

**Determination the Specific Activity of  $^{40}\text{K}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$  and Annual Effective Dose in milk consumed in Basra south of Iraq**

**Assist. Prof. Dr. Ali A. Abbas, Assist. Prof. Dr. Abdul- Munem Kh. AL-Kamil,  
Marwah Jawad Kadhim Al-Danayyen**

**Physics Department, Science College, Basra University, Iraq**

**Abstract**

The objective of the present work is to determine the specific activity levels (Bq/L ) or (Bq/kg) for natural radionuclide  $^{40}\text{K}$  (long-lived), and to the anthropogenic radionuclides  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$  (short-lived) for sixteen samples of fresh and powdered imported milk. The analysis was carried out using gamma ray spectrometer SAM-940<sup>TM</sup> based on NaI (TI) detector. Also the effective doses (Sv/year) were calculated for each sample.

The estimated average effective dose for adults from fresh milk samples were found to be 0.109mSv/y, 1.340nSv/y, 14.221nSv/y, 1.390nSv/y for ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) respectively. And average effective dose for children from fresh milk samples were found to be 0.264mSv/y, 28.027nSv/y, 12.220nSv/y, 1.248nSv/y for ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) respectively. The estimated average annual effective dose for adults from dry imported milk samples were found to be 0.710mSv/y, 77.098nSv/y, 82.076nSv/y, 10.143nSv/y for ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) respectively, And average annual effective dose for children from dry imported milk samples were found to be 0.900mSv/y, 180.004nSv/y, 35.969nSv/y, 13.487nSv/y for ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) respectively.

The annual effective dose for anthropogenic radionuclide measured in this research for each local fresh milk and dry imported milk it is less than the published values in UNSCEAR recommended reference of (200- 800)  $\mu\text{Sv/y}$  they are within acceptable limits. And for potassium radioactive element  $^{40}\text{K}$ , all values were within the limit with the exception of four samples produced in New Zealand, was higher than the allowable limit as the limit of natural isotopes have 1mSv/y according to the ICRP standards.

تحديد الفعالية النوعية للنظائر المشعة  $^{137}Cs$  و  $^{134}Cs$  ,  $^{131}I$  ,  $^{40}K$  وحساب الجرعة المؤثرة السنوية في الحليب المستهلك في مدينة البصرة جنوب العراق

أ.م.د. علي عبد عباس ، أ.م.د. عبد المنعم خليل ابراهيم ، مروة جواد كاظم الدين  
قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة البصرة، العراق

### الملخص :-

تم تحديد مستويات الفعالية النوعية بوحدة (بيكرل/لتر) او (بيكرل/كيلوغرام) لكل من البوتاسيوم المشع الطبيعي  $^{40}K$  (طويل الامد) والعناصر المشعة غير الطبيعية  $^{137}Cs$  ,  $^{134}Cs$  ,  $^{131}I$  (قصيرة الامد) لستة عشر عينة من الحليب الطازج والمستورد في مدينة البصرة جنوب العراق. تم تحليلها بمطياف اشعة كاما  $SAM 940^{TM}$  ذو الكاشف الوميضي  $NaI(Tl)$  لقياس المستويات الواطئة الانحلال وحساب الجرعة المؤثرة السنوية.

وحسب معدل الجرعة السنوية المؤثرة للبالغين في الحليب الطازج وكانت (٠,١٠٩ ملي سيفرت/سنة، ١٠,٣٤٥ نانوسيفرت/سنة، ١٤,٢٢١ نانوسيفرت/سنة و ١,٣٩٠ نانوسيفرت/سنة) للبوتاسيوم  $^{40}K$ ، لليود  $^{131}I$ ، للسيزيوم  $^{134}Cs$  فضلاً عن السيزيوم  $^{137}Cs$  على التوالي ، وللأطفال (٠,٢٦٧ ملي سيفرت/سنة، ٢٨,٥٢٧ نانوسيفرت/سنة، ١٢,٢٢٥ نانوسيفرت/سنة و ١,٢٤٨ نانوسيفرت/سنة) للبوتاسيوم  $^{40}K$ ، لليود  $^{131}I$ ، للسيزيوم  $^{134}Cs$  فضلاً عن السيزيوم  $^{137}Cs$  على التوالي. اما معدل الجرعة السنوية المؤثرة للبالغين في الحليب المجفف المستورد وكانت (٠,٧١٥ ملي سيفرت/سنة، ٦٧,٥٩٨ نانوسيفرت/سنة، ٤٢,٥٧٦ نانوسيفرت/سنة و ١٥,١٤٣ نانوسيفرت/سنة) للبوتاسيوم  $^{40}K$ ، لليود  $^{131}I$ ، للسيزيوم  $^{134}Cs$  فضلاً عن السيزيوم  $^{137}Cs$  على التوالي، وللأطفال (٠,٩٥٥ ملي سيفرت/سنة، ١٨٥,٠٠٤ نانوسيفرت/سنة، ٣٥,٩٦٩ نانوسيفرت/سنة و ١٣,٤٨٦ نانوسيفرت/سنة) للبوتاسيوم  $^{40}K$ ، لليود  $^{131}I$ ، للسيزيوم  $^{134}Cs$  فضلاً عن السيزيوم  $^{137}Cs$  على التوالي.

ومعدل الجرعة السنوية المؤثرة للنويدات المشعة الصناعية المقاسة في هذا البحث لكل نماذج الحليب الطازج والمستورد هي اقل من القيم المنشورة في UNSCEAR والتي تتراوح بين (٢٠٠-٨٠٠) مايكروسيفرت/سنة فهي ضمن الحدود المقبولة و بالنسبة لعنصر البوتاسيوم المشع  $^{40}K$  فكانت جميع القيم ضمن الحد المسموح به باستثناء اربعة عينات منتجة في نيوزلندا فكانت اعلى من الحد المسموح به حيث ان الحد المسموح به للنظائر الطبيعية يكون ١ ملي سيفرت سنوياً حسب معايير الوكالة الدولية للوقاية من الاشعاع ICRP.

