مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (34) العدد (3) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (34) No. (3) 2012

قياس النشاط الإشعاعي الناتج عن نظيري السيزيوم (^{137}Cs) والبوتاسيوم (^{40}K) لعينات مياه من مصادر مختلفة في مدينة اللاذقية

الدكتور جبور جبور*
الدكتور هيثم جبيلي**
الدكتور جهاد ملحم***

(تاريخ الإيداع 22 / 4 / 2012. قُبِل للنشر في 16 / 8 /2012)

□ ملخّص □

تمَّ في هذا العمل، قياس النشاط الإشعاعي الناتج عن نظير السيزيوم (^{137}Cs) ونظير البوتاسيوم (^{40}K)، في عينات مياه (من مصادر مختلفة) في مدينة اللاذقية. وقد وُجد أن جميع العينات خالية من النشاط الإشعاعي الناتج عن هذين النظيرين المشعين باستثناء مياه البحر التي تحتوي نشاطاً إشعاعياً ناتجاً عن نظير البوتاسيوم وقدره $(16.38)(Bq/l)$. كما تمّتَ مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها بنتائج عالمية أخرى، حيث كان التطابق جيداً بينهما آخذين بعين الحسبان الأخطاء المرتكبة في القياسات.

الكلمات المفتاحية: مياه، النشاط الإشعاعي، نظير السيزيوم–137، نظير البوتاسيوم–40،

* أستاذ – قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** أستاذ – قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
*** أستاذ – قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (34) العدد (3) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (34) No. (3) 2012

Measuring the radioactivity resulted from (^{137}Cs) and from (^{40}K) isotopes of water samples from different sources in Lattakia

Dr. Jabbour Jabbour*
Dr. Haissam Jbeli**
Dr. Jehad Mulhem***

(Received 22 / 4 / 2012. Accepted 16 / 8 /2012)

□ ABSTRACT □

In this work, we have measured the radioactivity resulting from the cesium-137 and potassium-40 isotopes, in water samples (from different sources) in the city of Lattakia. And it has been found that all samples were without radioactivity resulting from both isotopes except the sea water containing radioactivity resulting from the potasium-40 isotope evaluated by(16.38)(Bq/l). As compared to the results obtained with the results of another world, where there is a good correspondence between them, taking into account measurements errors.

Key Words: water, the radioactivity, (cesium-137) isotope, (K-40) isotope.

*Professor, Physics Department, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.
** Professor, Physics Department, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.
*** Professor, Physics Department, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

يمكننا باستخدام الكاشف الوميضي دراسة وتحليل، على سبيل المثال، عينات سائلة وصلبة ومواد عضوية تحتوي نوى مشعة مثل [1]:

- نوى البوتاسيوم K−40 المحتواة تقريباً في كل المواد الطبيعية والأطعمة. نشير في هذا المجال إلى أن غراماً واحداً من مادة البوتاسيوم غير المشع يحتوي على جزء من البوتاسيوم K−40 يُقدر بـ $120\ \mu g$ يولد نشاطاً إشعاعياً يُقدر تقريباً بـ 30 بيكريلاً $30\ Bq$.
- البقايا الملوثة الناتجة عن نوى السيزيوم المشع Cs−137 التي تتحرر وتنتشر في فضاء المنشآت النووية، أو، على سبيل المثال، تلك التي نتجت عن حادث المفاعل النووي تشرنوبيل Chernobyl في أوكرانيا. وبعد هطول الأمطار، فإن السيزيوم يلوث الأرض ويتوضع على الأعشاب والفطور. وذلك لأنه يمتلك منابع معايرة لكلا النظيرين المشعين K−40 و Cs−137.

أهمية البحث وأهدافه:

حساب النشاط الإشعاعي لعينات مياه من مصادر مختلفة في مدينة اللاذقية.

طرائق البحث ومواده:

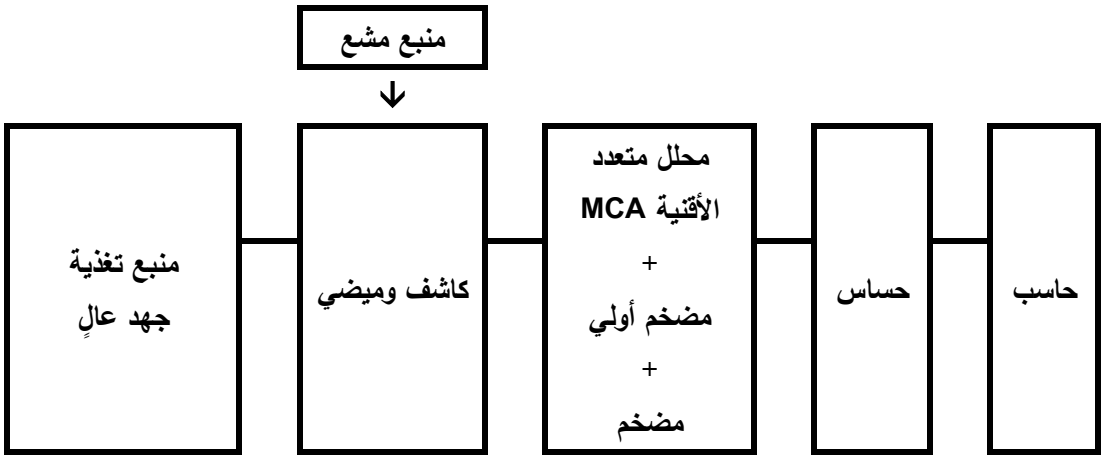
إن الأجهزة والأدوات المستخدمة في هذا البحث هي [1]:

