشعة الموجودة على شكل غبار، أو مسحوق، أو سائل على السطح الخارجي للجلد، أو الشعر، أو الملابس، ومن الممكن أن يصبح التلوث الخارجي داخلياً إذا ما تمّ دخول المواد.

2-5 المخاطر الصحية الناجمة عن التلوث الاشعاعي

وفيما يأتي أبرز المخاطر الصحية الناجمة عن التلوث الإشعاعي:

1-متلازمة الإشعاع الحادة متلازمة الإشعاع الحادة أو مرض الإشعاع أو التسمم الإشعاعي (بالإنجليزية: Acute Radiation Syndrome) أو اختصاراً (ARS)، هو مرض خطير يصيب الأشخاص عند التعرض لمستوى عالٍ من الإشعاع خلال فترة زمنية قصيرة، وتحدث فقط عند:

• التعرض لجرعة عالية من الإشعاع

•في حال اختراق الإشعاع للجسم والوصول إلى الأعضاء الداخلية •تعرّض كامل الجسم أو غالبيته للإشعاع.

•التعرض للإشعاع خلال فترة زمنية قصيرة، أيّ عدة دقائق.

يظهر على الشخص المصاب بمتلازمة الإشعاع الحاد مجموعة من الأعراض، مثل الغثيان والتقيؤ والصداع والاسهال.

تختلف المدة التي يستغرقها الجسم لتظهر عليه الأعراض، إذ قد تبدأ بعد دقائق من التعرض للإشعاع أو بعد أيام، وقد تستمر أيضاً لبضع دقائق أو عدة أيام، وقد تظهر وتختفي بسرعة، وفي محال ظهور هذه الأعراض يجب التوجه إلى مركز الطوارئ الخاصة بالإشعاع من أجل الحصول على المساعدة الطبية اللازمة بعد أن يقرر المسؤولون أنّه من الآمن القيام بالعلاج.

عادة ما يشعر الشخص باستقرار حالته لفترة من الزمن بعد ظهور الأعراض الأولية، لكن الأعراض ستعود بشكل مختلف وبشدة مختلفة تبعاً لجرعة الإشعاع التي تلقاها، فقد تظهر عليه نفس الأعراض السابقة، بالإضافة إلى التعب، والحمى، وفقدان الشهية، وبعض الحالات تتعرض إلى نوبات صرع أو غيبوبة، وتستمر هذه الحالة المرضية إلى فترة تمتد من بضع ساعات وحتى عدة أشهر، يُمكن أن يُعاني الأشخاص الذين تعرضوا لجرعات كبيرة من الإشعاع إلى مشاكل جلدية تشابه أعراض حروق الشمس السيئة، وقد تؤدي إلى تلفه، وتبدأ هذه المشاكل بالظهور بعد عدة ساعات من التعرض للإشعاع، أو قد تظهر بعد عدة أيام، منها: التورم، والحكة، واحمرار الجلد، وفي بعض الحالات الشديدة يظهر على الجلد تقرحات وبثور، وتختلف الأضرار ومدة الشفاء للجلد تبعاً لجرعة الإشعاع التي تلقاها الشخص، إذ قد يبدأ الجلد بالشفاء بعد فترة قصيرة، ثمّ يعود إلى حالة التورم، والحكة، والاحمرار بعد عدة أيام أو أسابيع، حيث إنّ عملية تماثل الجلد للشفاء التام قد تستغرق مدة تتراوح بين عدة أسابيع وبضعة أعوام، كما قد يُعاني الأشخاص الذين تعرضوا لجرعات عالية من الإشعاع إلى تساقط الشعر لفترة مؤقتة، ويعود الشعر للنمو بعد عدة أسابيع تقريباً.

2- الحرق الإشعاعي يحدث الحرق الإشعاعي (بالإنجليزية: Cutaneous Radiation Injury) اختصاراً (CRI) عند تعرض الجلد لجرعات كبيرة من الإشعاع، ويتمّ الاشتباه بحدوثه عن ظهور الحروق على شخص لم يتعرض لمصدر حراري أو كهربائي أو كيميائي، والفئات

الآتية تكون معرضة لحدوث الحرق الإشعاعي:•الأشخاص الذين يتعرضون لمواد مشعة تنبعث منها جزيئات بيتا، أو أشعة جاما، أو الأشعة السينية ذات الطاقة المنخفضة.

•الأشخاص الذين يُعانون من متلازمة الإشعاع الحادة، ولا يعني بالضرورة أن يكون كل من يعاني من الحرق الإشعاعي أنّه سيصاب بـ متلازمة الإشعاع الحادة.

يُعاني المصابون بالحرق الإشعاعي من مجموعة من الأعراض التي قد تظهر عليهم بعد عدة ساعات من التعرض للإشعاع أو بعد عدة أيام، كما يُمكن أن تتطور إلى شكل آخر تبعاً لمنطقة الإصابة و جرعة الإشعاع التي امتصها الجلد، ومن الأعراض التي تظهر على الأشخاص المصابين ما يأتي :

الحكة والاحساس بالتنميل،احمرار الجلد و حدوث الوذمة (بالإنجليزية: Edema) الناجمة عن احتباس السوائل وحدوث التورم.

3-زيادة خطر الإصابة بالسرطان يُعدّ الأشخاص الذين تعرضوا لجرعات كبيرة من الإشعاع أكثر عُرضة للإصابة بالسرطان مع التقدم بالسن، لذلك يجب الأخذ بتعليمات وتوجيهات مسؤولي الطوارئ لتجنب التعرض للإشعاعات، وفي حالة التعرض للإشعاع ومراجعة مركز الطوارئ سيتمّ مراقبة الحالة من قِبَل الكادر الصحي من أجل تتبع آثاره على المدى الطويل تكون نسبة الإصابة بالسرطان ضئيلة إذا كان التعرض للإشعاع بجرعات صغيرة، بحيث تكون نسبة حدوث السرطان مشابهة لنسبة حدوثه بسبب عامل الوراثة، أو التدخين، أو النظام الغذائي، أو التعرض للمواد الكيميائية، وفي حال الإصابة بالسرطان فإنّه لا يُمكن تمييز سببه سواء أكان بسبب الإشعاع أم التدخين أم أيّ عامل آخر. تلف خلايا الجسم يُعدّ الأطفال والأجنة أكثر الفئات تضرراً من الإشعاع، إذ إنّ عملية انقسام الخلايا في أجسادهم تكون سريعة للغاية، ما يجعل فرصة تأثرها بالإشعاع أكبر، الأمر الذي يؤدي إلى تعطيل عمليات الانقسام وتتلف الخلايا.