لمقدمة:-

يتعرض البشر و كل الكائنات الحية الى مصدرين رئيسيين من الاشعاع و هي مصادر التعرض الطبيعي NORM ومصادر التعرض الصناعي TENORM. تنقسم مصادر الاشعاع الطبيعي الى قسمين هما الاشعة الكونية واشعة القشرة الارضية[1,2]. و مصدر الاشعة الكونية يكون من خارج نظامنا الشمسي والقليل منها من الشمس. وتظهر أنوية مشعة نتيجة لتفاعل الاشعة الكونية مع الغلاف الجوي عند سطح الارض[3] وتأثير الاشعة الكونية يختلف باختلاف الموقع الجغرافي و كذلك الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر [4].

أما مصادر اشعة القشرة الارضية فتشمل سلسلتي اليورانيوم والثوريوم  $^{238}U$  و  $^{232}Th$  فهما يتواجدان بوفرة وخاصة في الصخورالكرانيتية [5]. من اهم مصادر الاشعاع الموجودة في الهواء هو غاز الرادون المشع وله نظيران [6]. اما المصادر الطبيعية الداخلية فهي موجودة بأجسامنا وتشمل كل من نظير البوتاسيوم الطبيعي المشع  $^{40}K$  ونظير الكربون المشع  $^{14}C$ . ويعتبر البوتاسيوم العنصر الاساسي في التركيب الخلوي للخلايا العضية وهو احد العناصر الموجودة بشكل رئيسي داخل الخلية و يؤدي الى جرعة مكافئة قدرها 20 مايكرو سيفرت/سنة في حين الجرعة المكافئة لنظير الكربون المشع  $^{14}C$  قدرها 3.8 مايكرو سيفرت/سنة[7].

اما المصادر الصناعية للاشعاع المؤين فتأثيرها كبيرعلى تلوث البيئة و ذلك من خلال المجالات المتعددة ومن اهمها الاشعاعات الناتجة من تجارب التفجيرات النووية و المفاعلات النووية واستخدام النظائر المشعة في الصناعة والزراعة والابحاث العلمية والطب ودورة الوقود مثل التعدين والتخصيب ومعالجة الوقود النووي وخن المخلفات الاشعاعية.

من المعروف ان المصادر الطبيعية المؤينة في البيئة تمثل الاشعة الكونية والقشرة الارضية والاشعاع في جسم الانسان وتشكل 27% وغاز الرادون المشع يشكل 55% وتساهم المصادر الصناعية بحدود 18% من الاشعاعات المؤينة[8].

ان لجمع هذه المصادر الطبيعية و الصناعية التأثير المباشر لزيادة التعرض الاشعاعي للإنسان من خلال استنشاقها في الجو او ابتلاعها مع المواد الغذائية حيث لها التأثير المباشر في تلوث السلسلة الغذائية للإنسان من خلال تناول الغذاء الحيواني او النباتي[9]

**النظرية :**

أهتمت المنظمات الدولية، كاللجنة الدولية للوقاية من الاشعاع ICRP و اللجنة الدولية للوحدات الاشعاعية و القياسات ICRU بأمر الوقاية من الاشعاعات المؤينة، ووضعت تعاريف محددة للكميات الفيزيائية المستخدمة للتعبير عن التعرض للإشعاعات المؤينة و للجرع الاشعاعية الناتجة عنها، و كذلك الوحدات المستعملة لقياس هذه الكميات و هي تعتمد على اساس العدد الاجمالي للإشعاعات التي تسقط على الوسط المادي المعين، و ما تحدثه من تأثيرات في هذا

الوسط، او بعبارة اخرى، تقوم على أساس كمية الطاقة التي تودعها الإشعاعات في كتلة مادية معينة، و على نوع هذه الاشعاعات.

يستخدم النظام الدولي (SI) System International للوحدات للتعبير عن الكميات الاشعاعية، و ان كانت الوحدات القديمة مازالت مستعملة في كثير من المجالات.

النشاط الاشعاعي هو معدل التحلل الاشعاعي في عينة مشعة ويعطى بالعلاقة:

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \quad \dots\dots\dots(1)$$

حيث ان  $A_0$  تمثل النشاط الاشعاعي عند بدء الزمن و  $A(t)$  هو النشاط الاشعاعي بعد مضي زمن مقداره  $t$  و  $\lambda$  تمثل ثابت انحلال للمادة المشعة و يساوي

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

و  $T_{1/2}$  تمثل عمر النصف للعنصر المشع. وحدة النشاط الاشعاعي هي البيكرل Becquerel (Bq) و هو يساوي تحلل واحد في الثانية. كما يقاس النشاط الاشعاعي بالكوري (Ci) و هو النشاط الاشعاعي لغرام واحد من الراديوم  $^{226}Ra$  و هو يعادل  $3.7 \times 10^{10}$  بيكرل .

