تحديد تركيز عنصري البوتاسيوم والسيزيوم بالطريقتين الإشعاعية والكيميائية لعينات من الحمضيات في طرطوس (سهل عكار)

الدكتور محمد موسى [*]

الدكتور محمد غفر [**]

كندا احمد علي [***]

(تاريخ الإيداع 18 / 1 / 2019. قُبِل للنشر في 29 / 4 /2020)

□ ملخّص □

تم في هذا البحث قياس تركيز عنصري البوتاسيوم والسيزيوم لعينات من ثمار الحمضيات من مصادر مختلفة في طرطوس (سهل عكار)، باستخدام تقنية الكاشف الوميضي تبين إن أدنى قيمة للفعالية الإشعاعية للبوتاسيوم بلغت 6.11 Bq/L في حين بلغت أعلى قيمة له 38.20 Bq/L، تم حساب تركيز البوتاسيوم باستخدام تقنية اللهب تبين أنه أقل قيمة لتركيز البوتاسيوم هي 0.044ppm وأعلى قيمة له هي 0.270ppm، وقد وجد أن جميع العينات خالية من النشاط الإشعاعي للسيزيوم. تمت مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها بالطريقتين الإشعاعية والكيميائية حيث أظهرت نتائج المقارنة تطابق جيد.

الكلمات المفتاحية: حمضيات، تركيز، نشاط إشعاعي، تقنية اللهب، نظير السيزيوم، نظير البوتاسيوم.

[*] **أستاذ – قسم الفيزياء– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

[**] **مدرس - قسم الكيمياء البيئية – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

[***] **طالبة دراسات عليا (ماجستير)– اختصاص فيزياء إشعاعية– قسم الفيزياء– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

Determining the concentration of potassium and cesium elements by radiological and chemical ways for samples of citrus in Tartous (Akkar plain)

Dr.Mouhammad Moussa[*]
Dr. Mohamed Ghafer[**]
Kenda Ali[***]

(Received 18 / 1 / 2019. Accepted 29 / 4 /2020)

□ ABSTRACT □

In this research, we have measured the concentration of potassium and cesium elements of citrus fruits from different sources in Tartous (Akkar plain), by using scintillation detector where it was found that the minimum value of The effectiveness of radiation for potassium amounted to 6.11 Bq / L while the highest value it is 38.20 Bq / L, was the potassium concentration account by using a flame technology shows that the minimum value of potassium concentration is 0.044ppm and the highest value is 0.270ppm. It has been found that all samples were not contaminated by Cesium. The results obtained were compared in both radiological and Chemical ways where the results showed a good match.

Keywords: Citrus, Concentration, Radioactivity, Flame Technology, Cesium Isotopes , Potassium Isotopes.

[*] **Professor, Physics Department, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**] **Assistant Professor, Department of Environmental Chemistry at the Higher Institute of Environmental Research, Tishreen University, Lattakia .**
[***] **Postgraduate Student. Radiation Physics, Department of Physics, Faculty of Science. Tishreen University. Lattakia. Syria .**

مقدمة:

يتعرض البشر وكل الكائنات الحية إلى مصدرين رئيسيين من الإشعاع هما مصادر طبيعية Natural ومصادر صناعية Artificial. تنقسم مصادر الإشعاع الطبيعي إلى قسمين هما الأشعة الكونية وأشعة القشرة الأرضية، أما المصادر الطبيعية الداخلية فهي موجودة بأجسامنا تشمل نظير البوتاسيوم ^{40}K ونظير الكربون ^{14}C . أو عن طريق التعرض الخارجي للمواد المشّعة الطبيعية التي تشمل المواد الغذائية والنباتات والمياه والهواء [2,1]. تحتوي الخضار والفواكه و كل شيء في الارض على كمية صغيرة من المواد المشعة [3].

يحتوي الغذاء الذي نتناوله العديد من العناصر الكيميائية والتي منها بكل تأكيد بعض العناصر المعدنية التي ترافقها نظائرها المشعة، لذلك فإن معرفة بنية أي نوع من أنواع الغذاء الذي نتناوله ولا سيما ما يحويه من عناصر معدنية التي توجد معها نظائرها بنسب محددة تمكننا من معرفة ما يمكن أن تتعرض له أجسامنا من جرع إشعاعية ناتجة عن هذه النظائر التي تخضع لعملية التفكك المعلومة للنظائر المشعة.

أجريت دراسة عام 2013 لتحديد مستويات النشاط الإشعاعي في المواد الغذائية في تركيا تبين أن متوسط تركيز النشاط لل ^{40}K في الخضار Bq/kg (1.22 ± 13.98) و متوسط تركيز النشاط لل^{40}K في الفواكه Bq/kg (1.13 ± 18.66) [4].

وفي عام 2015 تم قياس النشاط الإشعاعي الناتج عن نظير البوتاسيوم ^{40}K في إسبانيا لعدة عينات من الخضار والفواكه أظهرت النتائج أن مستوى النشاط الإشعاعي للبوتاسيوم^{40}K في تلك العينات تتراوح قيمته بين (56 −0.5 Bq/kg) [5] .

