



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد
كلية التربية للعلوم الصرفة
ابن الهيثم



توصيف وقياس الملوثات الاشعاعية والكيميائية في الغبار المتصاعد في الشوارع العامة لمدينة الديوانية نتيجة حركة العجلات والسيارات

اطروحة مقدمة

الى كلية التربية للعلوم الصرفة – ابن الهيثم – جامعة بغداد كجزء
من متطلبات نيل درجة دكتوراه فلسفة في علوم الفيزياء
من قبل

كوثر حسن عبيس الجليحاوي

بكلوريوس علوم فيزياء – كلية التربية – جامعة القادسية -2007
ماجستير علوم فيزياء نووية – كلية التربية للبنات – جامعة الكوفة – 2012

بإشراف

أ.م.د. رعد محمود نصيف الخفاجي

أ.د. خالد هادي مهدي العبيدي

2018 م

1439 هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ

دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ*

صَلَّى
الْعَظِيمِ

سورة المجادلة آية (11)

الإهداء

اللهم تقبل منا القليل يا كريم يا كريم

إلى سيدي ومولاي رسول الله (صلى الله عليه وآله وسلم).

إلى سادتي الأئمة الاثني عشر الأطهار (عليهم السلام).

إلى مولاتي بضعة الرسول فاطمة الزهراء (عليها السلام).

إلى سيدتي أم البنين وحببي ومولاي أبي الفضل

العباس (عليهما لسلام).

إلى صاحب الوجه الكريم..... والدي الحبيب

الذي افعمني بالأمل وأضاء لي الدرب

إلى صاحبة الصدر الحنون..... والدتي الغالية

التي سهرت وتحملت مشاق السنين

إلى من كانوا عوناً وسنداً لي.... زوجي وأولادي

إلى إخوتي وأخواتي الأعزاء

كوثر حسن

شكر وتقدير

الحمد لله مستحق الحمد حتى الانقطاع وموجب الشكر بأقصى ما يستطيع وصلى الله على محمد خير ما افتتحت بذكره الدعوات واستنجدت به الطلبات وعلى اله الذين هم سفينة النجاة والقادة الهداة .

وأنا أطوي الصفحات الأخيرة من هذا البحث يسعدني ويشرفني أن أقدم جزيل شكري وامتناني إلى الأستاذين الفاضلين المشرفين كل من الدكتور خالد هادي مهدي العبيدي والدكتور رعد محمود نصيف الخفاجي لتفضلهما بالأشراف على الاطروحة ولتوجيهاتهما السديدة والمساعدات الجليلة التي أبدوها لي طوال مراحل البحث فجزاهما الله عني خير الجزاء .

شكري وتقديري لعمادة كلية التربية للعلوم الصرفة - ابن الهيثم برئاسة قسم الفيزياء وجميع أساتذتي في كلية التربية لما قدموه لي من عون ومساعدة طوال فترة الدراسة ، وكذلك شكري وتقديري إلى زملائي طلبة الدراسات العليا في قسم الفيزياء .

كما اتقدم بالشكر الجزيل والامتنان وخالص تقديري واحترامي الى الاخ الدكتور الفاضل عدي طارق صبحي (جامعة بغداد - كلية تربية -ابن الهيثم) لمساعدته القيمة لي واعترافا مني بفضلته في ازالة العقبات خلال بحثي داعية له من الباري دوام التوفيق.

و وفاءً مني اتقدم بالشكر والتقدير الى (عمادة كلية التربية - جامعة القادسية) ورئاسة قسم الفيزياء التي منحتني فرصة اكمال الدراسة في جامعة بغداد .

ولا يفوتني ان اقدم شكري وتقديري الى عائلتي وأهلي الذين كانوا لي العون والسند في تشجيعهم ودعائهم لي ، والى كل من شجعني في مسيرتي العلمية سائلة الله عز وجل أن يوفقهم لما فيه خير الدنيا والآخرة .

كوثر حسن

الخلاصة

تتضمن الدراسة جزئيين ، الجزء الاول يتمثل بتقييم مستوى النشاط الاشعاعي الطبيعي والصناعي لنماذج الغبار التي جُمعت من مواقع مختلفة في مدينة الديوانية - محافظة القادسية باستعمال تقنية مطيافية اشعة كاما مع كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) ذي الكفاءة (40%) وقدرة تحليل (2.3 keV) للطاقة (1.33 MeV) العائدة لنويده الكوبلت - 60 وذلك لقياس الفعالية النوعية (^{238}U ، ^{232}Th ، ^{40}K ، ^{137}Cs) للوقوف على المستويات الاشعاعية فضلا عن حساب مؤثرات الخطورة الاشعاعية لاشعة كاما (فعالية الراديوم المكافئة Ra_{eq} ، معدل الجرعة الممتصة في الهواء D_v ، الجرعة الفعالة السنوية للتعرض الخارجي $AEDE_{out}$ ، الجرعة الفعالة السنوية للتعرض الداخلي $AEDE_{in}$ ، دليل الخطورة الخارجي (H_{ex}) ، دليل الخطورة الداخلي (H_{in}) ودليل الخطورة لاشعة كاما (I_v) في نماذج الغبار .

اظهرت قياسات مطيافية اشعة كاما للنويدات المشعة الطبيعية (اليورانيوم- 238 ، الثوريوم - 232 ، البوتاسيوم - 40) والنويده الصناعية (السيزيوم - 137) ، ان معدل الفعالية النوعية في نماذج الغبار هو (14.22 ± 1.003 ، 24.59 ± 2.371 ، 227.88 ± 15.388 ، 9.73 ± 0.833 Bq/kg على التوالي ، اما مؤشرات الخطورة الاشعاعية لأشعة كاما في نماذج الغبار كانت جميعها اقل من الحد المقبول به عالميا .

اما الجزء الاخر من هذه الدراسة فقد تم قياس تراكيز المعادن الطينية والعناصر الثقيلة لنماذج الغبار التي جُمعت من مناطق مختلفة من مدينة الديوانية وقد بينت النتائج ان معظم التركيب لغبار الشوارع لبعض نماذج منطقة الدراسة هي رملية - غرينية مع قليل من الطين اي ان مصادرها منقولة من اماكن بعيدة مع عجلات المركبات او منقولة مع هبوب العواصف الغبارية والرملية سواء العواصف الاقليمية او المحلية حيث تم نقل هذا

الغبار من اماكن متباينة داخل وخارج العراق ، اما تركيز العناصر الثقيلة فقد اظهرت النتائج ان قيم تراكيز الرصاص والنيكل والزنك والكاديوم (Cd ، Zn ، Ni ، Pb) كانت اعلى من الحد المقبول به عالميا مما يشير الى أن العامل الاساس في ارتفاع معدلات تراكيز الرصاص والنيكل والزنك والكاديوم في مدينة الديوانية هو التلوث الناجم عن الفعاليات البشرية ، بينما اظهرت النتائج ان تركيز عنصر النحاس (Cu) كان تقريبا ضمن الحد المقبول به عالميا ، اما تركيز عنصري الحديد والكوبلت (Co ، Fe) فكان اقل من الحد المقبول به عالميا .

كما تم في البحث الحالي تحضير نموذج قياسي للتربة باستعمال عنصر اليورينيوم - 152 بحجم طبق peter dish لغرض معايرة الطاقة والكفاءة لمنظومة مطيافية اشعة كاما .

ان النتائج التي تم الحصول عليها للنشاط الاشعاعي الطبيعي والصناعي والملوثات الكيميائية قد قورنت مع نتائج عدد من البحوث العراقية والعالمية وكانت متقاربة بشكل جيد .

قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
	الفصل الأول : مقدمة عامة	
4-1	مقدمة	(1-1)
5 -4	موقع منطقة الدراسة.	(2-1)
14 -5	الدراسات السابقة .	(3-1)
15	الهدف من البحث.	(4-1)
	الفصل الثاني : الجانب النظري	
16	النشاط الإشعاعي.	(1-2)
16	انواع الاشعاع	(2-2)
17	الجسيمات المشحونة	(1-2-2)
18	الاشعاع الكهرومغناطيسي	(2-2-2)
18	مصادر النشاط الاشعاعي	(3-2)
26 -18	النشاط الإشعاعي الطبيعي.	(1-3-2)
27 – 26	النشاط الاشعاعي الصناعي	(2-3-2)
28 -27	قانون النشاط الاشعاعي	(4-2)
29	التوازن الاشعاعي	(5-2)
29	التوازن القرني	(1-5-2)
30	التوازن الانتقالي.	(2-5-2)
32 - 30	المعادن الطينية	(6-2)

34-32	العناصر الثقيلة	(7-2)
35 -34	اليورانيوم	(8-2)
36 – 35	مخاطر اليورانيوم	(9-2)
38-36	الغلاف الجوي .	(10-2)
40 – 38	كواشف اشعة كاما.	(11-2)
42-40	حساب معاملات الخطورة .	(12-2)
44- 42	وحدات النشاط الاشعاعي .	(13-2)
	الفصل الثالث : الجانب العملي	
45	تمهيد.	(1-3)
51 -45	جمع النماذج .	(2-3)
52	طريقة العمل .	(3-3)
67-52	التحليل باستعمال مطيافية اشعة كاما.	(1 -3-3)
71-68	التحليل باستخدام جهازي XRD و XRF .	(2-3-3)
	الفصل الرابع : النتائج والاستنتاجات والمناقشة	
72	تمهيد	(1-4)
73 – 72	تقنية مطيافية كاما.	(2-4)
82-73	قياس الفعالية النوعية لنماذج الغبار.	(1-2-4)
92-83	تقييم معاملات الخطورة الاشعاعية لنماذج الغبار.	(2-2-4)
92	حساب تراكيز المعادن الطينية والعناصر الثقيلة.	(2-4)

99- 92	حساب نسبة المعادن الطينية وغير الطينية في نماذج الغبار	(1-2-4)
106- 99	حساب تراكيز العناصر الثقيلة	(2-2-4)
109- 107	الاستنتاجات	(3-4)
109	الاعمال المستقبلية	(4-4)
110 -109	التوصيات	(5-4)
128-111	المصادر	

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	التسلسل
21	الخصائص العامة للسلاسل المشعة	(1-2)
44	العلاقة بين وحدات الجرعة الإشعاعية في النظام الدولي SI	(2-2)
51 – 48	رمز النماذج واتجاه الرياح واحداثيات المواقع	(1-3)
51	رمز النماذج واحداثيات المواقع	(2-3)
59	قيم كفاءة الكاشف لطاقات المصدر القياسي	(3-3)
66	النويدات المشعة التي جرى تحسبها لنماذج الغبار	(4-3)
67	معدلات (D.L) و (MDA) للنويدات المشعة في نماذج الغبار	(5-3)
78- 75	مستويات الفعالية النوعية للنويدات المختلفة في نماذج الغبار	(1-4)
88- 85	معاملات الخطورة الإشعاعية في نماذج الغبار لمدينة الديوانية	(2-4)
94	نتائج التحليل الحجمي وتصنيفها	(3-4)
100	نتائج التحليل الكيميائي لنماذج الغبار لمناطق الدراسة موضحا فيه تراكيز بعض العناصر الثقيلة بوحدة (ppm)	(4-4)
103	معدل تراكيز المعادن الثقيلة (ppm) في غبار الشوارع لمنطقة الدراسة ومقارنتها مع معدل الدراسات الأخرى	(5-4)

قائمة الاشكال

الصفحة	العنوان	التسلسل
5	موقع محافظة القادسية	(1-1)
23	سلسلة اليورانيوم ^{238}U	(1-2)
24	سلسلة الثوريوم ^{232}Th	(2-2)
25	سلسلة الاكتينيوم ^{235}U	(3-2)
26	مخطط انحلال البوتاسيوم- 40	(4-2)
40	مبدأ كاشف أشباه الموصلات	(5-2)
46	الخارطة الادارية لمدينة الديوانية موضح عليها مواقع جمع النماذج (90 نموذج)	(1-3)
47	الخارطة الادارية لمدينة الديوانية موضح عليها مواقع جمع النماذج (12 نموذج)	(2-3)
53	طريقة تهيئة النموذج للقياس	(3-3)
53	مخطط منظومة القياس	(4-3)
54	صورة منظومة القياس من الخارج	(5-3)
58	منحني معايرة الكفاءة في كاشف HPGe باستعمال المصدر القياسي	(6-3)
59	طيف اشعة كاما للمصدر القياسي / مديرية المختبرات المركزية	(7-3)
60	بيانات المصدر القياسي	(8-3)
61	طيف نظير اليوروبيوم -152 للمصدر القياسي في مختبر النووية المتقدم	(9-3)

62	الطيف الطافي لنظير الكوبلت -60 ونظير السيزيوم - 137	(10-3)
63	العلاقة بين موقع الطاقة ومقدار الطاقة	(11-3)
65	منحني الكفاءة كدالة لطاقات مصدر ^{152}Eu	(12-3)
70	صورة جهاز XRD	(13-3)
71	صورة جهاز XRF	(14-3)
79	مستويات الفعالية النوعية لليورانيوم- 238 في نماذج الغبار في مدينة الديوانية	(1-4)
79	مستويات الفعالية النوعية للثوريوم- 232 في نماذج الغبار في مدينة الديوانية	(2-4)
80	مستويات الفعالية النوعية للبتاسيوم-40 في نماذج الغبار في مدينة الديوانية	(3-4)
80	مستويات الفعالية النوعية للسيزيوم- 137 في نماذج الغبار في مدينة الديوانية	(4-4)
81	طيف أشعة كاما المسجل لأنموذج الغبار (S_{15})	(5-4)
81	طيف أشعة كاما المسجل لأنموذج الغبار (S_{28})	(6-4)
82	طيف أشعة كاما المسجل لأنموذج الغبار (S_{33})	(7-4)
82	طيف أشعة كاما المسجل لأنموذج الغبار (S_{88})	(8-4)
89	مستويات فعالية الراديوم المكافئة (Ra_{eq}) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية	(9-4)
89	مستويات معدل الجرعة الممتصة في الهواء (D_y) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية	(10-4)
90	مستويات معدل الجرعة الفعالة السنوية للتعرض الخارجي ($AEDE_{out}$) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية	(11-4)
90	مستويات معدل الجرعة الفعالة السنوية للتعرض الداخلي ($AEDE_{in}$) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية	(12-4)

91	مستويات دليل الخطورة الخارجي (H_{ex}) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية	(13-4)
91	مستويات دليل الخطورة الداخلي (H_{in}) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية	(14-4)
92	مستويات دليل الخطورة لأشعة كاما (I_γ) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية	(15-4)
93	تصنيف نماذج الغبار	(16-4)
95	منحني الاشعة السينية (نموذج رقم 1) في منطقة الدراسة	(17-4)
95	منحني الاشعة السينية (نموذج رقم 8) في منطقة الدراسة	(18-4)
97	منحني الاشعة السينية للنموذج الكلي (نموذج رقم 1) في منطقة الدراسة	(19-4)
98	منحني الاشعة السينية للنموذج الكلي (نموذج رقم 8) في منطقة الدراسة	(20-4)
103	معدل تركيز عنصر الرصاص (Pb) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة	(21-4)
104	معدل تركيز عنصر الحديد (Fe) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة	(22-4)
104	معدل تركيز عنصر الكوبلت (Co) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة	(23-4)
105	معدل تركيز عنصر النيكل (Ni) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة	(24-4)
105	معدل تركيز عنصر النحاس (Cu) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة	(25-4)
106	معدل تركيز عنصر الزنك (Zn) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة	(26-4)
106	معدل تركيز عنصر الكاديوم (Cd) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة	(27-4)

قائمة الرموز

الرمز	التعريفات
Ra_{eq}	مكافئ الراديوم
A_U	الفعالية الاشعاعية لليورانيوم -238
A_{Th}	الفعالية الاشعاعية للثوريوم -232
A_K	الفعالية الاشعاعية للبتاسيوم - 40
D_y	معدل الجرعة الممتصة في الهواء
AEDE	الجرعة المكافئة السنوية الفعالة
H_{ex}	دليل الخطورة الخارجي
H_{in}	دليل الخطورة الداخلي
I_v	دليل الخطورة لأشعة كاما
A	الفعالية النوعية
N	صافي المساحة تحت القمة
I_v	شدة طاقة أشعة كاما
D.L	حد الكشف
MDA	الحد الأدنى للفعالية
T	زمن العد
XRD	حيود الأشعة السينية
XRF	فلورية الأشعة السينية

الفصل الأول

مقدمة عامة

الفصل الأول

مقدمة عامة

(1-1) المقدمة (Introduction)

اكتشف النشاط الإشعاعي من قبل هنري بكريل عن طريق الصدفة عام 1896 أثناء إجرائه تجارب على بعض المواد الفوسفورية ، حيث لاحظ اسوداد اللوح الفوتوغرافي المعرض لملاح اليورانيوم الفوسفوري الذي لا يبعث الضوء فقط وإنما نوع من الطاقة أطلق عليها تسمية (الإشعاع)[1].

قامت الباحثة ماري كوري (Marie Curie) عام 1898 بدراسة الظواهر الخارجية الخاصة بالمواد المطلقة للإشعاعات المؤينة، اكتشفت كوري عنصرين مشعين سميت أحدهما بولونيوم (Polonium) والثاني أسمته راديوم (Radium) ، في العام نفسه وجد الباحث شمت (Schmidt) بأن الثوريوم (Thorium) هو أحد العناصر التي لها القابلية على إطلاق الإشعاعات المؤينة وذو خواص متشابهة لخواص اليورانيوم. كما قاما الباحثان رذرفورد و اوينز (Rutherford & Owens) عام 1899 باكتشاف أن تيار الهواء المار فوق عنصر الثوريوم يتأين باستمرار، وهذا ما يدل على حمله لمادة مشعة ذات هيئة غازية، وبمواصلة أبحاثهم تمكنا من التمييز بين دقائق ألفا (alpha Particles) ودقائق بيتا (beta Particles) [2].

اما العالم فيلارد (Villard) فقد وجد في عام 1900 نوعاً جديداً من الإشعاع وهو أشعة كاما (Gamma –Ray) التي لها قابلية على اختراق المواد اعلى من دقائق بيتا [2] .

يعرف النشاط الإشعاعي بأنه عملية تحول تلقائي للأنوية المشعة لعنصر ما إلى انويه ذرات عناصر أخرى أكثر استقراراً عن طريق انبعاث نوع معين من الإشعاع [3] ، من الإشعاعات المنبعثة هي جسيمات ألفا وبيتا وأشعة كاما [4] ، أن الكثير من الكائنات الحية على سطح الأرض تتعرض للإشعاع سواء كان من مصادر طبيعية أم صناعية ، ويشكل تعرض الإنسان إلى المصادر الطبيعية النسبة الأساسية من التعرض مثل الأشعة

الكونية (Cosmic Rays) والأشعة الصادرة من العناصر المشعة بصورة طبيعية ، فالمواد المحيطة بنا جميعها تقريباً تحتوي على نسبة ضئيلة من المواد المشعة واعتماداً على هذا الأمر يتعرض الإنسان إلى مستوى منخفض من الخلفية الإشعاعية [5] ، من أهم النويدات المشعة الموجودة في التربة والتي تعتبر من المصادر الطبيعية للإشعاع هي سلسلة اليورانيوم - 238 ، سلسلة الثوريوم - 232 وسلسلة اليورانيوم - 235 بالإضافة إلى نويدة البوتاسيوم - 40 التي توجد في الطبيعة بصورة منفردة [6] ، أما السيزيوم - 137 فهو يعتبر من أهم وخطر المصادر الصناعية للإشعاع [7] .

إن النشاط الإشعاعي الطبيعي الموجود في التربة ناتج عن سلسلة اليورانيوم ^{238}U وسلسلة الثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K [8]، والنشاط الإشعاعي البيئي والتعرض الخارجي المصاحب له من خلال إشعاع كما يعتمد بصورة رئيسية الشروط الجيولوجية والجغرافية ويظهر بمستويات مختلفة في التربة لكل منطقة من مناطق العالم [9]. إن التعرض الخارجي يعني أن التعرض يكون خارج الجسم أي ناتج من النويدات الطبيعية الموجودة في البيئة ولكن التعرض الداخلي وهو الذي يكون داخل الجسم ويدخل الجسم عن طريق التغذية والتنفس ، ظهرت الحاجة لدراسة تأثير الإشعاع والكشف عن النشاط الإشعاعي الطبيعي والصناعي لمعرفة مدى تلوث البيئة وكيفية معالجتها ، لذا أجريت العديد من البحوث لحساب تراكيز المواد المشعة في التربة والنبات ، والماء ، والهواء ، ومواد البناء وغيرها ومدى تأثير هذه المواد المشعة في الكائنات الحية [10].

ابتدأت برامج الرقابة الجدية والعلمية المدروسة على النشاط الإشعاعي البيئي في العراق عام 1968 في منظمة الطاقة الذرية وقد استمرت لحد اذار عام 2003. وتمثلت هذه البرامج بمراقبة النشاط الإشعاعي لموقع التويته بالإضافة الى مراقبة مواقع مختلفة من العراق ، حيث نصبت منظومات سيطرة إشعاعية في مواقع مختلفة من العراق ساعدت على الكشف عن النشاط الإشعاعي بشمال العراق بعد حادثة تشيرنوبل عام 1986 وجنوب العراق بعد استعمال الولايات المتحدة والمملكة المتحدة للقذائف المصنوعة من اليورانيوم المنضب عام 1991 في حرب الخليج الثانية بالإضافة إلى المنطقة الغربية وتأثرها بالنشاط النووي الإسرائيلي من جراء تجارب السلاح النووي تحت سطح الأرض

في صحراء النقب للفترة من 1991-1993 ونشاطات سرية أخرى ، وهذا ما يظهره ارتفاع مستوى السيزيوم في التربة لتلك المناطق ، أما المناطق الأخرى فكان نصيبها القليل من الاهتمام لبعدها عن مناطق الحوادث . ان لعملية رصد مستوى النشاط الاشعاعي البيئي اهمية كبيرة في ضمان وامن وسلامة المجتمع ، لذا يتوجب معرفة مقدار الزيادة في هذا المستوى لما له من تأثيرات صحية سلبية جسدية ووراثية [12,11] . تعرف هذه الزيادة بالتلوث الاشعاعي الذي يعد جزء من التلوث البيئي [14,13].

يعرف تلوث البيئة على انه اي تغير يحصل في عناصر البيئة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية غير الضار بالهواء والماء والتربة وقد يلحق اضرار او يؤثر بصورة مؤذية في الكائنات الحية والمنشآت [15] . والمقصود بتلوث الهواء (Air Pollution) هو وجود اي مواد صلبة او سائلة او غازية بتركيز تؤدي الى اضرار فسيولوجية واقتصادية وحيوية للإنسان والحيوان والنبات [16] . الذي يميز تلوث الهواء عن باقي انواع الملوثات انه ذات انتشار سريع في المناطق المختلفة وان مصادره تكون ايضا مختلفة ، يشكل غبار الشوارع (Street Dust) مصدرا مهما في توليد واطلاق الدقائق الغبارية الى الغلاف الجوي من خلال اثارته عن طريق سير المركبات اذ يشكل نسبة (33%) من الملوثات الهوائية ، ولهذا يعتبر كمية غبار الشارع ونوعية محتوياته دليل على التلوث البيئي في المدن الكبيرة ومصدرا للملوثات الهوائية [17] .

يعد التلوث اليوم مشكلة العصر الحديث وقضية العالم الكبرى وبالأخص الدول التي تفتقر إلى تشريعات أو أنظمة صارمة للحد من زيادة انبعاث الملوثات في البيئة . وتعد دراسة التلوث الهوائي من أهم فروع علم الفيزياء والكيمياء البيئية وذلك للارتباط الوثيق بين تلوث الهواء وكل من تلوث التربة والمياه من خلال سقوط الجسيمات العالقة عليها والجسيمات العالقة هي دقائق صغيرة جدا تكون عالقة في الهواء ويحمل بعضها العديد من المعادن الثقيلة وعوامل مسببة للسرطان وبسبب صغر حجمها فهي قادرة على اختراق الجهاز التنفسي والوصول إلى الحويصلات الهوائية والتراكم فيها مسببة أمراضا متعددة [18].

ان الغبار يسبب امراض عديدة مثل امراض الجلد والعيون والحساسية والجهاز التنفسي الذي يعتبر من اكثر الاجهزة تضررا ، واهم الامراض التنفسية هي الالتهاب الشعبي (Bronchitis) والانتفاخ الرئوي (Emphysema) والربو (Asthma) والسرطان الرئوي (Lung Cancer) [19, 20]. ومما يزيد الامر خطورة احتواء بقايا النفائات والغبار على تراكيز من العناصر الثقيلة مثل الزئبق والكاديوم والرصاص والكروم والنيكل والنحاس والحديد وغيرها والذي يسبب تراكمها تسما للكائنات الحية اذ اثبتت الدراسات بان الجزيئات التي قطرها اقل من 10 مايكرون تحتوي على عدد كبير من المعادن الثقيلة [21]، وكذلك وجود العديد من النظائر المشعة مثل الراديوم- 226 ويورانيوم- 235 أو يورانيوم- 238 وثوريوم- 232 وبوتاسيوم - 40 بصورة طبيعية في الصخور وفي التربة، وهناك نظائر مشعة أخرى مثل السيزيوم Cs، الكوبلت Co ، اليود I ، الكريبتون Kr ، البلوتونيوم Pu و السترانشيوم Sr التي تنتج بالدرجة الاولى بوصفها نواتج أنشطار من الغبار الذري للقنابل الذرية أو المفاعلات النووية او مصادر أشعاع اخرى [22].

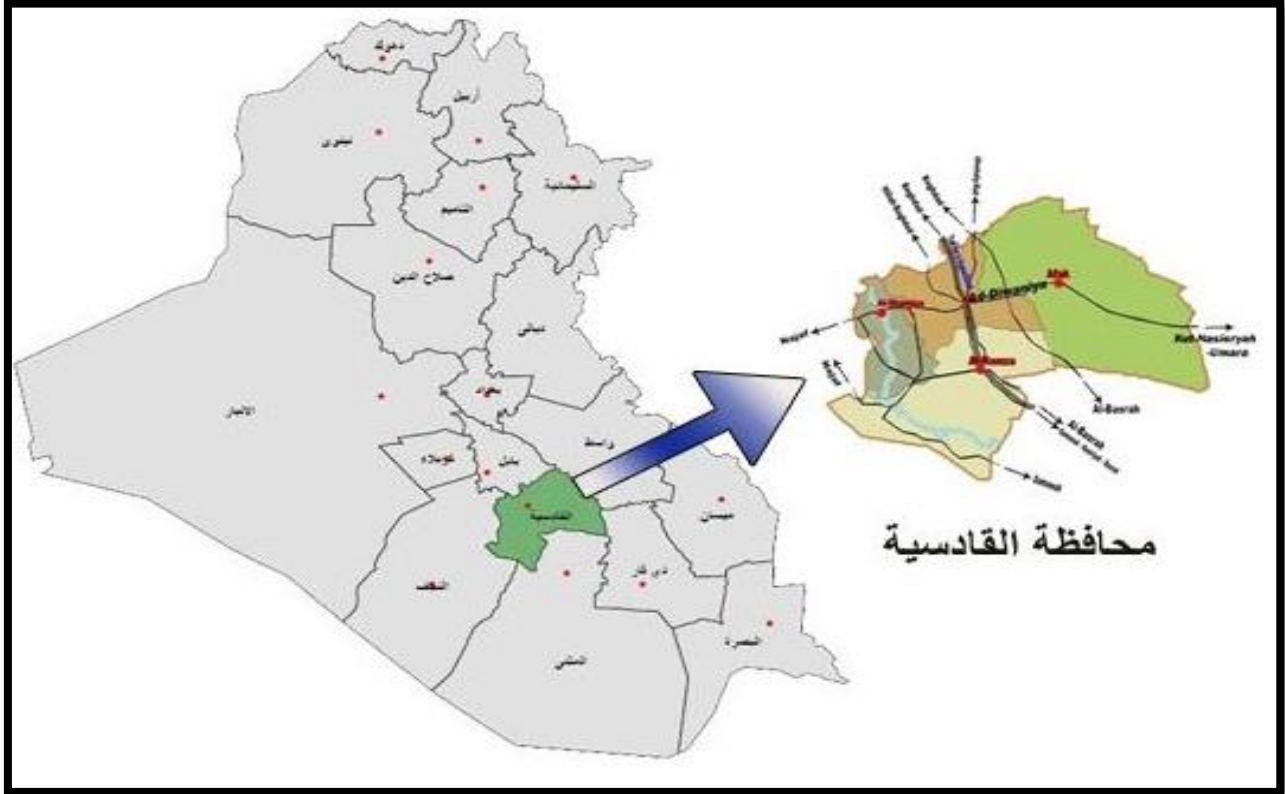
لغرض الحصول على اقرب القيم الحقيقية لتراكيز هذه النويدات وما يترتب عليها من مؤشرات إشعاعية تم التركيز على الغبار المتصاعد نتيجة الحركة والتي يكون احتمال استنشاقه كبير جدا ونتيجة تصاعده وبإحجام يمكنها الدخول إلى جسم الإنسان بتراكيز لا يستهان بها .

(2-1) موقع منطقة الدراسة (Location of study)

اختيرت مدينة الديوانية - محافظة القادسية منطقة دراسة وهي إحدى محافظات الفرات الأوسط التي يضمها سهل العراق الفيزي الرسوبي ، يشطرها نهر الديوانية الى نصفين الصوب الكبير والصوب الصغير وتشمل عدة احياء .

تقع منطقة الدراسة على بعد (147 km) جنوب بغداد وتشغل موقع مميزا ، ويتحدد الموقع الفلكي للمحافظة بين دائرتي عرض 8° 31' و 21° 32' شمالا، وخطي طول 25° 44' و 46° 45' شرقاً اما حدودها الإدارية، فيحدها من الشمال محافظتي بابل وواسط ، ومن

الشرق محافظتي ذي قار وواسط ، ومن الجنوب محافظة المثنى، ومن الغرب محافظة النجف. تبلغ مساحة محافظة الديوانية نحو (8153 km²) ، وبذلك فهي تشكل نحو (1.9 %) من مجموع مساحة العراق، ونحو (8.1 %) من مجموع مساحة محافظات منطقة الفرات الأوسط ، اذ تم اختيار المناطق على جانبي النهر بحيث تغطي جميع احياء المحافظة لتطبيق الدراسة والشكل (1-1) يبين موقع محافظة القادسية .



الشكل (1-1) موقع محافظة القادسية

(3-1) الدراسات السابقة (Previous studies)

(1-3-1) الدراسات السابقة باستعمال مطيافية اشعة كاما

(Previous studies using gamma ray spectroscopy)

أجريت في السنوات الماضية عدة دراسات اهتمت بحساب تركيز الفعالية النوعية للنويدات المشعة الطبيعية في النماذج البيئية المختلفة ، وحساب معاملات الخطورة لهذه التراكيز باستعمال مطيافية اشعة كاما :

- ❖ اجريت دراسة في ليبيا عام 1997 استعمل فيها الباحث (Shenber, M. A) كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة حيث تم حساب تركيز الفعالية للبوتاسيوم ^{40}K والثوريوم ^{234}Th والراديوم ^{226}Ra فضلا عن حسابه للجرعة الممتصة في نماذج التربة وكانت النتائج ضمن الحد المقبول [23].
- ❖ قام (El-Hafez) وآخرون في عام 1998 بدراسة النشاط الإشعاعي البيئي على جانبي نهر النيل في مصر اذ تم قياس تراكيز النويدات المشعة باستعمال مطيافية اشعة كاما، وأشاروا إلى ان البيئة الإشعاعية مختلفة وفقا لنوع وطبيعة التربة [24].
- ❖ قام الباحث (Selvasekarapandian, S) وآخرون عام 1999 بدراسة في الهند تم فيها حساب الجرعة لأشعة كاما الصادرة من النوى المشعة في نماذج من التربة، وقد بينت هذه الدراسة ارتفاع في مستوى تركيز الثوريوم حيث كان المعدل (114.6 Bq/kg) فضلا عن ارتفاع مستوى تركيز اليورانيوم حيث كان المعدل (43.2 Bq/kg) [25].
- ❖ قام الباحث (بازهير) عام 2000 بحساب الفعالية الإشعاعية للنويدات ^{238}U و ^{232}Th و ^{40}K و ^{137}Cs في نماذج من الترب السطحية لمواقع مختلفة في اليمن، وقد وجد ان معدل تراكيز النشاط الاشعاعي لهذه النويدات (47.49 ± 2.89 Bq/kg) و (37.89 ± 0.96 Bq/kg) و (1.484 Bq/kg) و (908.8 ± 22.12 Bq/kg) و (21.75 ± 0.96 Bq/kg) على التوالي [26].
- ❖ في عام 2000 قام (Karapandian, S) وآخرون بقياس تركيز النويدات المشعة في عينات من التربة في حي تالوك بالهند باستعمال مطيافية كاما ، ووجدوا ان معدل التركيز لل (^{232}Th ، ^{238}U و ^{40}K) هي (75.3 ± 44.1، 37.7 ± 10.1 و 195.2 ± 85.1 Bq/kg) على التوالي [27].
- ❖ كما أجرى الباحث (Ajayi) عام 2001 دراسة في نيجيريا حيث تم فيها حساب النشاط الإشعاعي الطبيعي ونسبة الجرعة الممتصة في نماذج التربة وكانت النتائج ضمن الحدود المسموح بها عالميا [28].
- ❖ قام الباحث (Chikasawa) وآخرون عام 2001 بقياس النشاط الإشعاعي للنويدات ^{40}K و ^{208}Tl و ^{214}Bi و ^{137}Cs في نماذج من التربة جمعت من ولاية كوتشي في اليابان، وقد تراوح تركيز النويدات المشعة (1300-16.6 Bq/kg)

و(82.8 – 1.3 Bq/kg) و(100- B.D.L Bq/kg) و(150– 1.4 Bq/kg) على التوالي [29].

❖ استعمل الباحث (Al-Kheliewi, A.S) وآخرون عام 2001 كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة HPGe لحساب تركيز الثوريوم ^{232}Th والراديوم ^{226}Ra والبوتاسيوم ^{40}K فضلا عن حساب تركيز السيزيوم ^{137}Cs ونسبة التعرض في 220 أنموذج تربة من مختلف المناطق في السعودية [30].

❖ وفي عام 2001 تم دراسة الخلفية الإشعاعية لتربة حلبجة في إقليم كردستان الواقعة شمال شرق العراق من قبل (Abdullah K.O.) والتي تعرضت للقصف بالأسلحة الكيماوية مما استوجب دراسة مستويات النشاط الإشعاعي لتربة ومياه المنطقة ، تم استخدام كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة حيث تم الكشف على نويدات مشعة وهي (Ra-226 ، Pb-214 ، I- 131 ، Ac -228 ، K - 40 ، Bi-214) إذ سجلت مستويات إشعاعية عالية في المنطقة فوق المقبول به عالميا لأكثرية النويدات المذكورة [31].

❖ قام الباحث (Kannan) وآخرون في عام 2002 بقياس النشاط الإشعاعي للنويدات ^{238}U و ^{232}Th و ^{40}K في عينات من التربة تم جمعها من مدينة كالباكم في الهند، وجدوا ان تراكيز النويدات المشعة تتراوح بين (5 Bq/kg و 71) وبين (15 Bq/kg و 776) وبين (200 Bq/kg و 854) على التوالي [32].

❖ أجرى الباحث (Alvarado) وآخرون عام 2002 دراسة في المكسيك اذ قام بحساب تركيز الفعالية للسيزيوم ^{137}Cs واليورانيوم ^{235}U والراديوم ^{226}Ra والبوتاسيوم ^{40}K في تربة سطحية وعلى اعماق مختلفة باستعمال كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة HPGe ، وكانت النتائج ضمن الحدود المسموح بها [33].

❖ أجرى الباحث (Jabbar T.) وآخرون عام 2002 دراسة في باكستان اذ استعمل كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة HPGe لحساب تركيز الفعالية لكل من الثوريوم ^{232}Th والراديوم ^{226}Ra والبوتاسيوم ^{40}K والسيزيوم ^{137}Cs في نماذج تربة، وحساب معامل الخطورة الخارجي والداخلي ونسبة الجرعة الممتصة وكانت النتائج ضمن الحدود المقبول بها عالميا [34].

❖ تبين من دراسة الباحثة (الغرابي) عام 2002 من خلال دراسة التلوث في المنطقة الجنوبية من العراق زيادة في تركيز بعض النويدات المشعة ، اذ تمثلت الزيادة في تركيز ^{234}Th مؤشراً واضحاً على وجود تراكيز عالية من النظير ^{238}U اذ يكون اتزان إشعاعي بينهما ، وبلغ تركيز اليورانيوم بحدود (34982.4 Bq/kg) كحد أعلى فيما بلغ (129.34 Bq/kg) كحد ادنى بينما تكون الحدود الطبيعية لهذا النظير بحدود (704 Bq/kg) [35].

❖ وفي عام 2003 قام الباحثان (Hannan and Hanson) بقياس النشاط الإشعاعي لنويدات ^{238}U و ^{235}U و ^{226}Ra و ^{40}K و ^{137}Cs في نماذج التربة تم جمعها من ولاية تكساس في الولايات المتحدة الأمريكية ، وقد تراوحت تراكيز النويدات المشعة بين (3.11±0.47 و 42.5±5) وبين (2.14±0.43 و 8.75±1.14) وبين (35±4 و 248±25) وبين (178±22 و 75±11.3) وبين (13.2±1.85 و 3.11±0.44) Bq/kg على التوالي [36].

❖ قام الباحث (Akhtar, N) وآخرون عام 2004 بدراسة وقياس النشاط الإشعاعي للنويدات ^{40}K و ^{226}Ra و ^{232}Th في عينات من التربة تم جمعها من مدينة لاهور في باكستان، وقد تراوحت تراكيز النويدات المشعة بين (524.84 و 601.62) وبين (28.17 و 24.73) و بين (45.46 و 52.61) Bq/kg على التوالي [37].

❖ في عام 2004 درس الباحث (البياتي) تراكيز اليورانيوم المنضب والتلوث الإشعاعي في ترب منتخبة من محافظة التأميم باستعمال كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة لقياس وتحليل العينات التي تم جمعها من مواقع مختلفة من المحافظة ف لوحظ إن هناك زيادة في تركيز السيزيوم - 137 تجاوزت (10 Bq/kg) لكنه وجد إن معدل تركيز الراديوم-226 ضمن حدود الخلفية الإشعاعية المقبول بها عالمياً [38].

❖ كما قام الباحث (Júnior) وآخرون في عام 2005 بقياس النشاط الإشعاعي للنويدة ^{40}K في نماذج تربة تم جمعها من غرب ولاية بيرنامبوكو، البرازيل، وقد وجد ان تراكيز النويدة المشعة كانت تتراوح بين (541 و 3572) Bq/kg [39].

❖ وفي عام 2005 قام الباحث (Yordanova) وآخرون بقياس النشاط الإشعاعي للنويدات ^{137}Cs و ^{238}U و ^{235}U و ^{226}Ra و ^{232}Th في نماذج تربة تم جمعها من

مواقع مختلفة على طول نهر الدانوب في بلغاريا، وقد وجدوا ان تراكيز النويدات المشعة تتراوح بين (76 ± 2 Bq/kg و 2 ± 0.5) وبين (23 ± 5 Bq/kg و 50 ± 10) وبين (1 ± 0.3 Bq/kg و 2 ± 0.5) و بين (40 ± 5 Bq/kg و 9 ± 2) و بين (12 ± 2 Bq/kg و 50 ± 8) على التوالي [40].

❖ وفي عام 2006 قام الباحث العبيدي بقياس النشاط الاشعاعي للنويدات (^{238}U و ^{232}Th و ^{40}K و ^{137}Cs) في نماذج تربة ومياه و رواسب تم جمعها من جانبي الكرخ والرصافة في مدينة بغداد ،العراق، وقد أظهرت نتائج الفعالية النوعية لتربة ومياه ورواسب المواقع التي تعرضت للقصف مستويات اعتيادية وضمن الخلفية الإشعاعية لتربة الكرخ والرصافة [41].

❖ وفي عام 2007 أجريت دراسة في الأردن اذ استعمل الباحث (Abusini, M) كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة HPGe لحساب تركيز كل من اليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K في نماذج من التربة حيث وجد ان تراكيز النويدات المشعة تتراوح بين (19 ± 1.4 و 38.7 ± 3) وبين (14.3 ± 0.8 و 35 ± 3.2) وبين (94 ± 18.9 و 762 ± 47.4 Bq/kg) على التوالي [8].

❖ أجريت دراسة في صربيا من قبل (Snežana D.) وآخرون عام 2007 تم فيها حساب تركيز اليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K في نماذج تربة وحساب الجرعة الممتصة والجرعة الفعالة السنوية ومعامل الخطورة الخارجي وقد وجد ان معدل تراكيز النويدات المشعة كانت ضمن حدود الخلفية الاشعاعية المقبول بها عالميا [42].

❖ قام الباحث (Adrovic) وآخرون عام 2007 بقياس النشاط الاشعاعي للنويدات ^{226}Ra و ^{232}Th و ^{40}K و ^{238}U و ^{235}U في عينات من التربة جمعت من بعض المناطق في كوسوفو (صربيا)، وقد وجدوا ان تراكيز النويدات المشعة تراوحت بين (19 و 55) وبين (11 و 66) و بين (83 و 648) و بين (26 و 95) وبين (1.2 و 4.6) Bq/kg على التوالي [43].

❖ اجريت دراسة في قطر عام 2008 حيث قام الباحث (Al-Sulaiti, H. A) وآخرون بحساب تركيز اليورانيوم ^{238}U و ^{235}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K في نماذج

تربة من مختلف المناطق في قطر، وحساب مكافئ الراديوم والجرعة الممتصة ومعامل الخطورة الخارجي والجرعة الفعالة السنوية، اذ اظهرت النتائج وجود تراكيز عالية لنويدة ^{238}U لبعض المناطق فيما بينت النتائج ان معدل تراكيز النويدات المشعة الاخرى هي ضمن الحد المقبول به عالميا [44].

❖ قام الباحث (Alias, M) وآخرون عام 2008 بقياس النشاط الاشعاعي للنويدات ^{40}K و ^{226}Ra و ^{228}Ra في عينات من التربة جمعت من مواقع مختلفة في ماليزيا، وجدوا ان تراكيز النويدات المشعة تراوحت بين (11.3 ± 1.3) و (383.8 ± 41.4) و بين (10.5 ± 0.7) و (42 ± 1.5) و بين (11.4 ± 1.2) و (44.9 ± 3.7) Bq/kg على التوالي [45].

❖ عام 2009 قام الباحث (Mehra, R) وآخرون بقياس النشاط الاشعاعي للنويدات ^{238}Ra و ^{232}Th و ^{40}K لنماذج تربة جمعت من مواقع مختلفة من منطقتي فريديكوت ومانسا في البنجاب في الهند، وجدوا ان تراكيز النويدات المشعة كانت تتراوح بين (21.42) و (40.23) وبين (61.01) و (142.34) وبين (227.11) و (357.13) Bq/kg على التوالي [46].

❖ كما قام الباحث (Śleziak) وآخرون عام 2010 بقياس النشاط الاشعاعي للنويدات ^{226}Ra و ^{232}Th و ^{40}K و ^{137}Cs لنماذج تربة جمعت من المنطقة الصناعية في بولندا، وجدوا ان تراكيز النويدات المشعة كانت بالمدى (35 ± 1) - (155 ± 2) و (83 ± 1) - (53 ± 1) و (428 ± 10) - (580 ± 11) و (146 ± 4) - (1.8 ± 0.2) Bq/kg على التوالي [47].

❖ في عام 2010 قام الباحث (Al-Wasity A. S) بقياس النشاط الاشعاعي للنويدات ^{214}Bi و ^{228}Ac و ^{212}Pb و ^{40}K و ^{137}Cs لنماذج من التربة جمعت من مناطق مختلفة في محافظة واسط، العراق، وجد ان تركيز النويدات المشعة كانت بالمدى $(8.8 - 19.2)$ و $(6.9 - 14.5)$ و $(10.7 - \text{B.D.L})$ و $(164.9 - 266.5)$ و $(4.6 - \text{B.D.L})$ Bq/kg على التوالي [48].

❖ وفي عام 2010 درس الباحث (السعدي) الخلفية الإشعاعية في مناطق منتخبة من محافظات العراق إذ جمع نماذج من الترب بلغ عددها 75 نموذجاً من مناطق منتخبة

ومختلفة من المحافظات العراقية وبعد تحليل النماذج تم الكشف عن النويدات الناتجة من انحلال سلسلتي اليورانيوم -238 والثوريوم -232 وهي (^{234}Ra , ^{226}Ra , ^{214}Pb , ^{212}Bi , ^{214}Th) وبتراكيز مختلفة حيث وجد إن أعلى مقدار للنشاط الإشعاعي النوعي لنوييدة ^{212}Bi في محافظة دهوك وبلغ (12.797 Bq/kg) ونوييدة ^{214}Pb في محافظة ذي قار حيث بلغ (4.897 Bq/kg) ونويديتي ^{234}Th , ^{226}Ra في محافظة البصرة بتراكيز بلغت Bq/Kg (37.844 , 38.604) على التوالي اما نوييدة البوتاسيوم المنفردة (^{40}K) فقد بلغت أعلى قيمة لها في محافظة التاميم بالإضافة الى نظير السيزيوم (^{137}Cs) الصناعي فقد وجد ان أعلى قيمه له كانت في محافظة صلاح الدين وقد بلغت (4.706 Bq/kg) اما اقل قيمة كانت في منطقة أَللطيفية من محافظة بغداد وقد بلغت (1.457 Bq/kg) [49].

❖ في عام 2011 قام الباحث (Pallavicini) بقياس النشاط الاشعاعي للنويدات ^{210}Pb و ^{232}Th و ^{238}U و ^{226}Ra و ^{40}K و ^{137}Cs لنماذج تربة جمعت من مناطق مختلفة في السويد، وجدوا ان تراكيز النويدات المشعة كانت بالمدى (899- Bq/kg) و (B.D.L) و (66-25 Bq/kg) و (985- B.D.L Bq/kg) و (27 Bq/kg- 658) و (76- 1060 Bq/kg) و (4 Bq/kg- 1300) على التوالي [50].

❖ قام الباحث (Saleh, I. H) عام 2012 بقياس النشاط الاشعاعي للنويدات ^{238}U و ^{232}Th و ^{137}Cs في نماذج تربة جمعت من شبه جزيرة مسندم في سلطنة عمان، وجد ان تراكيز النويدات المشعة تتراوح بين (1.5 و 25.70) وبين (0.7 و 20.1) و (52.5 و 15350 Bq/kg) على التوالي [51].

❖ في عام 2012 درست الباحثة (Mahdi M. E) الخلفية الإشعاعية لنماذج تربة من الدوائر الرسمية في مدينة بغداد بجانبها الكرخ والرصافة حيث تم جمع 40 نموذجاً من هذه التربة لتحديد الفعالية النوعية لكل من النويدات المشعة (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs) وذلك باستعمال تقنية مطيافية أشعة كاما نوع DSA- 2000 مع كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة ، وبعد الحصول على نتائج الفعالية النوعية تبين أنها مقاربة للقيمة الوسطية لما هو منشور عالمياً وعربياً وضمن الحدود الطبيعية [52].