تحسب الفاعلية النوعية  $A_s$  بوحدة (Bq/kg) او (Bq/L) وفقا لمعايير الوكالة الدولية للطاقة

$$A_s = \frac{\sum N}{\epsilon \cdot I_\gamma \cdot M \cdot t} \quad \dots\dots\dots(3) \quad \text{الذرية IAEA كما في المعادلة التالية [10]:}$$

حيث ان  $\sum N$  يمثل صافي معدل العد تحت القمة الضوئية (cps) ، و  $\epsilon$  الكفاءة الكلية للمنظومة و  $I_\gamma$  تمثل احتمالية الانتقال المطلقة لانحلال كما و  $M$  كتلة العينة (كغم او بالالتار) و  $t$  هو الزمن اللازم لتجميع العد (الثانية). تحسب الكفاءة النسبية للنظائر المشعة من العلاقة

$$\epsilon = \sum N (cps) / A \quad \dots\dots\dots(4) \quad \text{التالية [11]:}$$

حسبت الفاعلية النوعية لكل عنصر مشع في الحليب باستخدام المعلومات المدرجة في الجدول

رقم (١) :-

Isotope	$T_{1/2}$	$E_\gamma$ (keV)	$I_\gamma$ [10] %	$\epsilon$ %
K-40	$1.3 \times 10^9$ yr	1460.8	11	0.664
I-131	8.0197day	364.5	81.2	0.55
Cs-134	2.0648 yr	604.7	97.6	0.449
Cs-137	30.07 yr	661.7	85.1	0.439

الجدول (١) يمثل البيانات النووية المستخدمة في الحسابات.

يعتمد مقدار العد على كفاءة الكاشف  $\epsilon$  التي تعتمد بدورها على شدة الاشعاع الواصل الى الكاشف وعلى طاقة الاشعاع.

وتحسب الجرعة المؤثرة السنوية (Sv/year) D لكل عينة من المعادلة التالية [12]:

$$D = U g A_s \quad \dots\dots\dots(5)$$

حيث ان U تمثل معدل الاستهلاك السنوي للفرد بوحدة ( لتر/سنة) للمواد الغذائية في الحالة السائلة و (كيلوغرام/سنة) للمواد الجافة. ويبلغ معدل الاستهلاك السنوي للأطفال بعمر 10 سنوات 28 لتر/سنة واما للبالغين فهو 24 لتر/سنة حسب تعليمات منظمة الصحة العالمية WHO [13] وفي حالة الحليب المستورد معدل الاستهلاك للأطفال هو 110 كيلوغرام في السنة و للبالغين 90 كيلوغرام سنوياً [14]. ويمثل العامل g يمثل معامل تحويل الجرعة بوحدة (سيفرت/بيكرل) [15]. والجدول رقم (2) يوضح قيم معامل تحويل الجرعة للعناصر المشعة لكل من الاطفال والكبار .

Isotope	معامل تحويل الجرعة	
	للأطفال (Child)	للکبار (Adult)
K-40	1.3	0.62
I-131	5.2	2.2
Cs-134	1.4	1.9
Cs-137	1.0	1.3

الجدول رقم (2) يوضح قيم معامل تحويل الجرعة للعناصر المشعة للأطفال وللکبار.

#### المواد و طريقة العمل :-

تم استخدام جهاز SAM940<sup>TM</sup> للكشف والقياس وهو كاشف وميضي يستخدم بلورة أيوديد الصوديوم المنشط بالتاليوم NaI(Tl) ذات حجم 2 × 2 والجهاز ذو كفاءة جيدة للكشف عن اشعة كما ذات الطاقات الواطئة low level Becquerel ومبرمج حاسوبياً ليقبس طيف اشعة كما المنبعث من النظائر المشعة واطئة الانحلال الاشعاعي بحدود بضعة بيكرل وأهم الوظائف التي ينجزها هي تحديد نوع النظير المشع وتحليل الطيف [11].

تم جمع 16 عينة من الحليب، منها 6 عينات من الحليب الطازج من مناطق متفرقة من محافظة البصرة بواقع ثلاث نماذج لكل عينة، و 10 عينات من مسحوق الحليب المستورد من خارج البلد. للحليب الطازج تم اخذ 50 مللتير لكل عينة، اما الحليب المستورد تم اخذ 50 غم منه واذابته في 50 مللتير من الماء المقطر و وضعها في علب أسطوانية بلاستيكية مخصصة للقياس. الجدولان (3) و(4) يمثلان رموز عينات الحليب الطازج والمستورد الذي تم جمعه من مناطق مختلفة من محافظة البصرة واسواقها منسوبة الى بلد المنشأ.

Number Of samples	Fresh milk	Symbol
1	الفاو	A
2	ابوالخصيب	B
3	شط العرب	C
4	الهارثة	D
5	المدينة	E
6	الزبير	F

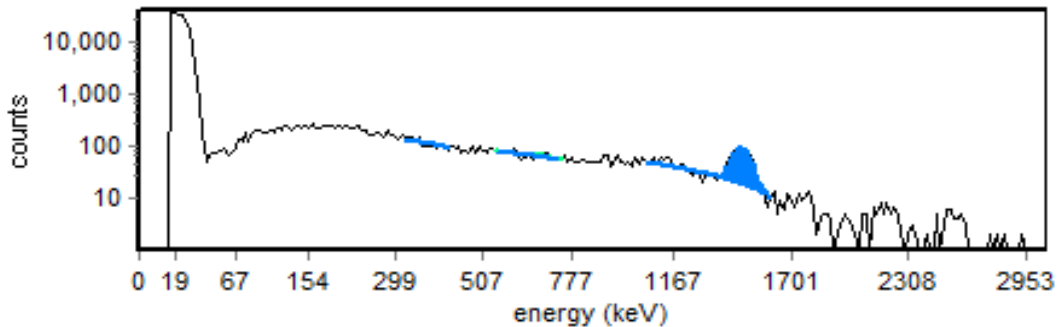
الجدول (٣) يمثل رموز عينات الحليب الطازج المحلي.