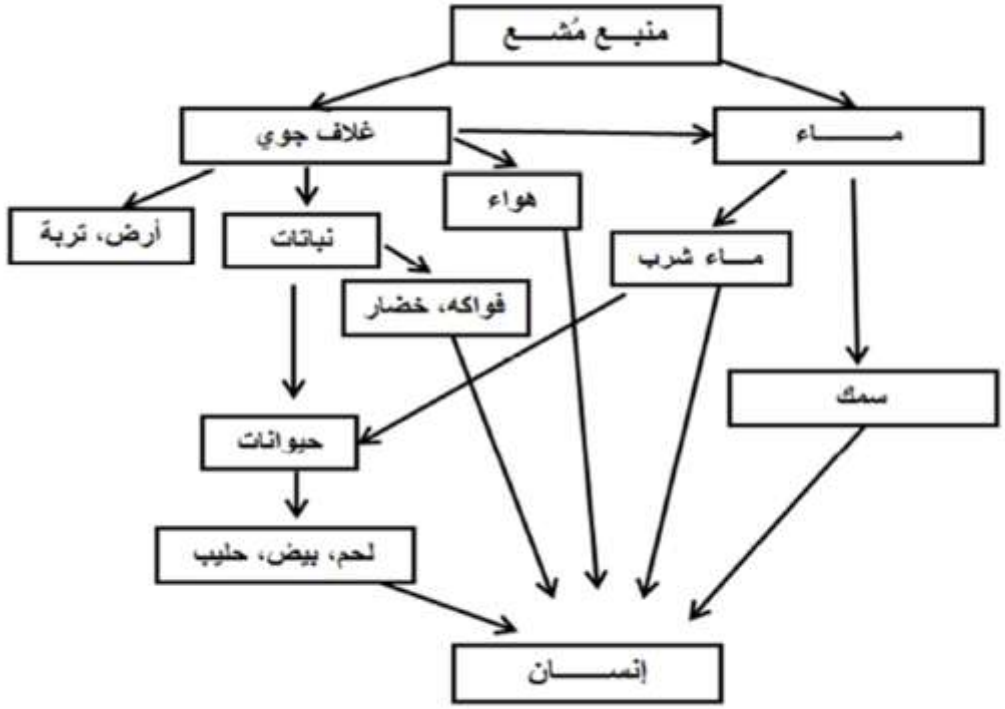
انطلاقا من ذلك قمنا بدراسة منتج زراعي مهم هو ثمار الحمضيات المنتجة بشكل واسع في منطقة سهل عكار جنوب مدينة طرطوس، وتأتي أهمية ذلك اعتبارا من أن ثمار الحمضيات من الفواكه ذات الفوائد العديدة بداية من فائدتها كفاكهة ذات قيمة غذائية جيدة لتوفير الفيتامينات والألياف بها مرورا بفائدتها في التصنيع الغذائي مثل العصائر وتصنيع الزيوت الطبيعية التي تستخدم في أغراض صحية متعددة بالإضافة الى احتوائها الى نسب جيدة من الأملاح المعدنية مثل الكالسيوم والبوتاسيوم .

من المعلوم أن الإشعاعات الطبيعية يمكن أن توجد في التربة والهواء والماء وتجد طريقها إلى النباتات والحيوانات والانسان ويظهر الشكل (1)[6] التالي مخطط حدوث التلوث الاشعاعي عند الانسان من المصادر الإشعاعية المختلفة نتيجة لتناوله الأغذية التي يمكن أن تتعرض لأنواع الإشعاع المختلفة.

يمكننا باستخدام الكاشف الوميضي دراسة وتحليل عينات تحتوي على العديد من المواد العضوية التي تحوي نوى نظائر مشعة مثل :

- نوى البوتاسيوم ^{40}K المحتواة تقريبا في كل المواد الطبيعية والأطعمة، حيث إن غراما واحدا من البوتاسيوم غير المشع يحوي على جزء من البوتاسيوم ^{40}Kيقدر بـ 120µg يولد نشاطاً اشعاعياً يقدر بـ 30 Bq، وعندما تتجاوز نسبة البوتاسيوم المشع الـ 25g في جسم الانسان يصبح ساما [7].
- نوى السيزيوم المشع ^{137}Csالتي تتحرر بقاياه وتنتشر في فضاء المنشآت النووية تؤدي إلى تلوث التربة، وبالتالي الدخول في النظام الغذائي الطبيعي بمختلف أنواعه.

يمكن تحديد الشدة الإشعاعية لعنصري البوتاسيوم والسيزيوم، حيث تستخدم هذه الشدة في تحديد القيم الإشعاعية المختلفة: من تعرض أو جرعة امتصاص أو مكافئ جرعة.



الشكل (1): مخطط لتلوث الإنسان بوساطة المواد الملوثة بالإشعاع.

أهمية البحث وأهدافه:

يأتي ذلك من كون المواد الغذائية ومنها ثمار الفواكه تتعرض للإشعاعات المختلفة بالتالي يمكن أن تصبح ذات نشاط إشعاعي ضعيف يترك اثراً سلبياً على الانسان والبيئة (تلوث إشعاعي)، ولذلك من الضروري التحري عنه.

ويتمثل هدف البحث في تحديد تركيز عنصري البوتاسيوم والسيزيوم بالطريقتين الإشعاعية والكيميائية لعينات الحمضيات من مناطق إنتاجها والمقارنة بين الطريقتين السابقتين.

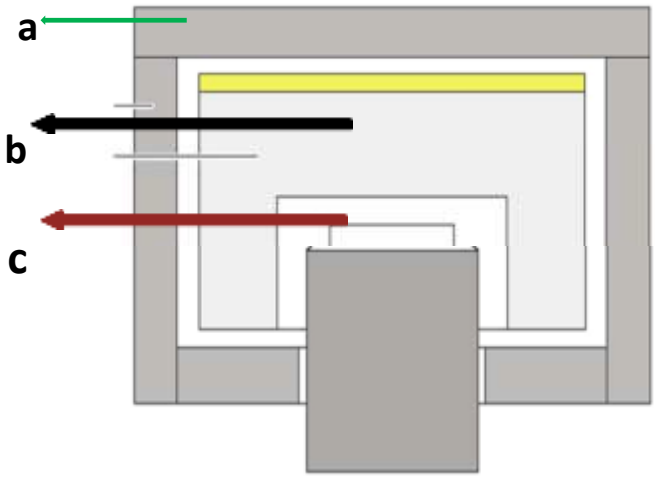
طرائق البحث ومواده:

إن الأجهزة والأدوات المستخدمة في هذا البحث بالطريقة الإشعاعية هي:

- الكاشف الوميضي،
- منبع تغذية بجهد عالي1.5kV،
- أوعية مارينيللي (شكل 2)،
- محلل متعدد الأقنية MCA،(Multi Channel Analyzer)
- حاسوب مجهز ببرنامج Cassy لمعالجة القياسات،
- عينة مشعة معيارية من السيزيوم ^{137}Cs،

- عينة من كلوريد البوتاسيوم المشع KCl،
- العينات التي سندرس نشاطها الإشعاعي.

