مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (39) العدد (3) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (39) No. (3) 2017

قياس النشاط الإشعاعي لنظير البزموت 212–Bi في عينات تربة من ريف اللاذقية بواسطة مطيافية غاما ومطيافية ألفا

الدكتور هيثم جبيلي*
الدكتور أحمد بيشاني**
فريد رفاعي***

(تاريخ الإيداع 27 / 12 / 2016. قُبِل للنشر في 11 / 5 /2017)

□ ملخّص □

تم في هذا البحث، قياس النشاط الإشعاعي للبزموت– 212 في تربة قرية عين ليلون– منطقة الحفة– مدينة اللاذقية باستخدام مطيافية غاما وذلك للتأكد من المحتوى الإشعاعي للتربة، ثم جرى قياس النشاط الإشعاعي للبزموت –212 باستخدام مطيافية ألفا، وذلك بعد تهضيم 10g من التربة باستخدام حمض الآزوت وحمض الكبريت المركز، ثم ترسيبها تلقائياً على أقراص فضة عالية النقاوة.

تشير النتائج إلى أن: النشاط الإشعاعي للبزموت– 212 (1,48 Bq) باستخدام مطيافية غاما و (2,05 Bq) باستخدام مطيافية ألفا وهي ضمن الحدود المسموح بها دولياً. آخذين بالحسبان الأخطاء المرتكبة في القياسات.

الكلمات المفتاحية: مطيافية غاما، مطيافية ألفا، تهضيم تربة، ترسيب تلقائي، بزموت–212.

* أستاذ– قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تشرين–اللاذقية– سورية.
** أستاذ– قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة طرطوس–طرطوس– سورية.
***طالب دراسات عليا(ماجستير)– اختصاص فيزياء إشعاعية– قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تشرين–اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (39) العدد (3) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (39) No. (3) 2017

Measuring the radioactivity of the isotope bismuth Bi-212 in soil samples from the Country of Lattakia by gamma spectpometry and alpha-spectpometry

Dr. Haissam Jbeli*
Dr. Ahmad Beichana**
Fared Reffai***

(Received 27 / 12 / 2016. Accepted 11 / 5 /2017)

□ ABSTRACT □

In this research, measurement of radioactivity of bismuth-212 in the soil of the village of the Ien Lailonin- Alhafah area- Latakia city using gamma spectrometry to make sure the radioactive content to soil, and was measuring the radioactivity of bismuth-212 using the alpha spectroscopy, after digestion 10g of soil using nitric acid and sulfuric acid concentrated, and then spontaneaous deposition into high purity a silver disc.

the results show that: the radioactivity of bismuth-212 (1,48Bq) using gamma spectrometry and (2,05Bq)using the alpha spectroscopy It is within the range allowed international border ,taking into account the errors in measurements.

Keywords; Gamma Spectroscopy **,** Alfa Spectroscopy, digestion soil, spontaneaous deposition, bismuth-212

*Professor, Physics Department, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.
** Professor, Physics Department, Faculty of Science, Tartus University , Tartus, Syria.
***Postgraduate Student, Radiation Physics, Department of Physics, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria

مقدمة :

تم تحديد البزموت في دراسات سابقة من قبل العديد من الباحثين نذكر منهم: قام باحثان [1] بتحديد البزموت الموجود في الصخور باستخدام طريقة المقياس اللوني. وتم كشف البزموت الموجود في الصخور و التربة باستخدام الامتصاص الذري [2]. استخدم باحثون [3] تحديد عناصر متعددة باستخدام مطيافية الامتصاص الذري تقنية (SIMAA)، لتحديد البزموت الموجود في عينات بيولوجية. وتم تحديد [4] البزموت الموجود في محاليل معيارية للرصاص بواسطة إحدى أجيال الهيدرايد المحفز مقترنة بالمطياف الكتلي البلازمي (ICP/MS). واستخدمت طريقة انتقائية بسيطة[5] جهاز الفولتامتر لتحديد البزموت الموجود في التربة بوجود السيستين **Cystine** (كبريت مع حمض الأمونيوم) في محلول غير معقد. وتم فصل البزموت الموجود في التربة باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف وعمود التبادل الأيوني **Dowex-50WX8** ثم التبخير على قرص معدني بواسطة الأشعة تحت الحمراء[6]. واستخدمت نترات الثوريوم ومحلول البزموت المعياري وجهاز ترسيب كهربائي، 0,5M حمض كلور الماء(HCl) لتحديد البزموت الموجود في عينات صخرية [6]. واستعمل حمض كلور الماء المركز و حمض البركلوريك ($HClO_4$)، ايثيل الأمونيوم وثنائي ايثيل الكرباماتية، كلورفورم، محلول (50%) $NaHSO_4$،حمض الآزوت، لتحديد البزموت-212 الموجود في التربة من سلسلة الثوريوم[6]. كما استخدم حمض الأزوت وهيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) وجهاز ترسيب كهربائي مع صفائح نيكل لترسيب البزموت الموجود في التربة [6].

و استعمل محلول طرطرات (Tartarate) 0,25mol، هيدرازين و هيدروكلوريد وجهاز ترسيب كهربائي مع صفائح نحاس لترسيب البزموت الموجود في عينات صخرية [6]. كما تم استخدام التحليل بالتنشيط النيتروني لتحديد البزموت في عينات صخرية [6].

تمَ في هذا العمل ترسيب تلقائي للبزموت، الموجود في عينات تربة قمنا بجمعها من قرية عين ليلون التي تتبع لمنطقة الحفة من ريف اللاذقية على أقراص فضة عالية النقاوة(وزنها 10g،قطرها 0,5cm) التي تُعتبر أقراص سالبة مناسبة للاستخدام، وذلك في محلول ممدد من حمض الآزوت $1/2mol$ (التمديد بحمض الآزوت من أجل الحفاظ على المعادن بالشكل الأيوني بعد تهضيم التربة). استخدمنا من أجل ذلك حمض الآزوت المركز(تركيزه 60% عدد مولاته 63,01) وحمض الكبريت المركز (تركيزه 95% – 98 عدد مولاته 98,08) لتهضيم التربة (التهضيم: هو التخلص من المركبات العضوية بالأكسدة، بحيث تتشرد الذرات المعدنية في الأحماض) اللذان يعملان على تحطيم المواد العضوية المعقدة والمترابطة مع البزموت. ثم قمنا باستخدام مطيافية ألفا لتحديد البزموت في عينات التربة أعلاه.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث لقياس النشاط الإشعاعي للبزموت المشع في تربة قرية عين ليلون- منطقة الحفة- مدينة اللاذقية ، حيث يجذب الاهتمام كونه يستخدم في اكتشاف عناصر فائقة الثقل (العدد الذري فوق 106)، يجرى فيها قصف نوى البزموت بقذائف من أيونات ذات (عدد ذري يفوق 40)، وتعرف هذه التفاعلات بتفاعلات الاندماج البارد. ويستخدم نظيري البزموت (212-213) المصدرين لجسيمات ألفا في المداواة الإشعاعية لمعالجة السرطان[7].