No. Of Samples	Country	Powdered milk	Symbol
7	الامارات	نيدو	G
8	الامارات	التونسا	H
9	ايرلندا	فاطمة	I
10	فيتنام	ديلاك للأطفال	J
11	نيوزلندا	أنكور	K
12	نيوزلندا	العجيب	L
13	نيوزلندا	المنعش	M
14	نيوزلندا	بقرة المراعي	N
15	نيوزلندا	سما الواحة	O
16	عمان	مدهش	P

الجدول (٤) يمثل رموز عينات الحليب المستورد من مناشئ مختلفة.

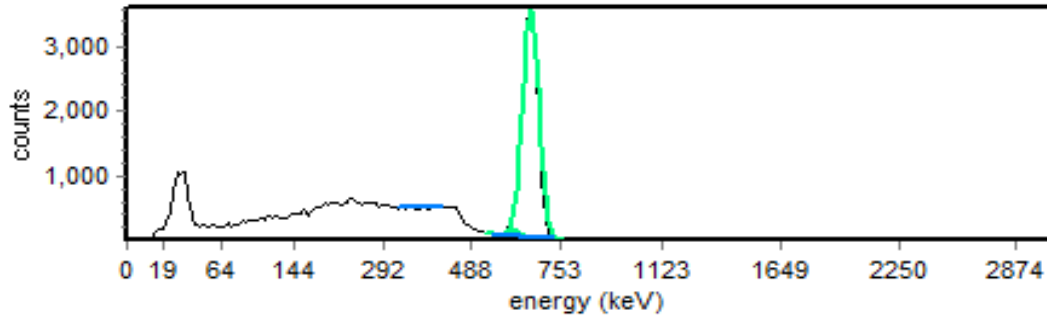
#### الحسابات والنتائج:

استخدمت عينة قياسية تزن 50 غم من كلوريد البوتاسيوم KCl و حسبت كتلة البوتاسيوم  $^{40}K$  المشع الطبيعي فيها لتحديد النشاطية الاشعاعية له ومنها وجد ان الكفاءة النسبية للكاشف باستخدام المعادلة (١) هي  $\epsilon = 0.664\%$  للكشف عن البوتاسيوم المشع. والشكل رقم (١) يوضح طيف البوتاسيوم المشع في العينة القياسية لكلوريد البوتاسيوم.



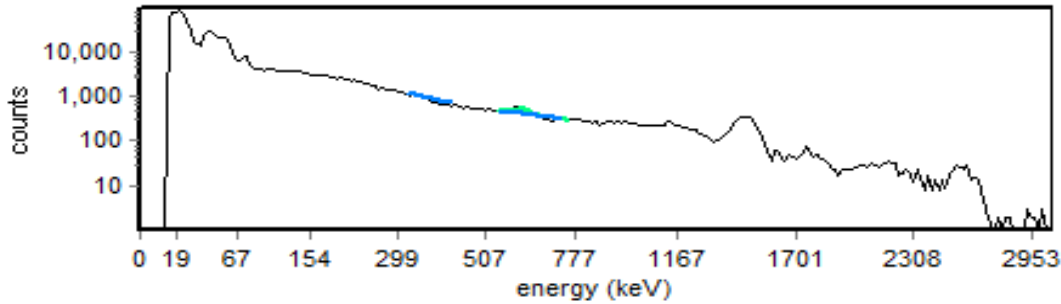
الشكل رقم (١) يوضح طيف البوتاسيوم المشع في العينة القياسية لكلوريد البوتاسيوم.

يقوم جهاز SAM940<sup>TM</sup> بأجراء المعايرة ذاتيا او باستخدام المصدر المشع القياسي للسيزيوم  $^{137}Cs$  ذو الفعالية  $0.5 \mu Ci$ ، الشكل رقم (٢) يوضح الطيف الطاقى للمصدر المشع القياسي  $^{137}Cs$ .



الشكل (٢): يمثل طيف الطاقة للسيزيوم-١٣٧ المستخدم للمعايرة

ان القيمة النموذجية للخلفية الاشعاعية للجهاز SAM940<sup>TM</sup> تتراوح بين (٥-١٠) مايكروريم بالساعة حسب تعليمات الشركة المصنعة BNC [11] لذلك يتم قياس الخلفية الاشعاعية للمختبر اولا ثم قياس الخلفية الاشعاعية داخل الحاجز الرصاصي ذو السمك 5 سم المبطن بالنحاس بسمك 2 ملم قبل وضع عينات الحليب. تراوحت قيم الخلفية الاشعاعية بين  $(8 \pm 1 \mu\text{rem/hr})$  واستخدم نفس الترتيب الهندسي لقياس العينات. الشكل رقم (٣) يوضح طيف الخلفية الاشعاعية داخل الترتيب الهندسي الخاص بالقياسات.



الشكل (٣): يمثل طيف الخلفية الاشعاعية داخل حجرة منظومة الكشف .

توضع عينات الحليب داخل حجرة منظومة الكشف ويقاس الطيف الطاقى لاشعة كما للحصول على صافي معدل العد تحت القيم للنويدات المشعة لفترة زمنية مقدارها 1200 ثانية وتكرر ثلاث مرات ويؤخذ المعدل. بتطبيق المعادلة رقم (٣) يتم حساب الفعالية النوعية وباستخدام المعادلة (٥) يتم حساب الجرعة المؤثرة السنوية.