اســـم الجهـــاز	رقم
– منبع مُشع نقطي للمعايرة Cs^{137} شدته الإشعاعية $333\ kBq$ بتاريخ 17 كانون الأول 2007.	559 885
– منبع مُشع نقطي للمعايرة Co^{60} شدته الإشعاعية $74\ kBq$ بتاريخ 17 كانون الأول 2007.	559 885
– منبع مُشع لانقطي للمعايرة Cs^{137} شدته الإشعاعية $4.87\ kBq$ بتاريخ 17 كانون الأول 2007، عينة وزنها 1 كيلوغرام موضوعة في عبوة (عبوة مارينيللي).	OL 261
– منبع مُشع لانقطي للمعايرة (كلورايد البوتاسيوم KCl) 40K شدته الإشعاعية 16.7 kBq بتاريخ 17 كانون الأول 2007، عينة وزنها 1 كيلوغرام موضوعة في عبوة (عبوة مارينيللي).	672 521
– عداد وميضي: مواصفاته: – أبعاده: $25\ cm\ x\ 6\ cm$. – مجال كشفه لطاقة أشعة غاما يتراوح ما بين 15 ألف إلكترون فولط. ومليون إلكترون فولط $(15keV-3MeV)$. – قطره $3,8\ mm$. – ثخانته $50,8\ mm$.	559 901

– قدرة فصله الطاقية عند الطاقة *keV* 662 تُقدر بأقل من (*7.5 %*). – يعمل في مجال جهد يتراوح بين (*600–800 Volts*).	
– منبع تغذية جهد عالٍ *1.5 kV*.	521 68
– غطاء واقٍ للعداد الوميضي من الرصاص.	559 89
– أوعية ميرينللي.	559 88
– محلل متعدد الأقنية *MCA*.	529 780
– حاسوب مجهز ببرنامج *Cassy* لمعالجة القياسات.	
– قاعدة لحمل المنبع المشع.	

ملاحظة: جميع هذه الأجهزة من شركة *LEYBOLD* الألمانية [1] .

نوضح على الشكل (1) مخططاً مبسطاً للدارة المستخدمة في القياسات.



الشكل (1): مخطط مبسط للدارة المستخدمة في القياسات.

تتم أولاً معايرة الكاشف، حساب النشاط الإشعاعي للمنابع المعايرة، ومن ثم تحضير العينات المراد قياس نشاطها الإشعاعي.

النتائج والمناقشة:

1– قياس الجهد الأفضل لعمل العداد الوميضي وتحديده:

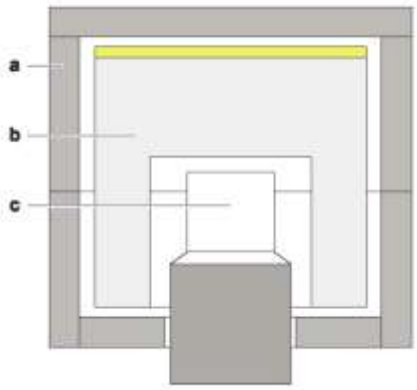
تم تحديد الجهد الأفضل (V = 650 Volts) لعمل العداد في عمل سابق، وقُبل للنشر في مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات [2].

2- حساب النشاط الإشعاعي لعينات مياه ضعيفة الإشعاع من مصادر مختلفة:

من أجل تحديد النشاط الإشعاعي لعينة ضعيفة الإشعاع، نضع العينة في أغلب الأحيان في وعاء مخصص لهذه الغاية يُدعى بوعاء مارينيللي **Marinelli beaker** (انظر الشكل 2). هذا الوعاء يغلف (أو يحتضن) بشكل كامل بلورة الكاشف، يؤمن بشكل جيد وضعاً هندسياً مناسباً وملائماً للقياس.

عادة هناك منبع معياري (أو عينة معيارية) لحساب النشاط الإشعاعي، حيث نقوم بمقارنة الطيف الطاقي لأشعة غاما للعينة المدروسة، والتي تمتلك الشكل الهندسي نفسه للعينة المعيارية، مع الطيف الطاقي للعينة المعيارية، وبهذه الطريقة يمكننا أن نحسب مباشرة النشاط الإشعاعي للعينة المدروسة.

نشير إلى أنه عندما يتم تسجيل الطيف الطاقي لأشعة غاما، يكون هناك إشعاع خلفي (ضجيج) يتداخل ويؤثر في الطيف، ولتخفيف ذلك نستخدم شاشة من الرصاص محكمة الإغلاق تحيط بالعينة وبالكاشف.



شكل (2): يبين ترتيب الكاشف ووضعه الومضاني ووعاء مارينيللي لتحديد النشاط الإشعاعي لعينات ضعيفة الإشعاع.
(a) شاشة من الرصاص، (b) وعاء Marinelli مع عينة، (c) كاشفاً وميضياً.

تم قياس النشاط الإشعاعي، الناتج عن نظير السيزيوم-137 ونظير البوتاسيوم-40، ومن ثم دراسة أثر الخلفية في عينات مياه من مصادر مختلفة في مدينة اللاذقية، بالطريقة التالية:

1-تم تسجيل الطيف الطاقي لنظير السيزيوم-137 ونظير البوتاسيوم-40 بالشروط التالية: الجهد المطبق على الكاشف 650 فولطاً، الربح 1.5، وزمن القياس 3600 ثانية أي ساعة كاملة [2]، الشكلان (3) و (4).