- ❖ قام الباحث (Attia, T.E) وآخرون عام 2014 بقياس النشاط الاشعاعي للنويدات ^{226}Ra و ^{232}Th و ^{40}K لنماذج تربة جمعت من مدينة بور سعيد في مصر، وجدوا ان تراكيز النويدات المشعة كانت بالمدى (18.03 - 398.66) و (5.28 - 75.7) و (583.12 - 3237.88) Bq/kg على التوالي [53].
- ❖ اجريت دراسة عام 2014 (Al-Ubaidi A. M) لقياس مستوى النشاط الاشعاعي للنويدات ^{238}U و ^{232}Th و ^{40}K و ^{137}Cs لنماذج تربة ومياه ونبات واسمدة ورواسب لمنطقة الراشدية في بغداد ،العراق، باستعمال تقنية مطيافية اشعه كاما وكاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HpGe) بعد مقارنة النتائج مع قيم المعدل العالمي المسجلة لوحظ ان تركيز البوتاسيوم – 40 في بعض نماذج التربة والنبات والماء اعلى من الحد المقبول به عالميا والتي تتراوح بين (140 و 850) Bq/kg حسب تقارير UNSCEAR (2000) [54].
- ❖ في عام 2015 قام الباحث (الشمري) بقياس النشاط الاشعاعي للنويدات ^{238}U و ^{232}Th و ^{40}K و ^{137}Cs لنماذج من التربة والمياه والرواسب لمدينة الديوانية في القادسية ،العراق، وقد وجد ان معدل الفعالية النوعية لنماذج التربة كانت (24.62 ± 0.01) و (17.90 ± 0.01) و (370.99 ± 0.41) و (25.60 ± 0.01) Bq/kg على التوالي [55].
- ❖ قام الباحث (Karim, M. S) عام 2015 بقياس الفعالية النوعية للنويدات ^{238}U و ^{232}Th و ^{40}K و ^{137}Cs لنماذج تربة جمعت من محافظة بغداد ومحافظة ذي قار ومحافظة الانبار، وجد ان معدلات الفعالية النوعية لنماذج التربة في محافظة بغداد (14.09 ± 3.3) و (11.54 ± 3.2) و (104.26 ± 37.3) و (4.02 ± 1.5) Bq/kg على التوالي، وفي محافظة ذي قار (29.2 ± 5.1) و (22.7 ± 4.1) و (304.6 ± 69.1) و (3.15 ± 1.05) Bq/kg على التوالي اذ اثبتت النتائج ان قيم الفعالية النوعية كانت اقل من الحد المقبول به عالميا ، اما في محافظة الانبار فكانت (51.88 ± 6.4) و (38.72 ± 4.2) و (615.36 ± 49.7) و (17.43 ± 1.3) Bq/kg على التوالي فوجد ان قيم الفعالية النوعية اعلى من الحد المقبول به عالميا [56].

❖ في عام 2016 قامت الباحثة (السوداني) بقياس النشاط الاشعاعي للنويدات ^{238}U و ^{232}Th و ^{40}K و ^{137}Cs لنماذج لتربة ومياه ورواسب لمدينة العمارة في محافظة ميسان، العراق، باستعمال تقنية مطيافية اشعة كاما مع كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) فضلا عن حساب مؤشرات الخطورة الاشعاعية لأشعة كاما وقد بينت النتائج ان معدل الفعالية النوعية للنماذج البيئية كانت جميعها اقل من الحد المقبول به عالميا [57].

❖ قام الباحث (Al-Bayati , A.T) عام 2017 بدراسة تراكيز النشاط الاشعاعي الطبيعي والصناعي لنماذج تربة وماء ونبات لمواقع مختلفة محيطة بمركز الابحاث النووية في التويثة باستعمال كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) ، كما تم حساب مؤثرات الخطورة الاشعاعية لأشعة كاما للنماذج المدروسة ، وقد بينت النتائج ان معدل تركيز النشاط الاشعاعي النوعي ل (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs) كانت ضمن الحد المقبول و الموصي به من قبل (UNSCEAR) [58].

(2-3-1) الدراسات السابقة لتقدير تراكيز العناصر الثقيلة

(Previous studies to estimate concentrations of heavy metals)

هناك عدة دراسات اجريت على غبار الشوارع سواء كانت عالمية او محلية من قبل الباحثين عن طريق دراسة تراكيز العناصر الثقيلة الملوثة للبيئة الموجودة في غبار الشوارع منها :

❖ اجرى (Charlesworth , S) وآخرون (2003) دراسة في بريطانيا حول انتشار العناصر الثقيلة وهي Zn , Pb , Cu , Cd حول الطرق الرئيسية في مدينة برمنكهام ذات الكثافة السكانية العالية مقارنة بمدينة كوفنتري ولوحظ ازدياد تراكيزها في المدينة الاولى وعزى ذلك الى دور الانشطة البشرية في طرح العديد من الملوثات في المحيط البيئي [59].

❖ كما قام (Al-Khashman, O.A) (2004) بدراسة تناولت مدينة الكرك الصناعية في الاردن وذلك لمعرفة تراكيز العناصر الثقيلة في غبار الشوارع والترب المحيطة

وقد تبين ان هناك مجموعة من العناصر الثقيلة قد ازداد تركيزها في الجزء العلوي من الترب مقارنة بالجزء السفلي وعزيت الاسباب الى النشاط الصناعي الكبير الذي تشهده المنطقة [60].

❖ أجرى السلطان واخرون (2008) بدراسة نوعية المتبقيات الصلبة الناتجة من اعمال البناء والشوارع والمحال التجارية بعد فصل محتوياتها الى عدة فئات حجمية بواسطة غرابيل التربة وتحليل محتوياتها اظهرت النتائج خطورة هذه الدقائق لاسيما الفئات الصغيرة الحجم لكونها تساهم في زيادة مستوى انبعاث الغبار العالق واحتوائها على المعادن الثقيلة [61].

❖ اشار Divrikli واخرون (2011) عند دراسة اجريت في مركز مدينة دي نولي في تركيا لتقدير محتوى المعادن الثقيلة في غبار الارصفة ضمن مناطق مختلفة الى ان تركيز العناصر الثقيلة يعتمد درجة الكثافة المرورية [62].

❖ تم اجراء دراسة (2012) من قبل الباحث (Fatlawi, S.M.G) واخرون في مدينة الحلة لمعرفة تراكيز العناصر الثقيلة في شارعين من شوارع المدينة احدهما عالي الكثافة المرورية والاخر واطى الكثافة المرورية واظهرت النتائج وجود تراكيز عالية من العناصر الثقيلة باستثناء Cd و Cr وقد عزي ذلك الى النشاط البشري المرتبط بحركة المرور [63].

❖ قام (Alfatlawi, A.M.L) واخرون (2012) بدراسة غبار الشارع والتربة المحيطة على جانبي الكرخ والرصافة وبينت نتائج الدراسة وجود اختلاف في تراكيز بعض العناصر الثقيلة وارتفاع بعضها وعزي ذلك الى قرب بعض النماذج من مواقع التلوث والكثافة المرورية [64].

❖ أجرى السلطان واخرون (2012) دراسة لبعض الخصائص الكيميائية للغبار ، وقد اظهرت النتائج احتواء الغبار على مجموعة كبيرة من العناصر الثقيلة والخفيفة والمواد العضوية والمصنعة مع ارتفاع في قيم الملوحة والايصلية الكهربائية [65].

(4-1) الهدف من الدراسة (Aim of the Study)

لغرض الوقوف على بعض جوانب المشكلة لتلوث الهواء المستمر في اجواء مدينة الديوانية والمساهمة في وضع بعض الحلول تم اختيار هذه الدراسة لغرض تحقيق الاهداف الاتية :

1- إعداد مصدر قياسي نوع (Eu^{152}) حجم طبق (petri dish) للتربة ، والغرض منه استخدامه لمعايرة الطاقة والكفاءة للكاشف .

2- قياس تراكيز النويدات المشعة الطبيعية والصناعية للنماذج البيئية (غبار الشوارع المتصاعد نتيجة حركة السيارات والعجلات) في مدينة الديوانية - محافظة القادسية بطريقة جديدة غير الطرائق المستخدمة سابقا مثل (استعمال فلتر للهواء او الترسيب على ورقة ترشيح)، ويتم ذلك عن طريق قياس بواعث أشعة كاما الناتجة عن النشاط الإشعاعي للمتسلسلات الطبيعية الثلاثة (سلسلة اليورانيوم وسلسلة الثوريوم وسلسلة الأكتينيوم) والمصادر الطبيعية المتمثلة بالبوتاسيوم ^{40}K والصناعية المتمثلة بالسيزيوم ^{137}Cs ويتم ذلك باستخدام مطيافية أشعة كاما وكاشف الجرمانيوم النقي (HPGe) لنماذج تربة جمعت بحجم طبق peter dish (100-200 gm) كما هو الحال في النموذج القياسي المعروف في الفقرة (1) .

3- حساب مؤثرات الخطورة الاشعاعية لأشعة كاما (التمثلة بفعالية الراديوم المكافئة ، ومعدل الجرعة الممتصة في الهواء ، والجرعة الفعالة السنوية للتعرض الخارجي والداخلي ، ودليل الخطورة الخارجي والداخلي ، ودليل الخطورة لأشعة كاما) في النماذج البيئية (غبار الشوارع) في مدينة الديوانية - محافظة القادسية .

4- تحديد انواع ومصادر التلوث لغبار الشارع من النويدات المشعة والمعادن الطينية والعناصر الثقيلة باستخدام جهاز XRF , XRD ضمن منطقة الدراسة ومستويات تأثيرها .

الفصل الثاني

الجزء النظري

الفصل الثاني

الجانب النظري

(1-2) النشاط الإشعاعي (Radioactivity)

يمكن تصنيف نوى الذرات إلى نوعين: النويدات المستقرة و النويدات غير المستقرة. تعد النوييدة مستقرة في حالة عدم وجود الدليل على تحولها التلقائي إلى نوييدة أخرى في حين تعد النوييدة غير مستقرة في حالة وجود الدليل على تحولها التلقائي إلى نويدات أخرى (مستقرة أو غير مستقرة) [66]، وهذه التحولات التلقائية تتميز بعمر النصف (half - life) والذي يعرف على انه الزمن اللازم لانحلال نصف العدد الاصلي من النوى ويرمز له بالرمز $t_{1/2}$ [67].

و يعرف النشاط الإشعاعي بأنه عملية تحول تلقائي للأنوية المشعة لعنصر ما إلى انويه ذرات عناصر أخرى أكثر استقرارا عن طريق انبعاث نوع معين من الإشعاع منها جسيمات تعرف بجسيمات ألفا (α) أو جسيمات بيتا (β) (الموجبة أو السالبة) وتصاحبها انبعاث أشعة كهرومغناطيسية تعرف بأشعة كاما (γ) لتتحول بعد ذلك إلى نوى أكثر استقرارا [68].

(2-2) انواع الاشعاع (Radiation Types)

هناك نوعين رئيسيين من الاشعاعات هما [69]:

1- **الاشعاع المؤين (Ionizing Radiation):** وهو نوع من الإشعاع له القدرة على تأيين الذرات التي يمر خلالها مثل الإشعاعات الكهرومغناطيسية (الأشعة السينية وأشعة كاما) وإشعاعات جسيمية مثل (جسيمات بيتا وإلفا والبروتونات).

2- **الاشعاع الغير مؤين (Non-Ionizing Radiation):** وهو نوع من الاشعاع ليس له القدرة على تأيين الذرات التي يمر خلالها مثل موجات الراديو والتلفزيون وموجات الرادار والموجات الحرارية ذات الأطوال الموجية القصيرة (ميكروويف)

وموجات الأشعة تحت الحمراء و الأشعة فوق البنفسجية والضوء العادي وأشعة الليزر.

ان الإشعاعات المؤينة تقسم الى نوعين :

(1-2-2) الجسيمات المشحونة (Charge particles)

هي عبارة عن جسيمات متناهية في الصغر تكون موجبة او سالبة الشحنة مثل جسيمات الفا ،جسيمات بيتا (الموجبة والسالبة) والبروتونات ، ان جميع هذه الانواع لها القابلية على تأيين الوسط الذي تمر فيه على الرغم من اختلاف مدياتها في الاوساط المادية واختلاف مقدار الشحنة التي يحملها كل نوع اما كمية الايونات الحاصلة في وسط ما فتعتمد على طاقة الاشعاع ونوعيته [70].

1- دقائق الفا (Alpha Particles)

هي عبارة عن نوى ذرات الهليوم (^4_2He) التي تنبعث من نوى العناصر غير المستقرة وتكون قابلية اختراقها للمواد قليلة ولا تستطيع المرور عبر عدة صحائف من الورق ولا يمكنها اختراق الجلد وذلك لأنها تفقد طاقتها بسرعة بسبب كتلتها التي تسبب تأينا عاليا لذرات الوسط الذي تمر فيه ولهذا يكون مداها قصير [71] ، وعادة لا يكون تأينها متجانسا على طول المسار أذ أنه يصل الى اقصاه قرب نهاية مداها [70]. في حال امتصاص الجسم لمادة تطلق أشعة ألفا، فإنها ستطلق كل طاقتها إلى خلايا الجسم المحيطة. لذلك، فإن المواد الباعثة لأشعة ألفا تكون ضارة بالإنسان إذا تم استنشاقها أو ابتلاعها أو دخولها إلى الجسم عبر الجروح المفتوحة..

2- دقائق بيتا (Beta Particles)

هي عبارة عن جسيمات ذات طاقة عالية تنطلق من داخل النواة عند انحلال نوى الذرات ، لها نفس خواص الالكترونات ولكن الفرق بينها و بين الالكترونات ان جسيمات بيتا تنبعث من نوى الذرات بينما الالكترونات تنبعث من الذرات وتكون على نوعين موجبة وسالبة. وهي عادة تتفاعل مع الوسط الذي تمر فيه وتعمل على تأيين ذراته وذلك لكونها جسيمات مشحونة الا انها تكون اقل قابلية على التأين من جسيمات الفا وان مداها يعتمد على سرعتها [71,70] ، يمكن إيقاف أشعة بيتا

باستخدام قطعة حديد أو زجاج أو قطعة ملابس عادية وفي حال بقاء باعثات أشعة بيتا ذات الطاقة العالية على الجلد لفترة طويلة من الوقت، فإنها من المحتمل أن تتسبب في إلحاق إصابات على الجلد مثل الحروق الإشعاعية.

(2-2-2) الإشعاع الكهرومغناطيسي (Electromagnetic radiation)

أشعة كاما والأشعة السينية هما جزء من الإشعاع الكهرومغناطيسي وهذا الإشعاع ينبعث على شكل جسيمات صغيرة جدا تسمى الفوتونات تكون معدومة الكتلة وخواصها موجية مشابهة لخواص الضوء الاعتيادي وبالرغم من تشابه هذه الإشعاعات من حيث الجوهر لكنها تختلف في بعض الخواص مثل تأثيرها على المواد وكيفية تفاعلها مع المواد وذلك لان طاقاتها مختلفة بسبب تردداتهما المختلفة وكلما كانت طاقتها عالية زادت قابليتها على اختراق المواد [70] وان اهم انواع هذه الاشعاعات هي اشعة كاما وهي تكون غير مشحونة أي متعادلة كهربائياً وتشبه الأشعة السينية إلا أنها تكون في الغالب ذات طول موجي أقصر من الطول الموجي للأشعة السينية اذ يتراوح بين $(10^{-11} - 3 \times 10^{-8} \text{ cm})$ ، وهذه الأشعة تنتقل بسرعة الضوء في الفراغ اذ تخترق أشعة كاما الأجسام بدرجة أكبر من جسيمات ألفا أو بيتا كما ان قابليتها على احداث التآين فتكون قليلة مقارنة مع أشعة الفا وبيتا [71] ، كما أنهما يختلفان في أصلهما أيضاً، تنتج الأشعة السينية خلال عدة عمليات مختلفة مرتبطة بالإلكترونات التي تدور حول نواة الذرة بينما تنبعث أشعة كاما من النواة نفسها . من المصادر الطبيعية لأشعة كاما الشمس (المفاعل الاندماجي الكبير) وكذلك المواد المشعة الأرضية مثل اليورانيوم ، اما المصادر الصناعية فتتضمن السيزيوم- 137 والكوبلت المشع- 60 واليود المشع- 131 التي هي عبارة عن نواتج الانشطار او التشعيع في المفاعلات [72] .

(3-2) مصادر النشاط الإشعاعي (Radioactivity Sources)

مصادر الإشعاع التي يتعرض لها الإنسان تقسم الى قسمين: هما المصادر الطبيعية والمصادر الصناعية.

(1-3-2) النشاط الإشعاعي الطبيعي (Natural Radioactivity)

وهو النشاط الإشعاعي الذي تظهره النويدات المشعة المتولدة طبيعياً أي ليس للإنسان يد في توافرها. يعدُّ النشاط الإشعاعي أو ما يُعرف بالخلفية الإشعاعية هاما جداً لتعرض السكان للإشعاع، إذ تقوم الكثير من دول العالم بقياس معدل التعرض الناجم عن الإشعاع الطبيعي لأغراض متعددة منها: الدراسات الوبائية، اختيار مواقع المنشآت النووية وخطط الطوارئ [74, 73].

النشاط الإشعاعي الطبيعي يتألف من العناصر المشعة الموجودة في قشرة الأرض بالإضافة إلى عناصر غير أرضية (Extraterrestrial Sources) ويتضمن النشاط الإشعاعي الطبيعي ثلاثة أصناف رئيسة هي [13]:

1- النويدات المشعة المتولدة بفعل الأشعة الكونية: تتألف الأشعة الابتدائية التي تتولد في الفضاء الخارجي من (87%) بروتونات و (11%) جسيمات ألفا و (1%) من نوى لها عدد ذري يتراوح بين (4 - 26) ونحو (1%) الكترونات ذات طاقة عالية جداً. وتُسمى الأشعة الكونية قبل تفاعلها مع الغلاف الجوي بالأشعة الأولية (Primary Cosmic Rays) وبعد تفاعلها تسمى بالأشعة الثانوية (Secondary Cosmic Rays)، تُنتج العديد من النويدات المشعة الموجودة على سطح الأرض وفي الجو عن طريق تفاعل الأشعة الكونية مع النوى في الجو مثل الكربون ^{14}C ، البريليوم ^7Be ، ^{10}Be ، الصوديوم ^{22}Na ، الفسفور ^{32}P ، ^{33}P ، الكبريت ^{35}S ، الكلور ^{36}Cl .

2- النويدات المشعة ذات المنشأ الأرضي: وتكون أعمارها النصفية طويلة جداً بما فيه الكفاية بحيث أنها وجدت منذ الخليقة وحتى الآن، أي لا بد أن يزيد عمر نصفها عن عمر الأرض.

3- النويدات المشعة الثانوية: وهي تلك النويدات التي تولدت عن طريق الانحلال الإشعاعي للنويدات ذات المنشأ الأرضي، ويكون عمرها النصفى اقل من عمر الأرض.

يعتمد النشاط الإشعاعي في التربة على النشاط الإشعاعي في الصخور التي كونت التربة وعلى الفعاليات الكلية التي حدثت لتكوين التربة، تحتوي الأرض على العديد من

المصادر المشعة التي اضمحلت مع مرور الزمن المقدر بعمر الأرض اما ما تبقى الى يومنا هذا من النويدات المشعة ذوات المنشأ الارضي فتمتلك عمراً اكبر من عمر الارض وتصنف النويدات المشعة ذوات المنشأ الارضي الى صنفين هما:

1-المصادر الأرضية المنفردة: وتمثل المصدر المشع الذي يتحول الى نظير مستقر بصورة مباشرة. ان هذا النوع من المصادر الطبيعية له مصدران:

المصدر الأول: وينتج من تفاعل الأشعة الكونية مع عناصر الطبيعة المستقرة، مثل تفاعل نيوترونات الأشعة الكونية مع نايتروجين الجو مكوناً الكربون ^{14}C او مع هايدروجين الجو مكوناً التريتيوم ^3H .

المصدر الثاني: مكونات القشرة الأرضية من العناصر التي لها نظائر مشعة بعمر نصف يزيد عن عمر الأرض. مثل البوتاسيوم ^{40}K [13].

2-المصادر الأرضية المتسلسلة: يراؤ بالمتسلسلة (Series) مجموعة من العناصر المشعة التي تكونت نتيجة لسلسلة متتابعة من الانحلالات الإشعاعية بدءاً بالعنصر الأم (parent) وانتهاءً بالوليدة (Daughter) المستقرة [75].

تعاني نوى العناصر ذات النشاط الإشعاعي الطبيعي انحلالاً تلقائياً بصورة مستمرة. وفي هذه العملية تنبعث جسيمات ألفا او جسيمات بيتا وقد يصحب انبعاث هذه الجسيمات أشعة كاما. ان انبعاث هذه الجسيمات يؤدي الى تحول النواة الى نواة أخرى جديدة بسبب التغير الذي يحصل في عددها الذري، تسمى النواة الباعثة لأحدى هذه الجسيمات بالنواة الأصل او النواة الأم (Parent Nucleus) والنواة الناتجة من الانحلال بالنواة الوليدة او نواة البنت (Daughter Nucleus). ان العناصر المشعة الثقيلة جميعها يمكن ان تتوزع على أربع سلاسل انحلال مستقلة بعضها عن بعض وتكون ذات أعداد كتلية هي ($4n+1, 4n+2, 4n+3$) اذ n عدد صحيح (حيث يقصد بالرمز لكل سلسلة مشعة بمعادلة العدد الكتلي). ولهذا فأن جسيمات ألفا جميعها المنبعثة من العناصر الثقيلة يمكن ان تعود الى إحدى العناصر الأربعة والخصائص العامة لهذه السلاسل موضحة في الجدول (1-2). ان عملية الانحلال تحاول تركيز النوى في العناصر الأطول عمراً الموجودة في السلسلة، وإذا كان عمره بقدر عمر الأرض على الأقل فمن الممكن ملاحظة نشاطه الإشعاعي في الوقت

الحاضر، أما إذا كان عمره اقل من عمر الأرض بكثير (كما في حالة سلسلة النبتونيوم) فلا يمكن إيجاد تلك السلسلة في الطبيعة [76].

الجدول (1-2) الخصائص العامة للسلاسل المشعة [77].

First Element	Last Element	Longer Half Life (Year)	Series
²³² Th الثوريوم	²⁰⁸ Pb الرصاص	1.39×10^{10}	(4n) ²³² Th الثوريوم
²⁴¹ Pu البلوتونيوم	²⁰⁹ Bi البزموت	2.20×10^6	(4n+1) ²³⁷ Np النبتونيوم
²³⁸ U اليورانيوم	²⁰⁶ Pb الرصاص	4.50×10^9	(4n+2) ²³⁸ U اليورانيوم
²³⁵ U اليورانيوم	²⁰⁷ Pb الرصاص	7.1×10^8	(4n+3) ²³⁵ U الاكتينيوم

• سلسلة اليورانيوم (The Uranium Series)

تبدأ هذه السلسلة بعنصر اليورانيوم (²³⁸U₉₂) الذي هو النواة الأم الأولى في هذه السلسلة وهو موجود في الطبيعة عمر النصف له يساوي (4.50×10^9 years)، و يوجد بنسبة (99.27%) في اليورانيوم الطبيعي، تعاني نويدات هذه السلسلة العديد من الانحلالاات حيث تبعث ألفا أو بيتا ويصاحب معظمها انبعاث كاما [78] ، والشكل (1-2) يوضح سلسلة اليورانيوم .

• سلسلة الثوريوم (The Thorium Series)

انَّ العنصر الأطول عمراً في هذه السلسلة هو الثوريوم-232 (²³²Th₉₀)، و عمر نصف له هو (1.39×10^{10} years) ووفرته في الطبيعة هي (100%) ، انَّ عمر هذه السلسلة أطول من عمر الأرض. تبدأ السلسلة بنظير الثوريوم-232 (²³²Th₉₀) وتعاني العديد من الانحلالاات لتنتهي بالنظير المستقر الرصاص-208 (²⁰⁸Pb₈₂) [79]، والشكل (2-2) يوضح سلسلة الثوريوم .

• سلسلة الأكتينيوم (The Actinium Series)

وهي السلسلة الموجودة في الطبيعة التي تتشطر بواسطة النيوترونات البطيئة، ان أهم عناصرها هو (²³⁵U₉₂) الذي عمر النصف له يساوي (7.10×10^8 سنة) ، وهو النظير الأم في هذه السلسلة ووفرته في الطبيعة (0.72%) ، تعاني

هذه السلسلة العديد من الانحلالالات الى ان تنتهي بالنظير المستقر الرصاص-
207 ($^{207}_{82}\text{Pb}$) [80] ، والشكل (2-3) يوضح سلسلة الاكتينيوم .

• سلسلة النبتونيوم (The Neptunium Series)

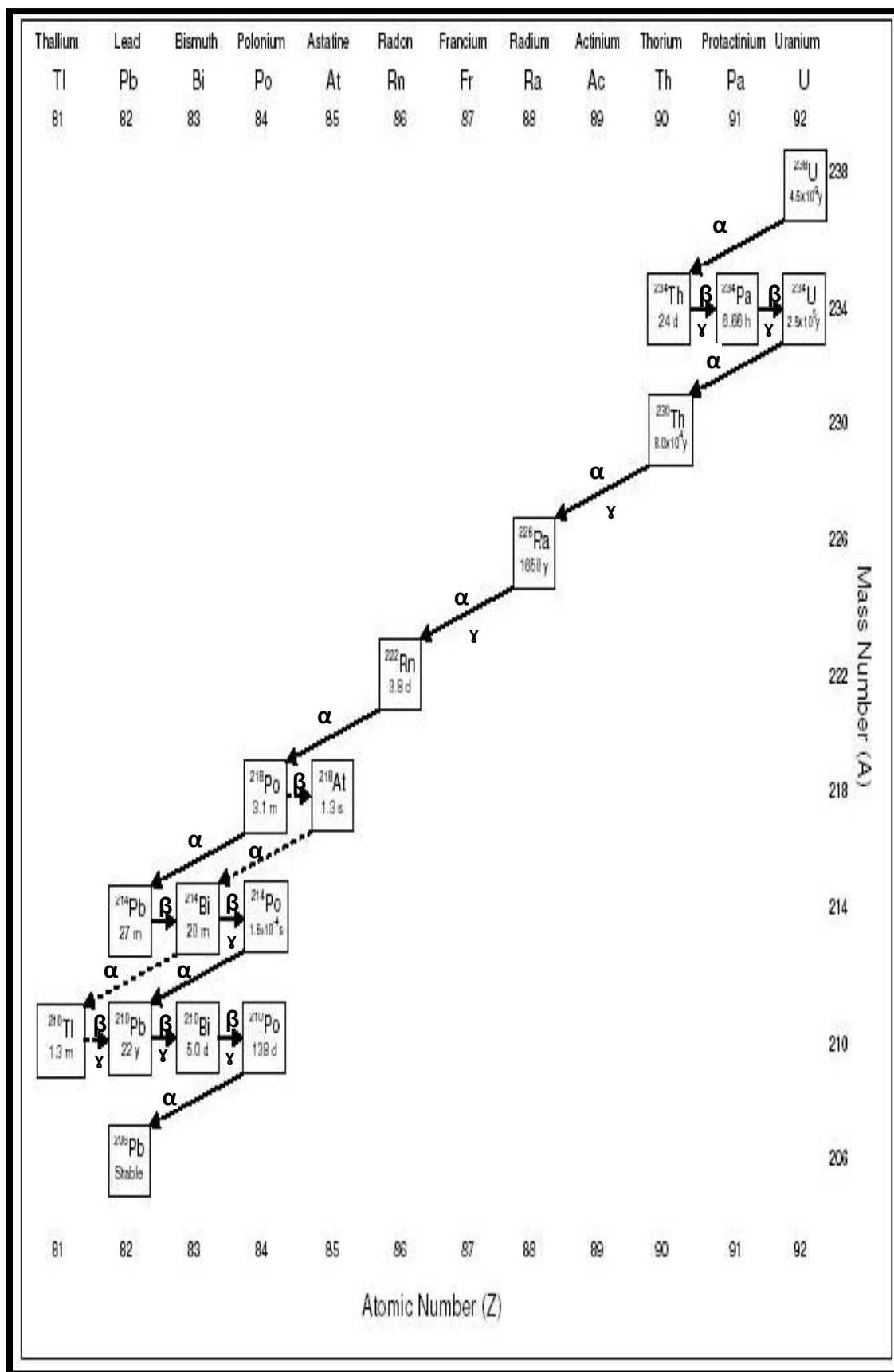
لقد تم تصنيف ثلاث متسلسلات وفق أعدادها الكتلية (A) على النحو الاتي :

- متسلسلة الثوريوم ($^{232}_{90}\text{Th}$) (4n)

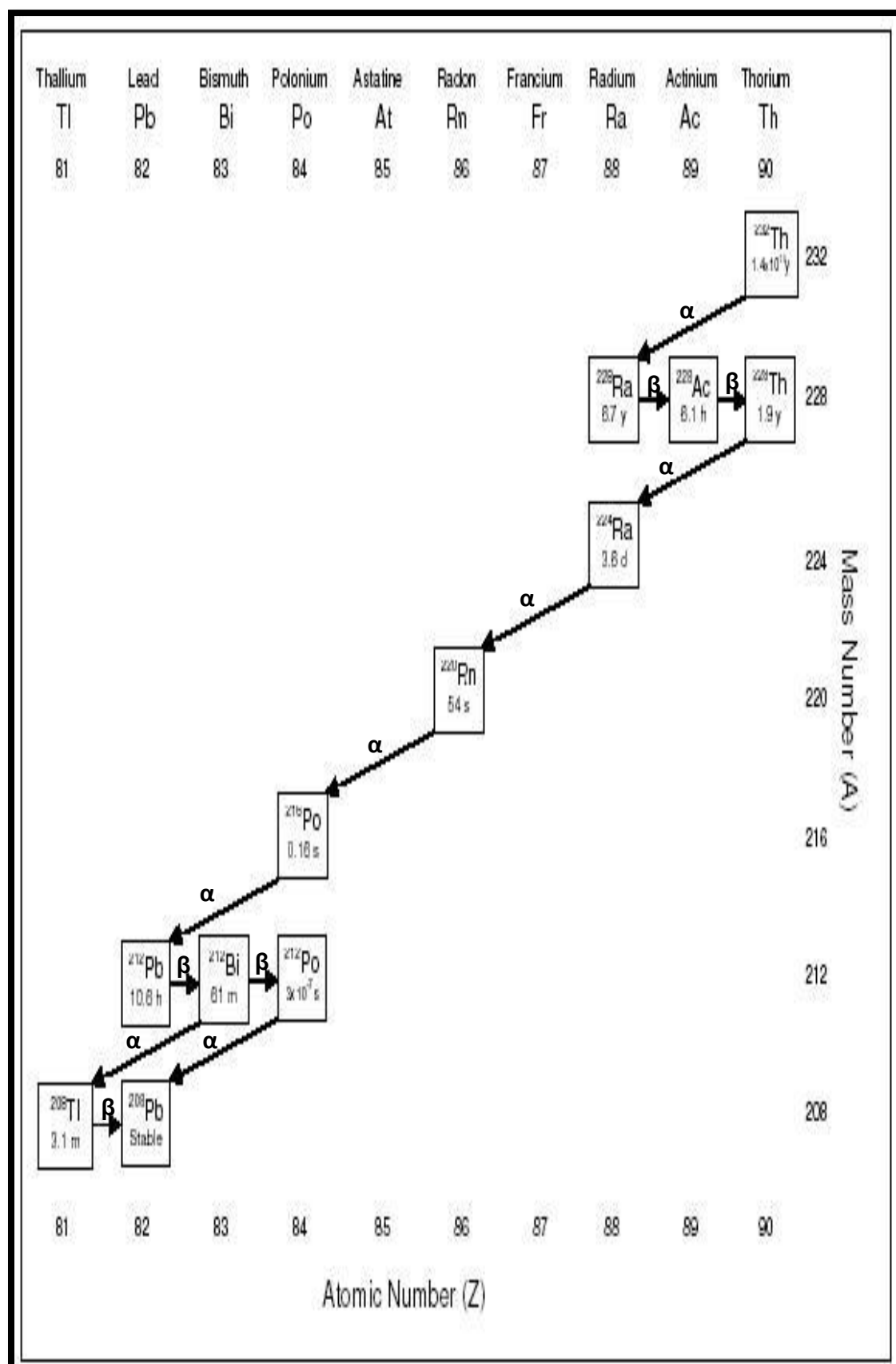
- متسلسلة اليورانيوم ($^{238}_{92}\text{U}$) (4n+2)

- متسلسلة الأكتينيوم ($^{235}_{92}\text{U}$) (4n+3)

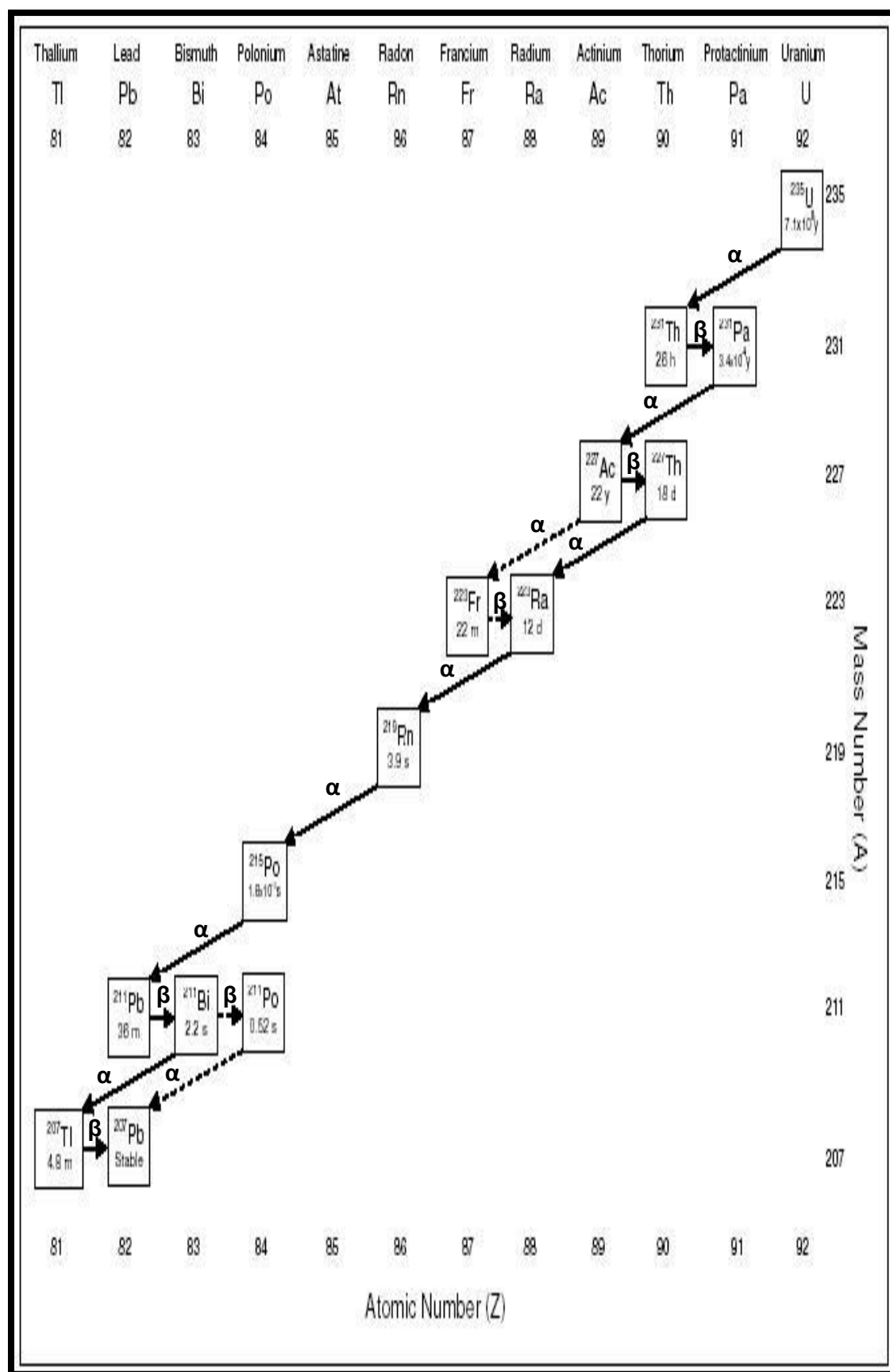
وقد تنبأ الفيزيائيون باحتمال وجود متسلسلة أخرى نشطة إشعاعياً تمثلها المتسلسلة (4n+1)، وبعد اكتشاف عناصر تزيد أعدادها الذرية على (92) وتطور التقنية لإنتاج الكثير من النظائر القديمة والحديثة تمكن العلماء من اكتشاف هذه المتسلسلة. ومن المحتمل ان تكون عناصرها قد اختفت أو إنها كانت قليلة الى درجة بحيث لم تتمكن الأساليب الاعتيادية من الكشف عنها وذلك لأن العمر النصفى للعنصر الأطول عمراً فيها (2.2×10^6 years) ، ان هذه المتسلسلة لا تنتهي بنظير الرصاص كالمتسلسلات الأخرى وإنما بنظير مستقر للبزموت هو ($^{209}_{83}\text{Bi}$) [81] .



الشكل (1-2) سلسلة اليورانيوم ^{238}U [82]



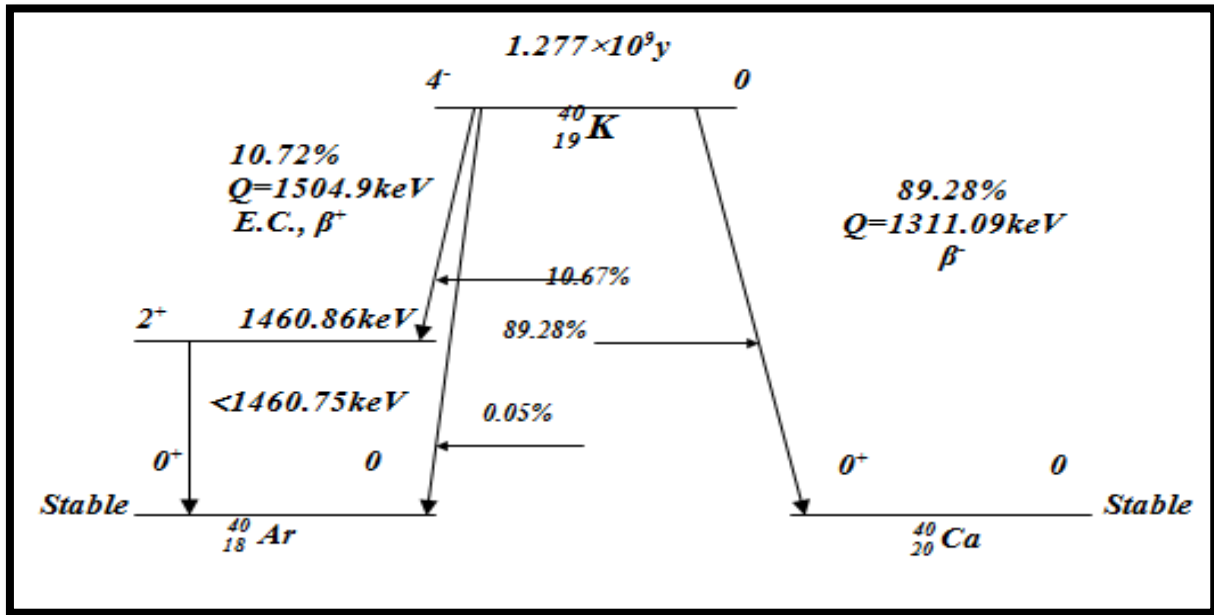
الشكل (2-2) سلسلة الثوريوم ^{232}Th [82]



الشكل (3-2) سلسلة الاكتينيوم ^{235}U [82]

• البوتاسيوم-40 (Potassium-40)

البوتاسيوم في الطبيعة يتواجد بشكل ثلاث نظائر وهي البوتاسيوم - 39 والبوتاسيوم- 40 والبوتاسيوم-41. يعد نظير البوتاسيوم-40 من نظائر البوتاسيوم المشعة الموجود بوفرة طبيعية قدرها 0.012% وله عمر نصف مقداره (years) 1.28×10^9 سنة . ويمكن تمييز اضمحلاله عن اضمحلال النويدات المشعة في السلاسل المذكورة سابقاً، إذ عند انحلال البوتاسيوم- 40 فان 89.28% منه تتحلل ببعث جسيم بيتا (β^-) مكونة بذلك ($^{40}_{20}\text{Ca}$) ونسبة 10.72% منه تتحلل بالأسر الإلكتروني ويبعث أشعة كاما بطاقة (1460 keV) مكونة ($^{40}_{18}\text{Ar}$)، والشكل (2-4) يوضح مخطط انحلال ^{40}K [5 ، 83] الشكل (2-5) يوضح سلسلة البوتاسيوم.



الشكل (2-4) مخطط انحلال البوتاسيوم- 40 (^{40}K) [83].

(2-3-2) النشاط الإشعاعي الصناعي (The Artificial Radioactivity)

فضلا عن النظائر المشعة الطبيعية تمكن العلماء من انتاج ما يزيد على اكثر من الف وثلاثمائة نظير نشط اشعاعيا ، وتنتج هذه النظائر الاخيرة بقصف النظائر المستقرة بأنواع مختلفة من الجسيمات النووية مثل جسيمات الفا والبروتونات والنيوترونات واشعة كاما ، وتستعمل لهذا الغرض المفاعلات النووية بوصفها مصدرا

للنيوترونات او المعجلات بوصفها مصدرا للجسيمات المشحونة الثقيلة ، وكذلك بوصفها مصدرا لإشعاعات كما او النيوترونات السريعة [84] ، وبعد تطور اجهزة الطاقة العالية - السايكلترون والبيتاترون ومولد فان دي كراف ، والمعجلات الخطية والمفاعل النووي والعديد من النظائر المشعة الجديدة تم الكشف عنها [85].

قدم رذرفورد سنة 1919 اول انتاج صناعي لنظير الاوكسجين المستقر بواسطة قصف نواة النتروجين بجسيمات الفا ، وكان مثال رذرفورد متابعا حتى سنة 1930 من قبل فريدريك جوليت وايرين جوليت كوري حيث انجزوا سنة 1934 انتاج صناعي للنظائر المشعة بواسطة قصف العناصر المتنوعة مثل البريليوم ^{10}Be والبورون ^{11}B والمغنيسيوم ^{24}Mg بجسيمات الفا الصادرة من البولونيوم ^{210}Po ، وفي نفس الوقت بنى ايرنس لورنس اول سايكلترون سنة 1931 يكون قادرا على تعجيل البروتونات والديوترونات او ايونات الهيليوم (جسيمات الفا) لطاقات قادرة على اختراق نوى الذرات ، وبذلك تحقق انتاج نظائر مشعة ومستقرة عديدة ، وتلك التي نجد لها تطبيقات سلمية عديدة في تحسين رفاهية البشر في جميع انحاء العالم.

ثم طور لورنس وزملاؤه السايكلترون سنة 1940 ، لإنتاج بحدود 223 من النظائر المشعة الصناعية والعديد منها مستعمل في الطب والدراسات في العلوم البايولوجية والى يومنا هذا هناك سايكلترونات صغيرة مستعملة في المستشفيات لإنتاج نظائر قصيرة العمر لتشخيص ومعالجة مختلف السرطانات والامراض الاخرى [86] .

(2-4) قانون النشاط الإشعاعي (Law of Radioactivity)

في عام (1902) اقترح العالمان رذرفورد وسودي (Rutherford and Soddy) بأن النشاط الإشعاعي هو خاصية لبعض الذرات وأن معدل التحلل يتناسب مع عدد الذرات. على وفق نظرية رذرفورد وسودي (Rutherford and Soddy) فإن معدل الانحلال للنواة الأم غير المستقرة (ذات الفعالية A) هي متناسبة مع عدد الذرات (N) المتبقية في أي وقت (t) [87] .

$$A = \left| -\frac{dN}{dt} \right| = \lambda N \quad \dots(1-2)$$

وعندما نكامل المعادلة أعلاه بعد ترتيبها نحصل على عدد الذرات عند أي زمن

$$\int_{N_0}^{N_t} \frac{dN}{N} = - \int \lambda dt \quad \dots(2-2)$$

$$\ln \frac{N_t}{N_0} = -\lambda t \quad \dots(3-2)$$

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t} \quad \dots(4-2)$$

المعادلة (4-2) تصف عدد النويدات المشعة المتبقية (N_t) عند الزمن (t) من العدد الأصلي للذرات (N_0) الموجودة عند الزمن ($t=0$). وهذه هي المعادلة الأساسية التي تصف جميع عمليات الانحلال الإشعاعي ، و (λ) هو ثابت الانحلال والذي يعرف بأنه احتمالية الانحلال للنواة لوحدة الزمن [88].

ويرتبط عمر النصف ($t_{1/2}$) بثابت الانحلال (λ) بالعلاقة الآتية:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad \dots(5-2)$$

يختلف عمر النصف اختلافا كبيرا بين أنواع الذرات المختلفة ويتراوح بين أقل من ثانية إلى بلايين السنين. ويطلق على الكمية التي تميز سرعة التحلل الإشعاعي بالفعالية . وتعرف الفعالية بأنها عدد النوى المتحللة في وحدة الزمن [89].

وبتعويض المعادلتان (4-2) و (5-2) في المعادلة (1-2) نحصل على:

$$A_t = A_0 e^{\left[-\frac{\ln 2 \times t}{t_{1/2}} \right]} \quad \dots(6-2)$$

إذ أن A_0 هي الفعالية عند $t = 0$ ، في حين A_t هي الفعالية عند الزمن t ، وان علامة السالب تشير إلى حقيقة ان الفعالية تتناقص مع الزمن [87].

(2-5) التوازن الإشعاعي (Decay Equilibrium)

اعتمادا على الفرق بين ثوابت الاضمحلال للنواة الأم والنواة البنت فإنه من الممكن بعد مرور زمن معين تصل فعاليتها إلى حالة من التوازن ،وهذا التوازن له حالات عدة وهي التوازن القرني والتوازن الانتقالي وحالة انعدام التوازن [90].

(1-5-2) التوازن القرني (Secular Equilibrium)

يتحقق التوازن القرني عندما تكون الفعالية الاشعاعية للنواة الام والنواة البنت متساويتين ذلك يحدث عندما يكون عمر النصف للنواة الأم (λ_p) اعلى بكثير من عمر النصف للنواة البنت (λ_D) ($\lambda_p \gg \lambda_D$ or $t_{p1/2} \gg t_{D1/2}$). وبذلك من خلال معادلة تساوي الفعالية الآتية [91]:

$$A_D = \frac{\lambda_D}{\lambda_D - \lambda_p} A_{oP} (e^{-\lambda_p t} - e^{-\lambda_D t}) \quad \dots(7-2)$$

من الواضح أنه إذا ($\lambda_p > \lambda_D$) ذلك يؤدي إلى $t \rightarrow \infty$ وبذلك يمكننا إهمال الحد الثاني من الطرف الأيمن من معادلة (7-2). وبذلك الفعالية الاشعاعية للنواة البنت تعطى بالعلاقة:

$$A_D = \frac{\lambda_D}{\lambda_D - \lambda_p} A_{oP} e^{-\lambda_p t} = \frac{\lambda_D}{\lambda_D - \lambda_p} A_p \quad \dots(8-2)$$

$$\frac{A_p}{A_D} \approx 1 - \frac{\lambda_p}{\lambda_D} \quad \dots(9-2)$$

كما ان ($\lambda_p \ll \lambda_D$) وذلك يمكننا أن نهمل الحد الثاني من الجانب الأيمن من المعادلة أعلاه وبذلك نحصل على

$$A_p = A_D \quad \dots(10 - 2)$$

وهذا يدل على أنه إذا كان عمر النصف للنواة الأم هو أكبر بكثير من عمر

النصف للنواة البنت وبذلك فان النوى في النهاية تصل إلى حالة من التوازن القرني الذي تكون فيه الفعالية الاشعاعية للنواة الأم والبنت متساويتين [92] .

(2-5-2) التوازن الانتقالي (Transient Equilibrium)

يحصل التوازن الانتقالي عندما تكون الفعالية الاشعاعية للنواة الأم والبنت غير متساوية ولكنها مختلفة بجزء بسيط .ويحدث هذا عندما يكون عمر النصف للنواة الأم أعلى قليلا من عمر النصف للنواة البنت اي ان $(t_{p\ 1/2} > t_{D\ 1/2} \text{ or } \lambda_p < \lambda_D)$ [93].