طرائق البحث وموارده:

على ضوء الهدف أعلاه ذهبنا إلى قرية عين ليلون في ريف اللاذقية حيث كان يوجد هناك معمل للفوسفات في عام 1950 وأحضرنا عينات تربة سطحية. جففت عينات التربة كافة في درجة حرارة الغرفة حتى ثبات الوزن، وذلك بعد إزالة الحجارة والأعشاب ، ثم طحنت ونخلت بمنخل قطر فتحاته 90μm وخلطت للتجانس ثم خزنت في عبوات بلاستيكية(وعاء ميرنيلي) وأغلقت بإحكام من أجل التجارب والتحاليل اللاحقة. ثم تم تحليل العينات السابقة باستخدام مطيافية غاما ثم مطيافية ألفا بعد تهضيم هذه العينات.

-مطيافية غاما:

يتضمن مطياف غاما الأجهزة التالية:

1 - **كاشف وميضي (يوديد الصوديوم المشاب بثاليوم ($NaI(Tl$)، وأنبوب المضاعف الضوئي ، وقاعدة الأنبوب:**

يعبر عن قدرة فصل الطاقة لهذا الكاشف بالعلاقة: $\Delta E/E$ حيث يمكن أن تصل من (7-8)% من أجل فوتونات ذات طاقة 1MeV .إن زمن النبضة لهذه الفوتونات هي من مرتبة 10^{-7} s [8].

2 - **مضخم رئيس، مضخم أولي.**

3 - **محلل متعدد الأقنية MCA.**

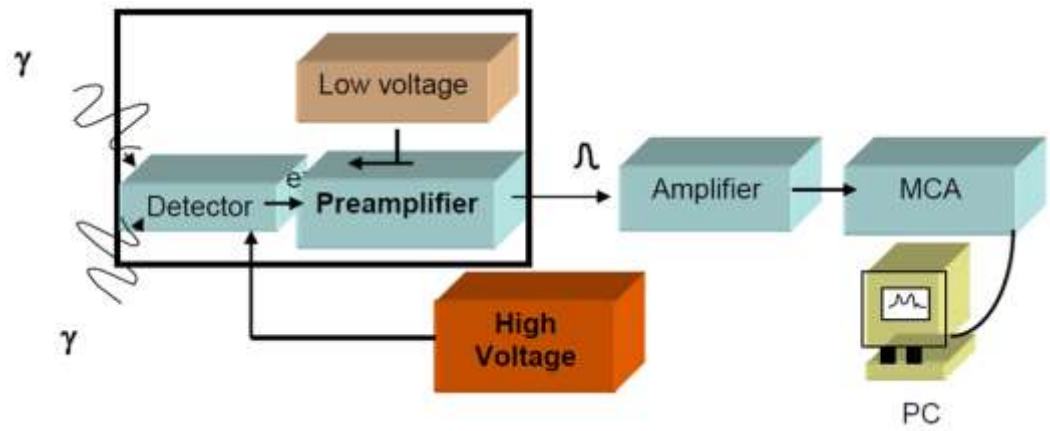
4 - **منابع مشعة مصدرة لأشعة غاما γ .**

5 - **منبع تغذية جهد عالي خاص بالكواشف الوميضية**

6 - **حاسب مجهز ببرنامج cassy لمعالجة القياسات.**

تمت معايرة مطياف غاما كما يلي:

تم وصل الأجهزة كما في الشكل (1).



الشكل (1) مخطط صندوقي مبسط لمطياف غاما المستخدم في القياسات.

كاشف –Detector،جهد عالي –High Voltage،مضخم أولي–جهد منخفض–،Low Voltage، Preamplifier ,

مضخم–Amplifier، محلل متعدد الأقنية –(Multichannel Analyzer (MCA،حاسوب شخصي–(Personal Computer– PC).

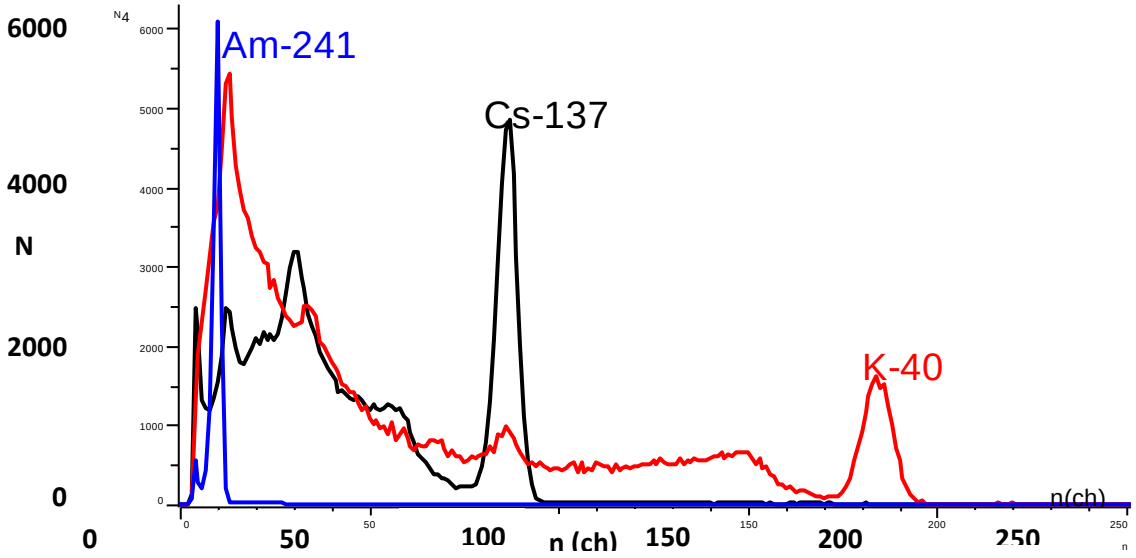
هذا المطياف من صنع شركة Leybold [9] وهو موجودة في مخبر الفيزياء الإشعاعية (قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة تشرين). يبين الجدول (1) مواصفات المنابع المشعة المستخدمة في المعايرة.