6-2 المخاطر البيئية الناتجة عن التلوث الاشعاعي

يؤثر الإشعاع على البيئة بشكل كبير ومعقد، حيث تنتج الممارسات النوويّة نويدات مشعة (الإنجليزية: Radionuclides) تصل إلى البيئة وتلوّثها، لذا تمّ استحداث نظام علمي خاص يتعامل مع الخصائص الفيزيائية والكيميائية لها، ويدرس أثرها على الأنظمة البيئة المتعددة والمعقدة، فأولاً يتمّ دراسة سلوك هذه النويدات المشعة، وتالياً النتائج النهائية لها، وتتمثّل في دمج

النويدات مع بعضها ونقلها إلى البيئة، مما يسبب تلوث الماء، والهواء، والتربة، وحتى الإنسان والنبات

ومن العوامل التي تؤثر على سلوك النويدات المشعة

1-إطلاق النويدات المشعة بشكل وفير من مصدرها إلى البيئة.

2-الخصائص الكيميائية للنويدات المشعة.

3-الحدود التي يُمكن السيطرة عليها لإطلاق النويدات المشعة.

4-نوع ومدى انتشار النويدات المشعة.

5-المسارات الحرجة، من ماء، أو تربة، أو هواء، وغيرها التي تسير فيها النويدات المشعة.

6-الخصائص الفيزيائية للنظام البيئي المعرَّض للتلوث.

7-الأثر الممتد للنويدات المشعة على البيئة.

8-انتقال النويدات المشعة من نظام بيئي إلى آخر.

9-قدرة النظام البيئي على تخفيف تركيز النويدات المشعة وتبديدها.

10-الطريقة التي تنتقل فيها النويدات المشعة إلى النباتات.

11-طرق الهضم والإخراج لدى الحيوانات.

12-تغيّر أنماط دورة الماء، والهواء، والتربة، والنبات، والإنسان في الطبيعة.

13-الاستهلاك الغذائي، والعادات الغذائية المتبعة لدى الأفراد.

14-نسبة وعدد الأفراد المعرضين للإشعاع .

7-2 التعامل مع المناطق الملوثة بالإشعاع

من السهل التعامل مع المناطق الصغيرة ذات التلوث المحدود بالإشعاع من خلال إزالة الطبقة العلوية الملوَّثة من التربة أو إزالة المواد الملوَّثة منها، ولكن في حال كانت المنطقة الملوَّثة كبيرة الحجم وكانت مستويات التلوث فيها عالية، فيجب إجراء بعض التدابير للتعامل مع المنطقة وإزالة التلوث، كما يجب فحص التربة للتأكد من أنّها تصلح للعيش، أو أنّها مناسبة للقيام ببعض الأنشطة البشرية عليها أم لا.

ومن الطرق المُتبعة للتعامل مع المنطقة الملوَّثة بالإشعاع:

1-فرض قيود على الأشخاص الذين يرغبون في الوصول إلى المنطقة الملوَّثة.

2- منع استخدام المنطقة الملوَّثة بمخلفات التعدين بأيّ شكل من الأشكال، كالبناء عليها؛ لأنّ نسبة غاز الرادون الناتج عن التعدين تكون عالية جداً. 3-استخدام المعالجة الكيميائية لمنع انتقال الملوّثات من التربة إلى الحيوانات من خلال استخدام مادة أزرق بروسيا (بالإنجليزية

Prussian Blue)، وهي مادة كيميائية يتمّ إضافتها إلى التربة الملوثة بالإشعاع، حيث تمنع من اختلاط عنصر السيزيوم في حليب ولحوم الأبقار، وتزيد من إفرازه خارج الجسم. إضافة عنصر البوتاسيوم في التربة الملوَّثة بالإشعاع لمنع التربة من امتصاص عنصر السيزيوم

2-8 كيفية التعامل في حال حدوث تلوث إشعاعي

لا يحتوي الإشعاع على أيّ خصائص تُمكِّن الأشخاص من رؤيته، أو الشعور به، أو تذوقه، فلا يعلم الأشخاص عند التعرض لحادث معين ما إذا تمّ حدوث تلوث بفعل المواد المشعة، أم لا، لكن يُمكن أخذ التدابير والاحتياطات الآتية للحد من حدوث التلوث:

•الخروج من محيط الحادث لحماية النفس من الإشعاعات والتوجه إلى أقرب مبنى آمن حسب توجيهات المسؤولين والكوادر الطبية.

•التخلص من الملابس الخارجية، فهذا الإجراء سيقلل من إمكانية حدوث أيّ تلوث خارجي أو داخلي في حال وجود مواد مشعة على الملابس، كما سيقلل من وقت التعرض للإشعاع.

•وضع الملابس داخل كيس بلاستيكي وإبقائه في مكان بعيد عن الناس؛ حتى لا يتعرضون للإشعاع، حيث يُمكن وضعه في زاوية الغرفة، كما يجب تغطية الجروح قبل الإقدام على لمس العناصر الملوثة لمنع دخول المواد المشعة إليها. غسل الأجزاء المكشوفة من الجسم بالكثير من الماء الفاتر والصابون للتخلص من التلوث، مع تجنب لمس المناطق غير الملوثة والتي كانت مغطاة بالملابس لمنع انتشار التلوث فيها.

• في حال قامت السلطات المسؤولة عن الحادث بتحديد احتمالية تعرض الأشخاص الموجودين في المكان إلى تلوث داخلي، يمكن لأشخاص تناول الدواء لمحاولة التقليل من وجود المواد المشعة داخل الجسم

2-9 طرق التخزين والتخلص من النفايات الإشعاعية

يوجد عدة طرق تُستخدم للتخلص من النفايات الإشعاعية في العالم، وهي كما يأتي:

التخلص القريب من السطح تُستخدم مرافق التخلص القريبة من سطح الأرض للتخلص من النفايات منخفضة النشاط الإشعاعي (LLW) والنفايات متوسطة النشاط الإشعاعي (ILW) قصيرة العمر والتي يصل نصف عمرها إلى 30 عامًا؛ وذلك لحماية المرافق من التغيرات المناخية طويلة الأجل، وتُبنى هذه المرافق بالطرق الآتية:

1-بناء مرافق على أو تحتت مستوى سطح الأرض بعدة أمتار تُبنى مرافق للتخلص من النفايات الى سطح الأرض أو تحت سطح الأرض على عمق بضعة أمتار، بحيث تُحفر حفرة وتوضع داخلها خزانات أو حاويات وتُملأ بالنفايات الإشعاعية وعندما تمتلئ بالكامل تُغطى بغطاء غير منفذ ثم تُردم بتربة سطحية، وبعض المرافق تُزود بوسائل مُعينة للصرف أو بنظام خاص لتنفيس الغاز.

ويُستخدم هذا النوع من المرافق في بريطانيا، واليابان، وفرنسا، وإسبانيا، كما يوجد 5 مرافق للتخلص من النفايات منخفضة النشاط الإشعاعي في الولايات المتحدة الأمريكية.

2-بناء مرافق في كهوف تحت مستوى سطح الأرض تُبنى هذه المرافق من خلال حفر كهوف تحت الأرض على عمق عشرات من الأمتار ويُمكن الوصول إليها من خلال الأنفاق، ويُستخدم هذا النوع في السويد، حيث تمتلك كهفًا على عمق 50 مترًا تحت قاع بحر البلطيق للتخلص من النفايات قصيرة العمر، وفي فنلندا والتي تمتلك كهفًا على عمق 100م للتخلص من النفايات منخفضة ومتوسطة الإشعاع.