(6-2) المعادن الطينية (Clay minerals)

المعادن الطينية هي عبارة عن سيليكات الالمنيوم المائية وتكون حبيباتها صغيرة وناعمة جدا ، ان هذه المعادن هي نواتج عمليات التجوية الكيميائية لمعادن السيليكات والتي هي عملية اتحاد الماء مع الجزيئات الاخرى وتسمى بالتميو (Hydrolysis) ومن العوامل المساعدة على تيمؤ السيليكات وجود غاز ثاني اوكسيد الكربون مذابا فيه [94]. تعد المعادن الطينية أحد العوامل الطبيعية التي تسهم في زيادة مستوى العناصر الثقيلة في التربة فللمعادن الطينية ارتباط وثيق بالتربة وأن ازدياد أو نقصان كمية المعادن الطينية له علاقة وثيقة بحجم حبيبات التربة فعلى سبيل المثال تزداد نسبة معدن المونتوموريلونايت الطيني بزيادة نسبة الاحجام الناعمة من التربة (الطين والغرين) [95].

ان الاهتمام المتزايد بدراسة المعادن الطينية بدء منذ الستينات من القرن الماضي بعد ان عرف ما لهذه المعادن من دور في معرفة نوعية صخور الام التي اشتقت منها والتغيرات الفيزيائية والكيميائية التي ادت الى تكوينها وبالتالي التوصيل الى بيئة ترسيبها والمناخ السائد آنذاك ومعرفة نوع هذه المعادن وتوزيعها عند انتقالها من بيئة تكوينها الى بيئة مغايرة [96، 97، 98] ، من اهم المعادن الطينية التي يتم تميزها غالبا اعتمادا على الانعكاسات القاعدية المميزة لكل معدن حسب [99، 100] هي :

اولا : معدن البالفورسكايت (Palygorskite minerals) : يتكون معدن البالفورسكايت من حدوث عملية تغيير في معادن سيليكات المغنسيوم في التربة والرسوبيات وكذلك يتكون هذا المعدن في ظروف بيئية متعددة تتراوح من اللاغون (L) وبيئات البحيرات المالحة جدا (Playa lake) او في احواض تكثر فيها عمليات التبخر (Evaporation Basin) او رسوبيات البحرية (Lacustrine Sediments) [95] .

ثانيا : معدن الكاؤولينايت (Kaolinite Minerals) : يشق هذا المعدن من الصخور النارية الحاوية على معدن الفلدسبار البوتاسي [103]، وبعض مصادره تشمل مجموعة سربنتين - كاؤولينايت من خلال التشابه التركيبي [101].

ثالثا : معدن المونتموريللونايت (Montmorillonite Mineral) : يعود معدن المونتموريللونايت الى مجموعة معادن السمكتايت (Smectite group) [98] يشق هذا المعدن من صخور غنية بالمغنسيوم والحديد والكالسيوم حيث تتوفر هذه في المعادن الفيرومغناطيسية الموجودة في الصخور النارية القاعدية والمنتشرة في حزام الاوفيللايت وصخور البازلت والصخور البركانية في المناطق العليا من نهر الفرات في تركيا [102] وفي شمال العراق [101] .

رابعا : معدن الكلورايت (Chlorite Mineral) : ممكن ان يتكون الكلورايت من صخور غنية بعناصر المغنسيوم والحديد والكالسيوم عند عملية تغيير المعادن الفيرومغناطيسية الموجودة في الصخور النارية القاعدية والمتحولة [97 ، 99] ، وتتوفر هذه الصخور في منبع نهر الفرات . وقد يتكون من صخور النارية للدرع العربي وممكن ان يتكون الكلورايت بعملية تكوين الكلورايت (Chloritization) وذلك بتثبيت ايون المغنسيوم في تركيب معادن السمكتايت عندما يكون تركيز المغنسيوم عاليا في المياه [96] .

خامسا : معدن الالايت (Illite Mineral) : هو من المعادن الاساسية الطينية في الصخور الطينية (Mud Stone) ، ان معدن الالايت يتكون عن طريق عملية

تجوية المعادن السيليكاتية من خلال المعادن الطينية الاخرى ، وكذلك من خلال تحطيم معادن المسكوفات [103] .

سادسا : الطبقات الطينية المختلطة غير المنتظمة كلورايت - المونتموريللونايت (Chlorits – Montmorillonite Mixed Layers) :

تعرف هذه المعادن انها المعادن التي تتكون من تعاقب طبقات من انواع مختلفة من المعادن الطينية والتي توجد في المعادن الطينية الصفائحية بسبب تقارب الابعاد الشبكية والتي تؤدي الى تجمع طبقات من عدة انواع في التركيب المعدني الواحد [101].

(7-2) العناصر الثقيلة (Heavy Elements)

تمثل العناصر الثقيلة بالعناصر التي تمتلك كثافة عالية واعداد ذرية عالية وتعد من اكبر الملوثات البيئية أذ يؤدي استمرار انبعاثها من مصادرها المختلفة الطبيعية والصناعية الى زيادة تراكيزها في الغلاف الجوي [104]. وتضم العناصر الثقيلة مجموعة كبيرة منها ما يؤدي دوراً مهماً في حياة الاحياء وفعاليتها البايولوجية المختلفة مثل الصوديوم الذي يعد من الايونات الاساسية في الخلية مثله مثل البوتاسيوم بينما يحفز المغنيسيوم العديد من الانزيمات، أما الكالسيوم فهو من المكونات الرئيسة للعظام ويدخل في تركيب العديد من الانزيمات أيضاً، أما المعادن الثقيلة النادرة فمنها الفناديوم الذي يوجد في اجسام العديد من الاحياء البحرية وجسم الانسان، بينما نجد أن لعنصر الكروم علاقة بفعالية الانسولين والحديد مهم في تركيب الدم والإنزيمات بينما تعد عناصر المنغنيز، والزنك، والنحاس ، والمولوبديوم ، جميعها محفزات أنزيمية، ومما يزيد من خطورة المعادن الثقيلة في البيئة عدم امكانية تفسخها بواسطة البكتريا والعمليات الطبيعية الاخرى فضلاً عن ثبوتيتها التي تمكنها من الانتشار لمسافات بعيدة عن مواقع نشوئها. لقد أسهمت المعادن الثقيلة في تطور الحضارات البشرية وقد أستخدمها الإنسان منذ أقدم العصور الامر الذي أدى الى مثابرته في استخراجها وتعيينها مما عرضها الى ظروف التأكسد والتعرية الجوية حتى تسربت الى البيئة عن طريق الهواء والمياه والامطار ، ويتسرب بعضها نتيجة

لاحتراق الوقود الثقيل مثل الفناديوم والنيكل الى البيئة مباشرة وتذف الصناعات المختلفة أعداداً كبيرة من المعادن الثقيلة بهيئة نفايات صلبة وسائلة وغازية ولكنها في النهاية تستقر في التربة وتجد طريقها بسرعة الى البيئات المائية ويمكن أن تتضاعف تراكيز العناصر الثقيلة بوساطة السلاسل الغذائية أذ تستقر في أجسام الاحياء ومن هذه المعادن الباريوم، والكادميوم، والنحاس، والرصاص، والمنغنيز، والنيكل، والزنك، والفناديوم، والقصدير وغيرها.

ومن العناصر الثقيلة ما لها من خواص أشعاعية أي أنها تكون بمنزلة نظائر مشعة وعندئذ تتحمل مخاطر مزدوجة كونها سامة ومشعة في الوقت نفسه كما هو الحال في اليورانيوم-235، وقد توجد مثل هذه العناصر المشعة في القشرة الارضية وتنتقل مع عوامل الانجراف والتعرية والسيول الى مصادر المياه كما أن بعضها يتساقط مع الغبار النووي للقنابل النووية والانبعثات الناتجة من الاستعمالات الصناعية للطاقة النووية [104].

تشارك جميع هذه العناصر في صفاتها الطبيعية وتختلف في تفاعلاتها الكيميائية ، وتمثل هذه العناصر مجموعة كبيرة من العناصر الكيميائية اذ يوجد 56 عنصراً ، واصطلاح على العناصر التي توجد بتركيز قليلة داخل الانظمة البيولوجية الطبيعية بالعناصر النادرة (Trace Elements) ولكن من الناحية العملية اصطلح على العناصر التي توجد بتركيز قليلة بالمعادن الثقيلة (Heavy Metals) [105] ، [106]. توجد العناصر النادرة (Trace Elements) في الطبيعة بكميات ضئيلة وهي تقاس بأجزاء المليون (ppm) او بأجزاء البليون (ppb) .

تسبب المعادن الثقيلة تلوث البيئة (الهواء والماء والتربة) ، يوجد مصدرين رئيسيين لتلوث البيئة بالمعادن الثقيلة هي :

اولاً: المصادر الطبيعية وهي ما تنقله الرياح عند هبوبها على سطح الأرض اذ تلعب دوراً مهماً في نقل مواد مختلفة من التربة على شكل مواد عالقة وتشمل الاملاح و مركبات عضوية ، اذ اثبتت الدراسات الحديثة بان تراكيز العناصر النادرة تكون

عالية وان اصلها يكون بالتكوينات الجيولوجية التي اثرت عليها عمليات التجوية المختلفة .

ثانياً : المصادر الصناعية بفعل الانسان ومن اهم مصادرها هي مخلفات المصانع وصهر المعادن واحتراق الفحم وعوادم السيارات ومبيدات الآفات الزراعية والصناعات النفطية .

ان لهذه المعادن تأثيرات سلبية على البيئة عند الافراط في استخدامها كما تؤثر على الحيوان والنبات وصحة الانسان حيث التسمم المعدني ، ويمثل التلوث بالمعادن الثقيلة مشكلة خطيرة جدا لميل هذه المعادن للتراكم داخل الانظمة البيئية الحية [107 ، 108 ، 109] ، وقد صنفت العديد من الابحاث المعادن الثقيلة بانها اخطر الملوثات الصناعية وذلك لسميتها وتراكمها ومقاومتها البيئية [21 ، 110].

(8-2) اليورانيوم (Uranium)

هو أحد العناصر الكيميائية المشعة الموجودة في الجدول الدوري، ويرمز له بحرف U. وقد اكتشف من العالم الألماني (Klaproth) وجاءت تسميته من اسم الكوكب أورانوس، وهو معدن ثقيل ومشع ينحلّ باعثة جسيمات الفا (α) بثابت انحلال مقداره (1.5×10^{-10}) كل سنة و بنشاط إشعاعي مقداره $(12.4 \times 10^3 \text{ Bq/g})$ ، كثافته عند درجة حرارة (25°C) هي (19.05 g/cm^3) ومن أبرز صفاته: ثقيل، أبيض فضي، سام، فلزي، درجة انصهاره (1132°C) . يوجد اليورانيوم بصورة طبيعية في مناطق عديدة من العالم وتكون تراكيزه بحدود (32.9 Bq/kg) في حالته الاعتيادية .

ويوجدُ اليورانيوم بكمياتٍ مختلفةٍ في الطبيعة في الصخور والتربة والماء والهواء والنباتات والحيوانات والجسم البشري وفي أماكن أخرى ويعتمدُ تركيزُ اليورانيوم على نوعِ التربة وبالتالي على نوع الصخور المكونة لهذه التربة، إذ إن أعلى تركيز لليورانيوم يكونُ في الصخور البركانية الحامضية، أما تركيزه في الصخور النارية

فيعتمدُ على وفرة السليكات، أي ان الصخور الحاوية على السليكات تكونُ تراكيز اليورانيوم فيها عالية [111].

يوجدُ اليورانيوم في الطبيعة في ثلاثة نظائر عددها الذري (92). ولكل من هذه النظائر عدد مختلف من النيوترونات، ولذلك تختلف هذه النظائر في العدد الكتلي. ويحتوي أخف هذه النظائر على 92 بروتوناً و 142 نيوترونًا، بعددٍ إجمالي مقداره 234 من الجسيمات النووية، ويسمى هذا النظير اليورانيوم-234 اما النظيران الطبيعيان الآخران لليورانيوم فهما اليورانيوم-235 و اليورانيوم-238 ، ويحتويان على 143 نيوترونًا و 146 نيوترونًا على التوالي [112] .

ويُشكلُ اليورانيوم-238 حوالي (99.27%) من إجمالي اليورانيوم الطبيعي، بينما يمثلُ اليورانيوم-235 حوالي (0.72%) و اليورانيوم-234 حوالي (0.0055%) ولنظائر اليورانيوم أعمار نصفية طويلة. فالعمر النصفي لليورانيوم-238 يبلغ حوالي (4.5 بليون سنة)، ولليورانيوم-235 حوالي (700 million years)، ولليورانيوم-234 حوالي (250.000 years). ويُعتقدُ أن جزءًا كبيرًا من حرارة باطن الأرض تنتج عن الإشعاع الصادر عن اليورانيوم .

يحتوي جسم الإنسان في المتوسط على كمية من اليورانيوم قدرها (90µg) تقريباً تأتي من الاستهلاك الطبيعي للطعام والهواء والماء، ويتركز (66%) تقريباً في الهيكل العظمي و(16%) في الكبد، و(8%) في الكليتين و(10%) في الأنسجة الأخرى [113].

(9-2) مخاطر اليورانيوم (Risk of Uranium)

يتحللُ اليورانيوم أساساً من خلال انبعاث جسيمات ألفا التي لا تخترق الطبقات الخارجية للجلد، ولكنها قد تؤثر على خلايا الجسم الداخلية (التي هي أكثر قابلية للتأثر بالمؤثرات المؤينة لجسيمات ألفا) عند ابتلاع اليورانيوم أو استنشاقه، لذا فإن التعرض لجسيمات ألفا وببينا نتيجة لاستنشاق جسيمات اليورانيوم غير القابلة للذوبان قد يؤدي إلى إتلاف أنسجة الرئة ويزيد من احتمال الإصابة بسرطان الرئة. فعند استنشاقها تحتجزُ في الرئة بشكلٍ دائمٍ وتكونُ مصدراً لتلف الخلايا والإصابة بالأمراض السرطانية [114]، وفي حالة أخذها عن طريق الجهاز الهضمي يكون

تأثيرها مضاعفاً إذ ان اليورانيوم هو احد العناصر الثقيلة (Heavy Elements) فضلاً عن كونه عنصراً مشعاً. يدخل اليورانيوم عن طريق الفم والغذاء المهضوم الى مجرى الدم وينتقل الى أعضاء الجسم كافة ليتركز معظمه في الكلية والعظام والكبد. وتعد الكلية من أكثر أعضاء الجسم حساسية لليورانيوم [115].

أن امتصاص اليورانيوم في الدم وترسبه في الأجهزة الأخرى، لا سيما الهيكل العظمي، يزيد من خطر إصابة تلك الأجهزة بالسرطان تبعاً لمستوى التعرض للإشعاع، ولكن من المعتقد أنه في حالات التعرض لمستويات منخفضة من الإشعاع يقل إلى حد كبير خطر الإصابة بالسرطان.

يبقى اليورانيوم في المناطق الجافة على السطح في صورة غبار. وينتشر بسهولة أكبر في التربة في المناطق التي يزداد فيها سقوط المطر. وقد تترتب على زراعة التربة الملوثة واستخدام المياه والأطعمة الملوثة أخطار صحية، ولكن من المتوقع أن تكون أخطاراً محدودة، وقد يكون التسمم الكيميائي هو أكبر خطر يهدد الصحة وليس التعرض للإشعاعات فقط [116].

(10-2) الغلاف الجوي (Atmosphere)

الغلاف الجوي طبقة من الغازات التي تحيط بالكرة الأرضية، وبفعل جاذبية الأرض يبقى الغلاف الجوي ثابتاً في مكانه إذ إنها تحافظ على أغلبية الغازات في الغلاف الجوي لتبقى قريبة من سطح الأرض. يتكون الغلاف الجوي بصورة رئيسية من النيتروجين والأكسجين وكميات قليلة من غازات أخرى كثنائي أكسيد الكربون، والأرغون، وأول أكسيد الكربون، والأوزون، والهيدروجين، والنيون، والزينون، والكربتون، والميثان، والهيليوم، في حين تتواجد هذه الغازات بتركيز واطئة ولكنها تؤدي دوراً هاماً في العمليات المؤثرة في الحياة على الأرض، ويقسم الغلاف على أساس تغير درجة الحرارة مع الارتفاع إلى مناطق التروبوسفير، والستراتوسفير، والميزوسفير، والثيرموسفير، بدءاً من قيم معدل درجة حرارة تصل إلى 14°C على سطح الأرض حتى تنخفض إلى -60°C على ارتفاع 15 كم تقريباً (طبقة التروبوسفير) تحدث خلال هذا الارتفاع (الذي يشكل 85% من الغلاف) جميع الفعاليات الحياتية تعمل الحركة الثابتة للغلاف الجوي على امتصاص وانتشار وإذابة

الملوثات . ومعظم الملوثات المتولدة بفعل الإنسان تنتشر في أسفل الغلاف الجوي وبسمك 12 كم [117] . ويمكن للملوثات أن تتحرك إلى مسافات واسعة حيث يمكنها أن تعبر المحيطات والقارات . تشمل ملوثات الغلاف الجوي الملوثات الكيميائية (كالكاسيد) والمواد الدقائقية العالقة بالإضافة إلى المواد المشعة كالراديوم-222 (^{222}Rn) واليود-131 (^{131}I) والسترونشيوم-90 (^{90}Sr) . الهواء النقي عبارة عن خليط يتكون من 78% من النتروجين و 21% من الأوكسجين وغازات أخر مثل ثنائي أوكسيد الكربون والهيدروجين مع قليل من الغازات النادرة مثل الاركون والهيليوم والنيون ، كما يحتوي الهواء على بخار الماء وأجسام سائلة وصلبة وناعمة عالقة تسمى بالهباء الجوي ، وهذه الدقائق المادية العالقة (Suspended Particulate Matter) تمثل مجموعة واسعة من ملوثات الهواء ، فقد تكون الجسيمات متناهية الدقة أو قطيرات ضبابية أو بكتريا أو فيروسات أو حبيبات لقاح الأزهار ، أو غبار طبيعي قادمة من الشهب أو النيازك وحرائق الغابات أو تثيرها الرياح والعواصف أو عوالق ملح البحر [118 ، 119] . بالإضافة إلى المواد ذات النشاط الإشعاعي الطبيعي الموجودة في بعض التربة وصخور قشرة الأرض . أو نواتج حرق الوقود في الصناعة . تتراوح أقطار الدقائقات بين (0.001 – 500) مايكرومتر حيث تبقى الجسيمات ذات الأقطار (1 – 0.1) مايكرومتر عالقة في الهواء مدة طويلة مثل دقائق الكربون ، بينما تترسب الدقائق ذات الأقطار الأكبر بفعل الجاذبية وتستقر كدقائق المطر والأتربة . الهواء النظيف وغير الملوث تكون تراكيز الدقائق العالقة فيه ($10 - 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) بينما تبلغ تراكيز الدقائق العالقة في الهواء الملوث ($70 - 700 \mu\text{g}/\text{m}^3$) . تمتلك هذه الدقائق تأثيرات صحية سلبية على صحة الإنسان كون بعضها يمتلك خواص سمية كالمبيدات وأملاح العناصر الثقيلة أو ذرات نشاط إشعاعي . لذا فقد أوصت لجنة الخبراء لمحددات نوعية الهواء أن لا تتجاوز معدلات تراكيز هذه العوالق أكثر من ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) بالنسبة للعوالق ذات الأقطار $10\mu\text{m} \geq$ ولمدة تعرض 24 ساعة . أما منظمة الصحة العالمية (WHO) فأوصت أن لا يتجاوز معدل تركيز العوالق في الهواء عن ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ولمدة تعرض 3 أشهر [120] . أما المواصفة العراقية المقترحة من قبل وزارة

الصحة فكانت ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ولمدة تعرض 24 ساعة أو ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ولمدة تعرض سنة واحدة. تنبعث من الأرض الغازات المشعة النبيلة كالراديون (^{222}Rn) والثورون (^{220}Rn) ونواتج اضمحلالهما تكون نتيجة لانحلال الراديوم (^{226}Ra) والثوريوم (^{232}Th) في قشرة الأرض اذ تمر الغازات

(11-2) كواشف اشعة كاما (Gamma-ray detectors)

هي أجهزة تستعمل لكشف وقياس شدة أشعة كاما بواسطة كشف وحساب أو عد وتسجيل حوادث التأين الناتجة عن مرور الأشعة في مواد الكاشف ومن هذه الكواشف هي كواشف أشباه الموصلات .

• كواشف أشباه الموصلات (Semiconductor detectors)

المواد شبه الموصلة هي المواد التي تتصف بصفات وسط بين المواد العازلة والمواد جيدة التوصيل للكهربائية . والمواد الأكثر استعمالاً هنا هما عنصران الجرمانيوم والسليكون. وعند مرور الإشعاع خلالها يتولد زوج إلكترون- فجوة كما في الشكل (2-6) ، إذ تكون الطاقة اللازمة لإزاحة الإلكترون عن موقعه وتكوين فجوة أقل بكثير من ما في بلورة أيوديد الصوديوم ، حيث تبلغ فجوة الطاقة للجرمانيوم 2.92 eV فإن فجوة الطاقة تكون لبلورة أيوديد الصوديوم حوالي 20 eV لتكوين زوج إلكترون-فجوة. إن كاشف الجرمانيوم النقي هو الأكثر شيوعاً لما تتوفر به من صفات مرغوبة ككثافته العالية (5.3 gm.cm^{-3}) التي تجعله يمتلك قدرة إيقاف عالية للأشعة النووية في أحجام صغيرة من المادة مما يزيد من كفاءته ، ويفضل على كاشف السليكون ذي العدد الذري الواطئ ($Z = 14$) والكتلة الواطئة.

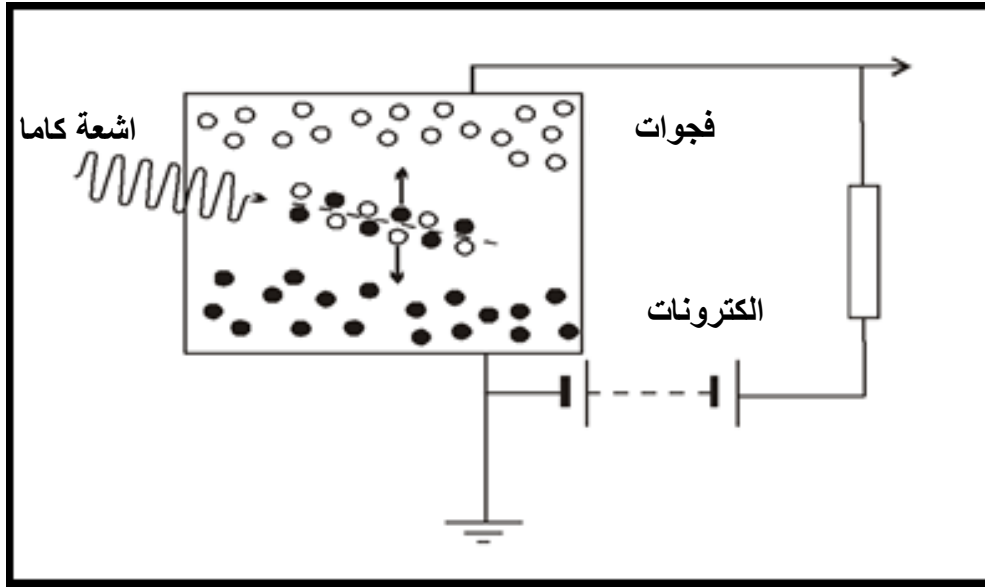
كما أن عرض فجوة الطاقة بين حزمة التكافؤ وحزمة التوصيل في بلورة الجرمانيوم أصغر وقابلية التوصيل أكبر ، وهذا يمنع الحصول على طبقة عازلة سمكية في درجة حرارة الغرفة ولكن تبريد الجرمانيوم إلى درجة النتروجين السائل يؤدي إلى التغلب على هذه المشكلة . إن صغر فجوة الطاقة للجرمانيوم لإنتاج زوج إلكترون-فجوة يوفر عدداً إحصائياً عالياً من الأزواج ومن ثم تحسين قدرة الفصل

الطاقي وهي بحدود (0.66 eV) مما يعني أنه بدرجة حرارة المختبر يُوجد توصيلاً ضئيلاً [55].

في بعض كواشف الجرمانيوم غير النقي مثل Ge(Li) يجري تبريدها دوماً بالنتروجين السائل ، وذلك لأن الليثيوم يمتلك قابلية عالية على الحركة (mobility) داخل المادة شبه الموصلة في درجة حرارة الغرفة مما يؤدي إلى تغير موازنة انتشارها وتلف الكاشف لذلك يفضل بقاءها بدرجة حرارة النتروجين السائل حتى في حالة عدم تشغيل الكاشف. عليه تستعمل الآن بلورات الجرمانيوم عالي النقاوة بنسبة تشويب (10^6 atom/m^2) ما مكن من التخلي عن استعمال الليثيوم في تصنيع الكاشف ، وتبريد كاشف الجرمانيوم النقي عند وقت استعماله فقط.

ومن أهم المزايا للكواشف شبه الموصلة ما يأتي [55]:

- 1- قدرة تحليلية فائقة للطاقة اذ تصل إلى 1.7 keV في كواشف Ge(Li) بالنسبة لأشعة كاما ذات الطاقة 1332 keV لنظير الكوبلت-60 الذي يعتبر معيار لهذه الخاصية .
- 2- وجود علاقة خطية بين طاقة الجسيم النووي واتساع النبضة الكهربائية .
- 3- قصر زمن النبضة الكهربائية الناتجة عن الجسيم بسبب صغر حجم المنطقة الحساسة.
- 4- إمكانية تغيير عرض المنطقة الحساسة وذلك بتغيير الجهد العكسي .
- 5- صغر حجم الكاشف وسهولة التعامل به .
- 6- عدم الحساسية بالنسبة لتغيير المجال المغناطيسي.
- 7- إمكانية أعداد الكاشف بأشكال هندسية مختلفة.



الشكل (5-2) مبدأ كاشف أشباه الموصلات [121].

(12-2) حساب معاملات الخطورة

(Calculation of Hazard indices)

1- مكافئ الراديوم (Ra_{eq}) Radium Equivalent

تعرف فعالية الراديوم المكافئة (Ra_{eq}) بأنها معامل اشعاعي يستخدم لضمان التوزيع الموحد للنويدات المشعة الطبيعية والمتمثلة بالراديوم-226 والثوريوم-232 والپوتاسيوم-40 وتقاس بوحدة (Bq/kg) ويمكن حسابه من خلال المعادلة الآتية [122 ، 123]:

$$Ra_{eq}(Bq. kg^{-1}) = A_U + 1.43 A_{Th} + 0.077 A_K \quad \dots (11 - 2)$$

إذ إن A_U و A_{Th} و A_K هي الفعالية الإشعاعية لليورانيوم-238 والثوريوم-232 والپوتاسيوم-40 بوحدة Bq/kg على التوالي. القيمة القصوى المسموح بها لفعالية الراديوم المكافئة هي $370 Bq/kg$ [46].

2- معدل الجرعة الممتصة في الهواء (D_y) Absorbed Dose Rate in Air

معدل الجرعة الممتصة لأشعة كاما في الهواء (D_y) عند 1m فوق مستوى سطح الأرض يمكن حسابها باستعمال الفعالية النوعية لليورانيوم-238 وللثوريوم-232 والپوتاسيوم-40 كما في المعادلة الآتية [122 ، 123]:

$$Dy(nGy.h^{-1}) = 0.462 A_U + 0.604 A_{Th} + 0.0417 A_K \dots (12 - 2)$$

إذ إن :

Dy: معدل الجرعة الممتصة بوحدة $nGy.h^{-1}$

A_U و A_{Th} و A_K : الفعالية النوعية لليورانيوم-238 وللثوريوم-232 والبوتاسيوم-40 بوحدة Bq/kg .

كما ان عوامل التحويل المستعملة لحساب معدل الجرعة الممتصة لأشعة كاما في الهواء تقابل $(0.462nGy/h)$ لليورانيوم-238 و $(0.604nGy/h)$ للثوريوم-232 و $(0.0417nGy/h)$ للبوتاسيوم-40.

4 - الجرعة المكافئة السنوية الفعالة (AEDE)

(Annual Effective Dose Equivalent)

تعرف الجرعة المكافئة السنوية الفعالة (AEDE) بأنها معامل اشعاعي يستخدم للحكم على مدى الآثار الصحية الناجمة عن الجرعة الممتصة وتقاس بوحدة (mSv/y) . يتم تقدير الجرعة الفعالة السنوية باستعمال عامل التحويل $(0.7 Sv/Gy)$ والذي يحول الجرعة الممتصة في الهواء الى جرعة الفعالة وكذلك باستعمال عامل الاشغال الخارجي (0.2) (outdoor occupancy factor) وعامل الاشغال الداخلي (0.8) (indoor occupancy factor) كما في المعادلتان الآتيتين [46 ، 123]:

$$AEDE_{out}(mSv.y^{-1}) = D \times 10^{-6} \times 8760 \times 0.7 \times 0.2 \dots (13 - 2)$$

$$AEDE_{in}(mSv.y^{-1}) = D \times 10^{-6} \times 8760 \times 0.7 \times 0.8 \dots (14 - 2)$$

5 - دليل الخطورة (Hazard Index (H)

يعرف دليل الخطورة (H) بأنه معامل أشعاعي يستعمل لمعرفة مخاطر الإشعاع الخارجية والداخلية. ويتم حساب دليل الخطورة الخارجي (H_{ex}) ودليل الخطورة الداخلي (H_{in}) باستخدام المعادلات الآتية:

$$H_{ex} = \frac{A_U}{370} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \dots \dots \dots (15 - 2)$$

$$H_{in} = \frac{A_U}{185} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \dots \dots \dots (16 - 2)$$

إذ أن

A_U و A_{Th} و A_K : الفعالية لليورانيوم- 238 وللثوريوم-232 والبوتاسيوم-40 بوحدة Bq/kg.

ان قيم دليل الخطورة الخارجي (H_{ex}) ودليل الخطورة الداخلي (H_{in}) يجب ان تكون أقل من واحد وهو الحد المقبول به عالميا من قبل المؤسسات العلمية العالمية [122 ، 123].

6- دليل الخطورة لأشعة كاما (I_γ) Gamma Radiation Level Index

دليل الخطورة لأشعة كاما (I_γ) هو معامل أشعاعي يتم من خلاله تقدير مستويات الخطورة لأشعة كاما المرتبطة بالنويدات المشعة الطبيعية في العينات، ويمكن حسابه من خلال القانون الآتي :

$$I_\gamma = \frac{A_U}{150} + \frac{A_{Th}}{100} + \frac{A_K}{1500} \dots \dots \dots (17 - 2)$$

كما ان دليل الخطورة لأشعة كاما يجب أيضا أن تكون قيمته أقل من واحد ليكون ضمن الحدود المقبول بها عالميا [124].

(13-2) وحدات النشاط الإشعاعي (Units of Radioactivity)

ان استخدام طرائق ووسائل دقيقة لقياس طبيعة النشاط الإشعاعي وتأثيراته المختلفة على الكائن الحي والبيئة يتطلب وضع وحدات لتحديد تأثيراته البيولوجية وغير البيولوجية تتناسب مع التطورات التي حدثت في مجال الإشعاع والوقاية منه واستخدامه في الاغراض السلمية وغير السلمية. ولهذه الأسباب فأن وحدات جديدة تظهر بين الحين والآخر فضلاً عن الوحدات الأساسية التي ما زال معمول بها. وفي الاتي أهم الوحدات المستخدمة لقياس النشاط الإشعاعي.

(1-13-2) وحدة الكيوري (Ci) Curie Unit

حددت فاعلية المادة النشطة إشعاعياً بوحدة سميت بالكيوري (Ci) التي تعرف بأنها كمية المادة المشعة التي تعطي (3.7×10^{10}) انحلالاً في الثانية [125].
 $1\text{Curie} = 1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ dis/s}$
 أما الوحدة الأخرى فهي البيكرل اذ تساوي انحلال/ثانية.

$$1\text{Bq} = 1\text{dis/s}$$

$$1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

(2-13-2) وحدة الرونتكن (R) Roentgen Unit

ان وحدة الرونتكن هي وحدة جرعة التعرض للإشعاع (Exposure Dose) ويعرف التعرض بأنه مقدار التأين الحاصل بفعل الأشعة السينية وأشعة كاما التي وضعت عندما كانت الأشعة السينية وأشعة كاما هما الإشعاع الرئيسي.
 وتعرف وحدة الرونتكن بأنها تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية المؤدية الى تحرير شحنة كهربائية واحدة بالوحدات الكهروستاتيكية لكل سنتيمتر مكعب واحد من الهواء تحت ظروف قياسية [126].

$$1\text{R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

ويقاس التعرض بالوحدات الدولية بالكولوم/كغم.

(3-13-2) جرعة الامتصاص (الراد) (rad) Absorption Dose

وهي وحدة جرعة الإشعاع الممتص (Radiation Absorbed Dose) وهي معدل الطاقة المفقودة من قبل الأشعة في وحدة الكتلة [127].

$$1 \text{ rad} = 100 \text{ erg /g} = 10^{-2} \text{ J/kg}$$

ان الجرعة الممتصة تقاس ايضاً بوحدة الكري (Gray (Gy) التي تساوي امتصاص طاقة مقدارها جول واحد من كيلوغرام من المادة الممتصة [76].

$$1\text{Gy} = 1\text{J / kg}$$

$$1\text{Gy} = 100\text{rad}$$

(4-13-2) مكافئ الجرعة (ريم) (Dose Equivalent (rem)

وحدة الريم (rem) هي وحدة قياس مكافئ الجرعة (DE) وان مكافئ الجرعة هو حاصل ضرب الجرعة (D) في عدد يمثل الأهمية البيولوجية النسبية او التأثير البيولوجي النسبي (R.B.E.) للإشعاع، الذي يسمى بمعامل النوعية (Q.F.) Quality Factor. أما التأثير البيولوجي النسبي فهو نسبة جرعة أشعاع معين الى جرعة الأشعة السينية التي تنتج التأثير البيولوجي نفسه [76].

$$DE = D \times QF$$

فإذا كانت الجرعة مقاسة بوحدات الراد فإن مكافئ الجرعة يقاس بوحدات الريم.

$$DE(\text{rem}) = D(\text{rad}) \times QF$$

أما اذا استخدمت وحدة الكري. فإن مكافئ الجرعة يُقاس بوحدّة السيبرت Sievert (Sv)

$$DE(\text{Sv}) = D(\text{Gy}) \times QF$$

وبناءً على ذلك فان:

$$1\text{Sv} = 100\text{rem}$$

الجدول (2-2) يوضح العلاقة بين وحدات الجرّع الإشعاعية في النظام الدولي :

الجدول (2-2) العلاقة بين وحدات الجرّع الإشعاعية في النظام الدولي SI [76].

Old units	SI units	Conversion
Name and Symbol	Name and Symbol	
Curie (Ci)	Becquerel (1Bq =1dis/s)	1 Ci = 3.7 × 10 ¹⁰ dis/s 1 Ci = 3.7 × 10 ¹⁰ Bq
Roentgen (R)	Coulomb/kilogram (C/kg)	1R = 2.58× 10 ⁻⁴ C/kg
Rad(rad)	Gray (Gy = J/kg)	1 rad =100 erg/g= 10 ⁻² J/kg =10 ⁻² Gy
Rem (rem)	Sievert (Sv)	1 rem=10 ⁻² Sv

الفصل الثالث

الجزء العملي

الفصل الثالث

الجزء العملي

(1-3) تمهيد (Preface)

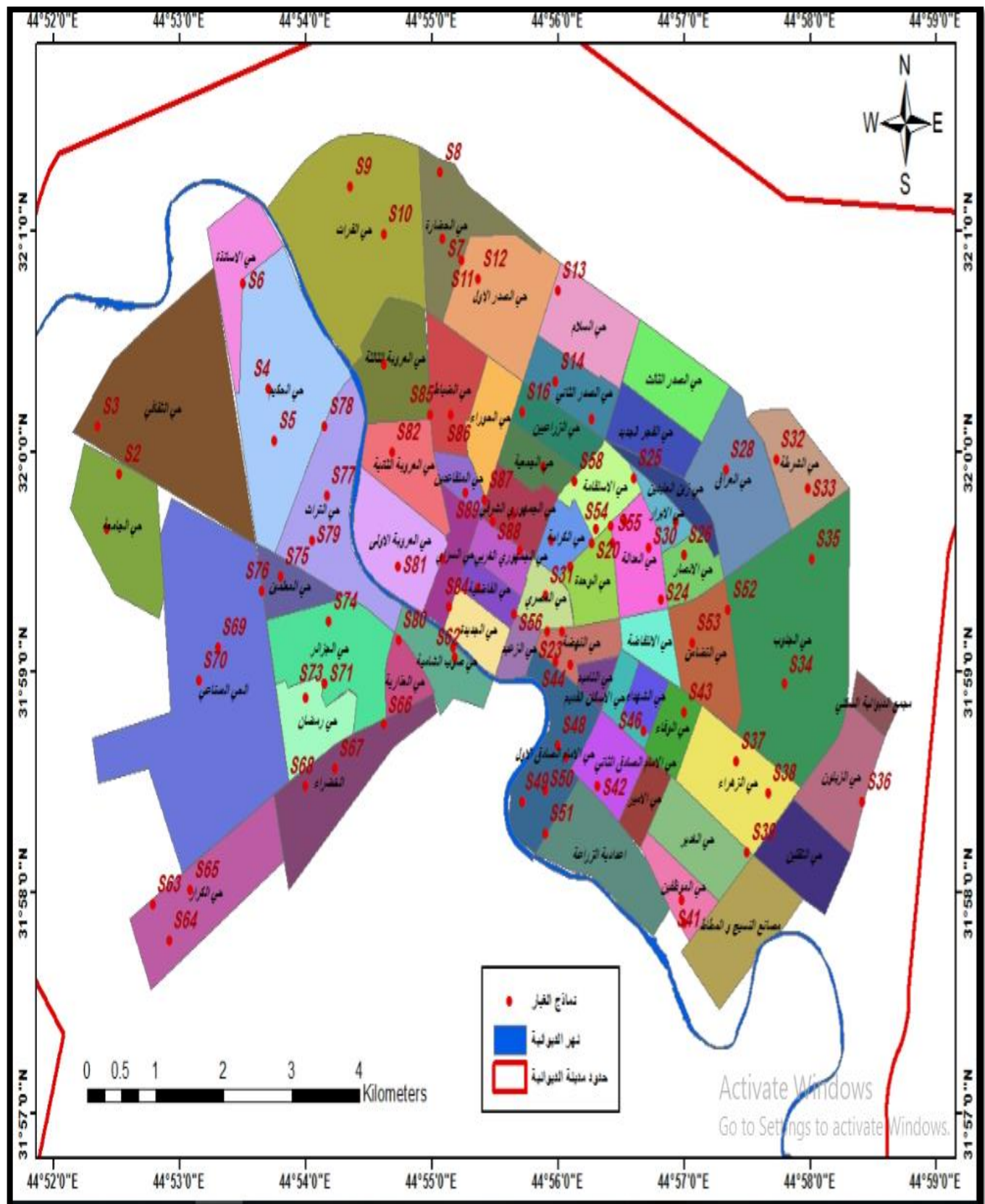
يتضمن هذا الفصل عرضاً موجزاً لطريقة جمع النماذج والمواد والأجهزة المختبرية التي استعملت في هذا البحث كما يشمل الخطوات العملية التي يتم من خلالها تحضير وقياس المصدر القياسي ونماذج الغبار المتصاعد نتيجة حركة المركبات وعملية التحليل لها باستعمال كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) ومطيافية اشعة كاما لحساب تراكيز الفعالية النوعية ، وباستعمال جهاز XRD و XRF لحساب تراكيز المعادن الطينية والعناصر الثقيلة لنماذج الغبار .

(2-3) جمع النماذج (Sample Collection)

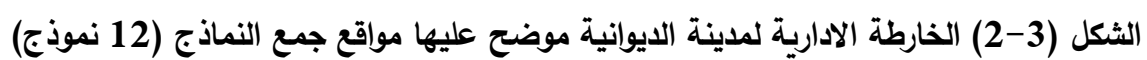
جُمعت نماذج الغبار المتصاعد نتيجة حركة المركبات باستعمال جهاز مناسب لسحب الهواء (مكناسة كهربائية) على بعد 150 سم عن سطح الارض من مناطق مختلفة من مدينة الديوانية - محافظة القادسية وبطريقة تغطي معظم شوارعها لان بعض المناطق كانت لا تحتوي على كمية كافية من الغبار لاستخدامها في القياس كما ان المدة الزمنية لجمع النماذج لم تكن تتجاوز 30 دقيقة لجميع النماذج ولنفس الجهاز وكما موضح كالاتي :

1- تم جمع (90) أنموذج من الغبار نتيجة حركة المركبات لغرض تحليلها باستخدام مطيافية اشعة كاما، الشكل (1-3) يوضح الخارطة الادارية لمدينة الديوانية مؤشر عليها مناطق جمع النماذج ، والجدول (1-3) يوضح رموز النماذج واتجاه الرياح و تسجيل احداثياتها باستعمال جهاز GPS .

2- تم اختيار (12) انموذج من نماذج الغبار التي جمعت في الفقرة (1) لغرض تحليلها باستخدام جهاز XRD و XRF ، الشكل (2-3) يوضح الخارطة الادارية لمدينة الديوانية مؤشر عليها مناطق جمع النماذج ، والجدول (2-3) يوضح رموز النماذج واحداثيات المواقع.



