



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بابل  
كلية التربية للعلوم الصرفة  
قسم الفيزياء

# تخمين تراكيز غاز الرادون وبعض العناصر الثقيلة لنهر الفرات في قضاء الهندية، العراق

رسالة مقدمة الى

مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة-جامعة بابل

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في التربية/ الفيزياء

من قبل

**تغريد عبد الامير عبيد جلوب**

بكالوريوس (علوم فيزياء- جامعة بابل)

1999

باشراف

**أ.د. مهند حسين عليوي**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا <sup>ص</sup>

﴿ إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ ﴿٣٢﴾ ﴾

صدق الله العظيم

سورة البقرة: (الآية 32)



## الاهداء

إلى أُمي ..... من علمتني العطاء وغمرتني بحنانها وكرمها.

إلى والدي ... من رحل عن عالمنا وما زال دوي نصائحه يوجهني.

إلى من أتشوق لأن أرى مستقبلهما المشرق بإذن الله... ولدي وإبنتي.

إلى كل من يحبني بصدق وأخلاص أهدي ثمرة جهدي المتواضع هذا....

تغريد

## الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين حمدا كثيرا على فضله ونعمه لما وفقني إليه والصلاة والسلام على سيد المرسلين واله الطيبين الطاهرين.

بداية يسرني أن أتقدم بوافر شكري وتقديري لأستاذي المشرف (ا. د. مهدي حسين عليوي) لإقتراحه موضوع البحث ولما أبداه لي من متابعه وتوجيهات ... جزاه الله عني خير الجزاء.

كما أقدم شكري وامتناني عرفانا بالجميل إلى عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة ورئاسة قسم الفيزياء الى الاستاذ الفاضل الدكتور (ا.د. خالد حنين) . وأخص بالشكر مقرر الدراسات العليا (ا.د. شروق صباح) لتعاونها الكبير ودعمها لي . والى كل من أشعل شمعة في دروب علمنا والى من وقف على المنابر وأعطى من حصيلة فكره لينير دربنا إلى أساتذتي الكرام الذين لم يبخلوا علي بتعاطفهم العلمي والإنساني .

من قلب ممتلئ بالعرفان ... شكرا لكم

الباحثة



## الخلاصة

يهدف هذا العمل إلى تحديد تراكيز غاز الرادون  $Rn^{222}$  وبعض العناصر الثقيلة في عينات من مياه نهر الفرات، وهو أحد أهم نهري في العراق، دجلة والفرات. حيث تم أخذ مواقع العينات باستخدام جهاز GPS و باستخدام جهاز RAD7 والذائب للعناصر الثقيلة باستخدام منظومة AAS.

تم جمع العينات من النهر في قضاء الهندية، من منطقة تمتد بين جسر الهندية وامتداداً إلى الشمال، تم أخذهم من أعماق سطحية متقاربة، تم حساب الجرعة الفعالة لجميع العينات، وتمت مقارنة تلك القيم مع القيم الدولية التي أوصت بها الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) ووكالة حماية البيئة (EPA).

أظهرت النتائج أعلى قيمة لتراكيز العينات حيث كان أعلى تركيز للرادون (Bq/L) (0.797). وأدنى قيمة لتراكيز الرادون كانت (0.039 Bq/L) وبمعدل 0.5 Bq/L وهذه القيم المحسوبة تقع ضمن تقدير المتوسط العالمي للإشعاع الأرضي، وكانت أعلى قيمة للجرعة الفعالة هي (3.054 MSv/y)، وأدنى قيمة للجرعة الفعالة سجلت على أنها (0.149 MSv/y).

كما تم دراسة تركيز العناصر الثقيلة (الرصاص والكاديوم) للستين عينة التي تم جمعها من المياه السطحية لنهر الفرات في قضاء الهندية. وظهرت نتائج الدراسة إن المعدلات العامة لتراكيز العناصر الثقيلة كانت تتراوح بين (3.0023-0.0003 mg/L) وأعلى قيمة هي للعينة W7 حيث كانت (3.2603 mg/L) لعنصر الرصاص وبينما أظهرت نتائج عنصر الكاديوم إن القيم تتراوح بين (0.5632-0.0003 mg/L) وأعلى قيمة كانت للعينة W20 حيث

سجلت (0.5749 mg/L) ولاحظنا تفاوت نسب هذه التراكيز بين المواقع المختلفة للعنصرين الذين تم دراستهما وهذا يفسر إن التلوث بالعناصر الثقيلة ناجم عن الفعاليات البشرية وتلوث مياه النهر قد يكون السبب للتركيز العالي للرادون لبعض عينات المياه هو أن مورد المياه محاط بالتربة والصخور الطبيعية الجيولوجية للأرض بينما تتناقص تراكيز الرادون في بعض العينات ولأكثر من موقع، وقد يكون السبب هو حقيقة أن الأماكن التي أخذت منها العينات قد تم رمي المخلفات الصناعية فيها بكثرة وأسباب أخرى ،

كما تم حساب عامل الإصابة بمرض السرطان وأظهرت النتائج إن المعدل العام للإصابة بمرض السرطان كانت تتراوح بين (5.855) كاعلى قيمة و(0.573) كادنى قيمة . ومع لك تشير جميع القيم إلى إنها أقل من القيمة التي أشارت لها وكالة حماية البيئة.

## المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
ط	فهرست الرموز	
ي،ن	فهرست الجداول	
ل،س،ع	فهرست الاشكال	
<b>الفصل الأول : مقدمة عامة</b>		
1	النشاط الاشعاعي	1.1
2	مصادر النشاط الاشعاعي	2.1
2	اشعاع طبيعي	1.2.1
2	الاشعة الكونية	1.1.2.1
3	مصادر الاشعة الارضية	2.1.2.1
3	مصادر الاشعاع الداخلي	3.1.2.1
3	الاشعاع الصناعي	2.2.1
4	التأثير البيولوجي للاشعاع	3.1
5	انواع الاشعة	4.1
5	جسيمات الفا	1.4.1
5	جسيمات بيتا	2.4.1
6	اشعة كاما	3.4.1

6	التلوث بالعناصر الثقيلة	5.1
7	الدراسات السابقة	6.1
13	هدف البحث	7.1
<b>الفصل الثاني: الجانب النظري</b>		
15	مقدمة	1.2
15	غاز الرادون	2.2
16	الكشف عن غاز الرادون	3.2
17	خواص الرادون الفيزيائية والكيميائية	4.2
18	سلسلة النشاط الإشعاعي	5.2
19	فوائد غاز الرادون واستخداماته	6.2
21	الرادون ونواتج تحلله	7.2
21	أنواع الكواشف	8.2
21	كواشف الحالة الغازية	1.8.2
22	كواشف أشباه الموصلات	2.8.2
22	كاشف يوديد الصوديوم	3.8.2
24	وحدات قياس النشاط الإشعاعي	9.2
24	الكيوري	1.9.2

24	التعرض	2.9.2
24	الجرعة الممتصة	3.9.2
24	الجرعة المؤثرة	4.9.2
24	الجرعة المتجمعة	5.9.2
25	الجرعة المكافئة	6.9.2
25	مصادر غاز الرادون داخل المباني	10.2
25	التربة	1.10.2
26	مواد البناء	2.10.2
27	الماء	3.10.2
27	المخاطر الصحية لغاز الرادون	11.2
28	تعريف المعادن الثقيلة	12.2
28	تلوث المياه بالمعادن الثقيلة	13.2
29	سمية المعادن الثقيلة وآثارها على صحة الإنسان	14.2
<b>الفصل الثالث الجزء العملي</b>		
42	المقدمة	1.3
42	الاجهزة المستخدمة	2.3
43	كاشف الحالة الصلبة	3.3

45	القياس	4.3
46	موقع الدراسة	5.3
53	طريقة جمع العينات وتحضيرها	6.3
54	طريقة فحص العناصر الثقيلة بتقنية Flame	7.3
59	الجرعة الفعالة السنوية للتعرض	8.3
الفصل الرابع النتائج والمناقشة		
64	مقدمة	1.4
64	المناقشة	2.4
94	الاستنتاجات	3.4
95	المقترحات والمشاريع المستقبلية	4.4
107-92	المصادر	

## فهرست الرموز

الرمز	المعنى
Bq\m <sup>3</sup>	بيكرل لكل متر مكعب
Bq\L	بيكرل لكل لتر
mSv\y	وحدة قياس الجرعة الفعالة السنوية (ملي سيفرت لكل سنة)
Z	العدد الذري
a.u	وحدة كتلة ذرية
Mph	ميل في الساعة
SSNTD	كاشف الحالة الصلبة النووي Solid state Nuclear Track Detectors
EPA	وكالة حماية البيئة Environmental Protection Agency
ICRP	اللجنة الدولية للحماية من الاشعاع International Commission on Radiological Protection
IAEA	الوكالة الدولية للطاقة الذرية International Atomic Energy Agency

## فهرست الجداول

رقم الصفحة	الموضوع	التسلسل
6	انواع الاشعة المؤينة وخواصها	(1.1)
19	خواص السلاسل المشعة	(1.2)
32	الحد الاقصى لتركيزات المعادن الثقيلة المسموح بها في المياه	(2.2)
49-47	العينات ومناطق جمعها والمواقع لها باحداثيات نظام GPS	(1 .3)
55	مواصفات جهاز الامتصاص الذري	(2 .3)
65	تراكيز الرادون لمنطقة مركز القضاء (محرمةيشة)	(1.4)
67	تراكيز الرادون لمنطقة القطع	(2.4)
68	تراكيز الرادون لمنطقة ال علوان	(3.4)
70	تراكيز الرادون لمنطقة ال سيد جاسم	(4.4)
72	تراكيز الرادون لمنطقة ام رواية	(5 .4)
74	تراكيز الرادون لمنطقة الخيرات	(6 .4)
76	الجرعة الفعالة مع عامل الاصابة بمرض السرطان	(7 .4)
77	الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة القطع	(8 .4)
79	الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة ال علوان	(9 .4)
81	الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة ال سيد جاسم	(10 .4)
82	الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة ام رواية	(11 .4)
90-86	العينات مع التراكيز المذابة للعناصر الثقيلة الرصاص والكاديوم	(13 .4)
91	المحددات العراقية ومحددات منظمة الصحة العالمية (WHO) والمحددات الامريكية (EPA) لخصائص	(14.4)

	العناصر الثقيلة	
92	مقارنة لنتائج التراكيز مع الدراسات السابقة محليا	(15.4)
93	مقارنة نتائج التراكيز مع الدراسات السابقة عالميا	(16.4)
94	مقارنة تراكيز الكاديوم والرصاص في عينات مختلفة من البيئة النهرية للفرات مع الدراسات السابقة (ملغم/لتر)	(17.4)

### فهرست الاشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
22	رسم تخطيطي لكاشف شبه الموصل	(1.2)
24	كاشف NaI (TI)	(2.2)
42	يوضح اساسيات كاشف الرادون RAD7	(1.3)
45	تخطيط جهاز RAD7	(2.3)
50	خارطة العراق مستقطعا منهاجزءا يوضح الوحدات الادارية لمحافظة كربلاء	(3.3)
51	خارطة موقع نهر الفرات في قضاء الهندية	(4.3)

52	خارطة مواقع العينات على نهر الفرات في قضاء الهندية في محافظة كربلاء	(5.3)
55	طريقة نقل العينات الى المختبر	(6.3)
56	تحضير العينات لغرض قياس تراكيز العناصر الثقيلة	(7.3)
56	تحضير الاواني الزجاجية لغرض ترشيح العينات	(8.3)
57	جهاز قياس المذاب للعناصر الثقيلة	(9.3)
57	يوضح الفرن الحراري	(10.3)
58	شاشة عرض النتائج	(11.3)
58	العلاقة البيانية لعنصر الكاديوم مع العينات كما وردت من جهاز الامتصاص الذري	(12.3)
59	العلاقة البيانية لعنصر الرصاص كما ظهرت في جهاز الامتصاص الذري	(13.3)
66	تراكيز الرادون في منطقة مركز القضاء(محرمة عيشة)	(1.4)
68	تراكيز الرادون لمنطقة الكقطع	(2.4)

69	تراكيز الرادون لمنطقة ال علوان	(3.4)
71	تراكيز الرادون لمنطقة ال سيد جاسم	(4.4)
73	العينات مع تراكيز الرادون لمنطقة ام روية	(5 .4)
75	العينات مع التراكيز لمنطقة الخيرات	(6 .4)
77	الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة مركز القضاء	(7 .4)
78	الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة القطع	(8 .4)
80	الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة ال علوان	(9 .4)
82	العينات مع الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة ال سيد جاسم	(10 .4)
84	الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة ام رواية	(11 .4)
85	الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة الخيرات	(12 .4)

# الفصل الأول

## مقدمة عامة

### General Introduction



## 1.1 مقدمة Introduction

الإشعاع الطبيعي حقيقة من حقائق الحياة، حيث يعيش الإنسان في بحر من المواد المشعة ويتعرض يومياً لجسيمات ألفا وبيتا وأشعة كاما بنشاط إشعاعي مختلف، فالمواد المشعة الطبيعية توجد في التربة والمياه والنبات والحيوان والإنسان [1].

في حقبة اكتشافات النشاط الإشعاعي الأولى لم يكن يعرف العلماء مخاطر هذا الإشعاع مما أدى ذلك الى أصابة عدد من هؤلاء العلماء بمرض السرطان [2]. وأخذ بعدها موضوع الوقاية من تأثير الإشعاع يتطور ولا سيما بعد فهم التأثير الناجم من التعرض للأشعة المؤينة.

إنّ العديد من النظائر المشعة التي تتكون بصورة طبيعية أو المصنعة من قبل الانسان لها خاصية النشاط الإشعاعي وهو عبارة عن انحلال تلقائي للنوى غير المستقرة . وتحدث هذه الظاهرة في المواد الموجودة في باطن الارض والهواء والماء وجسم الانسان وكل ما يحتوي على العناصر المشعة [3].

لقد تم تشكيل لجان علمية وجمعيات في بعض الدول لغرض دراسة آثار التعرض للإشعاع والحد منه، وتضافرت جهود الدول وشكلت لجان دولية مثل اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP) ولجنة الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) والمجلس الوطني للوقاية من الإشعاع والقياسات في الولايات المتحدة (NCRP) ولجنة الامم المتحدة العلمية حول تأثيرات الإشعاع المؤين (UNSCEAR) وأصدرت هذه المنظمات توصياتها في مجال العمل على المصادر المشعة ووضعت الحدود القصوى المسموح بها [4].

من المعروف لدى الجميع أن الدراسات والمسوحات الإشعاعية للهواء والتراب والصخور والمياه والغذاء، وغيرها قد إزدادت في الأونة الأخيرة لقياس مستوى الجرعات الإشعاعية التي يتعرض لها الإنسان والحيوان وذلك بسبب التلوث البيئي والذي يعرف بانه انتشار المواد المشعة في التراب

السطحية والصخور والمياه سواء أكان هذا الانتشار طبيعياً أم من جراء تلوث خارجي. فخلال العقود الأربعة الماضية وحتى يومنا هذا ازدادت مصادر التلوث الإشعاعي بسبب التفجيرات النووية في الجو والبحر والبر لاختبار الأسلحة النووية التي تنفذها الدول العظمى [5].

## 2.1 مصادر النشاط الإشعاعي Sources of Radioactivity

تقسم مصادر الإشعاع الى نوعين:

### 1- الإشعاع الطبيعي Natural Radiation

### 2 - الإشعاع الصناعي Artificial Radiation .

توجد العديد من الإشعاعات الطبيعية والناجمة عن مساهمة العديد من النظائر المشعة في بناء وتكوين المادة المحيطة بنا إضافة إلى المصادر الخارجية للإشعاع والمواد المشعة صناعياً. [6]

#### 1.2.1 إشعاع طبيعي Natural Radiation

توجد ثلاثة أنواع من مصادر الإشعاع الطبيعي هي مصادر الأشعة الكونية ومصادر أرضية والمصادر الداخلية [7].

#### 1. 1.2.1 الأشعة الكونية Cosmic Rays

يتكون الإشعاع الكوني الأولي من مزيج من البروتونات (87%) وجسيمات الفا (11%) و(1%) من النوى الثقيلة والكترونات . وطاقة هذه الجسيمات تتراوح بين ( $10^8-10^{20}$  eV) وأغلبيتها تقع في المدى من ( $10^{11}-10^8$  الكترون فولت) [8].

إن الفضاء الخارجي مملوء بالإشعاع الذي يأتي من عدة مصادر منها التوهج كما في الشمس وانفجار النجوم فائقة الوهج Supernova Stars وهذه الأجسام تصدر كمية كبيرة من

الإشعاع وبعضها يصل الأرض لكن وجود الغلاف الجوي يمنع من وصول معظم الإشعاع إلى الأرض [9] وهناك عناصر مشعة تتكون نتيجة تفاعل الأشعة الكونية مع الغلاف الجوي Atmosphere للأرض. تعتبر أشهر أربعة عناصر هي التريتيوم  $H^3$ ، البيريليوم  $Be^7$ ، الكربون  $C^{14}$  والصوديوم  $Na^{22}$  [10].

### 2.1.2.1 مصادر الأشعة الأرضية Terrestrial Radiation Sources

وجد هذا النوع من مصادر الإشعاع منذ البدايات الأولى لخلق الكون حيث يبلغ عمر النصف لهذه النظائر المشعة عمر الأرض نفسه نحو  $(5 \times 10^9 \text{ year})$ . ويمكن تقسيمها إلى نظيري اليورانيوم 235 و 238 والثوريوم 232 والپوتاسيوم 40 فضلا عن النويدات المشعة التي تنتج عن الانحلال الطبيعي أو الانتشار للمجموعة الأولى ويكون عددها بالعشرات وتتراوح أعمار الأنصاف لها بين أجزاء من الثانية إلى  $(1 \times 10^5 \text{ year})$  [11].

### 3.1.2.1 مصادر الإشعاع الداخلي Internal Radiation Sources

الإشعاع الداخلي يأتي بصورة أولية من نظير البوتاسيوم  $K^{40}$  ونظير الكربون  $C^{14}$  إلا أن الجرعة الممتصة والتلف بالأنسجة قليل.

تحتوي اجسامنا مقداراً صغيراً جداً من العناصر المشعة التي بدورها تعرض نسيج أجسامنا إلى إشعاع ذي طاقة واطئة وبصورة مستمرة [12].

### 2.2.1 الإشعاع الصناعي Artificial Radiation

تنتج النويدات المشعة صناعياً عن طريق التفاعلات النووية وذلك بقصف نويدات مستقرة بجسيمات مشحونة من المعجلات أو بالنيوترونات من المفاعلات ولهذه النويدات الصناعية دور في زيادة الخلفية الإشعاعية من جهة وفي تلوث البيئة من جهة أخرى .

هناك عديد من المصادر الصناعية للإشعاع في البيئة استطاع العلماء من انتاج 1300 نظير مشع، وتصنف الأشعة النووية المصنعة حسب الهدف من التصنيع الى عدة أنواع كاستخدامها في المجالات السلمية والعسكرية وأهمها العناصر المشعة المنبعثة من المنشآت النووية، تجارب الأسلحة النووية، انتاج الطاقة الكهرونووية، المواد المشعة الناتجة من تعدين وطحن اليورانيوم، مصادر النيوترونات، استخدامات الاشعة السينية للعلاج الطبي، استخدام المواد المشعة في التشخيص. [13]

### 3.1 التأثير البيولوجي للإشعاع Biological Effect of Radiation

جميع الكائنات الحية تتكون من تراكيب بالغة الصغر تعرف بالخلايا والخلية عبارة عن كتلة هلامية من الساييتوبلازم يحيط بها الغشاء الخلوي وتوجد في منتصفها النواة المحتوية على الكروموسومات الحاملة للصفات الوراثية، ويعتمد التأثير البيولوجي للإشعاع في جسم الكائن الحي على عدة عوامل منها [14] :

1- نوع التعرض للإشعاع ومدته.

2- نوع العضو ومدى حساسيته للتعرض الإشعاعي .

3- نوع الإشعاع .

4- قابلية اعضاء الجسم المختلفة لتخزين المواد المشعة.

يكون للإشعاع تأثير على الجسم يتم ذلك بطريقتين:

في الطريقة المباشرة تتكسر الروابط بين الذرات المكونة لجزيئات المركبات وتكوين جزيئات غريبة ومثال ذلك تأثير الإشعاع على نواة الخلية إذ يتم يحفزها على الانقسام سريعا بصورة غير مسيطر عليها ويعرف هذا بالنمو السرطاني.

ويؤثر الإشعاع على الحبيبات الوراثية مما يسبب تغيرا في تركيبها ومن ثم حدوث تشوهات في الأجنة [15].

أما التأثير غير المباشر فيه يستهدف الإشعاع الخلايا بصورة غير مباشرة حيث إنَّ الإشعاع يؤين جزيئات الماء ونتيجة لهذا التأين تتكون أكاسيد الهيدروجين التي تؤدي الى تكون الجذور الحرة وهذه الاكاسيد عبارة عن مواد سامة تتحد مع مكونات الخلية الحية وهذا الاتحاد يؤدي الى تلف مكونات الخلية [16].

#### 4.1 انواع الاشعة Radiation Types

تعتمد مديات الاشعة المؤينة على طاقاتها ولهذه الاشعة قابليات اختراق مختلفة للمواد ولطاقاتها قابليات مختلفة لإحداث تغير في الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمادة غير الحية أو المادة الحية.

ينبعث الاشعاع المؤين بأشكال مختلفة ويبين الجدول (1.1) أهم أنواع الأشعة وخواصها [17]

و تقسم على عدة أنواع من أهمها دقائق الفا ودقائق بيتا واشعة كاما.

##### 1.4.1 جسيمات ألفا Alpha Particles

هي عبارة عن نواة ذرة الهليوم تنبعث من نوى العناصر غير المستقرة وتكون لها قابلية اختراق قليلة ولا تستطيع المرور عبر عدة صحائف من الورق.

##### 2.4.1 جسيمات بيتا Beta Particles

وهي جسيمات قابلتها على إختراق المواد أعلى من دقائق ألفا. والفرق الأساسي بينها وبين الالكترونات يتمثل في أنّ الالكترونات تنبعث من الذرات بينما تنبعث جسيمات بيتا من داخل النواة. وهي جسيمات عالية الطاقة تتولد من داخل النواة وتمتلك خواص الالكترونات.

### 3.4.1 أشعة كاما Gamma Rays

وهي تنشأ من داخل النواة. وتكون قابليتها على إختراق الأجسام أكبر بكثير من أشعة ألفا وبيتا، أما قابليتها على إحداث التأين فقليلة بالقياس الى أشعة ألفا وبيتا. هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية بطول موجي قصير جدا يتراوح بين (  $3\text{Å} - 0.100$  ) أو اقل. ولا تسبب عند انطلاقها من النواة تغيراً في العدد الكتلي والعدد الذري وغالبا ما يتبع انحلال الفا وبيتا انبعاث أشعة كاما.

الجدول (1.1) أنواع الأشعة المؤينة وخواصها [18]

المدى في النسيج	المدى في الهواء	الشحنة	الكتلة (وحدة الكتل الذرية)	نوعها	الجسيمات
04.0 ملم	3 سم	2+	4.002603	نوى ذرة الهليوم	الفا $\alpha$
5 ملم	3 م	1 او -1	$5,5 * 10^{-4}$	الإلكترونات	بيتا $\beta$
خلال الجسم	كبير جدا	صفر	صفر (السكونية)	أشعة كهرومغناطيسية	الأشعة السينية وأشعة كاما $\gamma$

### 1.5 التلوث بالعناصر الثقيلة

تتعرض المياه الى التلوث بالعناصر الثقيلة من مصادر مختلفة كالفضلات المنزلية مثل رمي مياه المجاري في الأنهار والصناعية كالتعدين والفعاليات الزراعية كإضافة الأسمدة وإستخدام المبيدات ورمي فضلات التربة في الأنهار، وتتلوث الأنهار طبيعياً من تعرية الصخور [19].