ملاحظة: الاجهزة موجودة في مخبر الفيزياء النووية (2) في قسم الفيزياء–جامعة تشرين [7]. حيث تتوافر منابع معايرة لكل من النظيرين المشعين البوتاسيوم ^{40}K و السيزيوم ^{137}Cs.

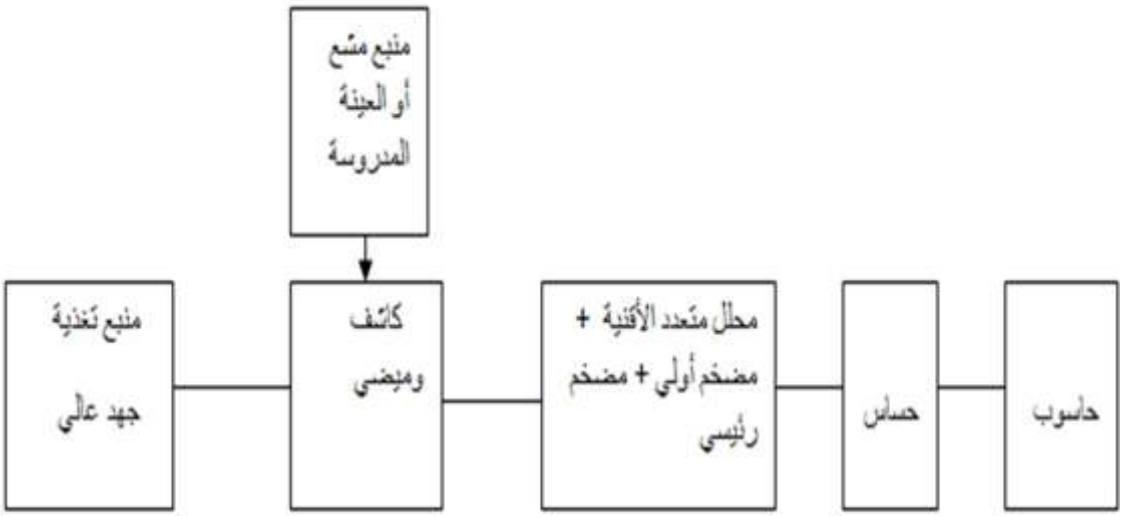


الشكل (2): يبين ترتيب و وضع الكاشف الوميضي و وعاء مارينيلي لتحديد النشاط الإشعاعي لعينات ضعيفة الإشعاع

a : درع من الرصاص، b : وعاء مارينيللي مع عينة ، C : كاشف وميضي.

يبين الشكل(3) مخطط مبسط للدارة المستخدمة في القياسات.

تمكن معايرة الكاشف من إيجاد العلاقة الي تربط بين رقم القناة في المحلل المتعدد الأقنية وطاقة الخط الطيفي للمنبع المدروس. يتكون المحلل MCA بشكل رئيس من ذاكرة ذات مواقع تخزين (عدد القنوات 512 قناة فقط)، هذه القنوات مرقمة من (512–0)، يتم تخزين الحوادث (النبضات) في هذه القنوات حسب طاقة كل حادثة، فالحوادث التي لها نفس الطاقة تخزن في نفس القناة. ويسمح البرنامج المستخدم في معالجة المعطيات، بالتمثيل البياني لعدد الحوادث بتابعية رقم القناة [9,8].



الشكل (3) : مخطط صندوقي مبسط للدارة المستخدمة في القياسات

يتم أولا معايرة الكاشف، حساب النشاط الإشعاعي للمنابع المعايرة، من ثم تحضير العينات المراد قياس نشاطها الإشعاعي. ويتم باستخدام الدارة التي تضم الأجهزة المبينة في الشكل (3) تسجيل الطيف الطاقي لأشعة غاما γ للعينة المعيارية الموجودة في وعاء مارينيللي وتسجيل الطيف الطاقي للعينة المدروسة التي تمتلك نفس الشكل الهندسي للعينة المعيارية ، ويتم تحديد النشاط الإشعاعي للعينة المدروسة من خلال مقارنة طيفها الطاقي مع الطيف الطاقي للعينة المعيارية من أجل نظير معين.

إن الأجهزة والأدوات المستخدمة في هذا البحث بالطريقة الكيميائية هي:

- جهاز الضوء اللهب Flame Photometry، الشكل 4.
- حمض الآزوت،
- ماء مقطر،
- محاليل معيارية،

الشكل(4): شكل يوضح شكل جهاز Flamephotometer

النتائج والمناقشة:

- الطريقة الإشعاعية:

تم تحديد الجهد V=600volt والربح بالجهد 2,5 خلال زمن قدره 3600s.

من أجل تحديد النشاط الإشعاعي لعينة ضعيفة الإشعاع، يتم وضع العينة في وعاء مخصص لها يدعى بوعاء مارنيللي هذا الوعاء يغلف بشكل كامل بلورة الكاشف، ويعرف بشكل جيد وضعا" هندسيا" مناسب للقياس. عادة هناك عينة معيارية لحساب النشاط الإشعاعي، حيث نقوم بمقارنة الطيف الطاقي لأشعة غاما للعينة المدروسة مع الطيف الطاقي للعينة المعيارية.

تم حساب تركيز البوتاسيوم والسيزيوم إشعاعياً بالطريقة التالية:

1. تم تسجيل طيف الطاقي لنظير السيزيوم ونظير البوتاسيوم بالشروط الآتية:

الجهد المطبق على الكاشف 600V الربح 2.5 وزمن القياس s 3600. الشكلين (5) و(6).

2. تم تسجيل الطيف الطاقي الناتج عن الإشعاع الخلفي بعد أبعاد وعاء مارنيلي (فارغ) من القيام بقياس بدون عينة من أجل نفس الشروط المذكورة في البند 1. الشكل (7).