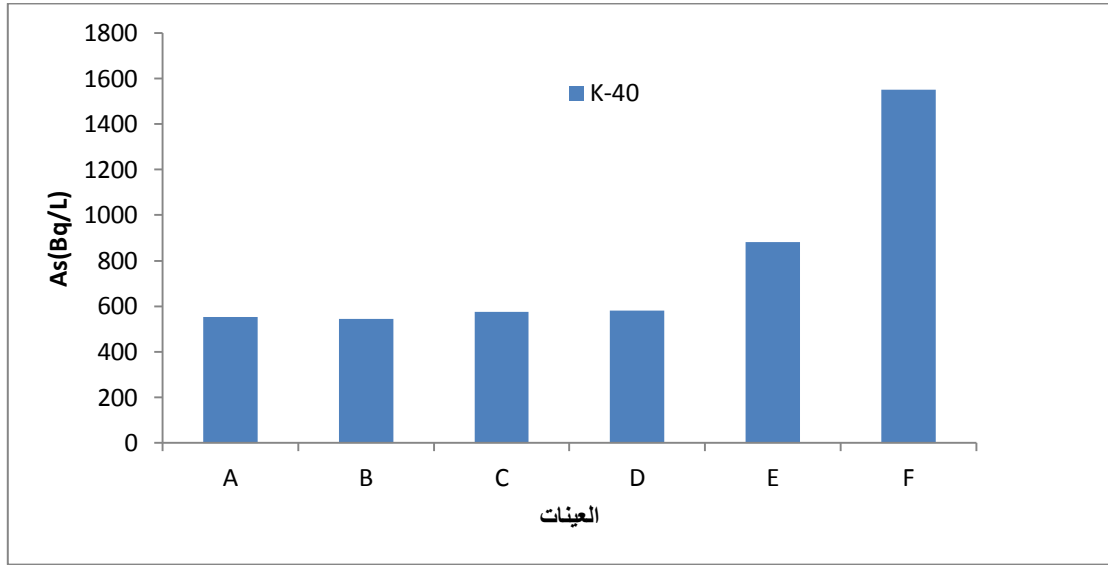
الجدول رقم (٥) يوضح قيم الفعالية النوعية  $A_s(\text{Bq/L})$  للنويدات المشعة في الحليب الطازج في مناطق مختلفة في البصرة ويتضح ان التأثير السائد هو للبيوتاسيوم المشع الطبيعي حيث قيم الفعالية النوعية له اكبر بكثير مقارنة مع مثيلاتها من النويدات المشعة غير الطبيعية الاخرى.

العينة	A <sub>s</sub> (Bq/L)			
	<sup>40</sup> K	<sup>131</sup> I	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs
A	518.666	0.011	0.046	N.D
B	510.907	0.026	0.023	0.005
C	539.431	0.008	0.053	N.D
D	545.363	N.D	N.D	N.D
E	827.857	0.034	0.004	N.D
F	1451.944	N.D	0.030	N.D
Max.	1451.944	0.034	0.053	٠,٠٠٥
Min.	510.907	0.008	0.004	N.D
Average	732.361	0.020	0.031	0.005

الجدول رقم (٥) يمثل A<sub>s</sub>(Bq/L) لعينات الحليب الطازج ، وان N.D تعني غير مكتشفة.

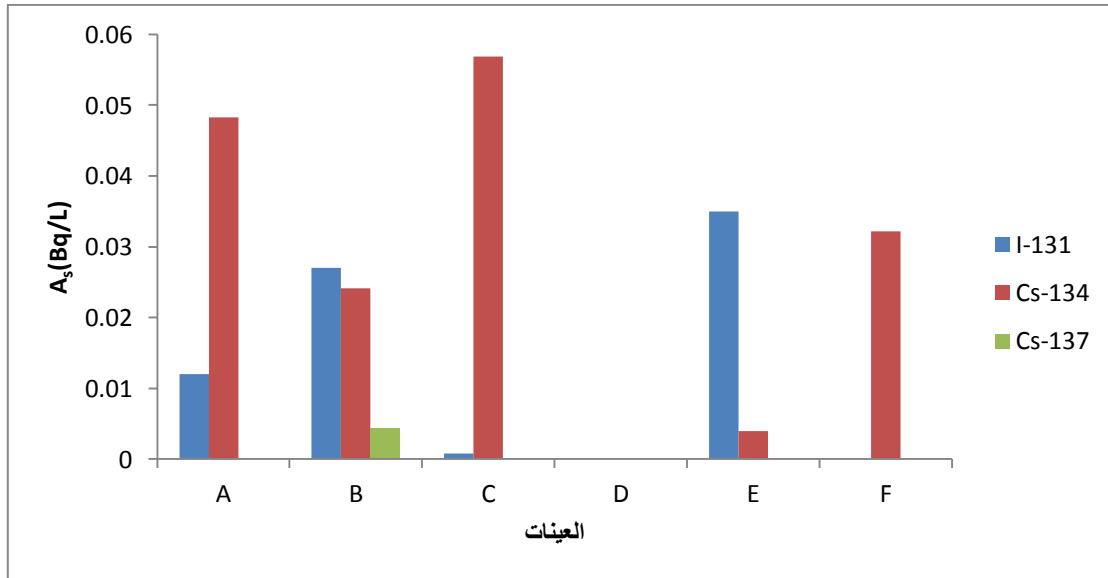
يتضح من الجدول (5) الفعالية النوعية للعينات السائلة من الحليب المحلي ظهور اربع نويدات مشعة واحدة طبيعة وهي البوتاسيوم المشع <sup>40</sup>K و ثلاث عينات صناعية و هي اليود المشع <sup>131</sup>I و نظيري السيزيوم <sup>134</sup>Cs و <sup>137</sup>Cs، وقد توزعت ظهور النويدات على العينات المفحوصة وكانت اعلى قيمة للفاعلية النوعية <sup>40</sup>K في عينة F وبلغت قيمته 1451.944 بيكرل/لتر و اقل قيمة هي 510.907 بيكرل/لتر للعينة B. اما اليود المشع <sup>131</sup>I ظهر في اربع عينات فقط و كانت اعلى قيمة له 0.034 بيكرل/لتر في العينة E و أقل قيمة 0.008 بيكرل/لتر للعينة C. اما بالنسبة للعنصر المشع <sup>134</sup>Cs فقد ظهر في خمس عينات وكانت اعلى قيمة هي 0.053 بيكرل/لتر للعينة C و أقل قيمة 0.004 بيكرل/لتر و هي عينة E. تم الكشف عن <sup>137</sup>Cs في عينة واحدة فقط و هي عينة B و بلغت قيمتها 0.005 بيكرل/لتر. ورسمت النتائج احصائياً وتم توضيحها في الشكلين (٤) و(٥).