وتكون هذه العناصر غير قابلة للتحلل وتسبب أضرار حادة ومزمنة لمختلف الأحياء حتى لو كانت بتراكيز قليلة [20]. وتتراكم العناصر الثقيلة في النباتات والأحياء التي بدورها تدخل الى السلسلة الغذائية للإنسان [21]. ووجدت تراكيز متفاوتة من العناصر في المياه الثقيلة بعد معالجتها مثل النحاس والرصاص والنيكل والكاديوم [22]. وتدخل هذه العناصر السامة إلى جسم الإنسان مسببة أمراض خطيرة كالسرطان والطفرات الوراثية وتأثيرات حياتية مختلفة. ولا يمكن للجسم التخلص منها أو إزالتها [23].

### 6.1 الدراسات السابقة Previous Studies

توجد العديد من الدراسات على المستوى العالمي لقياس ودراسة تراكيز غاز الرادون ونستعرض منها الآتي

استطاع الباحث (Maged) في عام 2009 [24] قياس تركيز غاز الرادون في الماء بالحرم الجامعي لجامعة الكويت وفي عينات من الماء معظمها من الخليج العربي ماعدا عينة واحدة من المانيا وذلك باستخدام CR-39 وأظهرت النتائج إن تركيز غاز الرادون في الماء  $(24.2 \pm 7.7) \text{ Bq/m}^3$  وكانت الجرعة الفعالة السنوية  $(0.74, 0.83) \text{ mSv/y}$ .

استطاع بشار جبار 2009 [25] من توزيع صور العناصر الثقيلة (Cd, Fe, pb) ضمن المفصولات المعدنية والعضوية لبعض رواسب نهر دجلة ضمن محافظة ميسان، وإن متوسط التركيز لمحتوى هذه الرواسب من العناصر الثقيلة المدروسة كان  $(2.3, 97.94, 53.9) \text{ mg/L}$  على التوالي.

استطاع الباحثون (J.J.Gibson , *etal.*) في عام 2009 [26] قياس تركيز غاز الرادون في البحيرات في البرتا في كندا باستخدام RADAQUA لمدة 15 يوم وكان تركيز غاز الرادون يتراوح من  $(0.5-72) \text{ Bq/m}^3$ ، وتم قياس تركيز غاز الرادون في المياه الجوفية لتقدير

تصريف هذه المياه إلى البحيرات باستخدام RADH<sub>2</sub>O وكان تركيز الرادون يتراوح (2000-8000) Bq/m<sup>3</sup> .

قام الباحثون (SonkaWade, *etal.*) في عام 2010 [27] بدراسة تركيز غاز الرادون في المياه الصالحة للشرب لمدينة دلهي الهندية باستعمال RADH<sub>2</sub>O حيث وجد أن تركيز غاز الرادون في الماء (4.27) Bq\L وفي الهواء باستعمال RAD7 وكان معدل تركيز غاز الرادون 20.28 Bq/m<sup>3</sup> .

تمكن الباحثان (Somashekar and Ravikumar) في عام 2010 [28] من دراسة تركيز غاز الرادون في المياه الجوفية باستخدام RAD7 وتقنية RADH<sub>2</sub>O في الهند بأخذ عينات من منطقتي Varahi و Markandeya وأظهرت الدراسة أن تركيز غاز الرادون في بعض العينات في Varahi (2.07± 0.8) Bq\L في حين كان متوسط التركيز في Markandeya (9.30 ±1.45) Bq/L.

تمكن الباحثون عطية وآخرون في عام 2010 [29] من قياس تركيز غاز الرادون في الهواء في محافظة ميسان باستخدام الكاشف النووي CR-39، وبعد فترة قياس استمرت شهرين وجد أن التركيز من غاز الرادون تتراوح بين (5.131 - 139.281) Bq/m<sup>3</sup>. وهذه القيمة أعلى من القيم المحددة من قبل وكالة حماية البيئة.

تمكن عبد الفتاح وأحمد في عام 2011 [30] من قياس تركيز غاز الرادون في المياه الجوفية والتربة والمياه والهواء الخارجي داخل المباني لمناطق محددة في بغداد باستخدام كاشف Alpha-Guardp بقيمة (27.1) Bq.m<sup>-3</sup>، وللمياه الجوفية (26.15) Bq/m<sup>3</sup>، وللحواء (91.16) Bq/m<sup>3</sup>، وهي ضمن القيمة المقبولة التي أوصت بها المنظمة الدولية لحماية البيئة.

قام الباحثون (Khattak, *etal.*) عام 2011 [31] بقياس تركيز غاز الرادون في مصدر لمياه الشرب في جامعة بيشاور في باكستان وذلك باستخدام RADH<sub>2</sub>O وقد بينت نتائج هذه الدراسة أن تراكيز غاز الرادون كانت (8.8± 0.8) Bq/L.

أجرى الباحثون (Hofmann, *etal.*) في استراليا عام 2011 [32] دراسة تركيز غاز الرادون في الأنهار والجداول باستخدام RAD7 حيث تم القياس على فترات كل 3 ساعات وكان الحد الأقصى للكشف في 20 دقيقة هو (0.018) Bq/L.

خلدون صبحي البصام 2011 [33] أجريت في هذه الدراسة متابعة ميدانية لعنصر الكاديوم في رواسب نهر الفرات بهدف تحديد تراكيز لهذا العنصر ذو السمية العالية ف لوحظ أن أعلى تراكيز للكاديوم توجد في القاطع الشمالي من النهر قد يكون مرجعها وجود تراكيز عالية نسبياً من المعادن الثقيلة المعتمدة في رواسب النهر في القاطع الشمالي من النهر قد يكون مرجعها وجود تراكيز عالية نسبياً من المعادن الثقيلة المعتمدة في رواسب النهر في القاطع ,حيث كان تركيز الكاديوم 1.5mg/L في الحلة و 1.7 في المسيب حسب تحليل مختبر ابن سينا.

تمكن الباحثون (Behtash ,*etal.*) في عام 2012 [34] من دراسة تركيز غاز الرادون في الينابيع الساخنة من Sarein (شمال غرب ايران) باستخدام RAD7 وكان معدل تركيز غاز الرادون في الماء يتفاوت بين (212-3890) Bq/m<sup>3</sup> .

استطاع الباحث Sadiq H. L. Al-Hussainy عام 2013 [35] من قياس تراكيز غاز الرادون والثورون في هواء وماء وتربة محافظة بابل وكربلاء المقدسة باستخدام كاشف الحالة الصلبة RAD7 ودراسة العلاقة بين سرطان الرئة وتراكيز غاز الرادون والثورون وأظهرت النتائج إن تركيز غاز الرادون في الهواء والماء والتربة تتراوح من (0-255318 Bq/m<sup>3</sup>، 0-1.5-0.0848-0.036) على التوالي في محافظة بابل ويتراوح من (0-5.347 Bq/m<sup>3</sup>، 0-1.1-

072.0، 8310) على التوالي في محافظة كربلاء كما وجد انه هناك علاقة بين زيادة نسبة سرطان الرئة مع ارتفاع تركيز غاز الرادون في الهواء.

قام منتظر عدنان نور 2013 [36] بدراسة تراكيز غاز الرادون في تربة وماء وهواء في مناطق منتخبة في النجف الاشرف باستخدام RAD7 حيث وجد ان تراكيز الغاز في عينات من مياه منطقة النجف  $3 \text{ Bq.m}^{-3}$  (2.5-33.25). وفي منطقة الحيدرية كانت التراكيز  $3 \text{ Bq/m}^3$  (7.71-24.4) كما تم قياس التراكيز لغاز الرادون لتربة وهواء المناطق نفسها.

وفي العام نفسه درس (Ali) [37]. قياس تركيز غاز الرادون في نماذج من بعض أنواع مياه الشرب الصحية المتوفرة في الاسواق العراقية باستخدام تقنية RAD7 ووجد ان تراكيز الغاز للنماذج المدروسة يتراوح من  $3 \text{ Bq/m}^3$  (1.2-142) وهي أقل من الحد المسموح به التي وضعتها منظمة الصحة العالمية.

أيضًا في العام نفسه استطاع (Rasheed and Kamal) [38]. قياس تركيز غاز الرادون في موارد المياه من محافظة السليمانية - إقليم كردستان - العراق باستخدام كاشف الاثر النووي CR-39 وأظهرت النتائج أنّ معدل تركيز غاز الرادون في مياه الآبار يبلغ  $39 \text{ Bq/L}$  (2.756) وفي مياه الأنهار  $161 \text{ Bq/L}$  (3.161) وهذه النتائج ضمن الحد الموصى به من قبل وكالة حماية البيئة EPA.

تمكن (Abdalsattar) في عام 2014 [39]. حساب تركيز غاز الرادون لأنواع مختلفة من مياه قضاء الهندية في محافظة كربلاء وسط العراق باستخدام كاشف الاثر النووي CR-39 وكانت تراكيز الرادون لعينات مياه الحنفية جميعها أقل من الحد الطبيعي، أما في عينات المياه الجوفية وجد أنّ معدل تركيز الرادون  $11.790 \text{ Bq/L}$  وهذه القيمة أعلى من الحد الطبيعي

كذلك في العام نفسه إستطاع (Tabar and Yakut) [40]. قياس تركيز غاز الرادون في عينات المياه من الينابيع الحرارية لحوض يالوفا تركيا باستخدام الكاشف RAD7، وبلغ معدل تركيز الرادون Bq\l (2.4) وهو أقل من المستوى الموصى به لمنظمة الصحة العالمية

استطاع إسماعيل وشوجي 2015 [41] تحليل تركيزات الرادون في مياه الشرب في محافظة أربيل باستخدام كاشف المسار CR-39. حيث وجد أن متوسط القيم المسجلة 2213 - 4693+ Bq\l بحد أقصى (61.9) Bq\l في منطقة هوجران و بحد أدنى (01.2) Bq\l الحج عمران.

قام (Jabbar and Abdul) في عام 2015 [42]. بقياس مستوى النويدات المشعة في المياه السطحية من نهر شط العرب في محافظة البصرة / العراق بإستعمال الكاشف RAD7، وقد وجد أن متوسط تراكيز الرادون في الماء يتراوح من Bq\l (0.040±0.008) إلى Bq\l (0.112±0.018) وكانت النتائج جميعها ضمن الحدود الدولية الموصى بها من قبل اللجنة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الصحة العالمية

كذلك في العام نفسه اجرت (Inaam) [43]. تحديد لتركيز غاز الرادون في إمدادات ماء الإسالة لمحافظة بغداد (عاصمة العراق) في بعض المنازل باستخدام الكاشف RAD7 وقد ظهرت النتائج أن معدل تركيز غاز الرادون Bq\l (0.1) وعليه وجد إن تركيز الرادون في المياه هي ضمن الحدود الطبيعية التي حددتها المنظمات المختصة.

استطاع كامل كاظم فهد وصادق علي حسين 2015 [44] من دراسة تراكيز العناصر الثقيلة في مياه جنوب العراق، حيث أظهر الكادميوم إرتفاعاً في أغلب المواقع المدروسة بلغت 1.20 mg/L في نهر الفرات وبينت النتائج إن تراكيز الخارصين لم تتجاوز القيم العالمية المسموح بها وكانت 2 للرصاص كأعلى قيمة و 1.20 للكادميوم كأعلى قيمة.

تمكن الباحث (Sudhir) و جماعته في عام 2016 [45]. تقدير تركيز غاز الرادون في المياه لجوفية في راجاستان الشمالية في الهند بإستخدام الكاشف RAD7. إذ يبلغ معدل تركيز غاز الرادون  $4.42 \text{ Bq/L}$  و إن منطقة الدراسة آمنه وتقع ضمن الحدود الذي أوصت بها لجنة الأمم المتحدة.

في العام نفسه درس (Mohsin) [46]. تركيز غاز الرادون في مصادر مياه الشرب في جامعة بابل / العراق باستخدام جهاز RAD7. تراوحت تراكيز الرادون بين  $0.072 - 0.325 \text{ Bq/L}$  مع قيمة متوسطة  $0.183 \text{ Bq/L}$  القيم المقاسة لتراكيز الرادون كانت ضمن المدى المقاس من قبل وكالة حماية البيئة.

أما في عام 2017 قام (Inacio) و جماعته [47]. قياس تركيز غاز الرادون في عينات تم جمعها من مياه الآبار في مقاطعة كوفيلها بالبرتغال باستخدام جهاز RAD7 وقد أعطت عينات المياه المقاسة قيم أكثر من  $100 \text{ Bq/L}$  و كانت أعلى قيمة  $1690 \text{ Bq/L}$  وهذه النتائج أعلى من المستوى المسموح به التي أوصت بها المنظمة الدولية لحماية البيئة وغير صالحة للشرب.

في العام نفسه درس (Ahmed) و جماعته [48]. قياس تركيز غاز الرادون في مياه الحنفية والمياه الجوفية في محافظة كركوك شمال العراق بإستعمال الكاشف RAD7. كانت النتائج تشير إلى أنّ متوسط تركيز الرادون في مياه الحنفية  $0.33104 \text{ Bq/L}$ ، أما بالنسبة إلى المياه الجوفية فبلغ متوسط تركيز الرادون إلى  $2.316 \text{ Bq/L}$ . وكشفت هذه النتائج أنّ تراكيز الرادون أقل من الحدود الموصى بها التي أشارت إليها منظمة الصحة العالمية والهيئات التنظيمية للإتحاد الأوروبي، وإن مدينة كركوك آمنة بالنسبة للسكان وليس هناك تهديد من ناحية التلوث الإشعاعي.

تمكن (Jamal and Shila) في عام 2018 [49] من دراسة دور غاز الرادون في تلوث مياه الشرب في منطقة بوكان (شمال غرب إيران) بإستعمال الكاشف RAD7 وكانت النتائج

تشير إلى أن تركيز غاز الرادون في الماء يتراوح من  $Bq\text{L}$  ( $0.79 \pm 0.18$ ) إلى  $Bq\text{L}$  ( $11.87 \pm 1.43$ ) وإن تراكيز الرادون في هذه العينات أقل من الحد الموصى به من قبل منظمة الصحة العالمية وغير صحي للشرب .

كذلك في العام نفسه تمكن (Khalid) [50] . 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  $Bq\text{L}$  ( $0.688$ ) وأدنى قيمة  $Bq\text{L}$  ( $0.072$ ) هذه النتائج لتراكيز غاز الرادون كانت ضمن الحد المسموح به الذي إقترحته وكالة حماية البيئة الأمريكية.

قامت علياء حفطي عباس 2019 [ 51 ] بدراسة تراكيز غاز الرادون المشع في الماء لمدارس مدينة الحلة باستعمال كاشف RAD7 . حيث وجدت إن معدل تركيز الرادون في مياه مدارس مركز قضاء الحلة بلغت ( $0.094887Bq\text{L}$ ) وفي ناحية أبي غرق بلغ تركيز الرادون ( $0.299Bq\text{L}$ ) وكانت أعلى قيمة للتراكيز في بئر مقام النبي ايوب التي كانت تبلغ ( $1.184Bq\text{L}$ ). وكانت قيمة الجرعة الفعالة السنوية في مركز القضاء ( $0.723mSv/y$ )

## 7.1 هدف البحث The Aim of Study

الهدف من الدراسة الحالية هو قياس مستويات النشاط الاشعاعي في نهر الفرات قضاء الهندية التابع لمحافظة كربلاء من خلال قياس مستويات غاز الرادون المشع باستخدام جهاز RAD7 وبالإضافة الى قياس معدلات الجرعة الفعالة السنوية ومعامل الإصابة بالسرطان الناتج من استنشاق غاز الرادون مع حساب تراكيز العناصر الثقيلة ومعرفة مقدار السمية لعنصري الرصاص والكاديوم باستخدام جهاز الامتصاص الذري .

ويمكن ذكر بعض الأسباب التي دعتنا لاجراء هذه الدراسة:

- 1- تعتبر المياه من المصادر الطبيعية للإشعاع المؤين. نويدات النشاط الإشعاعي مثل اليورانيوم  $^{236}\text{U}$  والثريوم  $^{232}\text{Th}$ ، بالإضافة إلى الرادون  $^{222}\text{Rn}$ ، موجودة بكثرة في التربة وتنتقل إلى الماء بطريقة أو بأخرى.
- 2- قلة وجود دراسات سابقة في محافظة كربلاء بشكل عام وقضاء الهندية بشكل خاص تغطي عوامل الخطر في هذا الموضوع .
- 3- تعرضت المنطقة للعديد من القصف والتفجيرات العسكرية.
- 4- عدم وجود خريطة إشعاعية لمحافظة كربلاء بما في ذلك منطقة الدراسة قضاء الهندية وبالتالي لا يوجد عدد من المستويات .



الفصل الثاني

الجزء النظري

**Theoretical Part**

## 1.2 مقدمة

نتطرق في هذا الفصل الى غاز الرادون وبعض الخواص الفيزيائية له وسلاسل النشاط الإشعاعي ومصادره وأيضا بعض المخاطر الصحية له كما نستعرض بعض فوائده ومصادر غاز الرادون أيضا ،ونستعرض بشكل موجز بعض أنواع الكواشف، وكذلك العناصر الثقيلة تعريفها، وسميتها ،وتلوث المياه بالعناصر الثقيلة، وأثرها على صحة الإنسان.

## 2.2 غاز الرادون Radon Gas

أكتشف غاز الرادون عام 1900 من قبل العالم دورن ( F.E Dorn ) في أملاح الراديوم وأطلق عليه إسم فيض الراديوم Radium Emanation . يتولد غاز الرادون  $^{222}\text{Rn}$  نتيجة للتحلل التلقائي Spontaneous Decay لعنصر الراديوم  $^{226}\text{Ra}$  الذي يتواجد في القشرة الأرضية بنسبة 10-11 % . هنالك مناطق تكاد تكون خالية من هذا العنصر في حين توجد مناطق أخرى تحتوي على تراكيز عالية من الخامات التي تحتوي على هذا العنصر مما يؤثر بشكل ملموس على تراكيز الرادون من منطقة لأخرى لكونه يتسرب ويتحرر بشكل طبيعي من الأرض والمياه الجوفية إلى الجو .

إن وجود الراديوم في منطقة ما في الطبيعة يعتمد على وجود اليورانيوم  $^{238}\text{U}$  والذي يقدر الجيولوجيون وجوده في القشرة الأرضية بنسبة 3، وبما أن الراديوم هو المصدر الرئيسي للرادون في الطبيعة وعمره النصفى يساوي 1600، وعليه يتوقع وجود الراديوم في جميع الخامات التي تحتوي على  $^{238}\text{U}$  الذي لا يتوزع بصورة متجانسة في المناطق الجيولوجية المختلفة، .

ويقدر المختصون أن مايكرو غرام واحد من الراديوم  $^{226}\text{Ra}$  يمكن أن ينتج ما مقداره 0.0001 من غاز الرادون  $^{222}\text{Rn}$  تحت الظروف الاعتيادية من الضغط والحرارة [11].  
 يبعث الرادون ووليداته جسيمات ألفا المؤينة، وإن مخاطره تكون قليلة جداً عند استنشاقنا للهواء الجوي في الأماكن المفتوحة الحاوية على نواتج تحلل الرادون بسبب قلة تركيزه. ويساهم الرادون بشكل طبيعي بحوالي 50% من الخلفية الإشعاعية في هواء الغرف [12].

### 3.2 الكشف عن غاز الرادون Detection of Radon Gas

يتميز غاز الرادون بكونه غازاً مشعاً لذا فإن عملية الكشف عنه وقياس تراكيزه في المواد (كالهواء والتربة والمياه، الخ) سوف تستند بصورة رئيسية إلى استخدام الكواشف النووية وهذه الكواشف على نوعين [52] :

#### 1- الكواشف السلبية Passive Detectors

هي كواشف لها القابلية على تسجيل آثار جسيمات ألفا الناتجة من انحلال الرادون بصورة مباشرة دون أي فعل من المستخدم أو تدخل من الأجهزة، وهي لا تحتاج في تشغيلها إلى القدرة الكهربائية مثل كواشف الأثر النووي الصلبة SSNTD's، [53].

#### 2- الكواشف الفعالة Active Detectors

وهي عكس الصنف الأول إذ أنها لا تستغني عن القدرة الكهربائية أثناء عملها وتنتمي كواشف أشباه الموصلات إلى هذا النوع .

إن كلا الصنفين أعلاه تمتازان بحساسيتهما العالية لجسيمات ألفا التي تنبعث من الرادون إلا أن الصنف الأول من الكواشف في أعلاه يكون مفضلاً عن الصنف الثاني في حالة

القياسات طويلة الأمد أو التي تجري في ظروف بيئية قاسية أو في أماكن بعيدة لا تتوفر فيها القدرة الكهربائية.

## 4.2 خواص الرادون الفيزيائية والكيميائية Physical and Chemical

### :Properties of Radon

الرادون غاز عديم اللون والرائحة ولا يمكن كشفه بالحواس البشرية، لذلك يعتمد في كشفه بشكل رئيس على كشف الأشعة المرافقة لتفككه وتفكك وليداته ، وهو غاز ينتمي إلى الغازات النبيلة أو الخاملة فذرة الرادون كباقي الغازات النادرة نادراً ما تتفاعل لذلك يمكنها أن تنتشر بحرية عبر كل المواد النفوذة للغازات لأنها خاملة كيميائي[54] .

ونظائر الرادون الثلاث هي: [55]

1 - الرادون: ينتمي إلى سلسلة اليورانيوم  $^{238}\text{U}$  وهو نظيرالرادون  $^{222}\text{Rn}$  وهو الأطول عمراً من بين نظائر الرادون إذ أن عمره النصفى يساوي 3.825 day مما يزيد من قابليته على الانتشار لمسافات غير قليلة في الجو على الرغم من كونه ينبعث من التربة بكميات أقل بكثير من الثورون [56].

2 - الثورون: وهو نظير الرادون  $^{220}\text{Rn}$  ويبلغ عمره النصفى 55 sec، ويعد من أكثر نظائر الرادون غزارة بسبب وفرة الثوريوم العالية ولكنه يختفي من الجو بسرعة بسبب عمره النصفى القصير. والثورون ينتمي إلى سلسلة الثوريوم  $^{232}\text{Th}$  .

3 - الاكتينون: وعمره النصفى قصير قياساً باليورانيوم  $^{238}\text{U}$  ويوجد بنسبة قليلة جداً. إن سلسلة الإنحلال هذه تشكل حوالي 72.0% من الإشعاع الطبيعي يظهر في سلسلة اليورانيوم  $^{235}\text{U}$  هو نظير الرادون  $^{219}\text{Rn}$  وقد اكتشفه Andre-Ionis & Feredri

O'Geisel عام 1904 وله عمر نصفي قصير نسبياً 3.92 sec بسبب قلة وفرة  $^{235}\text{U}$  أقل من (1%) [57]. غاز الرادون أثقل من الهواء بسبع مرات ونصف مما يؤدي إلى وجوده في الأسفل دائماً ولكنه يشكل حوالي (1%) من  $10^{20}$  من هواء الجو فهو لا يشكل طبقة قريبة من سطح الأرض.

## 5.2 سلسلة النشاط الإشعاعي

النوى التي يزيد عددها الذري عن 82 مشعة بسبب الزيادة داخل عدد البروتونات في النواة. مما يزيد من قوة التنافر الكهروستاتيكي. تسمى قدرة النوى الذرية على التحويل العفوي تحت اشعاع مؤين باعث على النشاط الإشعاعي للاشعاع المؤين خاصية انتاج أزواج ايونية [58]، هذا التناقض يؤدي الى تفكك بعض النوى مع اطلاق جسيمات الفا. وهذا بسبب أيضا نسبة النيوترونات الى الجسيمات المشحونة في النوى الناشئة مما يؤدي الى تفككها مع اطلاق جسيمات بيتا. وهكذا على أن يستمر في الوصول الى نواة مستقرة عادة نواة الرصاص.

في الطبيعة هناك أربع مجموعات تعرف بسلاسل الاشعاع الطبيعي :سلسلة اليورانيوم، سلسلة الاكتينيوم، سلسلة الثوريوم، والسلسلة الرابعة سلسلة النبتينيوم وهذه السلسلة غير موجودة في الطبيعة [59]. والجدول (2. 1) يوضح اهم خصائص هذه السلاسل.

جدول (2. 1) خواص السلاسل المشعة [60]

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

اليورانيوم  $^{238}\text{U}$  هو 25.99% من اليورانيوم الطبيعي .والذي يتحلل مع انبعاث الفا هائل ليصبح ثوريوم  $^{232}\text{Th}$  ، ويتحلل أيضا بانبعاث بيتا سلبيا هائلا ويتحول الى بروتكتين وتستمر السلسلة في التحلل حتى تصل الى نظير الرصاص المستقر.يوجد ثوريوم وفير بالطبيعة 100% وهذه السلسلة تبدأ ب  $^{232}\text{Th}$  وتعاني من عددمن الاضطرابات لتنتهي بالرصاص  $^{208}\text{pb}$  [61] .