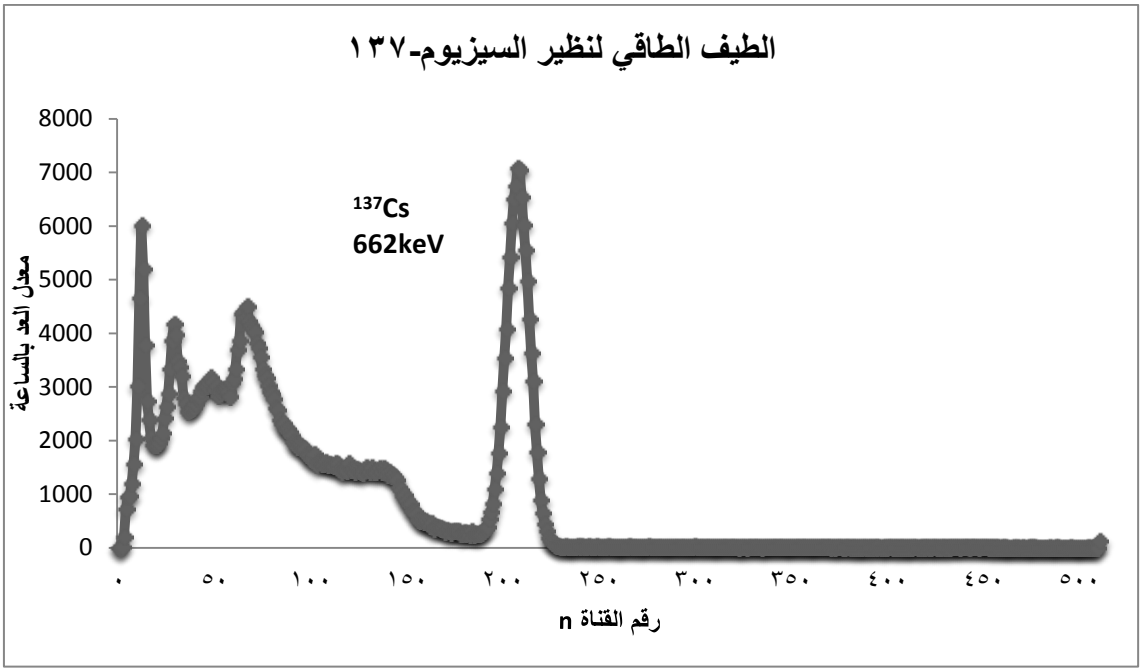
3. تم أخذ عينات من الحمضيات من مناطق مختلفة في سهل عكار وزنها 1 كيلوغرام (حجمها 1 لتر) وأخذت عينات تربة من نفس مناطق الثمار من ثم تم تسجيل الطيف الطاقي لهذه العينة بنفس الشروط المذكورة في البند 1. يبين الشكل (8) الطيف الطاقي لإحدى العينات.

تمت مقارنة الخطوط الطيفية الناتجة من ثم حساب مجموع الحوادث المسجلة في الخط الطيفي المرافق للامتصاص الكلي. رتبت النتائج التي تم الحصول عليها في الجدول رقم (1).

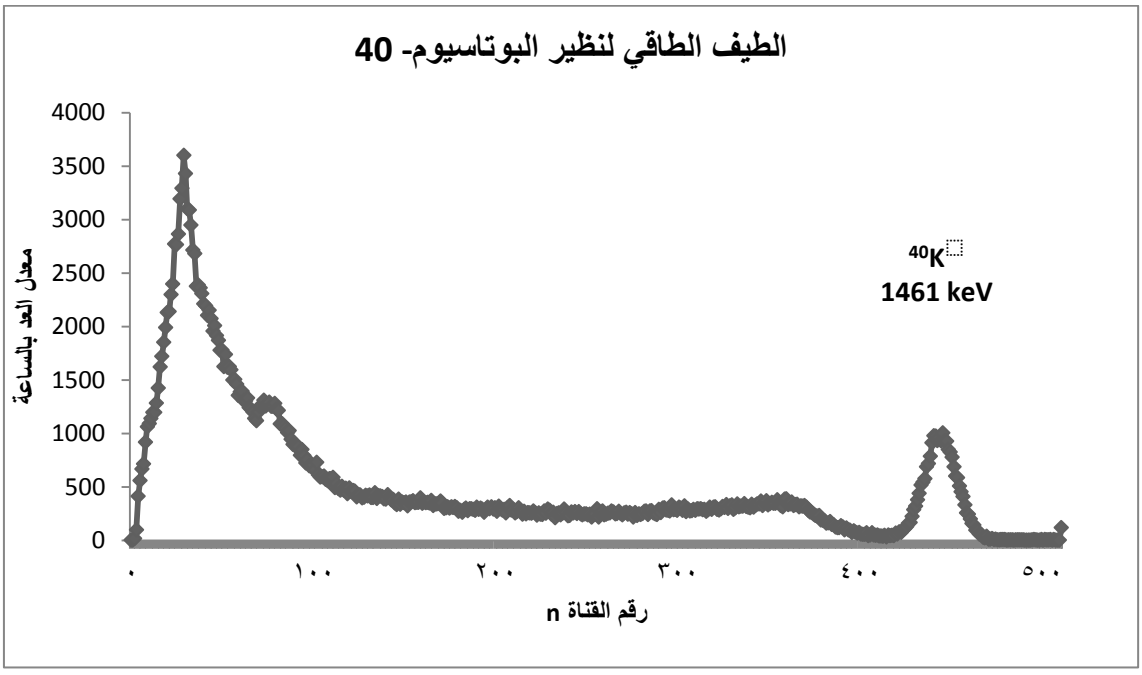
جدول(1): يبين مجموع الحوادث في الخطوط الطيفية المرافقة للامتصاص الكلي أن الكتابة (226–186) تعني أن المجموع أو المكاملة تمت بين رقم القناة 186 ورقم القناة 226 من أجل السيزيوم، و (470–417) تعني المكاملة تمت بين رقم القناة 417 ورقم القناة 470 للبوتاسيوم.