3-التخلص الجيولوجي العميق تُستخدم طريقة التخلص الجيولوجي العميق للتخلص من النفايات عالية النشاط الإشعاعي والتي تبقى لفترات

طويلة جدًا، بحيث تُبنى مستودعات تحت الأرض وتكون معزولة بحواجز متعددة بما في ذلك؛ الحاويات، والمستودعات الهندسية، والحواجز الجيولوجية ؛كالصخور، والطين، والأملاح وذلك لمنع وصول الإشاعات إلى البشر أو البيئة.

وتُستخدم هذه الطريقة لإدارة النفايات الإشعاعية في الكثير من البلدان ومنها: أستراليا، وكندا، واليابان، وفرنسا، وروسيا، وسويسرا، وبريطانيا، وأمريكا، وهولندا، وبلجيكا، وروسيا، وإسبانيا، وسويسرا، والسويد، والأرجنتين، وجمهورية التشيك، وفنلندا، وكوريا.

4-التخلص باستخدام مستودعات التعدين تُبنى مستودعات التعدين بالقرب من الشواطئ أو تحت سطح الأرض وعلى أعماق تتراوح بين 250-1000م، وتشمل هذه المستودعات الأنفاق أو الكهوف المكونة من صخور مستقرة لا تسمح للمياه الجوفية بالوصول إليها.

5-توضع حاويات النفايات داخل المستودعات وتُحاط بحاجز مكون من مادة مثل الأسمنت، أو الطين، ويختلف تصميم الحاويات واختيار نوع الحاجز وفقًا لنوع النفايات الإشعاعية وطبيعة أنوع الصخور المكونة للمستودعات، وتُستخدم هذه الطريقة في السويد، وفنلندا.

6-التخلص باستخدام الآبار العميقة تُبنى الآبار العميقة في الصخور البلورية والرسوبية على اليابسة، أو بعيدًا عن الشواطئ وعلى عمق يصل إلى 5000 م، بحيث تحفر الآبار في الصخور ثم توضع داخلها العديد من العبوات المليئة بالنفايات الإشعاعية ليصل عمقها داخل البئر إلى 2000 م، ثم تُردم الـ 3000 م المُتبقية بمواد مثل الأسمنت، أو الخرسانة، أو مادة البنتونيت.

7- يُمكن أن يصل عدد العبوات داخل البئر إلى 400 علبة فولاذية بحيث يبلغ قطر كل عبوة 0.33-0.5 م وطولها 5 م، ويُفصل بين كل عبوة والأخرى بطبقة من الأسمنت أو مادة البنتونيت، وتُستخدم هذه الطريقة في السويد، والدنمارك، وأمريكا، وسويسرا .

الفصل الثالث

1-3 حقائق رئيسية عن الرادون

الرادون هو غاز مشعّ طبيعي يمكن العثور عليه بتركيزات عالية في الأماكن المغلقة مثل المنازل وأماكن العمل.

الرادون هو أحد الأسباب الرئيسية للإصابة بسرطان الرئة ، تشير التقديرات إلى أن الرادون يسبب ما بين 3 و14% من مجموع حالات الإصابة بسرطان الرئة على مستوى بلد ما، وذلك بحسب متوسط تركيز هذا الغاز على الصعيد الوطني ومعدلات انتشار التدخين وخطر الإصابة بسرطان الرئة أعلى بالنسبة للمدخنين بسبب الآثار التآزرية للرادون وتدخين السجائر.

هناك أساليب مجرّبة ومستديمة وفعالة من حيث التكلفة للوقاية من مخاطر تسرّب الرادون إلى البنايات الجديدة وتقليل نسبة تركيزه في البنايات القائمة ،يمكن بسهولة قياس تركيز الرادون داخل المباني باستخدام كاشف صغير غير فعال.

ما هو الرادون

الرادون غاز مشعّ طبيعي عديم الرائحة أو اللون أو الطعم، ينتج عن الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي لليورانيوم المتواجد في الصخور وأنواع الترب كافّة، ويمكن العثور عليه في الماء أيضاً ويتسرب الرادون من التربة إلى الهواء حيث يضمحل وينتج مزيداً من الجزيئات المشعة وأثناء التنفس تترسب هذه الجزيئات على الخلايا المبطنة للمسالك الهوائية حيث يمكن أن تتلف الحمض النووي ويُحتمل أن تسبب سرطان الرئة، وفي الهواء الطلق يتلاشى الرادون سريعاً وتنخفض تركيزاته إلى أدنى المستويات ولا يمثل مشكلة عموماً. ويتراوح متوسط تركيز الرادون في الهواء الطلق 1 بين 5 و15 بكريل/ م3.،وبالمقابل تكون تركيزات الرادون في الأماكن المغلقة والمناطق القليلة التهوية أعلى من ذلك حيث تُسجل أعلى النسب في أماكن مثل المناجم والكهوف ومرافق معالجة المياه، ويمكن أن تتباين تركيزات الرادون في المباني مثل المنازل والمدارس والمكاتب تبايناً كبيراً من 10 بكريل/ م3 إلى أكثر من 10000 بكريل/ م3،وبالنظر إلى ث

خصائص الرادون، فإن المقيمين في تلك المباني قد يعيشون أو يعملون فيها وهم يجهلون أن مستويات تركيز الرادون فيها عالية للغاية.

2-3 أثار الرادون على الصحة

الرادون هو أحد الأسباب الرئيسية لسرطان الرئة، وتشير التقديرات إلى أن الرادون يسبب ما بين 3 و14% من مجموع حالات الإصابة بسرطان الرئة على مستوى بلد ما، وذلك بحسب متوسط تركيز هذا الغاز على الصعيد الوطني ومعدلات انتشار التدخين ولُوحظت زيادة في معدلات الإصابة بسرطان الرئة لأول مرة بين عمال مناجم اليورانيوم المعرضين لتركيزات عالية جداً من الرادون وإضافة إلى ذلك أكدت دراسات أجريت في أوروبا وأمريكا الشمالية والصين أن

تركيزات الرادون حتى عندما تكون منخفضة مثل تلك المنتشرة في هواء المنازل، تشكل أيضاً مخاطر كبيرة وتسهم في الإصابة بسرطان الرئة في أنحاء العالم بأسره وكلما زاد متوسط تركيز الرادون على المدى الطويل بمقدار 100 بكريل/ م3، زاد خطر الإصابة بسرطان الرئة بنسبة 16%. ومن المفترض أن العلاقة القائمة بين الجرعة والاستجابة هي علاقة خطية أي أن خطر الإصابة بسرطان الرئة يزيد طردياً بزيادة التعرض للرادون

وترتفع احتمالات تسبب الرادون بسرطان الرئة ارتفاعاً كبيراً لدى المدخنين وفي الواقع تشير التقديرات إلى أن المدخنين أكثر عرضة لخطر الرادون بمقدار 25 مرة من غير المدخنين ولم تُحدَّد حتى الآن أي مخاطر بالنسبة لأنواع السرطان الأخرى أو أي آثار صحية أخرى رغم أن الرادون المُستنشق يمكن أن يوصل الإشعاع إلى أعضاء أخرى ولكن بمستوى أقل بكثير من الرئتين.