## 6.2 فوائد غاز الرادون واستخداماته

إن من أهم فوائد غاز الرادون واستخداماته هي:

- 1- في التنقيب عن النفط والغاز: إن قياس تراكيز غاز الرادون قرب سطح الأرض قد يدل وبصورة غير مباشرة على وجود خامات النفط والغاز عند عمق معين في باطن الأرض، بسبب إن قياس تراكيز عالية لغاز الرادون قرب سطح الأرض هو دليل على وجود خامات هيدروكربونية إضافة الى وجود خامات اليورانيوم، إذ أن الغازات التي تتسرب عن

الخامات البترولية تتحرك نحو الأعلى محدثة بذلك جرياناً تصاعدياً (Up flow) قرب سطح الأرض حيث يقاس الرادون [62].

2- في التنبؤ عن الزلازل والبراكين: الرادون عاملاً مهماً في عملية التنبؤ بهذه الكارثة الخطيرة نتيجة لحدوث إنضغاطات وتوسعات وإجهادات في القشرة الأرضية والتي بدورها تؤثر على مناسيب جريان الموائع في مسامات القشرة الأرضية، مما يؤدي إلى زيادة تراكيز غاز الرادون عن مستوياتها السابقة بصورة ملحوظة [63] ، لأن حدوث الزلازل والبراكين يكون عادة مصحوباً بزيادة فجائية لتراكيز الرادون قرب سطح الأرض وخصوصاً في الفترة التي تسبق حدوث الزلازل البركانية [64] .

3- التقيب عن اليورانيوم: إن رصد الرادون بتراكيز عالية قرب سطح الأرض هو دليل على وجود خام اليورانيوم عند عمق معين لأن الأساس العملي الذي تبنى عليه هذه الطريقة هو أن اليورانيوم يمثل النواة ألام Parent Nucleus الرئيسة التي ينحدر عنها غاز الرادون، فهو يتولد من تحلل الراديوم الذي هو بالأساس من نواتج تحلل سلسلة اليورانيوم. ولكن كيف يمكن للرادون أن يتصاعد بغزارة الى سطح الأرض التي يتواجد تحتها اليورانيوم دون أن تنخفض تراكيزه بشدة عالية نتيجة لتحلله الإشعاعي داخل الأرض، إذ أن له عمراً نصفياً يبلغ 3. 825 يوم ومعدل عمر يبلغ 5.5 يوم وكلاهما قصير نسبياً، إن ذلك يعزى الى ثلاثة عوامل أساسية تؤثر على انتقال غاز الرادون داخل الأرض وهي [65]:

1- مسامية ونفاذية الأرض، إذ أن انتقال غاز الرادون في الأرض عالية المسامية يكون سهلاً.

2- التدرج الحراري Heat gradient : وهو التغير في درجة حرارة الأرض المرافق للتغير في العمق عن سطحها ( [66]).

3-خمول الغاز كيميائياً أي لا يتفاعل مع ذرات الوسط المحيط، لذا فان تراكيزه لا تتناقص عند انتقال الغاز خلال الأرض. [67]

## 7.2 الرادون ونواتج تحلله Radon And its Degradation Products

إن الرادون  $^{222}\text{Rn}$  هو النواة الوليدة المباشرة للراديووم  $^{226}\text{Ra}$



ان عدداً من ذرات الرادون والنواتجة من انحلال الراديووم في باطن الأرض تتداخل مع الغازات الموجودة في التربة أو تخرج إلى الغلاف الجوي. وعندما تتحلل ذرات الرادون فإنها تبعث جسيمات ألفا وعلى العموم يعد تأثير الرادون غير مباشر صحياً أي أنه لايسبب مرض سرطان الرئة وأنمًا ولأئده هي التي تسبب ذلك المرض. وبما أنه غاز خامل غير مستقر فانه يستمر بالإشعاع مولدا مايسمى ولأئد الرادون وهي ( $^{218}\text{po}$ ،  $^{214}\text{Bi}$ ،  $^{214}\text{pb}$ ،  $^{214}\text{Po}$ ) وهو بدوره ينحل بعمر نصفي 3.825 يوم باعثاً جسيمة ألفا بطاقة حركية مقدارها 5.49 MeV. ويوجد الراديووم في التربة وفي مياه البحار والمحيطات وفي الصخور وصخر الصلد الأديم . [ 68 ] .

## 2. 8 انواع الكواشف:

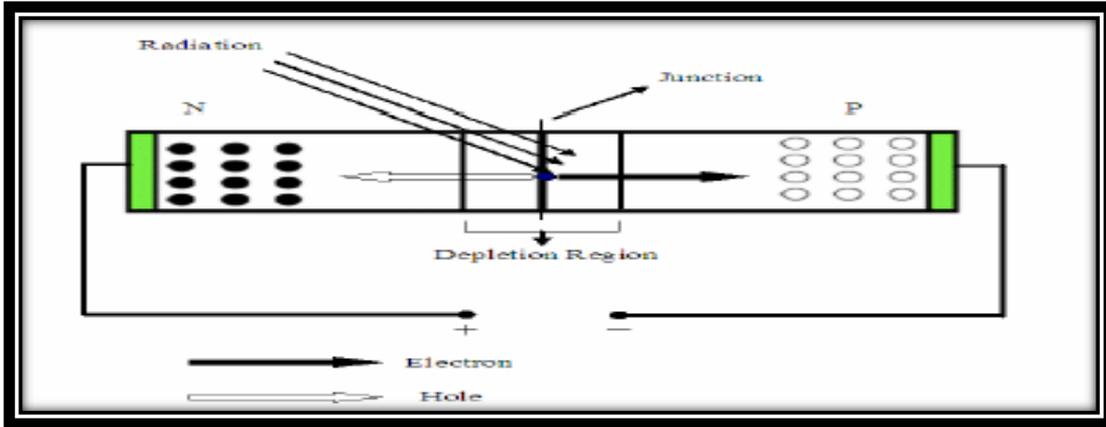
سوف نستعرض هنا بعض انواع الكواشف

### 1.8.2 كواشف الحالة الغازية Gas State Detectors

يعتمد مبدأ عمل هذه الكواشف على قياس التيار الكهربائي للإلكترونات والأيونات الناتجة عن مرور الإشعاعات في حيز معين من الغاز واهم هذه الكواشف : عداد كايكر- ميلر وحجرة التأين والعداد التناسبي ... الخ ، [69] .

### 2.8.2 كواشف أشباه الموصلات Semiconductor Detectors

وهي مواد تظهر فيها تأثيرات على الوصلة الثنائية (PN) عند تعرضها للإشعاع حيث تزيد الإلكترونات السالبة في المنطقة (N) والفجوات الموجبة في المنطقة (P) فيتولد مجال كهربائي يعمل على دفع الفجوات الموجبة والإلكترونات السالبة ، كما مبين في الشكل (1.2) ، وبتجميع التيار الناتج يمكن معرفة وقياس طاقة الأشعة وشدتها ، وتمتاز هذه الكواشف بقدرة تحليل عالية، ومن هذه الكواشف: كاشف الجرمانيوم ليثيوم Ge(Li) وكاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) [70] .

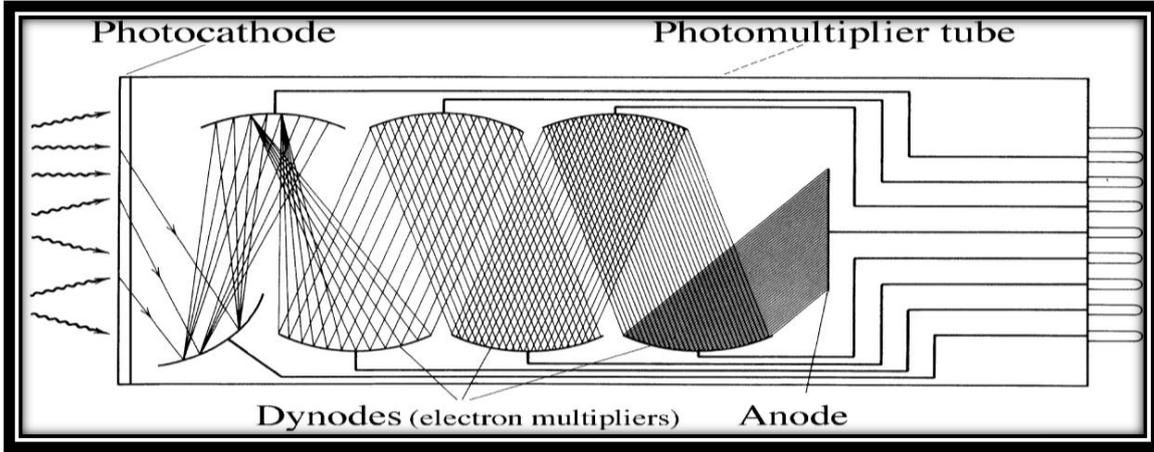


شكل (1.2) رسماً تخطيطياً لكاشف شبه موصل P-N [70]

### 2.8.3 كاشف يوديد الصوديوم NaI (TI) Detector

إن هذا الكاشف يتكون من جزئين رئيسيين هما المادة الوميضية (مادة لا عضوية) والمضاعف الضوئي ، تتميز المادة الوميضية بإنتاج الفوتونات (الوميض) عند امتصاصها لأشعة كما ، وينتج الفوتون عادة بسبب إزالة التهيج الذي يحصل في المادة بعد امتصاصها

لأشعة كما ، وأما المضاعف الضوئي الذي يواجه البلورة فإنه يتكون من كاثود ضوئي ومجموعة دايونادات كما في الشكل (2.2) ، فعندما يمر الإشعاع النووي خلال البلورة تتراح عدد من الإلكترونات من حزمة التكافؤ مخلفة فجوات تميل الإلكترونات للعودة إلى هذه الفجوات مشعة فوتونات بأطوال موجية قصيرة ، وفي المنطقة غير المرئية ، وللحصول على ضوء منظور تطعم البلورة بمادة أخرى مثل الثاليوم (TI) التي تقوم بدور الوسيط إذ تعطي الإلكترونات جزءاً من طاقتها إلى ذرات الثاليوم مسببة تهيجها وللتخلص من الطاقة الزائدة تشع ذرات الثاليوم فوتونات ضمن المنطقة المرئية ومن أجل الحصول على ناتج جيد لجميع إشعاعات كما الممتصة فإن اليود يقوم بتجهيز النظام بعدد ذري عال (وذلك لزيادة احتمالية حصول الظاهرة الكهروضوئية) [71] ، أما المضاعف الضوئي فإنه يتكون من الفوتوكاثود الذي يقوم ببعث إلكترونات عند سقوط الفوتونات المتولدة في البلورة الوماضة ويجري تعجيل هذه الإلكترونات بجهد يتراوح بين 100-150 فولت تقريباً ، وتجمع كهروستاتيكية بحيث تسقط على الداينود الأول وبسبب التصادم تتحرر عدد من الإلكترونات الثانوية تتراوح بين (2-5) من الإلكترونات الثانوية لكل الكترون أولي وتعجل الإلكترونات الثانوية خلال الفراغ إلى الداينود الثاني إذ يتضاعف عدد الإلكترونات مرة أخرى . وبذلك يستمر مضاعفة الإلكترونات حتى تصل الأنود فتحصل على تكبير للنبضة بمقدار  $(10^5-10^6)$  مرة [72] .



الشكل (2.2) كاشف NaI(Tl) [72]

## 9.2 وحدات قياس النشاط الإشعاعي Units of Measurement of

### Exposure to Radon and its Daughter

قبل التعرف على وحدات التعرض للرادون نود أن نتطرق الى اهم وحدات قياس

الإشعاعات. [73].

### 2. 1.9 الكيوري Curie

وهي وحدة قياس الفعالية الإشعاعية للنواة النشطة إشعاعيا والكيوري الواحد يساوي

$$1 \text{ curie} = 3.7 * 10^{10} \text{ Bq}$$

البكرل وتساوي مقارنة مع كيوري.

### 2.9.2 التعرض Exposure

وهو مقدار التآين الحاصل في الهواء بواسطة الأشعة السينية وأشعة كاما، ووحدته هي

الرونتن (R) .

### 3.9.2 الجرعة الممتصة Absorbed Dose

وهي معدل الطاقة المفقودة من الأشعة لوحدة الكتلة، وتقاس بوحدات الكري Gy

### 4.9.2 Effective Dose الجرعة المؤثرة

وهي حاصل جمع مكافئات الجرغ لكل عضو أو نسيج متعرض للاشعاع في الجسم،

ووحدة القياس هي Sv.

### 5.9.2 Collective Dose الجرعة المتجمعة

وهي مجموع مكافئات الجرغ المستلمة من قبل مجموعة من الأفراد ويعبر عنها

بوحدة Person - Sievert .

### 6. 9.2 Equivalent Dos الجرعة المكافئة

وهي حاصل ضرب الجرعة الممتصة في عامل النوعية Quality Factor لذلك

النوع من الاشعاع، وتتراوح قيمة معامل النوعية من 1 لأشعة كاما إلى 20 لجسيمات

ألفا، ووحدة القياس هي السيفرت Sv ويمثل الجدول (2. 4) وحدات قياس الاشعاع المؤين.

## 10.2 مصادر غاز الرادون داخل المباني

### 1.10.2 التربة Soil

غاز الرادون داخل المباني يأتي بصورة رئيسية عادة من التربة والصخور أسفل المبني

ويتحرر غاز الرادون من التربة الحاوية على نسب عالية منه إلى الجو خاصة في مناطق

الضغط الجوي المنخفض، أما في المناطق التي يرتفع فيها الضغط الجوي فقد يتحرك غاز

الرادون من الجو إلى التربة. كذلك فإن المساكن تعمل عمل المدخنة بسحبها لغاز التربة من

أسفل المسكن، ومن الأراضي القريبة منه. وإذا كانت أرضيات المباني خرسانية فإنها تمنع

تخلل غاز الرادون من الأرض، إلا إذا كانت هناك فتحات أو شروخ في الأرضيات الخرسانية تسمح بتخلل الغاز. وإن كل من التربة وصخور القشرة الأرضية تحتوي على اليورانيوم بشكل متفاوت من مكان إلى آخر حسب طبيعة الصخر أو التربة. وتحتوي الصخور النارية الحامضية وفوق الحامضية، مثل عائلة الجرانيت نسبا عالية من كل من اليورانيوم والثوريوم مقارنة بالصخور الرسوبية، باستثناء بعض الطُفل الأسود، والصخور الفوسفاتية التي هي أكثر إشعاعية. [75] :

وهناك عدة عوامل تؤثر على حركة غاز الرادون في التربة وهي :

1- النفاذية : وهي قدرة مكون ما مثل التربة والصخور على السماح لغاز الرادون

بالممرور فيه من خلال المسام أو الشقوق.

2- حجم حبيبات التربة

3 - المسامية : وهي النسبة المئوية لحجم المسام في الصخر أو التربة الى الحجم

الكلي للصخر والتربة دون اعتبار لاتصال المسام أو عدم اتصالها .

## 2.10.2 مواد البناء Building Materials

مواد البناء المكونة من الرمال والصخور وما شابهها تحتوي على اليورانيوم والراديوم، ومعظم هذه المواد تكون مسامية إلى حد ما ، وإن معدل التحرر من الصخور يزداد مع كل من الطحن والعوامل الجوية المؤثرة في تغير لون الأشياء المعرضة لها، أو في تركيبها، أو في شكلها، وبخاصة تحلل التربة والصخور الطبيعية والكيميائية، لأن فرص تحرر غاز الرادون من الحبيبات الصغيرة للمادة يزداد عنه من الحبيبات الكبيرة. وهذا يسمح لغاز الرادون

أن يتخلل منها إلى الهواء. ومعدل تحرر غاز الرادون من المواد يعتمد على تركيز الراديوم وعلى الصفات الفيزيائية وإذا كانت المادة تحوي تركيزاً مرتفعاً من اليورانيوم أو الراديوم فينبغي تجنبها، أو استخدامها خارج المنزل بحيث لا تشكل خطراً صحياً على الناس. فمثلاً الجرانيت الذي يستخدم بشكل واسع بلاطاً للأرضيات، لما يمتاز به من جمال وصلابة تقاوم خدشه عند الاستخدام [76].

### 3.10.2 الماء Water

وقد يكون تركيز غاز الرادون في المياه تحت سطح الأرض مرتفعاً، وخاصة في الأرض الجرانيتية، فإن مشاركة الماء في نطاق غاز الرادون إلى داخل المساكن هي عادة محدودة، لا تتجاوز واحد بالعشرة آلاف من تركيز غاز الرادون في الماء يمكن أن يصل غاز الرادون إلى المساكن عن طريق الماء. فالرادون والراديوم يذوبان في الماء، وعندما تمر المياه تحت السطحية على كل من التربة والصخور الحاوية على الراديوم، فإنه يذوب في الماء وينتقل معه، ويتولد منه الرادون وولائده، فإذا كانت كمية الراديوم المذابة كبيرة، كان تولد الرادون منها تبعاً لذلك كبيراً. فإذا استخدمت تلك المياه في المساكن، فإن غاز الرادون يمكن أن يتحرر داخل المنزل. [77]

### 11.2 المخاطر الصحية لغاز الرادون Health Risks of Radon Gas

The

هناك طريقتان يمكن للرادون ونواتج تفككه أن يدخلوا جسم الإنسان هما الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي، فالأخير لا يمثل خطورة لأن وجود الطعام في المعدة ولو بسمك في حدود المليمتر يمكن أن يوقف معظم جسيمات ألفا الناتجة عن تفكك الرادون ووليداته [78].

إن التعرض للإشعاع الذري بمختلف مستوياته أمر غير مرغوب فيه والتأثيرات البيولوجية للإشعاع عند التعرض لجرعات عالية قد يؤدي إلى درجة الهلاك.

أما في حالة استنشاق وليدات الرادون العالقة بالهواء والقصيرة عمر النصف فإنها إذا دخلت إلى الجهاز التنفسي تلتصق بجدار الرئتين، وإذا ما وصلت إلى الجزء السفلي من الرئتين الخالي من الأغشية المخاطية فإن جسيمات ألفا الناتجة عن تفكك نظيري البولونيوم ( $^{214}\text{Po}$  و  $^{218}\text{Po}$ ) تعطي جرعة إشعاعية مباشرة للنسيج الخلوي بالرئتين [79].

أثبتت الدراسات أن الرادون ووليداته من باعثات ألفا هم المسبب في زيادة نسبة الإصابة بسرطان الرئة بين عمال المناجم بأمريكا الشمالية وأوروبا [80].

اعتمدت هذه النتائج على تقييم خطر الرادون من خلال البيانات المتحصل عليها من تعرض عمال المناجم لغاز الرادون خلال فترات عملهم. والرادون في حد ذاته فهو غاز ثقيل ذو عمر نصفي كبير مقارنة بالدورة التنفسية وبالتالي يمكن أن يدخل ويخرج من الرئتين أثناء عملية التنفس. وقد أوضحت الدراسات أن الجرعة التي تتلقاها الرئة نتيجة تعرضها للرادون أكبر من 2 إلى 3 مرات من تلك التي تتلقاها المعدة نتيجة الهضم [81].

من أهم أحد المشاكل الصحية المهمة في العالم هي انواع السرطان إذ يسبب 3.4 مليون حالة وفاة سنويا، حيث نشرت منظمة الصحة العالمية (WHO) لسنة 1990 تقريرا يفيد أن الأمراض السرطانية تشغل المرتبة الثانية في الوفيات بعد أمراض القلب [82] العوامل البيئية

هي أهم العوامل المسببة لمعظم أنواعه، وعلى حسب تقديرات منظمة الصحة العالمية فإنّ هذه العوامل هي المسؤولة عن 75% من حالات الإصابة بالسرطان. وأهم هذه العوامل هي [83]

أ- تلوث المياه والخضراوات والفواكه بمختلف المواد الكيميائية الناتجة عن استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية وكذلك تلوث المواد الغذائية المحفوظة وخصوصا المعلبات ببعض المواد الكيميائية التي تضاف إليها لتساعد على حفظها وبعض العناصر التي تستمدتها من العلب نفسها.

ب- التدخين وتعاطي المخدرات الكحولية إذ يعد التدخين من أهم أسباب سرطان الرئة والحنجرة والبلعوم والمريء والمثانة، كما تعد الكحوليات من أهم أسباب سرطان المريء والبلعوم والكبد.

ج- التلوث النووي: وهو أخطر أنواع التلوث في الوقت الحاضر وهو في تزايد مستمر بسبب التفجيرات النووية التي تحدث عند إجراء التجارب النووية في الوقت الحاضر وبسبب التسرب الإشعاعي الذي يحدث في المفاعلات التي تتسابق الدول على إنشائها وخصوصا عندما تصاب هذه المفاعلات بأي خلل يؤدي إلى انفجارها أو احتراقها أو تسرب الإشعاعات النووية منها.

تلوث الهواء بالمواد الكيميائية الضارة التي تبعث من مناطق التعدين والمصانع المختلفة وخصوصا الصناعات الكيميائية مثل صناعة الأسمدة والمبيدات والبتروكيمياويات وصناعة الأسمت ومحطات صهر المعادن وبالرغم من إن خطر تلوث الهواء في الإصابة بسرطان الرئة صغير جدا إلا أنه يمكن أن يساهم في الإصابة لكن الخطر يكون أقل بكثير من الخطر الذي يسببه التدخين [84].

د- طرائق التعرض للإشعاع الشمسي المباشر حيث تساعد الأشعة فوق البنفسجية ( Ultraviolet ) التي في الإشعاع على الإصابة بسرطان الجلد والشفاه وأكثر الناس تعرضا لها هم

الفلاحون وعمال الطرق والمناجم سرطان الرئة Lung Cancer هو ورم خبيث ينمو في إحدى أو كلتا الرئتين، ويتميز بالتكرار غير المنتظم للخلايا التي تخلق الأورام. حيث أثبتت العديد من الدراسات التي أجريت على معادن اليورانيوم الزيادة في مخاطر الإصابة بسرطان الرئة، إلا أنها تنسب في بعض الأحيان إلى التعرض لمطلقات انحلال الرادون. يعد سرطان الرئة السبب القيادي الأول لوفاة الرجال، ويؤثر على الذكور أربعة أضعاف تأثيره على الإناث [85]

إذ أن هناك احتمالية تحول الأنسجة التالفة إلى خلايا سرطانية، إذا ما بقيت جرعة عالية من الإشعاع ناتجة عن مركبات اليورانيوم المنضب غير المذابة في الرئة لبضع سنوات [86].

## 2. 12 تعريف المعادن الثقيلة

المعادن الثقيلة (Heavy Metals) لم يتم تعريفها بشكل محدد، إلا أنها بشكل عام عناصر تمتلك خواص فيزيائية مثل الفلزات الإنتقالية، وبعض اشباه الفلزات، واللانثانيدات، الأكتينيدات، كثافتها أكثر من 5 غرام/سم<sup>3</sup>، كما يطلق عليها المعادن السامة (toxic metals) [87]

## 2. 13 تلوث المياه بالمعادن الثقيلة

توجد المعادن الثقيلة بصورة طبيعية في النظام البيئي، ويرجع ازدياد نسبتها مؤخرًا إلى المصادر الصناعية والنفايات الصناعية السائلة وانتقال أيونات المعادن من التربة إلى البحيرات والأنهار والأمطار الحمضية، والتلوث الحادث من النفايات الصادرة من الوقود بشكل خاص. [25]

## 2. 14 سمية المعادن الثقيلة وآثرها على صحة الإنسان

1- تحتاج الكائنات الحية الى كميات مختلفة من "المعادن الثقيلة " ،مثل الحديد والكوبلت والنحاس والمنغنيز والموليبدنيوم والزنك والسلينيوم ،حيث يكون استهلاك هذه المعادن ضرورياً وهاماً للمحافظة على عملية التمثيل الغذائي (الأيض) بجسم الكائن الحي .