2-تم تسجيل الطيف الطاقي الناتج عن الإشعاع الخلفي وذلك بعد نزع وعاء ميرنيللي من أجل القيام بقياس من دون عينة، بالشروط المذكورة نفسها في البند (1)، الشكل (5).

3-تم أخذ عينات مياه من مصادر مختلفة وزنها 1 كيلوغرام، ومن ثم تم تسجيل الطيف الطاقي لهذه العينات بالشروط المذكورة نفسها في البند (1). يبين الشكل (6) الطيف الطاقي لإحدى العينات، ويبين الجدول رقم (1) قيم العد الإجمالي N_g والخلفية N_b ومعدل العد بثانية واحدة $[(N_g-N_b)/3600]$ للعينات المدروسة جميعها من المياه. يُمثل الشكل رقم (7) تغير معدل العد بالثانية لعينات المياه المدروسة جميعها.

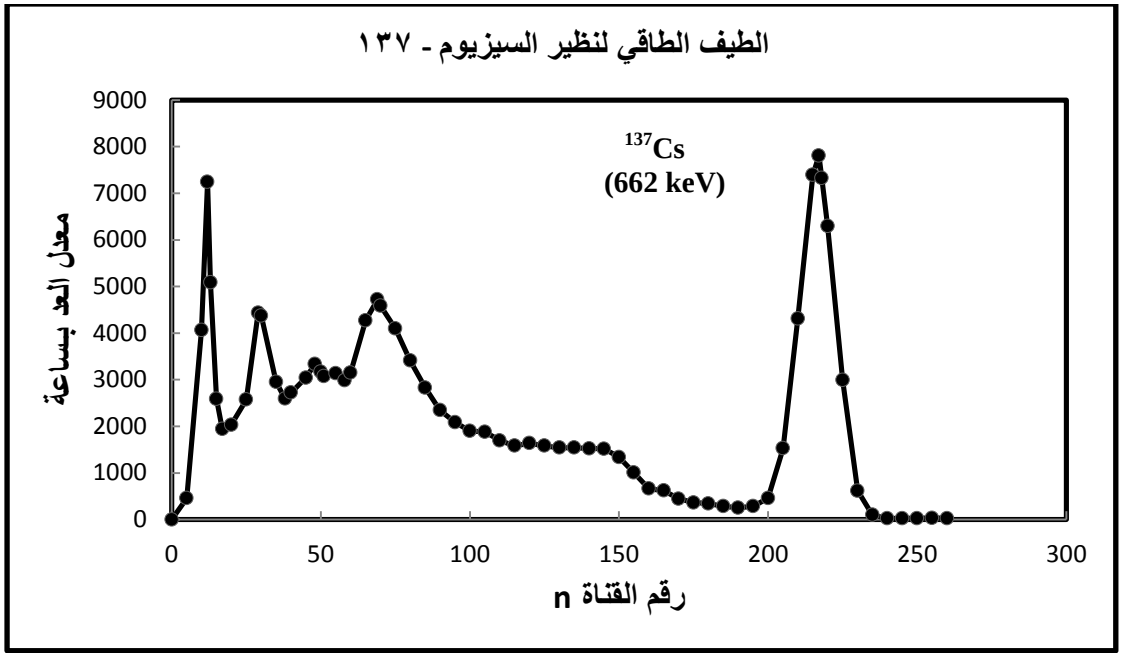
4-تمت مقارنة الخطوط الطيفية الناتجة السابقة، ومن ثم حساب مجموع الحوادث المسجلة في الخط الطيفي المرافق للامتصاص الكلي. رُتبت النتائج التي تم الحصول عليها في الجدول رقم (2).

جدول (1): يبين قيم العد الإجمالي N_g والخلفية N_b ومعدل العد بثانية واحدة $[(N_g-N_b)/3600]$ لعينات مختلفة من المياه.

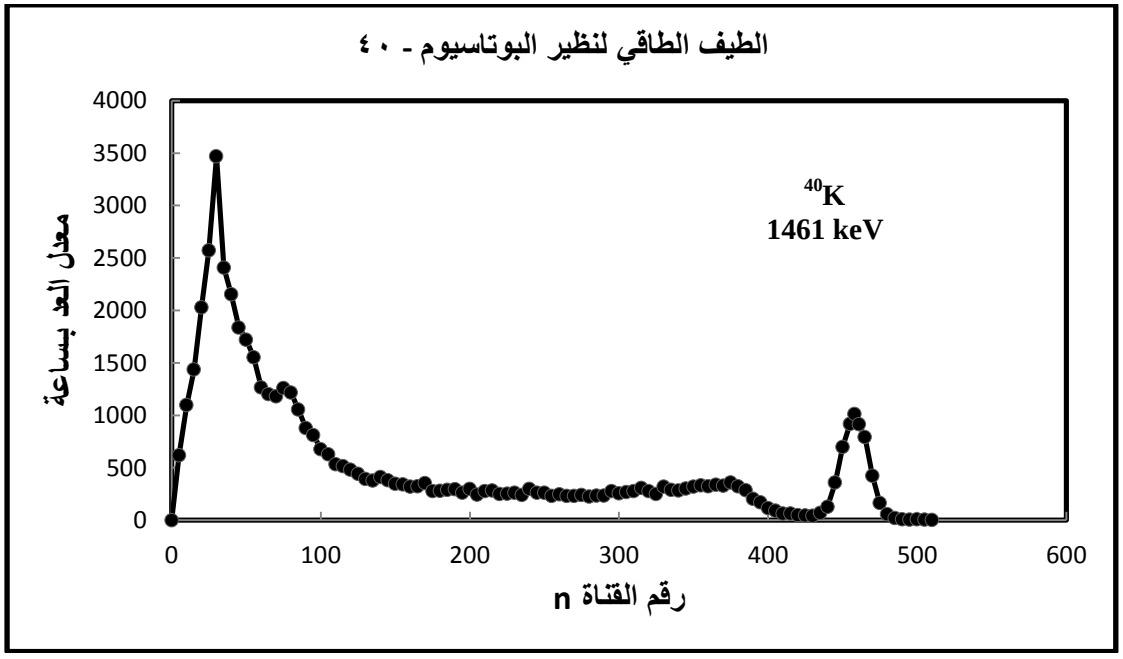
العينة	N_g العد الإجمالي لكامل الطيف (512 قناة) خلال ساعة واحدة (3600 ثانية)	N_b العد الإجمالي لكامل الطيف (512 قناة) خلال ساعة واحدة (3600 ثانية)	$\frac{N_g - N_b}{3600} sec$ معدل العد بثانية واحدة
مياه مطر	29989	27474	0.70
مياه جوفية	30213	27474	0.76
مياه سد	30370	27474	0.80
مياه بحر	30571	27474	0.86
مياه معدنية (بقين)	30569	27474	0.86
مياه معدنية (فيجة)	30888	27474	0.95
مياه شرب	30938	27474	0.96