الشكل (3-1) الخارطة الادارية لمدينة الديوانية موضح عليها مواقع جمع النماذج (90 نموذج)



الجدول (3-1) رمز النماذج واتجاه الرياح واحداثيات المواقع

رمز النموذج	المنطقة	اتجاه الرياح	احداثي X	احداثي Y
S ₁	الشارع الرئيسي - حي الجامعة / الموقع الاول	جنوبية شرقية	44°52'25	31°59'39
S ₂	الشارع الرئيسي - حي الجامعة / الموقع الثاني	جنوبية شرقية	44°52'31	31°59'54
S ₃	شارع عشرين - حي الثقافي / الموقع الاول	جنوبية شرقية	44°52'21	32°0'7
S ₄	شارع الجواهري - حي الحكيم / الموقع الاول	جنوبية شرقية	44°53'42	32°0'17
S ₅	شارع مدرسة الدرا - حي الحكيم / الموقع الثاني	جنوبية شرقية	44°53'45	32°0'3
S ₆	الشارع الرئيسي - حي الاساتذة / الموقع الاول	جنوبية شرقية	44°53'30	32°0'46
S ₇	الشارع الرئيسي - حي الحضارة / الموقع الاول	شمالية	44°55'5	32°0'58
S ₈	شارع مدرسة العبير الابتدائية - حي الحضارة / الموقع الثاني	شمالية	44°55'4	32°1'16
S ₉	شارع المشتل - حي الفرات / الموقع الاول	شمالية	44°54'21	32°1'12
S ₁₀	شارع المستوصف - حي الفرات / الموقع الثاني	شمالية	44°54'37	32°0'59
S ₁₁	شارع جامع الرحمن - حي الصدر الاول / الموقع الاول	شمالية	44°55'14	32°0'52
S ₁₂	شارع مدرسة الجمهورية - حي الصدر الاول / الموقع الثاني	شمالية	44°55'22	32°0'47
S ₁₃	الشارع الرئيسي - حي السلام / الموقع الاول	شمالية شمالية غربية	44°56'0	32°0'44
S ₁₄	شارع الوكفة - حي الصدر الثاني / الموقع الاول	شمالية شمالية غربية	44°55'59	32°0'19
S ₁₅	شارع الطاقة - حي الصدر الثاني / الموقع الثاني	شمالية شمالية غربية	44°56'16	32°0'9
S ₁₆	الشارع الرئيسي - حي الزراعيين / الموقع الاول	شمالية شمالية غربية	44°55'43	32°0'11
S ₁₇	الشارع الرئيسي - حي الجمعية / الموقع الاول	شمالية شمالية غربية	44°55'53	31°59'56
S ₁₈	شارع سالم - حي الجمهوري الشرقي / الموقع الاول	غربية	44°55'39	31°59'43
S ₁₉	الشارع الرئيسي - حي الجمهوري الشرقي / الموقع الثاني	غربية	44°55'42	31°59'33
S ₂₀	الشارع الرئيسي - حي الوحدة / الموقع الاول	غربية	44°56'16	31°59'35
S ₂₁	شارع معهد الرجاء - حي الوحدة / الموقع الثاني	غربية	44°56'6	31°59'29
S ₂₂	شارع النهضة - حي النهضة / الموقع الاول	غربية	44°55'55	31°59'11
S ₂₃	شارع الزيتون - حي النهضة / الموقع الثاني	غربية	44°56'2	31°59'11
S ₂₄	شارع مركز شرطة النهضة - حي النهضة / الموقع الثالث	غربية	44°56'49	31°59'20
S ₂₅	الشارع الرئيسي - حي الابرار / الموقع الاول	شمالية	44°56'36	31°59'53
S ₂₆	شارع مدرسة النور - حي الانصار / الموقع الاول	شمالية	44°57'0	31°59'32

31°59'41	44°56'56	شمالية	الشارع الرئيسي - حي الانصار / الموقع الثاني	S ₂₇
31°59'55	44°57'20	شمالية	شارع مدرسة العراق - حي العراق / الموقع الاول	S ₂₈
31°59'41	44°56'32	شمالية	شارع سوق ابو جميع - حي العدالة / الموقع الاول	S ₂₉
31°59'34	44°56'43	شمالية	شارع جامع القائم - حي العدالة / الموقع الثاني	S ₃₀
31°59'21	44°55'54	شمالية	شارع الضمان الاجتماعي - حي العصري / الموقع الاول	S ₃₁
31°59'58	44°57'44	شمالية	الشارع الرئيسي - حي الشرطة / الموقع الاول	S ₃₂
31°59'50	44°57'59	شمالية	الشارع الرئيسي - حي الشرطة / الموقع الثاني	S ₃₃
31°58'57	44°57'48	شمالية	شارع النهضة الرابعة - حي الجنوب / الموقع الاول	S ₃₄
31°59'31	44°58'1	شمالية	شارع مستوصف حي الزهراء - حي الجنوب / الموقع الثاني	S ₃₅
31°58'25	44°58'25	شمالية	شارع منتزه الثقلين - حي الثقلين / الموقع الاول	S ₃₆
31°58'36	44°57'25	جنوبية شرقية	الشارع الرئيسي (المعهد التقني - حي الزهراء / الموقع الاول	S ₃₇
31°58'27	44°57'40	جنوبية شرقية	شارع الزيتون - حي الزهراء / الموقع الثاني	S ₃₈
31°58'11	44°57'30	جنوبية شرقية	الشارع الرئيسي - حي الغدير / الموقع الاول	S ₃₉
31°57'52	44°57'0	جنوبية شرقية	الشارع الرئيسي - حي الموظفين / الموقع الاول	S ₄₀
31°57'58	44°56'59	جنوبية شرقية	شارع المطاط - حي الموظفين / الموقع الثاني	S ₄₁
31°58'29	44°56'19	جنوبية شرقية	شارع المصري - حي الامير / الموقع الاول	S ₄₂
31°58'49	44°57'0	جنوبية شرقية	الشارع الرئيسي - حي الوفاء / الموقع الاول	S ₄₃
31°59'3	44°55'59	جنوبية شرقية	الشارع الرئيسي (مستشفى الحسين التعليمي) - حي الاسكان/الموقع الاول	S ₄₄
31°59'2	44°56'6	جنوبية شرقية	الشارع الرئيسي (كراج اليات بلدية الديوانية) - حي الاسكان / الموقع الثاني	S ₄₅
31°58'44	44°56'41	جنوبية شرقية	شارع السبطين - حي الاسكان / الموقع الثالث	S ₄₆
31°58'37	44°56'4	شمالية	الشارع الرئيسي (محطة تعبئة وقود القادسية) - حي الصادق الثاني / الموقع الاول	S ₄₇
31°58'40	44°56'0	شمالية	شارع مدرسة المجد الابتدائية - حي الصادق الثاني / الموقع الثاني	S ₄₈
31°58'25	44°55'43	شمالية	شارع المركز الصحي - حي الصادق الاول / الموقع الاول	S ₄₉
31°58'28	44°55'54	شمالية	شارع جامع الامام الصادق - حي الصادق الاول / الموقع الثاني	S ₅₀
31°58'16	44°55'54	شمالية	الشارع الرئيسي - حي الصادق الاول / الموقع الثالث	S ₅₁

31°59'15	44°57'21	شمالية	شارع الاكرمين - حي التضامن / الموقع الاول	S ₅₂
31°59'8	44°57'4	شمالية	الشارع الرئيسي - حي التضامن / الموقع الثاني	S ₅₃
31°59'40	44°56'25	شمالية	شارع الزهور - حي الزعيم / الموقع الاول	S ₅₄
31°59'35	44°56'26	شمالية	الشارع الرئيسي - حي الزعيم / الموقع الثاني	S ₅₅
31°59'16	44°55'39	غربية	شارع الطالب - حي الجديدة / الموقع الاول	S ₅₆
31°59'23	44°55'22	غربية	شارع المدينة - حي الجديدة / الموقع الثاني	S ₅₇
31°59'52	44°56'8	غربية	الشارع الرئيسي - حي الاستقامة / الموقع الاول	S ₅₈
31°59'39	44°56'18	غربية	الشارع الرئيسي - حي الاستقامة / الموقع الثاني	S ₅₉
31°59'36	44°55'57	غربية	شارع حي الكرامة - حي الكرامة / الموقع الاول	S ₆₀
31°59'7	44°55'10	غربية	شارع الثورة - حي صوب الشامية / الموقع الاول	S ₆₁
31°59'4	44°55'11	غربية	شارع الجندي المجهول - حي صوب الشامية / الموقع الثاني	S ₆₂
31°57'57	44°52'47	شمالية شمالية غربية	شارع المعسكر القديم - حي الكرار / الموقع الاول	S ₆₃
31°57'47	44°52'55	شمالية شمالية غربية	الشارع الرئيسي (مقر الفرقة الثامنة) / حي الكرار / الموقع الثاني	S ₆₄
31°58'1	44°53'5	شمالية شمالية غربية	الشارع الرئيسي (مقر الفرقة الثامنة) - حي الكرار / الموقع الثالث	S ₆₅
31°58'46	44°54'37	شمالية شمالية غربية	الشارع الرئيسي - حي الخضراء / موقع الاول	S ₆₆
31°58'34	44°54'14	شمالية شمالية غربية	شارع الحرية - حي الخضراء / الموقع الثاني	S ₆₇
31°58'29	44°54'0	شمالية شمالية غربية	شارع الامام علي (ع) / حي الخضراء / الموقع الثالث	S ₆₈
31°59'7	44°53'18	شمالية شمالية غربية	شارع معارض السيارات - حي الصناعي / الموقع الاول	S ₆₉
31°58'58	44°53'9	شمالية شمالية غربية	الشارع الرئيسي - حي الصناعي / الموقع الثاني	S ₇₀
31°58'57	44°54'9	جنوبية	الشارع الرئيسي - حي رمضان / الموقع الاول	S ₇₁
31°58'53	44°54'0	جنوبية	الشارع الرئيسي - حي رمضان / الموقع الثاني	S ₇₂
31°58'57	44°54'9	جنوبية	شارع الجزائر - حي الجزائر / الموقع الاول	S ₇₃
31°59'14	44°54'11	جنوبية	شارع متوسطة حمورابي - حي الجزائر / الموقع الثاني	S ₇₄
31°59'26	44°53'48	جنوبية	شارع سكة الحديد - حي المعلمين / الموقع الاول	S ₇₅
31°59'22	44°53'39	جنوبية	شارع جامع الصادق - حي المعلمين / الموقع الثاني	S ₇₆
31°59'48	44°54'10	جنوبية	شارع الحاجم - حي التراث / الموقع الاول	S ₇₇
32°0'7	44°54'9	جنوبية	الشارع الرئيسي - حي التراث / الموقع الثاني	S ₇₈
31°59'36	44°54'3	جنوبية	شارع الكورنيش - حي التراث / الموقع الثالث	S ₇₉
31°59'9	44°54'44	غربية شمالية غربية	شارع ميدان الساعة - حي العذارية / الموقع الاول	S ₈₀

31°59'29	44°54'44	غربية شمالية غربية	الشارع الرئيسي (متنزه العروبة) - حي العروبة الاولى / الموقع الاول	S ₈₁
32°0'0	44°54'41	غربية شمالية غربية	شارع المتحف - حي العروبة الثانية / الموقع الاول	S ₈₂
32°0'24	44°54'37	غربية شمالية غربية	شارع كلية الطب - حي العروبة الثالثة / الموقع الاول	S ₈₃
31°59'18	44°55'8	غربية شمالية غربية	شارع السراي - حي السراي / الموقع الاول	S ₈₄
32°0'10	44°54'59	غربية شمالية غربية	شارع الضباط - حي الضباط / الموقع الاول	S ₈₅
32°0'10	44°55'9	غربية شمالية غربية	شارع مجسر ابو الفضل حي الضباط / الموقع الثاني	S ₈₆
31°59'47	44°55'25	جنوبية شرقية	الشارع الرئيسي - حي المتقاعدين / الموقع الاول	S ₈₇
31°59'41	44°55'29	جنوبية شرقية	الشارع الرئيسي - حي الجمهوري الغربي / الموقع الاول	S ₈₈
31°59'49	44°55'16	جنوبية شرقية	شارع جامع الحكيم - حي الجمهوري الغربي / الموقع الثاني	S ₈₉
31°59'31	44°55'5	جنوبية شرقية	شارع الفضائل - حي الفاضلية / الموقع الاول	S ₉₀

الجدول (2-3) رمز النماذج واحداثيات المواقع

رقم الانموذج	المنطقة	احداثي X	احداثي Y
S ₁	الشارع الرئيسي - حي الجامعة	44°52'31	31°59'54
S ₂	الشارع الرئيسي - حي الحضارة	44°55'5	32°0'58
S ₃	شارع جامع الرحمن - حي الصدر الاول	44°55'14	32°0'52
S ₄	شارع معهد الرجاء - حي الوحدة	44°56'6	31°59'29
S ₅	شارع مستوصف حي الزهراء - حي الجنوب	44°58'1	31°59'31
S ₆	شارع مركز شرطة النهضة - حي النهضة	44°56'49	31°59'20
S ₇	الشارع الرئيسي - حي الشرطة	44°57'59	31°59'50
S ₈	الشارع الرئيسي (مقر الفرقة الثامنة) - حي الكرار	44°52'55	31°57'47
S ₉	الشارع الرئيسي - حي الصادق الاول	44°55'43	31°58'25
S ₁₀	الشارع الرئيسي - حي الخضراء	44°54'0	31°58'29
S ₁₁	شارع ميدان الساعة - حي العذارية	44°54'44	31°59'9
S ₁₂	شارع سالم - حي الجمهوري الشرقي	44°55'39	31°59'43

(3-3) طريقة العمل (Procedure)

تم قياس تراكيز النويدات المشعة الطبيعية والصناعية لنماذج الغبار بالتحليل الكمي والنوعي لأشعة كاما باستعمال كاشف الجرمانيوم العالي النقاوة (HPGe) في جامعة بغداد - كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم - مختبر النووية المتقدم ، في حين تم قياس تراكيز المعادن الطينية والعناصر الثقيلة لنماذج الغبار باستعمال جهاز XRD و XRF في جامعة بغداد - كلية العلوم - قسم علم الارض في المختبر الالمانى العراقي.

(1-3-3) التحليل باستعمال مطيافية اشعة كاما

(Analysis using gamma-ray spectroscopy)

تتضمن هذه العملية قياس النويدات المشعة كماً ونوعاً إذ يتم توصيف النويدات المشعة باستعمال طريقة معايرة الطاقة ومن ثم تحديد كمياتها باستعمال الطريقة النسبية من خلال المقارنة مع المصادر القياسية ، وهذه العملية تتم بوصف الأمور الآتية:

أ- تحضير النماذج (Samples Preparation)

تم تجفيف نماذج الغبار بدرجة (100°C) لمدة ساعتين لتخليص الأنموذج من الرطوبة ، وتم طحن النماذج الى أن تصبح على شكل مسحوق ناعم لتغريل بمنخل حجم (75 µm) ، تم وضع الأنموذج في وعاء (Petri dish) ، كما تم وزن النماذج باستعمال ميزان حساس وتم غلق الفوهة بأحكام باستعمال شريط البارافين وتترك لمدة شهر للحصول على التوازن الإشعاعي بين النويدات المشعة كما في الشكل التالي (3-3).



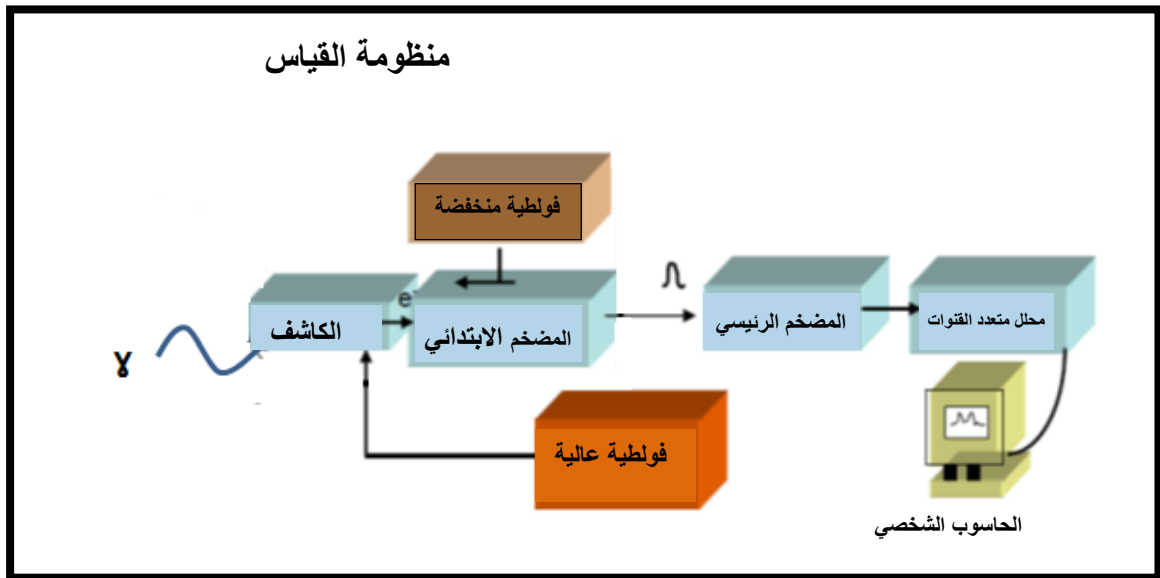
الشكل (3-3) طريقة تهيئة النموذج للقياس

ب- قياس النماذج (Measurement of Samples)

عادة تأتي مرحلة القياس بعد ان يتم جمع وتحضير النماذج وكانت كالآتي :

• منظومة القياس (Measurement system)

لغرض قياس الفعالية الاشعاعية في نماذج الغبار ، استعملت منظومة مطيافية أشعة
كما والموضحة في الأشكال (4-3) و(5-3) والتي تتكون من:



الشكل (4-3) مخطط منظومة القياس.



الشكل (3-5) صورة منظومة القياس من الخارج.

1- كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe):

(High Purity Germanium Detector)

استعمل كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) وهو من كواشف المواد شبه الموصلة نوع (P-type) المصنوع من شركة CANBERRA-model 7229N, (USA). يعمل هذا الكاشف بفولطية تشغيل (-3500V) وبكفاءة (Efficiency) (40%) ، هذا النوع من الكواشف يُبرد إلى درجة (-196 °C) عند التشغيل بواسطة النيتروجين السائل. يحاط الكاشف بجدار من الرصاص ذي سمك (10 cm) لتقليل الخلفية الإشعاعية، وهو مغلف من الداخل بطبقة رقيقة من الكاديوم سمكها (1.6 mm) وطبقة رقيقة من النحاس سمكها (0.4 mm) وذلك لتوهين الأشعة السينية الناتجة من تفاعل أشعة كاما مع مادة الرصاص [128].

2- المضخم الأولي (Preamplifier)

هو جهاز إلكتروني مصنوع من قبل شركة (CANBERRA -model 4660) يقوم المضخم باستقبال الشحنة الخطية الداخلة إليه من الكاشف التي تكون ضعيفة جدا

فيعمل على تمييزها عن الضوضاء الالكترونية وتحولها الى نبضات تيارية و تكبيرها وارسالها الى المضخم الرئيسي دون حدوث تشوه في سعتها، ويربط المضخم الابتدائي مباشرة مع الكاشف لتقليل التشوش الالكتروني وان الغرض الرئيسي للمضخم الابتدائي هو لتوفير افضل ترابط بين كاشف الجرمانيوم وباقي اجزاء المنظومة [129].

3- المضخم الرئيسي (Main amplifier)

المضخم المستخدم في هذه المنظومة مجهز من قبل شركة (CANBERRA) الأمريكية اذ يعمل المضخم الرئيسي على تكبير سعة النبضة الخارجة من المضخم الابتدائي وتحسينها لتكون جاهزة للتحليل من قبل محلل متعدد القنوات (MCA) و يوفر المضخم علاقة خطية بين سعة النبضة الداخلة و سعة النبضة الخارجة ،ويقوم بتحديد شكل النبضة (Shaping) كما يقوم بتهذيبها وترشيحها (Filtering) من الضوضاء (Noises) القادمة معها عن طريق التخلص من التراكب العمودي الذي يحدث بسبب نمو بعض النبضات على أذيله نبضات اخرى ويتناسب تضخيمه للإشارة تناسب طرديا مع سعة النبضة الداخلة إليه [130].

4- مجهز القدرة العالية (High power Equipped)

مجهز الفولتية العالية المستعمل يُربط مع الكاشف لتجهيز قاعدة المضاعف الضوئي بالفولطية المطلوبة . و أن الفولطية المستعملة هي (V -3500) و هي ضمن منطقة الاستقرار النسبي للكاشف .

5- محلل الحاسوب الشخصي (Personal computer analyzer)

وهو جهاز حاسوب شخصي مجهز بوحدات إلكترونية تعمل على استلام و تصنيف النبضة القادمة من المضخم الرئيس حسب سعتها و من ثم تخزينها في مواقع تعتمد السعة ، تعرض في هيئة صورة مرئية على شاشة الحاسبة. استعمل برنامج (Version 2.0 / ICS-PCI 4K) الذي يعدّ برنامجاً متكاملاً للتحليلات النوعية و

الكمية لطيف كما لإيجاد النشاط الإشعاعي للنويدات المطلقة لأشعة كما من الأنموذج ، ويتم طبع الخاص بالبيانات بواسطة الطابعة الملحقة بالحاسوب [130].

• المصدر القياسي (Standard Source)

ان دقة مصادر العينة القياسية تعتبر من المكونات الاساسية لأنظمة القياس في معظم اجهزة الكشف التي تستخدم في الابحاث النووية لان جميع النتائج تعتمد على معايرة الطاقة والكفاءة خاصة بالنسبة لكواشف اشعة كما مثل كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) وكاشف يوديد الصوديوم ((NaI (Tl)).

ينبغي ان تراعى بعض الخصائص المهمة والتي يجب ان تكون متوفرة في المصادر القياسية العالمية منها شكل المصدر القياسي ، الترتيب الهندسي ، النشاط الاشعاعي وغيرها من الخصائص المهمة التي تمثل الجانب الاساسي في اعداد المصادر القياسية ، من الضروري جدا تحديد الشكل والترتيب الهندسي للمصدر القياسي مع عينات غير معروفة بالإضافة إلى حجم ثابت من الحاويات الخاصة ، ولذلك تم اعداد مصدر قياسي حجم صغير وعاء petri dish بنفس الشكل و الترتيب الهندسي للحاوية المستخدمة في قياس العينات المجهولة . كما ان النشاط الإشعاعي لمصدر العينة القياسية يجب ان يكون مساويا أو أعلى قليلا من النشاط الإشعاعي للعينات التي يجب قياسها ، وبما أنه ليس من السهل تصنيع مثل هذه المصادر بسبب مخاطر الإشعاع وخطر التلوث المرتبط بالإعداد، فضلا عن تكلفة المعدات والتكنولوجيا العالية التكلفة، بالإضافة إلى التصاريح الأمنية للصناعة والتصدير التي ينبغي أن تكون متاحة لهذا الغرض، بحيث يتم إعداد المصادر القياسية العالمية في تراكيز اعلى من نشاط العينات المجهولة التي يتم قياسها من أجل الحفاظ على هذه المصادر القياسية صالحة للاستخدام لفترة طويلة ، حيث أننا نعلم أن نشاطها الإشعاعي ينخفض بمرور الوقت وفقا لقانون النشاط الإشعاعي ، ونظرا لان العراق يفتقر الى مثل هذه المصادر القياسية خاصة بعد 2003 فقد استبدل عنها بعض الباحثين في المختبرات النووية المصادر النقطية والتي تمتلك نشاط اشعاعي مرتفع نسبيا مقارنة بالخلفية الاشعاعية وهي ليست متطابقة مع الشكل والترتيب الهندسي للعينات

التي يتم قياسها مما يؤدي الى ظهور نسبة خطأ كبيرة في قياسات الكفاءة المستخدمة في حسابات تراكيز العناصر المشعة للعينات المجهولة .

• طريقة عمل المصدر القياسي (Procedure for Standard Source)

- 1- اضافة سائل نظير اليوروبيوم - 152 الى 10 ml من حامض الهيدروكلوريك للتخفيف ووضع المحلول في انبوبة .
- 2- رجت الانبوبة لغرض التجانس وترك المحلول لمدة ساعة .
- 3- استعمال micropipette لسحب 5µl من المحلول و اضافته (100g) من نموذج التربة .
- 4- خلط النموذج جيدا ووضع بعدها في فرن درجة حرارته 100°C للتبخر حيث رسبت المادة المشعة في نموذج التربة ، بعدها خلط مرة اخرى لمدة ساعتين لغرض التجانس .
- 5- ملئت الحاوية المتمثلة بطبق petri dish بنموذج التربة الحاوي على المادة المشعة بعدها غلقت فوهة الحاوية بأحكام بأستعمال شريط البارافين وتمت تهيئته للقياس لحساب الفعالية الاشعاعية .

• قياس المصدر القياسي (Measure the Standard Source)

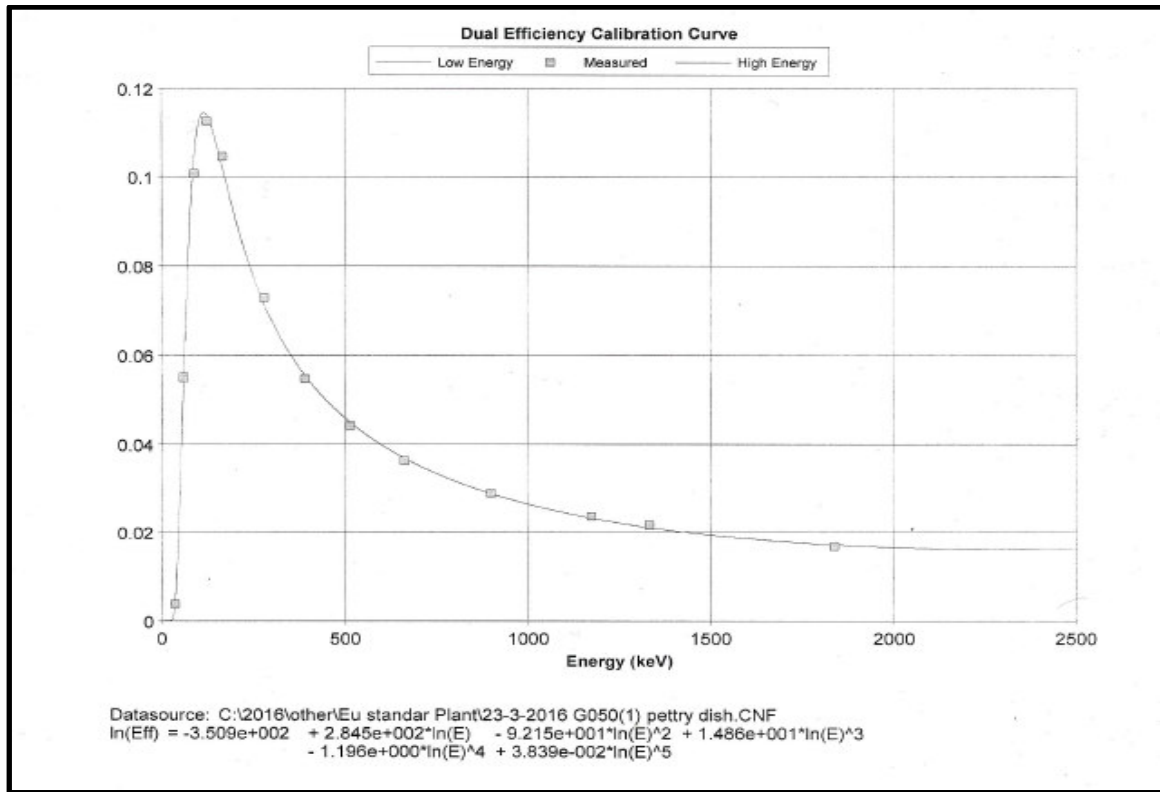
تم تحضير وقياس المصدر القياسي (Petri dish) بمرحلتين :

- 1- في (وزارة العلوم والتكنولوجيا/ مديرية المختبرات المركزية / قسم القياسات الاشعاعية/ شعبة قياسات كاما ، استعمل كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) وهو من كواشف المواد شبه الموصلة نوع (P-type) المصنوع من شركة كانبيرا (Canberra) وهو من موديل (GC4018) يحتوي على بلورة تكون من موديل (SL7500) وتكون ذات قطر (62mm) وطول (60 mm) والمسافة من النافذة (4.67 mm). يعمل هذا الكاشف بفولتية تشغيل (4500 V) وبكفاءة ($\geq 40\%$) (Efficiency) وله قدرة تحليلية مقدارها (1.8 keV) ($\leq$) (Resolution) بالنسبة للطاقة (1.33MeV) للمصدر (^{60}Co)، اما المضخم الابتدائي والرئيسي كان من موديل (2002CSL) كما كان محلل اطياف الحاسوب الشخصي المستعمل من نوع (PCA) المصنوع من شركة Lenovo ،

استعمل برنامج (version 3.1 / Genie 2000) في التحليلات النوعية و الكمية لطيف
كما لإيجاد الفعالية الإشعاعية للمصدر القياسي ، حيث تم الحصول على الفعالية
الإشعاعية من استخدام منحنى الكفاءة للمصدر القياسي (Petri dish)
برنامج مونتي كارلو (Monte Carlo simulation toolkit-application to)
HPGe حسب الشكل (3-6) لاستخراج كفاءة الطاقات من خلال المعادلة الآتية :

$$\ln(\varepsilon) = -3.509 \times 10^2 + 2.845 \times 10^2 \times \ln(E) - 92.15 \times \ln(E)^2 + 14.86 \times \ln(E)^3 - 1.196 \times \ln(E)^4 + 3.839 \times 10^{-2} \times \ln(E)^5 \dots (1-3)$$

الجدول (3-5) يوضح قيم كفاءة الكاشف لطاقات المصدر القياسي

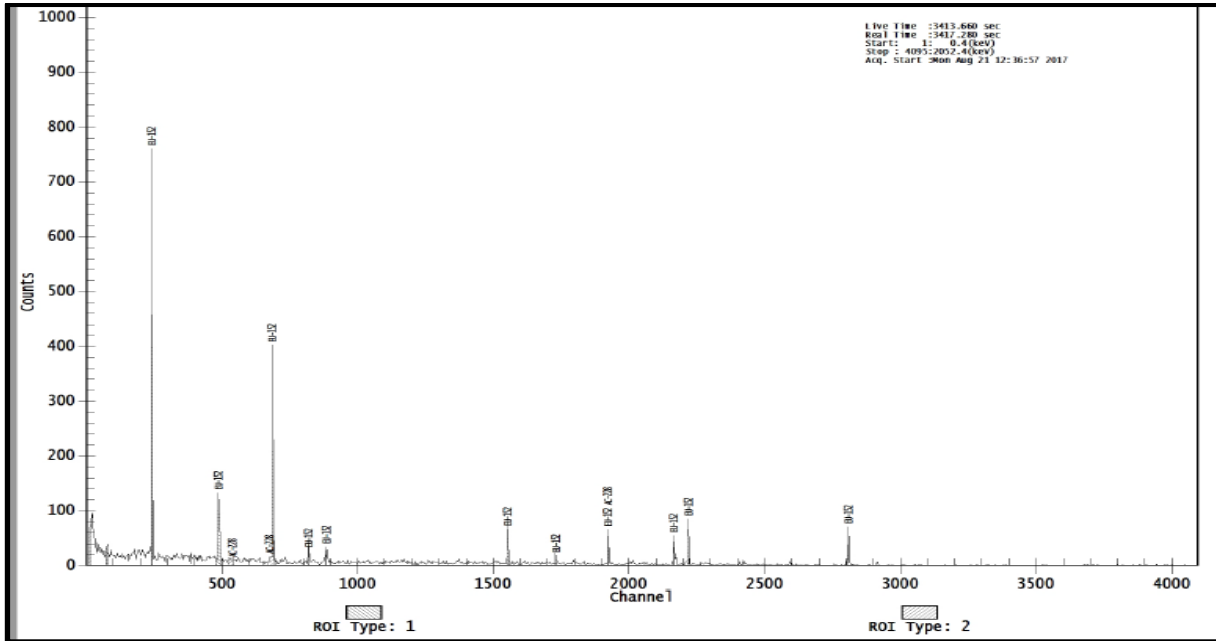


الشكل (3-6) منحنى معايرة الكفاءة في كاشف HPGe باستعمال المصدر القياسي

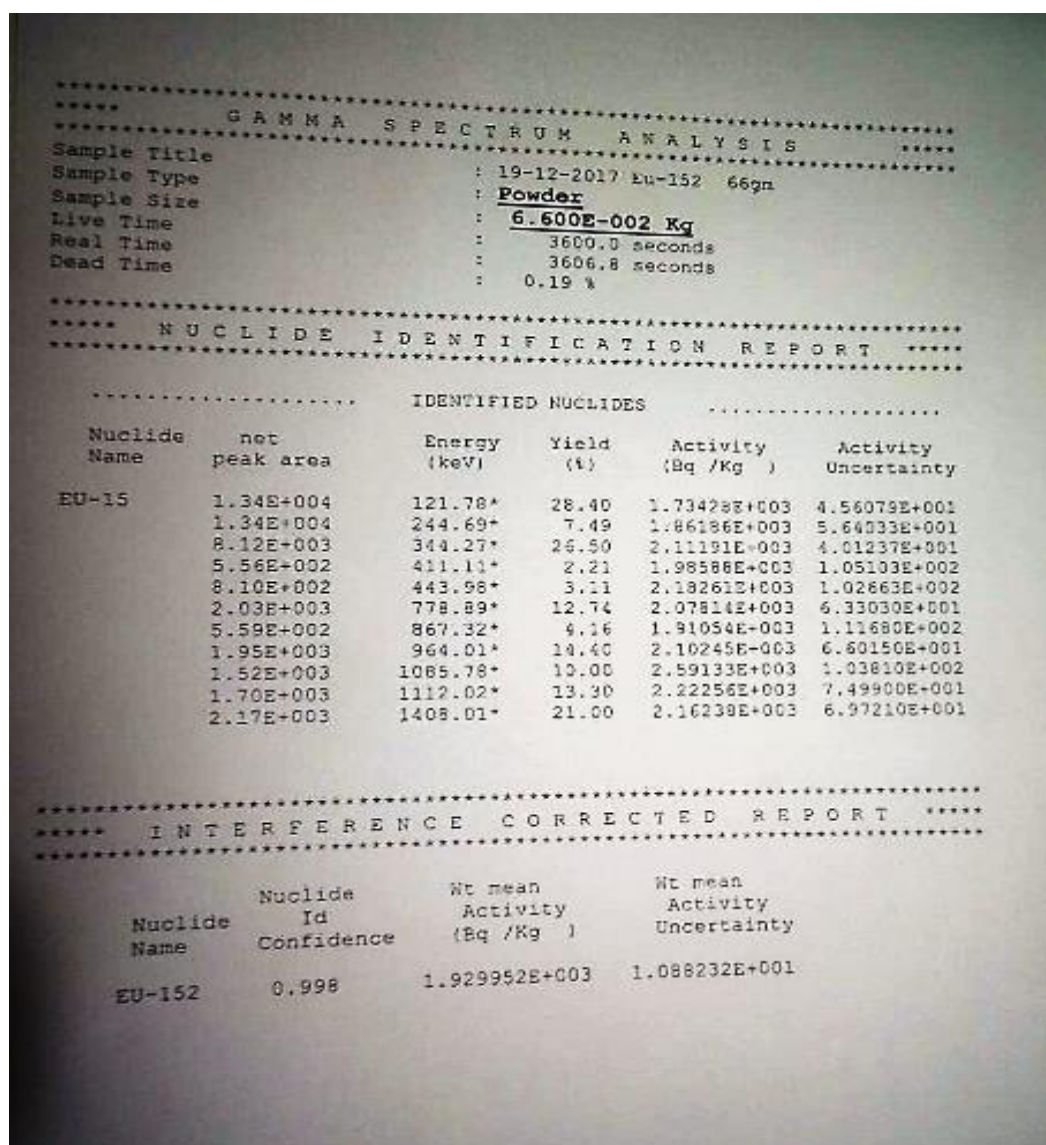
الجدول (3-3) قيم كفاءة الكاشف لطاقات المصدر القياسي

Energy (keV)	I _v (Abundance) %	Decay mode	Efficiency
121.8	28.37	(EC, β^+)	0.1216
244.7	7.51	(EC, β^+)	0.0773
344.3	26.58	β^-	0.0561
411.1	2.23	β^-	0.0471
444.6	3.12	(EC, β^+)	0.0435
778.9	12.96	β^-	0.0238
964.0	14.62	(EC, β^+)	0.0185
1085.8	10.16	(EC, β^+)	0.0160
1112.0	13.56	(EC, β^+)	0.0155
1408.0	20.58	(EC, β^+)	0.0116

من خلال تسجيل Net Area لطيف اشعة كاما في منظومة مطيافية اشعة كاما لمديرية المختبرات المركزية خلال زمن مقداره (10800 S) تم حساب الفعالية الاشعاعية لطاقات المصدر القياسي ثم اخذ المعدل لجميع طاقات المصدر القياسي والبالغ (1103.617 Bq/kg) والشكل (7-3) يوضح طيف اشعة كاما للمصدر القياسي وايضا الشكل (8-3) يوضح بيانات المصدر القياسي:

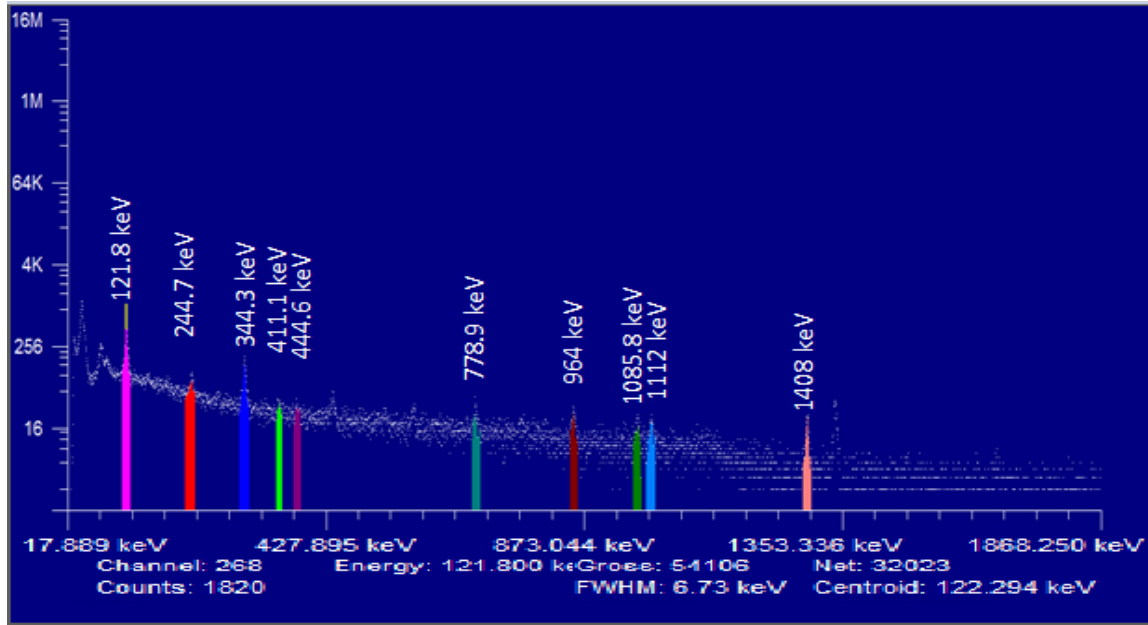


الشكل (7-3) طيف اشعة كاما للمصدر القياسي / مديرية المختبرات المركزية



الشكل (8-3) بيانات المصدر القياسي

2- كما تم قياس المصدر القياسي في مختبر النووية المتقدم /كلية التربية للعلوم الصرفة/ابن الهيثم في منظومة القياس التابعة للمختبر حيث تم تسجيل Net Area خلال زمن مقداره (10800 S) لحساب الفعالية الاشعاعية لطاقات المصدر القياسي بعدها تم اخذ المعدل العام لطاقات المصدر القياسي والبالغ (942.834Bq/kg) و الموضح بالشكل (9-3) ، ثم اخذ المعدل للفعاليتين السابقتين وتم اعتمادها لاستكمال متطلبات حسابات عينات الغبار المجهولة ، ويمكن الاطلاع على تفاصيل اكثر في المصدر [131].



الشكل (9-3) طيف نظير اليوروبيوم -152 للمصدر القياسي في مختبر النووية المتقدم

• القياسات العملية (Experimental Measurement)

تم تهيئة المنظومة وأجراء بعض القياسات لغرض تهيئتها للاستعمال منها :

1- قابلية الفصل الطاقى للكاشف (Energy Resolution)

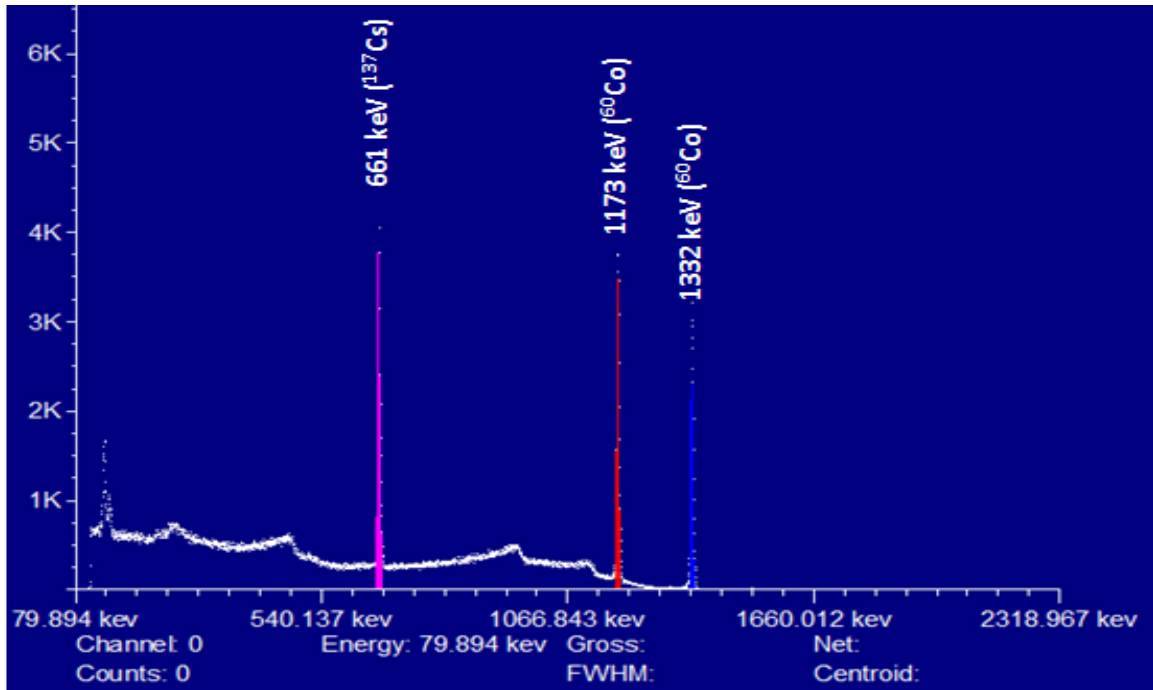
وهو مقياس لقدرة العداد على التفريق بين طاقتين متقاربتين ،
 ويعد عرض الخط الكامي عند منتصف ارتفاع ذروته (F.W.H.M)
 (Full Width at Half Maximum) مقياسا لقدرة الكاشف التحليلية و لقياس قابلية
 الفصل الطاقى للكاشف الجرمانيوم النقي (HPGe) فقد استخدم نظيري الكوبلت -60
 (^{60}Co) الذي يمتلك طاقتين (1173 keV , 1332 keV) والسيزيوم -137 (^{137}Cs)
 ذي الطاقة (661.6 keV) ، حيث وضع النظيرين على بعد مناسب من الكاشف و لمدة
 (3600S) لتجميع الطيف والشكل (10-3) يوضح طيف هذين النظيرين وتحسب قدرة
 الفصل الطاقى باستخدام المعادلة الاتية [132]:

$$Resolution = \frac{\Delta E}{\Delta Ch} \times F.W.H.M \quad \dots \dots \dots (2 - 3)$$

اذ ان :-

ΔE :- يمثل فرق الطاقة الذي يحسب بين الخطيين الكاميين لـ ^{60}Co بوحدة (keV) .
 ΔCh :- الفرق بين موقع قمتي الذروتين لخطي أشعة كاما لنظير الكوبلت-60 بوحدة (channel)

والشكل (10-3) يوضح الطيف الطاقي لنظير الكوبلت -60 ونظير السيزيوم - 137 ومقدار عرض منتصف الذروة للطاقة 1332 keV .



الشكل (10-3) الطيف الطاقي لنظير الكوبلت -60 ونظير السيزيوم - 137

وبعد انتهاء فترة القياس وجد ان :

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 1332.5 - 1173.2 = 159.3 \text{ keV}$$

$$\Delta ch = ch_2 - ch_1 = 2567 - 2259 = 308 \text{ ch}$$

$$\therefore \frac{\Delta E}{\Delta ch} = \frac{159.3 \text{ keV}}{308 \text{ ch}} = 0.517 \text{ keV / ch}$$

وبتطبيق المعادلة (2-3) نحصل على :

$$R = 0.517 \frac{\text{keV}}{\text{ch}} \times 4.61 \text{ ch} = 2.3 \text{ keV}$$

هذه القيمة تمثل القدرة التحليلية الطاقة لكاشف الجرمانيوم النقي .

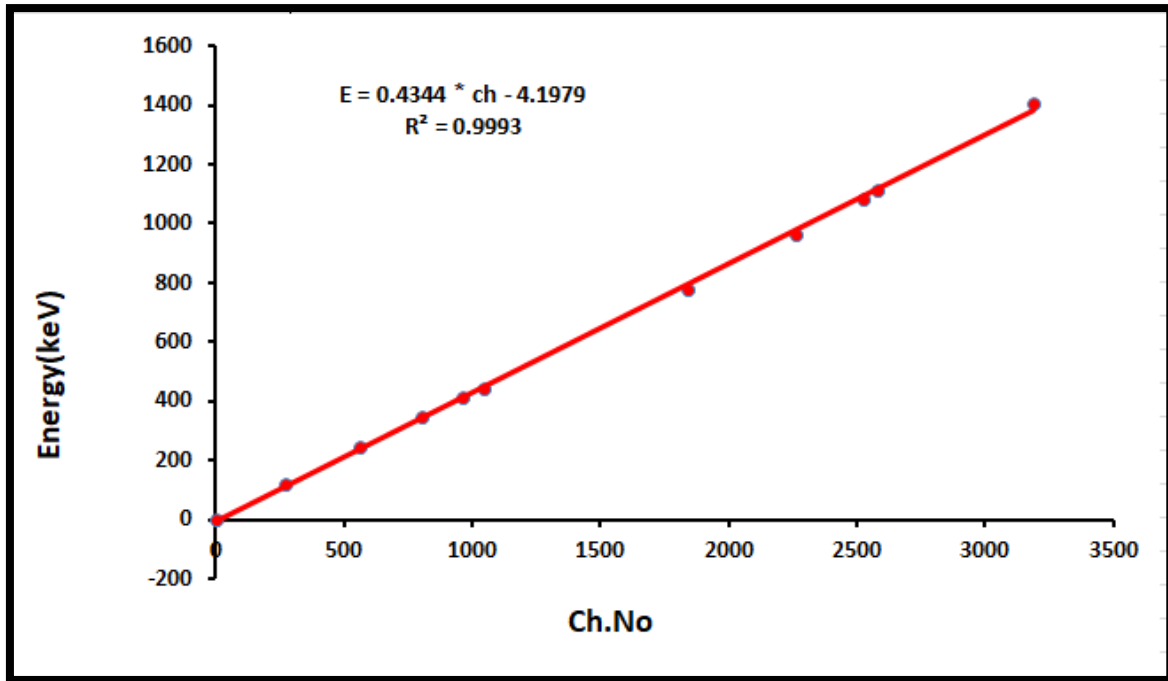
2- معايرة منظومة القياس (Calibration of measurement system)

تم إجراء تعبيرين لمنظومة الكشف الطيفي لأشعة كاما ، التعبير الأول هو بيان كفاءة هذه المنظومة والثاني تعبيرها طاقياً وكما يأتي :-

أ- معايرة الطاقة (Energy Calibration)

إن عملية معايرة الطاقة يقصد بها تحديد موقع طاقة الفوتون الساقط لكل قناة ويتم ذلك باستخدام مصادر قياسية تحتوي على قمم معروفة الطاقات بصورة دقيقة يراعي عند اختيار هذه المصادر لأغراض المعايرة أن تغطي مدى واسع من طاقات العناصر لطيف النموذج المراد الكشف عنه ، ولغرض معايرة الطاقة تم استعمال نظير اليوروبيوم - 152 (^{152}Eu) المتعدد الطاقات الذي تم تحظيره من قبلنا والمنشور في المصدر [131] والطيف موضح بالشكل (9-3) كما يوضح الشكل (11-3) شكلاً بيانياً للعلاقة بين موقع الطاقة ومقدار الطاقة حيث وجد أن العلاقة خطية بين طاقات المصدر وموقع القنوات حسب المعادلة الآتية :

$$E = 0.4344 * Ch - 4.1979 \quad \dots \dots \dots (3 - 3)$$



الشكل (11-3) العلاقة بين موقع الطاقة ومقدار الطاقة

ب- معايرة الكفاءة (Efficiency Calibration)

تعرف كفاءة الكاشف بأنها النسبة بين عدد النبضات المسجلة في الكاشف إلى عدد الفوتونات المنبعثة من المصدر المشع ، لمعايرة كفاءة منظومة كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HpGe) تم استخدام مصدر قياسي له طاقات معلومة لذا استعمل نظير اليورانيوم ^{152}Eu المعد من قبلنا والمنشور في المصدر [131] والذي يحتوي على عدد من الطاقات تتراوح بين (1408.0-121.8 keV) والمشار إليه بالشكل (3-9) موضوع في وعاء (Petri dish) [13].

تم قياس الفعالية الاشعاعية أيضاً لكل طاقة من طاقات مصدر ^{152}Eu ولمدة ثلاث ساعات ، بعد ذلك تم حساب الكفاءة (ϵ_f) من خلال المعادلة الآتية [132].

$$\epsilon_f = \frac{CPS}{S.A. \times I_\gamma} \times 100\% \dots \dots \dots (4 - 3)$$

إذ إن ϵ_f يمثل كفاءة الكاشف، يمثل CPS العد لكل ثانية (count per second) ونحصل عليه بقسمة صافي المساحة تحت الذروة (Net Area) للطاقة المختارة على زمن القياس (10800 s)، I_γ تمثل الشدة النسبية لكل طاقة من طاقات المصدر المشع ، S.A. يمثل الفعالية النوعية بوحدة (Bq/kg) للمصدر القياسي المستعمل .

تم رسم منحنى الكفاءة الذي يمثل طاقات مصدر (^{152}Eu) كدالة لكفاءة الكاشف باستعمال البرنامج (Igor program 6) والموضح بالشكل (3-12) وهذا المنحنى يمكننا من تعيين كفاءة الكاشف لمختلف الطاقات ولأي مصدر مشع آخر حسب المعادلة الآتية :

$$Eff(\%) = Y_0 + A_1 \times \exp(-Z_1 \times E) + A_2 \times \exp(-Z_2 \times E) \dots (5 - 3)$$

اذ ان :

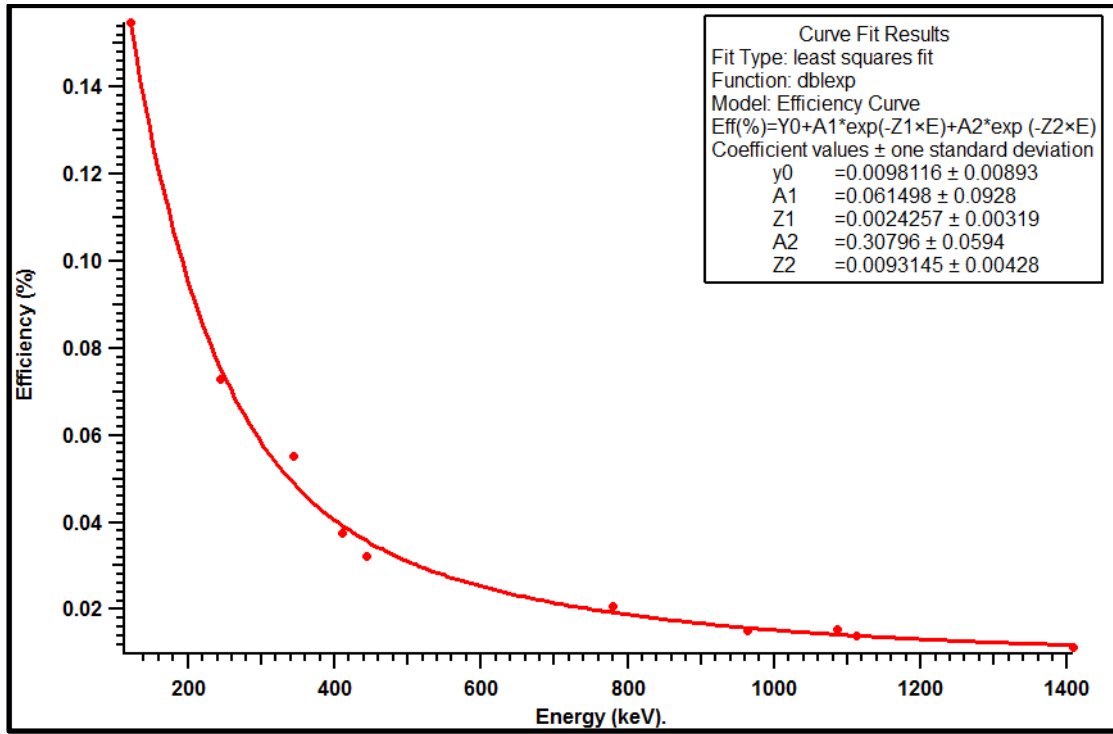
$$Y_0 = 0.0098116 \pm 0.00893$$

$$A_1 = 0.061498 \pm 0.0928$$

$$Z_1 = 0.0024257 \pm 0.00319$$

$$A_2 = 0.30796 \pm 0.0594$$

$$Z_2 = 0.0093145 \pm 0.00428$$



الشكل (12-3) منحنى الكفاءة كدالة لطاقت مصدر ^{152}Eu

3- حساب الخلفية الإشعاعية (Background Measurement)

قبل اجراء أي قياس للفعالية الاشعاعية لأي أنموذج لا بد من قياس الخلفية الاشعاعية لاحتمال وجود مواد ملوثة او مصادر مشعة تصبح مصدراً للإشعاع . تم قياس الخلفية الاشعاعية للدراسة الحالية وذلك بوضع وعاء petri dish فارغ [وهو الوعاء المستعمل نفسه في قياس الفعالية الاشعاعية للنماذج] للمدة الزمنية نفسها اللازمة للقياسات امام فوهة الكاشف لتجميع طيف أشعة كما على شاشة الحاسبة فضلا عن معرفة المساحة تحت المنحني للذروات لغرض طرح هذا العدد من القراءات المسجلة للنماذج وللطاقات نفسها. ويتم حساب الخلفية الاشعاعية باستخدام المعادلة الاتية [133]:

$$A_{BG} = \frac{N_{BG}}{I_{\gamma}(E_{\gamma}) \times \varepsilon(E_{\gamma}) \times t \times M} \quad \dots \dots \dots (6 - 3)$$

إذ إن A_{BG} تمثل الخلفية الاشعاعية بوحدة (Bq /kg) ، N_{BG} تمثل صافي المساحة تحت القمة، $\varepsilon(E_{\gamma})$ تمثل كفاءة الكاشف ، I_{γ} تمثل شدة طاقة أشعة كما ، t يمثل زمن

القياس وهو 10800 sec و M يمثل كتلة Petri dish الفارغ . يبين الجدول (3-3) النويدات المشعة المعتمدة في القياس والتي تكافئ النويدات الطبيعية .