	العينة	زمن القياس (s)	N (186-226) $E_\gamma = 662keV$ $Cs-137$	N (417-470) $E_\gamma = 1461keV$ K-40
	الإشعاع الخلفي(الضجيج)N_b	3600	2579	614
	عينة معايرة كلوريد البوتاسيوم KCl (1000 غرام)	3600	-	22464
	عينة معايرة السيزيوم $Cs-137$ (1000 غرام)	3600	107260	-
	الضجيج و نوع العينة ومنطقتها			
رقم العينة	ضجيج	3600	2527	632
1	ماير منطقة تلسنون	3600	2296	649
2	ماير منطقة المشيرفة	3600	2250	640

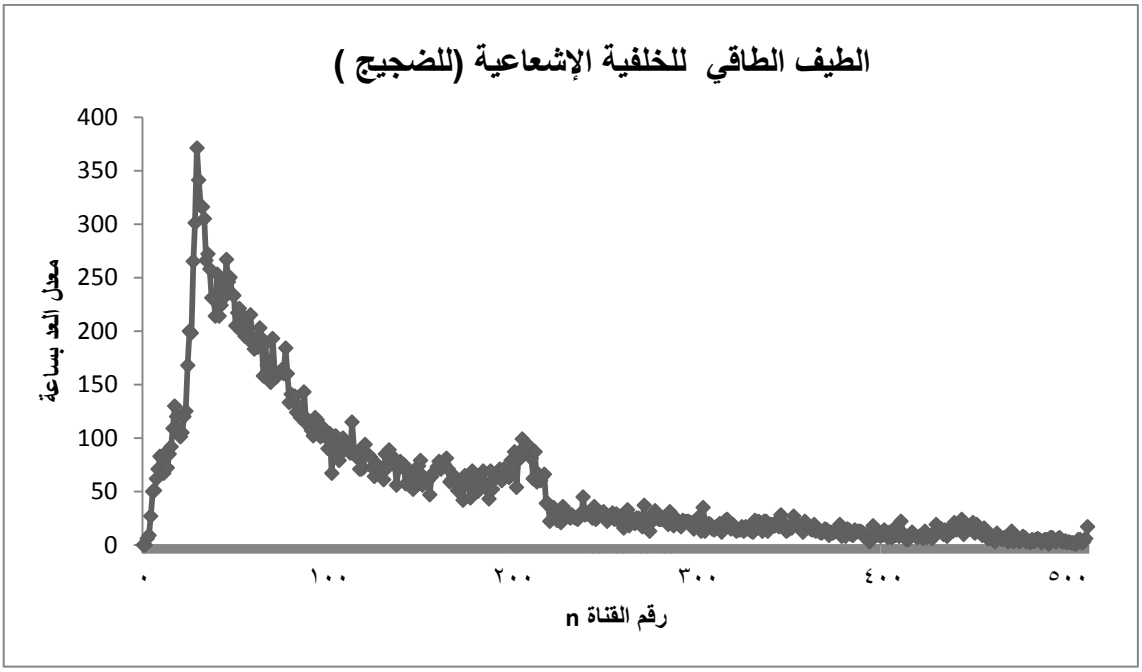
	ضجيج	3600	2726	607
3	ماير منطقة السودة	3600	2533	621
4	ماير منطقة الصفصافة	3600	2410	619
	ضجيج	3600	2651	595
5	فرنسي الصفصافة	3600	2385	605
6	فرنسي المشيرفة	3600	2310	610
	ضجيج	3600	2182	630
7	فرنسي تلسنون	3600	2157	680
8	فرنسي السودة	3600	2101	658
	ضجيج	3600	2514	613
9	سانتريز الصفصافة	3600	2305	627
10	سانتريز المشيرفة	3600	2265	625
	ضجيج	3600	2580	600
11	سانتريز تلسنون	3600	2352	613
	ضجيج	3600	2864	573
12	كريفون تلسنون	3600	2613	606
13	سانتريز السودة	3600	2557	600
	ضجيج	3600	2980	617
14	كريفون الصفصافة	3600	2533	637
15	كريفون المشيرفة	3600	2523	640
	ضجيج	3600	2649	620
16	كريفون السودة	3600	2412	631
	ضجيج	3600	3161	665
17	عينة تربة الصفصافة	3600	3120	760
18	عينة تربة تلسنون	3600	3159	850
	ضجيج	3600	3144	610
19	عينة تربة	3600	2733	742
20	عينة تربة	3600	3026	684



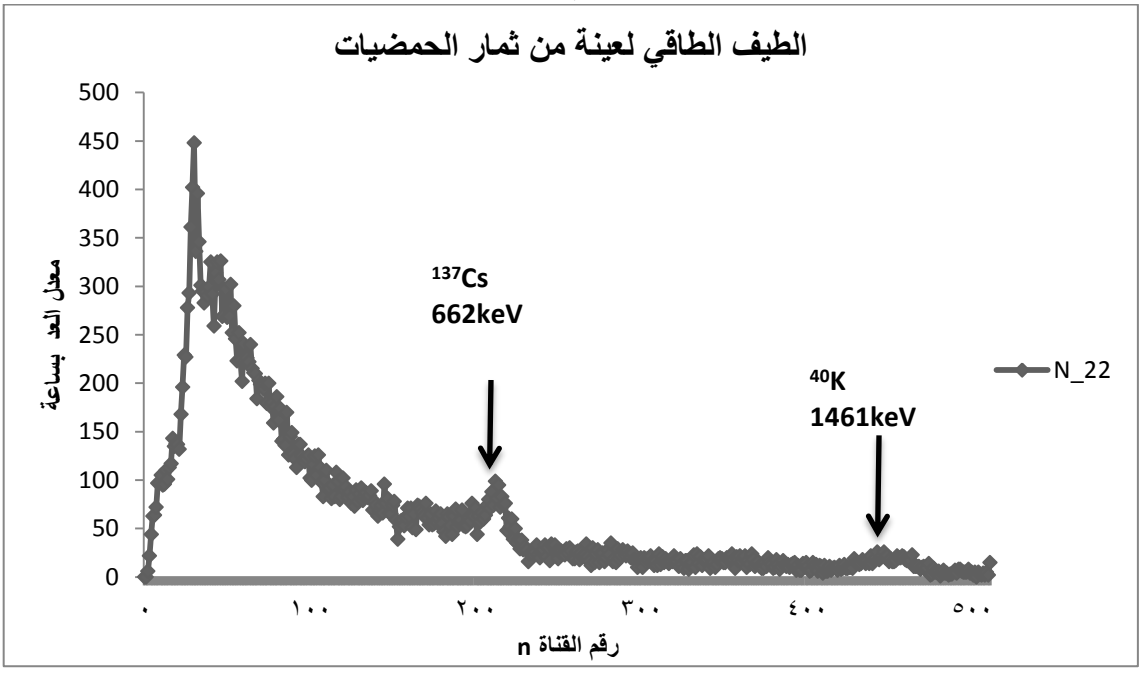
الشكل (5): يمثل الطيف الطاقي لنظير السيزيوم 137 (منبع معياري).