جدول (2): يبين مكاملة الحوادث (أو مجموع الحوادث) في الخطوط الطيفية المرافقة للامتصاص الكلي. إن الكتابة (C196–C228) تعني أن المجموع أو المكاملة تمت بين القناة رقم 196 والقناة رقم 228 من أجل السيزيوم 137–Cs، و (C448–C488) تعني أن المجموع أو المكاملة تمت بين القناة رقم 448 و القناة رقم 488 للبوتاسيوم 40–K.

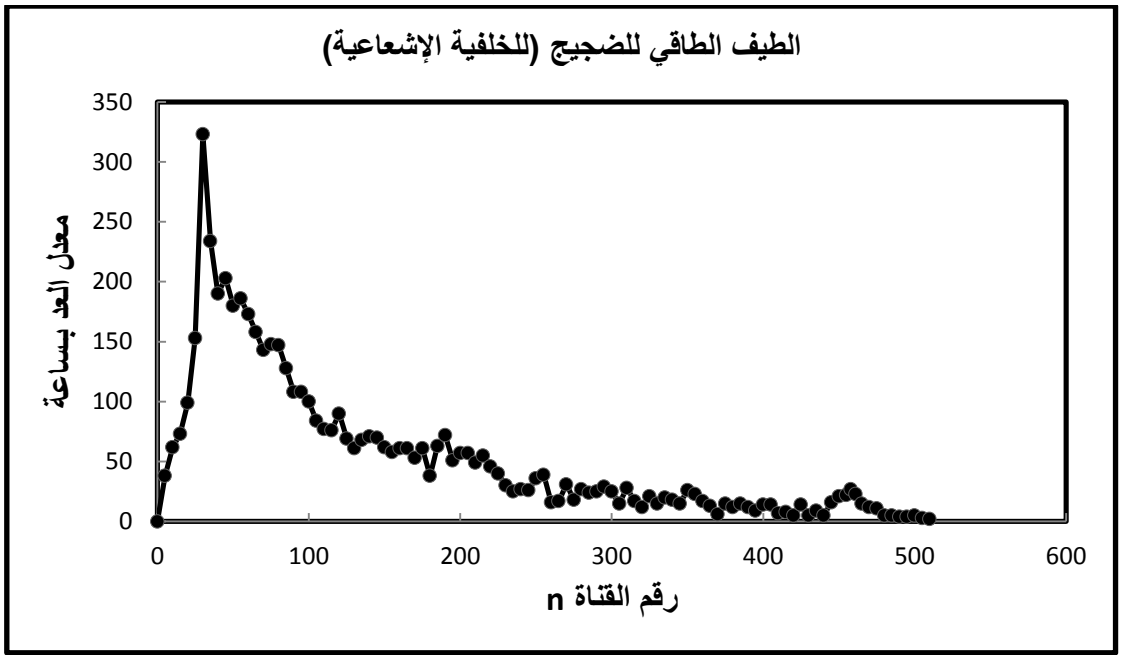
العينة		زمن القياس	N (C196–C228) $E_\gamma = 662\ keV$ Cs–137	N (C448–C488) $E_\gamma = 1461\ keV$ K–40
عينة معايرة كلور البوتاسيوم KCl(1000 غرام)		3600 s		22011
عينة معايرة السيزيوم 137–Cs (1000 غرام)		3600 s	118257	
الإشعاع الخلفي		3600 s	1742	611
ماء شرب		3600 s	1685	551
مياه معدنية	بقين	3600 s	1426	547
	فيجه	3600 s	1384	553
مياه بحر		3600 s	1435	632
مياه سد		3600 s	1445	587
مياه جوفية		3600 s	1430	552
مياه مطر		3600 s	1406	555