الجدول (4-3) النويدات المشعة التي جرى تحسبها لنماذج الغبار [69]

Series	Equivalent isotope	Half – life	E (keV)	I _γ (E _γ) (%)
²³⁸ U	²¹⁴ Pb	26.80 m	351.92	35.10
²³⁸ U	²¹⁴ Bi	19.90 m	609.32	44.60
²³² Th	²¹² Pb	10.64 h	238.63	43.50
²³² Th	²⁰⁸ Tl	3.07 m	583.19	30.58
²³² Th	²²⁸ Ac	6.13 h	911.16	26.60
.....	⁴⁰ K	1.2 × 10 ⁹ y	1460.80	10.67
.....	¹³⁷ Cs	30 y	661.61	87.50

4- الفعالية النوعية (Specific Activity)

تم حساب الفعالية النوعية بوضع النموذج امام كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة ويسجل طيف أشعة كما لمدة (10800 sec) ويقوم البرنامج (Version 2.0 / ICS-PCI 4K) في الحاسوب برسم الطيف وعمل تقرير يتضمن أرقام القنوات والطاقات المقابلة لها وصافي المساحة تحت القمة من منحني الطيف. ومن ثم تم حساب الفعالية النوعية لكل إنموذج حسب المعادلة الآتية [134]:

$$A = \frac{N}{t \times I_{\gamma} \times \varepsilon \times M} \quad \dots \dots \dots (7 - 3)$$

حيث ان :

A تمثل الفعالية النوعية ، N تمثل صافي المساحة تحت القمة ، t يمثل زمن القياس بالثانية ، I_γ تمثل شدة طاقة أشعة كما ، ε تمثل كفاءة الكاشف ، M تمثل كتلة الأنموذج.

5- حد الكشف (Detection Limit)

يعبر عن حد الكشف على أنه أقل نشاط إشعاعي للنويدات المشعة يمكن الكشف عنها عند وقت القياس ، يتم حساب حد الكشف حسب المعادلة الآتية [135]:

$$D.L = (2.77 + 3.29\sqrt{B.G}) \times \frac{S.A.}{N(A)} \quad \dots \dots \dots (8 - 3)$$

إذ إن D.L يمثل حد الكشف ، S.A. يمثل الفعالية النوعية (Bq/kg) ، N تمثل صافي المساحة تحت القمة ، B.G. تمثل الخلفية الإشعاعية.

$$B.G = Gross (Integral) - NetArea (A) \quad \dots \dots \dots (9 - 3)$$

كما يعرف الحد الأدنى لفعالية الكشف بأنه أصغر كمية من النويدات المشعة التي يمكن تحديدها بشكل موثوق لقياس معين ويرمز له (MDA). ويمكن حساب الحد الأدنى لفعالية الكشف (MDA) بالاستفادة من معادلة حد الكشف (3-7) وباستخدام المعادلة الآتية [54]:

$$MDA = \frac{D.L}{\epsilon_f \times p_\gamma \times T} \quad \dots (10 - 3)$$

حيث ان MDA يمثل الحد الأدنى لفعالية الكشف ، D.L يمثل حد الكشف ، ϵ_f يمثل كفاءة الكاشف ، p_γ تمثل احتمالية انبعاث اشعة كما ، T تمثل زمن العد ، والجدول (3-3) يوضح معدلات حد الكشف والحد الأدنى لفعالية الكشف للنويدات المشعة في نماذج الغبار.

الجدول (3-5) معدلات (D.L) و (MDA) للنويدات المشعة في نماذج الغبار

Equivalent isotope	Energy(keV)	D.L (Bq/kg)	MDA (Bq/kg)
Pb ²¹⁴	351.92	6.240	0.034
Bi ²¹⁴	609.31	6.092	0.049
Ac ²²⁸	911.2	10.922	0.235
Pb ²¹²	238.6	6.215	0.017
K ⁴⁰	1460.8	10.789	0.805
Cs ¹³⁷	661.61	3.035	0.014

(2-3-3) التحليل باستعمال جهازي XRD و XRF**(Analysis Using XRD and XRF)**

بعد جمع النماذج تم حفظها داخل أكياس من النايلون مؤشر عليها رقم النموذج بعدها مرت النماذج بسلسلة من المراحل لأجل تحليلها جيوكيميائياً حيث شمل العمل المختبري ما يلي :

1- التحليل الحجمي الحبيبي (Grain Size Analysis) : اجرت عملية التحليل الحجمي

(12) نموذج من مناطق مختلفة ومختارة لمدينة الديوانية – محافظة القادسية في المختبر الخدمي في قسم علوم الارض في جامعة بغداد . اذ تم اختيار هذه النماذج بحيث غطت معظم المناطق التي شملتها النمذجة ، استخدمت طريقة الغربلة الرطبة (wet sieving) لفصل الجزء الطيني عن الجزء الرمل في النموذج باستخدام منخل قياس حجم فتحاته 63 مايكرون [136] بعد اخذ وزنا مماثلاً للنموذج بمقدار 100 غم وغسله على المنخل ، وبذلك جرى فصل الرمل عن الغرين والطين ، جفف الرمل المتبقي على المنخل ووزن لغرض حساب نسبة الرمل في الانموذج ، اما الجزء المار من المنخل الذي يمثل الغرين والطين فقد استخدمت طريقة المكثاف [136] لغرض معرفة نسب كل من الغرين والطين وبالتالي معرفة نوع النسيج الصخري وذلك بأخذ وزن 50 غم من النموذج بعد التخلص من الماء الزائد بواسطة الماصة شرط عدم نزول اي جزء من العينة مع الماء وتجفف باقي العينة الرطبة في فرن تجفيف بدرجة حرارة (110°C) لمدة 24 ساعة ويؤخذ 50 غم من العينة الجافة وتطحن يدويا بواسطة (Agate Mortar) وتوضع في بيكر سعة 250 مل وبعد ذلك خلطت بالماء المقطر عدة مرات لغرض التخلص من الاملاح الموجودة في العينة ثم اضيفت اليها خمس غرامات من مادة مشتتة هي هكسميتا فوسفيت الصوديوم (Sodium Hexameta phosphate) لغرض التشيت وتركت لمدة 24 ساعة ، خلط بعدها العالق بواسطة خلاط مره اخرى لمدة 15 دقيقة ثم فرغ في اسطوانة حجمية سعة 1000 مل واكمل الحجم الى 1000 مل بالماء المقطر بعدها خلط المحلول في داخل اسطوانة بواسطة خلاط يدوي (stirrer) وبعدها وضع المكثاف في الاسطوانة للبدء بأخذ القراءات وتسجيلها حسب الازمان 15 ثانية ، 30 ثانية ، 1دقيقة ، 2 دقيقة ، 5 دقيقة ،

10 دقيقة ، 20 دقيقة ، 40 دقيقة ، 60 دقيقة ، 80 دقيقة ، 100 دقيقة ، 120 دقيقة ، 240 دقيقة ، 24 ساعة ، 48 ساعة ، 72 ساعة) مع مراعاة اخراج المكثاف بعد كل قراءة ووضعه في اسطوانة اخرى تحتوي على الماء المقطر عدا القراءات الاربعة الاولى فضلا عن قياس درجة حرارة المحلول بمحرار زئبقي .

تم سحب 20 مل من عالق الطين بواسطة الماصة عدة مرات بعد تحريك النموذج [136] وذلك للحصول على كمية كافية من دقائق الطين ، ويتم نقل الطين الى فرن بدرجة حرارة لا تزيد عن 50⁰ م من اجل تبخر الماء الزائد وتركيز الطين وتحضير شرائح موجهه (Oriented Slides) وذلك بوضع قطرات من عالق الطين في شريحة زجاجية وتركها لتجف في درجة حرارة الغرفة [137] وقد اخذ بنظر الاعتبار ان تكون طبقات الطين رقيقة اذ تكون العينة في هذه الحالة ذات توجيه افضل وتزداد درجة حرارتها في التحرك وتوجيهه نفسها بأفضل شكل [138] مع مراعاة تغطيتها لضمان عدم تلوث العينات الموجهة بالغبار الجوي واختلاطه مع مكونات العينة .

2- التحليل بجهاز حيود الاشعة السينية

(X-Ray Diffraction Analysis (XRD))

تم استخدام جهاز حيود الاشعة السينية (XRD) نوع (Bruker - 2010) الماني المنشأ في جامعة بغداد - كلية العلوم - قسم علم الارض في المختبر الالمانى العراقي والشكل (10-3) يوضح جهاز XRD ، للتعرف على المعادن الاساسية غير الطينية والطينية المؤلفة للنماذج قيد الدراسة لقد تم اختيار 12 نموذج لهذا الغرض .

أ- **العينات الكلية (Bulk Samples)** : تم تحضير مسحوق (12) نموذج من منطقة الدراسة بواسطة طحن العينة بهاون خزفي وامراره من منخل 63 مايكرون وفحصت بجهاز حيود الاشعة السينية دون اي معاملة في مدى الزاوية 2θ ما بين (40⁰-2⁰) لغرض تشخيص المعادن غير الطينية .

ب- **العينات الموجهة (Oriented Samples)** : جرى تهيئة هذا النوع من الشرائح اذ ان فقرة التحليل الحجمي للحبيبات توضح طريقة فصل المعادن الطينية وتحضير الشرائح الموجهة ، ثم

فحصت في مدى الزاوية 2θ ما بين (2^0-40^0) لغرض تشخيص المعادن الطينية اذ تم الحصول على انعكاسات قاعدية وذروات حيود واضحة لتسهيل عملية التشخيص [138,136 ,99].



الشكل (3-13) صورة جهاز XRD

3-دراسة تركيز المعادن الثقيلة

(Study the concentration of heavy metals)

تضمنت الدراسة تحليل (12) أنموذج مختار من مدينة الديوانية – محافظة القادسية للمعادن الثقيلة (Fe, Ni , Cu , Zn , Cd , pb, Co) في المختبر العراقي الالماني في قسم علوم الارض /كلية العلوم / جامعة بغداد باستخدام جهاز XRF نوع (Spectro - 2010) الماني المنشأ ، كما موضح بالشكل (3-11) ، وقد تم اختيار هذه العناصر لما لها من تأثير على البيئة وعلى الانسان والحيوان والنبات .



الشكل (14-3) صورة جهاز XRF

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

والاستنتاجات والاعمال

المستقبلية

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة والاستنتاجات والأعمال المستقبلية

(1-4) تمهيد (Preface)

يتضمن هذا الفصل نتائج الفعالية الاشعاعية النوعية لنماذج الغبار المتصاعد نتيجة حركة العجلات والسيارات بوحدة (Bq/kg) باستخدام كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) ونتائج تراكيز المعادن الطينية والعناصر الثقيلة باستخدام جهاز XRF ، XRD ، كما يتضمن هذا الفصل الاستنتاجات والتوصيات والأعمال المستقبلية .

(2-4) تقنية مطيافية كاما

(Gamma Spectroscopy Technique)

باستعمال كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) لمدة ثلاث ساعات تم التحليل الكمي والنوعي لنماذج الغبار، وتم حساب الفعالية النوعية للنويدات المشعة الطبيعية المتمثلة باليورانيوم -238 والثوريوم -232 والبوتاسيوم -40 والصناعية المتمثلة بالسيزيوم -137 لتسعون أنموذجا التي جمعت من مواقع مختلفة في مدينة الديوانية من خلال المعادلة الآتية [139]:

$$A = \frac{(cps)_{net}}{I_{\gamma} \times E_{ff} \times m} \pm \frac{Error}{I_{\gamma} \times E_{ff} \times m}$$

$$= \frac{Area \text{ under peak}}{I_{\gamma} \times E_{ff} \times m \times t} \pm \frac{\sqrt{Area \text{ under peak}}}{I_{\gamma} \times E_{ff} \times m \times t} \quad \dots \dots (1 - 4)$$

اعتمدت الفعالية النوعية لنظير البزموت-214 والرصاص-214 عند الطاقة (351.92 , 609.32) keV كمكافئ للفعالية النوعية لليورانيوم-238 باختيار الفعالية الأكثر

قيمة ، واعتمدت الفعالية النوعية لنظير الأكتينيوم-228 والتاليوم - 208 والرصاص - 212 عند الطاقة keV (911.16 , 583.19 , 238.63) كمكافئ للفعالية النوعية للثوريوم-232 ، واعتمدت الفعالية النوعية للبتواسيوم-40 عند الطاقة keV (1460.80) ، واعتمدت الفعالية النوعية للسيزيوم-137 عند الطاقة keV (661.61) .

(1-2-4) قياس الفعالية النوعية لنماذج الغبار

(Measurment of Specific Activity for dust Sample)

يوضح الجدول (1-4) النتائج المستحصلة لمستويات الفعالية النوعية للنظائر المختلفة

في نماذج الغبار والبالغة 90 أنموذجاً فكانت :

أ- مستويات الفعالية النوعية لليورانيوم-238 في نماذج الغبار بأقل قيمة (Bq/kg 2.94 ± 0.521) في الأنموذج (S_{62}) في (حي صوب الشامية /الموقع الثاني)، وبأعلى قيمة (37.70 ± 1.375 Bq/kg) في الأنموذج (S_{28}) في (حي العراق /الموقع الأول)، والمعدل العام للفعالية النوعية لليورانيوم (14.22 ± 1.003 Bq/kg). النتائج الحالية تبين ان معدل الفعالية النوعية لليورانيوم -238 في نماذج الغبار لمدينة الديوانية في محافظة القادسية يكون اقل من قيم المعدل العالمي للفعالية النوعية لليورانيوم- 238 والبالغ (35 Bq/kg) [140,124] .

ب- مستويات الفعالية النوعية للثوريوم- 232 في نماذج الغبار بأقل قيمة (Bq/kg 20.94 ± 2.335) في الأنموذج (S_{90}) في (حي الفاضلية /الموقع الاول)، وبأعلى قيمة (40.81 ± 3.121 Bq/kg) في الأنموذج (S_{33}) في (حي الشرطة /الموقع الثاني)، والمعدل العام للفعالية النوعية للثوريوم (24.59 ± 2.371 Bq/kg) . النتائج الحالية تبين ان معدل الفعالية النوعية للثوريوم -232 في نماذج الغبار لمدينة الديوانية في محافظة القادسية يكون اقل من قيم المعدل العالمي للفعالية النوعية للثوريوم -232 والبالغ (30 Bq/kg) [140, 124] .

ج- أشرت مستويات الفعالية النوعية للبتواسيوم-40 في نماذج الغبار بأقل قيمة (Bq/kg 112.74 ± 12.932) في الأنموذج (S_{83}) في (حي العروبة الاولى /الموقع الثاني)، وأعلى

قيمة (400.94 ± 19.555 Bq/kg) في الأنموذج (S_{50}) في (حي الصادق الاول/الموقع الثاني)، والمعدل العام للفعالية النوعية للبتواسيوم (227.88 ± 15.388 Bq/kg). النتائج الحالية تبين ان معدل الفعالية النوعية للبتواسيوم -40 في نماذج الغبار لمدينة الديوانية في محافظة القادسية يكون اقل من قيم المعدل العالمي للفعالية النوعية للبتواسيوم -40 والبالغ (400 Bq/kg) [140, 124].

د- كانت مستويات الفعالية النوعية للسيزيوم-137 في نماذج الغبار باقل قيمة (0.42 ± 0.560 Bq/kg) في الانموذج في (S_{16}) في (حي الزراعيين /الموقع الاول)، وأعلى قيمة (18.78 ± 1.090 Bq/kg) في الأنموذج (S_{70}) في (حي الصناعي/الموقع الثاني)، والمعدل العام للفعالية النوعية للسيزيوم (9.73 ± 0.833 Bq/kg) النتائج الحالية تبين ان معدل الفعالية النوعية للسيزيوم -137 في نماذج الغبار لمدينة الديوانية في محافظة القادسية يكون اقل من قيم المعدل العالمي للفعالية النوعية للسيزيوم -137 والبالغ (14.8 Bq/kg) . [140, 124]

توضح الأشكال من (1-4) الى (4-4) مستويات الفعالية النوعية لليورانيوم-238 والثوريوم-232 والبتواسيوم-40 والسيزيوم-137 في نماذج الغبار في مدينة الديوانية - محافظة القادسية . والأشكال من (4-5) الى (4-8) توضح أطياف أشعة كاما المسجل بمنظومة القياس لنماذج الغبار في مدينة الديوانية .

الجدول (1-4) مستويات الفعالية النوعية للنويدات المختلفة في نماذج الغبار

رمز النموذج	اسم المنطقة	U-238 (Bq/kg)	Th-232 (Bq/kg)	K-40 (Bq/kg)	CS-137 (Bq/kg)
S ₁	حي الجامعة / الموقع الاول	15.59±0.925	25.29±2.382	296.63±16.338	4.76±0.665
S ₂	حي الجامعة / الموقع الثاني	22.04±1.083	30.15±2.573	311.43±16.640	2.10±0.573
S ₃	حي التقافي / الموقع الاول	25.21±1.1763	31.88±2.692	324.47±17.290	5.70±0.714
S ₄	حي الحكيم / الموقع الاول	13.35±0.839	26.94±2.377	227.81±14.354	5.50±0.662
S ₅	حي الحكيم / الموقع الثاني	11.56±1.064	16.28±1.910	168.94±12.905	6.06±0.675
S ₆	حي الاساتذة / الموقع الاول	18.60±1.028	16.29±2.037	243.00±15.655	3.64±0.651
S ₇	حي الحضارة / الموقع الاول	14.18±1.256	20.95±2.309	263.51±16.514	7.90±0.807
S ₈	حي الحضارة / الموقع الثاني	13.65±0.925	29.36±2.697	218.01±15.679	7.67±0.812
S ₉	حي الفرات / الموقع الاول	8.617±0.698	22.71±2.218	226.56±14.406	6.57±0.698
S ₁₀	حي الفرات / الموقع الثاني	15.44±1.312	26.12±2.564	219.50±15.714	6.48±0.776
S ₁₁	حي الصدر الاول / الموقع الاول	19.28±1.078	23.96±2.471	267.29±16.811	5.38±0.741
S ₁₂	حي الصدر الاول / الموقع الثاني	10.86±0.839	15.54±2.071	279.24±17.074	4.76±0.721
S ₁₃	حي السلام / الموقع الاول	6.69±0.665	17.72±2.107	243.00±15.655	4.40±0.677
S ₁₄	حي الصدر الثاني / الموقع الاول	16.70±0.989	26.16±2.508	229.73±15.547	4.72±0.698
S ₁₅	حي الصدر الثاني / الموقع الثاني	5.76±0.562	19.04±1.953	190.47±12.785	1.83±0.500
S ₁₆	حي الزراعيين / الموقع الاول	15.29±0.972	19.00±2.244	211.29±15.518	0.42±0.560
S ₁₇	حي الجمعية / الموقع الاول	18.62±1.061	29.15±2.688	258.33±16.611	2.14±0.629
S ₁₈	حي الجمهوري الشرقي / الموقع الاول	9.91±0.793	18.03±2.158	223.98±15.513	6.71±0.766
S ₁₉	حي الجمهوري الشرقي / الموقع الثاني	18.32±1.227	20.20±2.030	186.05±12.885	5.15±0.623
S ₂₀	حي الوحدة / الموقع الاول	12.82±0.857	26.54±2.458	219.19±14.834	3.10±0.618
S ₂₁	حي الوحدة / الموقع الثاني	16.38±0.976	28.38±2.585	255.27±16.026	4.99±0.702
S ₂₂	حي النهضة / الموقع الاول	13.73±0.922	26.51±2.565	254.29±16.413	6.61±0.774
S ₂₃	حي النهضة / الموقع الثاني	9.29±0.728	14.77±1.875	240.36±14.877	6.90±0.717
S ₂₄	حي النهضة / الموقع الثالث	18.81±1.364	28.92±2.592	202.85±14.724	7.82±0.783

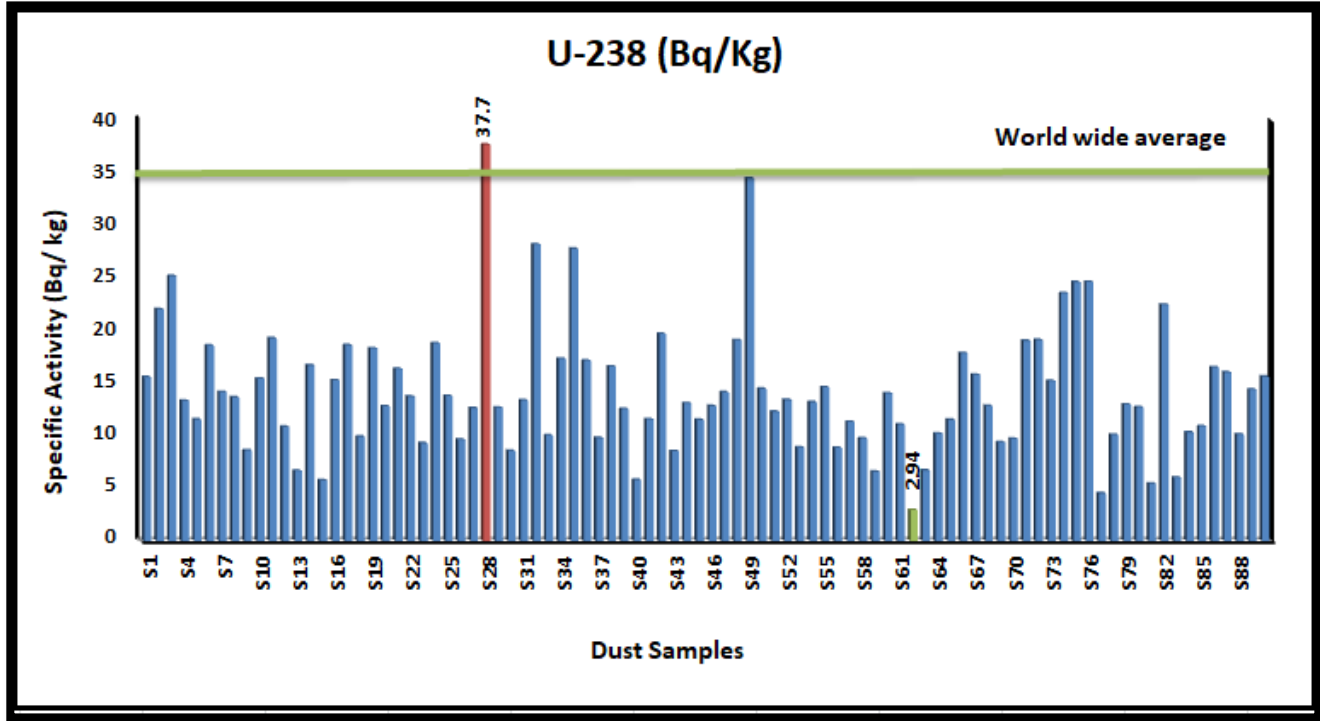
7.03±0.787	223.98±15.716	19.88±2.272	13.79±0.924	حي الابرار / الموقع الاول	S ₂₅
5.48±0.744	240.41±16.203	26.99±2.600	9.64±1.117	حي الانصار / الموقع الاول	S ₂₆
11.45±0.904	251.07±16.236	22.86±2.395	12.63±0.884	حي الانصار / الموقع الثاني	S ₂₇
6.40±0.702	168.31±13.196	14.58±1.865	37.70±1.375	حي العراق / الموقع الاول	S ₂₈
10.69±0.835	256.27±15.485	31.51±2.624	12.69±0.845	حي العدالة / الموقع الاول	S ₂₉
7.86±0.817	125.43±13.293	27.20±2.609	8.58±1.078	حي العدالة / الموقع الثاني	S ₃₀
8.44±0.834	280.73±17.107	23.75±2.462	13.38±0.917	حي العصري / الموقع الاول	S ₃₁
12.82±0.951	206.81±15.410	24.61±2.499	28.23±1.285	حي الشرطة / الموقع الاول	S ₃₂
16.97±1.050	195.61±15.136	40.81±3.121	10.05±0.812	حي الشرطة / الموقع الثاني	S ₃₃
5.53±0.746	224.73±15.83	17.49±2.170	17.32±1.370	حي الجنوب / الموقع الاول	S ₃₄
15.35±1.012	272.52±16.927	17.69±0.745	27.80±1.276	حي الجنوب / الموقع الثاني	S ₃₅
6.39±0.773	278.49±17.058	24.83±2.509	17.16±1.365	حي الثقليين / الموقع الاول	S ₃₆
9.35±0.848	289.13±17.0728	20.74±2.299	9.79±0.794	حي الزهراء / الموقع الاول	S ₃₇
5.43±0.743	156.79±14.146	32.60±2.823	16.60±1.008	حي الزهراء / الموقع الثاني	S ₃₈
11.25±0.911	251.61±16.459	38.00±3.023	12.56±0.892	حي الغدير / الموقع الاول	S ₃₉
8.95±0.809	222.59±15.095	33.50±2.752	5.80±0.919	حي الموظفين / الموقع الاول	S ₄₀
8.24±0.828	220.25±15.73	34.76±2.905	11.58±0.861	حي الموظفين / الموقع الثاني	S ₄₁
4.76±0.721	269.53±16.861	29.58±2.705	19.71±1.089	حي الامير / الموقع الاول	S ₄₂
10.66±0.839	257.92±15.611	30.23±2.589	8.54±1.008	حي الوفاء / الموقع الاول	S ₄₃
14.16±0.984	279.98±17.091	31.52±2.782	13.10±0.909	حي الاسكان / الموقع الاول	S ₄₄
10.62±0.888	252.08±16.363	17.53±2.159	11.51±0.855	حي الاسكان / الموقع الثاني	S ₄₅
16.64±1.042	196.36±15.154	24.18±2.481	12.83±0.900	حي الاسكان / الموقع الثالث	S ₄₆
17.50±1.062	230.70±15.978	36.92±2.984	14.14±0.939	حي الصادق الثاني / الموقع الاول	S ₄₇
12.54±0.944	233.69±16.048	22.89±2.423	19.11±1.074	حي الصادق الثاني / الموقع الثاني	S ₄₈
12.39±0.940	211.29±15.518	35.19±2.921	34.49±1.811	حي الصادق الاول / الموقع الاول	S ₄₉
5.86±0.757	400.94±19.555	18.13±2.202	14.47±0.949	حي الصادق الاول / الموقع الثاني	S ₅₀

11.49±0.917	330.01±18.150	29.15±2.688	12.29±0.884	حي الصادق الاول / الموقع الثالث	S ₅₁
10.00±0.812	279.98±15.901	21.97±2.231	13.41±0.861	حي التضامن / الموقع الاول	S ₅₂
14.54±0.993	189.64±14.988	28.07±2.644	8.90±0.772	حي التضامن / الموقع الثاني	S ₅₃
16.21±0.945	204.51±13.985	31.17±2.560	13.20±0.843	حي الزعيم / الموقع الاول	S ₅₄
10.38±0.817	185.66±13.701	18.72±2.075	14.61±1.190	حي الزعيم / الموقع الثاني	S ₅₅
5.06±0.599	137.26±11.313	13.28±1.661	8.86±0.661	حي الجديدة / الموقع الاول	S ₅₆
15.45±0.966	291.73±16.519	14.59±1.928	11.32±0.817	حي الجديدة / الموقع الثاني	S ₅₇
4.33±0.570	177.60±12.170	13.08±1.635	9.76±0.683	حي الاستقامة / الموقع الاول	S ₅₈
6.34±0.683	136.67±12.088	14.09±1.802	6.58±0.887	حي الاستقامة / الموقع الثاني	S ₅₉
12.87±0.894	254.53±15.537	16.29±1.992	14.05±0.888	حي الكرامة / الموقع الاول	S ₆₀
3.99±0.669	116.61±12.580	22.82±2.353	11.08±0.822	حي صوب الشامية / الموقع الاول	S ₆₁
6.24±0.768	226.22±15.873	15.33±2.059	2.94±0.521	حي صوب الشامية / الموقع الثاني	S ₆₂
2.43±0.639	119.46±13.124	17.70±2.180	6.70±1.004	حي الكرار / الموقع الاول	S ₆₃
16.49±1.039	329.26±18.135	40.16±3.099	10.21±0.817	حي الكرار / الموقع الثاني	S ₆₄
11.25±0.911	235.93±16.100	17.31±0.738	11.52±0.860	حي الكرار / الموقع الثالث	S ₆₅
17.91±1.003	199.77±14.205	29.76±2.558	17.86±0.984	حي الخضراء/الموقع الاول	S ₆₆
9.16±0.771	247.16±14.859	24.94±2.31	15.82±0.909	حي الخضراء / الموقع الثاني	S ₆₇
17.98±1.066	357.05±18.584	27.36±2.601	12.86±1.222	حي الخضراء / الموقع الثالث	S ₆₈
18.64±1.087	206.07±15.392	16.84±2.137	9.39±0.789	حي الصناعي / الموقع الاول	S ₆₉
18.78±1.090	212.78±15.554	21.16±2.345	9.72±0.800	حي الصناعي / الموقع الثاني	S ₇₀
17.93±1.071	194.12±15.099	39.30±3.069	19.04±1.420	حي رمضان / الموقع الاول	S ₇₁
15.64±1.019	210.55±15.500	39.94±3.091	19.12±1.422	حي رمضان / الموقع الثاني	S ₇₂
9.87±0.874	240.41±16.203	26.34±2.573	15.23±0.970	حي الجزائر / الموقع الاول	S ₇₃
17.93±1.071	266.54±16.795	37.35±2.999	23.59±1.182	حي الجزائر / الموقع الثاني	S ₇₄
15.10±0.993	161.03±14.061	29.63±2.677	24.63±1.193	حي المعلمين / الموقع الاول	S ₇₅
16.28±0.968	216.59±14.598	22.37±2.260	24.65±1.141	حي المعلمين / الموقع الثاني	S ₇₆

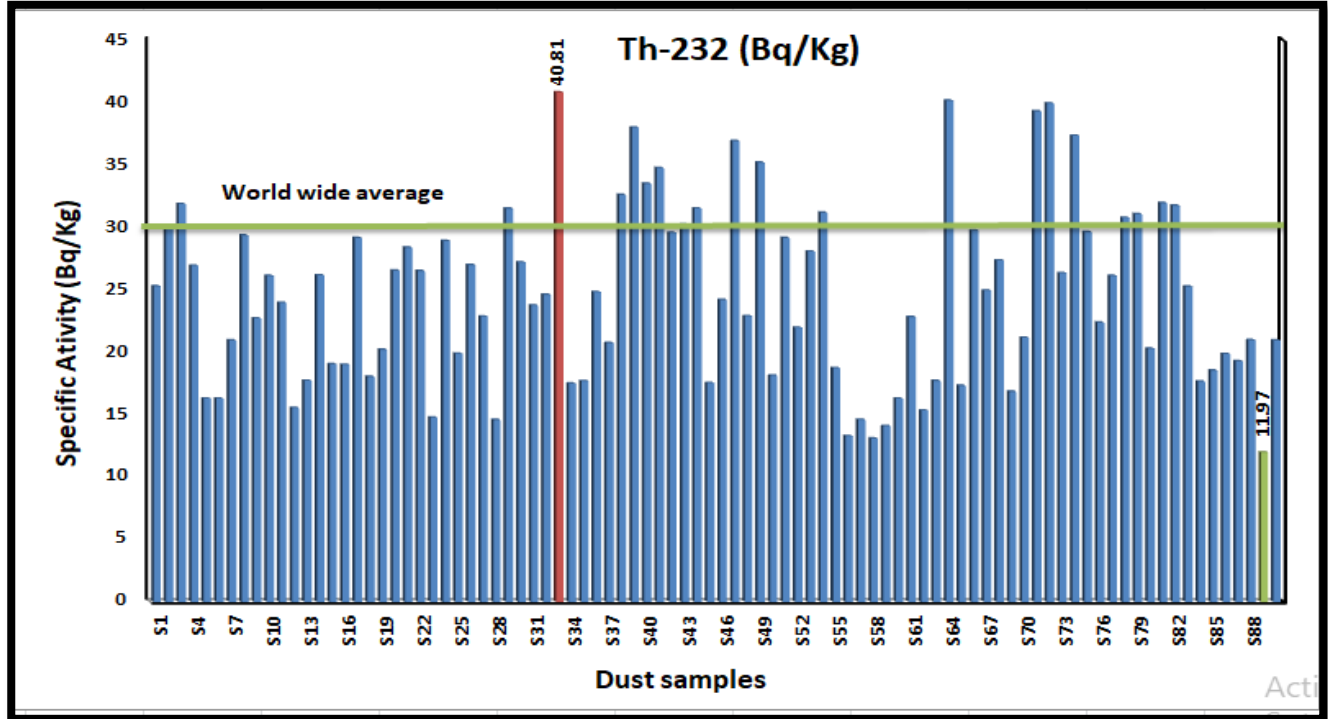
14.40±0.990	158.28±14.185	26.12±2.564	4.53±0.598	حي التراث / الموقع الاول	S ₇₇
15.95±1.020	121.23±13.078	30.78±2.738	10.11±1.127	حي التراث / الموقع الثاني	S ₇₈
17.44±0.977	123.12±12.023	31.06±2.56	12.98±0.840	حي التراث / الموقع الثالث	S ₇₉
7.58±0.809	180.68±14.763	20.29±2.305	12.72±0.897	حي العذارية / الموقع الاول	S ₈₀
9.87±0.874	234.44±16.065	31.95±2.798	5.46±0.639	حي العروبة الاولى / الموقع الاول	S ₈₁
6.48±0.776	112.74±12.932	31.74±2.790	22.47±1.516	حي العروبة الثانية / الموقع الاول	S ₈₂
8.58±0.838	247.13±16.357	25.26±2.527	6.04±0.977	حي العروبة الثالثة / الموقع الاول	S ₈₃
10.66±0.839	244.35±15.313	17.66±2.058	10.32±1.071	حي السراي / الموقع الاول	S ₈₄
17.89±0.992	213.41±14.354	18.53±2.067	10.92±0.783	حي الضباط / الموقع الاول	S ₈₅
8.67±0.840	286.70±17.237	19.86±2.285	16.51±1.345	حي الضباط / الموقع الثاني	S ₈₆
8.42±0.816	278.35±16.735	19.28±2.218	16.03±1.306	حي المتقاعدين / الموقع الاول	S ₈₇
18.11±1.049	246.24±15.924	20.97±2.284	10.13±1.105	حي الجمهوري الغربي / الموقع الاول	S ₈₈
18.02±1.073	166.49±14.400	11.97±0.631	14.42±0.947	حي الجمهوري الغربي / الموقع الثاني	S ₈₉
7.48±0.806	210.55±15.500	20.94±2.335	15.62±0.981	حي الفاضلية / الموقع الاول	S ₉₀
9.73±0.833	227.88±15.388	24.59±2.371	14.22±1.003	المعدل الموزون	
14.8	400	30	35	المعدل العالمي [140, 124]	

أعلى قيمة للفعالية الإشعاعية للنماذج . 

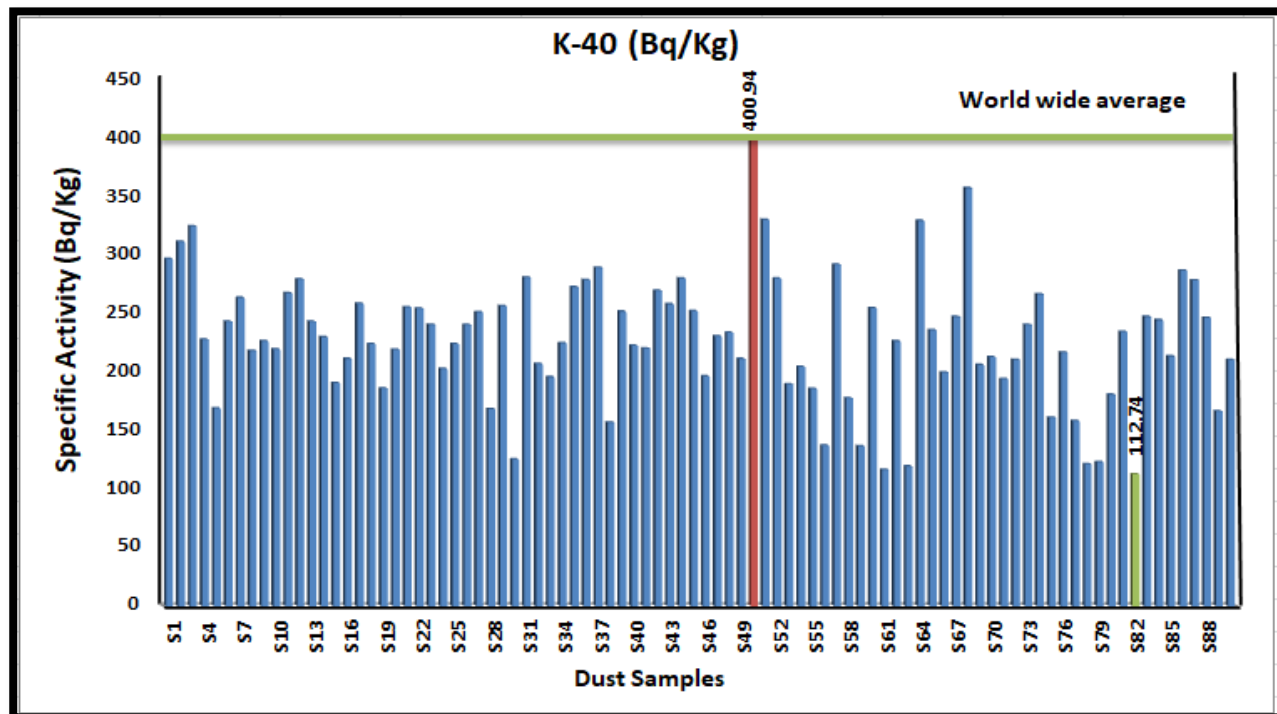
أقل قيمة للفعالية الإشعاعية للنماذج . 



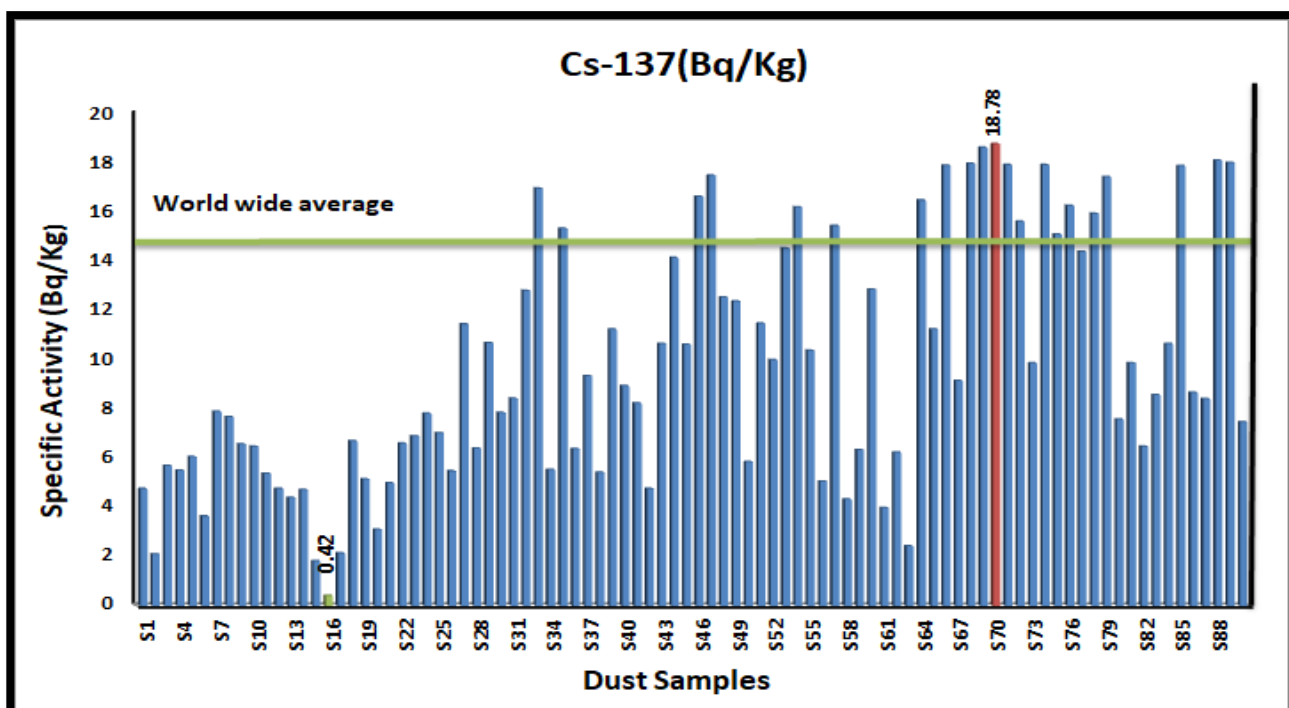
الشكل (1-4) مستويات الفعالية النوعية لليورانيوم-238 في نماذج الغبار في مدينة الديوانية



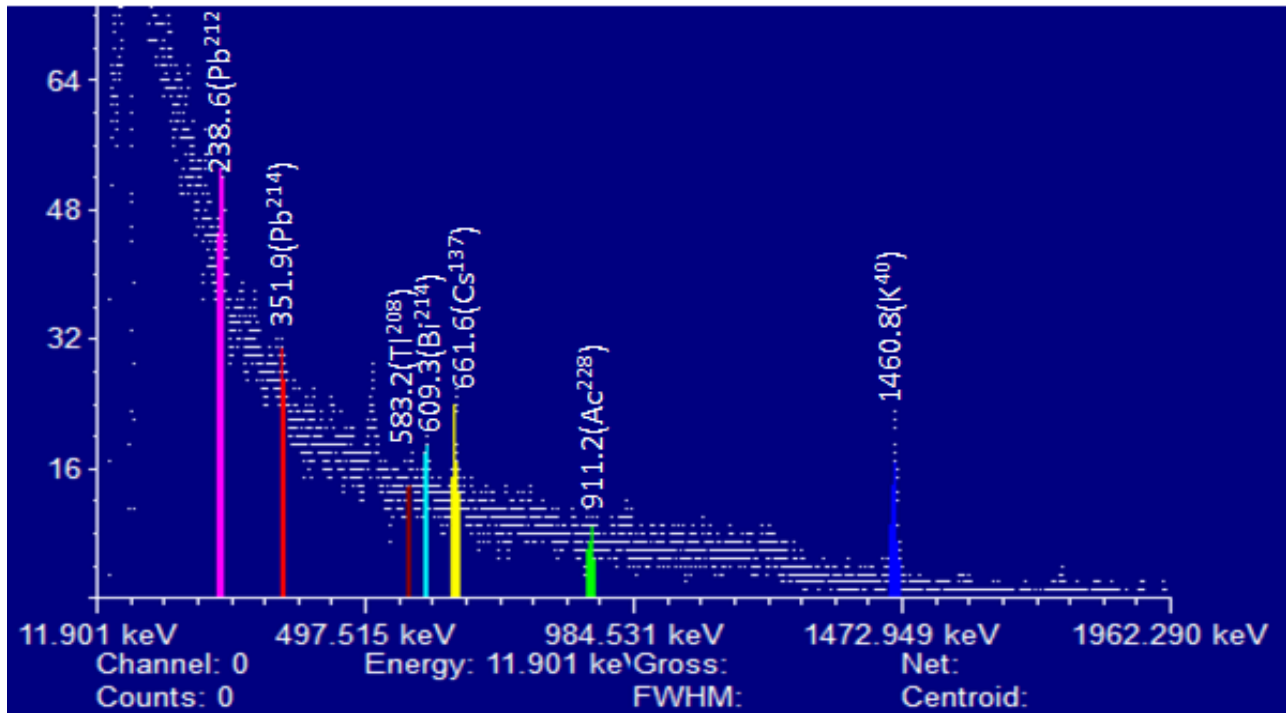
الشكل (2-4) مستويات الفعالية النوعية للثوريوم-232 في نماذج الغبار في مدينة الديوانية



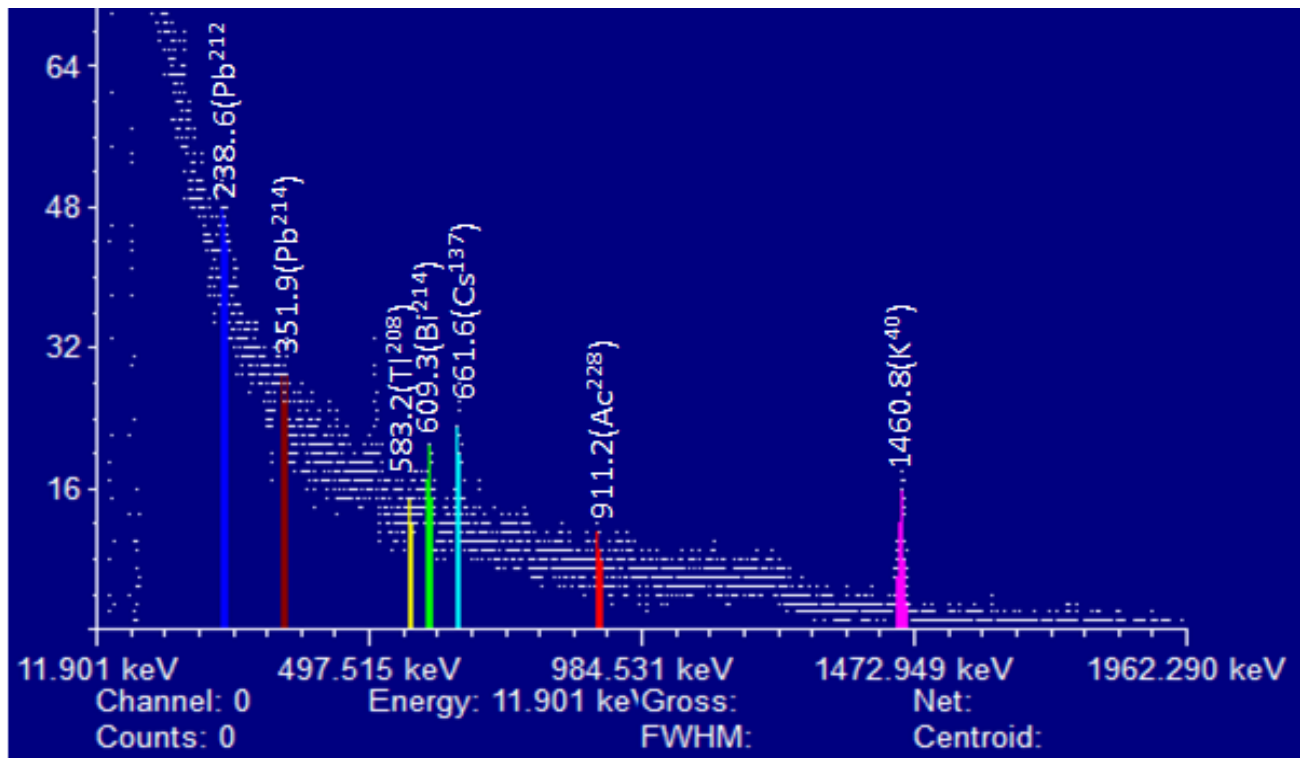
الشكل (3-4) مستويات الفعالية النوعية للبوتاسيوم-40 في نماذج الغبار في مدينة الديوانية.