جدول (1): يبين مواصفات المنابع المشعة المستخدمة في هذا العمل [8].

اسم المنبع	النشاط الإشعاعي مقدراً بالـ Bqعند تاريخ التصنيع	الرقم المرجعي	تاريخ التصنيع	عمر النصف مقدراً بالسنوات
السيزيوم Cs – 137	3.7×10^6	OX 841 Code:CDRB3796	20/7/2007	30.17y
الأمريسيوم Am–241	74×10^3	PH 569 Nds.002/99	20/7/2007	432 y
البوتاسيوم K–40	16.7×10^3	672521	17/12/2007	$1.26 \times 10^9 y$

وقمنا بتسجيل طيف المنابع المعيارية للسيزيوم–137 و الأمريسيوم–241 و البوتاسيوم–40.

يبين الشكل (2) أطياف المعايرة : طيف السيزيوم–137، طيف الأمريسيوم 241، طيف البوتاسيوم–40.



الشكل (2) أطياف المعايرة، الأسود طيف السيزيوم Cs–137، الأحمر طيف كلور البوتاسيوم K–40، الأزرق طيف الأمريسيوم–Am 241.

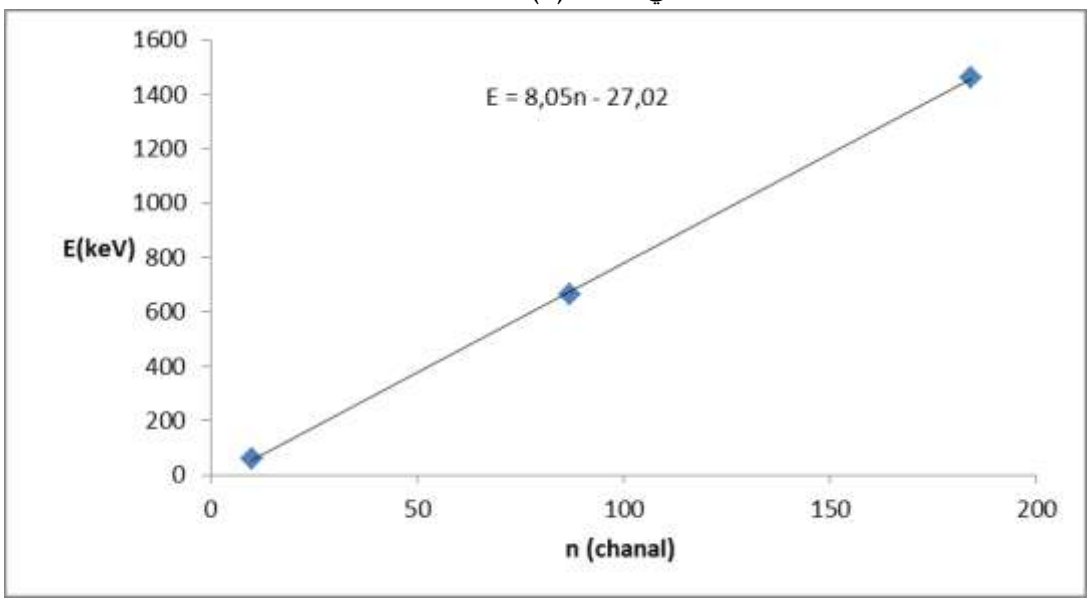
ثم قمنا بترتيب طاقة الخطوط الطيفية للمنابع المشعة كما هو مبين في بالجدول (2).

الجدول(2): يبين طاقة الخطوط الطيفية للمنابع المشعة المستخدمة في هذا العمل مع رقم القناة الموافق.

المنبع المشع	الطاقة E(keV) [10]	القناة n
Am – 241	60	10
Cs – 137	662	87
K–40	1460	184

رسمنا التابع $E = f(n)$ فحصلنا على معادلة مستقيم المعايرة التالية:

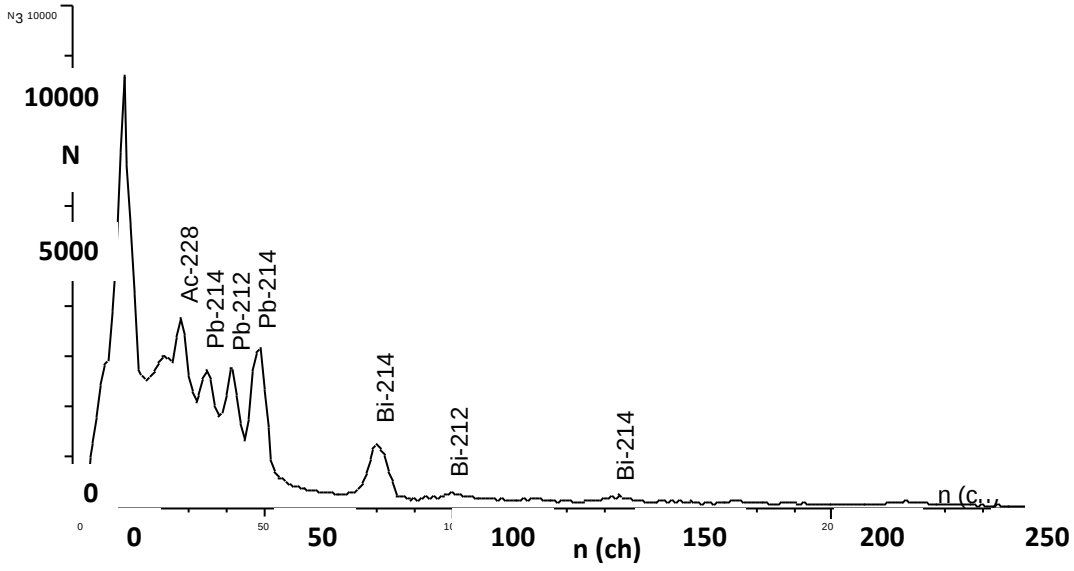
$E = 8{,}05n - 27{,}02$ وكما هو مبين في الشكل (3).



الشكل (3) مستقيم المعايرة لطاقة الكاشف

2.3–تعيين النظائر المشعة في التربة باستخدام مطيافية غاما:

كما أشرنا أعلاه، وضعت العينة (1000g) في عبوة بلاستيكية (وعاء مارنيلي) وأغلقت بإحكام. خزنت العينات لمدة سنة تقريبا" قبل تعدادها لتأمين التوازن الإشعاعي الدائم بين العناصر المشعة الموجودة في التربة مع نواتج تفككها. قيست عينات التربة المجففة بواسطة مطيافية غاما باستخدام كاشف يوديد الصوديوم المشاب بالثاليوم ($NaI(Tl$ المشار إليه سابقاً لتحديد مصدرات أشعة غاما الطبيعية، وقد حصلنا على الطيف المبين في الشكل (4).