الشكل (٤) : التركيز النوعي للبتواسيوم المشع للحليب الطازج في مناطق مختلفة في مدينة البصرة.

الشكل (٤) يمثل الرسم البياني الاحصائي لقيم الفعالية النوعية للبتواسيوم المشع في الحليب الطازج الذي تم جمعه من مدينة البصرة وكانت اعلى قيمة له في العينة F (منطقة الزبير) ويعود السبب الرئيسي في هذه الزيادة الى اختلاف الموقع الجغرافي من منطقة الى اخرى أما اقل قيمة فقد ظهرت في العينة B (ابي الخصيب).



الشكل (٥) يوضح التركيز النوعي للنويدات المشعة  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$  في الحليب الطازج.

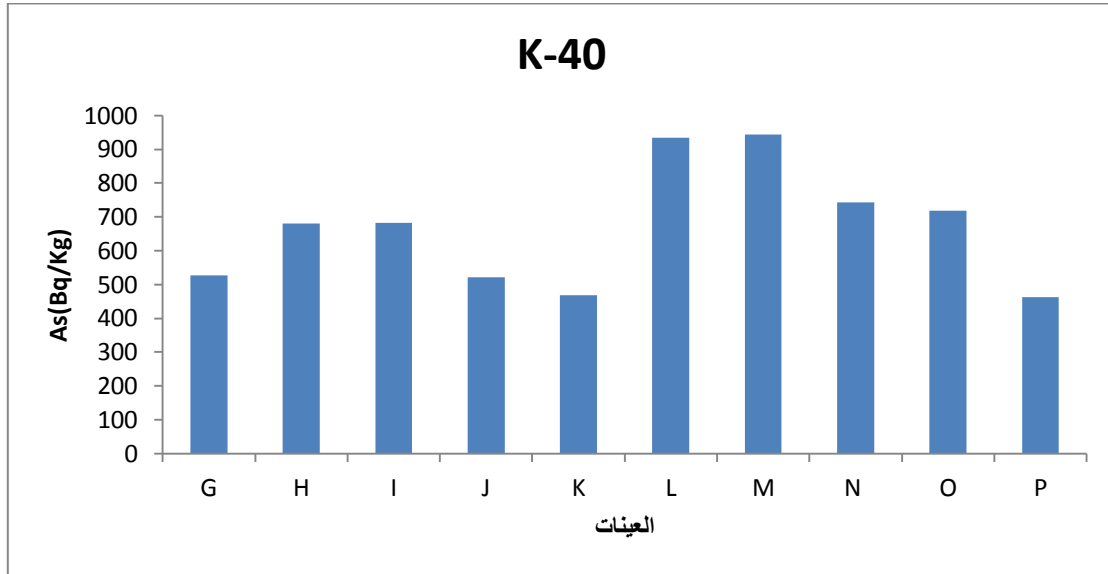
الشكل (٥) يمثل الرسم البياني الاحصائي لقيم الفعالية النوعية للنويدات المشعة  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$  في الحليب الطازج في مدينة البصرة. نلاحظ ان اعلى قيمة للسيزيوم- $^{137}\text{Cs}$  في العينة C (شط العرب) بينما يظهر السيزيوم- $^{134}\text{Cs}$  بنسبة قليلة جدا فقط في العينة B

(ابو الخصيب) وهذا يشير الى احتمال وجود تلوث اشعاعي، في حين نلاحظ ان افضل حليب طازج هو حليب العينة D (الهارثة) لعدم ظهور النويدات الصناعية.  
اما بالنسبة الى الحليب المستورد فالجدول رقم (٦) يبين الفاعلية النوعية للنويدات المشعة الاربعة للحليب المجفف المستورد.

العينة	$A_s$ (Bq/kg)			
	$^{40}K$	$^{131}I$	$^{134}Cs$	$^{137}Cs$
G	526.625	N.D	0.023	N.D
H	680.221	N.D	0.019	0.005
I	682.731	N.D	0.011	N.D
J	521.860	N.D	0.019	N.D
K	468.921	N.D	0.042	0.013
L	933.507	N.D	N.D	0.022
M	943.320	0.015	0.027	N.D
N	742.516	0.019	0.016	0.009
O	718.784	N.D	0.030	N.D
P	461.850	0.063	0.023	N.D
Max.	943.320	0.063	0.042	0.022
Min.	461.850	0.015	0.011	0.005
Average	668.033	0.032	0.023	0.012