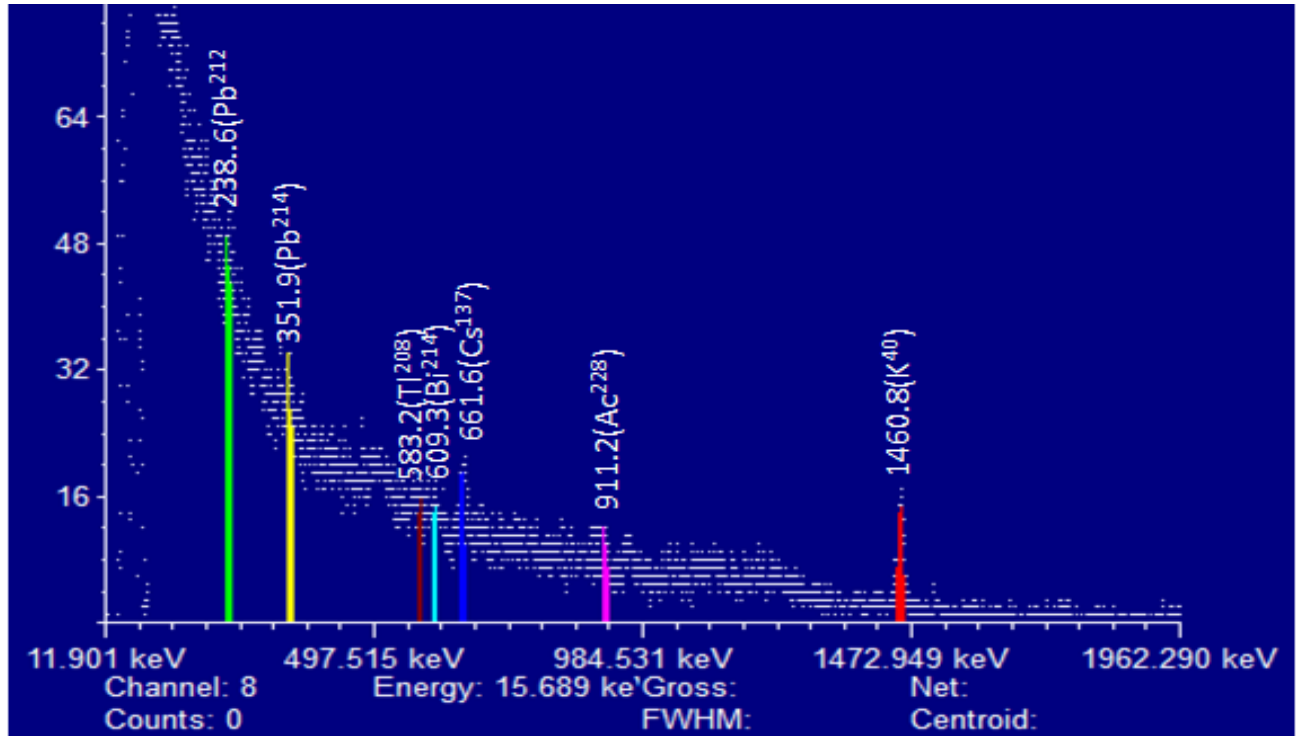
الشكل (4-4) مستويات الفعالية النوعية للسيزيوم-137 في نماذج الغبار في مدينة الديوانية.



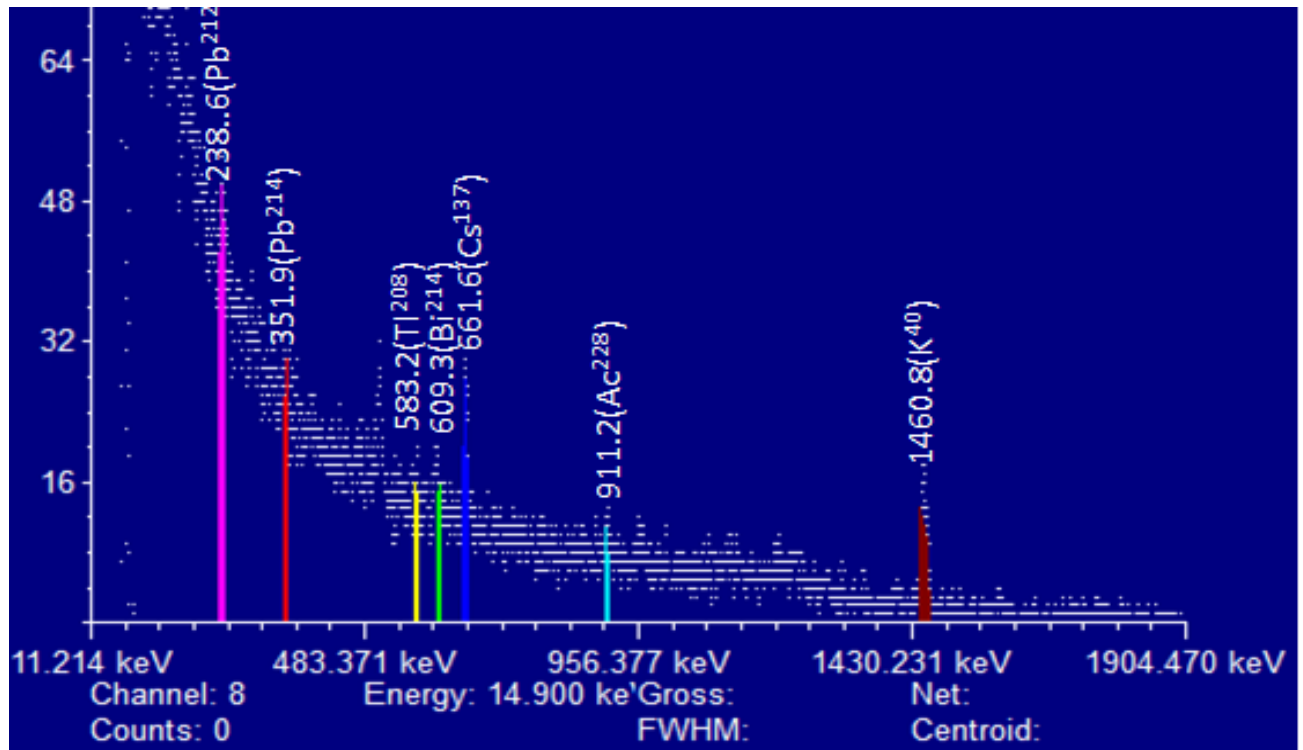
الشكل (4-5) طيف أشعة كاما المسجل لأنموذج الغبار (S₁₅)



الشكل (4-6) طيف أشعة كاما المسجل لأنموذج الغبار (S₂₈)



الشكل (7-4) طيف أشعة كاما المسجل لأنموذج الغبار (S_{33})



الشكل (8-4) طيف أشعة كاما المسجل لأنموذج الغبار (S_{88})

(2-2-4) تقييم معاملات الخطورة الإشعاعية لنماذج الغبار (Evaluation of Radiological Hazard Indices for dust Samples)

من خلال الجدول (2-4) يمكن ملاحظة أن اقل قيمة لفعالية الراديوم المكافئة (Ra_{eq}) في نماذج الغبار (37.255 Bq/kg) للأنموذج (S_{59}) (حي الاستقامة /الموقع الثاني)، وأعلى قيمة (101.099 Bq/kg) للأنموذج (S_{49}) (حي الصادق الاول /الموقع الاول) ، والمعدل العام لفعالية الراديوم المكافئة (66.938 Bq/kg) . النتائج الحالية تبين ان معدل فعالية الراديوم المكافئة في مدينة الديوانية - محافظة القادسية يكون اقل من المعدل العالمي لفعالية الراديوم المكافئة والبالغة (370 Bq/kg) [140, 124].

وأن اقل قيمة لمعدل الجرعة الممتصة في الهواء (D_v) في نماذج الغبار (17.250 nGy/h) للأنموذج (S_{59}) (حي الاستقامة /الموقع الثاني) ، وأعلى قيمة (46.007 nGy/h) للأنموذج (S_{49}) (حي الصادق الاول /الموقع الاول) ، والمعدل العام (30.928 nGy/h) . النتائج الحالية تبين ان معدل الجرعة الممتصة في الهواء في مدينة الديوانية - محافظة القادسية يكون اقل من المعدل العالمي والبالغة (55 nGy/h) [140, 124].

كما أن اقل قيمة لمعدل الجرعة الفعالة المكافئة السنوية للتعرض الخارجي ($AEDE_{out}$) في نماذج الغبار (0.0211 mSv/y) للأنموذج (S_{59}) (حي الاستقامة /الموقع الثاني)، وأعلى قيمة (0.0564 mSv/y) للأنموذج (S_{49}) (حي الصادق الاول /الموقع الاول)، والمعدل العام (0.0379 mSv/y) . النتائج الحالية تبين ان معدل الجرعة الفعالة السنوية الخارجي في مدينة الديوانية - محافظة القادسية يكون اقل من المعدل العالمي والبالغة (1 mSv/y) [140, 124].

كما أن اقل قيمة لمعدل الجرعة الفعالة السنوية للتعرض الداخلي ($AEDE_{in}$) في نماذج الغبار (0.084 mSv/y) للأنموذج (S_{59}) (حي الاستقامة /الموقع الثاني) ، وأعلى قيمة (0.225 mSv/y) للأنموذج (S_{49}) (حي الصادق الاول /الموقع الاول)، والمعدل العام

(0.151 mSv/y). النتائج الحالية تبين ان معدل الجرعة الفعالة السنوية الداخلي في مدينة الديوانية - محافظة القادسية يكون اقل من المعدل العالمي والبالغة (1 mSv/y) [140, 124].

كما أن اقل قيمة لدليل الخطورة الخارجي (H_{ex}) في نماذج الغبار (0.100) للأنموذج (S_{59}) (حي الاستقامة /الموقع الثاني)، وأعلى قيمة (0.273) للأنموذج (S_{49}) (حي الصادق الاول /الموقع الاول) ، والمعدل العام (0.180). النتائج الحالية تبين ان معدل دليل الخطورة الخارجي في مدينة الديوانية - محافظة القادسية يكون اقل من المعدل العالمي والبالغة (1) [140, 124].

وان اقل قيمة لدليل الخطورة الداخلي (H_{in}) في نماذج الغبار (0.118) للأنموذج (S_{59}) (حي الاستقامة /الموقع الثاني)، وأعلى قيمة (0.366) للأنموذج (S_{49}) (حي الصادق الاول /الموقع الاول) ، والمعدل العام (0.219). النتائج الحالية تبين ان معدل دليل الخطورة الداخلي في مدينة الديوانية - محافظة القادسية يكون اقل من المعدل العالمي والبالغة (1) [140, 124].

كما أن اقل قيمة لدليل الخطورة لأشعة كاما (I_γ) في نماذج الغبار (0.275) للأنموذج (S_{59}) (حي الاستقامة /الموقع الثاني)، وأعلى قيمة (0.722) للأنموذج (S_{49}) (حي الصادق الاول /الموقع الاول)، والمعدل العام (0.492). النتائج الحالية تبين ان دليل الخطورة لأشعة كاما في مدينة الديوانية - محافظة القادسية يكون اقل من المعدل العالمي والبالغة (1) [140, 124].

الأشكال من (4-9) الى (4-15) توضح مستويات مؤشرات الخطورة الاشعاعية في نماذج الغبار في مدينة الديوانية .

الجدول (2-4) معاملات الخطورة الإشعاعية (فعالية الراديوم المكافئة، ومعدل الجرعة الممتصة في الهواء، والجرعة الفعالة السنوية للتعرض الخارجي والداخلي، ودليل الخطورة الخارجي والداخلي، ودليل الخطورة لاشعة كاما) في نماذج الغبار لمدينة الديوانية .

Iy	Hazard Index		AEDE (mSv/y)		D _v (nGy/h)	Ra _{eq} (Bq/Kg)	اسم المنطقة	رمز الأنموذج ج
	H _{in}	H _{ex}	In	Out				
0.554	0.243	0.201	0.170	0.0427	34.852	74.606	حي الجامعة / الموقع الاول	S ₁
0.656	0.300	0.240	0.203	0.0507	41.385	89.146	حي الجامعة / الموقع الثاني	S ₂
0.703	0.326	0.258	0.218	0.0545	44.441	95.801	حي الثقافي / الموقع الاول	S ₃
0.510	0.223	0.187	0.156	0.0391	31.944	69.428	حي الحكيم / الموقع الاول	S ₄
0.352	0.160	0.129	0.109	0.0272	22.227	47.867	حي الحكيم / الموقع الثاني	S ₅
0.448	0.214	0.163	0.140	0.0350	28.571	60.619	حي الاساتذة / الموقع الاول	S ₆
0.479	0.212	0.174	0.148	0.0370	30.201	64.447	حي الحضارة / الموقع الاول	S ₇
0.530	0.232	0.195	0.162	0.0406	33.138	72.439	حي الحضارة / الموقع الثاني	S ₈
0.435	0.181	0.158	0.133	0.0332	27.146	58.539	حي الفرات / الموقع الاول	S ₉
0.510	0.230	0.188	0.157	0.0393	32.073	69.716	حي الفرات / الموقع الثاني	S ₁₀
0.546	0.252	0.200	0.169	0.0423	34.532	74.140	حي الصدر الاول / الموقع الاول	S ₁₁
0.414	0.176	0.147	0.127	0.0319	26.057	54.604	حي الصدر الاول / الموقع الثاني	S ₁₂
0.383	0.155	0.137	0.117	0.0293	23.933	50.755	حي السلام / الموقع الاول	S ₁₃
0.526	0.239	0.193	0.162	0.0405	33.098	71.803	حي الصدر الثاني / الموقع الاول	S ₁₄
0.355	0.144	0.128	0.108	0.0271	22.108	47.662	حي الصدر الثاني / الموقع الثاني	S ₁₅
0.432	0.199	0.158	0.134	0.0335	27.354	58.738	حي الزراعيين / الموقع الاول	S ₁₆
0.587	0.266	0.216	0.181	0.0453	36.985	80.206	حي الجمعية / الموقع الاول	S ₁₇
0.395	0.169	0.142	0.121	0.0304	24.812	52.947	حي الجمهوري الشرقي / الموقع الاول	S ₁₈
0.448	0.215	0.166	0.139	0.0348	28.426	61.540	حي الجمهوري الشرقي / الموقع الثاني	S ₁₉
0.497	0.217	0.182	0.152	0.0381	31.101	67.669	حي الوحدة / الموقع الاول	S ₂₀

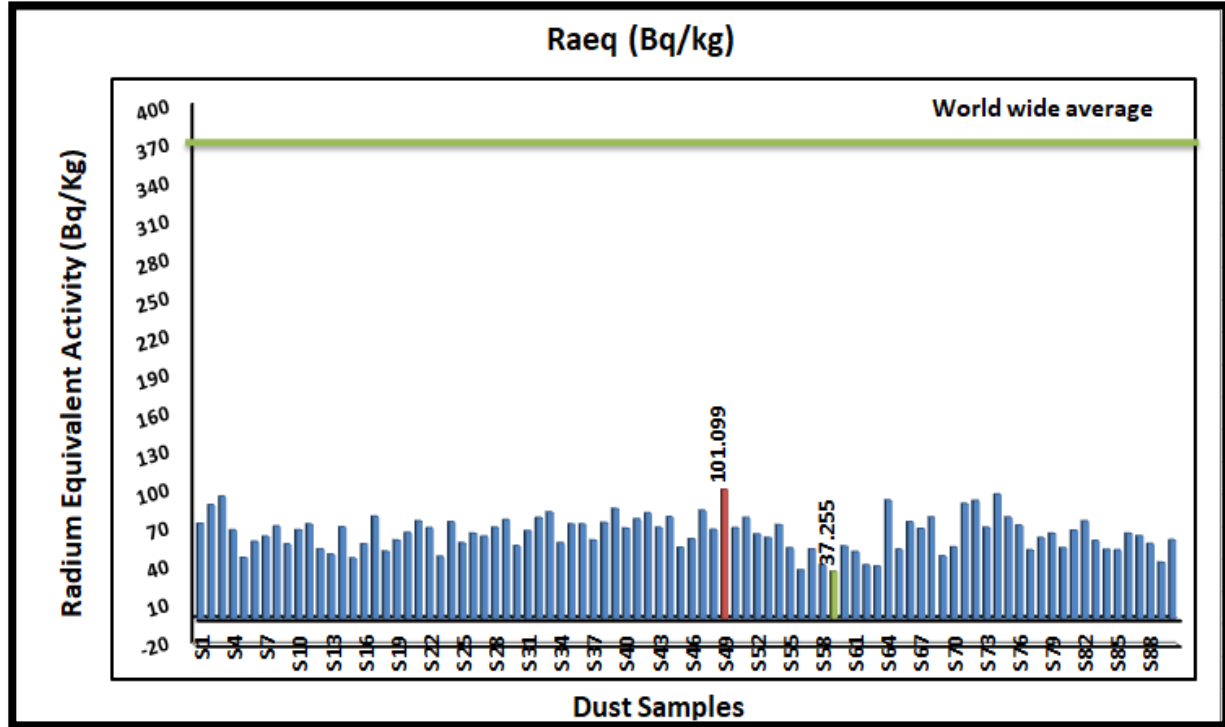
0.563	0.251	0.206	0.173	0.0433	35.357	76.628	حي الوحدة / الموقع الثاني	S ₂₁
0.526	0.229	0.192	0.161	0.0404	32.963	71.229	حي النهضة / الموقع الاول	S ₂₂
0.369	0.157	0.132	0.114	0.0285	23.241	48.931	حي النهضة / الموقع الثاني	S ₂₃
0.549	0.255	0.204	0.169	0.0424	34.624	75.803	حي النهضة / الموقع الثالث	S ₂₄
0.440	0.197	0.160	0.135	0.0330	27.721	59.472	حي الابرار / الموقع الاول	S ₂₅
0.494	0.206	0.180	0.151	0.0377	30.785	66.757	حي الانصار / الموقع الاول	S ₂₆
0.480	0.208	0.174	0.147	0.0369	30.118	64.667	حي الانصار / الموقع الثاني	S ₂₇
0.509	0.295	0.193	0.163	0.0407	33.250	71.526	حي العراق / الموقع الاول	S ₂₈
0.570	0.243	0.209	0.174	0.0436	35.588	77.497	حي العدالة / الموقع الاول	S ₂₉
0.412	0.177	0.154	0.125	0.0314	25.630	57.150	حي العدالة / الموقع الثاني	S ₃₀
0.513	0.222	0.186	0.158	0.0395	32.236	68.966	حي العصري / الموقع الاول	S ₃₁
0.572	0.290	0.214	0.179	0.0448	36.540	79.367	حي الشرطة / الموقع الاول	S ₃₂
0.605	0.252	0.225	0.183	0.0459	37.451	83.476	حي الشرطة / الموقع الثاني	S ₃₃
0.440	0.207	0.161	0.137	0.0342	27.942	59.646	حي الجنوب / الموقع الاول	S ₃₄
0.543	0.275	0.200	0.171	0.0428	34.896	74.090	حي الجنوب / الموقع الثاني	S ₃₅
0.548	0.246	0.200	0.169	0.0423	34.543	74.121	حي الثقليين / الموقع الاول	S ₃₆
0.465	0.193	0.166	0.142	0.0357	29.116	61.732	حي الزهراء / الموقع الاول	S ₃₇
0.541	0.248	0.203	0.166	0.0415	33.904	75.307	حي الزهراء / الموقع الثاني	S ₃₈
0.631	0.266	0.233	0.192	0.0481	39.252	86.286	حي الغدير / الموقع الاول	S ₃₉
0.522	0.207	0.191	0.157	0.0394	32.199	70.852	حي الموظفين / الموقع الاول	S ₄₀
0.571	0.242	0.211	0.174	0.0435	35.533	78.256	حي الموظفين / الموقع الثاني	S ₄₁
0.606	0.276	0.223	0.187	0.0468	38.218	82.778	حي الامير / الموقع الاول	S ₄₂
0.531	0.216	0.193	0.161	0.0404	32.963	71.638	حي الوفاء / الموقع الاول	S ₄₃
0.589	0.250	0.215	0.180	0.0451	36.774	79.753	حي الاسكان / الموقع الاول	S ₄₄
0.420	0.182	0.151	0.129	0.0324	26.423	56.000	حي الاسكان / الموقع الثاني	S ₄₅
0.458	0.203	0.168	0.140	0.0352	28.726	62.541	حي الاسكان / الموقع الثالث	S ₄₆

0.617	0.267	0.228	0.188	0.0471	38.460	84.716	حي الصادق الثاني / الموقع الاول	S ₄₇
0.512	0.240	0.188	0.158	0.0397	32.403	69.845	حي الصادق الثاني / الموقع الثاني	S ₄₈
0.722	0.366	0.273	0.225	0.0564	46.007	101.099	حي الصادق الاول / الموقع الاول	S ₄₉
0.545	0.231	0.192	0.168	0.0421	34.362	71.286	حي الصادق الاول / الموقع الثاني	S ₅₀
0.593	0.247	0.214	0.181	0.0454	37.047	79.388	حي الصادق الاول / الموقع الثالث	S ₅₁
0.495	0.215	0.179	0.152	0.0382	31.147	66.402	حي التضامن / الموقع الاول	S ₅₂
0.466	0.195	0.171	0.142	0.0355	28.977	63.650	حي التضامن / الموقع الثاني	S ₅₃
0.536	0.234	0.198	0.164	0.0410	33.455	73.526	حي الزعيم / الموقع الاول	S ₅₄
0.408	0.189	0.150	0.126	0.0316	25.804	55.689	حي الزعيم / الموقع الثاني	S ₅₅
0.283	0.127	0.103	0.087	0.0218	17.846	38.438	حي الجديدة / الموقع الاول	S ₅₆
0.415	0.178	0.147	0.128	0.0321	26.215	54.665	حي الجديدة / الموقع الثاني	S ₅₇
0.314	0.140	0.113	0.097	0.0243	19.822	42.156	حي الاستقامة / الموقع الاول	S ₅₈
0.275	0.118	0.100	0.084	0.0211	17.250	37.255	حي الاستقامة / الموقع الثاني	S ₅₉
0.426	0.191	0.153	0.132	0.0330	26.948	56.952	حي الكرامة / الموقع الاول	S ₆₀
0.379	0.172	0.142	0.116	0.0291	23.770	52.704	حي صوب الشامية / الموقع الاول	S ₆₁
0.323	0.122	0.114	0.098	0.0246	20.057	42.294	حي صوب الشامية / الموقع الثاني	S ₆₂
0.301	0.129	0.111	0.092	0.0230	18.773	41.222	حي الكرار / الموقع الاول	S ₆₃
0.689	0.278	0.251	0.209	0.0523	42.709	93.004	حي الكرار / الموقع الثاني	S ₆₄
0.407	0.178	0.147	0.125	0.0314	25.619	54.448	حي الكرار / الموقع الثالث	S ₆₅
0.549	0.253	0.204	0.169	0.0423	34.561	75.809	حي الخضراء / موقع الاول	S ₆₆
0.519	0.233	0.190	0.160	0.0400	32.683	70.524	حي الخضراء / الموقع الثاني	S ₆₇
0.597	0.249	0.214	0.183	0.0458	37.364	79.496	حي الخضراء / الموقع الثالث	S ₆₈
0.368	0.158	0.133	0.113	0.0283	23.107	49.348	حي الصناعي / الموقع الاول	S ₆₉
0.418	0.178	0.152	0.128	0.0320	26.147	56.370	حي الصناعي / الموقع الثاني	S ₇₀
0.649	0.295	0.243	0.199	0.0498	40.632	90.195	حي رمضان / الموقع الاول	S ₇₁
0.667	0.301	0.249	0.204	0.0512	41.746	92.467	حي رمضان / الموقع الثاني	S ₇₂

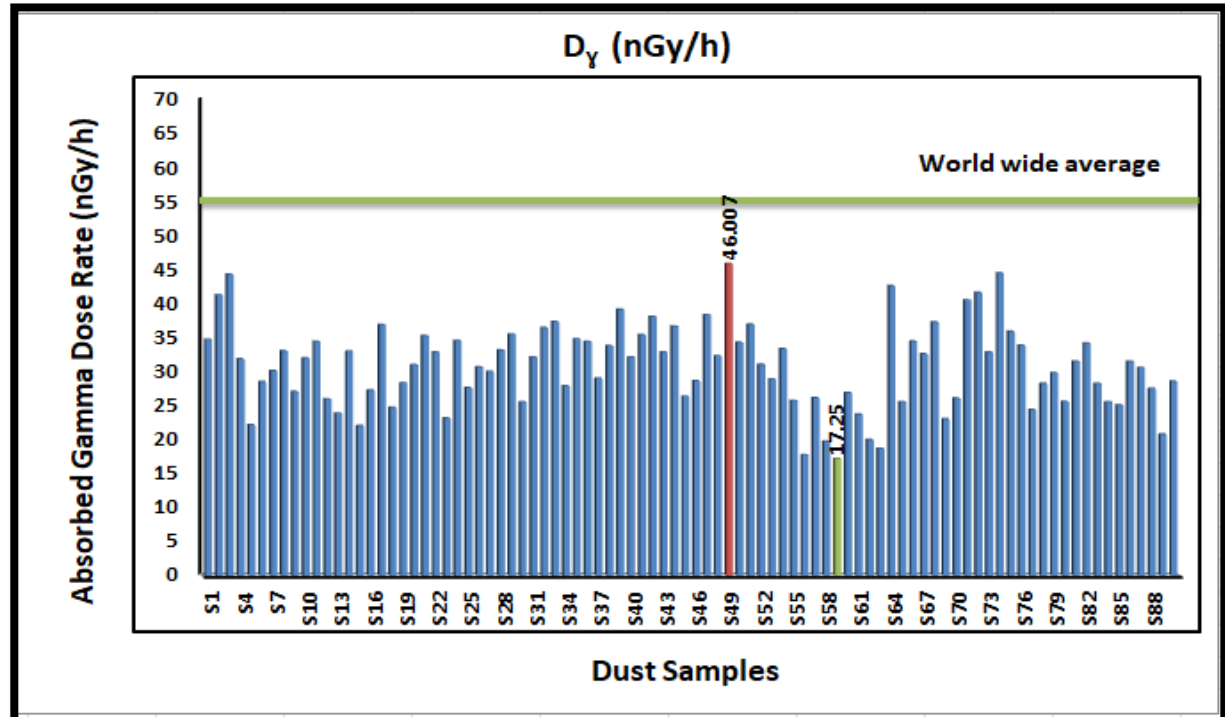
0.525	0.234	0.192	0.161	0.0404	32.978	71.425	حي الجزائر / الموقع الاول	S ₇₃
0.708	0.327	0.263	0.218	0.0546	44.581	97.543	حي الجزائر / الموقع الثاني	S ₇₄
0.567	0.281	0.214	0.176	0.0441	35.998	79.417	حي المعلمين / الموقع الاول	S ₇₅
0.532	0.264	0.198	0.166	0.0416	33.935	73.324	حي المعلمين / الموقع الثاني	S ₇₆
0.397	0.158	0.146	0.120	0.0300	24.477	54.086	حي التراث / الموقع الاول	S ₇₇
0.456	0.198	0.171	0.138	0.0347	28.325	63.478	حي التراث / الموقع الثاني	S ₇₈
0.479	0.215	0.180	0.146	0.0366	29.897	66.889	حي التراث / الموقع الثالث	S ₇₉
0.408	0.184	0.150	0.125	0.0314	25.674	55.666	حي العذارية / الموقع الاول	S ₈₀
0.512	0.201	0.186	0.155	0.0387	31.603	69.216	حي العروبة الاولى / الموقع الاول	S ₈₁
0.542	0.267	0.206	0.168	0.0420	34.259	76.553	حي العروبة الثانية / الموقع الاول	S ₈₂
0.457	0.181	0.165	0.139	0.0347	28.360	61.207	حي العروبة الثالثة / الموقع الاول	S ₈₃
0.408	0.174	0.146	0.125	0.0314	25.633	54.409	حي السراي / الموقع الاول	S ₈₄
0.400	0.174	0.145	0.123	0.0308	25.142	53.865	حي الطباط / الموقع الاول	S ₈₅
0.499	0.225	0.180	0.154	0.0387	31.583	66.997	حي الطباط / الموقع الثاني	S ₈₆
0.485	0.218	0.175	0.150	0.0376	30.663	65.046	حي المتقاعدين / الموقع الاول	S ₈₇
0.441	0.186	0.159	0.135	0.0338	27.619	59.089	حي الجمهوري الغربي / الموقع الاول	S ₈₈
0.326	0.158	0.119	0.102	0.0255	20.840	44.370	حي الجمهوري الغربي / الموقع الثاني	S ₈₉
0.453	0.209	0.166	0.140	0.0351	28.649	61.788	حي الفاضلية / الموقع الاول	S ₉₀
0.492	0.219	0.180	0.151	0.0379	30.928	66.938	المعدل	
1	1	1	1	1	55	370	المعدل العالمي [140,124]	

اعلى قيمة لمؤشرات الخطورة الاشعاعية للنماذج .

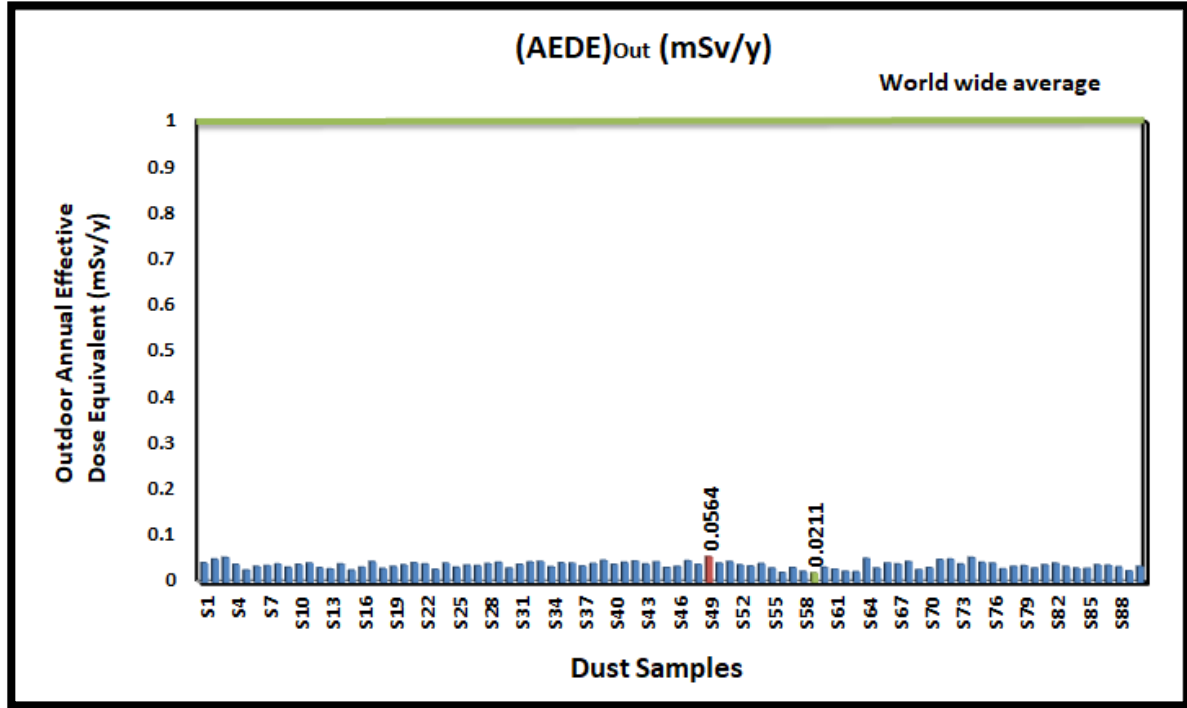
اقل قيمة لمؤشرات الخطورة الاشعاعية للنماذج .



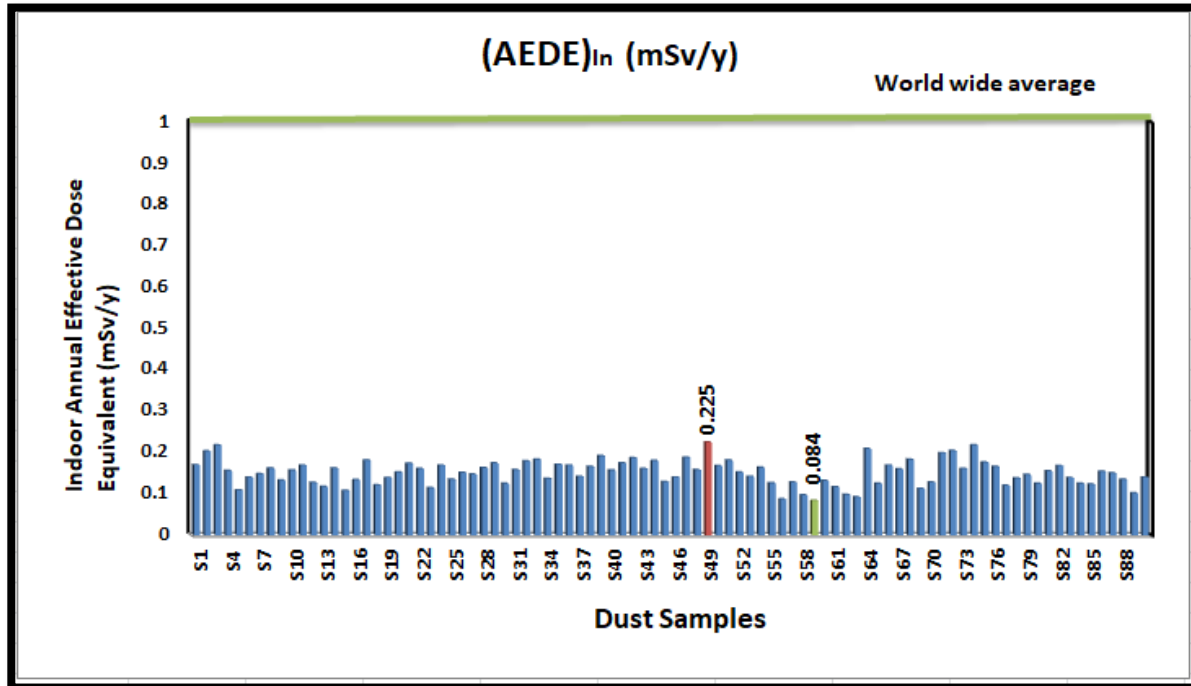
الشكل (9-4) مستويات فعالية الراديوم المكافئة (Ra_{eq}) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية.



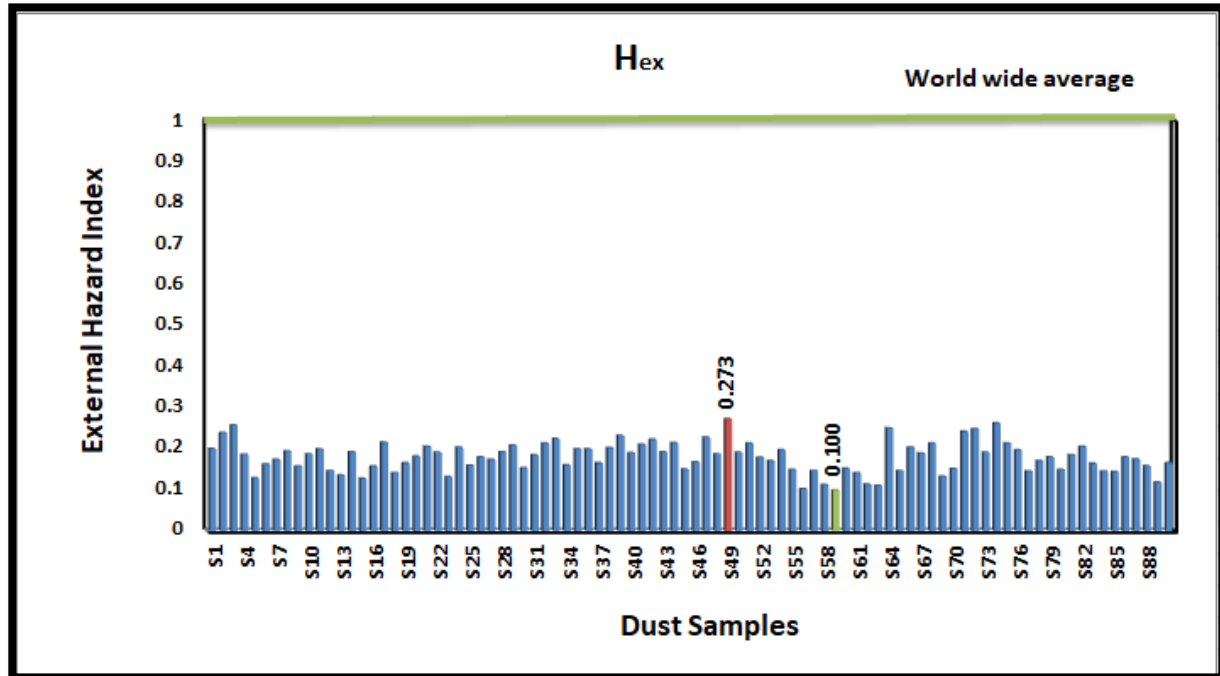
الشكل (10-4) مستويات معدل الجرعة الممتصة في الهواء (D_y) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية.



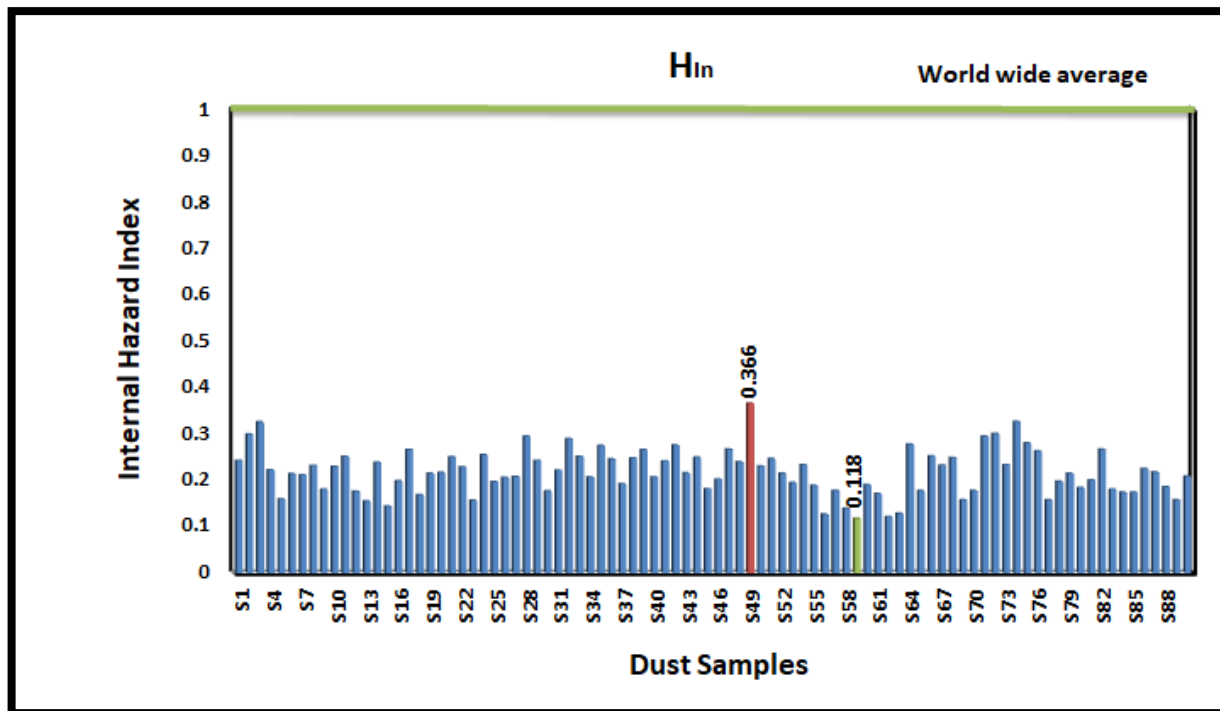
الشكل (4-11) مستويات معدل الجرعة الفعالة السنوية للتعرض الخارجي (AEDE_{out}) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية.



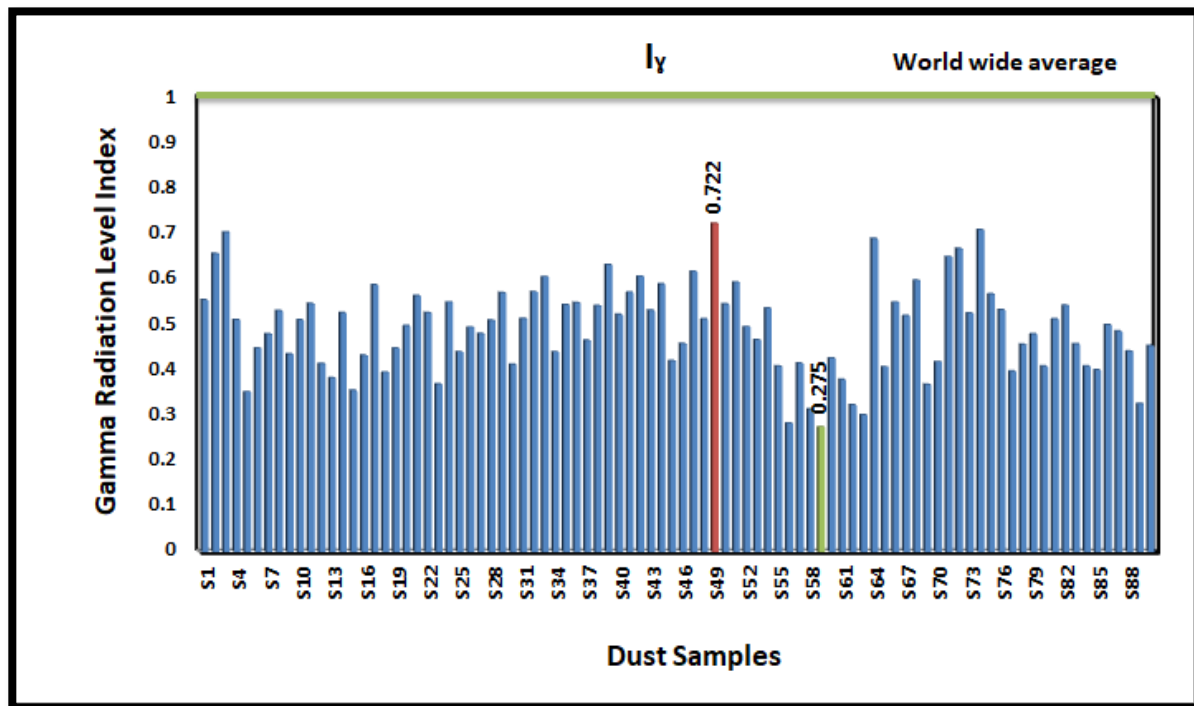
الشكل (4-12) مستويات معدل الجرعة الفعالة السنوية للتعرض الداخلي (AEDE_{in}) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية.



الشكل (4-13) مستويات دليل الخطورة الخارجي (H_{ex}) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية.



الشكل (4-14) مستويات دليل الخطورة الداخلي (H_{in}) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية.



الشكل (4-15) مستويات دليل الخطورة لأشعة كاما (I_{γ}) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية

(3-4) حساب تراكيز المعادن الطينية والعناصر الثقيلة

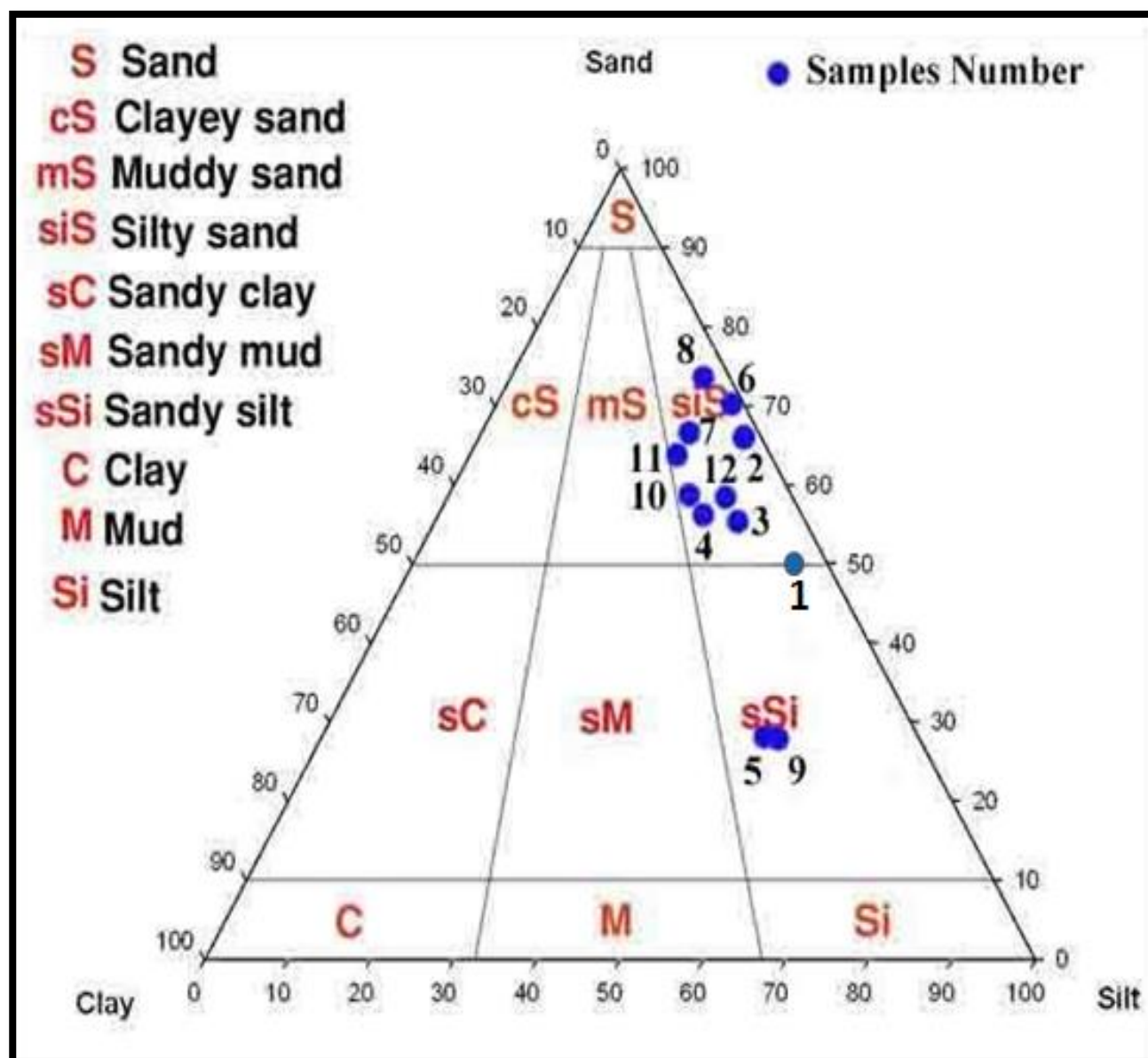
(Calculation of concentrations of clay minerals and heavy metals)

(1-3-4) حساب نسبة المعادن الطينية وغير الطينية في نماذج الغبار

(Calculation of the percentage of clay and non-clay minerals in dust Samples)

ان النتائج التي تم الحصول عليها من التحليل الحجمي الحبيبي لبعض نماذج منطقة الدراسة توضح ان اجزاء الرمل (Sand) والغرين (Silt) هي الاجزاء الرئيسية في تركيب النماذج بينما اجزاء الطين (Clay) يكون تواجدده قليل حيث تتراوح نسبة اجزاء الرمل (72% - 30%) وبمعدل (55.41%) ، بينما تتراوح نسبة الغرين (56% - 24%) وبمعدل (37%) ، اما نسبة الطين فتتراوح (14% - 2%) وبمعدل (8.25%) ان معظم النماذج المختارة كانت ضمن الصنف (Silty Sand) وقلة منها كانت ضمن الصنف (Sandy Silt) كما في الشكل (4-16) ويبين

الجدول (3-4) نتائج التحليل الحجمي الحبيبي لبعض نماذج منطقة الدراسة حسب [141]، ان النتائج التي حصلنا عليها من التحليل الحجمي الحبيبي تعتمد طاقة وسرعة الرياح للعواصف الترابية والتي تحمل المزيج من الحبيبات المختلفة في المواسم الجافة وتشمل الرمال والغرين والطين .