الشكل (4) طيف الطاقة الناتج عن عينة من تربة عين ليلون .

واعتماداً على مستقيم المعايرة أعلاه تم التعرف على الذرى الضوئية المبينة في الشكل (4).ثم رتبنا نتائج القياس في الجدول (3) المبين في ما يلي:

الجدول (3): النظائر المشعة الموجودة في هذه التربة وسلاسل الإشعاع الطبيعي التي تنتمي لها، وذلك من خلال مقارنة طاقات هذه الذرى المحسوبة من مستقيم المعايرة مع الطاقات المرجعية لهذه النظائر المصدرة لأشعة غاما.

رقم القناة(n)	النظير	طاقة النظير من مستقيم المعاير $\mathbf{E_m}$ مقدرة بـ(keV)	طاقة النظير المرجعية E_r مقدرة بـ(keV)[10]	سلسلة الإشعاع الطبيعي التي ينتمي إليها
28	^{228}Ac	198.4	209	^{232}Th
35	^{214}Pb	254.8	242	^{238}U
41	^{212}Pb	303.1	300	^{232}Th
49	^{214}Pb	367.5	351	^{238}U
80	^{214}Bi	617.2	609	^{238}U
100	^{212}Bi	778.2	785	^{232}Th
144	^{214}Bi	1132.6	1120	^{238}U

نلاحظ من الشكل (4) والجدول (3) وجود عناصر من سلسلتي اليورانيوم−238 (**4n+2**، حيث n=59 حاصل قسمة 238 على 4)والثوريوم− 232 (**4n**، حيث n=58 حاصل قسمة 232 على 4) الطبيعيتين في التربة، ونظير **^{212}Bi** من سلسلة الثوريوم−232، ولذلك قمنا بتهضيم التربة لفصل البزموت− 212 عن باقي العناصر المعدنية الموجودة فيها.

نفسر هنا الفرق بين طاقة النظير المقيسة $\mathbf{E_m}$ وطاقته المرجعية $\mathbf{E_r}$، فمثلاً من أجل النظير ^{228}Ac نجد: $\Delta E = |E_m - E_r| = 10{,}9 keV$. واعتماداً على ذلك نجد: $\frac{\Delta E}{E_r} = 5\%$ وهي ضمن مقدرة الفصل التي يؤمنها كاشف يوديد الصوديوم المشاب بالتاليوم $\mathbf{NaI}(Tl)$.

ونتأكد بالطريقة نفسها أن $\frac{\Delta E}{E_r}$ لبقية العناصر المبينة في الجدول (2) تقع ضمن مقدرة الفصل للكاشف $\mathbf{NaI}(Tl)$.

3.3 -تهضيم العينة:

بعد التأكد من المحتوى الإشعاعي للتربة باستخدام مطيافية غاما،قمنا بترسيب البزموت على أقراص فضة.حيث تم تهضيم العينة وترسيبها باستخدام الأجهزة التالية:

A. أقراص فضة عالية النقاوة (99%).

B. ماء مقطر، أسيتون، كحول إيتيلي.

C. حمض الأزوت المركز (HNO_3)،حمض الكبريت المركز(H_2SO_4)، ماء أوكسجيني(H_2O_2).

D. جهاز تهضيم.

E. جهاز تحريك مغناطيسي.

و أتبعنا الخطوات التالية لتهضيم العينة[11-16]:

1 وزن 10g من التربة المجففة والمنخلة بمنخل قطر فتحاته90µm.

2 أضفنا 25ml حمض الأزوت المركز(HNO_3)+5ml حمض كبريت(H_2SO_4) لمدة 24 ساعة، استخدام حمض الكبريت ضروري لفصل البزموت عن الرصاص،حيث يترسب الرصاص بتفاعله مع حمض الكبريت ليعطي($PbSO_4$).

3 قمنا بوضع العينات على جهاز تهضيم ورفعنا درجة الحرارة لحوالي $200°C$ حتى يتبخر الحمض، حيث البزموت غير قابل للتطاير.

4 أضفنا قطرات من الماء الأوكسجيني H_2O_2 أثناء التسخين للمساعدة في أكسدة المواد العضوية.

5 قمنا بالتسخين لفترات طويلة حيث أن كمية قليلة من الكربون العضوي يقلل من الانتعاش بشكل ملحوظ لذلك يوصى إزالة الكربون العضوي بشدة قبل الترسيب.

6 بخرت العينة بلطف حتى الجفاف تقريباً.

7 حل الجزء المتبقي من العينة في 50ml من حمض أزوت $\frac{1}{2}mol$ (تمديد بالحموض من أجل الحفاظ على العناصر المعدنية بالشكل الأيوني).

8 قمنا بتسخين العينة لدرجة$80°C$ من أجل تحرير أيونات البزموت المدمصة على أوكسيد السيلكون.

9 رشحنا العينة على ورق ترشيح مقاوم للأحماض وذلك لتخلص من أوكسيد السيلكا (SiO_2)وبذلك أصبحت العينة جاهزة للقيام بالترسيب.

4.3-الترسيب التلقائي للبزموت:

a. أحضرنا أقراص فضة عالية النقاوة وزنها حوالي 1gوقطرها حوالي0.5cm.

b. قمنا بغسل قرص الفضة بالكحول (لنزع الشوارد إن وجدت) ومن ثم بالماء المقطر تركنا القرص حتى يجف ثم وضعناه في العينة المهضمة.

c. وضعنا المحلول وقرص الفضة على صفيحة ساخنة مع نظام تحريك مغناطيسي درجة حرارته $75^{o}c$ وسرعة تحريك (800rpm(round per munits، لمدة ستة ساعات.

d. أخرجنا قرص الفضة من العينة ثم غسلناه بالماء المقطر وبالأسيتون (لإزالة المواد العضوية) وتركناه حتى الجفاف.

تم إجراء التهضيم في مخبر خصوبة التربة كلية الزراعة جامعة تشرين، وعملية الترسيب التلقائي للبزموت في مخبر الفيزياء الإشعاعية قسم الفيزياء كلية العلوم بجامعة تشرين. ثم قمنا بتسجيل الطيف الناتج عن قرص الفضة باستخدام مطيافية ألفا.

5.3- معايرة مطياف ألفا :

يتضمن مطياف ألفا الأجهزة التالية:

1. كاشف نصف ناقل مصنوع من السليكون (السيليسيوم Si).