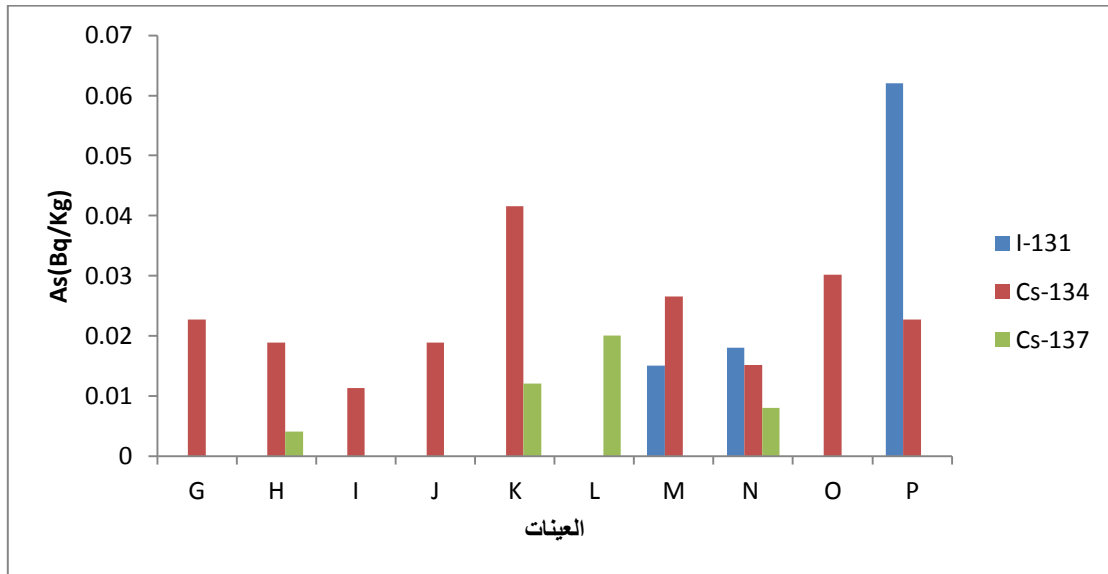
الجدول(٦) يبين الفاعلية النوعية للنويدات المشعة الاربعة في الحليب المجفف المستورد.

يبين جدول(٦) الفاعلية النوعية للعينات الجافة من الحليب المستورد وكانت للبيوتاسيوم المشع  $^{40}K$  اعلى قيمة له في عينة M و بلغت قيمته 943.319 بيكرل/كيلوغرام و اقل قيمة هي في عينة P و هي 461.847 بيكرل/كيلوغرام. اما قيمته لليود المشع  $^{131}I$  اعلى قيمة له 0.063 بيكرل/كيلوغرام لعينة P و اقل قيمة 0.015 بيكرل/كيلوغرام للعينة M. اما بالنسبة للعنصر المشع  $^{134}Cs$  اعلى قيمة للفاعلية النوعية في العينة K وبلغت قيمتها 0.042 بيكرل/كيلوغرام، وأقل قيمة للعينة I وبلغت قيمتها 0.011 بيكرل/كيلوغرام، تم الكشف عن التركيز النوعي للسيوميوم  $^{137}Cs$  في اربع عينات فقط و اعلى قيمة هي العينة L وبلغت قيمتها 0.020 بيكرل/كيلوغرام و اقل قيمة في العينة H و التي بلغت قيمتها 0.004 بيكرل/كيلوغرام.  
ورسمت النتائج احصائياً و تم توضيحها في الشكلين (٦) و (٧).



الشكل (٦) يمثل التركيز النوعي للبتواسيوم المشع للحليب المستورد.

الشكل رقم (٦) يمثل الرسم البياني الاحصائي لقيم الفعالية النوعية للبتواسيوم المشع الطبيعي للحليب المستورد في كل العينات وظهرت اعلى قيمة 943.32 Bq/kg للحليب نوع المنعش / نيوزلندا و اقل قيمة بلغت 461.85 Bq/kg للحليب نوع المدهش / عمان.



الشكل رقم (٧) يمثل مخطط تركيز الفعالية لنظائر المشعة  $^{131}I$  ،  $^{134}Cs$  ،  $^{137}Cs$  للحليب المستورد.

الشكل (٧) يوضح الرسم البياني الاحصائي لقيم الفعالية النوعية للنظائر غير الطبيعية اليود والسييزيوم . تم حساب الجرعة المؤثرة السنوية للبالغين والاطفال للنويدات المشعة الاربعة في عينات الحليب الطازج المحلي و المستورد وفقاً للمعادلة (5) لمعرفة مدى الخطورة المؤثرة على

الانسان و قد تم توضيح النتائج للحليب الطازج للبالغين في الجدول (٧) و للأطفال في الجدول (٨).

D(سيفرت/سنة)				
Samples	$^{40}K \times 10^{-3}$	$^{131}I \times 10^{-9}$	$^{134}Cs \times 10^{-9}$	$^{137}Cs \times 10^{-9}$
A	0.077	٥,٩١١	٢٠,٧٩٤	N.D
B	0.076	١٣,٧٩٣	١٠,٣٩٧	١,٣٩٠
C	٠.080	٣,٩٤١	٢٤,٣٠٥	N.D
D	٠.081	N.D	N.D	N.D
E	0.123	١٧,٧٣٤	١,٧٣٤	N.D
F	0.216	N.D	١٣,٨٧٦	N.D
Max.	٠,٢١٦	١٧,٧٣٤	٢٤,٣٠٥	١,٣٩٠
Min.	٠,٠٧٦	٣,٩٤١	١,٧٣٤	N.D
Average	٠,١٠٩	١٠,٣٤٥	١٤,٢٢١	١,٣٩٠

الجدول(٧) يمثل الجرعة السنوية المؤثرة (سيفرت/سنة) للبالغين لعينات الحليب الطازج.