3-3 الرادون في المباني

يتعرض معظم الناس للرادون بأعلى المستويات في المنزل حيث يقضون أغلب أوقاتهم، رغم أن أماكن العمل المغلقة قد تكون أيضاً مصدراً للتعرض. ويتوقف تركيز الرادون في المباني على ما يلي:

1-الجيولوجيا المحلية مثل محتوى اليورانيوم ونفاذية الصخور والتربة الأساسية

2-الطرق التي يمكن من خلالها للرادون أن يتسرب من التربة إلى المبنى •فوحان الرادون من مواد البناء

3-معدل دخول الهواء وخروجه المرهون بتصميم المنزل

4-وعادات السكان فيما يتعلق بالتهوية، ومدى إحكام منافذ الهواء في المبنى.

5-ويتسرب غاز الرادون إلى المنازل عبر شقوق الأرضيات أو نقاط تلاقي الأرضيات بالجدران، أو عبر الثغرات الموجودة حول الأنابيب أو الكابلات، أو الثقوب الصغيرة الموجودة في الجدران المصنوعة من القوالب المفرغة، أو الأحواض، أو المجاري ، وتكون تركيزات الرادون عادة أعلى في الطوابق السفلية والأقبية ومساحات المعيشة الملامسة للتربة، ولكن يمكن العثور أيضاً على الرادون بتركيزات عالية فوق الطابق الأرضي.

وتتفاوت تركيزات الرادون تفاوتاً كبيراً بين المباني المتجاورة وكذلك داخل مبنى ما من يوم إلى آخر ومن ساعة إلى أخرى وبالنظر إلى هذه الاختلافات يُستحسن تقدير متوسط التركيز السنوي للرادون في الهواء الداخلي بإجراء قياسات على مدى فترة لا تقل عن 3 أشهر ويمكن قياس تركيزات الرادون داخل المساكن بطريقة غير مكلفة وبسيطة بواسطة كاشف صغير غير فاعل ويلزم أن تستند القياسات إلى بروتوكولات وطنية لضمان الاتساق والموثوقية كذلك في صنع القرار ويمكن أن تكون الاختبارات القصيرة الأجل لتركيزات الرادون التي تُجرى وفقاً للبروتوكولات الوطنية مهمة عند اتخاذ القرارات أثناء الحالات الحساسة من حيث التوقيت، مثل مبيعات المنازل أو لاختبار مدى فعالية الأعمال المُنجزة لتخفيف تركيزات الرادون.

4-3 تخفيض تركيز الرادون في المنازل

هناك أساليب مجرّبة بصورة جيدة ومستديمة وفعالة من حيث التكلفة للوقاية من مخاطر الرادون داخل المنازل الجديدة وتقليل نسبة تركيزه في المساكن القائمة، وينبغي التفكير في الوقاية من غاز الرادون عند بناء منازل جديدة ولاسيما في المناطق المعرضة للرادون.

وفي العديد من بلدان أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية والصين، تُدرج في قوانين البناء تدابير الحماية من الرادون في المباني الجديدة.

وفيما يلي بعض الطرق الشائعة للحد من مستويات الرادون في المباني القائمة:

1-زيادة التهوية أسفل الأرضية

2-تركيب نظام خاص بتجميع غاز الرادون في القبو أو تحت أرضية صلبة

3-منع تسرب الرادون من القبو إلى غرف المعيشة

4-إحكام سد الأرضيات والجدران

5-تحسين تهوية المبنى

6-وخصوصاً في سياق الحفاظ على الطاقة.

وقد ثبت أن النظم غير الفاعلة لتخفيف الآثار قادرة على تخفيض تركيزات الرادون في الأماكن المغلقة بنسبة تزيد على 50% ،وفي حال استعمال مراوح التهوية الطاردة لغاز الرادون يمكن تخفيض هذه التركيزات إلى أقل من ذلك بكثير

5-3 غاز الرادون في مياه الشرب

تُستمد مياه الشرب في العديد من البلدان من مصادر المياه الجوفية مثل الينابيع والآبار السطحية والآبار الارتوازية وتحتوي مصادر المياه هذه في العادة على تركيزات أعلى من الرادون مقارنة بالمياه السطحية المستمدة من الخزانات أو الأنهار أو البحيرات ولم تؤكد الدراسات الوبائية حتى الآن وجود أي صلة بين استهلاك مياه الشرب المحتوية على الرادون وزيادة خطر الإصابة بسرطان المعدة ويمكن أن يتسرب غاز الرادون المُذاب في مياه الشرب إلى الهواء الداخلي للمنازل وتعتبر جرعة الرادون المستنشقة عادة أعلى من تلك المبتلعة.

وتوصي "المبادئ التوجيهية الصادرة عن منظمة الصحة بشأن نوعية مياه الشرب" (2011) بأن تُحدَّد مستويات فحص تركيزات الرادون في مياه الشرب على أساس التركيز المرجعي الوطني للرادون في الهواء ومن المستوجب قياس تركيزات الرادون في الحالات التي يُحتمل فيها أن ترتفع تركيزاته في مياه الشرب وثمة تقنيات بسيطة وفعالة متاحة لتخفيض تركيزات الرادون في إمدادات مياه الشرب عن طريق تهويتها أو باستخدام مرشحات الكربون المنشط الحبيبية.

الجزء العملي

الأستنتاجات

1. يعتبر التلوث الاشعاعي من اهم انواع التلوث الموجودة نضرا" لخطورته.

2.يعتبر التعرض الإشعاعي هو اخطر انواع العوامل المؤثرة على الطلاب بسبب صفة التراكمية الموجودة فيه واختراقيته العالية التي تسبب الامراض السرطانية الخطرة لذلك تم التركيز على قياساته داخل بناية القسم وبالطابقين الاول والثاني .

3.اظهرت النتائج ارتفاع مستوى الاشعاع الطبيعي في الطابق الاول يكون اعلى من مستواه في الطابق الثاني.

4. كان المعدل العام للنماذج المقاسة بصورة عامة هو متغير من عينة الى آخرى وكل هذه النقاط المقاسة واقعة ضمن المدى المسموح للاشعاع.

يتضمن الخطوات العملية والقوانين والحسابات المستخدمة في قياس قيمة الاشعاع في بناية جامعة بابل في محافظة بابل باستخدام جهاز Inspecto Handheld Digital Radiation Alert Detector by SE International

6-3 لأجهزة المستخدمة Used Device

جهاز SE International Inspector Handheld Digital Radiation Alert Detector

هو كاشف إشعاعي محمول باليد يكتشف جزيئات ألفا وبيتا، وأشعة جاما وأشعة الأشعة السينية، مع مسبار خارجي، ولديه عارض رقمي من أربعة أرقام بوحدات (mR) او (CPM) أو (µSV) ويأتي مع حقيبة حمل ومع غطاء.