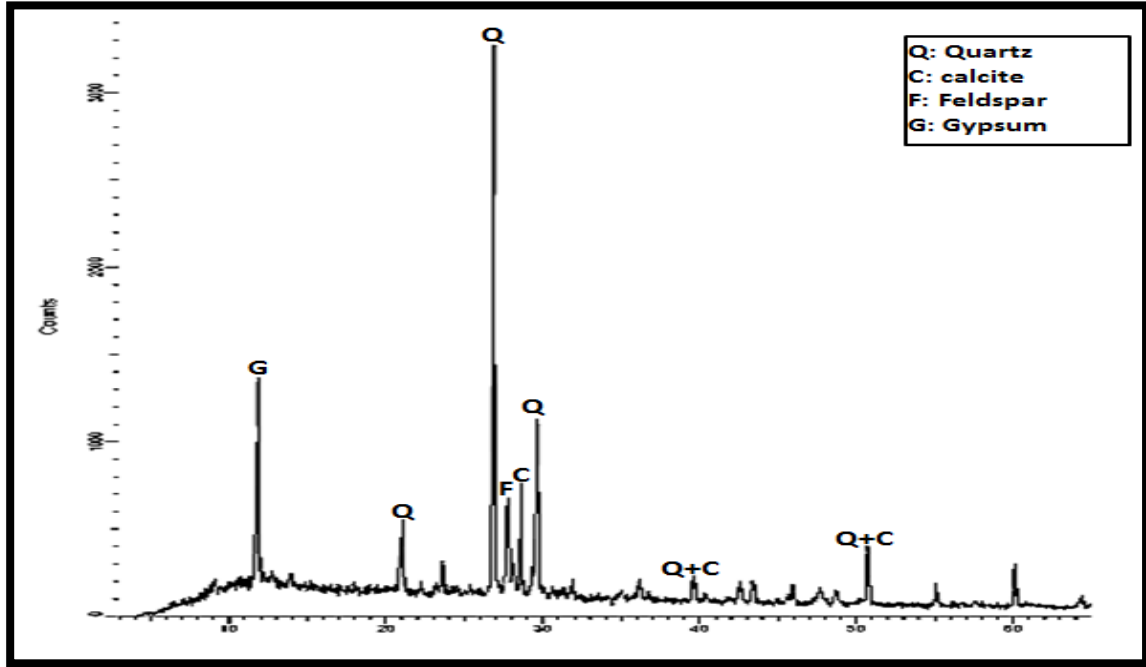


الشكل (4-16) تصنيف نماذج الغبار [141]

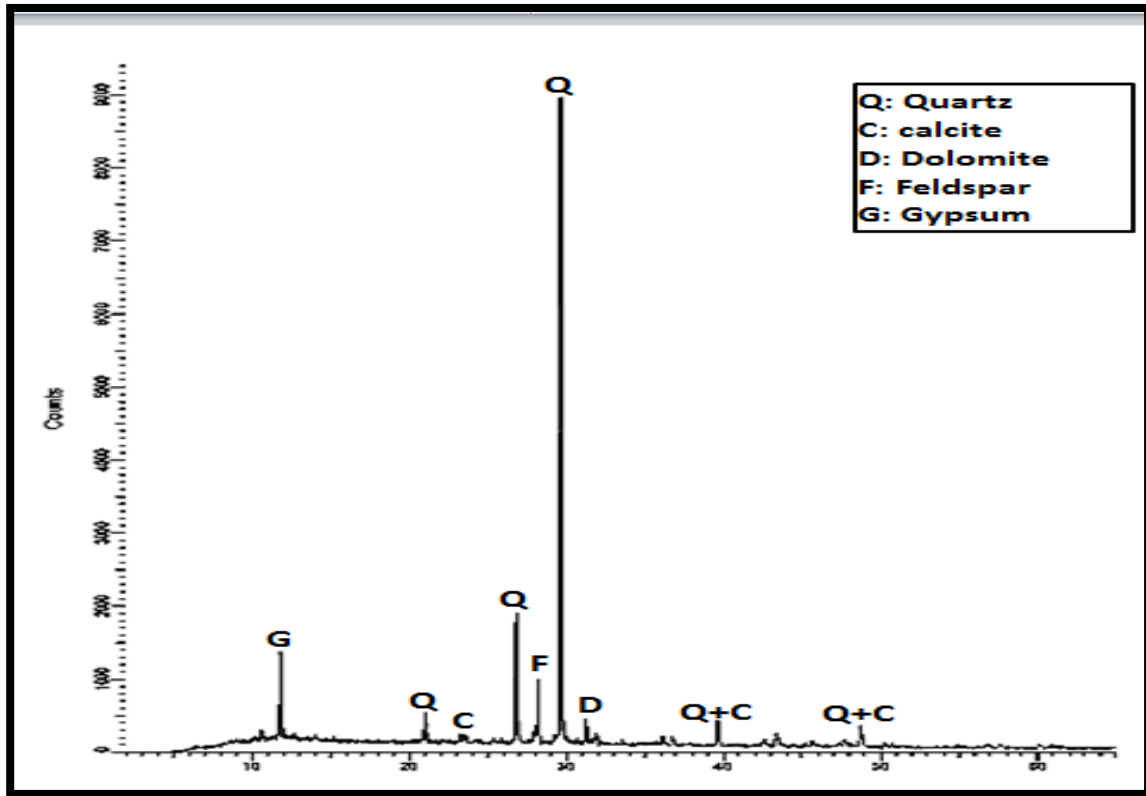
الجدول (3-4) نتائج التحليل الحجمي وتصنيفها

Sample	Sand%	Silt%	Clay%	Classification
S ₁	45	50	5	Sandy Silt
S ₂	64	34	2	Silty Sand
S ₃	54	32	14	Silty Sand
S ₄	56	35	8	Silty Sand
S ₅	30	56	14	Sandy Silt
S ₆	68	29	4	Silty Sand
S ₇	64	28	6	Silty Sand
S ₈	72	24	4	Silty Sand
S ₉	30	56	14	Sandy Silt
S ₁₀	56	36	8	Silty Sand
S ₁₁	66	32	12	Silty Sand
S ₁₂	60	32	8	Silty Sand
Min	30	24	2	
Mix	72	56	14	
Average	55.41	37.0	8.25	

كما تم تمييز وتشخيص المعادن غير الطينية حيث اوضحت نتائج التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية ان المعادن غير الطينية المكونة لـ 12 أنموذج مختار من مناطق قيد الدراسة جرى فحصها في مدى 2θ بين $(2^\circ - 50^\circ)$ هي الجبسم والكوارتز و الكالسيت و الفلسبار و الدولومايت على التوالي كما مبين في الشكل (4-17) و (4-18) لبعض النماذج المختارة لمنطقة الدراسة . اذ جرى تشخيص المعادن غير الطينية ووجد ان معدن الكوارتز الاعلى شدة ، وظهر عند زوايا الانعكاس $(21^\circ, 26^\circ, 29.5^\circ)$ يليه من حيث الشدة الجبسم والذي ظهر عند زاوية انعكاس (11.8°) فضلا عن ظهور معدن الفلسبار بزوايا الانعكاس $(27.5^\circ, 28.0^\circ)$ وظهر كل من معدن الكالسيت والدولومايت عند زوايا الانعكاس $(23.0^\circ, 31.5^\circ)$ على التوالي [142].



الشكل (4-17) منحنى الأشعة السينية (نموذج رقم 1) في منطقة الدراسة



الشكل (4-18) منحنى الأشعة السينية (نموذج رقم 8) في منطقة الدراسة

كما تم تمييز وتشخيص المعادن الطينية في نماذج الغبار للمناطق المختارة بالاعتماد على الانعكاسات القاعدية المميزة لكل معدن [100, 99,98] والشكل (4-19) و (4-20) يوضح المعادن الآتية :

أولاً : معدن البالغورسكايت (Palygorskite minerals) : تم تمييز هذا المعدن في الانعكاس القاعدي الأول عند الزاوية (2θ) $(10.5 A^0)$ ويظهر في الانعكاس القاعدي الثاني $(6.4 A^0)$ ، لا تتأثر انعكاسات هذا المعدن عند معاملة النموذج ببخار الاثيلين كلايكلول ولكن عند تسخينه الى درجة حرارة $(550^0 M)$ ينحرف الانعكاس الى $(10 A^0)$ وتصبح فيه الانعكاسات خفيفة وعريضة نتيجة فقدان الماء مع عدم حصول اي تغيير في تركيب هذا المعدن .

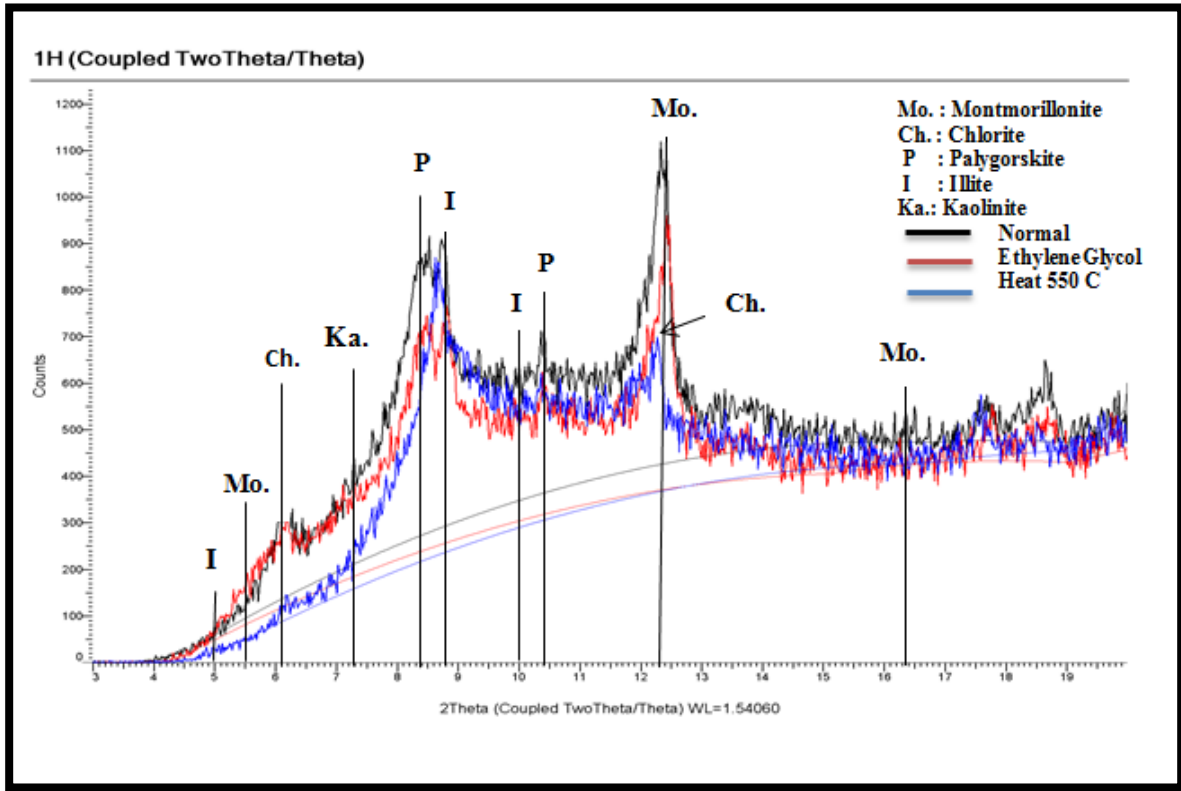
ثانياً : معدن الكاؤولينايت (Kaolinite Minerals) : ميز هذا المعدن في الانعكاس القاعدي الأول عند زاوية (2θ) $(12.4 A^0)$ وبمسافة $(d-7.1A^0)$ ، لا تتأثر انعكاسات هذا المعدن عند معاملة النموذج ببخار الاثيلين كلايكلول ولكن عند تسخينه الى درجة حرارة $(550^0 M)$ تتحطم وتختفي الانعكاسات المميزة لهذا المعدن وذلك لفقدان الهيئة البلورية [143,99] وهذه الميزة تميزه عن معدن الكلورايت والذي يحصل فيه فقدان جزئي للماء ويبقى مكانه مميزاً .

ثالثاً : معدن المونتموريللوناييت (Montmorillonite Mineral) : امكن تمييز هذا المعدن على اساس الانعكاس القاعدي الثاني $(8.5 A^0)$ والانعكاس القاعدي الثالث $(5.5A^0)$.يمتاز المستوى القاعدي الأول كونه غير حاد وذلك لاختلاطها غير المنتظم مع معدن الكلورايت ولكن عند المعاملة بالاثيلين كلايكلول يمتد الانعكاس القاعدي الأول المونتموريللوناييت ليصل الى $(16.3 A^0)$ في حين يبقى انعكاس معدن الكلورايت على حاله في $(14 A^0)$ وعند تسخين النموذج يفقد المونتموريللوناييت جزيئات الماء الموجودة بين طبقاته فتزداد شدة الانعكاس لتصل الى $(10 A^0)$ وهو انعكاس معدن الالاييت .

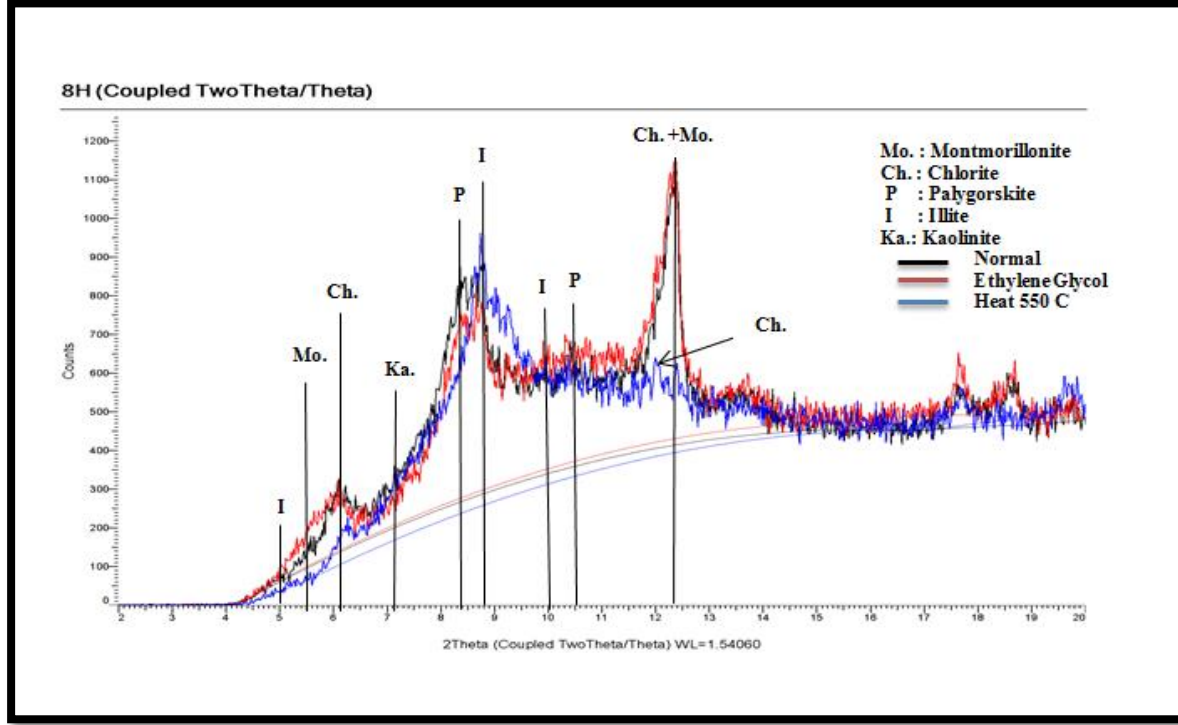
رابعا : معدن الكلورايت (Chlorite Mineral) : شخص هذا المعدن في المستوى القاعدي الاول عند $(12.3 A^0)$ و $(6.1 A^0)$ في المستوى القاعدي الثاني ، ولا تتأثر هذه الانعكاسات عند معاملة النموذج بالاثيلين كلايكول بينما يؤدي عملية التسخين الى زيادة شدة الانعكاس القاعدي الاول .

خامسا : معدن الالاييت (Illite Mineral) : امكن تشخيص الالاييت في الانعكاس القاعدي الاول $(10 A^0)$ كما يظهر في الانعكاس القاعدي الثاني $(5 A^0)$ ولا تتأثر هذه الانعكاسات ببخار الاثيلين كلايكول ولا بالتسخين .

سادسا : الطبقات الطينية المختلطة غير المنتظمة كلورايت - المونتمور يللونايت (Chlorite - Montmorillonite Mixed Layers) : تم تمييز هذه المعادن في المستوى القاعدي الاول عند $(12.3 A^0)$.



الشكل (4-19) منحنى الاشعة السينية للنموذج الكلي (نموذج رقم 1) في منطقة الدراسة



الشكل (20-4) منحنى الاشعة السينية للنموذج الكلي (نموذج رقم 8) في منطقة الدراسة

تبين النتائج المستحصلة للمعادن الطينية والمشخصة في بعض نماذج منطقة الدراسة هي معادن الباليغوسكايت والالاييت والكلورايت والمونتموريللوناييت والمكاؤولينايت ومعادن الطبقات المختلطة مونتوموريللوناييت - كلورايت . وجود هذه المعادن وبهذا التنوع دليل على انها اشتقت من مصادر عده منها الصخور النارية ويدل على وجودها معادن الكاؤولينايت ، كما ان وجود معادن الباليغوسكايت والكلورايت والمعادن المختلطة المونتموريللوناييت - كلورايت يعد دليلا ايضا على ان الصخور النارية القاعدية وفوق القاعدية ساهمت بتجهيز هذه المعادن ، فضلا عن وجود امكانية ان يكون مصدر هذه المعادن في الصخور المتحولة من خلال وجود معادن الالاييت .

اما بالنسبة للأصل الثاني للمعادن الطينية فهو يتمثل بالأصل الفتاتي (Detrital) واليه تعود معظم المعادن الطينية والمتمثلة بمعادن المونتموريللوناييت - كلورايت بالدرجة الاساسية فضلا عن معادن الكاؤولينايت وانها قد نقلت من مناطق تكوينها الى الحوض

الترسيبي ان وجود هذه المعادن الطينية المختلفة في غبار الشوارع في بعض نماذج منطقة البحث يدل على ان هذه المعادن اصلها منقول من مناطق مختلفة مع الغبار لان هذا الغبار عبارة عن ترب مختلفة تكونت من عمليات التجوية المختلفة الميكانيكية والكيميائية للصخور المختلفة وعند تكون التربة فإنها تنتقل مع الرياح اثناء هبوبها الى اماكن بعيدة عن منطقة المصدر وتترسب عند سكون الرياح ولهذا فان غبار الشوارع هو عبارة عن مزيج من ترب منقولة من مصادر عديدة قسم منها اصلها من مناطق صحراوية كالصحراء الغربية التي تهب منها العواصف الترابية والتي تؤثر على محافظات وسط العراق ومنها محافظة الديوانية. اذ من المعروف ان هذه الصحراء تتكون من عدة تكوينات جيولوجية مختلفة ومناطق السباخ (sabkha) ومناطق زراعية ولهذا فان التربة المنقولة منها تكون ذات معادن طينية مختلفة ومن مصادر عديدة وتنتقل مع العواصف الترابية وتترسب في اماكن عديدة . وايضا هناك عواصف غبارية اقليمية مصدرها دول الجوار التي تهب على العراق من اتجاه شمال غربي وجنوب شرقي [144] وتساهم في تزويد المدن بالغبار عند ترسبها، كما ان هناك مصدر اخر مهم هو ما تساهم به عجلات السيارات المختلفة الاحجام بتزويد غبار الشوارع بالأطيان المختلفة اثناء مرورها بالمدينة والتي يكون مصدر هذه الاطيان مختلف ومنقول من عدة مناطق وبمسافات مختلفة ، المصدر الاخر لتزويد غبار الشوارع هو وجود الاراضي الزراعية في المحافظة وعند هبوب الرياح تنتقل قسم من الترب الزراعية وترسبه على الشوارع وارصفة المدينة.

(2-3-4) حساب تراكيز العناصر الثقيلة

(Calculation the concentrations of heavy metals)

تم حساب تراكيز العناصر الثقيلة (Fe, Ni , Cu , Zn , Cd , pb, Co) في عينات الغبار لمناطق الدراسة باستخدام جهاز XRF نوع (Spectro - 2010) والجدول (4-4) يوضح تراكيز هذه العناصر في غبار الشوارع لمناطق الدراسة.

الجدول (4-4) نتائج التحليل الكيميائي لنماذج الغبار لمناطق الدراسة موضحة فيه تراكيز بعض العناصر الثقيلة بوحدة (ppm)

Samples	Pb	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd
S ₁	41.864	7924.0	2.448	49.000	16.111	84.782	2
S ₂	29.425	9992.5	2.448	65.227	15.917	53.804	2
S ₃	18.843	8746.5	2.448	3.627	17.915	70.304	2
S ₄	20.421	7563.5	2.448	45.945	14.306	51.195	2
S ₅	27.476	18413.5	11.176	135.036	28.935	104.347	2
S ₆	32.767	9145.5	2.448	54.472	15.080	58.500	2
S ₇	15.780	17125.5	9.983	98.572	16.368	57.260	2
S ₈	37.037	9772.0	2.448	59.500	23.973	75.978	2
S ₉	64.884	10412.5	2.448	64.527	24.553	74.021	2
S ₁₀	98.116	11952.5	2.448	67.645	51.813	119.739	2
S ₁₁	50.496	9877.0	2.448	56.063	17.722	57.000	2
S ₁₂	37.594	12687.5	2.448	82.281	122.444	85.630	2
Average	39.558	11134.4	3.804	65.158	30.428	74.380	2
World average	10	38000	8	40	30	50	0.06

نتائج التحليل الكيميائي ظهرت بتراكيز مختلفة ، اذ كانت اقل قيمة لتركيز عنصر الرصاص لنماذج الغبار هي (15.780 ppm) في الانموذج (S₇) (في حي الشرطة) ، اما اعلى قيمة فقد بلغت (98.116 ppm) في الانموذج (S₁₀) (في الشارع الرئيسي - حي الخضراء) ، بينما بلغ المعدل العام لتركيز عنصر الرصاص في غبار الشوارع لبعض مناطق مدينة الديوانية بحسب نتائج الدراسة الحالية (39.558 ppm) وعند مقارنتها بالمعدل العالمي فقد وجد أن تركيز الرصاص قد تجاوز المستوى الطبيعي لتركيز عنصر الرصاص في تربة غير ملوثة والبالغ (10 ppm) [145].

اما اقل قيمة لتركيز عنصر الحديد في نماذج غبار الشوارع لبعض مناطق مدينة الديوانية فقد بلغت (7563.5 ppm) في الانموذج (S₄) (في حي الوحدة) ، كما بلغت اعلى قيمة لتركيز عنصر الحديد (18413.5 ppm) في الانموذج (S₅) (في حي الجنوب) ، اما المعدل العام لتركيز

عنصر الحديد فقد بلغ (11134.4 ppm) وقد ظهر انه اقل من الحد المقبول به عالميا والبالغ (38000 ppm) [145] .

ان اقل قيمة لتركيز عنصر الكوبلت لنماذج الغبار بلغت (2.448ppm) في عدة نماذج ($S_1, S_2, S_3, S_4, S_6, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}$) ، اما اعلى قيمة فقد ظهرت في الانموذج (S_5) (في حي الجنوب) وقد كانت (11.176 ppm) ، بينما بلغ المعدل العام لتركيز عنصر الكوبلت في غبار الشوارع لبعض مناطق مدينة الديوانية بحسب نتائج الدراسة الحالية (3.804 ppm) وعند مقارنتها بالمعدل العالمي فقد وجد أن تركيز عنصر الكوبلت ضمن المستوى الطبيعي لتركيز عنصر الكوبلت في تربة غير ملوثة والبالغ (8 ppm) [145] .

كما بلغت اقل قيمة لتركيز عنصر النيكل في نماذج الغبار (3.627 ppm) في الانموذج (S_3) (في حي الصدر الاول) ، بينما كانت اعلى قيمة (135.036 ppm) في الانموذج (S_5) (في حي الجنوب) ، اما المعدل العام لتركيز عنصر النيكل في غبار الشوارع لبعض مناطق مدينة الديوانية فقد كان (65.158 ppm) وعند مقارنتها بالمعدل العالمي فقد وجد أن تركيز عنصر النيكل قد تجاوز المستوى الطبيعي لتركيز عنصر النيكل في تربة غير ملوثة والبالغ (40 ppm) [145] .

وجد ان اقل قيمة لتركيز عنصر النحاس في نماذج الغبار قد بلغ (14.306 ppm) في الانموذج (S_4) (في حي الوحدة) ، بينما كانت اعلى قيمة (122.444 ppm) في الانموذج (S_{12}) (في حي الجمهوري الشرقي) ، اما المعدل العام لتركيز عنصر النحاس في غبار الشوارع لبعض مناطق مدينة الديوانية فقد كان (30.428 ppm) وعند مقارنتها بالمعدل العالمي فقد وجد أن تركيز عنصر النحاس كان تقريبا ضمن مستواه الطبيعي في تربة غير ملوثة والبالغ (30 ppm) [145] .

كما وجد ان ان اقل قيمة لتركيز عنصر الزنك قد بلغ (51.195 ppm) في الانموذج (S_4) (في حي الوحدة) بينما كانت اعلى قيمة (119.739 ppm) في الانموذج (S_{10}) (في حي الخضراء) ، اما المعدل العام لتركيز عنصر الزنك في نماذج غبار الشوارع لبعض مناطق مدينة

الديوانية فقد كان (74.380 ppm) وعند مقارنتها بالمعدل العالمي فقد وجد أن تركيز عنصر الزنك قد تجاوز مستواه الطبيعي في تربة غير ملوثة والبالغ (50 ppm) [145] .

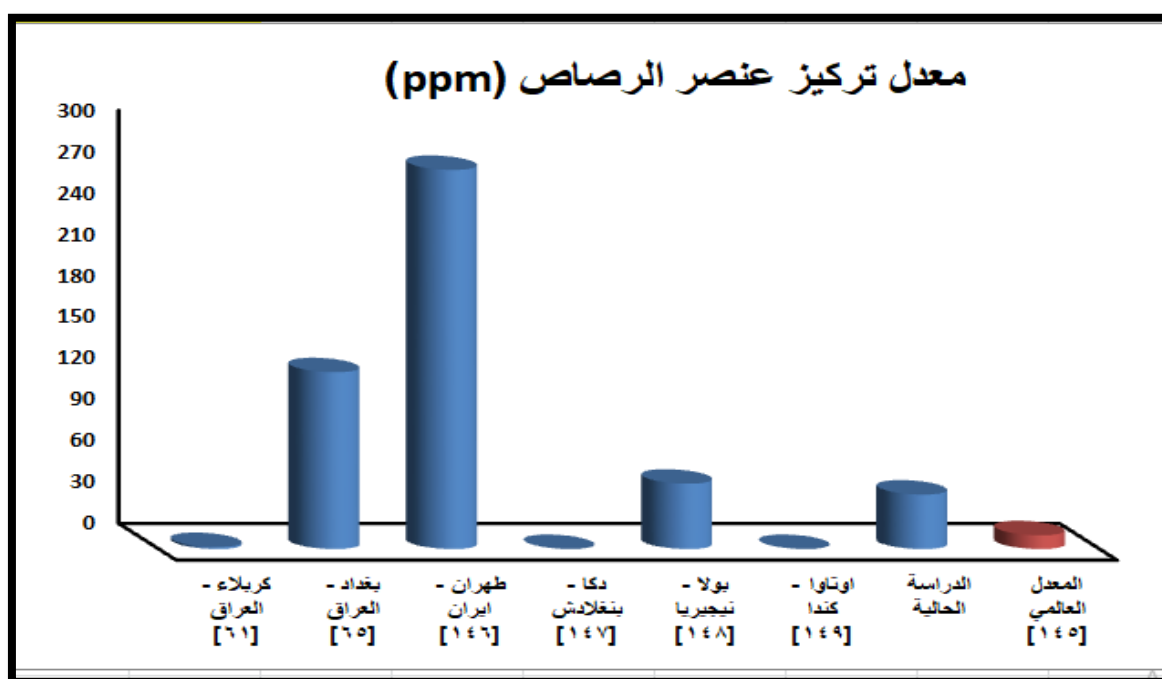
اما تركيز عنصر الكاديوم فقد بلغ (2 ppm) للنماذج الغبار جميعها وعند مقارنتها بالمعدل العالمي فقد وجد انها اعلى من المستوى الطبيعي لتربة غير ملوثة والبالغ (0.06 ppm) [145] .

وعند مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع نتائج الدراسات الاخرى كما في الجدول (3-4) وجد ان مستوى تركيز المعادن الثقيلة في الدراسة الحالية كانت اعلى من دراسة ابراهيم السلطان (2014) في كربلاء [61] ودراسة السلطان وآخرون (2008) في بغداد [65] ودراسة Saeedi وآخرون (2012) في طهران [146] ودراسة Zakir وآخرون (2014) في بنغلادش [147] وتكون نتائج متفاوتة من نتائج كل من shinggu وآخرون (2014) في نيجيريا [148] و Rasmussen وآخرون (2001) في كندا [149] ، ويرجع السبب الاساسي في زيادة تراكيز المعادن الثقيلة في غبار الشارع الى زيادة الكثافة المرورية وهذا الاستنتاج اكدته العديد من الدراسات والتي اجريت في بلدان مختلفة من العالم [62, 150, 151, 152]، والتي بينت ان المعادن الثقيلة في غبار الشارع يزداد تركيزها بزيادة الكثافة المرورية للمركبات . كما يلعب النشاط الصناعي للمعدن ووجود الورش العشوائية على جانبي الطرق دورا بارزا في تباين تراكيز المعادن الثقيلة [147, 153, 154] وكذلك يعود سبب تواجد المعادن الثقيلة في غبار شوارع منطقة الدراسة وبتراكيز مختلفة الى ان تميل هذه العناصر للتمركز في الاجزاء الناعمة (الاطيان خاصة) لقابلية المعادن الطينية على امتزاز المعادن الثقيلة بدرجات مختلفة ، الاشكال من (4-21) الى (4-27) توضح معدل مستوى تركيز العناصر الثقيلة (Cd , Zn , Cu , Ni , Co , Fe , Pb) ومقارنتها بالمعدل العالمي والدراسات السابقة .

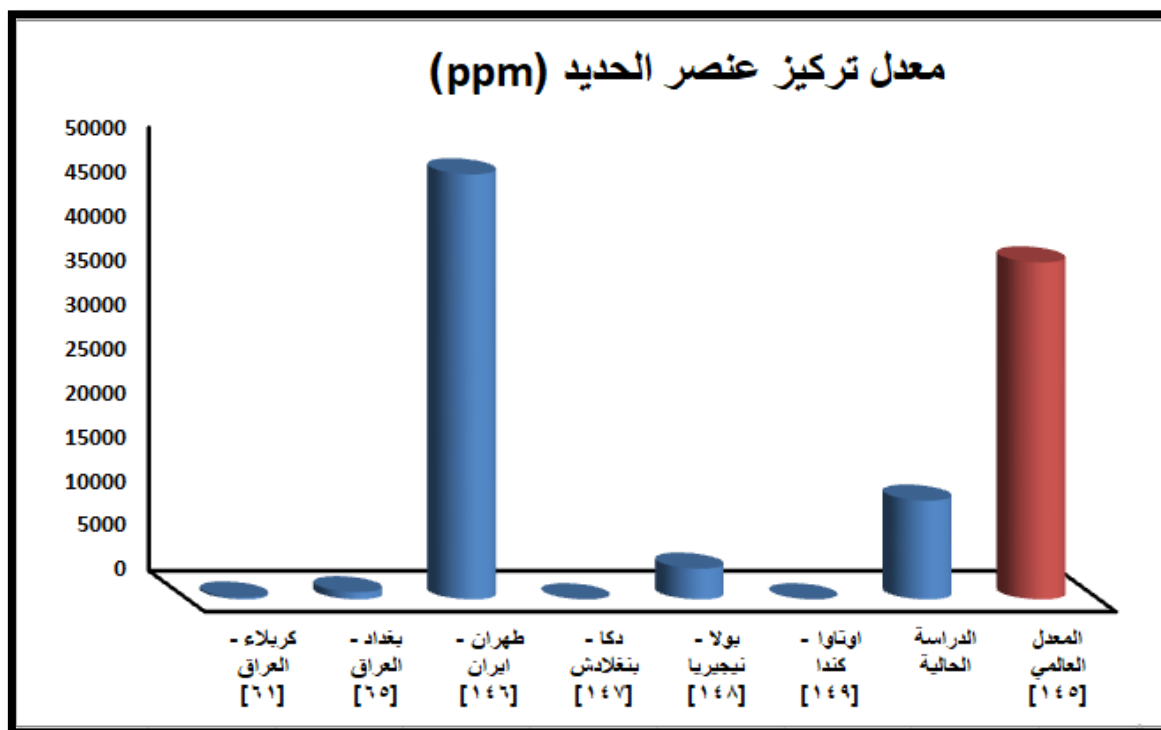
الجدول (4-5) معدل تراكيز المعادن الثقيلة (ppm) في غبار الشوارع لمنطقة الدراسة ومقارنتها مع معدل الدراسات الأخرى

Cd (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)	Fe (ppm)	Pb (ppm)	الدراسات
2	74.380	30.428	65.158	3.804	11134.4	39.558	الدراسة الحالية (2017)
0.04	1.99	1.02	-	0.655	205.95	1.44	[61]
2.05	235.25	60.71	-	11.437	805.81	128.43	[65]
10.7	837.2	225.3	-	-	47935.7	275.4	[146]
0.38	163.28	42.34	-	-	-	-	[147]
0.48	125.74	28.97	-	ND	3460	47.50	[148]
0.37	112.5	65.84	15.2	8.31	-	-	[149]
0.06	50	30	40	8	38000	10	المعدل العالمي [145]

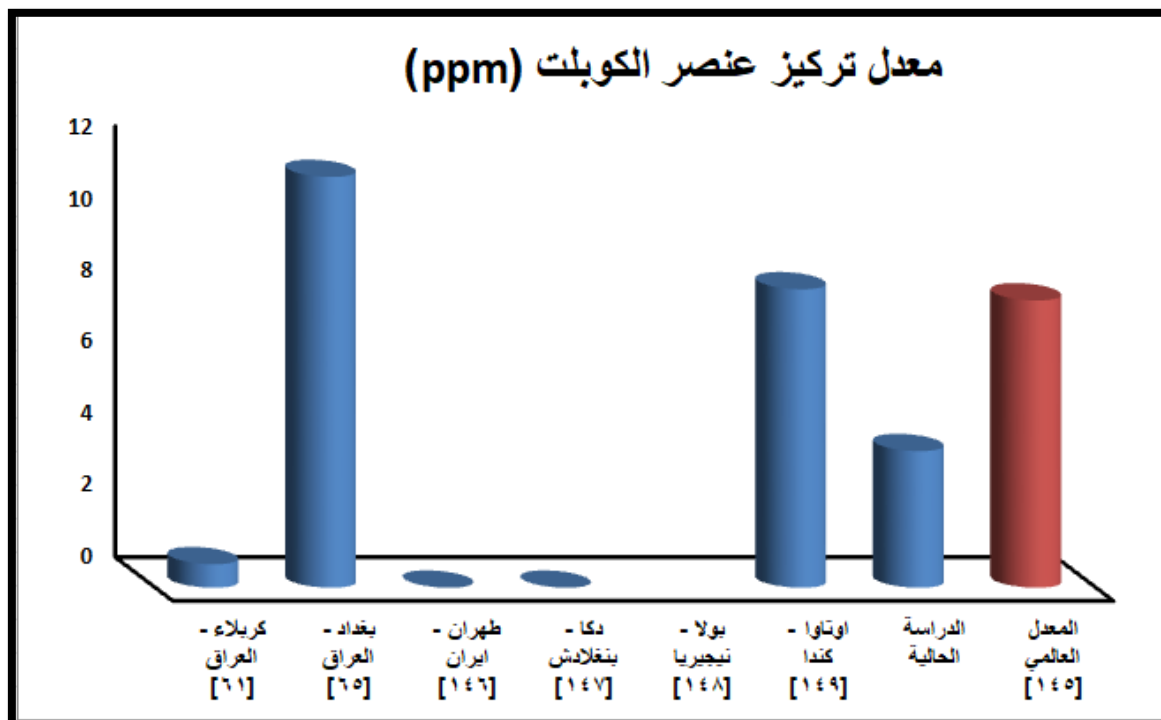
ND : لم يتم الكشف عنه



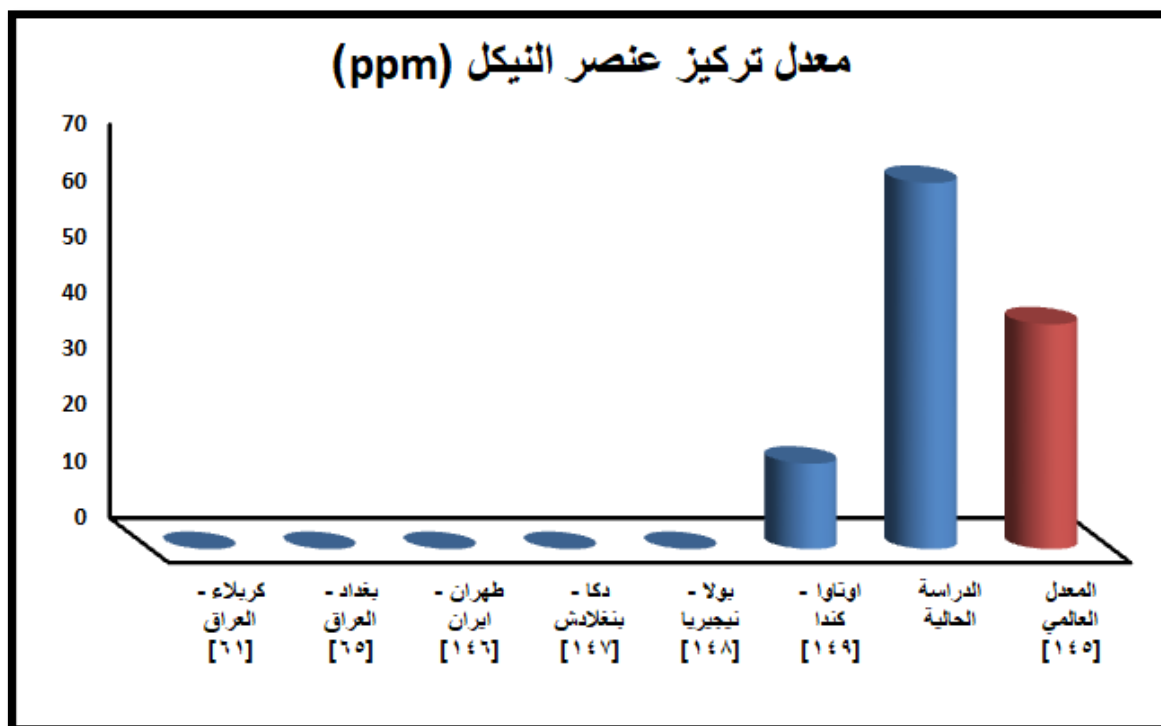
الشكل (4-21) معدل تركيز عنصر الرصاص (Pb) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة



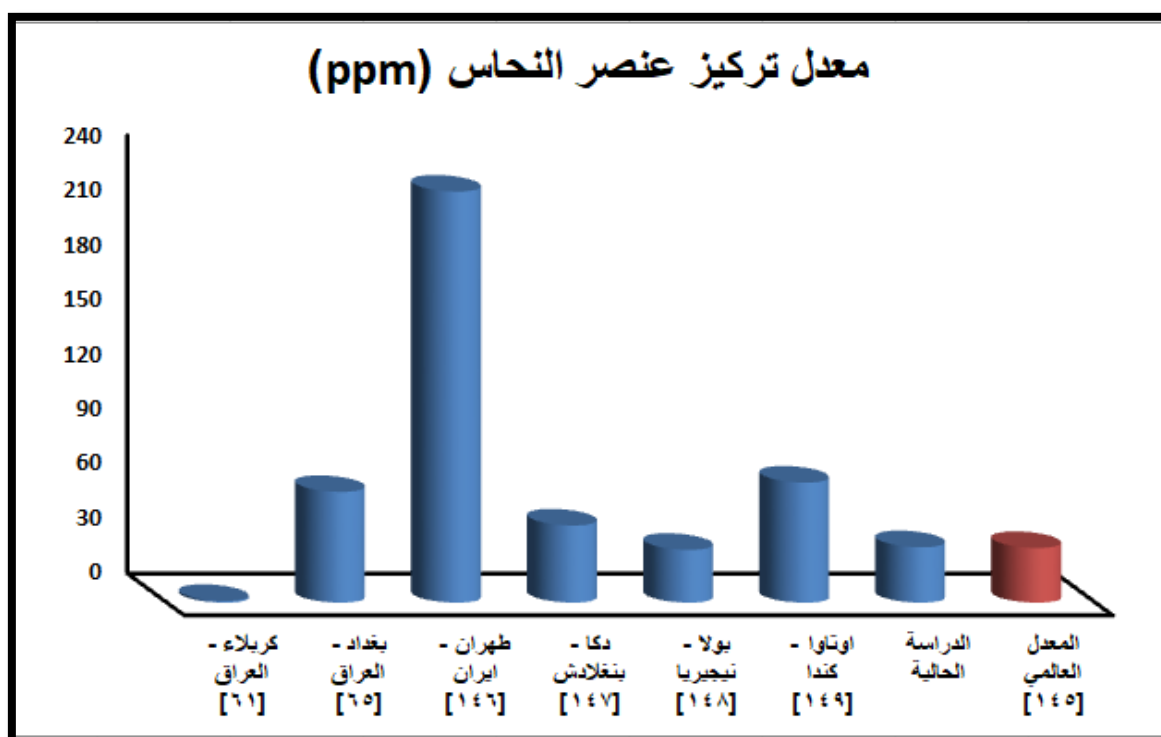
الشكل (4-22) معدل تركيز عنصر الحديد (Fe) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة



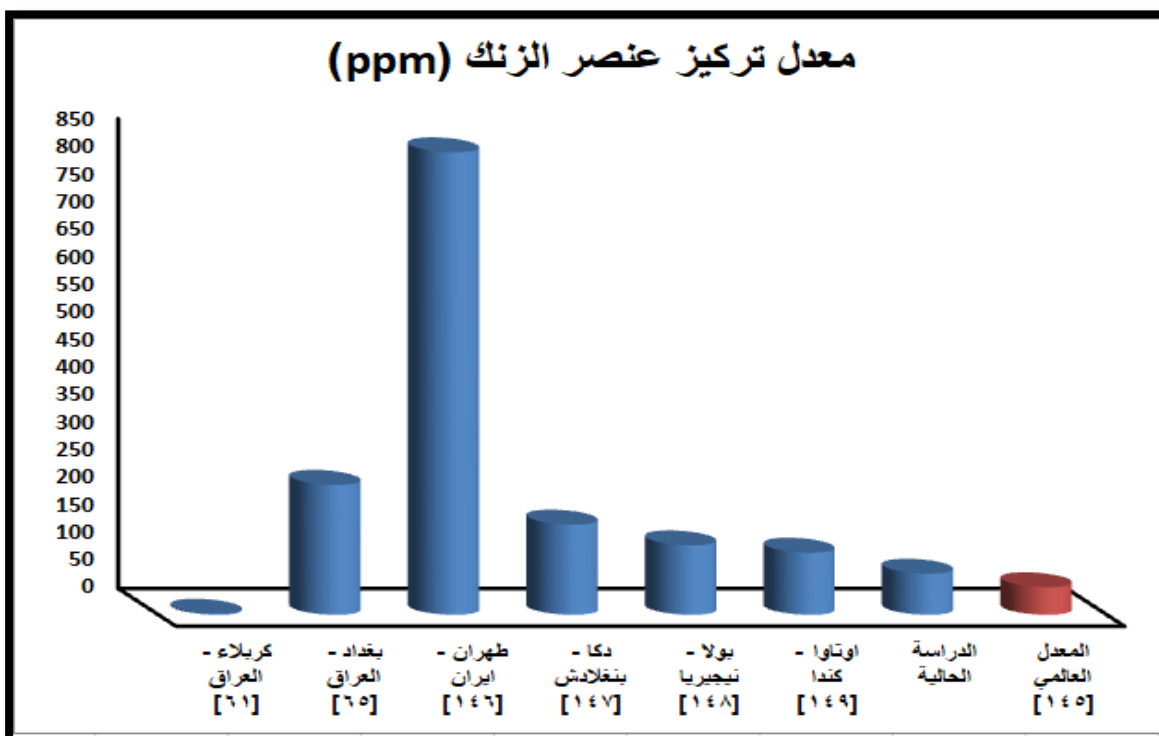
الشكل (4-23) معدل تركيز عنصر الكوبلت (Co) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة



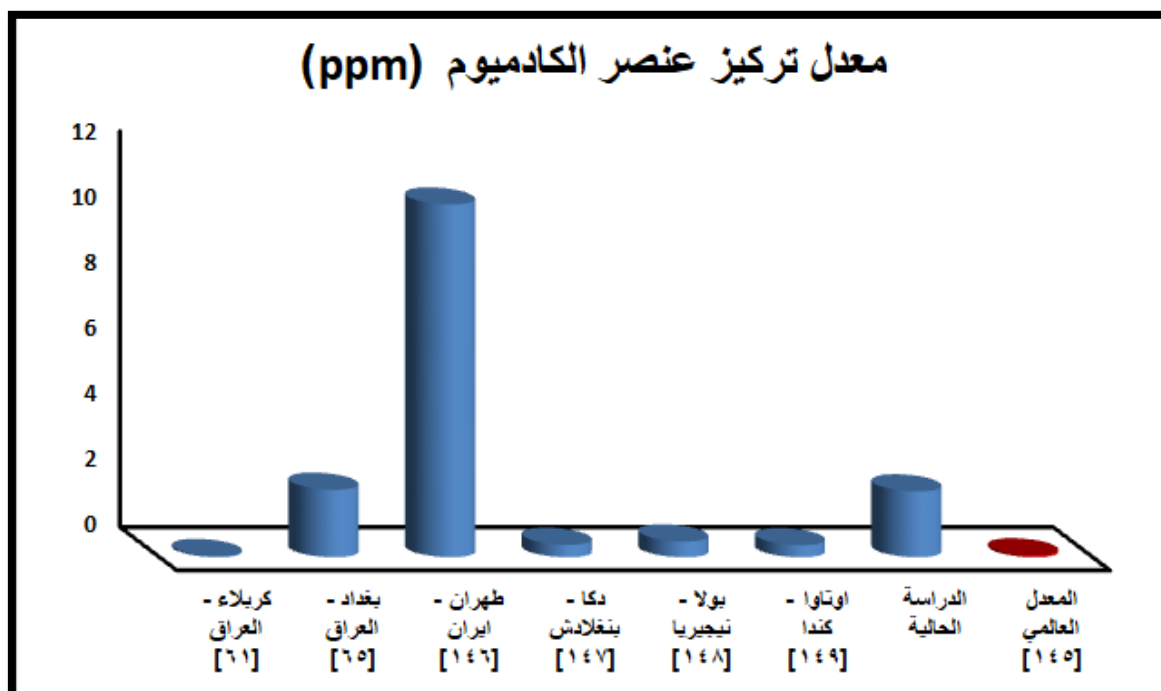
الشكل (4-24) معدل تركيز عنصر النيكل (Ni) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة



الشكل (4-25) معدل تركيز عنصر النحاس (Cu) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة



الشكل (4-26) معدل تركيز عنصر الزنك (Zn) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة



الشكل (4-27) معدل تركيز عنصر الكاديوم (Cd) ومقارنته بالمعدل العالمي والدراسات السابقة

(4-4) الاستنتاجات (The Conclusions)

- 1- ان النتائج المستحصلة من التحليل الحجمي الحبيبي لنماذج الغبار المتصاعد نتيجة حركة السيارات والعجلات والتي جمعت من مواقع مختلفة في مدينة الديوانية - محافظة القادسية تشير الى ان معظم التركيب لغبار الشارع لبعض نماذج منطقة الدراسة هي رملية - غرينيه مع قليل من الطين (Sandy Silt) وهذه المكونات للغبار تعتمد على طاقة وسرعة الرياح الناقلة والمزودة لغبار الشارع بهذه الحبيبات الحجمية.
- 2- كما تم الحصول على انواع المعادن الطينية المختلفة عن طريق حيود الاشعة السينية (XRD)، ان مصدر هذه المعادن تكون مختلفة ، اما تكون منقولة من مصادرها بعد عملية التجوية لصخور المصدر في التكوينات الجيولوجية بالصحراء الغربية او مصادرها منقولة من اماكن بعيدة مع عجلات المركبات التي تزود هذه المواد اثناء مرورها حيث تترسب على اطراف الشارع او احتمال منقولة من دول الجوار عن طريق العواصف الغبارية الاقليمية التي تهب على العراق وتترسب على جانبي الشوارع.
- 3- ان وجود العناصر الرئيسية والثقيلة في نماذج منطقة الدراسة تعتمد طريقة تواجدها حيث ان اصل هذه العناصر المختلفة اما من مصادر طبيعية من التكوينات الجيولوجية المختلفة عن طريق عوامل التجوية منها الرياح التي تنقلها لمسافات بعيدة من منطقة المصدر الى منطقة الترسيب اثناء توقف الرياح حيث ترسبها وكما ان هناك مصدر اخر صناعي بفعل الانسان مثل مخلفات المصانع وصهر المعادن واحترق الوقود ومبيدات الآفات الزراعية والصناعات النفطية كلها تساهم في تزويد هذه العناصر عند انتقالها وترسبها عن طريق الرياح ، وهناك طريقة اخرى لنقل العناصر المختلفة خصوصا المعادن الثقيلة الملوثة للبيئة عن طريق امتزاز هذه العناصر على سطوح المعادن الطينية ، حيث تنتقل مع هذه المعادن الى مناطق الترسيب ، و تميل هذه العناصر بالامتزاز بدرجات مختلفة على المعادن الطينية التي تمت الاشارة اليها في اعلاه .