الشكل(6): يمثل الطيف الطاقي لنظير البوتاسيوم (منبع معياري).



الشكل (7): يمثل الطيف الطاقي للخلفية الإشعاعية (الضجيج).



الشكل (8): يمثل الطيف الطاقي لعينة من ثمار الحمضيات.

يمكن حساب النشاط الإشعاعي لمنبع مجهول (عينة مجهولة) انطلاقا من منبع معلوم من النوع نفسه أي أنه لدينا النظير المشع نفسه في كلا المنبعين. هذا يعني أنه تتم مقارنة العد في الخطين الطيفيين للمنبعين المعتبرين . من أجل ذلك يجب أن نحسب ما يسمى بعامل المعايرة.

أولا: معايرة الكاشف:

– نقوم بمعايرة الكاشف باستخدام المنبع المّشع ^{40}K الذي هو عبارة عن عينة كلوريد البوتاسيوم KCl وزنها كيلو غرام (1000غرام). :

يُحدد عدد نوى N البوتاسيوم المشع ^{40}K من العلاقة التالية:

$$\boldsymbol{N = \frac{m}{M} N_A\, r}$$

حيث m : وزن العينة المعيارية الذي يساوي 1000 gr،

M: الوزن الجزيئي لكلور البوتاسيوم KCl ،

N_A : عدد أفوغادرو،

r : المحتوى النسبي لـ K−40 في العينة المعيارية:

$$N = \frac{1000}{74.55} \times 6.022 \times 10^{23} \times \frac{0.012}{100} = 9.69 \times 10^{20}$$

أما النشاط الإشعاعي A(t) فهو مقدار يتناسب مع عدد النوى المشعة في العينة أي يتناسب مع N وثابت التفكك λ، وهو يعطى بالعلاقة :

$$A(t) = \lambda . N = \frac{Ln2}{T½} . N \qquad (2)$$

حيث أن عمر النصف للبوتاسيوم K−40 يساوي الى $T½=1.28\times10^{9}$ Years بالتعويض في العلاقة (2) نجد أن:

$$A(t) = 16.7kBq$$

كيفية تعيين عامل المعايرة للبوتاسيوم $k_{(K-40)}$:

يتم تعيين عامل المعايرة للبوتاسيوم K−40 انطلاقا من الخط الطيفي المرافق للامتصاص الكلي للبوتاسيوم، أي انطلاقا من طاقة غاما:

$$E_\gamma = 1461keV$$

ويعرف عامل المعايرة بالعلاقة التالية:

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

حيث A(t) النشاط الإشعاعي المحسوب سابقا وR معدل العد لـ K−40 في الخط الطيفي المرافق للامتصاص الكلي بعد طرح الضجيج N_b، أي ان R تعرف كنسبة العد على زمن العد وتعطى بالعلاقة :

$$\mathrm{R_{(K-40)}} = \frac{\mathrm{N} - N_b}{3600} = \frac{22464 - 614}{3600} = 6.06944s^{-1}$$

حيث قيم N=22464, $N_b = 614$ من الجدول (1) وزمن العد 3600 ثانية مما سبق نستطيع ان نكتب:

$$k_{(K-40)} = \frac{16.7kBq}{6.06944s^{-1}} = 2751Bq.s$$

ثانيا: تعيين عامل المعايرة للسيزيوم Cs−137:

لتحديد النشاط الإشعاعي A(t) في الزمن الذي يجري فيه القياس يجب معرفة النشاط الإشعاعي للعينة المدروسة أثناء لحظة تحضيرها، أي إننا نعتبر هذا التاريخ هو لحظة الصفر $(\mathrm{t} = 0)$، 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 $= \mathrm{A(t} = 0)$ 4.87kBq [6]، وعمر النصف للسيزيوم $T_{\frac{1}{2}} = 30.17\ years$، وعمر العينة 10 سنوات (من 2007/12/17

لغاية 2017/12/17) أي أن $t = 10\ years$، يعرف النشاط الإشعاعي لمنبع مشع A بأنه معدل التفكك للمادة المشعة، أي عدد النوى المشعة التي تتفكك في الثانية الواحدة ويحسب من العلاقة الأتية [10]:

$$A(t) = A(t=0).e^{-\lambda t}$$

$$A(t) = A(t=0).e^{-\ln 2 \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}} = 4.87\ e^{-0.963\frac{10}{30.17}} = 3{,}53kBq$$

حيث A(t) النشاط الإشعاعي المحسوب سابقا.

R معدل العد لـ Cs−137 في الخط الطيفي المرافق للامتصاص الكلي بعد طرح الضجيج N_b فإن R تعرف كنسبة العد على زمن العد، وتعطى بالعلاقة التالية

$$\mathrm{R} = \frac{\mathrm{N} - N_b}{3600} = \frac{107260 - 2579}{3600} = 29.07\mathrm{s}^{-1}$$

حيث قيم N و N_b من الجدول رقم 1، وزمن العد يساوي 3600 ثانية. مما سبق نستطيع ان نكتب :

$$k(cs-137) = \frac{3.53kBq}{29.07s^{-1}} = 121\ Bq.s$$

ثالثا: تحليل عينات الحامض وحساب تركيز هذه العينات إشعاعياً:

تمت مقارنة الخطوط الطيفية للعينات المدروسة بالخطوط الطيفية لكل من المنابع المستخدمة للمعايرة : منبع السيزيوم −137 ومنبع البوتاسيوم−40، وأيضا بالخط الطيفي للتشويش الخلفي (الخلفية الإشعاعية).