2- تنقسم العناصر الثقيلة الى عناصر أساسية وعناصر غير أساسية ،فالعناصر الأساسية هامة لعمل الأنزيمات مثل Zn و Mg،حيث تعمل هذه العناصر كعوامل أيونية مساعدة للأنزيمات co-factor ions (ضرورية لأيض الخلية بتراكيز منخفضة )،بينما تكون العناصر الثقيلة غير الأساسية سامة للخلية ومكوناتها ،وبإمكانها تدمير مكونات الخلية عند تراكيز منخفضة ،ومن هذه العناصر الكاديوم Cd،والرصاص Pb.

3- تتجم خطورة المعادن الثقيلة من قدرتها على التراكم في اجسام الكائنات البحرية مثل: الأسماك والقشريات،كما أن إستهلاك كميات كبيرة منها تحتوي على تركيزات عالية من المعادن الثقيلة يؤدي الى تسمم الإنسان وهو المستهلك النهائي لتلك الكائنات وهو ما يعرف (بتسمم المعادن الثقيلة) ،حيث تتراكم داخل الجسم بشكل اسرع من انحلالها من خلال عملية التمثيل الغذائي (الايض ) أو إخراجها .[87]

ومن أخطر المعادن التي تلوث الماء وتتركز بعد ذلك في الأسماك هو الكاديوم والرصاص:

1- الكاديوم : من المعادن الثقيلة شديدة السمية ،يحدث التسمم بالكاديوم نتيجة تناول أغذية أو مشروبات ملوثة بتركيزات كبيرة من المعدن مثل 16 مليجرام لتر أو أكغم ،وتظهر أمراض التسمم به بعد عدة سنوات وبعد تراكم كميات كبيرة في الجسم .ومن أهم أعراض التسمم: الغثيان،القيء،آلام البطن.

أ- للكادميوم تأثيرات سامة على الجهاز الهيكلي بسبب تأثيره على أيض الفسفور والكالسيوم حيث يحدث إنخفاض في إمتصاص الكالسيوم والنتيجة هي لين العظام (Osteomalacia). وقد كان ذلك السبب الرئيسي حدوث الحادثة الشهيرة باليابان الذي أصيب فيها أعداد كبيرة من الأفراد بمرض نتيجة لتناولهم أرز ملوث بالكادميوم. [25]

ب- للكادميوم أثر مباشر في الإصابة بارتفاع ضغط الدم بسبب تأثير الكادميوم على إنقباض الاوعية الدموية.

ج- للكادميوم تأثيرات مسرطنة (سرطان الرئة والبروستاتا).

د- كما إنه يسبب إضطراب في وظائف الكليتين ،وقد يؤدي الى فشل كلوي في الحالات المتقدمة .

هـ- وتحدد منظمة الصحة العالمية الحد الأعلى المسموح تناوله من الكادميوم (450 مايكرو جرام للفرد)، ويجب ألا تتعدى نسبة الكادميوم في الأسماك ومنتجاتها عن 100 جزء في البليون.

2- الرصاص: إرتفاع تركيز الرصاص في البيئة المائية وبالتالي الأحياء المائية ولا سيما الأسماك يأتي من الأنشطة الصناعية والبشرية ،ومن أهم مصادر التلوث بالرصاص هي مصانع البطاريات والأنابيب المستخدمة في نقل مياه الشرب وإلقاء بعض المخلفات الصناعية . والتأثيرات السامة التي يحدثها الرصاص في جسم الإنسان تشمل العديد من الأجهزة مثل الجهاز العصبي والإخراجي الكلوي والجهاز الدوري ( الدم) ويمتد التأثير ليشمل الأنشطة الكيميائية الحيوية بالكائنات الحية المتأثرة بالرصاص. [87]

ويصل الحد الأقصى لتركيزات المعادن الثقيلة المسموح بها في المياه والموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO) ، ومنظمة حماية البيئة (EPA) وسوف نوضح ذلك بالجدول (2.2).

جدول (2.2) الحد الأقصى لتركيزات المعادن الثقيلة المسموح بها في المياه [87]

العناصر	WHO\FAO	EPA
المنيوم (AL)	100-200 مايكروجرامالتر	50-200 مايكروجرامالتر
كاديوم (Cd)	3 مايكروجرامالتر	0.005 ملي جمالتر
نحاس (Cu)	2.000 مايكروجرامالتر	1.3 ملي جمالتر
رصاص (pb)	10 مايكروجرامالتر	0.015 ملي جمالتر
زئبق (Hg)	6 مايكروجرامالتر	0.002 ملي جمالتر



الفصل الثالث

الجزء العملي

**Practical Part**

### 1.3 المقدمة Introduction

يتضمن هذا الفصل توضيحاً للأجهزة والمواد المستخدمة والطريقة العلمية التي أجريت في هذا البحث كما يتضمن الخطوات العملية والقوانين والحسابات المستخدمة في قياس تراكيز الرادون في الماء في مناطق معينة من نهر الفرات في قضاء الهندية في محافظة كربلاء باستخدام كاشف الحالة الصلبة RAD7 .

### 2.3 الأجهزة المستخدمة Used Device

#### جهاز RAD

إن RAD7 جهاز متطور الدقة ومتعدد الغايات يمكن استخدامه لأغراض مختلفة حيث أنه يشكل أساساً لقياس غاز الرادون في المياه ومراقبة الرادون المستمرة في الهواء واستنشاق غاز الرادون والثرورون واختبار غاز التربة. والشكل (1. 3) يوضح المظهر الخارجي لكاشف RAD7 الذي يعمل بواسطة أربعة مفاتيح رئيسية نحدد أحد المفاتيح وبعد ذلك يعمل الجهاز حسب نوع الاختبار [89].



شكل (1-3) يوضح أساسيات كاشف الرادون RAD7 [88]

ويتكون جهاز RAD7 من :

### 1. اختبار Test

مجموعة من الأوامر تتحكم في جمع بيانات غاز الرادون ومعالجتها ويمكننا البدء والتوقف عن جمع البيانات وحفظها أو مسحها من الأختيار الحالي أو طباعة الأختيار الحالي كما هو عليه.

### 2. التنصيب Setup

مجموعة إعداد أوامر بتكوين RAD7 لأداء الأختبارات وفقا للحاجة، ويتذكر RAD7 بارامترات الإعداد عندما يتم إيقاف التشغيل . كما يتضمن الإعداد تحديد زمن وعدد مرات الدورة وتحديد الطريقة المستخدمة وتحديد نوع الضخ والوحدة وصيغة الطباعة .

### 3. خاص Special

مجموعة من الأوامر المتوفرة في RADLINK عند تحميل البرمجيات وجهاز التحكم عن بعد

### 4 . البيانات Data

مجموعة من بيانات الأوامر تسترد من ذاكرة الجهاز وطباعتها وعرضها وتقديم تقرير عنها ورسمها بيانيا وايضا أوامر للإدارة الذاكرة التي ستحمل البيانات لـ 1000 دورة في ما يصل إلى 100 تشغيل ، بعض الأوامر في مجموعة البيانات تتطلب إدخال رقمي وتشغيل .

### 3.3 كاشف الحالة الصلبة RAD7 Solid State Detector

RAD7 جهاز يمتلك خلية عينية بحجم حوالي 0.7 L وله شكل نصف كروي ممكن أن نلاحظه في الشكل (2.3) ، داخل نصف الكرة مكسو بموصل كهربائي وقوة فولتية عالية ،

تجهز الشحنات داخل الموصل الى جهد حوالي ( 2000-2500 ) فولت نسبة الى الكاشف. وهذا يخلق مجال كهربائي في كافة أنحاء الخلية .

نواة  $^{218}\text{Po}$  تمتلك عمر نصف قصير نسبيا وعندما تتحلل سوف تمتلك فرصة 50%

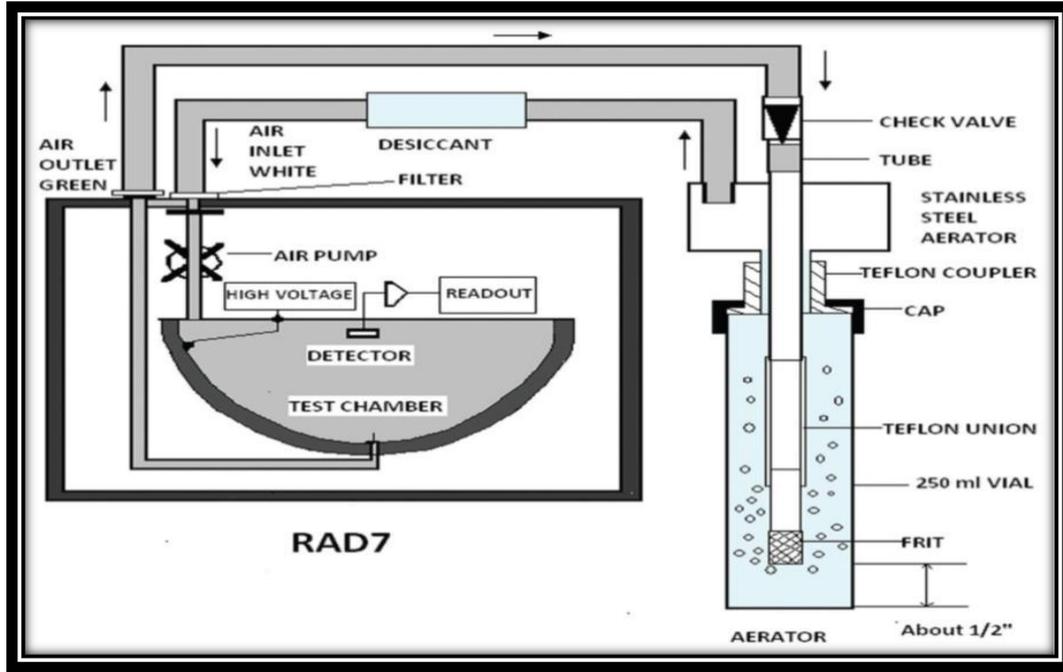
لدخول الكاشف وسوف ينتج إشارة كهربائية، وطاقت جسيمات ألفا تستطيع أن تميز [90].

يحدث المجال الكهربائي الجزيئات المشحونة ايجابيا في الكاشف في الخلية ممثلة دورية، تتحلل ذرات  $^{222}\text{Rn}$  داخل الخلية وتترك خلفها الشحنة الموجبة  $^{218}\text{Po}$  ، الذي يعجل على الكاشف ويلتصق به. ويستطيع تحديد الطاقة الإلكترونية المتعلقة بجسيمات ألفا القادمة وهذا يجعله من الممكن أعطاءنا كل نظائر الرادون ،  $^{218}\text{P}$  ،  $^{214}\text{Po}$  الى آخره من الأشعاع الصادر، لذلك نستطيع أن نميز نظائر الرادون  $^{218}\text{Po}$  بإشعاع ألفا أو  $^{214}\text{Po}$ .

وجهاز RAD7 أو ما يسمى كاشف الحالة الصلبة يستخدم لجسيمات الفا ، فكاشف الحالة الصلبة هو مادة شبة موصلة (هي عادة السيليكون) الذي يحول طاقة إشعاع الفا الناتج من تحلل  $^{218}\text{Po}$  أو  $^{214}\text{Po}$  مباشرة الى اشارة كهربائية، وهذه الفائدة تأتي بالمرتبة الأولى لكاشف الحالة الصلبة [91].

الإشارة الكهربائية المسجلة من انحلال الإشعاع النووي هي مضخمة، وترشح وبعد ذلك مرتبة حسب قوتها. تحديد الثورون  $^{220}\text{Rn}$  من اشارة  $^{216}\text{Po}$ . إشارات  $^{218}\text{Po}$  و  $^{216}\text{Po}$  تنهض من ( 6 MeV الى 6.78 MeV ) من تحلل ألفا بالتعاقب وطاقات الفا من نواتج التحلل الأخرى هي مهمة. وإنَّ جهاز RAD7 غير متحسس بالكامل من تحلل بيتا، وإنما RAD7 يحدد تراكيز الرادون بواسطة قياس النشاط الإشعاعي لنواتج التحلل .

وهناك طرق مختلفة لوظائف RAD7 تسمح لكشف الرادون من إشارة  $^{218}\text{Po}$ ،



شكل ( 2.3 ) يوضح تخطيط جهاز RAD7 [92]

### 4.3 القياس Measurement

يجب التأكد أولاً من ذاكرة جهاز RAD7 بأنها غير ممتلئة حيث العدد الدائر لآخر دورة يجب أن يكون أقل من 99 كما يجب تجديد ( purging ) كاشف RAD7 بهواء جديد وذلك بربط وحدة التجفيف في حلقة مغلقة مع RAD7 لذا الهواء الخارج يمر عبر المجفف (Desiccant) ويعود إلى الداخل ويلاحظ دائماً أن تدفق الهواء يكون بالطريق نفسه خلال المجفف.

لقياس تركيز غاز الرادون في الماء قمنا بإعداد RAD7 على 4 دورات في 5 دقائق فتصبح مدة الاختبار الكلية 30 دقيقة و قمنا بقياس تركيز غاز الرادون في عينات من نهر الفرات للكشف عن أي تغيرات سريعة في تركيز غاز الرادون لأنه ينظر فقط إلى انحلال  $^{218}\text{Po}$  ويتجاهل  $^{214}\text{Po}$  حيث يتم طباعة أربع قراءات لكل عينة، يتم طبع معلوماتها بالتسلسل

التالي(حجم العينة، التاريخ، الوقت، درجة الحرارة، الرطوبة) ثم طباعة المستخلص المستخرج الذي يتضمن (متوسط تركيز الرادون عدد الدورات، الانحراف المعياري، أعلى وأدنى قيمة لغاز الرادون التركيز) وكذلك يحتوي الملخص على رسم بياني لأربع دورات، ورقم العملية، والطيف المتراكم، إنَّ نسبة إزالة الرادون من الماء في حلقة الهواء عالية جداً في عينة 250 مل تكون 94 % .ويملك RAD7 قدرة فريدة لاستنشاق الثورون  $^{216}\text{Po}$  ذو عمر نصف (150  $\mu\text{sec}$ ) لذا فإن استجابة الجهاز تكون واقعية وفورية، ومن العوامل الأخرى في sniffing هو الضعف لتراكمات  $^{210}\text{Pb}$  ، فقط مع RAD7 ممكن رصد عينات مستمرة وعالية بدون القلق حول ارتفاع الخلفية في كاشف الرادون الناتجة من العدادات المزيفة التي تحدث بغياب الرادون، ومن الممكن أن تنشأ الخلفية من خصائص الآلة أو مكوناتها ومن الإشعاعات في البيئة أو من تلوث الآلة وصمم RAD7 بجعله اقل عرضة للخلفية أكثر من مرصد الرادون الأخرى .

### 5.3 موقع الدراسة

تقع منطقة الدراسة البحثية وهي قضاء الهندية في محافظة كربلاء وتقع هذه المحافظة في السهل الرسوبي وسط العراق حيث تنحصر بخطي طول (31/ 32<sup>0</sup> شمالاً) و (16/ 13<sup>0</sup> شرقاً)، وتحتل الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الفرات الاوسط وتقع القضاء في منطقة وسط بين محافظتي كربلاء وبابل . تضم القضاء حوالي 26% من سكان المحافظة أو حوالي 230 نسمة. , تعرف محليا باسم طويريج إن أصل الإسم يعود إلى العصر البابلي من ناحية المعنى على الأقل، حيث إن لإسم البابلي "طوريق" مشابه للإسم الحالي لفظياً، وهو يعني "طريق المبتغى" أي الطريق الذي كانوا يسلكونه لزيارة كربلاء.

وهي بلدة عراقية ومركز قضاء في محافظة كربلاء. كانت تتبع سابقاً لمحافظة بابل. تبعد حوالي 25 كم شرق مدينة كربلاء ،ونفس المسافة تقريباً غرب مدينة الحلة، تقع على نهر الفرات تتميز القضاء ببساتين النخيل والحمضيات المجاورة لها ، ويوضح الجدول (1.3)اسماء العينات ومواقع جمعها حسب نظام GPS. والشكل (3.3) يوضح خارطة العراق مستقطعا جزءاً منها يوضح الحدود الإدارية لمحافظة كربلاء والآقضية والنواحي التابعة لها.

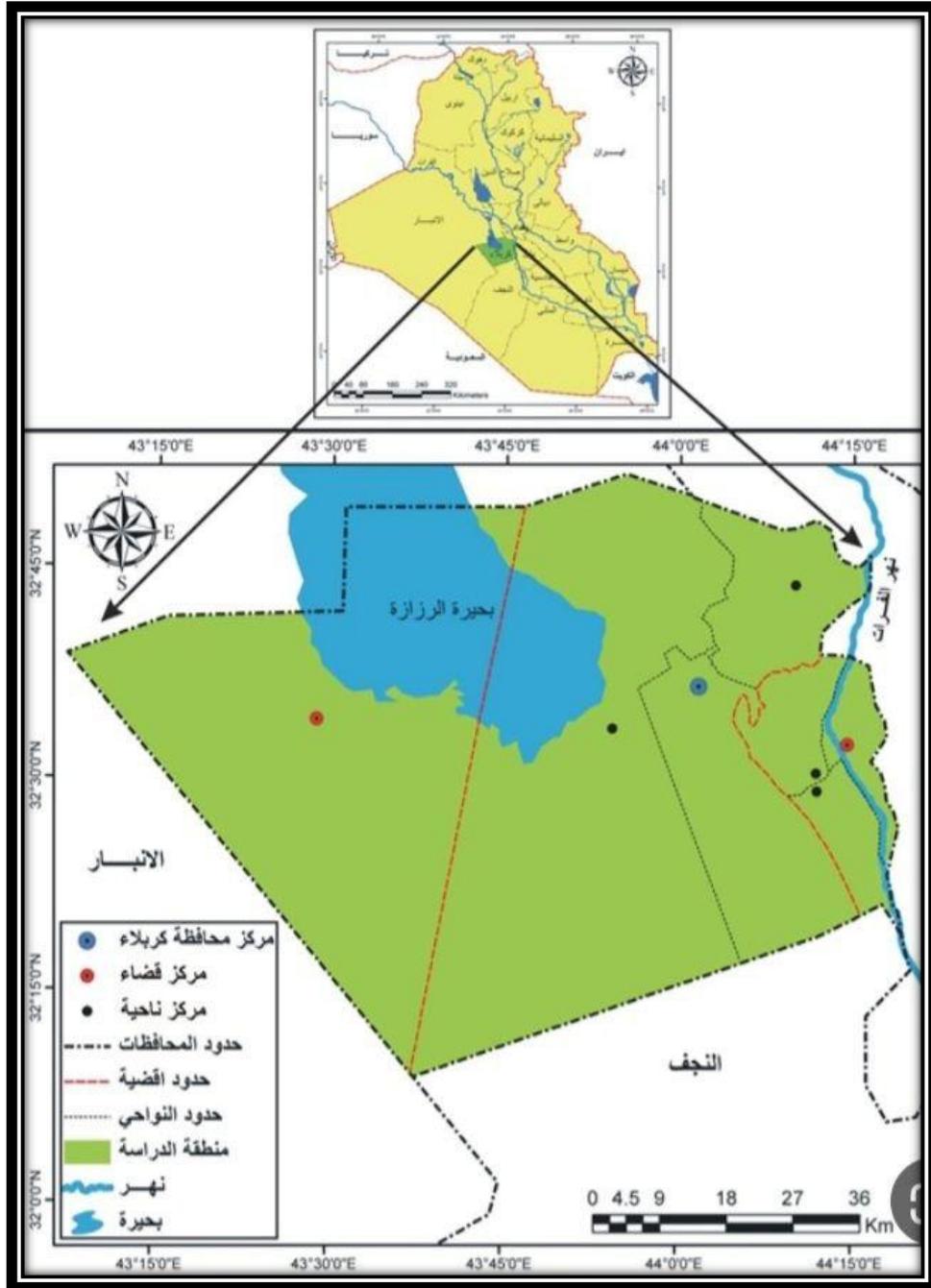
جدول(1.3)العينات ومناطق جمعها والمواقع لها بإحداثيات نظام GPS

اسم العينة	sample	Coordinate	
مركز القضاء محرم عيشة	W1	32 <sup>0</sup> 15 88 , 22N	44 <sup>0</sup> 13 76, 42E
	W2	32 <sup>0</sup> 10 73, 20N	44 <sup>0</sup> 13 79, 73E
	W3	32 <sup>0</sup> 32 32, 20N	44 <sup>0</sup> 13 83, 59E
	W4	31 <sup>0</sup> 09790,320N	44 <sup>0</sup> 13 88, 54E
	W5	31 <sup>0</sup> 09328,320N	44 <sup>0</sup> 13 93,01E
	W6	31 <sup>0</sup> 0870,0321N	04 <sup>0</sup> 4130,9728E
	W7	31 <sup>0</sup> 0802,4321N	04 <sup>0</sup> 4140,245E
	W8	31 <sup>0</sup> 0726,832N	04 <sup>0</sup> 4140,642E
	W9	31 <sup>0</sup> 0669,932N	04 <sup>0</sup> 4141,0310E
	W10	31 <sup>0</sup> 0622,032N	04 <sup>0</sup> 4140,1482E
القطيع	W11	31 <sup>0</sup> 0577,832N	04 <sup>0</sup> 4141,784E
	W12	31 <sup>0</sup> 0537,832N	04 <sup>0</sup> 4140,2139E
	W13	31 <sup>0</sup> 0487,632N	04 <sup>0</sup> 4140,2500E
	W14	31 <sup>0</sup> 04341,32N	04 <sup>0</sup> 4140,2826E
	W15	31 <sup>0</sup> 03747,32N	04 <sup>0</sup> 4140,2834E
	W16	31 <sup>0</sup> 0275,332N	04 <sup>0</sup> 4140,3639E
	W17	31 <sup>0</sup> 0195,532N	0441403,814E
	W18	31 <sup>0</sup> 01654,32N	04 <sup>0</sup> 4140,4453E
	W19	31 <sup>0</sup> 0112,832N	04 <sup>0</sup> 4140,4903E
	W20	31 <sup>0</sup> 0582,321N	04 <sup>0</sup> 4140,5294E
العلوان	W21	31 <sup>0</sup> 0146,32N	04 <sup>0</sup> 4140,5687E
	W22	30 <sup>0</sup> 9677,032N	04 <sup>0</sup> 4140,5921E
	W23	30 <sup>0</sup> 0919,433N	04 <sup>0</sup> 4140,6195E
	W24	30 <sup>0</sup> 8811,32N	04 <sup>0</sup> 4140,6466E
	W25	30 <sup>0</sup> 881,132N	04 <sup>0</sup> 4140,6466E