يمكن لهذا الكاشف الإشعاعي اكتشاف مستويات منخفضة من الأنواع الرئيسية الأربعة من جزيئات ألفا والألفا المؤينة، وأشعة جاما والأشعة السينية على النطاقات التشغيلية التلقائية ، تم تحسينه للكشف عن تغييرات صغيرة (مستويات منخفضة) في مستويات الإشعاع ولديها حساسية عالية للغازات النبيلة، والعديد من العوامل المشعة منخفضة الطاقة المشتركة.

يحتوي الجهاز على معالجات دقيقة لنطاقات التشغيلية التلقائية لمجموعة متنوعة من تطبيقات الكشف عن الإشعاع ويشير عداد أحمر وميض، وصفارة إلى كل حدث تغيير إشعاع مؤين ويعرض تحديد على الشاشة كل ثلاث ثوان عند مستويات خلفية منخفضة، والتي تعتبر نموذجية في منطقة جغرافية، فإن التحديث هو المتوسط المتحرك لأحدث فترة زمنية 30 ثانية. إنه يحسب تغييرات الإشعاع المؤين، مع وحدة القياس التي يختارها المستخدم.

تعرض الشاشة مؤشرات مختلفة، بناء على إعداد الوضع، والوظيفة التي تؤديها، وقوة البطارية المتبقية. اعتمادا على إعدادات المستخدم، يتضمن العرض البطارية المنخفضة، التنبيه، مؤقت، الوضع الإجمالي (لمعرفة عدد المرات، يجب ضرب القراءة للحصول على عدد الإشعاع الصحيح) ،يأتي الجهاز مع أنبوب جايجر مولر هالوجين غير متحيز مع نافذة "(رقيقة) لاستشعار الإشعاعات المؤينة، ويمكن استخدامه في مجموعة متنوعة من التطبيقات. حيث

يستخدم للمسح عن تلوث المواد المشعة التي تحدث بشكل طبيعي، والتفتيش عن المواقع الملوثة والمعدات والأشخاص والتفتيش التنظيمي والكشف عن النفايات المشعة منخفضة الطاقة.

الشكل (3-1) يوضح جهاز SE International Inspector Handheld Digital Radiation Alert Detector

3-7مواصفات الجهاز

1-الكاشف:-

أنبوب معدّل صناعيا" داخليًا مُخمد بالهالوجين مع نافذة رقيقة من الميكا، الكثافة المساحية1.4-2.0 مجم / سم 2 . القطر الفعال للنافذة 45 مم (1.75 بوصة). يشير رمز الإشعاع الموجود على الملصق الأمامي إلى مركز جهاز الكشف.

2-الشاشة:-

4 أرقام من الكريستال السائل مع المؤشرات.

3-متوسط الفترات :-

سيتم تحديث عرض متوسط الفترات كل 3 ثوانٍ. في مستويات الخلفية المنخفضة، يكون التحديث هو المتوسط المتحرك لفترة الثلاثين ثانية الماضية. تنخفض الفترة الزمنية للمتوسط المتحرك مع زيادة مستوى الإشعاع.

4-الحساسية:-

تكتشف حساسية الطاقة وجود ألفا وصولاً إلى MeV 2 ، ويكتشف بيتا وصولاً إلى.16 MeV كفاءة الكشف النموذجية عند MeV 1 تقريبًا. 25٪. يكتشف جاما وصولا إلى KeV 10 من خلال نافذة النهاية. 3340 (Cs137) CPM / mR / hr.

اصغر مستوى يمكن اكتشافه لـ I125 هو 0.2 Ciμ عند التلامس.

5-نطاق التشغيل:-

mR/hr - .001 (1μR) to 100

CPM – 0 to 350,000

CPS – 0 to 5000

μSv/hr - .01 to 1000

Total/ Timer – 1 to 9,999,000 counts

6-الدقة:-

mR/hr ±10% typical (NIST), ±15% max - 0 to 100

μSv/hr ±10% typical (NIST), ±15% max - .01 – 1000

CPM ±10% typical (NIST), ±15% max - 0 to 350,000

Referenced to Cs-137)

7-المدى (النطاق):-

.mR/hr .001 – 50 and CPM 1 - 160,000. 70db @ 1m

8-مكافحة التشبع:-

سيثبت العداد على نطاق واسع في الحقول التي تصل إلى 100 ضعف الحد الأقصى للقراءة

9-المخرجات:-

المخرجات محركات أقراص ذات مقبس مزدوج مصغر CMOS أو أجهزة TTL: العد إلى الكمبيوتر أو أداة تسجيل البيانات. يسمح إدخال مقبس بالمعايرة الإلكترونية.

10-مؤشر الضوء:-

يومض مؤشر (ليد) باللون الأحمر مع كل حدث إشعاعي.

11-مؤشر الصوت:-

صافرة مركبة داخليًا (يمكن إيقاف تشغيلها للتشغيل الصامت)

12-مصدر الطاقة:-

بطارية قلوية واحدة 9 فولت،عمر البطارية تقريبا 2160 ساعة في الخلفية العادية.

13-مدى درجة الحرارة:-

يعمل بنطاق -10ºC to 50ºC (14ºF to 122ºF)

14-الوزن:-

273 غم بدون بطارية.

15-الحجم:-

150 30 x 80 x مم

الشكل (3-2) يوضح أجزاء جهاز SE International Inspector Handheld Digital Radiation Alert Detector

8-3 طريقة العمل method of work

1-تم تشغيل ومعياره الجهاز على وحدة Sv/hrμ .

2-عند اخذ القراءات تم توجيه وجه مسبار الجهاز نحوّ الأسفل.

3-تم اخذ القراءات من منتصف القاعات الدراسية وغرف التدريسيين.

4-تم اخذ 73 قراءة من مواقع مختلفة في بناية قسم الفيزياء.

5-تم ترميز كل موقع اخذ القراءات منه وتسقطها على خارطة القسم.

6—تم تسجيل القراءات ووضعها في جدول.