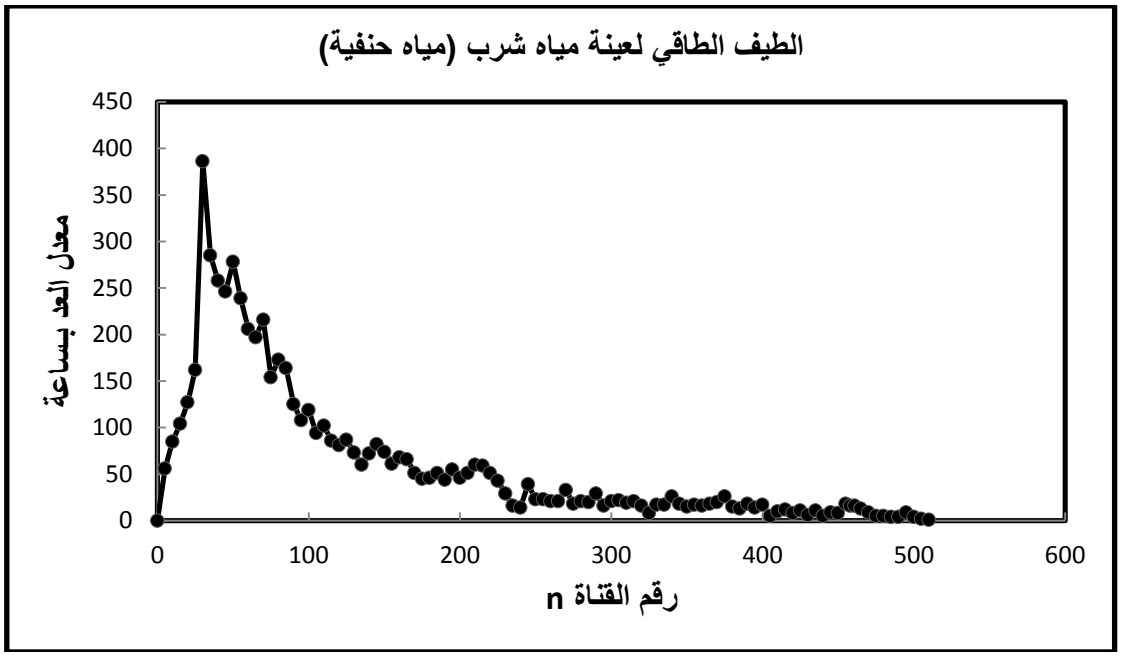
الشكل (3): يمثل الطيف الطاقي لنظير السيزيوم – 137 (منبع معياري)، الجهد المطبق 650 Volts والربح 1.5.



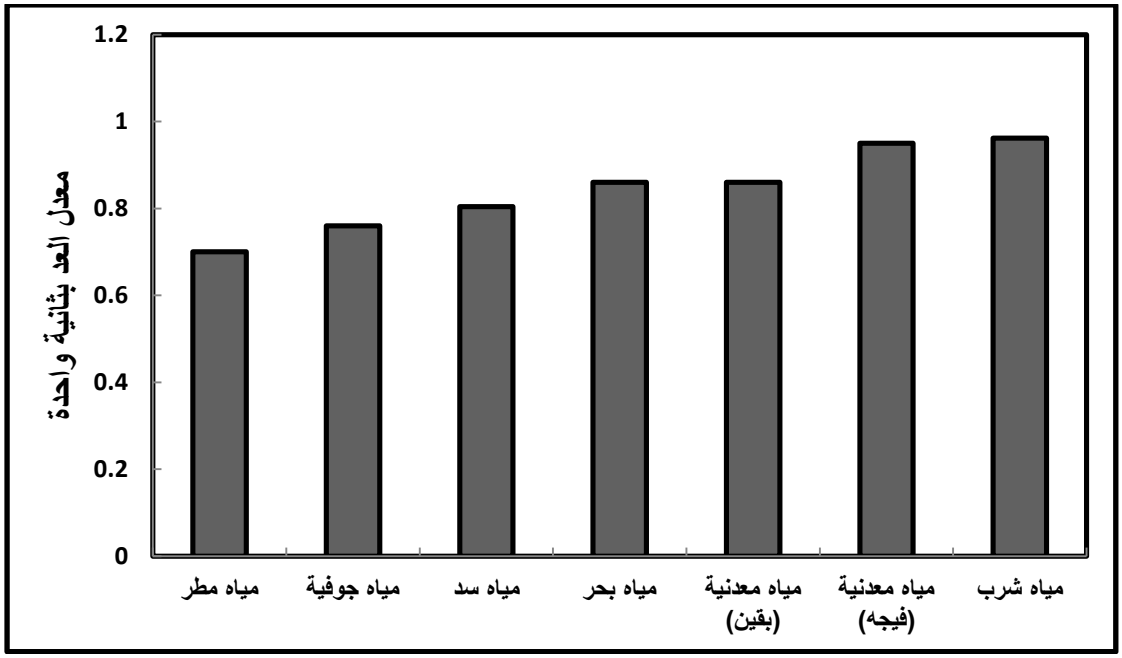
الشكل (4): يمثل الطيف الطاقي لنظير البوتاسيوم – 40 (منبع معياري)، الجهد المطبق 650 Volts والربح 1.5.



الشكل (5): يمثل الطيف الطاقي للضجيج (للخلفية الإشعاعية)، الجهد المطبق 650 Volts والربح 1.5.



الشكل (6): يمثل الطيف الطاقي لعينة مياه شرب (مياه حنفية)، الجهد المطبق 650 Volts والربح 1.5.



الشكل (7): يمثل تغير معدل العد بالثانية لعينات مختلفة من المياه.