يصنع هذا الكاشف من بلورة نصف ناقلة من السيلسيوم Si ، يعطي نبضة سريعة نسبيا" 10^{-7}s وذات ارتفاع يتناسب مع الطاقة الضائعة. تبين معنا في نتيجة القياس **أن** قدرة فصل الطاقة لهذا الكاشف $\frac{\Delta E}{E} = 9.5\%$.

2. حجرة تفريغ (حجرة رزرفورد).

3. مضخة تخلية مع أنبوب مطاطي لوصلها بحجرة رزرفورد.

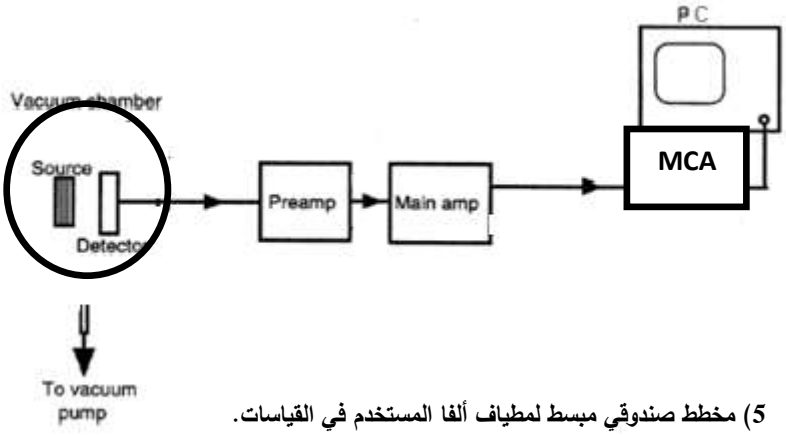
4. مضخم أولي.

5. مضخم رئيس.

6. منابع مشعة معيارية مصدرة لجسيمات ألفا α.

7. حاسب مجهز ببرنامج cassy لمعالجة القياسات.

وصلنا هذه الأجهزة كما في الشكل (5).

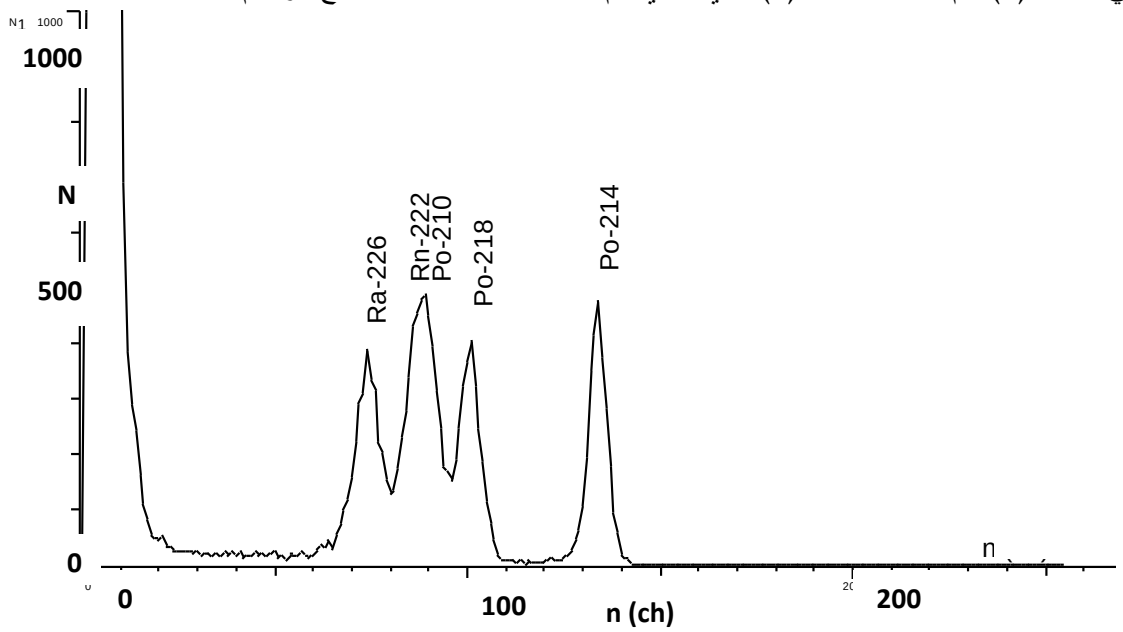


الشكل (5) مخطط صندوقي مبسط لمطياف ألفا المستخدم في القياسات.

حجرة التفريغ- Vacuum chamber،إلى مضخة تفريغ- to vacuum pump، الكاشف-Detector ا لمنبع- source،مضخم أولي- Preamp، مضخم رئيس- Main amp،محلل متعدد الأقنية MCA ، حاسوب لتحليل النبضات- (Personal Computer-PC).

هذه الأجهزة من صنع شركة Leybold [9] و هي موجودة في مخبر الفيزياء الإشعاعية في قسم الفيزياء بكلية العلوم بجامعة تشرين.

قمنا باستخدام المطياف السابق لتسجيل طيف منبع المعايرة،الراديوم– 226 المصدر لجسيمات ألفا كما هو مبين في الشكل (6)، ثم نظمنا الجدول (4) الذي يحوي قيم طاقة الخطوط الطيفية لمنبع الراديوم–226.

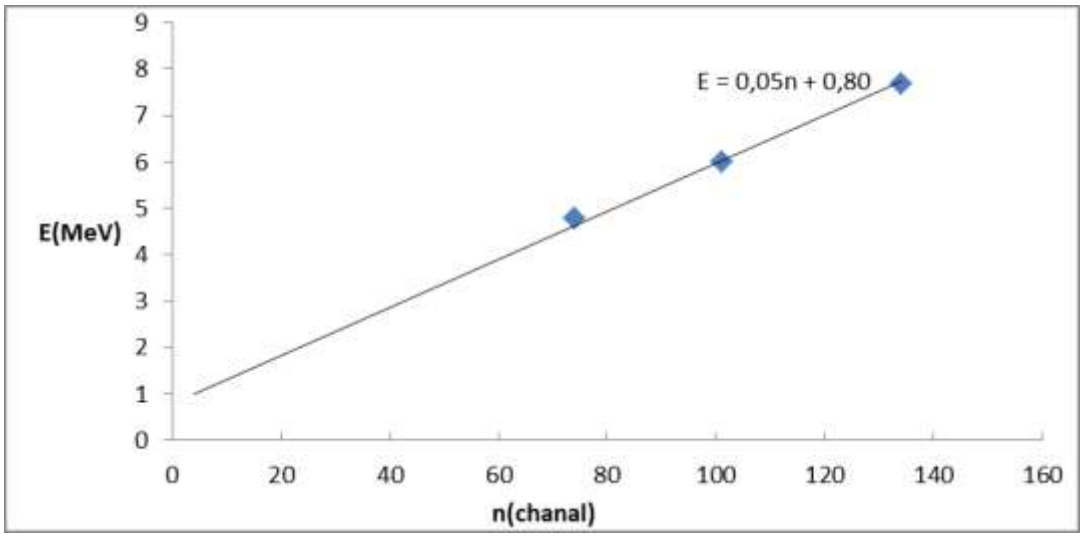


الشكل (6) الطيف الناتج عن ^{226}Ra باستخدام مطيافية ألفا.