الفصل الرابع

الفصل الرابع: النتائج ، المناقشة و الاستنتاجات

Results , Discussion and Conclusions: Chapter Four

4-1النتائج

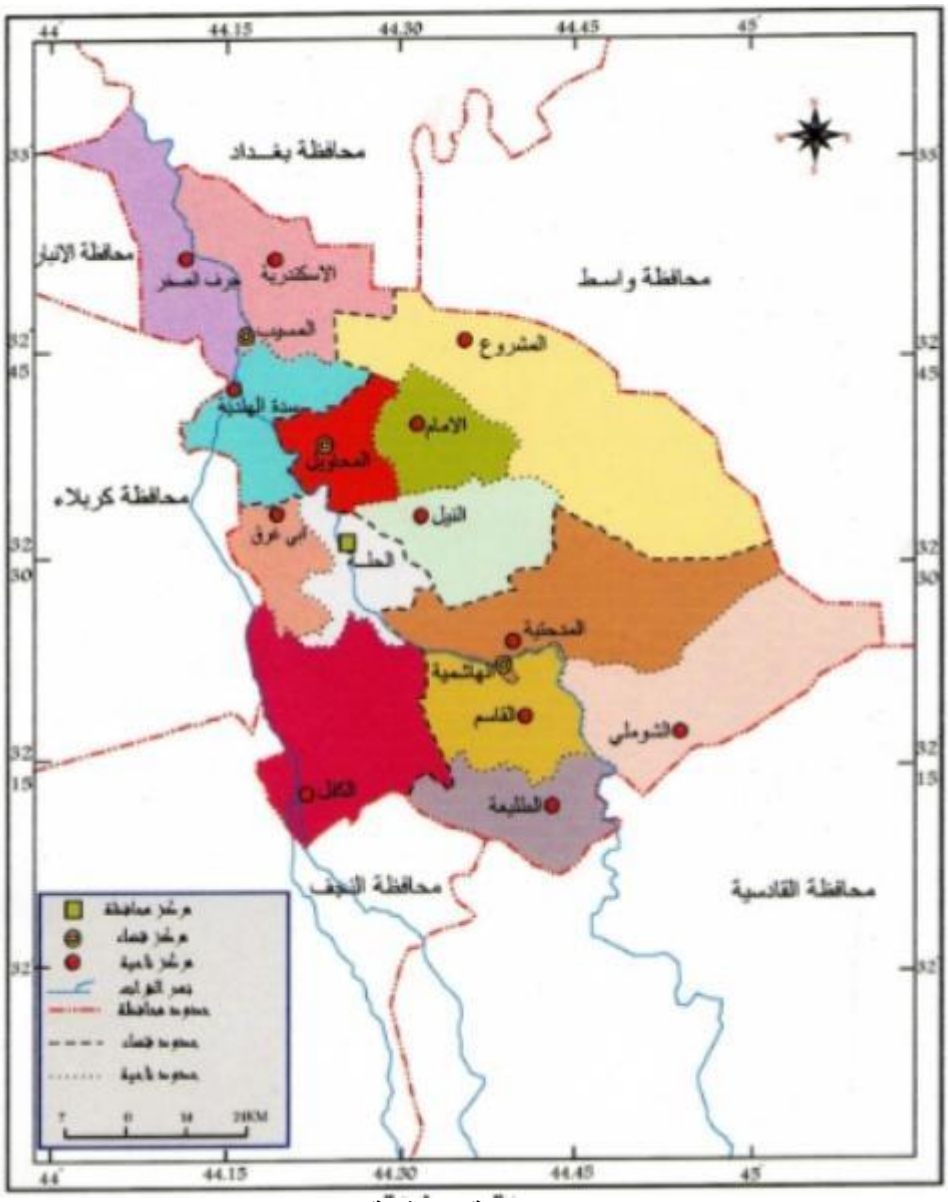
لقد تركز اهتمامنا في هذه الدراسة على الاشعاعات النووية الطبيعية التي قيست في قسم الفيزياء والتي يمكن أن يتعرض لها الموجودين في ذلك القسم , ويعتبر جلد الانسان حاجز للإشعاع في حالة التعرض الخارجي له والطريقة الوحيدة لدخوله الى الجسم هي اما عن طريق الاستنشاق اوالابتلاع اي شرب الماء او المواد الداخلة في تركيبه .

وعليه يتضمن هذا الفصل عرضاً للنتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة ومناقشتها كما يتضمن الفصل عرضاً للاستنتاجات.

4-2 فحص المواقع positions of scan

تم في هذا البحث قياس شدة الاشعاع في داخل مبنى قسم الفيزياء في كلية العلوم جامعة بابل الواقعة في محافظة بابل لتقييم الخطر على صحة الطلبة والكادر التدريسي في المنطقة المدروسة.

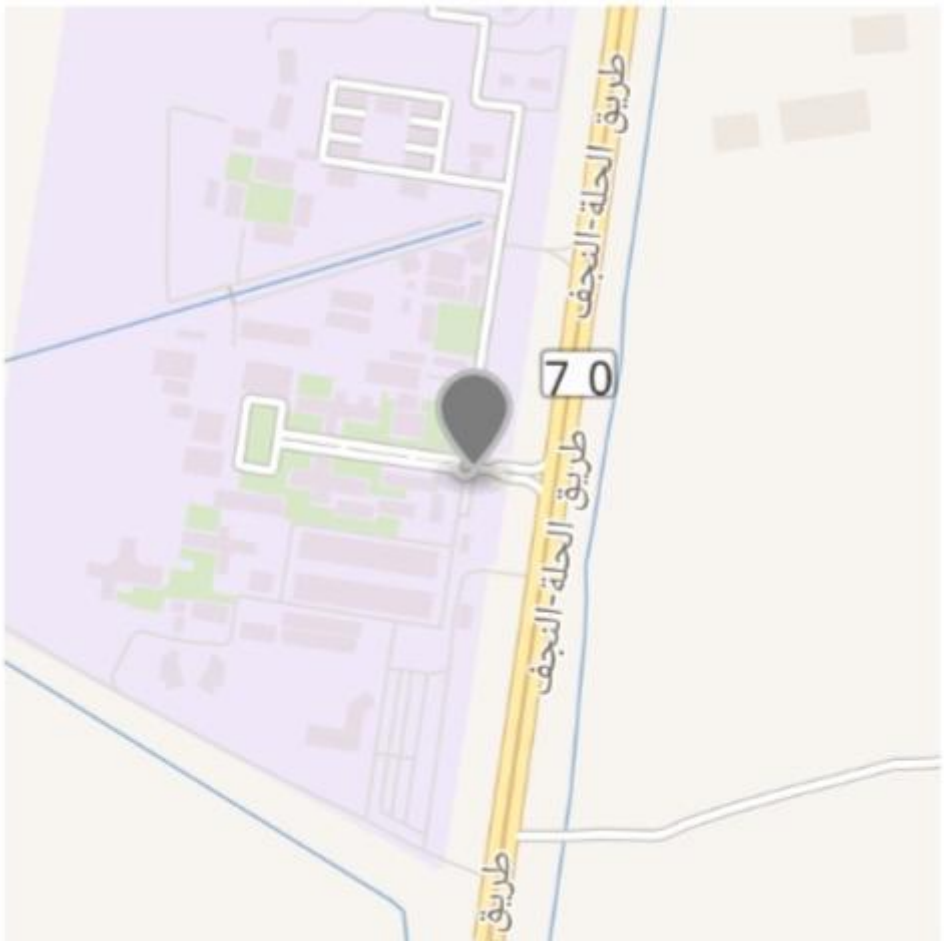
تقع محافظة بابل على خط طول 440 14'وخط عرض .420 47' وهي إحدى المحافظات الواقعة في وسط العراق جنوب العاصمة بغداد، وخامس أكبر محافظة من حيث عدد السكان في العراق إذ يقدر عدد سكانها بنحو 2,065,042 مليون نسمة بحسب تقديرات وزارة التخطيط العراقية لعام 2018 يحدها من الشمال العاصمة بغداد، ومن الجنوب محافظتي النجف والديوانية، ومن الغرب محافظة كربلاء المقدسة ومن الشرق محافظة الكوت. ترتفع أراضي محافظة بابل المنحدرة نحو الجنوب 35 ْم فوق مستوى سطح البحر، يسودها مناخ صحراوي يمتاز بقلة سقوط الأمطار وارتفاع درجات الحرارة صيفاً والتي تصل إلى 50 ْم، يسودها جو دافئ شتاءً جاف باستثناء بعض الأمطار متفرقة.