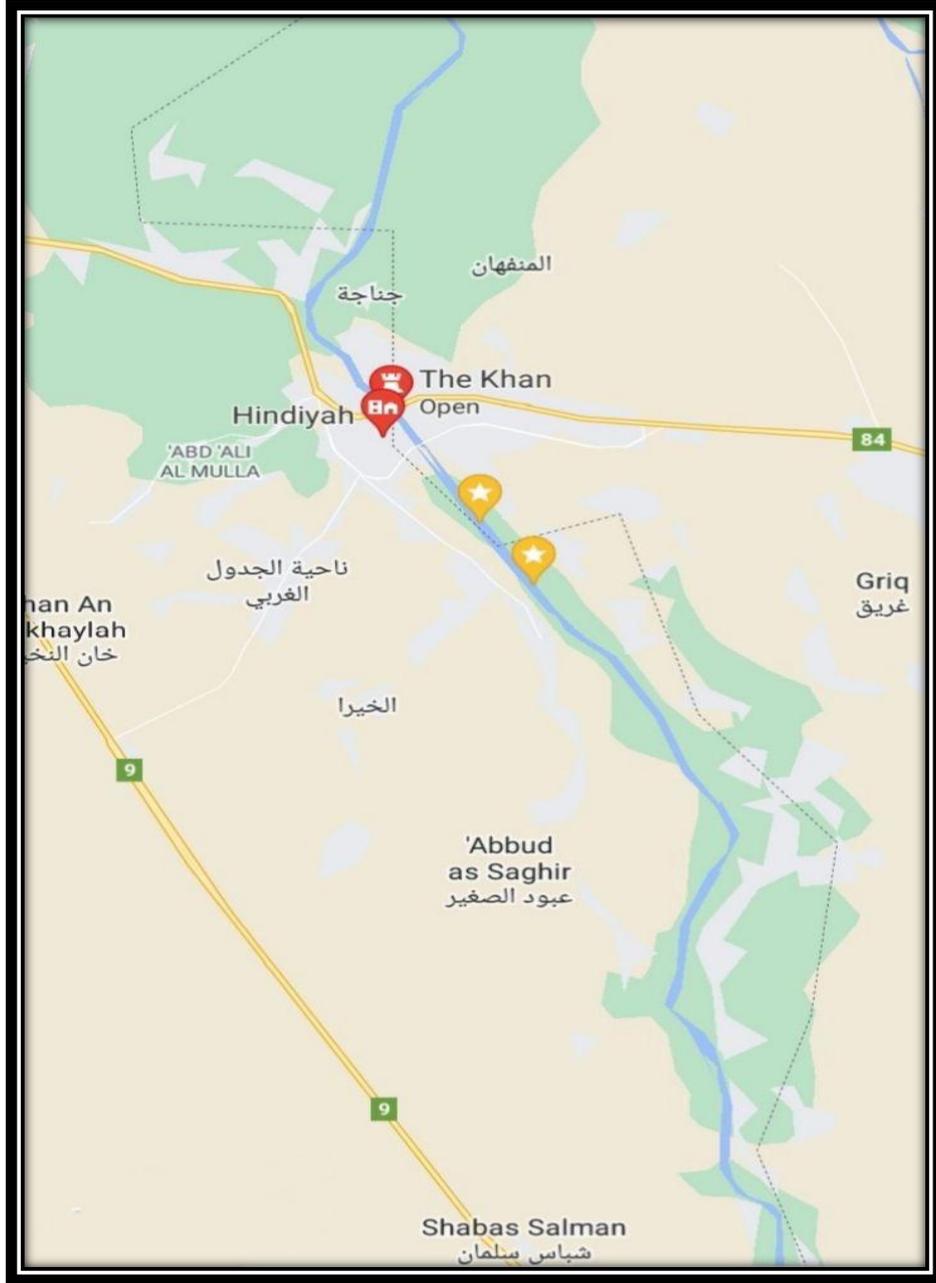
	W26	30 <sup>0</sup> 8217,32N	04 <sup>0</sup> 41406,980E
	W27	30 <sup>0</sup> 7777,32N	04 <sup>0</sup> 41407,3890E
	W28	30 <sup>0</sup> 7377,32N	04 <sup>0</sup> 4140,7587E
	W29	30 <sup>0</sup> 70193,2N	04 <sup>0</sup> 4140,7927E
	W30	30 <sup>0</sup> 6534,32N	04 <sup>0</sup> 4140,8399E
ال سيد جاسم	W31	32 <sup>0</sup> 0189,32N	04 <sup>0</sup> 4130,7570E
	W32	32 <sup>0</sup> 0225,332N	04 <sup>0</sup> 41307,304E
	W33	32 <sup>0</sup> 0271,433N	04 <sup>0</sup> 4130,702E
	W34	32 <sup>0</sup> 0314,832N	04 <sup>0</sup> 4130,67364E
	W35	32 <sup>0</sup> 3460,32N	04 <sup>0</sup> 4130,6552E
	W36	32 <sup>0</sup> 0376,032N	04 <sup>0</sup> 4130,6356E
	W37	32 <sup>0</sup> 0408,432N	04 <sup>0</sup> 4130,6155E
	W38	32 <sup>0</sup> 0451,1332N	04 <sup>0</sup> 4130,5879E
	W39	32 <sup>0</sup> 0493,732N	04 <sup>0</sup> 41305,632E
	W40	32 <sup>0</sup> 5218,32N	04 <sup>0</sup> 41305,441E
ام روائية	W41	32 <sup>0</sup> 0550,6032N	04 <sup>0</sup> 4130,5250E
	W42	32 <sup>0</sup> 0580,332N	04 <sup>0</sup> 4130,5085E
	W43	32 <sup>0</sup> 0616,332N	04 <sup>0</sup> 4130,4838E
	W44	32 <sup>0</sup> 0651,832N	04 <sup>0</sup> 41304,590E
	W45	32 <sup>0</sup> 0688,932N	04 <sup>0</sup> 41304,324E
	W46	32 <sup>0</sup> 0733,832N	04 <sup>0</sup> 4130,4008E
	W47	32 <sup>0</sup> 0852,632N	04 <sup>0</sup> 4130,4709E
	W48	32 <sup>0</sup> 8901,32N	04 <sup>0</sup> 4 130,4339E
	W49	32 <sup>0</sup> 0926,332N	04 <sup>0</sup> 4130,4013E
	W50	32 <sup>0</sup> 0959,132N	04 <sup>0</sup> 4130,3662E
الخيرات	W51	32 <sup>0</sup> 0997,132N	04 <sup>0</sup> 4130,3296E
	W52	33 <sup>0</sup> 0370,33N	04 <sup>0</sup> 4130,2916E
	W53	32 <sup>0</sup> 0856,32N	04 <sup>0</sup> 4130,2500E
	W54	33 <sup>0</sup> 0117,132N	04 <sup>0</sup> 4130,2110E

W55	33 <sup>0</sup> 1611,33N	044 <sup>0</sup> 13016,76E ي
W56	33 <sup>0</sup> 2028,32N	044 <sup>0</sup> 13014,33E
W57	33 <sup>0</sup> 2577,32N	044 <sup>0</sup> 1300,739E
W58	33 <sup>0</sup> 0293,332N	044 <sup>0</sup> 1300,248E
W59	33 <sup>0</sup> 0394,233N	044 <sup>0</sup> 1300,003E
W60	33 <sup>0</sup> 3942,33N	044 <sup>0</sup> 1209,805E

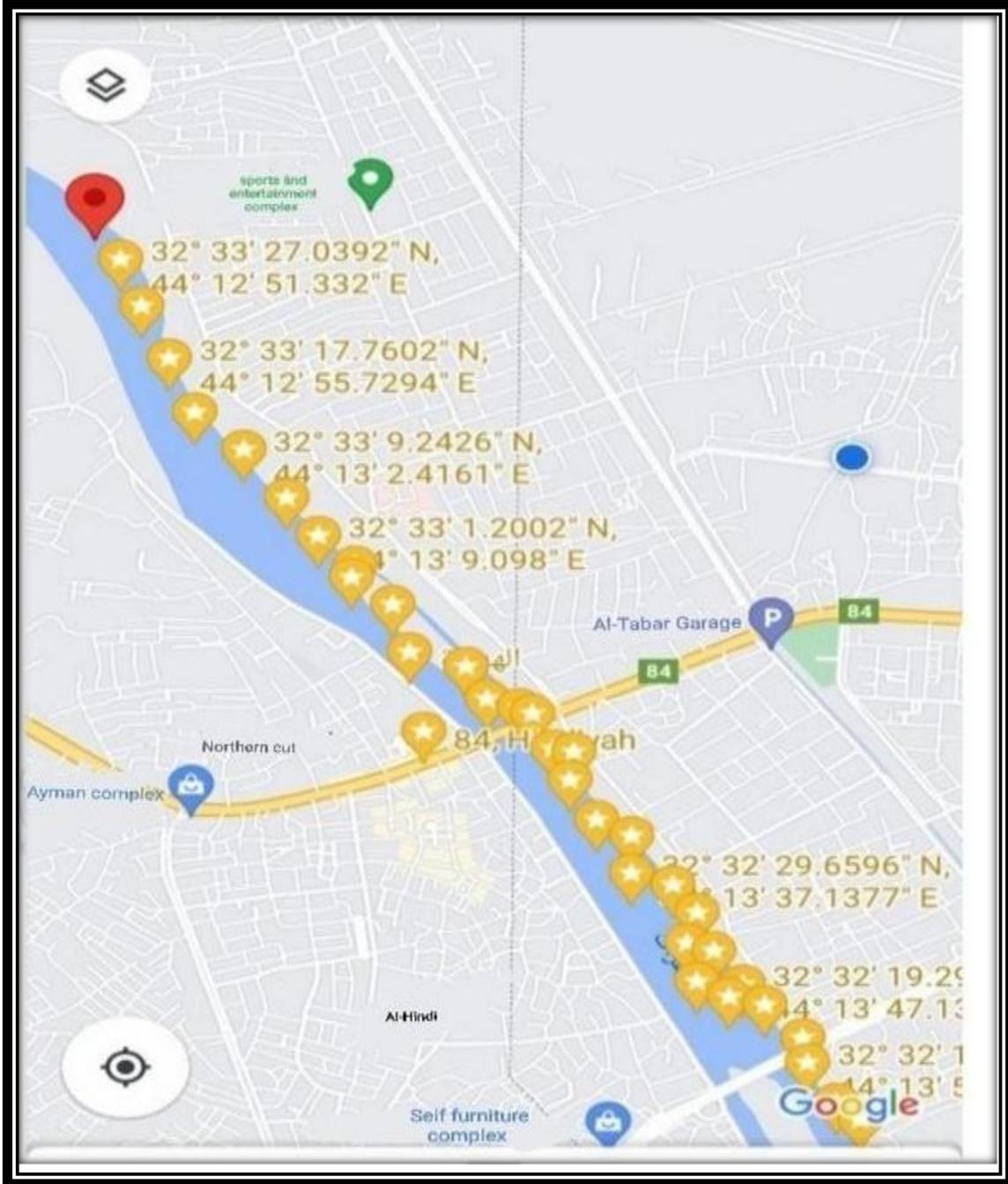
ظهر لنا من الجدول (1.3) المبين اعلاه مواقع العينات لستين عينة التي تم جمعها من المياه السطحية لنهر الفرات في قضاء الهندية، وكذلك تسميات العينات حسب إسم المنطقة التي أخذت منها كما سنبينها: العشر عينات الأولى من W1 إلى W10 أخذت بحدود كم واحد بواقع 100 متر بين عينة وأخرى ابتداءً من جسر الهندية القديم وعلى طول منطقة محرم عيشة، ثم الكيلومتر الثاني بواقع عشر عينات من W11 إلى W20 سميت حسب إسم المنطقة التي أخذت منها وهي الكعب، ثم الكيلومتر الثالث بواقع عشر عينات ابتداءً من W21 إلى W30 بإسم الـ علوان، ثم العينات W31 إلى W40 بإسم المنطقة التي أخذت منها وهي الـ سيد جاسم، ثم العينات من W41 إلى W50 بإسم المنطقة وهي إم روية، وأخيرا العينات من W51 إلى W60 بإسم المنطقة التي أخذت منها وهي الخيرات، كما يظهر في العمود الأخير للجدول مواقع العينات التي حددت بإستخدام نظام الـ GPS اي إحداثيات العينة شمالاً وجنوباً كما تم تثبيتها اثناء جمع النماذج. وفي أدناه أهم الخرائط التي توضح منطقة العمل.



الشكل (3.3) خارطة العراق مستقطعا منها جزءاً يوضح الوحدات الادارية لمحافظة كربلاء



شكل (3. 4) خارطة موقع نهر الفرات في قضاء الهندية



الشكل ( 3. 5 ) خارطة مواقع العينات على نهر الفرات في قضاء الهندية في محافظة كربلاء

يتضح لنا من الشكل (3.3) خارطة وطننا العراق موضحة عليها المحافظات وحدودها ومستقطع جزء منها لايضاح الحدود الخاصة بالمحافظة موضح عليها مركز المحافظة والاقضية والنواحي ومراكزها. اما الشكل ( 3. 4 ) يوضح قضاء الهندية وهي منطقة الدراسة الحالية يتوسطها نهر الفرات كما تظهر فيها اهم المناطق والقرى الموزعة على عموم القضاء والمناطق

المحيطة بها. والشكل (5.3) يوضح نهر الفرات ماراً بقضاء الهندية وأهم المناطق والقرى التي تقع على جانبيه، بالإضافة إلى مواقع العينات التي أخذت من النهر. وكذلك إحداثيات الموقع لكل عينة والتي حددت بواسطة نظام الـ GPS لتحديد المواقع. أي تظهر فيها الإحداثيات شمالاً وجنوباً لكل عينة، أيضاً من خلال الخريطة وكما ذكرنا سابقاً يتضح لنا السنتين عينة التي تم أخذها من مواقع مختلفة، وكانت المسافة بين عينة وأخرى 100 متر. وقد ثبتت المعلومات على شكل مجموعات، كل مجموعة تضم عينة واحدة بكافة معلوماتها، بما في ذلك (مكان أخذ العينة، وتاريخ أخذها من النهر، ورقم العينة) وغيرها من المعلومات. كما تم تسجيل موقع كل عينة في جداول العينات المذكورة أعلاه وتم الاحتفاظ بها، ومن خلال النظر إلى الخريطة، يمكننا معرفة الموقع وخط العرض وخط الطول لكل عينة.

### 3. 6 طريقة جمع العينات وتحضيرها

- 1- تم جمع العينات من مصدر المياه السطحية لنهر الفرات في عبوات بلاستيكية سعة 1 لتر.
- 2- تمت تعبئة العبوات بالماء بعناية، مما يضمن عدم وجود فقاعة وغطيت بإحكام بشريط لاصق.
- 3- تم استخدام نظام GPS في تحديد إحداثيات المواقع للعينات من مناطق جمعها.
- 4- تم تثبيت إحداثيات المواقع والوقت وتاريخ أخذ العينات وقد تم عرض مواقع وأوصاف العينات في جداول معدة لهذا الغرض.
- 5- تم نقل العينات من مواقع جمعها إلى مختبر النووية في كلية التربية للعلوم الصرفة جامعة بابل لغرض إجراء القياس لتراكيز غاز الرادون باستخدام جهاز RAD7 .
- 6- تم حساب الجرعة الفعالة السنوية لكل عينة.

- 7- تم حساب عامل الإصابة بمرض السرطان وبالإعتماد على الجرعة الفعالة ورتبت النتائج في جداول أعدت لهذا الغرض.
- 8- تم خزن العينات في المختبر في مكان خاص لغرض نقلها لإجراء الفحوصات المتبقية.
- 9- تم نقل العينات الى المختبر لغرض اجراء الفحص للعناصر الثقيلة الكاديوم،والرصاص وتم تثبيت النتائج في جداول أعدت لهذا الغرض.
- 10- تم إجراء مقارنة بين تراكيز العينات التي جمعت في البحث وتراكيز الدراسات السابقة كما إجريت مقارنة بين تراكيز العناصر الثقيلة في النهر وتراكيزها في مناطق اخرى في أنهار العراق إجريت فيها نفس الفحوصات.

### 3.7 طريقة فحص العناصر الثقيلة بتقنية Flame

- 1- تم ترشيح العينات لغرض تهيئتها للفحص .
- 2- تم تشغيل الجهاز وتشغيل منظومة الهواء وفتح غاز الأستيلين .
- 3- تم تحضير محاليل قياسية لكل عنصر من العناصر المراد فحصها لغرض رسم منحنى معايرة.
- 4- تم تهيئة الجهاز وتهيئة الأوتو سامبلر ووضع العينات فيه وحسب الموقع.
- 5- بعد إعطاء أمر (start) يبدأ الجهاز بسحب العينة.
- 6- القياس يتم بدرجة حرارة 1500 م نتيجة شعلة (هواء - أستيلين). [ 93 ]
- وفيما يلي مواصفات الجهاز المستخدم:

جدول (2.3) مواصفات جهاز الإمتصاص الذري [93]

S	Name in Arabic	Name in English	Model	Company	Origin
1	جهاز الإمتصاص الذري	Atomic Absorption Spectrophotometer	AA-7000	SHIMADZU	Japan

وفيما يلي بعض الصور التوضيحية لكيفية جمع العينات وتحضيرها للقياس في المختبر



شكل (3.6) طريقة نقل العينات الى المختبر



شكل (3. 7) تحضير العينات لغرض قياس تراكيز العناصر الثقيلة



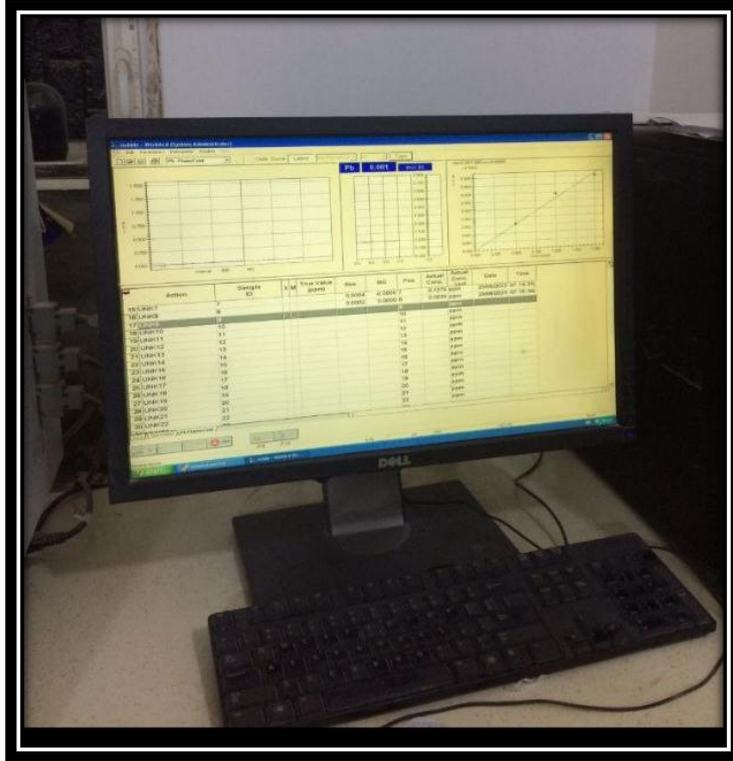
شكل (3. 8) تحضير الاواني الزجاجية لغرض ترشيح العينات



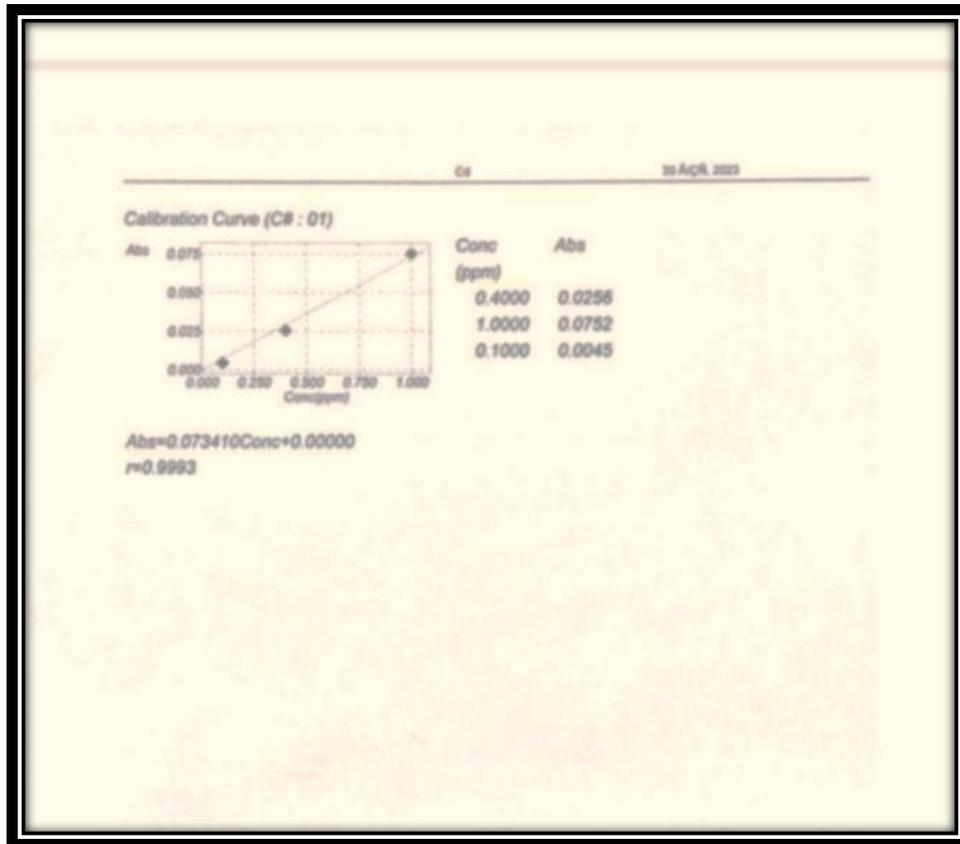
شكل (3. 9) جهاز قياس المذاب للعناصر الثقيلة



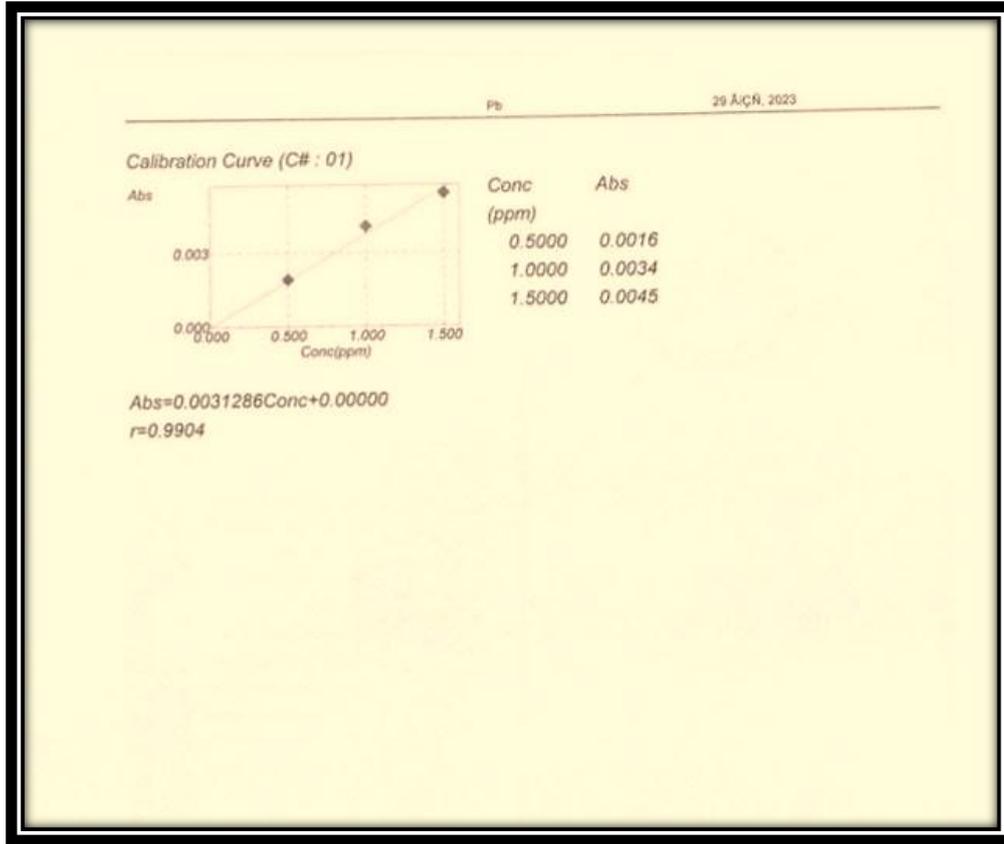
شكل (3. 10) يوضح الفرن الحراري



شكل (3. 11) يوضح شاشة عرض النتائج



الشكل (12.3) العلاقة البيانية لعنصر الكاديوم مع العينات كما وردت من جهاز الإمتصاص الذري



الشكل (3. 13) العلاقة البيانية لعنصر الرصاص كما ظهرت في جهاز الامتصاص الذري

### 3. 8 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 الجرعة لكل عضو أو نسيج في الجسم متعرض للإشعاع وهي مقياس للخطورة و يتم مقارنتها مع القيم المسموح للتعرض للإشعاع ضمن حدودها .

بشكل عام لاتحتوي المياه السطحية على مستوى كبير من  $^{222}\text{Rn}$  لأنها معرضة ومذاب بها  $^{222}\text{Rn}$  تتسرب بسهولة الى الهواء نتيجة لتغيرات درجة الحرارة في الغلاف الجوي.يوصي برنامج ICRP بمستوى مرجعي يقابل جرعة فعالة سنوية في نطاق 20mSv/y .

تعتبر ICRP إن القيمة التي تبلغ 10 mSv/y يجب أن تكون المعيار لتحديد مستوى مرجعي لمعرض الرادون المؤكد.

فقد تم حساب الجرعة الفعالة السنوية  $D_W$  (mSv/y) للتعرض لغاز الرادون في الماء باستخدام المعادلة الآتية [94]:-

$$D_W = C_W C_{RW} D_{cW} \quad (1.3)$$

إذ إن:

$C_W$ : تركيز غاز الرادون في الماء (Bq/L).