الجدول(4) بيانات المعايرة لمحلل متعدد الأقنية في مطياف ألفا.

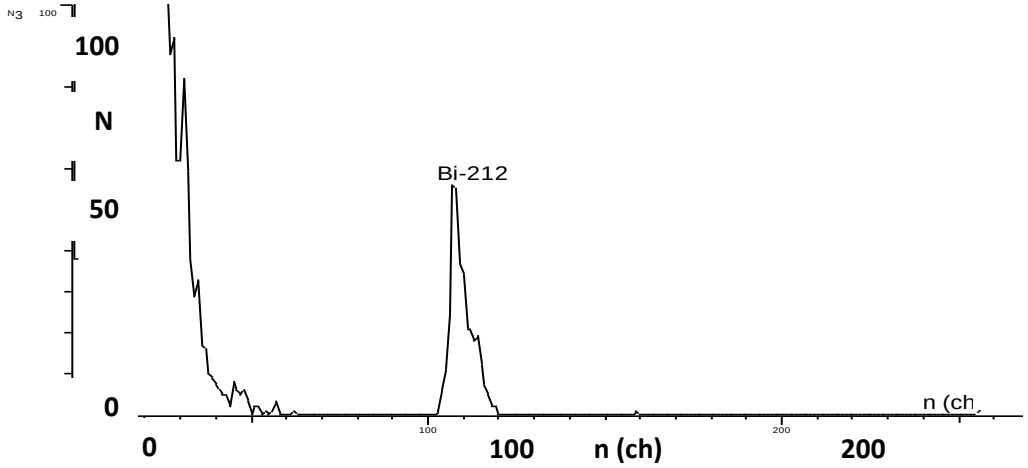
النظير	الطاقة(MeV)E [10]	القناةN
Ra–226	4,78	74
Po–218	6,00	101
Po–214	7,69	134

رسمنا التابع $E = f(n)$ فحصلنا على معادلة مستقيم المعايرة $E = 0{,}05\ n + 0{,}80$ كما هو مبين في الشكل (7).



الشكل (7) مستقيم معايرة الطاقة في مطيافية ألفا.

قمنا بوضع قرص الفضة المرسب عليه بعد جفافه في حجرة التفريغ بدلاً من منبع الراديوم ^{226}Ra، وأجرينا القياس بمطيافية ألفا وحصلنا على الطيف كما هو موضح في الشكل (8).



الشكل (8) طيف الطاقة الناتج عن قرص الفضة المرسب عليه.

حصلنا على الذروة الموضحة في الشكل السابق ، ثم حددنا طاقة هذه الذروة باستخدام مستقيم المعايرة المعطى في الشكل(7) فمن أجل n=107 الموافقة لذروة ^{212}Bi نحصل على القيمة E_m=6,25MeV وبالمقارنة مع القيم المرجعية تبين أنها قريبة من ذروة Bi−212 طاقتها المرجعية E_r=6,09MeV [6] .إن $\Delta E = |E_m - E_r| = 0{,}16MeV$. و $\frac{\Delta E}{E_r}$=2,6% وهي ضمن مقدرة فصل الكاشف.

6.3–الزمن النظري اللازم لنفاذ النشاط الإشعاعي لـ^{212}Bi في العينة:

للتأكد من أن العنصر المترسب على قرص الفضة هو البزموت− 212 قمنا بحساب الزمن النظري اللازم لنفاذ النشاط الإشعاعي لـBi−212 في عينة مشعة.

يعطى قانون النشاط الإشعاعي بالعلاقة:

$$A=A_0e^{-\lambda t}$$

A: النشاط الإشعاعي في اللحظة t.

A_0 :النشاط الإشعاعي في اللحظة t=0.

λ: ثابت يدعى احتمال التفكك ويحسب من العلاقة

$$\lambda T= 0.693$$

T:عمر النصف وهو المدة التي يتفكك بانقضائها نصف النوى، حيث تساوي القيمة المرجعية لـ Bi–212 60min [10] نعوض في علاقة ثابت التفكك.

$$\lambda_{Bi}= \frac{0,693}{60\times60} = 0,000192\ s^{-1}$$

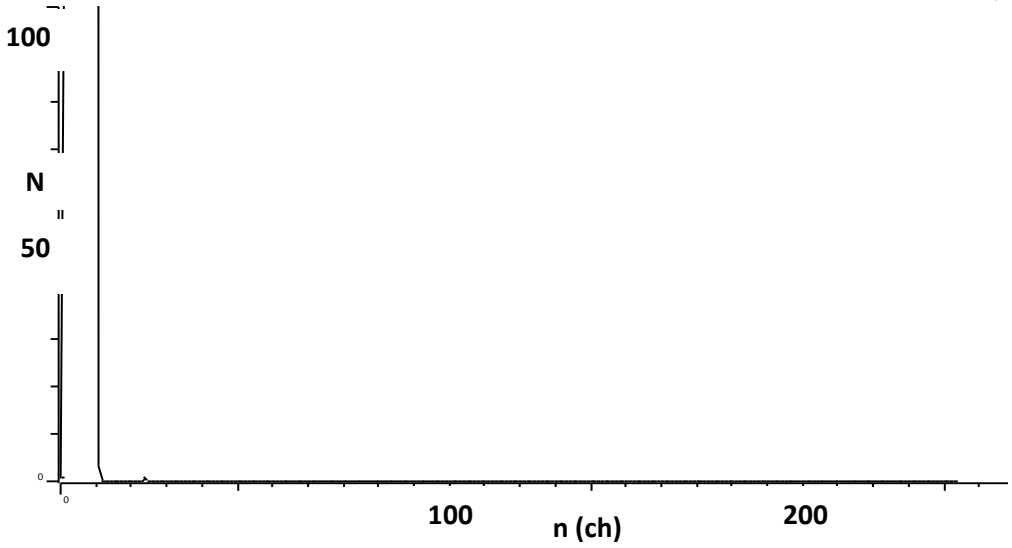
فإننا بالتعويض في قانون النشاط الإشعاعي أعلاه و باعتبار أن الـ^{212}Bi نافذٌ من أجل $\frac{A}{A0}=\frac{1}{10000}$ نجد:

$$\frac{1}{10000} = e^{-0.000192t}$$

ومنه:

$$t= 13,32hr$$

وبالقياس التجريبي لطيف العينة المرسبة على قرص الفضة بعد الترسيب مباشرة تم التأكد من وجود البزموت–212 بتسجيل الطيف،الشكل (8)، وعدم تسجيل أي طيف لـ Bi–212 بعد مضي الزمن النظري السابق كما هو مبين في الشكل(9).