الشكل (4-1) خارطة محافظة بابل

جامعة بابل واحدة من الجامعات العراقية الكبيرة. تقع في محافظة بابل. تتألف الجامعة من 21 كلية تتوزع في ثلاثة مجمعات أساسية تقع جميعها في مدينة الحلة. الحرم الجامعي المركزي يقع غربي مدينة الحلة على الطريق الرابط بين بابل والنجف، وهو أكبر المجمعات من حيث المساحة وعدد الكليات و يليه مجمع الكليات الطبية الواقع في وسط مدينة الحلة بحي الإسكان. وتقع كلية الفنون الجميلة على بعد شارع واحد من هذا المجمع. و أخيرا مجمع صغير في شمالي غربي الحلة قريبا من مستشفى مرجان وحي الجزائر. و كانت الجامعة تمتلك حرما أخرا في ناحية القاسم يضم كلية الطب البيطري، قبل أن تنفصل الأخيرة في اواسط 2012 وتصبح تابعة لجامعة القاسم الخضراء حديثة التأسيس والتي أصبح الحرم تابعا لها. تأسست الجامعة في

1991/4/25ويقع الحرم الجامعي الرئيسي في الاحداثية 32°23′34″E 44°24′05″N وهو الموقع الذي تم اجراء الدراسة فيه.

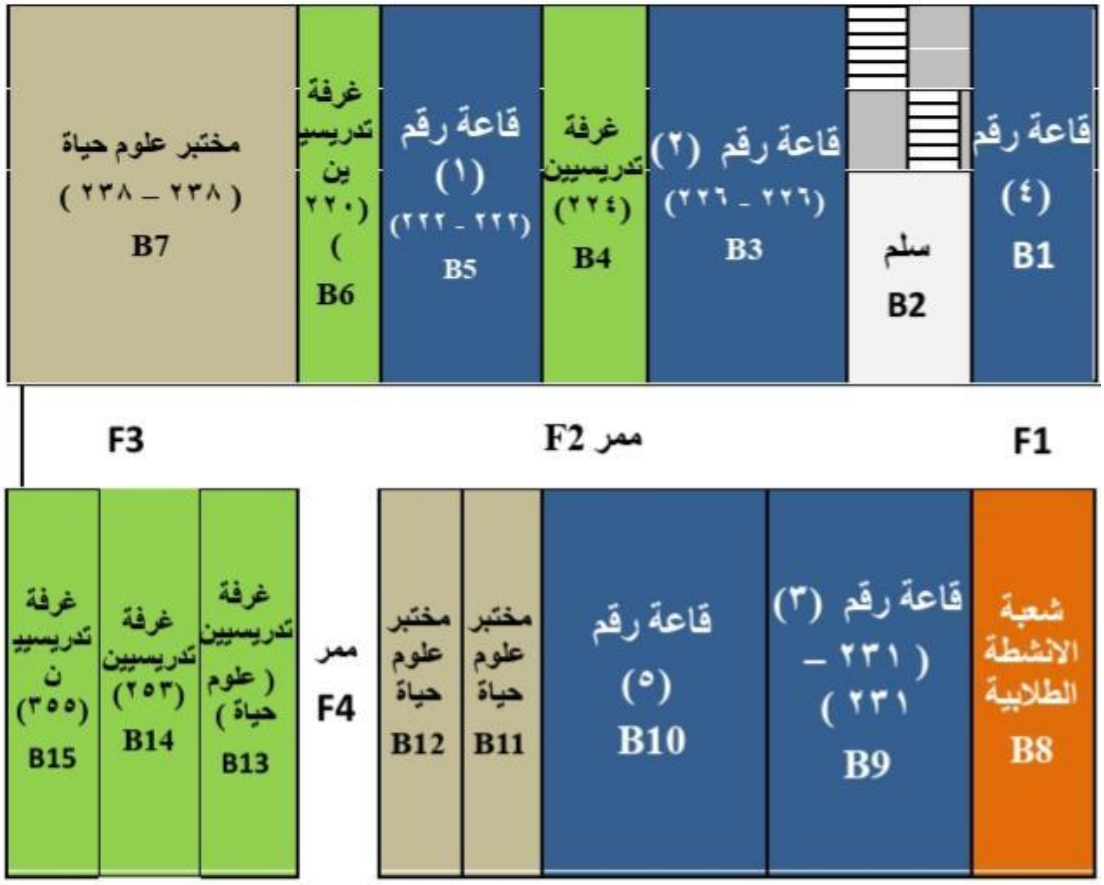


الشكل (4-2) موقع وخريطة جامعة بابل في محافظة بابل

الشكل (4-3) صورة جوية لبناية قسم الفيزياء في جامعة بابل

radiation Values Sv/hrμ بوحدة	Location Sample	Location Name	No
1,117	B1	قاعة رقم (9)	**1**
0,112	B2	سلم	**2**
0,0872	B3	قاعة رقم(2)	**3**
0,0119	B4	غرفة تدريسيين	**4**
0,117	B5	قاعة رقم (1)	**5**
0,113	B6	غرفة تدريسيين	**6**
0,151	B7	مختبر علوم الحياة	**7**
0,080	B8	شعبة الانشطة الطلابية	**8**
0,141	B9	قاعة رقم (3)	**9**
0,182	B10	قاعة رقم(10)	**10**
0,095	B11	مختبر علوم الحياة	**11**
0,64	B12	مختبر علوم الحياة	**12**
0,117	B13	غرفة تدريسيين علوم	**13**
0,118	B14	غرفة تدريسيين	**14**
0,161	B15	غرفة تدريسيين	**15**
0,092	F1	ممر	**16**
0,092	F2	ممر	**17**
0,055	F3	ممر	**18**
0,591	F4	ممر	**19**

الجدول (4-1) مواقع الدراسة داخل بناية قسم الفيزياء (الطابق الاول)



الشكل (4-4) يوضح مخطط قسم الفيزياء ومواقع الدراسة (الطابق الاول)

No	Location Name.	Location Sample	radiation Values بوحدة µSv/hr
1	م.الالكترونيات	A1	0,119
2	م.الحسابات	A2	0,112
3	سلم	A3	0,129
4	مخزن القسم	A4	0,079
5	م.الصلبة (أولية)	A5	0,0141
6	غرفة تدريسيين	A6	0,117