4- أظهرت النتائج ان قيم تراكيز الرصاص والنيكل والزنك والكاديوم (Cd ، Zn ، Ni ، Pb) كانت اعلى من الحد المقبول به عالميا ويعزى السبب الى وجود معمل تعبئة الغاز ومعامل الثلج ومعامل الكاشي ومحلات الحدادة وورش تصليح السيارات التي تطرح فضلاتها الصناعية مباشرة إلى التربة فضلاً عن ازدحام الشوارع بالمركبات التي تعد الملوث الرئيسي بعنصر الرصاص لاحتواء البنزين المزود للمركبات على المضافات مثل (رابع اثيل الرصاص ورابع ميثيل الرصاص) ، فضلاً عن طرح مياه الصرف الصحي الحاوي على تراكيز عالية من العناصر مباشرة إلى التربة وعملية رمي النفايات المنزلية مباشرة الى التربة التي عند تحليلها تعمل على زيادة تراكيز العناصر في التربة ، بينما اظهرت النتائج ان تركيز عنصر النحاس (Cu) كان تقريبا ضمن الحد المقبول به عالميا ، اما تركيز عنصري الحديد والكوبلت (Co ، Fe) فكان اقل من الحد المقبول به عالميا .

5- كما تم في هذه الدراسة قياس الفعالية الاشعاعية للنظائر الطبيعية والصناعية في نماذج الغبار بأستعمال مطيافية أشعة كاما . وقد بينت نتائج الدراسة الحالية انه تم تسجيل اعلى قيم للفعالية النوعية لكل من (^{137}Cs ، ^{40}K ، ^{232}Th ، ^{238}U) في العديد من المناطق لمدينة الديوانية وكانت اعلى من الحد المقبول به عالميا ويرجع السبب الى ان بعض هذه المواقع كانت تمثل قاعدة عسكرية عام 2003 وبعضها يتواجد فيها مواقع عسكرية لحد الان كما ان بعضها يمثل اماكن صناعية لتصليح السيارات والاسلحة ، فضلاً عن ان اغلب هذه المناطق هي قريبة من الشارع الرئيسي لمدينة النجف الاشرف ، ويمكن ان يكون الغبار المنقول هو السبب وكما بينته دراسة المصدر [155] حيث ان منطقة ابو صخير تحتوي على مستويات اعلى من المعدل العالمي بالنسبة للفعالية النوعية لليورانيوم .

6- وجد تراوح في النتائج للموقع الواحد وهذا يؤكد بان هذه التجربة متغيرة التركيز ومنقولة من مناطق مختلفة بسبب الرياح السائدة ونوع التربة المنقولة بفعالها .

7- أن معدلات مؤثرات الخطورة الاشعاعية المتمثلة بفعالية الراديوم المكافئة (R_{eq}) ومعدل الجرعة الممتصة في الهواء (D_v) والجرعة الفعالة السنوية للتعرض الخارجي ($AEDE_{out}$) والجرعة الفعالة السنوية للتعرض الداخلي ($AEDE_{in}$) ودليل الخطورة الخارجي (H_{ex})

ودليل الخطورة الداخلي (H_{in}) ودليل الخطورة لأشعة كاما (I_{γ}) في نماذج الغبار في مدينة الديوانية كانت اقل من الحد المقبول به عالميا ولكن بالرغم من كون معدلاتها اقل من المعدل العالمي الا اننا نعتقد ان تراكمها ممكن ان يكون له اثر سلبي على الصحة العامة .

(5-4) الأعمال المستقبلية (The Future Works)

- 1-دراسة الخلفية الاشعاعية لاقضية ونواحي محافظة القادسية بأستعمال منظومة مطيافية أشعة كاما ومقارنة النتائج التي يتم الحصول عليها مع نتائج الخلفية الاشعاعية لمدينة الديوانية.
- 2-قياس الخلفية الاشعاعية في مياه ورواسب نهر الديوانية وهور الدمج في محافظة الديوانية بأستعمال منظومة مطيافية أشعة كاما.
- 3-قياس النشاط الاشعاعي في النباتات المزروعة في مدينة الديوانية .
- 4-دراسة النشاط الاشعاعي في بيئة مصادر الغذاء والمتمثلة بالتربة والماء والهواء والاسمدة .

(6-4) التوصيات (Recommendations)

- 1- اجراء دراسات سنوية دورية لمراقبة التلوث الاشعاعي البيئي ووضع برنامج للمراقبة المستقبلية لمستويات قيم الخلفية الاشعاعية لمعرفة وجود أي تلوث اشعاعي او كيميائي مستقبلي لغرض السيطرة عليه .
- 2- نشر الوعي البيئي بين افراد المجتمع وذلك عن طريق وسائل الاعلام والندوات العلمية والثقافية.
- 3- وضع حلول سريعة لحالات الاختناقات المرورية التي أصبحت مشكلة كبيرة نتيجة تزايد أعداد المركبات ووسائل النقل في السنوات الأخيرة وقياس نسبة الانبعاثات الصادرة من عوادم هذه المركبات وإجراء دراسة لاستخدام البنزين الخالي من الرصاص (un Leaded Gasoline) والاستعاضة عن الرصاص المضاف الى البنزين بمواد اقل سمية وضرر على البيئة .
- 4- وضع برنامج رقابي للمنشآت الصناعية للحد من حالة التلوث الصناعي ومتابعة طرق وكيفية معاملة نفاياتها .

- 5- العمل على تزويد المؤسسات العلمية والبحثية بمنظومات حديثة وكافية لأجراء الدراسات البيئية الخاصة بالنشاط الإشعاعي .
- 6- نقترح بإجراء عملية أكساء الشوارع او على الأقل رشها بالماء لتقليل أضرارها البيئية مع أجراء المراقبة الدورية لملوثات هباء الهواء ودعم هذه الدراسة بالمسوحات الجيولوجية والدراسات الجيوكيميائية للمنطقة .
- 7- الاستمرار بزراعة الأشجار الكبيرة حول المحافظة كجدار أولي ضد الرياح ولما تحمله من عوالق أياً كانت .

المصادر

1. Fried I., Kennedy G. and Miller J.W., "NUCLEAR AND RADIOCHEMISTRY", 2nd, John Wiley & Sons Inc, (1964).
2. L'Annunziata M. F., "Radioactivity, Introduction and History", Elsevier Science, USA, (2007).
3. Sahu S .P . , "Basic Nuclear Physics " , Published by Campus Books International , (2010) .
4. جمعة ،محمد احمد محمود وكمال ، صلاح الدين مصطفى ، "الإشعاع الذري دليل طرق الوقاية " دار الراتب الجامعية للنشر ، (1989).
5. Argonne National Laboratory , "Potassium – 40 " , EVS Human Health Fact Sheet , (2005) .
6. (UNSCEAR), "Sources Risks and Effects of Ionizing Radiation"; United Nations, (1988).
7. عمر ، محمد اسماعيل ، "مقدمة في علوم البيئة " ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، القاهرة ، جمهورية مصر العربية ، (2007) .
8. Abusini, M., Al-ayasreh, K. and Al-Jundi, J., “ Determination of Uranium, Thorium and Potassium Activity Concentrations in Soil Cores in Araba Valley, Jordan” , Radiation Protection Dosimetry, Vol. 128, No. 2, p. 213–216, (2008).
9. Diab, H. M., Nouh, S. A., Hamdy, A. and EL-Fiki, S. A., “Evaluation of Natural Radioactivity in a Cultivated Area Around A Fertilizer Factory” , Nuclear and Radiation Physics, Vol.3, No. 1, p. 53-62, (2008).

10. الرحال ، اسراء كامل ، "حساب تراكيز و معامل الانتقال لليورانيوم في الاسمدة الفوسفاتية من التربة الى النباتات باستعمال كاشف الاثر النووي "CR-39،رسالة ماجستير ، جامعة بغداد ، كلية العلوم للبنات ، (2008) .
11. أسود، مرتضى شاكر، " دراسة النشاط الإشعاعي للمياه الجوفية والسطحية والرواسب لمحافظة بابل "،رسالة ماجستير ،جامعة بابل ،كلية العلوم، (2003).
12. Matsuki Y. and Lec R., "Deciding the way", IAEA, Bull, 41, p. 10- 13 , (1999).
13. الدركزلي ، شذى سلمان ، "الكشف عن الأشعة النووية" ، مطبعة التعليم العالي و البحث العلمي ، جامعة بغداد ، (1989).
14. Department of Environmental, "A Guide Risk Assessment and Risk Management for Environmental Protection", HMSO, London, U.K., p. 78-95 (1995)
15. Peirce J., Weiner R. and Vesilind P. , " Environmental Pollution & Control" , Butter Worth – Heinemann , (1990).
16. عبد الجواد ، احمد عبد الوهاب ، "تلوث الهواء " ، الدار العربية للنشر والتوزيع – الطبعة الاولى ، جمهورية مصر العربية ، (1991) .
17. Yeung , Z.L. and Kwok , R.C.W, "Determination of multi – element profiles of street dust Using energy dispersive X- ray fluorescence (EDXRF)", Appl. Radiat. Isot. , 58:339-346 ,(2003).
18. Jimoda, L.A, "Effects of particulate matter on human health the ecosystem , climate and materials A review " , working and living Environmental protection , 9(1):27-44 , (2012) .
19. Bernstein , J., Neil , A., Barnes, Ch., Bernstein , L., Peden , D., Diaz S.D. Tarlo , S. and Williams , B., "Health effects of air pollution Environmental and Occupational Respiratory Disorders" , 114(5) :1116-1123, (2004).

20. ماستروز ، كليبرت ، "مدخل الى العلوم البيئية والتكنولوجيا "، ترجمة طارق ، محمد صالح وصالح ،قيصر نجيب والسلطاني ، عبد الهادي صالح . الطبعة الاولى ، جامعة الموصل ، (1980).
21. Prajapati , S.K. "Bio monitoring and speciation of road dust for heavy metals using *Caltrops procera* and *Delbergia sissoo*" , *Environmental Skeptics and Critics* . 1(4):61-64, (2012) .
22. صالح ، قيصر نجيب والدباغ ، سهيلة عباس احمد وصالح ، طارق محمد ، "علم البيئة ونوعية بيئتا"، مترجم ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل ، (1984).
23. Shenber, M. A., "Measurement of Natural Radioactivity Levels in Soil in Tripoli", *Applied Radiation and Isotopes*, Vol. 48, No. 1, p.147-148, (1997).
24. El-Hafez, A., Hassn, M. and EI-Fadel, A. " Distribution of studied Radionuclides at Two Sides of the River Nile". *Egyptian J. Biophysics*, p.170-179, (1998).
25. Selvasekarapandian S., Muguntha M. N., Sivakumar R., Balasubramanian S., Venkatesan T., Meenakshisundaram V., Ragunath V. M., Gajendran V., "Gamma Radiation Does from Radionuclides in Soil Samples of Udagamandalam (Ooty) in India", *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 82, No. 3, P: 225–228, (1999).
26. بازهير ، عبد العزيز عمر محمد ، "دراسة التربة السطحية الصخور اليمينية وتحليلها باستخدام طرائق نووية وطيفية". أطروحة دكتوراه ، جامعة بغداد ، كلية التربية /ابن الهيثم ، (2000) .

27. Karapandian S., Sivakumar R., Manikandan N.M., Meenakshisundaram V., Raghunath V.M., and Gajendran V., "Natural radionuclide distribution in soils of Gudalore" , India Applied Radiation and Isotopes Volume 52, Issue 2, p. 299–306, (2000).
28. Ajayi, I. R., “Radionuclides Measurement and Assay of Soil and Their Corresponding Absorbed Dose Rate in Air in Aramoko-Ekiti, Nigeria”, Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 250, No. 3, p. 571–572, (2001).
29. Chikasawa, K. , Ishii , T. and Sugiyama, H.," Terrestrial Gamma Radiation in Kochi Prefecture, Japan", Journal of Health Science,vol . 47 , No .4, p. 362–372, (2001).
30. Al-Kheliewi, A.S., Al-Mogabes, K.S. “Concentrations of Radionuclides in Soil and Exposure Rates of Different Provinces in Saudi Arabia”, Journal of King Abdulaziz for Engineering and Sience, Vol. 13, No. 2, p.75-87, (2001).
31. Abdullah K.O. , " Studying the Background Radiation from the Soil of Halabja City " , University of Salaimaini , Kurdistan Reginon ,Iraq , (2001) .
32. Kannan , V., Rajan , M.P., Iyengar , M.A.R. and Ramesh, R.," Distribution of natural and anthropogenic radionuclides in soil and beach sand samples of Kalpakkam(India) using hyper pure germanium (HPGe) gamma ray spectrometry ",Applied Radiation and Isotopes , vol.57,p. 109–119, (2002).
33. Alvarado, E., Segovia, N., Gaso, M. I., Peña, P., Morton, O. and Armienta, M. A., “Natural and man-made radionuclides in the soil of a nuclear facility site located in a coniferous forest in central Mexico”, Geofísica International, Vol. 41, No.. 4, p. 363-367, (2002).

34. Jabbar, T., Khan, K., Malik, G. M., Orfi, S.D., Subhani, M.S.,
 "Distribution of Natural Radionuclides in Soil Samples of Quaid-I-Azam University, Islamabad, Pakistan", The Nucleus, Vol. 39, No. 1-2, p. 55-62, (2002).
35. الغرابي ، سعاد جاسم "التلوث الناتج عن استخدام دول العدوان لليورانيوم المنضب في جنوب العراق بعد عشر سنوات" ، مقررات المؤتمر العلمي عن تأثير استعمال اليورانيوم المنضب في الانسان والبيئة في العراق ، الجزء الأول ، أذار ، (2002).
36. Hannan, M. and Hanson, G., "measurement of active concentrations of radionuclides(^{238}U , ^{235}U , ^{226}Ra , ^{40}K , and ^{137}Cs) in Mission (Texas) soils using the High purity Germanium gamma ray spectrometry" ,university of Texas, USA, Department of Physics and Geology, p.1-6,(2003).
37. Akhtar, N., Tufail , M., Chaudhry, M. A.and Iqbal , M., " Estimation of Radiation Exposure Associated with the Saline soil of Lahore, PAKISTAN", Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Pakistan, Vol.15, No.1, p. 59-65,(2004).
38. البياتي ، سمين فاضل ، " دراسة تراكيز اليورانيوم المنضب والتلوث الإشعاعي في ترب منتخبة في محافظة التأميم "، رسالة ماجستير ، كلية التربية – جامعة تكريت ، (2004) .
39. Júnior, J., Cardoso, J., Silva,C., Silveira,S. and Amaral, R., " Analysis of the ^{40}K Levels in Soil using Gamma Spectrometry", Brazillian archives of biology and technology, Vol.48, p. 221-228 , (2005).
40. Yordanova, I., Staneva, D. and Bineva, T.Z., " Natural and artificial Radioactivity in Bulgarian soils along the Danube River", Journal of Central European Agriculture, Vol. 6, No. 1, p. 85-90,(2005).

41. العبيدي ، خالد هادي مهدي ، "توصيف وقياس الملوثات الإشعاعية الطبيعية والصناعية في نماذج بيئة مدينة بغداد باستعمال مطيافية أشعة كاما وتقنية كواشف الأثر النووي في الحالة الصلبة"، اطروحة دكتوراه ،جامعة بغداد ،كلية التربية للعلوم الصرفة/ابن الهيثم ، (2006).
42. Snežana D., Ljiljana J. Mandić, Milan M., Antonije O., "Population Doses from Terrestrial Gamma Exposure in Serbia", *Archive of Oncology*, Vol. 15, No. 3-4, p. 78-80, (2007).
43. Adrovic, F., Kosanovic, K. , Jakupi, B., Krstic, G., and Filipovic, R.," Survey of natural and artificial radionuclide contents in soil samples from some areas of the AP Kosovo (Serbia)", *Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Kosovska, Mitrovica, Serbia* ,p.1-5, (2007).
44. Al-Sulaiti, H. A., Regan, P. H., Bradley, D. A., Matthews, M., Santawamaitre, T., Malain, D., "Preliminary Determination of Natural Radioactivity Levels of the State of Qatar using High-Resolution Gamma-ray Spectrometry", *IX Radiation Physics & Protection Conference*, 15-19, Nasr City - Cairo, Egypt, November (2008).
45. Alias, M., Hamzah, Z. , Saat, A., Omar, M.and Wood, A., "An Assessment of Absorbed Dose and Radiation Hazard Index from Natural Radioactivity", *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, Vol. 12, No. 1, p. 195-204, (2008).
46. Mehra, R., Singh, S.,and Singh, K.,"Analysis of ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K in soil samples for the assessment of the average effective dose", *Indian Journal of Physics* ,vol. 83,No. 7, p. 1031-1037, (2009).
47. Śleziak, M., Petryka, L., and Zych, M.," Natural Radioactivity of Soil and Sediment Samples Collected from Postindustrial Area",*Polish J. of Environ. Stud.*, Vol. 19, No. 5, p.1095-1099, (2010).

48. Al-Wasity A. S., " A Study of Concentration Measurement of Alpha and Gamma Emitting Radionuclides in Soil of Wasit Governorate", Master Thesis, University of Baghdad College of Science , (2010).
49. السعدي ، محمد عبد الكاظم هادي ، " دراسة الخلفية الاشعاعية في مناطق منتخبة من محافظات العراق "، رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، جامعة بابل ، (2010) .
50. Pallavicini, N., " Activity concentration and transfer factors of natural and artificial radionuclides in the Swedish counter is of Uppsala and Jämtland", Master's Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, p. 1-56 , (2011).
51. Saleh, I. H., " Radioactivity of ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , and ^{137}Cs and assessment of depleted uranium in soil of the Musandam Peninsula, Sultanate of Oman", Turkish J. Eng. Env. Sci. ,Vol.36, p. 236-248, (2012).
52. Mahdi M. E., " Study of the background radiation in soil samples form the official institutes of Baghdad city " M . SC Physics ,University of Kufa , (2012).
53. Attia, T.E., Shendi, E.H. and Shehata, M.A., Assessment of Natural and Artificial Radioactivity Levels and Radiation Hazards and their Relation to Heavy Metals in the Industrial Area of Port Said City, Egypt", Journal of Earth Science and Climatic Change, vol.5 , NO.4, p.1-4, (2014).
54. Al-Ubaidi A. M., " Environmental Radioactivity of Al-Rashidiyah Site - Baghdad", Ph.D.Thesis, University of Baghdad, College of Science for Women , (2014) .

55. الشمرتي ،يوسف هاشم،" قياس الخلفية الاشعاعية في نماذج بيئة محافظة الديوانية باستعمال مطيافية أشعة كاما وتقنية كاشف الأثر النووي في الحالة الصلبة CR-39"، اطروحة دكتوراه ،جامعة بغداد ،كلية التربية للعلوم الصرفة/ابن الهيثم ،(2015) .
56. Karim, M. S., " Study of Natural Radioactivity and Radon gas Emanation in Some areas of Iraq", Ph.D. Thesis, AL- Mustansiriyah University, College of Education, (2015).
57. السوداني ، زهراء عبد الحسين " تراكيز النويدات الطبيعية والصناعية في نماذج بيئة مختلفة لمدينة العمارة – محافظة ميسان " اطروحة دكتوراه ، جامعة بغداد ، كلية العلوم للبنات ، (2016) .
58. Al-Bayati , A.T., " Determination of the concentrations for Radioactive Elements Around Al-Tuwaittha center Using Gamma Ray spectroscopy and CR-39 Detectors " Ph.D. in physics ,College of Education for pure Science Ibn Al-Haitham , Baghdad University , (2017) .
59. Charlesworth , S., Everett ,M., McCarthy , R.,Ordonez, A.,de Miguel , E., A , "comparative study of heavy metal concentration and distribution in deposited street dusts in a large and a small urban area :Birmingham and Coventry" , West Midlands, UK. Environment International 29:563-573, (2003) .
60. Al-Khashman, O.A., "Heavy metal distribution in dust , street dust and soil from the work place in Karak Industrial Estate", Jordan . Atmospheric Environment , 38, 6803-6812,(2004).
61. السلطان ، ابراهيم عزوز و المثثاني، عبد السلام محمد وعلي ، سعدة معتوق ، "دراسة نوعية لمتبقيات المخلفات الصلبة ودورها في زيادة نسب الغبار في اجواء بيئة المدن" ، مجلة جامعة ناصر الاممية ، 236-3:215 ، (2008) .

62. Divrikli , U., Akdogan, A.,Soylak, M. and Elci, L, Trace heavy metal concentrations in street dust samples from Denizli city center , Turkey . Proceeding of 12th International Conference on Environment science and Tecnology, 8(10) : 220-228, (2011).
63. Fatlawi, S.M.G. and Al-Alwani ,M., "Heavy metal pollution of roadside dust samples with different traffic volumes at Hilla city" . The Iraqi Journal for Mechanical and Material Engineering , 12(4):660-672 , (2012).
64. Alfatlawi, A.M.L. and Abas,N.M.A., "Exploration of lead , cadmium and copper in street dust of Baghdad city" . Iraqi National Journal of Chemistry , 48,424-434 , (2012) .
65. السلطان، ابراهيم مهدي وعيسى ، انعام خلف والثويني ، منتهى نعمة ، "دراسة نوعية لغبار الارصفة في منطقتين من مدينة بغداد" ، المؤتمر العلمي الاول لكلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة كربلاء 28- 5، (2012) .
66. مارتن هارسن، صمائيل هارسن " مقدمة في الوقاية من الإشعاع " ترجمة محمد باقر حسين البدري ، مطبعة بيت الحكمة، جامعة بغداد (1989).
67. Tatjana J., “ Nuclear Principles in Engineering”, Springer Science + Business Media, Inc., United States of America, (2005)
68. Warren C.E., "Biology and Water Pollution Control", W.B. Sanders Company, London, p.434, (1971).
69. Knoll G. “Radiation Detection and Measurement” 3rd edition ,John Wiley and Sons,Inc.,New York, (2000).
70. سعدي جعفر حسن ،سعيد سلمان كمون " مبادئ الفيزياء النووية"، مطبعة دار الشؤون الثقافية، الطبعة الاولى، (1989).
71. معروف ، بهاء الدين ، "الوقاية من الاشعة المؤينة " ، منشورات الطاقة الذرية العراقية ، (1989) .

72. الركابي ، مهند حاتم هاشم ، "الجرع الإشعاعية الداخلية الناجمة عن منتج ثنائي فوسفات الكالسيوم العراقي" رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، الجامعة المستنصرية، (1998).
73. العزاوي، سعاد ناجي، و الساجي، محمد عبد الواحد، " تأثير الأسلحة الإشعاعية على المياه السطحية والجوفية في مناطق منتخبة من جنوب العراق "، المؤتمر العلمي عن آثار استعمال أسلحة اليورانيوم المنضب على الإنسان والبيئة في العراق، 26-27 آذار، ص 45، بغداد- العراق ، (2002).
74. معروف، بهاء الدين حسين، "النشاط الإشعاعي الطبيعي في العراق"، المؤتمر العلمي عن آثار استعمال أسلحة اليورانيوم المنضب على الإنسان والبيئة في العراق، 26-27 آذار، ص 129، بغداد- العراق ، (2002) .
75. القيسي، مجيد محمد علي، "الكيمياء الإشعاعية"، مطبعة وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، الطبعة الثانية، جامعة بغداد ، (2002).
76. خليل، منيب عادل، "الفيزياء النووية"، مطبعة وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة الموصل، (1996) .
77. Al-Mozouri N. Sh, "Environmental Radiological Pollution and its Sources in Nineveh Governorate" M.S.C Thesis, University of Baghdad, (2000).
78. الجنابي ، د. موسى ، ومحمد ، وهاب أحمد ، "مصادر الإشعاع والجرع الإشعاعية" . مترجم ، منشورات الطاقة الذرية العراقية (1985).
79. IAEA, International Atomic Energy Agency, Vienna, "The Environmental behaviour of Radium". Technical Reports Series, Vol.1 No 310, p. 192 (1990).
80. IAEA, International Atomic Energy Agency, Vienna, "Calibration of Desimeters used in Radio therapy". (A manual sponsored by the (IAEA) and (WHO)), Technical Reports Series, Vol.1 ,No. 374 p. 226 (1994).

81. Malik S.R., "Application of N.IFFDT in studies of Spatial Distribution and Uranium Content". Nuclear Tracks, Vol.4, p.309-319 ,(1981).
82. World Nuclear Association " Uranium and Depleted Uranium" ,Updated December , (2009).
83. Ridha, A. A.," Determination of Radionuclides Concentrations in Construction Materials Used in Iraq", Ph. D. Thesis, AL- Mustansiriyah University, College of Science, (2013).
84. السريع ، احمد بن محمد ، احمد ، محمد فاروق ، "مبادئ الاشعاعات المؤينة والوقاية منها" ، اللجنة الدائمة للوقاية من الاشعاعات بجامعة الملك سعود ، المملكة العربية السعودية ، (2007) .
85. Harold E.J , John R.C , "The Physics of Radiology " , Fourth edition , Springfield , U.S.A. , (1983) .
86. Michael F. Lannunziata , " Radioactivity –Introduction and History " , First edition , Elsevier , U.S.A. , (2007) .
87. Sansare K., Khanna, V., Karjodkar, F. "Early victims of X-rays: a tribute and current perception". Dentomaxillofacial Radiology No 40 p.123–125 , (2011).
88. Herman C., “Introduction to Health Physics”, Second Edition, Pergamon Press, New York, Oxford, p.1-416 ,(1987).
89. Valkovic V., "Radioactivity in the environment" Elsevier science, p.1-23 , (2000).
90. Durrani S. A. and. Bull R. K, "Solid State Nuclear Track Detection Principles, Methods & Application" ,(1987).
91. Jenkines, J. H., Ephraim B., John B.; Gruenwald J. T., Krause D. E., Mattes J. J., "Evidence of correlations between nuclear decay rates and Earth–Sun distance". Astroparticle Physics 32 (1): 42–46, (2009).

92. Peter A. Sturrock G. S., Ephraim F., Daniel J., II, and Jere H. J., "Analysis of Gamma Radiation from a Radon Source: Indications of a Solar Influence", Accessed on line September 2, (2012) .
93. Glasston S. and Scsonske A. "Nuclear Reactor Engineering" 3rd edition ,Van Nostrand Reinhold, Inc.,U.S.A. , (1981).
94. جميل ،عادل كمال وعجام ، علي فليح ، "كيمياء المعادن والخامات" ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، بغداد ،الجمهورية العراقية ، (1980) .
95. Weaver C.E and Pollard ,L., "The chemistry of clay minerals " , Elsevier Amsterdam: pp.213, (1975) .
96. Keller, W.D., "Environmental aspects of clay minerals", J. Sed. Pet., V.4, (788-813), (1970).
97. Millot, G., "Geology of clays", Springer –Verlag, New York, p.429, (1970).
98. Grim R. E., " Clay mineralogy", (2nd Ed.), MCG raw – Hill New York, p. 596, (1968).
99. Carroll, D., "clay minerals: A guide to their X-ray Identification" , The geol. Soc. Of Amer, special paper, 126, p.80 , (1970).
100. Thorez, J., " Practical Identification of clay minerals", (ed.) G. lelotte , Belgium , p.89, (1976).
101. Buday, T., "The regional geology of Iraq". Vol.1. Stratigraphy and pale geography. I. I. M. Kassab and S. Z. Jassim (ed). Som. Baghdad. Dar Elkutib pub. House , university of Mosul, p. 445, (1980).
102. Brinkmann, R., "Geology of Turkey" , Elsevier , New York , p.158, (1976).
103. Deer W.A., Howie R.A., and Zussman J., " An Introduction to Rock form in Minerals "Longman Group Ltd. London , p. 528 , (1975).

104. Kruus P., Demmer M. , and MC CAW, "chemical in the environment"
 ,chapter 5 Poly Science Publication , p. 123-140 , (1991) .
105. عبد الحميد ، زيدان هندي وعبد المجيد ، محمد ابراهيم ، " الملوثات الكيميائية
 والبيئية "،الدار العربية للنشر والتوزيع ، (1996).
106. السروي ، احمد ، "الكيمياء البيئية" . الطبعة الاولى ، الجيزة ، الدار العالمية للنشر
 والتوزيع ، القاهرة ، (2008).
107. السروي ، احمد " الملوثات الهوائية (المصادر ، التأثير ، التحكم والعلاج) " ،
 الطبعة الاولى ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، القاهرة ، (2011) .
108. Hill , M.K. " Understanding environmental pollution" 3th edition ,
 Cambridge University , Press, (2010).
109. Gyamfi, E.T., Ackah , M. and Anim , A.K. "Chemical analysis of
 potable water samples from selected suburbs of Accra , Ghana",
 Proceedings of the international Academy of Ecology and
 Environmental Sciences , 2(2) : 118-127 , (2012).
110. الحسناوي ، اسعد شهيد محمد ، " دراسة نوعية لغبار الشوارع في بعض مناطق
 مدينة كربلاء واستخدام النباتات كمراقب حيوي " ، رسالة ماجستير ، كلية التربية
 للعلوم الصرفة ، جامعة كربلاء ، (2015) .
111. Health Effects and Medical Surveillance " , International Atomic Energy
 Agency (IAEA)", Vienna , (2004).
112. عبد الصبور، ممدوح فتحي، " اليورانيوم وأثاره الضارة وسلوكه في البيئة "، الذرة
 والتنمية نشرة فصلية ربع سنوية تصدرها الهيئة العربية للطاقة الذرية، المجلد الثامن
 عشر، العدد الاول، ص18، تونس ، (2006) .
113. Depleted uranium, Sources, Exposure and Health Effects, "Department
 of Protection of the Human Environment", World Health Organization,
 Geneva, April (2001).

114. Nuclear Science, A Guide to the Nuclear Science Wall Chart, "Contemporary Physics Education Project (CPEP)", (2003).
115. العزاوي، سعاد ناجي، و معروف، بهاء الدين، و صالح، مقدم محمود، و الساجي ، محمد عبد الواحد، و رشيد، وليد مجيد، و مكوار، احمد جدعان ، "التلوث البيئي الناجم عن استخدام قذائف اليورانيوم المستنفذ في العدوان على العراق عام 1991"، المؤتمر العلمي عن آثار استعمال أسلحة اليورانيوم المنضبط على الإنسان والبيئة في العراق، 27-26 آذار، بغداد - العراق ، ص 91، (2002) .
116. Pryde L.T., "Chemistry of Air Pollution Control". Cleaning the Air 'OPA, 4818, 56-89 , (1979) .
117. العمر ، مثنى عبد الرزاق ، "التلوث البيئي" . دار وائل للنشر ، عمان ، الأردن ، 53 – 90 ، (2000) .
118. Wark K., and Cecil F.W., "Air Pollution, Its Origin and Control". 2nd Edition, Harper & Row Publishers, , p.143 , (1981).
119. Wiley Rao C.S., "Environmental Pollution Control Engineering". Eastern. p. 34-44, (1991) .
120. Senfield J.H., "Air Pollution, Physical and Chemical Fundamentals". Mc Graw-Hill, p. 87 , (1979) .
121. Committee of the Medical Effects of Air Pollution, "Hand Book on Air Pollution and Health". Department of Health, U.K., p. 76-89 , (1998) .
122. دائرة الحماية وتحسين البيئة ، التلوث بالرصاص في بغداد ، تقرير داخلي ، وزارة الصحة ، بغداد (1984– 1985) .
123. Miglierini M., " Detectors of Radiation", E. Wigner Publisher on Reactor Physics Experiments Journal, Vol.2, No.4, pp.1-67 ,2004.
124. Tawfiq, N. F., Mansour, H. L., and Karim, M. S., " Natural Radioactivity in Soil Samples For Selected Regions in Baghdad

- Governorate" ,International Journal of Recent Research and Review, Vol. VIII, Issue 1, p.1-7, March ,(2015).
125. Ramola, R. C., Choubey, V. M., Prasad, G., Gusain, G. S., Toshevaand, Kies, Z. A., "Radionuclide analysis in the soil of Kumaun Himalaya, India, using gamma ray spectrometry ",Current Science, Vol. 100, No. 6 , p. 906-914, (2011).
 126. Hossain, M. K., Hossain, S.M., Azim, R., Meaze, A. M.," Assessment of Radiological Contamination of Soils Due to Shipbreaking Using HPGe Digital Gamma-Ray Spectrometry System", Journal of Environmental Protection, Vol.1, p. 10-14, (2010).
 127. Sorensen, H., Feature of the distribution of Uranium in igneous rocks, IAEA, Vienna, p. 47-53, (1977) .
 128. Radiological Control Committee, "RADIATION SAFETY TRAINING MANUAL", Southern Illinois University School of Medicine, Springfield, Illinoisd1st Edition, (2004).
 129. IAEA, "Generic procedures for monitoring in a nuclear or radiological emergency, IAEA-TECDOC-1092, (2000) .
 130. Adams F. and Dams R., "Experiments in Nuclear Science", Second Edition, Published by ORTEC, USA, (1976) .
 131. AL-Ubaidi K.H. , AL-Nasri S.K. , AL-Jelehawy K.H. , "Preparation and Measurement of Soil Standard Source as a Petri Dish Using ¹⁵²Eu Isotope " , International Journal of Science and Research , Volume 7 Issue 2 , p. 1223-1226, February (2018).
 132. Abbas K., Simonelli F., D'Alberti F., Forte M. and Stroosnijder M. F., "Reliability of two calculation codes for efficiency calibrations of HPGe detectors", Appl. Radiat. Isot",vol. 56 , p. 703-709, (2002).

133. (UNSCEAR) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Report to the General Assembly: Sources and Effects of Ionizing Radiation, New York, (1989).
134. Ehsanpour, E., Abdi, M. R., Mostajaboddavati, M. and Bagheri, H., "²²⁶Ra, ²³²Th and ⁴⁰K contents in water samples in part of central deserts in Iran and their potential radiological risk to human population", Journal of Environmental Health Science & Engineering, vol. 12, No. 80, p. 1-7, (2014).
135. Jose A., Jorge J., Cleomacio M., Sueldo V. and Romilton S., "Analysis of the 40K Levels in Soil using Gamma Spectrometry", Brazilian Archives of Biology and Technology Journal, p. 221-228, (2005).
136. Folk, R.L., " Petrology of Sedimentary Rocks", Hemphill Publishing Co., Austin, p.182, (1974).
137. Gipson, M., " preparation of oriented slides for X-Ray analysis of clay Minerals", J. Sed. Pet., Vol. 36, p. 1143, (1966).
138. Banat K.M., et.al., "Heavy metal distribution in the sediment of Euphrates river", Iraq J. Sci., Vol. 22, p. 554-569, (1981).
139. John E., "The Elements", 3rd edition, Oxford University Press, Oxford U.K., p.1-848 (1999).
140. Harb S., El-Kamel A. H., Abd El-Mageed A. I., Abbady, A., and Wafaa R., "Concentration of U-238, U-235, Ra-226, Th-232 and K-40 for Some Granite Samples in Eastern Desert of Egypt", Proceedings of the 3rd Environmental Physics Conference, 19-23 Feb. 2008, Aswan, Egypt, p.109-117, (2008).

141. Cottens E., In: Proceeding of the Symposium on SRBII, Journee Radon , Royal Society of Engineers and Industrials of Belgium, 17 January, Brussels, (1990).
142. Chao , G.Y. , " 2θ (Cu) table for common minerals" , Geological paper 69-2 , Carleton Univ . , Ottawa , Canada , p. 42 , (1969) .
143. Brindley G.W., and Brown, G., . " Crystal Structures of clay minerals and their X-Ray Identification" , London , Mineralogical Society , p. 295 , (1980).
144. الخفاجي ، محمد وكاع عجيل ، "دراسة رسوبية لنطاق الانتقال بين رواسب المايوسين الاوسط البحرية – اللابحرية في تكوين فتحة (المايوسين الاوسط) في مقاطع مختارة من شمال وشمال غرب العراق" ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ، ص 147 ، (2004).
145. Lindsay W.L., " Chemical Equilibria of Soils" , John Wiley and sons , p.449 , (1979).
146. Saeedi .M., Li, L. Y .and Salmanzadeh, M., " Heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons : pollution and ecological risk assessment in street dust of Tehran" . Journal of Hazardous Materials , 227:9-17 , (2012).
147. Zakir , H.M., Sultana , N. and Akter , M., " Heavy Metal Contamination in Roadside Soils and Grasses : A Case Study from Dhaka City" , Bangladesh . Journal of Chemical , Biological and Physical Sciences , 4(2):1661-1673, (2014) .
148. Shinggu, D.Y., "Analysis of Roadside Dust for Heavy Metal Pollutants in Jimeta /Yola Adamawa State , Nigeria" . International Research Journal of Pure and Applied Chemistry , 4(6): 670-677, (2014) .

149. Rasmussen , P, Subramanian K, and Jessiman B , "A multi – element profile house dust in relation to exterior dust and soils in the city of Ottawa, Canada" , The Science of Total Environment . 267-125-140 , (2001).
150. Abdel-Latif N.M. and Saleh I.A. , " Heavy Metals Contamination in Roadside Dust along Major Roads and Correlation with Urbanization Activities in Cairo , Egypt" , Journal of American Science , 8(6):379-389 , (2012).
151. Victor , O., Ajibola, V.O. , Ekwumendgbo , P.A., Yilleng , M.T. and Odey , M.O, "Some physicochemical parameters and Heavy Metal presence in Street Dust of Sabon – Gari Market , Zaria , Nigeria" , international Journal of Modern Chemistry , 5(2):71-86, (2013) .
152. Al-Khashman , O.A. , "The Investigation of metal concentrations in street dust samples in Aqaba city , Jordan" . Environmental Geochemistry and Health , (29): 197-207, (2007).
153. بن يوسف ، خالد علي احمد ، "تقييم ملوثات الهواء الجوي بمدينة طرابلس باستخدام النباتات كمراقب حيوي" ، رسالة ماجستير ، جامعة سبها – كلية العلوم الهندسية والتقنية / قسم علوم البيئة ، (2008) .
154. Cox , C. , "Stability of airborne microbes and allergens" , in C.S. Cox and C.M. Wathes (ed.) Bioaerosols handbook , Lewis Publishers , London , United Kingdom , p.77-99 , 1995.
155. Mahdi K.H , Eesa S.A , Rahim Z.J , " Natural Radioactivity of Soil Sample from the Abu Sakhir – Najaf (Iraq) by Using Gamma Spectroscopy " , Proceedings of the 2nd Conference on Environment and Sustainable Development 28-29-Oct (2015) .

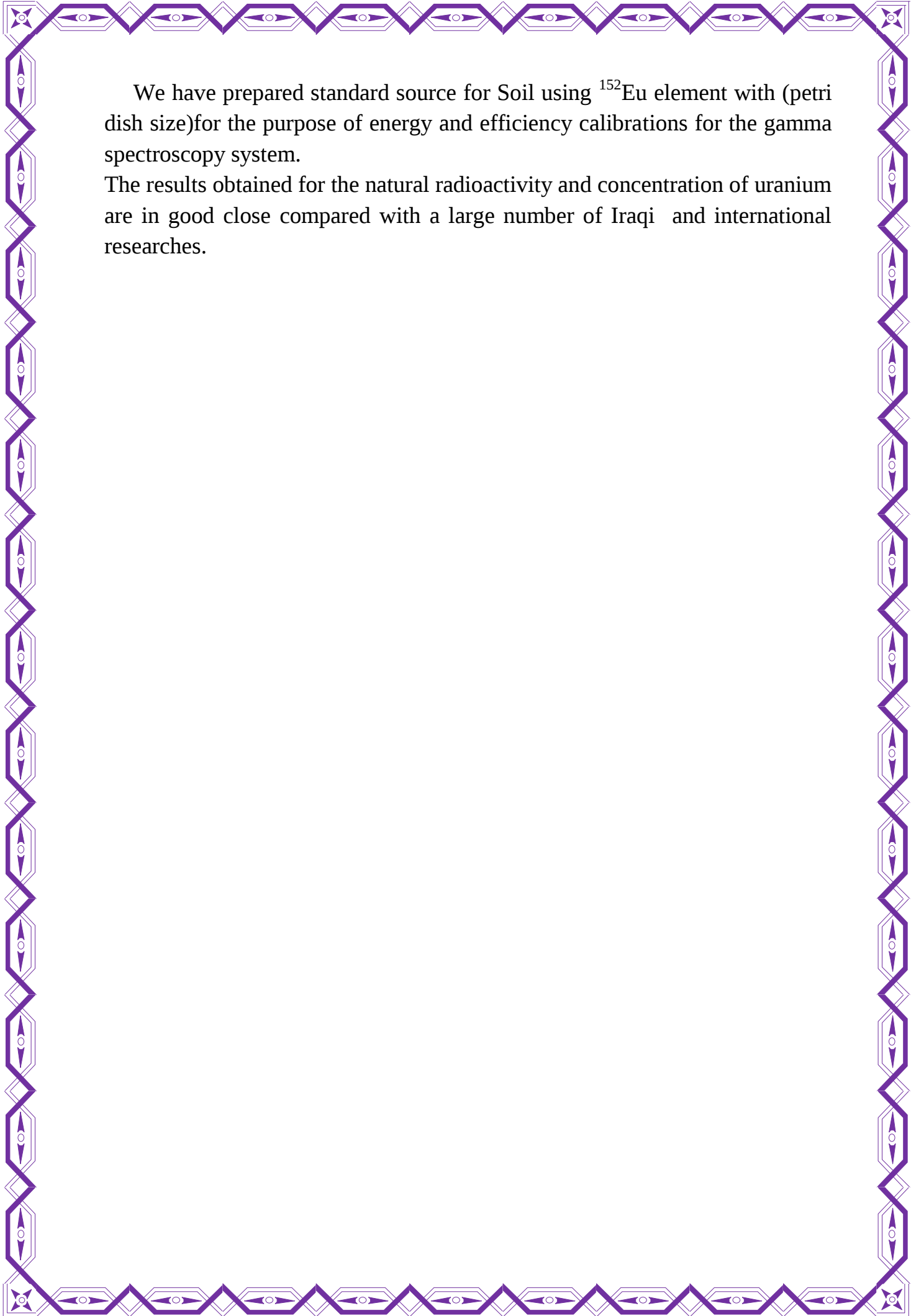
Abstract

The study includes two parts, the first part is to assessment level of natural and artificial radioactivity of environmental samples of street dust collected from various locations in AL- Diwaniyah city- AL- Qadisiyah government using gamma-ray spectroscopy technique with High purity Germanium detector (HPGe) which has a photo peak relative efficiency of (40 %) and an energy resolution of (2.3 keV) for the (1.33 MeV) gamma transition of ^{60}Co to measure Specific activity concentration of ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K and ^{137}Cs , Also Evaluation of radiological hazard effects for Gamma ray (Radium Equivalent Activity (R_{aeq}), Absorbed Dose Rate in Air (D_v), Annual effective dose outdoor ($AEDE_{out}$) and Annual effective dose indoor ($AEDE_{in}$), Hazard index outdoor (H_{ex}) and Hazard index indoor (H_{in}) and gamma Index (I_γ) for dust samples listed above.

Gamma ray spectroscopy measurements for natural radionuclides (^{238}U , ^{232}Th , and ^{40}K) and artificial radionuclide (^{137}Cs) showed, the average of specific activity in soil samples is (14.22 ± 1.003 Bq/kg), (24.59 ± 2.371 Bq/kg) (227.88 ± 15.388 Bq/kg), and (Bq/kg) respectively, As for radiological hazard effects Rate for Gamma ray in dust samples were all lower than the value of the global limit.

The second part of this study has been measuring the concentrations of clay minerals and heavy elements of dust samples collected from different areas of the city of Diwaniyah. The results showed that most of the installation of street dust for some models of the study area is sandy - green with a little clay, The concentrations of Lead, Nickel, Zinc and Cadmium (Pb, Ni, Zn, Cd) were higher than the universally acceptable limit, indicating that the main factor in the increase in concentrations of lead, nickel, zinc and cadmium in the City of Diwaniyah.

The vessels is the pollution caused by human activities, while the results showed that the concentration of copper (Cu) was almost universally accepted within the limit, while the concentration of elemental iron and cobalt (Fe, Co) was less than the acceptable limit globally.



We have prepared standard source for Soil using ^{152}Eu element with (petri dish size) for the purpose of energy and efficiency calibrations for the gamma spectroscopy system.

The results obtained for the natural radioactivity and concentration of uranium are in good close compared with a large number of Iraqi and international researches.



**Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
And Scientific Research
University of Baghdad
College of Education for Pure
Sciences
Ibn al-Haitham**



Identification and Measurement of Radioactive and Chemical Pollutants in the Dust Rising in the Public Streets of Diwaniyah due to the Movement of Wheels and Cars

**A Thesis Submitted To
Physics Department, College of Education for Pure Science
Ibn Al - Haitham, Baghdad University In Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Physics
By**

Kawthar Hassan Obayes Al-Jelehawy

**B.Sc. in Physics, College of Education , University of Qadisiyah , 2007
M.Sc. in Nuclear Physics, College of Education for Girls , University of Kufa in
2012**

Supervised By

Prof. Dr.

Assist. Prof. Dr.

Khalid Hadi Al-Ubaidi

Raad Mahmoud Al Khafaji

2018 A.D.

1439 A.H.