$C_{RW}$ : مقدار الاستهلاك (1095 L/y) (كمعدل عام لإستهلاك الفرد).

$D_{cW}$ : معامل تحويل الجرعة للرادون (0.0035 Sv Bq).

كما تم حساب عامل الإصابة بمرض السرطان للعينات التي تم اخذها من مواقع مختلفة من النهر والناج من استنشاق غاز الرادون في الماء باستخدام المعادلة (2.3) كما موضح، [95]

Life time cancer risk

$$(k) = DW * DL * RF \dots \dots \dots \quad (2.3)$$

DL: معدل عمر الفرد (سنة 70)

RF: عامل الخطورة ( $0.055 \text{ mSv}^{-1}$ ).

$D_W$ : الجرعة الفعالة السنوية (mSv\y).



الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

**Results and Discussion**

## 1.4 مقدمة

يتضمن هذا الفصل عرضاً للنتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة حيث تم استخدام تقنية كاشف الحالة الصلبة RAD7 لايجاد تراكيز غاز الرادون، ومناقشتها لتراكيز الرادون في الماء لعينات منتخبة من مياه نهر الفرات في قضاء الهندية في محافظة كربلاء. وايضا عرض معدل الجرعة الفعالة السنوية للرادون الموجودة من العينات المستحصلة ووضعت في جداول أعدت لها الغرض مع عامل الإصابة بمرض السرطان ،ومن ثم جداول تبين العناصر الثقيلة المذابة في الماء منها الرصاص والكاميوم، ورسمت جميع البيانات بمخططات توضيحية، ثم تطرقنا لإجراء مقارنة بين التراكيز التي تم الحصول عليها في هذا البحث والتراكيز للدراسات السابقة محليا وعالمياً، وكذلك أجرينا مقارنة لتراكيز العناصر الثقيلة مع الدراسات السابقة وأوردناها في جدول كذلك يتضمن الفصل عرضاً للاستنتاجات والمقترحات

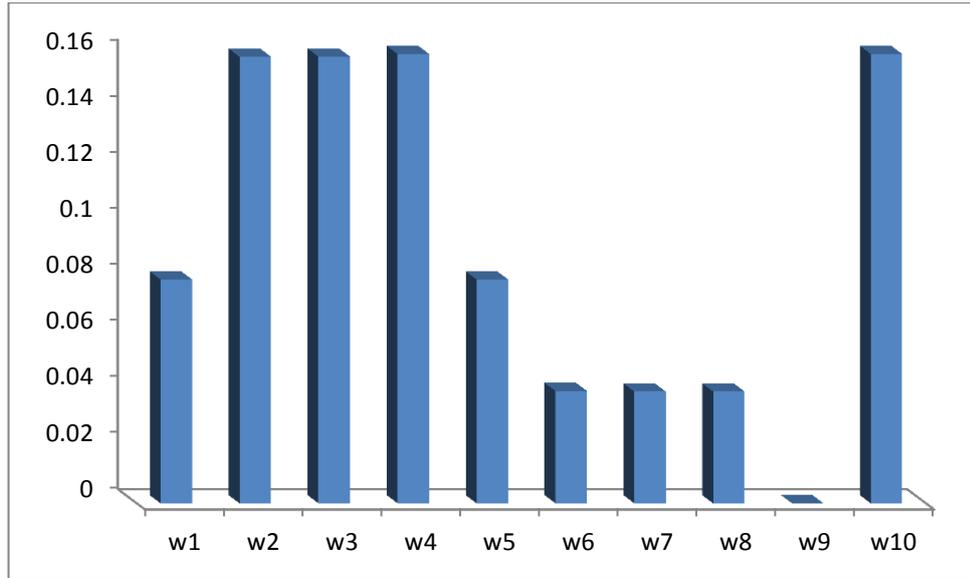
## 2.4 المناقشة

وفيما يأتي عرض لتلك النتائج من قيم التراكيز لغاز الرادون التي تم الحصول عليها من جهاز RAD7 ومناقشتها وكذلك عرض لقيم الجرعة الفعالة ومناقشتها ، وعرض لعامل الإصابة ومناقشة القيم اعلى وادنى قيمة. كما موضحة بالجدول ادناه.

جدول (1.4) تراكيز الرادون لمنطقة مركز القضاء (محرم عيشة)

اسم العينة	sample	C(Bq/L) التراكيز
مركز القضاء محرم عيشة	W1	0.0797
	W2	0.159
	W3	0.159
	W4	0.16
	W5	0.0797
	W6	0.04
	W7	0.0389
	W8	0.0398
	W9	0
	W10	0.16

تم في هذا الجدول اخذ عشر عينات منتخبة من منطقة مركز القضاء محرم عيشة وكانت اعلى قيمة للتراكيز هي  $0.160 \text{ Bq/L}$  وادنى قيمة هي  $0.04 \text{ Bq/L}$ ، وكان معدل التراكيز في هذه المنطقة هو  $0.09161 \text{ Bq/L}$ . كما في الشكل (1.4).



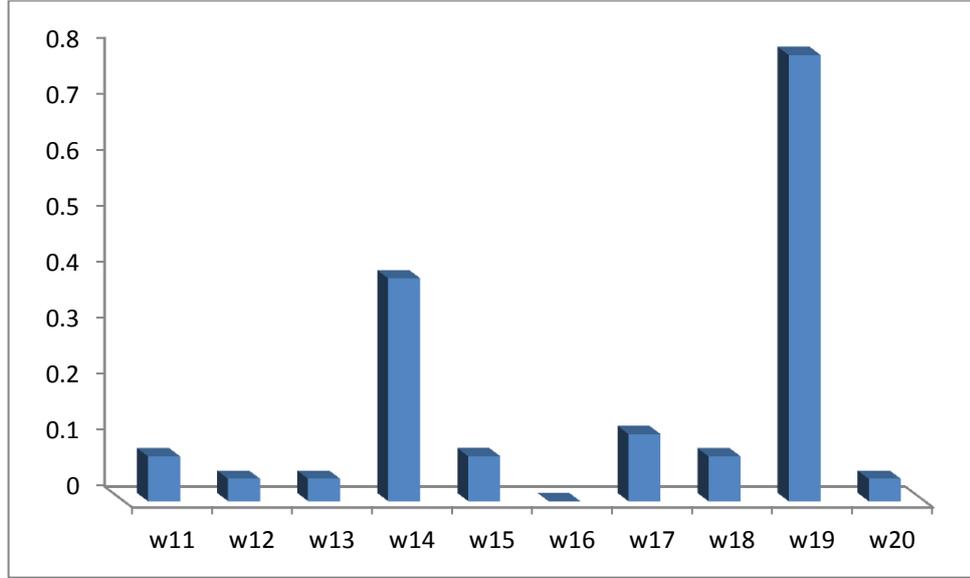
الشكل (1.4) تراكيز الرادون في منطقة مركز القضاء

يظهر الرسم البياني نتائج التراكيز للرادون كما تم قراءتها في جهاز RAD7 وأعلى قيمة للتراكيز وكذلك أدنى قيمة.

جدول ( 2. 4 ) تراكيز الرادون لمنطقة الكقطع

اسم العينة	sample	C(التراكيز)(Bq/L)
الكقطع	W11	0.0799
	W12	0.04
	W13	0.04
	W14	0.397
	W15	0.08
	W16	0
	W17	0.1197
	W18	0.0799
	W19	0.0795
	W20	0.04

تم في هذا الجدول اخذ عشر عينات منتخبة من منطقة الكقطع وقد كانت اعلى قيمة للتراكيز  $0.397 \text{ Bq/L}$  . و اقل قيمة للتراكيز كانت  $0.04 \text{ Bq/L}$  وكانت معدل التراكيز  $0.095 \text{ Bq/L}$  . كما في شكل (2. 4).

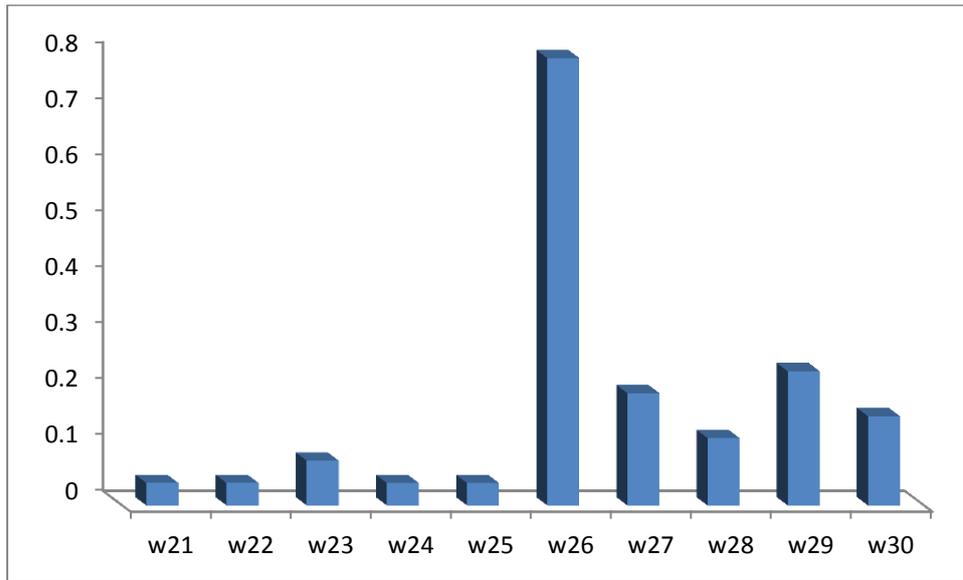


الشكل (2.4) تراكيز الرادون لمنطقة القطع

جدول(3.4) تراكيز الرادون لمنطقة ال علوان

اسم العينة	sample	التركيز C(Bq/L)
ال علوان	W21	0.04
	W22	004
	W23	0.0797
	W24	0,0398
	W25	0,0398
	W26	0.797
	W27	0.2
	W28	0.12
	W29	0.239
	W30	0.159

تم في هذا الجدول اخذ عشر عينات من منطقة ال علوان وكان اعلى تركيز هو  $0.797 \text{ Bq/L}$  و اقل قيمة للتركيز هي  $0.039 \text{ Bq/L}$ ، وكان معدل التراكيز  $0.17543 \text{ Bq/L}$ . كما في شكل (3.4).



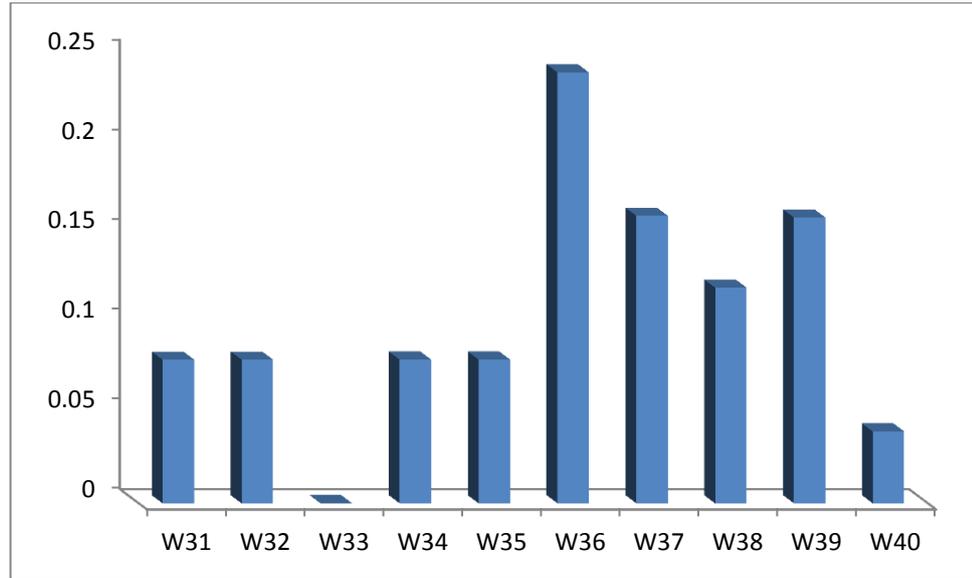
الشكل (3.4) تراكيز الرادون لمنطقة ال علوان

يوضح الرسم البياني اعلى قيمة و اقل قيمة للتركيز في منطقة ال علوان حيث كانت اعلى قيمة للتركيز للسنتين عينة هي في تلك المنطقة .

جدول ( 4.4 ) تراكيز الرادون لمنطقة ال سيد جاسم

اسم العينة	sample	C(التراكيز Bq/L)
ال سيد جاسم	W31	0.0799
	W32	0.0799
	W33	0
	W34	0.08
	W35	0.08
	W36	0.2397
	W37	0.16
	W38	0.12
	W39	0.159
	W40	0.04

في هذا الجدول تم اخذ عشر عينات من منطقة ال سيد جاسم وكان اعلى تركيز هو  $0.2397 \text{ Bq/L}$  وكان ادنى قيمة للتراكيز  $0.04 \text{ Bq/L}$  , وكان معدل التراكيز  $0.10385 \text{ Bq/L}$  . كما في شكل (4.4) .



الشكل (4.4) تراكيز الرادون لمنطقة ال سيد جاسم

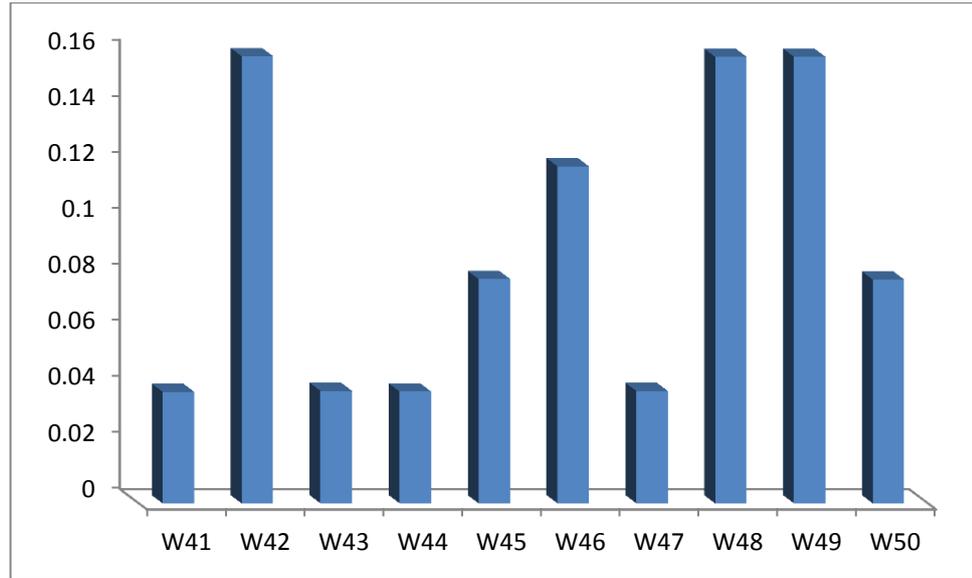
يوضح الشكل تراكيز الرادون لمنطقة ال سيد جاسم و اعلى قيمة و ادنى قيمة للتراكيز

جدول (5.4) تراكيز الرادون لمنطقة ام رواية

اسم العينة	sample	C(التراكيز Bq/L)
ام رواية	W41	0.0397
	W42	0.1592
	W43	0.04
	W44	0.0398
	W45	0.0799
	W46	0.12
	W47	0.04
	W48	0.159
	W49	0.159
	W50	0.0797

في هذا الجدول تم اخذ عشر عينات من منطقة ام رواية وكان اعلى تركيز في هذه المنطقة هو

0.0398 ، ومعدل التراكيز للعينات هو Bq\L وادنى قيمة للتراكيز هي 0.159 Bq\L .  
0.09163Bq\L. كما موضح في الشكل (5.4).



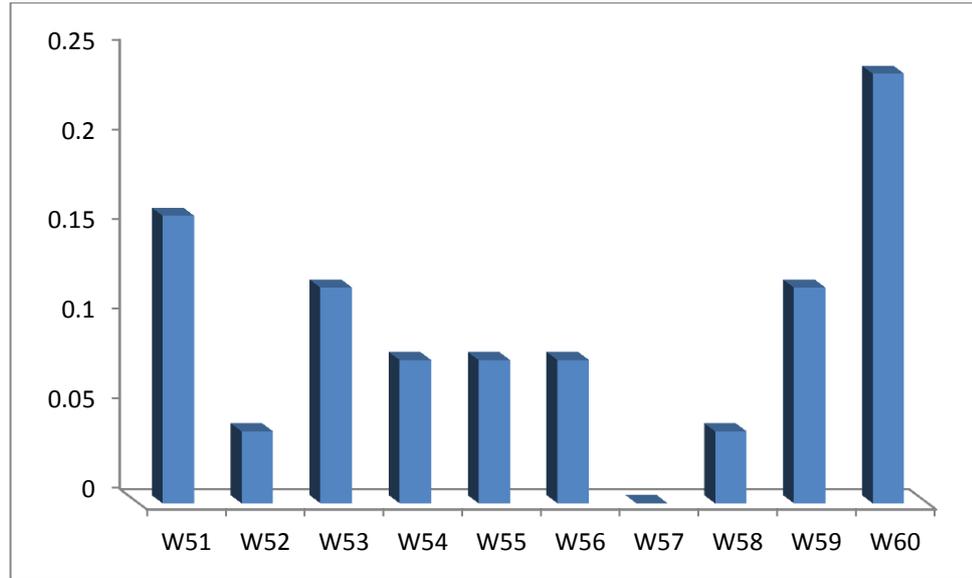
الشكل (4. 5) العينات مع تراكيز الرادون لمنطقة ام رواية

يوضح الشكل تراكيز الرادون لعشر عينات من منطقة ام رواية واعلى واقل قيمة لتراكيز الرادون

جدول (4. 6) تراكيز الرادون لمنطقة الخيرات

اسم العينة	sample	C(التراكيز Bq/L)
الخيرات	W51	0.16
	W52	0.04
	W53	0.12
	W54	0.0797
	W55	0.0797
	W56	0.0797
	W57	0
	W58	0.04
	W59	0.12
	W60	0.239

في هذا الجدول تم اخذ عشر عينات من منطقة الخيرات وكانت اعلى قيمة للتراكيز هي  $0.239 \text{ Bq/L}$  ، وادنى قيمة للتراكيز هي  $0.04 \text{ Bq/L}$  ، ومعدل التراكيز كان  $0.09581 \text{ Bq/L}$  . كما في الشكل (6.4) .



الشكل (6.4) العينات مع التراكيز لمنطقة الخيرات

يوضح الرسم البياني تراكيز الرادون لعشر عينات من منطقة الخيرات واعلى وادنى قيمة وقد أظهرت النتائج فحص ل 60 عينة مياه أن هناك تبايناً كبيراً في تراكيز الرادون لعينات المياه وفقاً لمواقعها المختلفة. يأتي هذا بسبب الطبيعة الجيولوجية المختلفة لكل منها.

فضلا عن وجود بعض مصادر التلوث مثل المحطات الكهربائية ومحطات الغسيل وغيرها. تم التأكيد على أن جميع العينات كانت ضمن الحدود التي وضعتها منظمة الصحة العالمية (WHO). وهو أقل مما تسمح به وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA)، والتي تشير إلى أن الحد المسموح به لغاز الرادون في الماء هو (0.4 - 0.5 Bq L<sup>-1</sup>).

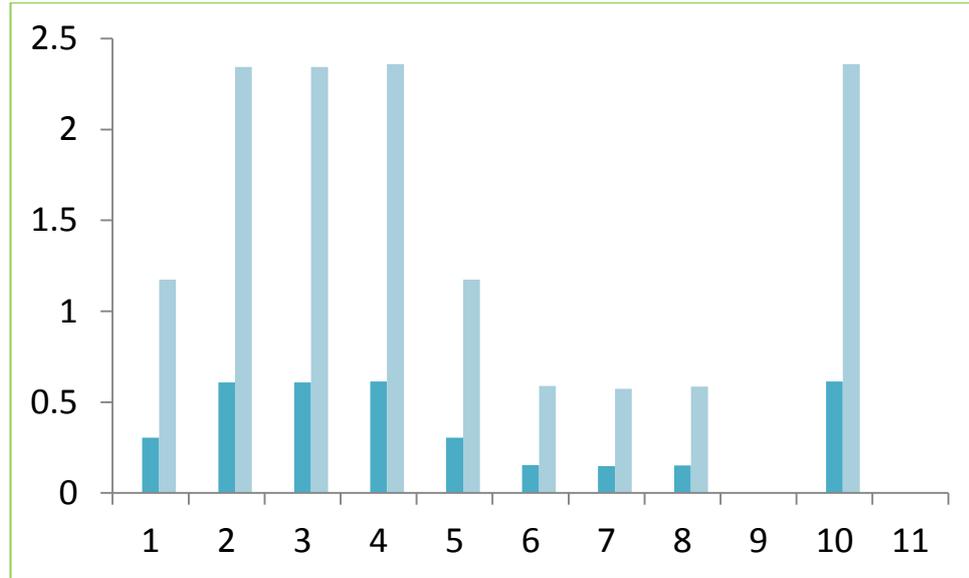
تم أيضا حساب الجرعة الفعالة كما في جدول (7.4) الذي يوضح نتائج الجرعة الفعالة

و عامل الإصابة بمرض السرطان k .

جدول (7.4) الجرعة الفعالة مع عامل الاصابة بمرض السرطان

اسم العينة	sample	Effective dose(Msv\y)	Life time cancer risk(k)
مركز القضاء محرم عيشة	W1	0.305	1.174
	W2	0.609	2.344
	W3	0.609	2.344
	W4	0.613	2.360
	W5	0.305	1.174
	W6	0.153	0.589
	W7	0.149	0.573
	W8	0.152	0.585
	W9	0	0
	W10	0.613	2.360

يظهر الجدول من منطقة مركز القضاء محرم عيشة عشر عينات مع الجرعة الفعالة وعامل الاصابة حيث كانت اعلى قيمة للجرعة الفعالة هي 0.613mSv/y و اقل قيمة هي 0.149 mSv/y اما معدل القيم فكان 0.350 mSv/y ، اما اعلى قيمة لعامل الاصابة فهي 2.360 و اقل قيمة كانت 0.573 . كما في الشكل ( 7 .4 ) .



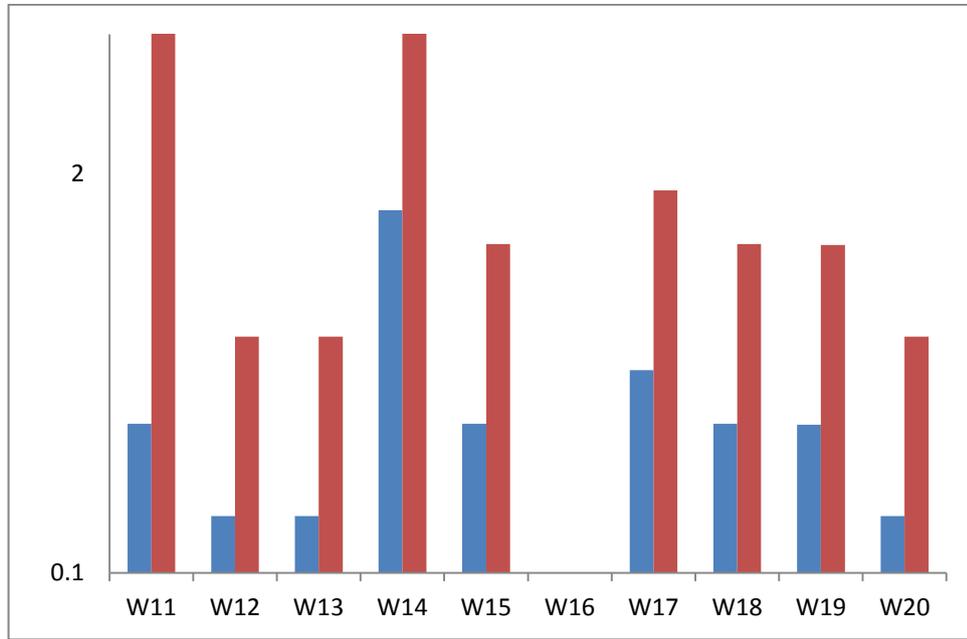
الشكل (4.7) الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة مركز القضاء

جدول (4.8) الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة القطع

اسم العينة	sample	Effective dose(Msv\y)	Life time cancer risk(k)
القطع	W11	0.306	1,178
	W12	0.153	0.589
	W13	0.153	0.589
	W14	1.521	5.855
	W15	0.306	1.178
	W16	0	0
	W17	0.458	1.763
	W18	0.306	1.178

	W19	0.304	1.170
	W20	0.153	0.589

اظهرت نتائج هذا الجدول عشر عينات في منطقة الكقطع مع الجرعة الفعالة وسجلت اعلى قيمة للجرعة الفعالة في هذه المنطقة  $1.521 \text{ mSv/y}$ ، واطل قيمة للجرعة الفعالة هي  $0.153$   $\text{mSv/y}$  وكان معدل القيم للجرعة الفعالة هو  $15.650 \text{ mSv/y}$  . اما اعلى قيمة لعامل الاصابة فهي  $5.855$  واطل اقيمة  $0.589$  . كما في الشكل (8.4) .