النتائج التي تم الحصول عليها وضعت في الجدول (1).

حساب التركيز للعينة رقم 1 الناتج عن البوتاسيوم :

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

حيث k عامل المعايرة المحسوب سابقا وR معدل العد في الثانية من الجدول (1) لدينا N=649، N_b=632 و $t = 3600$:

$$\mathrm{R} = \frac{649 - 632}{3600} = 4.722 \times 10^{-3}\ \mathrm{s}^{-1}$$

وبالتعويض في العلاقات السابقة نجد أن :

$$A_{(K-40)} = 4.722 \times 10^{-3} \times 2751$$

$$A_{(K-40)} = 12.99Bq$$

هذا يعني ان العينة رقم (1) تحتوي على 12.99Bq من نظير البوتاسيوم

- **حساب تركيز العينة الناتج عن نظير السيزيوم:**

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

نحسب $R_{(Cs-137)}$ من الجدول :

$$R = \frac{2296-2527}{3600} < 0$$

أي أن العينة رقم (1) لا تحتوي على نظير السيزيوم المشع.

بالاستعانة بالجدول رقم (1) وإجراء الحسابات لجميع عينات الحمضيات (كما تم سابقا) نجد أن جميع العينات خالية من السيزيوم−137، لكن تحتوي على البوتاسيوم كما في الجدول التالي :

جدول (2): قيم النشاط الإشعاعي مقدراً بالـ Bq في الليتر الناتج عن نظيري البوتاسيوم والسيزيوم في العينات السابقة:

رقم العينة	النشاط الإشعاعي مقدرا بال (Bq/L)	
	K-40	Cs-137
1	12.99	0
2	6.11	0
3	10.69	0
4	9.17	0
5	7.64	0
6	11.46	0
7	38.20	0
8	21.39	0
9	10.69	0
10	9.17	0
11	9.93	0
12	25.21	0
13	20.63	0
14	15.28	0
15	17.57	0
16	8.40	0
17	72.59	0
18	141.37	0
19	100.87	0
20	56.54	0

-النتائج الكيميائية (الدراسة المخبرية):

الطريقة الكيميائية تتم باستخدام مقياس الضوء اللهبي تعتمد هذه الطريقة على إثارة ذرات المادة بواسطة حرارة اللهب ثم قياس شدة الأشعة المنبعثة من هذه الذرات.

تم إجراء الدراسة المخبرية في المعهد العالي لبحوث البيئة في جامعة تشرين، وتضمنت ما يلي :

1. تم تهضيم العينات (التهضيم هو التخلص من المركبات العضوية بالأكسدة بحيث تتشرد الذرات المعدنية في الأحماض) باستخدام الماء المقطر وحمض الأزوت وجهاز التهضيم لمدة ساعتين.
2. ثم نقلت العينات الى دوارق حجمية ورشحت باستخدام ورق الترشيح (للتخلص من الشوائب)،

3. حفظت العينات ضمن عبوات من البولي لحين إجراء عملية التحليل ،

4. تم تحضير سلسلة من المحاليل العيارية للبوتاسيوم تتراوح بين (parts per of million)ppm (1−0.04).

آلية عمل جهاز ضوء اللهب :

1- نضع الفلتر على إشارة K أي على العنصر المراد قياسه (البوتاسيوم)،

2- نعاير الجهاز على الصفر بالماء المقطر من زر Blank،

3- نعاير الجهاز على الرقم 100 بأعلى تركيز للسلسلة العيارية من زر Fine،

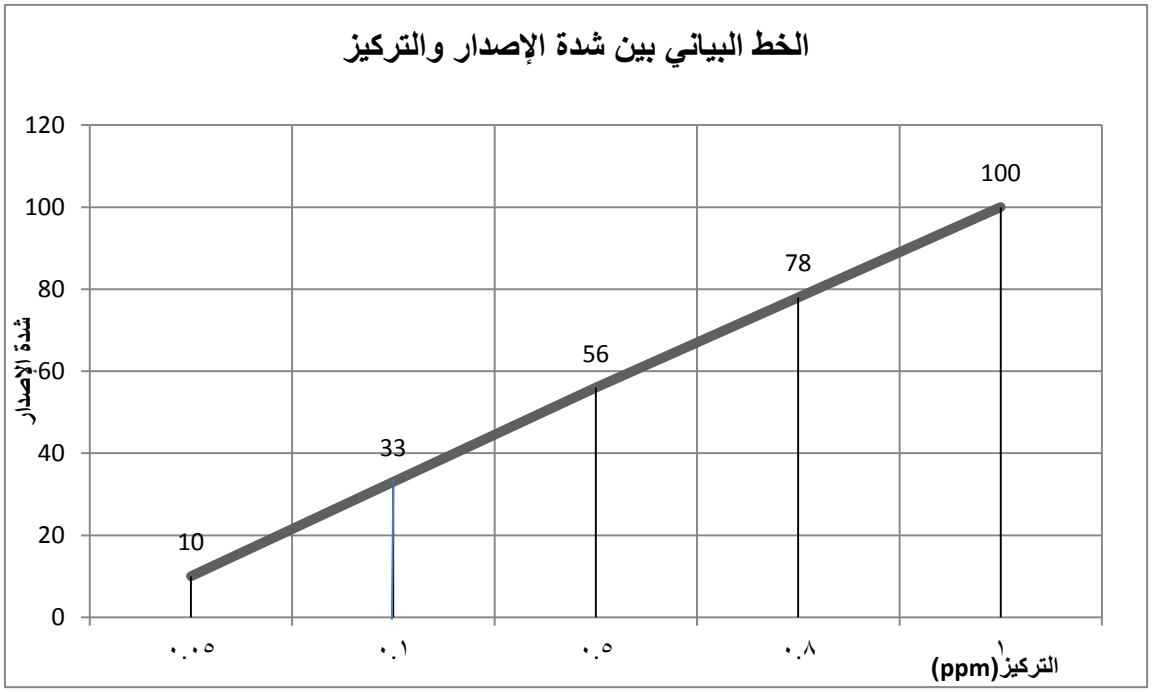
4- نمرر محاليل السلسلة العيارية ذات التراكيز المعلومة و تقاس شدة انبعاث المحاليل أي أنه سيكون لكل تركيز معلوم شدة إصدار و توضع النتائج في الجدول (3) كما نمرر محاليل العينات و تقاس شدة انبعاث محاليل العينات، وتؤخذ عدة قراءات توضع في الجدول رقم (4).