7	م.الفيزياء العام	A7	0,112
8	المكتبة الالكترونية	A8	0,114
9	رئاسة القسم	A9	0,115
10	سكرتارية القسم	A10	0,117
11	م.النبائط العضوية	A11	0,059
12	صحيات	A12	0,089
13	قاعة المحاضرات الافتراضية	A13	0,116
14	لجنة امتحانية عليا	A14	0,082
15	لجنة امتحانية اولية	A15	0,112
16	قاعة دراسات عليا	A16	0,069
17	م.بوليمر المتقدم	A17	0,0119
18	م.البلازما المتقدم	A18	0,113
19	م.الحسابات(2)	A19	0,083
20	سلم	A20	0,141
21	م. ابحاث متقدم	A21	0,118
22	مكتبة مجانية التعليم	A22	0,113
23	غرفة تدريسيين	A23	0,117
24	غرفة تدريسيين	A24	0,113
25	م. الكهربائية	A25	0,111
26	سلم	A26	0,119
27	م.الحرارة والمواد	A27	0,116
28	غرفة المعيدات	A28	0,068
29	غرفة تدريسيين	A29	0,068
30	قاعه(6) للدراسات	A30	0,075
31	غرفة تدريسيين	A31	0,117
32	غرفة تدريسيين	A32	0,112
33	غرفة تدريسيين	A33	0,049

34	م.النووية (اولية)	A34	0,072
35	م. النووية (المتقدم)	A35	0,093
36	م. الليزر (المتقدم)	A36	0,119
37	صحيات	A37	0,116
38	غرفة اللوكرات	A38	0,119
39	غرفة تدريسيين	A39	0,116
40	غرفة تدريسيين	A40	0,113
41	غرفة تدريسيين	A41	0,117
42	غرفة تدريسيين	A42	0,119
43	م.الاغشية الرقيقة	A43	0,112
44	م.المواد المتقدم	A44	0,118
45	م. النظرية المتقدم	A45	0,102
46	م.البصريات المتقدم	A45	0,119
47	م.البصريات والليزر	A46	0,117
48	ممر	H1	0,041
49	ممر	H2	0,108
50	ممر	H3	0,118
51	ممر	H4	0,075
52	ممر	H5	0,115
53	ممر	H6	0,162
54	ممر	H7	0,83

الجدول (4-2) مواقع الدراسة داخل بناية قسم الفيزياء (الطابق الثاني)

الشكل (4-5) يوضح مخطط قسم الفيزياء ومواقع الدراسة(الطابق الثاني)

1. أعلى قيمة لمستوى الاشعاع في الطابق الاول لبناية قسم الفيزياء كانت Sv/hr µ (0.182) في قاعة رقم (5) ضمن موقع المحدد , وأقل قيمة كانت Sv/hrµ (0.055) في ممر رقم F3 وكان معدل هذه القيم Sv/hr (0.134)µ.

2. وبالنسبة للطابق الثاني لنفس البناية فأن أعلى قيمة للفعالية النوعية 0.183 Sv/hrµ)) كانت في ممر رقم (H7) ضمن الموقع المحدد, وأقل قيمة كانت 0.041 Sv/hrµ)) في ممر رقم (H1) وكان معدل هذه القيم Sv/hr (0.0987)µ .

3. نلاحظ ارتفاع مستوى الاشعاع الطبيعي في الطابق الاول يكون اعلى من مستواه في الطابق الثاني لنفس البناية وهذا امر طبيعي كون هذا الطابق يكون قريب من التربة التي تعتبر مصدر رئيسي لغاز الرادون المشع الذي يمثل نسبة كبيرة من الاشعاع الطبيعي.

على العموم فقد كان المعدل العام للنماذج المقاسة بصورة عامة هو متغير من عينة الى آخرى وسبب التفاوت الحاصل يعود للطبيعة الجيولوجية لتربة المنطقة المدروسة حيث أنها منطقة مجاورة لأراضي زراعية وكذلك اختلاف مواد البناء المستخدمة لإنشاء الطابقين وكل هذه النقاط المقاسة واقعة ضمن المدى المسموح للإشعاع.

3-4 الاستنتاجات

1. يعتبر التلوث الاشعاعي من اهم انواع التلوث الموجودة نضرا" لخطورته.

2.يعتبر التعرض الإشعاعي هو اخطر انواع العوامل المؤثرة على الطلاب بسبب صفة التراكمية الموجودة فيه واختراقيته العالية التي تسبب الامراض السرطانية الخطرة لذلك تم التركيز على قياساته داخل بناية القسم وبالطابقين الاول والثاني .

3.اظهرت النتائج ارتفاع مستوى الاشعاع الطبيعي في الطابق الاول يكون اعلى من مستواه في الطابق الثاني.

4. كان المعدل العام للنماذج المقاسة بصورة عامة هو متغير من عينة الى آخرى وكل هذه النقاط المقاسة واقعة ضمن المدى المسموح للإشعاع.

المصادر References

1^ أ ب ت ث ج " Radioactive Contamination and Radiation Exposure ", " .emergency.cdc.gov, Retrieved 14-4-2020. Edited

2 ^ أ ب "التلوث الإشعاعي"، صفحة 3، www.uobabylon.edu.iq، اطّلع عليه بتاريخ 11-8-2018. بتصرّف. ↑ " What Is Radioactive Pollution?", www.environmentalpollutioncenters.org, Retrieved 14-4-2020. Edited. ↑ "Contamination vs. exposure", www.cdc.gov, Retrieved 14-4-2020. .Edited

3 ^ أ ب ت ث ج ح " Acute Radiation Syndrome (ARS): A Fact Sheet for the .Public", www.cdc.gov, Retrieved 14-4-2020. Edited

4^ أ ب "- Cutaneous Radiation Injury (CRI)", www.cdc.gov, Retrieved 14 .4-2020. Edited

5 ^ أ ب " Cancer and Long-Term Health Effects of Radiation Exposure and Contamination", www.cdc.gov, Retrieved 14-4-2020. Edited. ↑ ."Radiation Health Effects", www.epa.gov, Retrieved 14-4-2020. Edited

6 ^ أ ب ت "" Environment & Pollution :: Radioactive Pollution"، agritech.tnau، . Retrieved 16-8-2022

7 ^ أ ب A.D. Wrixon; I. Barraclough; M.J. Clark (Consultant) (2004), RADIATION, PEOPLE AND THE ENVIRONMENT, Austria: IAEA, .Page 49-50. Edited

8^ أ ب ت ث ج ح خ د ذ ر " Storage and Disposal of Radioactive Waste", ه .WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, Retrieved 10/11/2021. Edited

9^كتاب اساسيات الفيزياء

10^مبادئ توجيهية بشأن نوعية مياه الشرب، الطبعة الرابعة (بالإنكليزية) جنيف، منظمة الصحة العالمية (2011)

11^ إدارة النشاط الإشعاعي في مياه الشرب (بالإنكليزية) جنيف، منظمة الصحة العالمية (2018)

12^دليل المنظمة بشأن غاز الرادون في الأماكن المغلقة: منظور الصحة العامة (بالإنكليزية) جنيف، منظمة الصحة العالمية (2009)

14^ الوقاية من الإشعاعات وأمان المصادر الإشعاعية: معايير الأمان الأساسية الدولية، فيينا، الوكالة الدولية للطاقة الذرية (2014)

15^مرصد الصحة العالمي التابع لمنظمة الصحة العالمية: قاعدة بيانات السياسات واللوائح الوطنية المتعلقة بغاز الرادون (بالإنكليزية)