يمكننا حساب النشاط الإشعاعي لمنبع مشع مجهول (عينة مجهولة) انطلاقاً من منبع معلوم من النوع نفسه، أي أنه لدينا النظير المشع نفسه في كلا المنبعين. هذا يعني أنه تتم مقارنة العد في الخيطين الطيفيين للمنبعين المعتبرين. من أجل ذلك يجب أن نحسب ما يُسمى بعامل المعايرة.

نشير أولاً إلى أن المنابع المستخدمة للمعايرة هي:

1. منبع مُشع لانقطي للمعايرة ^{37}Cs شدته الإشعاعية *4.87 kBq* بتاريخ 17 كانون الأول 2007، عينة وزنها 1 كيلوغرام موضوعة في عبوة (عبوة مارينيللي).

2. منبع مُشع لانقطي للمعايرة (كلورايد البوتاسيوم *KCl*) ^{40}K شدته الإشعاعية 16.7 kBq بتاريخ 17 كانون الأول 2007، عينة وزنها 1 كيلوغرام موضوعة في عبوة (عبوة مارينيللي).

أولاً – كيف نعيِّن عامل المعايرة للبوتاسيوم $k_{(K-40)}$ ؟

نستخدم المنبع المشع ^{40}K الذي هو عبارة عن عينة من كلورايد البوتاسيوم *KCl* وزنها كيلو غرام (1000 غرام). نحدد أولاً عدد نوى N البوتاسيوم المشع K−40 من العلاقة التالية:

$$N = \frac{1000\ g}{M}.N_A.r$$

حيث: وزن العينة يساوي 1000 غرام،

M الوزن الجزيئي لـ *KCl* ويساوي : $M = 74.55\,(g/mol)$ ،

N_A عدد أفوكادرو: $N_A = 6{,}022.10^{23}\,(1/mol)$ ،

r المحتوى النسبي لـ K−40 في العينة ويساوي$(0{,}012\%)$ أي أن$(0{,}012\% = 0{,}012/100 = 0{,}00012)$ ،

وهو عبارة عن مقدار مُعطى معلوم، بالتعويض نجد أن عدد نوى البوتاسيوم المشع K−40 يساوي:

$$N = \frac{1000\ g}{M}.N_A.r = \frac{1000}{74.55} \times 6{,}022 \times 10^{23} \times \frac{0{,}012}{100} = 9{,}69 \times 10^{20}$$

أما النشاط الإشعاعي A فهو مقدار يتناسب مع عدد النوى المشعة في العينة، أي يتناسب مع N، وثابت التناسب هو ثابت التفكك λ، وهو يُعطى بالعلاقة التالية:

$$A = \lambda.N \quad , \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \Rightarrow A = \frac{N.\ln 2}{T_{1/2}}$$

علماً بأن عمر النصف للبوتاسيوم K–40 يساوي: $\left[T_{1/2}(K-40) = 1{,}28\times10^{9}\ years\right]$ سنة. بالتعويض في العلاقة السابقة نجد أن:

$$A = \frac{N.\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{9{,}69\times10^{20}\times\ln 2}{1{,}28\times10^{9}} = 16{,}7\ kBq$$

يتم إذن تعيين عامل المعايرة للبوتاسيوم K–40 انطلاقاً من الخط الطيفي المرافق للامتصاص الكلي للبوتاسيوم، أي انطلاقاً من طاقة غاما $E_\gamma = 1461\,keV$. ويُعرف عامل المعايرة بالعلاقة التالية:

$$k_{(K-40)} = \frac{A}{R}$$

حيث A النشاط الإشعاعي المحسوب سابقاً، و R معدل العد للـ K–40 في الخط الطيفي المرافق للامتصاص الكلي (الشكل 4)، ولكن بعد طرح الخلفية N_b (الضجيج)، أي أن R تُعرّف كنسبة العد على زمن العد، وتُعطى بالعلاقة التالية:

$$R_{(K-40)} = \frac{N - N_b}{3600} = \frac{22011-611}{3600} = 5.94\ s^{-1}$$

حيث: $N = 22011$ و $N_b = 611$، وزمن العد يساوي 3600 ثانية (استعن بالجدول رقم 2).

مما سبق نستطيع أن نكتب:

$$k_{(K-40)} = \frac{16{,}7\ kBq}{5{,}94\ s^{-1}} = 2811\,Bq.s$$

ثانياً – كيف نعيّن عامل المعايرة للسيزيوم Cs–137؟

نستخدم المنبع المشع ^{137}Cs الذي هو عبارة عن عبوة (عبوة أو وعاء مارينيللي) من السيزيوم – 137 وزنها كيلو غرام (1000 غرام)، الجدول رقم (1).

لتحديد النشاط الإشعاعي A في الزمن الذي نجري فيه القياس يجب معرفة النشاط الإشعاعي للعينة المدروسة في أثناء لحظة تحضيرها، أي أننا نعد هذا التاريخ لحظة الصفر (t = 0)، أي أنه يجب معرفة مقدار النشاط الإشعاعي في هذه اللحظة، أي A(t = 0). بعبارة أخرى فإن المقدار A(t = 0) هو عبارة عن مقدار مُعطى. إذا كان $A(t=0) = 4{,}87\ kBq$، ونصف عمر السيزيوم Cs–137 يساوي $T_{1/2} = 30{,}17\ years$ سنة، وكان عمر العينة يساوي 1551 يوماً أو 4.25 سنة (من 2007/12/17 ولغاية 2012/3/17)، أي أن $t = 4{,}25\ years$، فإن النشاط الإشعاعي للعينة في اللحظة t تساوي:

$$A(t) = A(t=0).e^{-\ln 2.\frac{t}{T_{1/2}}} = 4{,}87.e^{-1n2\frac{4{,}25}{30{,}17}} = 4.42\ kBq$$