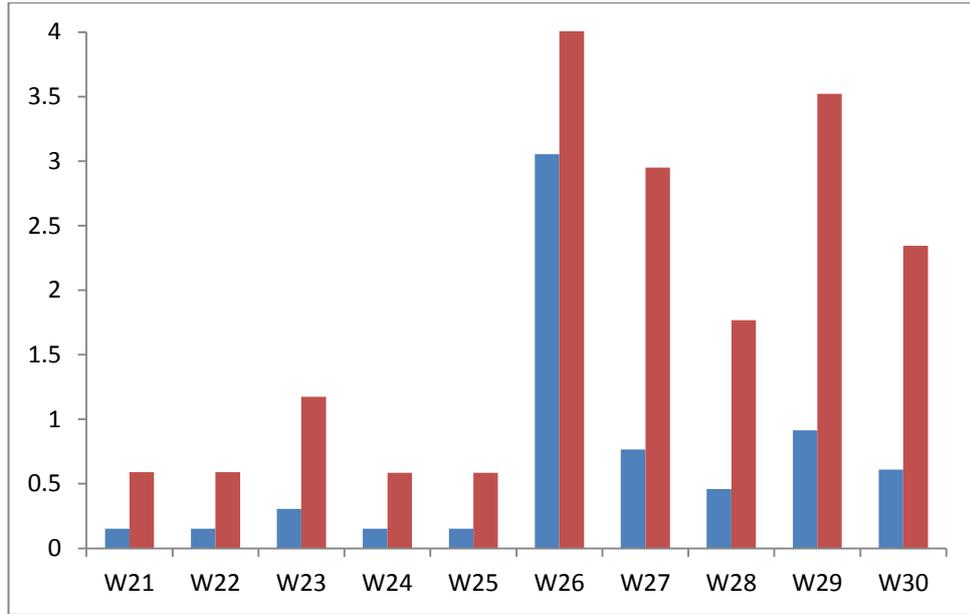


الشكل (8.4) الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة الكقطع

جدول (4. 9) الجرعة الفعالة وعامل الإصابة لمنطقة ال علوان

اسم العينة	sample	Effective dose(Msv/y)	Life time cancer risk(k)
ال علوان	W21	0.153	0.589
	W22	0.153	0.589
	W23	0.305	1.174
	W24	0.152	0.585
	W25	0.152	0.585
	W26	3.054	11.757
	W27	0.766	2.949
	W28	0.459	1.767
	W29	0.915	3.522
	W30	0.609	2.344

يظهر هذا الجدول نتائج عشر عينات مع الجرعة الفعالة وكانت اعلى قيمة للجرعة الفعالة هي  $3.054 \text{ mSv/y}$ ، واطل قيمة للجرعة الفعالة هي  $0.152 \text{ mSv/y}$  و كان معدل القيم هو  $0.671 \text{ mSv/y}$ . كذلك اوضحت النتائج ان اعلى قيمة لعامل الإصابة كان  $3.522$  واطل قيمة لعامل الإصابة كانت  $0.585$  كما في شكل (4. 9)

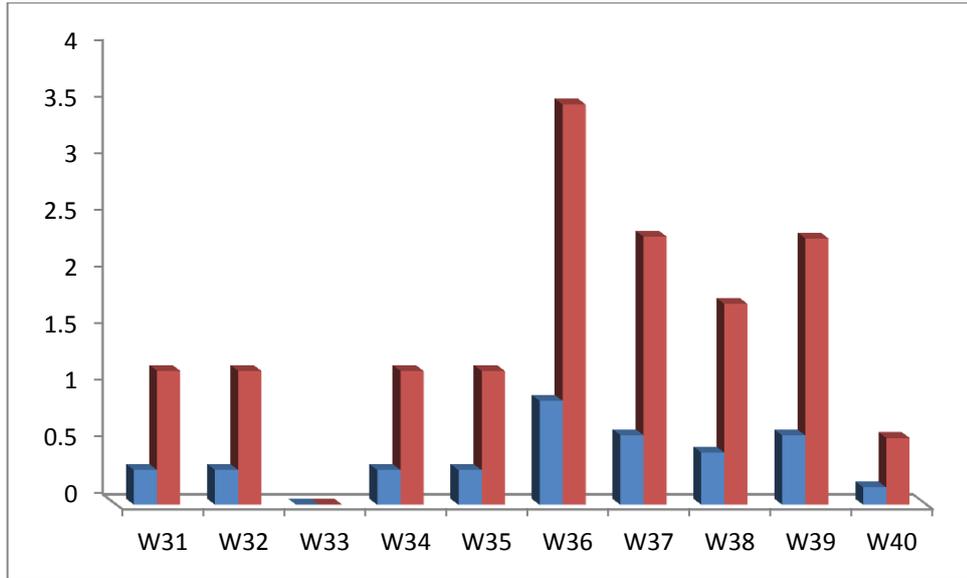


الشكل (9.4) الجرعة الفعالة وعامل الإصابة لمنطقة ال علوان

جدول ( 10. 4 ) الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة ال سيد جاسم

اسم العينة	sample	Effective dose(Msv/y)	Life time cancer risk(k)
ال سيد جاسم	W31	0.306	1.178
	W32	0.306	1.178
	W33	0	0
	W34	0.306	1.178
	W35	0.306	1.178
	W36	0.915	3.522
	W37	0.613	2.360
	W38	0.459	1.767
	W39	0.609	2.344
	W40	0.153	0.589

يظهر لنا الجدول نتائج عشر عينات من منطقة ال سيد جاسم للجرعة الفعالة وكانت اعلى قيمة للجرعة الفعالة هي 0.915 mSv/y ، و اقل قيمة للجرعة الفعالة هي 0.153 mSv/y ومعدل القيم كان 0.397 mSv/y ، اما عامل الاصابة فكانت اعلى قراءة هي 3.522 ، و اقل قراءة هي 0.589 . كما في الشكل (4 . 10) .

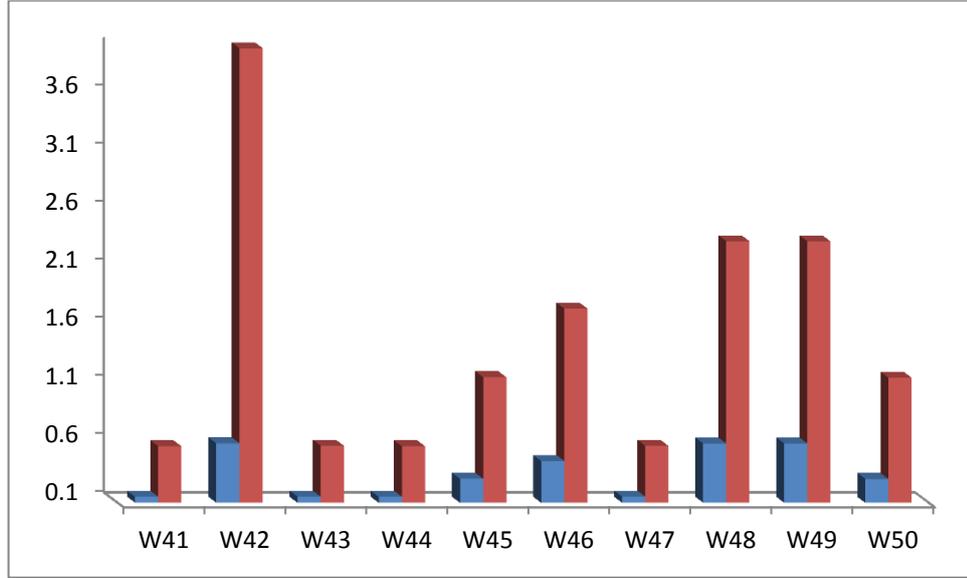


الشكل (4.10) العينات مع الجرعة الفعالة وعامل الإصابة لمنطقة ال سيد جاسم

الجدول (4. 11) الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة ام رواية

اسم العينة	sample	Effective dose(mSv\y)	Life time cancer risk(k)
ام رواية	W41	0.152	0.585
	W42	0.610	2,348
	W43	0.153	0.589
	W44	0.152	0.585
	W45	0.306	1.178
	W46	0.459	1.767
	W47	0.153	0.589
	W48	0.609	2.344
	W49	0.609	2.344
	W50	0.305	1.174

تظهر نتائج الجدول لعشر عينات من منطقة ام رواية ان اعلى قيمة للجرعة الفعالة كانت  $0.610 \text{ mSv/y}$  . وان اقل قيمة للجرعة الفعالة كانت  $0.152 \text{ mSv/y}$  . وان معدل القيم كان  $0.350 \text{ mSv/y}$  . اما اعلى قيمة لعامل الاصابة فكانت  $2.348$  ، و اقل قيمة كانت  $0.585$  . كما في الشكل (4. 11).

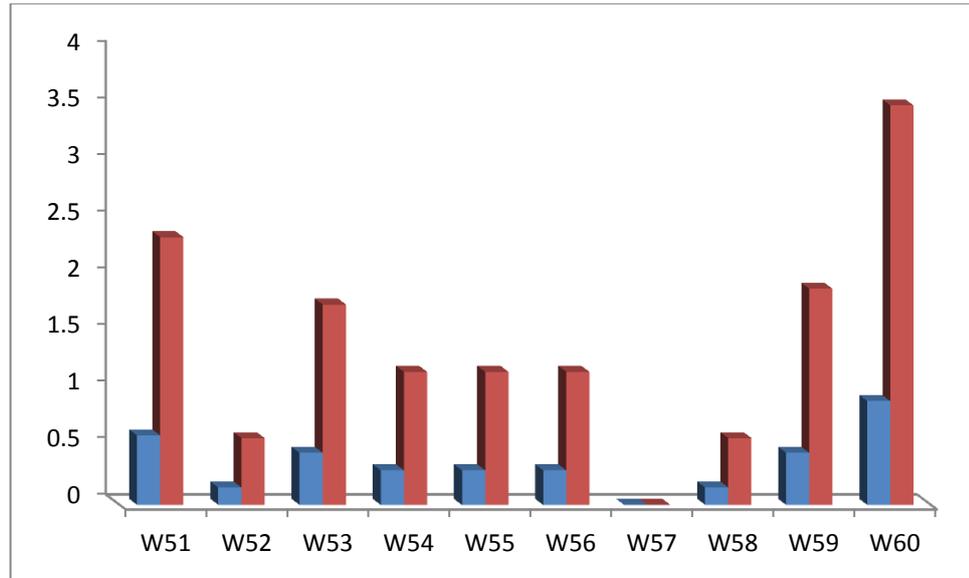


الشكل (4.11) الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة ام روية

جدول (4.12) الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة الخيرات

اسم العينة	sample	Effective dose(MSv/y)	Life time cancer risk(k)
الخيرات	W51	0.613	2.360
	W52	0.153	0.589
	W53	0.459	1.767
	W54	0.305	1.174
	W55	0.305	1.174
	W56	0.305	1.174
	W57	0	0
	W58	0.153	0.589
	W59	0.459	1.905
	W60	0.915	3.522

اظهر الجدول ان نتائج عشر عينات للجرعة الفعالة في منطقة الخيرات كانت اعلى قيمة للجرعة الفعالة  $0.915 \text{ mSv/y}$  ، و اقل قيمة للجرعة الفعالة كانت  $0.153 \text{ mSv/y}$  . وكان معدل القيم  $0.336 \text{ mSv/y}$  . اما اعلى قيمة لعامل الاصابة فهي  $3.522$  ، و اقل قيمة لعامل الاصابة  $0.589$  . كما في الشكل (12.4).



الشكل (12.4) الجرعة الفعالة وعامل الاصابة لمنطقة الخيرات

جدول (4. 13) العينات مع التراكيز المذابة للعناصر الثقيلة الرصاص والكاديوم

اسم العينة	Sample	Pb:Flam eCont Actual mg\L	Cd:Flam eCont Actual mg\L
مركز القضاء محرم عيشة	W1	0.2557	0.0504
	W2	0.0064	0.1022
	W3	0.0959	0.0790
	W4	0.0639	0.0341
	W5	0.2557	0.0218
	W6	0.1279	0.0586
	W7	3.2603	0.0003
	W8	0.2237	0.0068
	W9	0.2237	0.0490
	W10	0.2557	0.0000
	W11	0.1279	0.1117
	W12	0.0000	0.0177

القطع	W13	0.1918	0.0218
	W14	0.0320	0.0014
	W15	2.9087	0.0613
	W16	0.2557	0.0586
	W17	0.0016	0.0436
	W18	0.0003	0.0272
	W19	0.0320	0.0082
	W20	0.1598	0.5749
	W21	0.0000	0.0005
	W22	0.2557	0.0016
	W23	0.0000	0.0695
	W24	0.0000	0.0015
	W25	0.1279	0.1090
	W26	0.2237	0.0000

ال علوان	W27	1.9498	0.0000
	W28	0.1598	0.0000
	W29	0.0959	0.0572
	W30	0.0006	0.0858
السيد جاسم	W31	0.0342	0.0112
	W32	0.1254	0.5632
	W33	0.0023	0.2091
	W34	0.0295	0.1152
	W35	0.1402	0.2903
	W36	0.0003	0.1013
	W37	0.2557	0.0652
	W38	3.0023	0.0723
	W39	0.0043	0.4372
	W40	0.1205	0.0017

ام رواية	W41	0.0198	0.0027
	W42	0.9087	0.0643
	W43	0.0003	0.0956
	W44	0.0051	0,0217
	W45	0.0431	0.0758
	W46	0.0000	0.0632
	W47	0.2431	0.0905
	W48	0.0982	0.0127
	W49	0.0032	0.5421
	W50	0.3210	0.0008
	W51	0.0463	0.0183
	W52	0.1189	0.0862
	W53	0.2365	0.0092
	W54	0,3351	0.0232

الخيرات	W55	1.0230	0.0813
	W56	0.2455	0.0016
	W57	0.0078	0.0004
	W58	0.0006	0.1620
	W59	0.8943	0.0237
	W60	0.1678	0.0890

يبين الجدول (4. 13) العينات مع قياس المذاب للعناصر الثقيلة لعنصرين هما الرصاص والكاديوم وكما موضحة، وكانت أعلى قيمة لعنصر الرصاص سجلت للعينه W7 سجلت ( 3.2603 mg\l)، وتراوحت باقي القيم لعنصر الرصاص بين (0.0003-3.0023 mg\l). اما عنصر الكاديوم Cd فكانت اعلى قيمة هي للعينه W20 وكانت تسجل (0.5749 mg\l) واقل قيمة هي ( 0.0003 mg\l). وباقي العينات تراوحت بين ( 0.5632-0.0003 mg\l) . إجريت الدراسة الحالية لإستقصاء المصادر المحتملة لزيادة تراكيز الكاديوم والرصاص في حوض الفرات والتي يمكن حصرها بالمصادر الجيولوجية الطبيعية، المصادر الصناعية، مياه الصرف الصحي، الفعاليات الزراعية، المعادن الثقيلة، وأية مصادر من خارج العراق غير محددة الهوية. ايضا هناك عدة مصادر يمكن أن تكون ذات علاقة بزيادة تركيز الكاديوم والرصاص في رواسب نهر الفرات وهذه المصادر تشمل الطبيعة الجيولوجية لحوض النهر في تركيا وسوريا والعراق، مطروحات المياه الثقيلة

وطبيعة المعادن الثقيلة الموجودة في رواسب النهر . وفيما يلي عرض للمحددات المحلية والعالمية لخصائص العناصر الثقيلة كما مبينة في الجدول (14.4) .

جدول (14.4) المحددات العراقية ومحددات منظمة الصحة العالمية (WHO) والمحددات الأمريكية (EPA) لخصائص العناصر الثقيلة [96]

العنصر	الرمز	وحدة القياس	المحددات العراقية	WHO	EPA
الرصاص	Pb	ملغم / لتر	0.01	0.01	0 (تحت الضغط)
الكاديوم	Cd	ملغم / لتر	0.003	0.003	0.005
الحديد	Fe	ملغم / لتر	0.3	0.3	0.3
النحاس	Cu	ملغم / لتر	1	2	1
الزنك	Zn	ملغم / لتر	3	5	5
المنغنيز	Mn	ملغم / لتر	0.1	0.4	0.05
الكوبلت	Co	ملغم / لتر	0.5	0.5	-

جدول (15.4) مقارنة النتائج للتراكيز مع الدراسات السابقة محلياً

المناطق province	Radon Concentration
ميسان	(5.131 - 139.281) Bq/L [29]
بغداد	(1.27 Bq/m <sup>3</sup> ) [30]
بابل	(036.0- 0-255318) Bq.m <sup>-3</sup> [35]
كربلاء	(1.0-0.72 ) Bq.m <sup>-3</sup> [35]
النجف	(33.25-2.5)Bq/m <sup>3</sup> [36]
السليمانية	(3.161) Bq/L [38]
أربيل	(2213+ - 4693 ) Bq/L[41]
شط العرب	(0.040±0.008) Bq/L [42]
جامعة بابل	(0.072-0.325)Bq/L [46]
كركوك	(0.33104) Bq/L [48]
ابي عرق	(0.688) Bq/L [50]
البحث الحالي	0.0799- 0.2Bq/L

يوضح الجدول (15.4) مقارنة نتائج البحث الحالي من تراكيز غاز الرادون مع الدراسات السابقة التي اجريت محلياً لدراسة تراكيز غاز الرادون في مناطق مختلفة من العراق شمالاً وحتى البصرة في الجنوب وأظهرت نتائج المقارنة إن القيم كانت متقاربة لقراءات التراكيز للمياه السطحية لكنها جميعاً تقع ضمن المدى المسموح الي أوصت به وكالة حماية البيئة. كما يوضح الجدول (16.4) ايضاً مقارنة نتائج البحث الحالي مع نتائج الدراسات السابقة لعدد من الدول.

جدول(16.4) مقارنة نتائج التراكيز الرادون مع الدراسات السابقة عالميا

منطقة الدراسة province	Radon Concentration
الكويت	$(24.2 \pm 7.7) \text{ Bq}\cdot\text{m}^3$ [24]
كندا	$(0.5-7.2) \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ [26]
الهند	مياه الشرب $(4.27) \text{ Bq}\cdot\text{L}$ [27] $8 \text{ Bq}\cdot\text{L}$ ( $2.07 \pm 0.0$ ) الجوفية [28]
باكستان	$(8.8 \pm 0.8) \text{ Bq}\cdot\text{L}$ [31] مياه الشرب
استراليا	$(0.018) \text{ Bq}\cdot\text{L}$ [32]
ايران	$(212-3890) \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ [34] ينابيع ساخنة $(0.79 \pm 0.18) \text{ Bq}\cdot\text{L}$ [49] مياه الشرب
البرتغال	$100 \text{ Bq}\cdot\text{L}$ [47] مياه جوفية
البحث الحالي	$0.0799- 0.2 \text{ Bq}\cdot\text{L}$

من خلال هذه الدراسات نلاحظ بان معدل تركيز غاز الرادون في المياه السطحية لنهرالفرات هو اقل مما عليه في الدراسات السابقة ويعود ذلك إلى طبيعة مكونات الأرض والظروف البيئية وفصول السنة والى حركة المياه وتغيرها باستمرار التي تؤدي إلى ترسب النويدات المشعة لذا فان وجود تراكيز عالية من غاز الرادون في المياه السطحية يكون قليل مقارنة بالمياه الجوفية.

وأيضاً أجرينا مقارنة لتراكيز العناصر الثقيلة في نهر الفرات في قضاء الهندية بالإعتماد على نتائج الفحص التي إجريت في مختبر يوسنايس العلمي في الديوانية وفي مايلي عرض لتلك المقارنة في الجدول المبين.

جدول (4 .17) مقارنة تراكيز الكاديوم والرصاص في عينات مختلفة من البيئة النهرية للفرات مع الدراسات السابقة (ملغم التتر)

اسم العينة	المعدل	المدى	المصدر
رواسب شط الحلة (-2M)	10.6	12.7- 6.6	(1995) عيسى [97]
مياه نهر الفرات	2 للرصاص 1.20 للكاديوم	-	(2015) كامل كاظم فهد [44]
نهر دجلة في محافظة ميسان	2.3 للرصاص 53.9 للكاديوم	-	(2009) بشار جبار [25]
رواسب نهر الفرات	1.5 للكاديوم في الحلة 1.7 للكاديوم في المسيب	-	(2011) خلدون صبحي البصام [33]
رواسب شط الهندية	10.6	12.7- 6.6	(1995) عيسى [97]
مياه نهر الفرات (ppb)	0.6 كاديوم	0.9-0.2	(1983) العبيدي [98]
الدراسة الحالية	1.5 الرصاص 0.287 الكاديوم	-	

### 3.4 الاستنتاجات

1- إن وجود تركيز عالٍ من غاز الرادون في المياه السطحية منخفض مقارنة بالمياه الجوفية ، أن متوسط تراكيز غاز الرادون الإجمالي ضمن المستويات المسموح بها دولياً وفقاً لمنظمة الصحة العالمية .

- 2- إن متوسط الجرعة الفعالة كان لكل العينات هو ضمن المدى المسموح به من قبل منظمات حماية البيئة.
- 3- إن متوسط القيم للإصابة بعامل السرطان لاغلب العينات ضمن المدى المسموح به من قبل منظمات الصحة العالمية.
- 4- أظهرت الدراسة تلوث منطقة الدراسة في أغلب المواقع التي إخذت منها العينات بالعناصر الثقيلة(الكاديوم ،الرصاص) نتيجة تجاوز المحددات المحلية والعالمية.نتيجة ماتساهم به مياه الصرف الصحي غير المعالج ،بالإضافة الى المخلفات المدنية من الأحياء السكنية على جانبي النهر فضلا عن تأثير مياه الصرف الزراعي.
- 5- صلاحية المياه لغرض الري وفق منظمة الأغذية والزراعة والمحددات العراقية لعدم تجاوز أغلب المواقع المعايير البيئية المسموح بها بإستثناء عدد من المواقع.
- 6- على الرغم مما ذكر اعلاه من تلوث للمياه تعتبر مياه نهر الفرات في قضاء الهندية امنة للاستخدام البشري

#### 4.4 المقترحات والمشاريع المستقبلية

- 1- دراسة تراكيز غاز الرادون في التربة والهواء في مناطق الدراسة نفسها والتوسع فيها باستخدام جهاز RAD 7.
- 2- إجراء الدراسة نفسها على جميع مناطق القضاء فيما يتعلق بالمياه والتربة والهواء على طول النهر والمناطق الزراعية المجاورة له ، وتأكيد هذه الدراسات في عمل موحد مدرج في جداول المحافظة.

- 3- إجراء دراسات أخرى لقياس نسبة التلوث باستخدام أجهزة أخرى مثل أجهزة الكشف عن الأثر النووي وغيرها من الأجهزة. والغرض من هذه الدراسات هو الحصول على أقل نسبة خطأ في القياس وبالتالي الاستفادة من دقة القياسات في اتخاذ أفضل طرق العلاج .
- 4- إجراء نفس الفحوصات المختبرية لعينات أخرى ومن مناطق أوسع من النهر و لعناصر ثقيلة أكثر مثل (الحديد، النحاس، الزنك، المنغنيز، الكوبلت) وإجراء المقارنة لها مع المحددات العالمية.



المصادر

**References**

## المصادر References

[1] قصي رشيد سعيد، "الوقاية من الإشعاع والتلوث"، منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية،

الدار العربية للطباعة، 1968

[2]. ر.ل.موري، منيب عادل خليل (ترجمة)، "الطاقة النووية. مقدمة في مفاهيم وانظمة

وتطبيقات العمليات النووية"، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، 1987.