5- نقوم برسم منحني بياني لتغير التراكيز مع قيم الإصدار الذري، ثم نستنتج تركيز عنصر البوتاسيوم في العينة بالإسقاط على المحور الأفقي في المنحني البياني قيمة التركيز بهذه الطريقة ppm (جزء في المليون).حيث أن 1PPm=1mg/L

جدول (3): تراكيز السلسلة العيارية وشدة الإصدار الذري لكل تركيز

رقم السلسلة العيارية	التركيز ppm	شدة الإصدار الذري
1	0.05	10
2	0.1	33
3	0.5	56
4	0.8	78
5	1	100

نرسم الخط البياني بين شدة الإصدار والتركيز كما هو موضح بالشكل الأتي:



الشكل(9): المنحني البياني لتغير التركيز مع شدة الإصدار.

جدول رقم (4): شدة إصدار محاليل بعض العينات واستنتاج قيمة التركيز بالإسقاط على المنحني السابق

رقم العينة	شدة الإصدار الذري	التركيز ppm (من المنحني البياني)
1	29.7	0.088
3	23.43	0.071
4	18.5	0.056
6	27	0.080
7	42	0.270
8	35	0.14
12	36	0.16
17	56	0.50
19	65	0.70

باستخدام قوانين التوازن الإشعاعي تم تحويل النشاط الإشعاعي الى تركيز بوحدة ppm (جزء بالمليون):

حيث أن الكتلة المقابلة لنشاط قدره 1Bq تعطى بالعلاقة:

$$m = \frac{M}{\lambda N_A}$$

λ: ثابتة التفكك في العنصر المدروس(البوتاسيوم)،

M: الكتلة المولية ل KCl وتساوي (g/mol)74.55= M،

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

التعبير عن التركيز ب mg/L أو ما تعرف ppm يمثل بالعلاقة التالية:

$$\mathrm{C(ppm)} = \frac{m(mg)}{V(L)}$$

حيث أن V: حجم العينات المدروسة بالليتر

جدول رقم (5): يبين مقارنة قيم تركيز عنصر البوتاسيوم لبعض العينات بالطريقتين الإشعاعية والكيميائية بوحدة ال ppm

رقم العينة	مقارنة قيم تركيز عنصر البوتاسيوم بوحدة ppm	
	الطريقة الإشعاعية	الطريقة الكيميائية
1	0.093	0.088
2	0.044	0.044
3	0.077	0.071
4	0.066	0.056
6	0.082	0.080
7	0.275	0.270
8	0.154	0.140
12	0.181	0.160
17	0.523	0.500
19	0.727	0.700

الاستنتاجات والتوصيات:

استنادا إلى هذا العمل التجريبي تم قياس تركيز عنصري البوتاسيوم والسيزيوم لاحظنا أن جميع العينات خالية من عنصر السيزيوم بينما جميع العينات تشير إلى وجود عنصر البوتاسيوم بنسب ضعيفة تم إيجاد تركيز البوتاسيوم بطريقتين بواقع ال ppm. تمت مقارنة النتائج فلاحظنا أن هناك تطابق جيد بين الطريقتين.

حيث يمكن التوصية بإجراء قياس مستمر للنشاط الإشعاعي للمواد الغذائية لمعرفة مدى تغير او عدم تغير قيم العناصر المشعة في الغذاء وفي حال ارتفاع الاشعاع يجب معالجته.

Reference:

[1]- Food And Agriculture Organization Of The United Nations, *Manual of food quality control 16.Radionuclides in food*, Rome, 1994.

[2]- M. Degerlier, *Gamma Dose rates of natural Radioactivity in Adana Region in Turkey*, www.intechopen.com, 2014.

[3]- S. Chibowski, *Studies of radioactive contamination and heavy Metal Contents in vegetables and fruits* from Lublin, Poland. Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 9, No. 4, 2000, pp. 249-253.

[4]- C. Canbazoğlu, M. Doğru, *A preliminary study on ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K and ^{137}Cs activity concentrations in vegetables and fruits frequently consumed by inhabitants of Elazığ Region, Turkey*. Journal Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 295, N. 2, 2013, 1245-1249.

[5]- L. Ballesteros, J. Ortiz, S. Gallardo and S. Martorell, *An overview of measurements of radionuclides in foods of the Comunidad Valenciana (Spain).* Radiation Physics and Chemistry, Vol. (116), 2015, 111-115.

[6]-J. Jabbour, H. Jbeli, J.Mulhem and M. Moussa, *Measuring the radioactivityof* (Cs^{137}) *and* (K^{40}) *isotopes of milk samples from different sourcesin the Lattakia's Regions*. Tishreen University Journal, Syria, Vol. (35) No. (4), 2013, 9-26.

[7]- Atomic and Nuclear Physics , *Nuclear Physics ϒ spectroscopy,Identifying and determining the activity of Radioactive Samplies* , See Experiment P.6.5.5.4 Printed in the federal republic of Germany by levbold didactic Gmbh, 2007.

[8]-J. Jabbour, H. Jbeli and J. Mulhem , *Study of Experimental Characteristics of a Detector For Investigation in Radioactivity Measurements Of a Weakly radioactive samples*. Tishreen University Journal, Syria, Vol. (34) No. (1), 2012, 9-21.

[9]-J. Jabbour, J. Mulhem and S Yassin, *Experimental Study of Conservation Law in Compton Effect*. Tisgreen University Journal, Syria, Vol. (35) No. (2), 2013, 60-71.

[10]- J. Jabbour, H. Jbeli and S.Aljmmal, *Analytical and experimental study of the mechanisms of computing and measuring the radioactivity of the radioactive sources*, Tishreen University Journal, Syria, Vol. (36) No. (2), 2014, 73-92.