ونُحدد عامل المعايرة للسيزيوم Cs–137 بالطريقة نفسها التي استخدمناها من أجل البوتاسيوم K–40:

$$k_{(Cs-137)} = \frac{A(t)}{R}$$

حيث A النشاط الإشعاعي المحسوب سابقاً، و R معدل العد للـ Cs–137 في الخط الطيفي المرافق للامتصاص الكلي (الشكل رقم 3)، ولكن بعد طرح الخلفية N_b (الضجيج)، فإن R تُعرف كنسبة العد على زمن العد، وتُعطى بالعلاقة التالية:

$$R_{(Cs-137)} = \frac{N - N_b}{3600} = \frac{118257 - 1742}{3600} = 32{,}36\ s^{-1}$$

حيث: $N = 20796$ و $N_b = 516$ ، وزمن العد يساوي 600 ثانية (استعن بالجدول رقم 2).

مما سبق نستطيع أن نكتب:

$$k_{(Cs-137)} = \frac{4{,}42\ kBq}{32{,}36\ s^{-1}} = 137\ Bq.s$$

ثالثاً–تحليل عينات المياه وحساب النشاط الإشعاعي لهذه العينات الناتج عن السيزيوم– 137 والبوتاسيوم– 40:

تمت مقارنة الخطوط الطيفية للعينات المدروسة بالخطوط الطيفية لكل من المنابع المستخدمة للمعايرة: منبع السيزيوم – 137 ومنبع البوتاسيوم – 40، وأيضاً بالخط الطيفي للضجيج الخلفي (الخلفية الإشعاعية). النتائج التي تم الحصول عليها وضعت في الجدول رقم (3).

- **حساب النشاط الإشعاعي لعينة ما ناتج عن الـ Cs–137 (الخط الطاقي $E_\gamma = 662\ keV$):**

نحسب أولاً معدل العد، أي R التي تُعطى بالعلاقة التالية:

$$R_{(Cs-137)} = \frac{N - N_b}{t}$$

مثلاً من أجل عينة مياه الشرب (مياه حنفية) يكون لدينا: N = 1685 ، N_b = 1742 و t = 3600 s (انظر الجدول رقم 2)، ومنه فإن R تأخذ قيمة سالبة:

$$R_{(Cs-137)} = \frac{1685 - 1742}{3600} < 0$$

وهذا يعني أن النشاط الإشعاعي الناتج عن نظير السيزيوم في هذه العينة معدوم، أي أن العينة لا تحتوي على نظير السيزيوم – 137 المشع. بالمقابل، إذا كانت قيمة R موجبة، فنقول إن هناك قيمة للنشاط الإشعاعي، أي أن العينة المدروسة تحتوي على نظير السيزيوم – 137 المشع. فيكون النشاط الإشعاعي للعينة الناتج عن احتوائها الـ Cs–137 مساوياً:

$$A_{(Cs-137)} = R_{(Cs-137)}.k_{(Cs-137)}\ (Bq)$$

- **حساب النشاط الإشعاعي لعينة ما ناتج عن الـ K–40 (الخط الطاقي $E_\gamma = 1461\ keV$):**

نحسب أولاً معدل العد، أي R التي تُعطى بالعلاقة التالية:

$$R_{(K-40)} = \frac{N - N_b}{t}$$

مثلاً من أجل عينة مياه الشرب (مياه حنفية) يكون لدينا: N = 551 ، N_b = 611 و t = 3600 s (انظر الجدول رقم 2)، ومنه فإن R تأخذ قيمة سالبة:

$$R_{(K-40)} = \frac{551 - 611}{3600} < 0$$

وهذا يعني أن النشاط الإشعاعي الناتج عن نظير البوتاسيوم في هذه العينة معدوم، أي أن العينة لا تحتوي على نظير البوتاسيوم – 40 المشع. بالمقابل، إذا كانت قيمة R موجبة، فنقول إن هناك قيمة للنشاط الإشعاعي، أي أن العينة المدروسة تحتوي على نظير البوتاسيوم – 40 المشع. فيكون النشاط الإشعاعي للعينة الناتج عن احتوائها الـ K– 40 مساوياً:

$$A_{(K-40)} = R_{(K-40)}.k_{(K-40)}\ (Bq)$$

بالاستعانة بالجدول رقم (2)، وإجراء الحسابات لعينات المياه المدروسة جميعها (كما تم سابقاً) نجد أن العينات جميعها خالية من السيزيوم – 137 ومن البوتاسيوم – 40 باستثناء عينة مياه البحر حيث وجدنا أنها تحتوي على نشاط إشعاعي ناتج عن البوتاسيوم – 40 وقدره (16,38 Bq).

- **مقارنة نتائجنا بالنتائج العالمية:**

يوضح الجدول رقم (3) مقارنة نتائجنا التي تتعلق بالنشاط الإشعاعي الناتج عن نظيري السيزيوم–137 والبوتاسيوم–40 ببعض النتائج المتوفرة في المراجع العالمية.

جدول (3): مقارنة قيم النشاط الإشعاعي مقدراً بالـ Bq في الليتر / النتائج عن نظيري السيزيوم–137 والبوتسيوم–40 التي حصلنا ببعض النتائج المتوفرة في المراجع العالمية.