الشكل (9):طيف قرص الفضة بعد مضي 13,32 ساعة حيث لا نلاحظ أي طيف للبزموت – 212.

النتائج والمناقشة:

حسبنا النشاط الإشعاعي لذروة**^{212}Bi** المصدرة لجسيمات ألفا من الشكل (8) بالطريقة المطلقة من العلاقة[17]:

$$A_\alpha= \left(\frac{\sum_\alpha}{t}\right)\left(\frac{4\pi d^2}{s}\right)$$

$\sum_\alpha$:المجموع الكلي للحوادث تحت الذروة للBi-212 المشع لألفا 332=$\sum_\alpha$.

t:زمن القياس مقدر بالثانية t=900s.

s:مساحة سطح الكاشف وهو مربع الشكل طول ضلعه4,5 m.m وبالتالي مساحة سطحه

$s=4,5\times 4,5=20,25 m.m^2$.

d:المسافة الفاصلة بين المنبع المشع وسطح الكاشف d=3m.m، حيث قمنا بتحديد المسافة عن طريق ورقة ميليمترية داخل حجرة رزرفورد.

$$A_\alpha=\frac{332}{900}\times\left(\frac{4\pi\times\left[3\times10^{-3}\right]^2}{20,25\times10^{-6}}\right)$$

$A_\alpha=2,05$ Bq

إن الخطأ المرتكب في حساب الشدة الإشعاعية للبزموت- 212 المصدر لجسيمات ألفا معطى بالعلاقة الآتية[8]:

$$\Delta A_\alpha = A_\alpha\left[\frac{\Delta\sum_\alpha}{\sum_\alpha}\right]$$

$$\Delta A_\alpha = A_\alpha\left[\frac{\sqrt{\sum_\alpha}}{\sum_\alpha}\right]$$

$$\Delta A\alpha = 2,05\times\frac{\sqrt{332}}{332}=0,11 Bq$$

وبالتالي تكون الشدة المقيسة بواسطة مطيافية ألفا من أجل عينة كتلتها 10g هي:

$A_\alpha=(2,05\pm0,11)Bq$

ثم قمنا بحساب النشاط الإشعاعي لذروة ^{212}Bi المصدرة لأشعة غاما من الشكل (4) بالطريقة المطلقة من العلاقة[8]:

$$A_\gamma=\left(\frac{\sum Np(E)-\sum Nb(E)}{t}\right)\quad\frac{1}{\varepsilon_g\varepsilon_{int}(E)\,f_\gamma}$$

∑Np(E):المجموع الكلي للحوادث تحت الذروة(المحتواة ضمن الخط الطيفي-Peak) للمنبع المشع المجهول.

∑N_b(E): المجموع الكلي للحوادث تحت الذروة (المحتواة ضمن الخط الطيفي) المرافق للخلفية الإشعاعية (الإشعاع الخلفي-Background).

t: زمن القياس بالثواني t=1200s.

ε_g: الكفاءة الهندسية (Geometrical efficiency) للكاشف، حيث المعادلة المطبقة لحسابها تعطى بالعلاقة [8]:

$$\varepsilon_g=\frac{1}{2}\left(1-\frac{d}{\sqrt{d^2+a^2}}\right)$$

d=0,001cm بعد المنبع عن الكاشف.

a=r=1,905cm نصف قطر الكاشف.

بالتعويض في علاقة الكفاءة الهندسية: ε_g =0,4997

$\varepsilon_{int}(E)$: الكفاءة الذاتية للخط الطيفي (Peak intrinsicefficiency)، وهذا يتعلق بمواصفات الكاشف المستخدم في القياس. ولهذه الغاية استعنا بقيم محسوبة من أجل كاشف مماثل للكاشف الذي استخدمناه في هذا العمل(أبعاده: 3,81cm× $3,81cm$) من أجل المسافة ما بين المنبع والكاشف ($0,001cm$) تكون قيمتها $\varepsilon_{int}(E)=0,35$ [18].

$f_\gamma(E)$: معامل يربط بين معدل إصدار الجسيمات (أو الكمات بالنسبة لأشعة غاما، أي فوتونات غاما) لنوع معين من الإشعاع، ومعدل التفكك لنفس النوع من نفس المنبع المشع

(نسبة التفرع) من أجل البزموت 212 تعطى قيمتها $f_\gamma(E)=1,72\%$ [6].

بالتعويض في العلاقة نجد:

$$A_\gamma=\frac{528}{1200}\left(\frac{1}{0,35\times0,499\times0,017}\right)=148,19Bq$$

فإذا علمنا أن الشدة الإشعاعية A_γ =148,19 Bq هي من أجل عينة كتلتها 1000g فإن الشدة الموافقة لعينة كتلتها 10g (وهي كتلة العينة المستخدمة في مطيافية ألفا) تساوي $A_\gamma(10g)=1,48Bq$، وبالمقارنة نجد ان الترسيب التلقائي لـ 212–Bi أعطى نتائج مرضية بالإضافة لسهولة أدائه مقارنة مع طرق اخرى من التحليل الكيميائي كالترسيب الكهربائي وغيرها من الطرق الأخرى.