[3]الدكتور اسعد جلال صالح، "مقدمة في الفيزياء النووية"، مطبعة العالمية الحديثة، 1987.

[4] محمد فاروق احمد، احمد ابن محمد السريع، "مبادئ الاشعاعات المؤينة والوقاية منها"،

جامعة الملك سعود، 2007.

[5] جون دبليو جوفمان، عبدالحسين بيرم (مترجم)، "الاشعاع وصحة الانسان"، دار الشؤون

الثقافية العامة، الدار العربية للطباعة، 1986.

[6] Michael F. L'Annunziata , "Handbook of Radioactivity Analysis", . F L'Annunziata updated and muchexpthe Handbook of Radioactivity Analysis is an authoritative reference providing the principles, practical techniques, and procedures fohe updated and much expanded 3e2012 .

[7] سوسن عبد الحسين، "تحديد تراكيز الرادون في رمال محافظة ميسان باستخدام كاشف الأثر

النووي (CR-39)", رسالة ماجستير، كلية التربية (ابن الهيثم)، جامعة بغداد، 1986.

[8] R. W. Field, D. J. Steck, B. J. Smith, C. P. Brus, E. L. Fisher, J. S.

Neuberger, C. E. Platz, R. A. Robinson, R. F. Woolson, and C. F.

Lynch, "Residential Radon Gas Exposure and Lung Cancer The Iowa

Radon Lung Cancer Study", American Journal of Epidemiology, Vol.

151, 2000

## المصادر References

- [9] بشائر محمد سعيد، " تحديد تراكيز الرادون في الأبنية باستخدام كاشف الأثر النووي ) (CR- 39)", رسالة ماجستير، كلية التربية (ابن الهيثم)، جامعة بغداد، 1998
- [10] J. M. Barros-Dios, M. A. Barreiro, A. Ruano-Ravina, and A. Figueiras, " Exposure to Residential Radon and Lung Cancer in Spain: A Population-based Case-Control Study", American Journal of Epidemiology, Vol. 156, 2002
- [11] مرتضى شاكر، "دراسة النشاط الإشعاعي للمياه الجوفية والسطحية والرواسب لمحافظة بابل"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بابل، 2003.
- [12] عامر حسن، "تحديد تراكيز اليورانيوم المنضب في بقايا (مخلفات) معدات عسكرية في مواقع معينة من جنوب العراق باستخدام كاشفي CR-39 و HPGe"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، 2003.
- [13] N.A. Hinojo Alonso, A. Kotsarenko, V. Yutsis , G. Hernandez Silva, P. Perego, M. Fazio, V. Grimalsky, S. Koshevaya, F. Foglia, A. Cortes Silva, R. García Martínez, J. Martínez Reyes, G. Norini, G. Groppelli, "Environmental and indoor study of Radon concentration in San Joaquin area, Queretaro, Mexico, first results", Radiation Measurements, Vol. 50, P. 149-153, 2013.
- [14] M. Pavia, A. Bianco, C. Pileggi and I. F. Angelillo, "Meta-analysis of residential exposure to radon gas and lung cancer", Bulletin of the World Health Organization, Vol. 81, P. 732-738, 2003.

## المصادر References

- [15] صباح يوسف، "تحديد تراكيز الرادون واليورانيوم ونظائر مشعة اخرى في أنواع مختلفة من المياه الطبيعية في محافظة نينوى"، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل، 2004.
- [16] الجنابي موسى، وهاب احمد محمد، "مصادر الاشعاع والجرع الاشعاعية"، منشورات الطاقة الذرية العراقية، مطبعة بابل، 1990.
- [17] J. Kenneth Shultis, Richard E. FaW, "Fundamentals of Nuclear Science and Engineering", 2007.
- [18] علان محمد دراغمه، "قياس تركيز غاز الرادون في هواء منازل مدينة نابلس القديمة، فلسطين"، رسالة ماجستير، جامعة النجاح الوطنية، 2001.
- [19] Turgut C, Fomin A. Residues of selected pesticides in the Ku..c\_u..k Menderes river in Turkey . Z Pflanzenkrank Pflanzenschutz , Sonderh XVIII:1053-7 ( 2002).
- [20] Van den Broek, J.L., Gledhill, K.S. and Morgan, D.G. Heavy metal concentrations in the mosquito fish, *Gambusia holbrooki*, in the Manly Lagoon catchment. In: UTS freshWater ecology report 2002, Department of Environmental Sciences, University of Technology, Sydney.1-25 p. dg morgan - uts freshwater ecology repor. (2002) .
- [21] Varol, M., Sen, B., Assessment of surface Water quality using multivariate statistical techniques: a case study of Behrimaz Stream.

## References المصادر

Turky. Environmental Monitoring and Assessment 159,543–553. (2009).

[22] Kaushal F.A. , H.K.ParWana and S.P. Varma, (1993) Effect of Waste Waterirrigation on soil properties, Indian journal of Environmental protection 13,374–378..

[23] Gupta,N. D. K. Khan , S. C. Santra , (2012). Heavy metal accumulation in vegetables groWn in a long–term WasteWater irrigated agricultural land of tropical India Environ Monit Assess:184:6673–6682.

[24] A. F. Maged," Estimating the radon concentration in Water and indoor air ", Environ Monit Assess, Vol.152, p.195–201, 2009.

[25] [25] بشار جبار 2009 العناصر الثقيلة(Cd,Fe,pb)ضمن المفصولات المعدنية والعضوية لبعض رواسب نهر دجلة ضمن محافظة ميسان،رسالة ماجستير.

[26] J.J.Gibson, I. R. Santos , A. Schmidt, M. Schubert and K. Tattrie, " The contribution of groundWater discharge to the overall Water budget of Boreal lakes in Alberta/Canada estimated from a radon mass balance", Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., Vol. 6, p. 4989–5018, 2009

[27] R.G.SonkaWade ,R. Mehra and K. Badhan, " Radon Activity Measurements in Drinking Water and in Indoors of DWellings, Using RAD7", Tenth Radiation Physics and Protection Conference, Nasr City – Cairo, Egypt, 2010.

## المصادر References

[28] R. K, Somashekar and P. Ravikumar, ". Radon concentration in groundWater of Varahi and Markandeya river basins, Karnataka State, India", Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 285, p.343-351, 2010 .

[ 29] عطية ( "قياس تركيز غاز الرادون في الهواء في محافظة ميسان باستخدام التتبع

النووي "cR-39" 2010

[30] عبد الفتاح و أحمد "قياس تركيز غاز الرادون في المياه الجوفية والتربة والمياه والهواء الخارجي داخل المباني لمناطق محددة في بغداد باستخدام الكاشف (Alpha"GuardpQ2000 ) . 2011

[31] N. U. Khattak , M. A. Khan, M. T. Shah and M. W. Javed," Radon concentration in drinking Water sources of the Main Campus of the University of Peshawar and surrounding areas, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan", Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol.290, p.493-505 ,2011 .

[32] Gilfedder ,Hofmann, " دراسة تركيز غاز الرادون في الأنهار والجداول باستخدام

"RAD 7". في استراليا عام 2011.

[33 ] البصام، خلدون والمختار، لمى، 2008 ، المعادن الثقيلة في رواسب نهر الفرات. مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية، المجلد 4، العدد 1.42 - ص 2 .

## المصادر References

- [34] A.Behtash , A. Jalili–Majraeshin and D.Rezaei–Ochbelagh , "Radon concentration in hot springs of the touristic city of Sarein and methods to reduce radon in Water" , Radiation Physics and Chemistry , Vol.81 , p. 749–757,2012.
- [35] H. L. Al–Hussainy, "Measurement of Radon andThoron Concentrations in Air, Water and Soil in Babylon and Holly Karbala", PHD. Thesis, College of Science, University of Baghdad, (2013) .
- [36] منتظر عدنان "دراسة تراكيز غاز الرادون في تربة وماء وهواء في مناطق منتخبة في النجف الاشرف باستخدام RAD7". 2013 .
- [37] A. A. Al–HamidaWi, "Determining the concentrations of radon and the rate of annual effective dose in some types of drinking Water available in the Iraqi markets", Iraqi Journal of Physics, Vol.11, No. 20, PP.75–80, 2013.
- [38] Rasheed and Kamal " قياس تركيز غاز الرادون في موارد المياه من محافظة السليمانية - إقليم كردستان - العراق باستخدام كاشف الاثر النووي CR-39 في 2013.
- [39] A. K. Hashim, "Measurement of radon and radium concentrations in different types of Water samples in Al–Hindiyah city of Karbala governorate, Iraq", Journal of Kufa – Physics, Vol.6, No.2, pp.69–77, 2014..

## المصادر References

- [40] E. Tabar and H. Yakut, " Radon measurements in Water samples from the thermal springs of Yalova basin, Turkey", Journal Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol.299, No.1, pp. 311–319, 2014.
- [41] تحليل اه إسماعيل وسحجي " تركيزات الرادون في مياه الشرب في محافظة أربيل باستخدام كاشف المسار CR-39"، 2015 .
- [42] J. H. Jebur and A. R.H.Subber, " Level of radionuclide contents in surface Water from Shutt– Al–Arab river in Basrah governorate, Iraq", International Journal of Advanced Research in Physical Science (IJARPS), Vol.2, No.5, PP.1–6, 2015.
- [43] I. H. Kadhim " Analysis of radon concentration in drinking Water in some locations at Baghdad city/ Iraq", Journal of Babylon University/Pure and Applied Sciences, Vol.23, No.4, pp.1686–1692, 2015.
- [44] كامل كاظم فهد وصادق علي حسين 2015 [44] تراكيز العناصر الثقيلة في مياه جنوب العراق، رسالة ماجستير
- [45] S.Mittal, A. Rani and R. Mehra," Estimation of radon concentration in soil and groundWater samples of Northern Rajasthan, India", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.9, No.2, pp.125–130, 2016.

## المصادر References

---

- [46] M. K. Muttaleb Al-jnaby, "Radon concentration in drinking Water sources of the University of Babylon /Iraq", Journal University of Kerbala, Vol.14, No.4, pp.228-235, 2016 .
- [47] M.Inacio, S.Soaes and P.Almeida, "Radon concentration assessment in Water sources of public drinking of Covilhã's county, Portugal", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.10, No.2, pp.135-139, 2017.
- [48] A.A.Ibrahim,I.Z. Hassan and S.H. moklofe1, " Radon concentrations in tap and groundWater in Kirkuk governorate using active detecting method RAD7", International Journal of Physics, Vol.5, No.2, pp. 37-42, 2017.
- [49] J. Rasouli and S. M.Khosravi, " The role of radon in drinking Water pollution in Bukan (North West Iran)",MOJ Mining and Metallurgy, Vol.1, No.1, pp.22-26, 2018 .
- [50] K. H. Hatif, M. K. Muttaleb and A. H. Abass, "Measurement of Radioactive Radon Gas Concentrations of Water in the schools for Abu – Gharaq", Journal of Babylon University/Pure and Applied Sciences, Vol.26, No.1, pp.174-180, 2018.
- [51] علياء حفطي عباس " بدراسة تراكيز غاز الرادون المشع في الماء لمدارس مدينة الحلة باستعمال كاشف RAD7 2019.

## References المصادر

---

[52] W. J. Speelman, "Modelling and measurement of radon diffusion through soil for application on mine tailings dams", Msc. thesis, Scientiae in the Faculty of Natural Sciences, University of the Western Cape., 2004

[53] S Darby, D Hill, A Auvinen, J M Barros-Dios, H Baysson, F chicchio, et al, 2005"Radon in Homes and Risk of Lung Cancer: Collaborative Analysis of Individual Data from 13 European Case-control Studies", FACT SHEET Pooling of European Residential Radon Studies, British Medical Journal, Vol. 330 (7485): 223, 2005 .

[54] T. M. Ahmad, "Indoor radon concentration in Kindergartens, Play-and Elementary schools in Zulfy city (Saudi Arabia), Msc. thesis, College of Science, King Saud University, 2007 .

[55] S. M. Ali, 2007"Investigation of radon pollution in groundWater in the Southern part of Gaza Strip – Palestine", College of Science, The Islamic University . Gaza – Palestine, 2007 .

[56] M. Abd El-Zaher and N. M. Fahmi, 2008" Studying the Variation of Radon Level in Some Houses in Alexandria City, Egypt", IX Radiation Physics & Protection Conference, 2008 .

[ 57] حنان بنت حامد بن محمد الهبيدي، "دراسة بعض العوامل المؤثرة على الجرعة الممت

## المصادر References

نتيجة للتعرض للإشعاع من بعض مواد البناء"، رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات- الاقسام العلمية ، جامعة الملك عبدالعزيز، جدة، 2008 .

[58] Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Franz Josef Maringer "Radiation Exposure by Natural Radionuclides in Drinking Water in Upper Austria"2009

[ 59 ] مي سالم، 2008 "دراسة الاتزان الاشعاعي في السلاسل الاشعاعية الطبيعية في بعض

الخامات"، رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات الاقسام العلمية، جامعة الملك عبدالعزيز، جدة، 2008 .

[60] T. Jevremovic2005 " Nuclear Principles in Engineering " Springer Science & Business Media, Inc,(2005)..

[61] Bilal Rabah Ali al-RaWi "Study of radiation activity and calculation of risk factors for the battery plant of light" Master's thesis, Anbar University, (2016).

[62] V. E. Guiseppe, 2006 "Radon in ground Water: A study of the measurement and release of Waterborne radon and modeling of radon variation in bedrock Wells", PHD. Thesis, The Graduate School, The University of Maine, 2006 .

[63] C. Antoci , G. Immè , S. La Delfa , S. Lo Nigro , D. Morelli , G. Patanè and G. Alessandro, " Indoor and soil radon measurements in the Hyblean Foreland (South-East Sicily)", Annals of Geophysics, Vol. 50, N. 4, August 2007..

## المصادر References

[64] A.S.Hussein,2006 "Radon concentrations in some Egyptian dWellings using LR115 detectors", VIII Radiation Physics & Protection Conference, 2006.

[65] D. KreWski, J. H. Lubin,J. M. Zielinski, M. Alavanja,V. S. Catalan, R. W. Field, J. B. Klotz, E. G. Le´tourneau, C. F. Lynch, J. I. Lyon, D. P. Sandler, J. B. Schoenberg, D. J. Steck, J. A. StolWijk, C. Weinberg.

[66] H. B. Wilcox,2005 "Residential Radon and Risk of Lung Cancer A Combined Analysis of 7 North American Case–Control Studies", Original Article,Epidemiology. Vol. 16, N. 2, 2005.

[67] N. M. A. Hamed, "Measurement of Radon concentration in soil at North Gaza", Msc. thesis, College of Science, University of Athens – Greece, 2005..

[68] أمل طه، "دراسة مستويات بعض المتغيرات الكيموحيوية في امصال دم المرضى

المصابين بسرطان الرئة"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، 2005.

[69] Cember, H. and Johnson, T.E. 2009, Introduction to Health Physics (4<sup>th</sup> edition), NeW York: McGraW–Hill Companies, Inc).

[70] Scharf W ; Lisieski W, ,"Amplitude Distribution Spectrometers", D.

R. P Amsterdam, Netherlands 1980.

[71] شذى الدركزلي، " الكشف عن الأشعة النووية "، جامعة بغداد، بيت الحكمة للنشر

والترجمة والتوزيع،1987.

## المصادر References

[72] محمد فاروق احمد و احمد بن محمد السريع، "مبادئ الاشعاعات المؤينة والوقاية منها"،

جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 2007.

[73] محمود سالم، "تحديد تراكيز غاز الرادون لنماذج بيئية مختلفة (هباء الهواء، مياه، تربة) في

محافظة بغداد باستخدام كاشف الأثر النووي ( CR-39 )، رسالة ماجستير، كلية التربية،

الجامعة المستنصرية)، 2010.

[74] H. Zeeb, and F. Shannoun, " WHO handbook on indoor radon: public health perspective", World Health Organization, 2009.

[75] R. N. Peterson, "Natural radionuclide applications for riverine and coastal marine investigations", PHD. Thesis, College of Arts and Science, Florid A state University, 2009.

[76] E. K. Abbas, "A study of natural radiation in the soil of Najaf city", Msc. thesis College of Science, University of Kufa, 2011.

[77]J. Abraham, MD, " Reduced lung cancer mortality With loWdose computed tomographic screening", Community Translations, Vol. 8, 2011.

[78] احمد رحيم، "قياس تراكيز غاز الرادون في التربة لمناطق منتخبة من محافظة

النجف الاشرف، رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، 2011 .

[79] عمار موسى، "قياس ودراسة مستويات النشاط الإشعاعي الطبيعي للتربة في منطقة مظلوم

في محافظة النجف الأشرف"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الكوفة، 2011 .

[80] A.K. Hasan, A.R.H.Subber and A. R. Shaltakh, "Measurement of

## References المصادر

---

Radon Concentration in Soil Gas using RAD7 in the Environs of Al-Najaf Al-Ashraf City-Iraq", Pelagia Research Library, Advances in Applied Science Research, Vol. 2 (5), P. 273-278, 2011.

[81]G. Xhixha, " Advanced gamma-ray spectrometry for environmental radioactivity monitoring", PHA. Thesis, College of Science, The University of Ferrara, 2012 .

[82] N. N. Garba, R. Nasru and B. B. M. DeWu, " Preliminary Studies on  $^{222}\text{Rn}$  Concentration in Ground Water from Zaria, Nigeria", Journal of Physical Science, Vol. 23(1), P. 57-64, 2012.

[83] Ruano-Ravina, L. Prini-Guadalupe, J. M. Barros-Dios, J. Abal-Arca, V. Leiro-Fernandez, A. I. Gonzez-Silva, A. Golpe-Gmez, F. J. Gonzez-Barcala, C. Pena, C Montero-Martnez, C. Martnez-Gonzez, M. J. Mejuto-Mart and A. Veres-Racamonde, " Exposure to Residential Radon and Lung Cancer in Never-smokers: The Preliminary Results of the LCRINS Study", Archivos De Bronconeumologia, Vol. 48(11), P. 405-409, 2012.

[84] R. Hubaux, D D Becker-Santos, K. SS Enfield, S. Lam, W. L Lam and V. D Martinez, " Arsenic, asbestos and radon: emerging players in lung tumorigenesis", Environmental Health, 2012.

## المصادر References

---

[85] F. Pacheco-Torgal, "Indoor radon: An overview on a perennial problem", Building and Environment, P. 270–277, 2012.

[86] T. K. Sethi, MD, M. N. El-Ghamry, MD, and G. H. Kloecker, MD, MSPH, "Radon and Lung Cancer", Clinical Advances in Hematology & Oncology, Vol. 10, Issue 3, 2012.

[87] دينا محمد نجيب الشريف المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد.مجلة اخبار البيئة

18-يوليو-، 33279- www.env- news.com 2019.

[88] انعام هاني، "قياس ودراسة تراكيز غاز الرادون المشع في عينات منتخبة من هواء وماء مدينة الحلة"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بابل، 2012 .

[89]Al-Jasim "Radon and Thoron Concentrations Measurement in Al-Kufa and Al-Najaf cities" PHD. Thesis, College of Science, University of Baghdad, 2012.

[90] Z. A. Hussein, M. S. Jaafar and A. H. Ismail, "Measurements of Indoor Radon-222 Concentration inside Iraqi Kurdistan: Case Study inthe Summer Season", Nuclear Medicine & Radiation Therapy, Vol. 4, Issn. 2155-9619, 2013 .

[91] S. Yahya, F. Ahmad, M. Khudheir, "Study of Spatial Variability into Contaminated Soil using Kriging Techniques at Basrah", International

## المصادر References

---

Journal of Scientific and Research Publications, Vol. 3, Issue 6, ISSN 2250-3153, 2013.

[92] N. Goyal, MD, MPH; F. Camacho, MS, MA; J. Mangano, MPH, MBA; D. Goldenberg, MD, FACS, "Evaluating for a Geospatial Relationship BetWeen Radon Levels and Thyroid Cancer in Pennsylvania", The Laryngoscope, Vol. 125, P. 45-49, 2015.

[93] American public Health Association , American Water Works Associatiion , "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" WaterEnvironment Federation,2017.

[94] R. K, Somashekar and P. Ravikumar, ". Radon concentration in groundwater of Varahi and Markandeya river basins, Karnataka State, India", Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 285, p.343-351, 2010 .

[95] Clarke, R. H., & Bines, W. (2011). Evolution of ICRP recommendations-1977, 1990, and Changes in underlying science and protection policy and case study of their impact on European and UK Domestic Regulation2011 .

[96] احمد كاظم تكليف "تحليل مكاني لتلوث المياه السطحية في قضاء الهندية" رسالة ماجستير في الجغرافية التطبيقية ،جامعة كربلاء 2021 .

## المصادر References

---

[97] عيسى، مرتضى جبار، 1995 . هيدروكيميائية وتلوث نهر الفرات جنوب سدة الهندية. ،

جامعه بغداد، 190 صفحة

[98] العبيدي، محمود شاكر، هيدروجيوكيميائية نهر الفرات والتلوث البيئي المحتمل من القائم

حتى الحلة. ، جامعة بغداد، 255 صفحة، 1983.

## Abstract

This work aims to determine the concentrations of radon  $^{222}\text{Rn}$  and some heavy metals in water samples from the Euphrates River, which is one of the two most important rivers in Iraq, the Tigris and the Euphrates. The locations of the samples were taken using a GPS device Using the RAD7 device , which dissolves heavy elements using the AAS system .

Samples were collected from the river in Al-n area extending be - District Hindiya, from Hindiya Bridge and extending to the north. They were taken from close surface depths. The effective dose was calculated for all samples, and those values were compared with the international values recommended by the International Atomic Energy Agency (IAEA) .and the Environmental Protection Agency ( EPA) .

The results showed the highest value for the concentrations of the samples, where the highest concentration of radon (  $0.797\text{ Bq / L}$  ) . And the lowest value for radon concentrations was  $\text{Bq \L}$  (  $0.039$  and these calculated values are within the estimate of the global average terrestrial radiation of (  $0.5\text{ Bq /L}$  ) . The highest value of the effective dose was (  $3.054\text{MSv \y}$  ) and the lowest value of the effective dose It was recorded as (  $0.149\text{MSv \y}$  ).

The concentration of heavy metals (lead and cadmium) was also studied for the sixty samples collected from the surface water of the Euphrates River in the Hindiya district. The results of the study showed that the general rates of heavy metal concentrations ranged between )  $\text{mg/L}$  (  $3.0023-0.0003$  and the highest value is for sample W7 where it was (  $3.2603\text{ mg/L}$  ) for lead, while the results for cadmium showed that the values ranged between (  $0.5632- 0.0003\text{ mg/L}$  ) and the highest value

was for sample W20 Where it recorded  $(0.5749 \text{ mg/L})$  and we noticed that the percentages of these concentrations varied between the different locations of the two elements that were studied, and this explains that the pollution with heavy elements is caused by human activities and pollution of the river water

The reason for the high concentration of radionuclides in some water samples may be that the water resource is surrounded by soil and rocks, the geological nature of the earth, while the radon concentrations decrease in some samples and for more than one location. other

The incidence of cancer was also calculated using the equation and depending on the average age of the individual  $(D_I)$  the value of the constant  $R_F$ , and the effective dose  $D_W$  that was calculated for each sample. The results of the current study showed that the general incidence of cancer ranged between (5.855) as the highest value and (0.573) is the lowest value. However, all values indicate that they are lower than the value indicated by the Environmental Protection Agency.

Also, a comparison was made in the research of the radon concentrations that were obtained in previous studies locally And globally with the results obtained from the current research.

A comparison was also made of the results of the research to measure the heavy elements cadmium and lead with the results of previous studies.

**Republic of Iraq**  
**Ministry of Higher Education**  
**and Scientific Research**  
**University of Babylon**  
**College of education for pure sciences**  
**Department of Physics**



# **Assessments of Radon Gas Concentrations and Some Heavy Metals in Al-Hindia Euphrates River , Iraq**

Submitted to the Council of the College of Education for Pure Sciences of  
University of Babylon in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Degree of Master in Education / Physics

By

**Tagreed Abed al-Amir Obied Julub**

B. Sc. in Physics

(University of Babylon, 1999)

Supervised by

**Prof. Dr. Mohanad Hussein Oleiwi**

**1445 A.H**

**2023 A.D.**