العينة	النشاط الإشعاعي مقدراً بالـ (Bq/l) العمل الحالي		النشاط الإشعاعي مقدراً بالـ (Bq/l) المرجع [3]		النشاط الإشعاعي مقدراً بالـ (Bq/l)	
	Cs–137	K–40	Cs–137	K–40	Cs–137	K–40
مياه مطر	0	0	–	0.074		
مياه جوفية	0	0	–	0.015		
مياه سد	0	0	–	–		
مياه بحر	0	16.40	–	–	$0.041^{(1)}$	$12^{(2)}$
مياه معدنية (بقين)	0	0	–	–		
مياه معدنية (فيجة)	0	0	–	–		
مياه شرب	0	0	0.185	–		

(1) مرجع رقم [4] (قياسات أُجريت في بحر الشمال).

(2) مرجع رقم [5، 6، 7، 8، 9، 10] (قياسات أُجريت في فرنسا ومونتكارلو).

نشير إلى أن النشاط الإشعاعي (الإجمالي أي الناتج عن النظائر جميعها بشكل عام دون تحديد هذه النظائر) للمياه السطحية ضعيف جداً يقدر بـ (1Bq/l)، بينما في المياه المعدنية أكبر يُقدر بـ (2 Bq/l) [5، 6، 7، 8، 9، 10]. وبحسب المرجعين [11، 12] فإن مياه الشرب تحتوي على نشاط إشعاعي إجمالي، بشكل وسطي (0.37 *Bq/l*)، بينما مياه البحر تحتوي (13 *Bq/l*)، ويؤكد هذا المرجع على أن المياه المعدنية تحتوي على نشاط إشعاعي أكبر من مياه الشرب، وهذا يتعلق بطبيعة الأرض التي توجد فيها هذه المياه، أي بعبارة أخرى يتعلق بمجرى هذه المياه حيث تُعد الأرض ذات نشاط إشعاعي قوي نسبياً.

الاستنتاجات والتوصيات:

استناداً إلى هذا العمل التجريبي استطعنا أن نقيس النشاط الإشعاعي، في عينات من مصادر مختلفة للمياه (مياه شرب، مياه معدنية، مياه أمطار، مياه جوفية، مياه بحر....) في مدينة اللاذقية، الناتج عن كل من نظير السيزيوم-137 ونظير البوتاسيوم-40. لاحظنا أن جميع العينات التي تمت دراستها كانت خالية من النشاط الإشعاعي الناتج عن كلا النظيرين المشعين المذكورين أعلاه، باستثناء مياه البحر فوجدنا أن النشاط الإشعاعي الناتج عن نظير البوتاسيوم يُقدر بـ $R = (16.38)\ (Bq/l)$.

قارنا النتائج التي حصلنا عليها بنتائج متوفرة في المراجع العالمية، فلاحظنا أن هناك تطابقاً جيداً.

يُعد هذا العمل أساسياً في معرفة مقدار النشاط الإشعاعي الموجود في مياه مدينة اللاذقية (على مختلف مصادرها) والناتج عن نظير السيزيوم-137 ونظير البوتاسيوم-40.

حيث يمكن التوصية بالاستعانة بهذه القيم لأخذ فكرة مبدئية عن النشاط الإشعاعي الموجود في مياه مدينة اللاذقية (على مختلف مصادرها)، بالإضافة إلى ذلك نوصي بإقامة مركز دائم للقياس المستمر للنشاط الإشعاعي في جامعة تشرين، هذا بدوره يسمح لنا التعرف إلى مدى تغير النشاط الإشعاعي أو عدم تغيره، وفي حال ارتفاع هذا النشاط الإشعاعي فهذا يدعونا إلى البحث عن أسباب هذا الارتفاع ومن ثم معالجته.

المراجع:

[1] Atomic and Nuclear Physics, Radioactivity, Detection of Radioactivity, Printed in the Federal Republic of Germany by Leybold Didactic GmbH, 2007.

[2] J. Jabbour et al., Measurement of the environmental radiation at the physics department of Tishreen University. Accepted for publication in Tishreen University Journal, 2011.

[3]الدكتور مطاوع الأشهب، الإشعاع النووي والوقاية من الإشعاع والتلوث، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر، الطبعة الأولا، دمشق 1991.

[4] Hans Kautsky, The cesium 137 content in the water on the north sea during the years 1969 to 1975. UDC 551.464.6: 546.36.02.137: 628.394; North Sea.

[5] H. Métivier, M. Roy, Dose efficace liée à la consommation d'eau minérale naturelle par l'adulte et le nourrisson, Radioprotection Vol. 32, no. 4, p. 491-499, 1997.

[6] H. Métivier. M. Roy, Les sources d'irradiation par les rayonnements ionisants, Nucléaire, sûreté et protection, les techniques de l'ingénieur, « Génie Energétique », 1998.

[7] J. Pradel, La radioactivié naturelle, Radioprotection Vol. 22, no. 4, p. 291-308, 1987.

[8] Rannou, A. Bouviile, L. Jeanmaire, Articles parus dans: Congrès sur les données actuelles sur la radioactivié naturelle, Monte Carlo, 5-7 novembre 1984.

[9] Rannou, Protection against Occupational exposure to Natural Sources, à paraître dans Radioprotection, 1997.

[10] Sixth International Symposium on The Natural Radiation Environment (NRE-VI), Montreal, Quebec, Canada, 5-9 June 1995.

[11] M. Bertin, Les effets biologiques des rayonnements ionisants, EDR, 1991.

[12] Collette Chassard-Bouchaud, Environnement et radioactivité, Que sais-je ? Presses universitaires de France, 1993.