الخطأ المرتكب في حساب الشدة الإشعاعية بالطريقة المطلقة للبزموت 212 المصدر لأشعة غاما يعطى بالعلاقة الآتية[8]:

$$\Delta A_\gamma = A_\gamma\left[\frac{\Delta\sum Np(E)}{\sum Np(E)}+\frac{\Delta\sum Nb(E)}{\sum Nb(E)}\right]$$

$$\Delta A_\gamma = A_\gamma\left[\frac{\sqrt{\sum Np(E)}}{\sum Np(E)}+\frac{\sqrt{\sum Nb(E)}}{\sum Nb(E)}\right]$$

$$\Delta A_\gamma = 1,48\left[\frac{\sqrt{491}}{491}+\frac{\sqrt{37}}{37}\right]=0,31Bq$$

وبالتالي تكون الشدة المقيسة بواسطة مطيافية ألفا من أجل عينة كتلتها 10gهي:

$$A_\gamma=(1,48\pm0,31)Bq$$

الاستنتاجات والتوصيات:

استناداً إلى هذا العمل التجريبي تمت معايرة الأجهزة المستخدمة لمطيافية ألفا ومطيافية غاما، ثم استنتاج شكل مستقيم معايرة الطاقة لكل مطياف فوجد أن هذين المستقيمين معادلتهما:

مستقيم معايرة ألفا: $E = 0,05\ n + 0,80$

مستقيم معايرة غاما: $E = 8,05n - 27,02$

وبعد ذلك تمت دراسة تربة عين ليلون، وتبين أنها تحتوي على ^{212}Bi بالإضافة إلى عناصر مشعة من سلسلة اليورانيوم– 238 والثوريوم–232، وبناءاً عليه قمنا بتهضيم التربة من أجل ترسيبها تلقائياً على أقراص فضة، والنتائج التي حصلنا عليها تشير إلى أن:

النشاط الإشعاعي لـ ^{212}Bi باستخدام مطيافية غاما 1,48Bq.

النشاط الإشعاعي لـ ^{212}Bi باستخدام مطيافية ألفا 2,05Bq.

نجد أن النتائج مرضية وبالتالي عملية الترسيب التلقائي أعطت نتائج جيدة، وتقع ضمن الحدود المسموح بها دولياً [19،20].

ومع هذا نوصي بأن يتكرر القياس في مناطق مختلفة من التربة للوصول إلى خارطة جيولوجية للعناصر المشعة الموجود فيها، وحساب نشاطها الإشعاعي.

المراجع:

1- WARD, F. N; CROWE ,H.E. *Colormatric determinations of tracers of Bismuth in rocks*.1nd.ed.,U.S .Government Printing Office, Washington,1956,14.

2- WARD,F.N;NAKAGAWA,H.M; HARMS,T.F; VANSICKL, G.H. *Atomic-Absorption-Methods of Analysis Usefulin Geochemical Exploration.*1nd.ed.,U.S .Government Printing Office, Washington,1969,45.

3- ELSHERIF,K.M; BENKHAYAL,A.A; KUSS,H.M. *Simaultaneous Determination Of Cu, Mn, Bi and Sb Using Multilement Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer*. ACPI Indica. Vol.3,2013,241-249.

4- PARK,C.J.*Determination ofBi Impurity in Lead Stock Standard Solutions by Hydride- generation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*.Bull Korea.Vol.25,No.2,2004,233-236.

5- WIERCIŃSKA,A.N; GROCHOWSKI,M; ROTKO,K.T; SKRZYPEKD,S; GUZIEJEWSKI,D. *Selective, Simple and Economical Method for the Voltammetric Determination of Bi(III) in the presence Cystine in Non– ComplexingSolution*.EDP Sciences, 2013.

6- BHATK,K.S.*Radiochemistry of Bismuth.*1nd.ed.,Technical Information Center, U.S.A,1977,P6,P82-128.

7- ABUSTULIDES,K;MARQUEZ,R.C;IANSENNZ,O;MULLEN, R;MYKOLAT; Awwada , A. *Cancer treatment using isotopes Bi-213, Ac-225 at medication immune Radiological*. Nuclear warld Syria.Vol.80,2002,29-34.

8- JABBOUR JABBOUR;HAISAMJBELI;SARA ALJMMAL. *Analytical and experimental study of the mechanisms of computing and measuring the radioactivity of the radioactive source* . Tishreen University Syria .Vol.(36)No.(2) ,2014,73-92.

9- *Atomic and Nuclear Physics, Radioactivity, Detection of Radioactivity,*Printed in the Federal Republic of Germany by Leybold Didactic GmbH ,2007,experiment p6.5.6.1, 1-4.

10- HAISAMJBELI; JIHAD MULHEM; AMIR TFIHA; NAZIHHAIDAR.*Nuclear Physics* .1nd.ed.,Tishreen University, Syria,2009,P403-407.

11- LUBIS,A.A.*Uncertainty Assessment of Alpha-Spectrometry Analysis of 210Po in Marine Sediment Sample from Jakarta Bay.*MATEMATIKA DAN SAINS.VOL. 13 NO. 2,2008,54-59.

12- PORRES,L.M;COLLADO,M.G;DIAZ,I;RENTERIA,M;MONTERO CABRERA,M.E.*Determination of uranium and polonium in Sparusaurata by alpha spectrometry*.Mexicana.VOL.58 NO.2,2012, 224-227.

13- SALAR,H; BARKER ,J. *Accurate Determination of Uraniumin Soils Using Electroplating and Closed- Vessels Microwave Digestion Methods.*Chem. AnalWarsaw,2007,35-42.

14- LIU,L.*The Quantum Mechanics of Alpha Decay*. MIT Undergraduate,<http://web.mit.edu/8.13/www/jlmatlab.shtml>.

15- BOJANOWSKI, R;RADECKI,Z;PIECKOS,*R.Rapid Determination of 226Ra and UraniumIsotopes in Solid Samples by Fusion with Lithium Metaborate and Alpha Spectrometry*, The Scientific WorldMarine.VOL.2,2002,1891-1905.

16- NASSEF,M.H;EL-TAHAWY,M.S;GAMAL,Y;ZAKY,L;HAMED.A.A. *DETERMINATION.OF ALPHA EMITTERS INENVIRONMENTAL SAMPLES OF SOME EGYPTIAN INDUSTRIAL CITIES. Proceedings of the 3rd Environmental Physics* Conference Egypt.2008,99-108.

17- ORTEC Application Note. *An 34 Experiments in Nuclear , Sciences, 1987, Published by ORTEC, Experiment4*,AlphaSpectroscopy with Surface Barrier Detectors, www.ortec-online .com.

18- DR.A.B. KADHEM;A.N. MOHAMMED.*The Treatment of Efficiency of NaI(Tl) Detector By Using Monte Carlo Simulation*, Eng. Tech. Journal, vol.28,No.5,2010.

19- TZORTZIS,M; TSERTOS,H; CHRISTOFIDES,S; CHRISTODOULIDE ,G.*Gamma-Ray measurements of naturally occurring radioactive samples from Cyprus characteristic geological rocks*.UCY−PHY Cyprus.2002.

20- MOHAMEDKHUDAIR; ABDOLREZA SABRA.*Measuring radiation levelin the surface soil in selected areasfromBasra province*.BasraResearch journal, vol.(40), B.3, 2014,88-96