D(سيفرت/سنة)				
Samples	$^{40}K \times 10^{-3}$	$^{131}I \times 10^{-9}$	$^{134}Cs \times 10^{-9}$	$^{137}Cs \times 10^{-9}$
A	٠,١٨٩	١٦,٣٠١	١٧,٨٧٥	N.D
B	٠,١٨٦	٣٨,٠٣٥	٨,٩٣٨	١,٢٤٨
C	٠,١٩٦	١٠,٨٦٧	٢٠,٨٩٤	N.D
D	٠,١٩٩	N.D	N.D	N.D
E	٠,٣٠١	٤٨,٩٠٣	١,٤٩١	N.D
F	٠,٥٢٩	N.D	١١,٩٢٩	N.D
Max.	٠,٥٢٩	٤٨,٩٠٣	٢٠,٨٩٤	١,٢٤٨
Min.	٠,١٨٦	١٠,٨٦٧	١,٤٩١	N.D
Average	٠,٢٦٧	٢٨,٥٢٧	١٢,٢٢٥	١,٢٤٨

الجدول(٨) يمثل الجرعة السنوية المؤثرة (سيفرت/سنة) للأطفال لعينات الحليب الطازج.

الجدولان (٧) و (٨) يوضحان معدل الجرعة السنوية المؤثرة للحليب الطازج للبالغين و الاطفال على التوالي. ويتضح ان وجود البوتاسيوم المشع الطبيعي  $^{40}K$  في كل العينات وكان متوقفاً ظهوره بسبب وفرته الطبيعية و هو اقل من الحد المسموح به فكان معدل الجرعة السنوية المؤثرة (٠,٢٦٧ ، ٠,١٠٩) ملي سيفرت سنوياً للبالغين و الاطفال على التوالي. اما العناصر المشعة الصناعية فقد ظهرت في بعض العينات و كانت قيمها اقل من الحد المسموح به فكان معدل الجرعة السنوية المؤثرة للمشع  $^{131}I$  (٢٨,٥٢٧ ، ١٠,٣٤٥) نانوسيفرت سنوياً للبالغين و الاطفال على التوالي، و اما السيزيوم المشع  $^{134}Cs$  فكان معدل الجرعة السنوية المؤثرة (١٢,٢٢٥ ، ١٤,٢٢١) نانوسيفرت سنوياً للبالغين والاطفال على التوالي. و في حالة السيزيوم

المشع  $^{137}\text{Cs}$  فقد لوحظ في عينة واحدة و كان معدل الجرعة السنوية المؤثرة (١,٣٩٠ ، ١,٢٤٨) نانوسيفرت سنوياً للبالغين و الاطفال على التوالي. و جرى حساب الجرعة السنوية المؤثرة في الحليب المستورد للبالغين و الاطفال كما موضح في الجدولين (٩) و (١٠).

D (سيفرت/سنة)				
العينة	$^{40}\text{K} \times 10^{-3}$	$^{131}\text{I} \times 10^{-9}$	$^{134}\text{Cs} \times 10^{-9}$	$^{137}\text{Cs} \times 10^{-9}$
G	0.310	N.D	40.974	N.D
H	0.401	N.D	34.115	5.503
I	0.402	N.D	20.577	N.D
K	0.276	N.D	74.005	16.512
L	0.549	N.D	N.D	27.541
M	0.556	31.207	47.833	N.D
N	0.437	38.999	27.978	11.016
O	0.423	N.D	54.150	N.D
P	0.272	132.589	40.974	N.D
Max.	0.556	132.589	74.005	27.541
Min.	0.272	31.207	20.577	5.503
Average	0.715	67.598	42.576	15.143

الجدول (٩) يمثل الجرعة المؤثرة السنوية (سيفرت/سنة) للبالغين لعينات الحليب المستورد.

D (سيفرت/سنة)				
Samples	$^{40}\text{K} \times 10^{-3}$	$^{131}\text{I} \times 10^{-9}$	$^{134}\text{Cs} \times 10^{-9}$	$^{137}\text{Cs} \times 10^{-9}$
G	٠,٧٥٣	N.D	٣٤,٩٥٨	ND
H	0.973	N.D	٢٧,٧٢٠	٤,٩٠٢
I	٠,٩٧٦	N.D	١٧,٥٥٦	ND
J	٠,٧٤٦	N.D	٣٧,٤٤٠	ND
K	٠,٦٧١	N.D	٦٣,١٤١	١٤,٧٠٧
L	١,٣٣٥	N.D	ND	٢٤,٥٣٠
M	١,٣٤٩	٨٥,٣٩٩	٤٠,٠٤٠	ND
N	١,٠٦٢	١٠٦,٧٣٥	٢٣,٨٧١	٩,٨٠٣
O	١,٠٢٨	N.D	٤٦,٢٠٠	ND
P	٠,٦٦٠	٣٦٢,٨٧٧	٣٤,٩٥٨	ND
Max.	١,٣٤٩	٣٦٢,٨٧٧	٦٣,١٤١	٢٤,٥٣٠
Min.	٠,٦٦٠	٨٥,٣٩٩	١٧,٥٥٦	٤,٩٠٢
Average	٠,٩٥٥	١٨٥,٠٠٤	٣٥,٩٦٩	١٣,٤٨٦

الجدول (١٠) يمثل الجرعة السنوية المؤثرة (سيفرت/سنة) للأطفال للحليب الجاف المستورد.

الجدولان (٩) و (١٠) يوضحان معدل الجرعة السنوية المؤثرة للحليب الطازج والمستورد للبالغين والاطفال على التوالي. ويتضح ان وجود البوتاسيوم المشع الطبيعي  $^{40}K$  في كل العينات بمستويات عالية كان متوقعا بسبب وفرته الطبيعية و الموقع الجغرافي فكان معدل الجرعة السنوية المؤثرة له (0.715 - 0.955) ملي سيفرت/سنة للبالغين و الاطفال على التوالي، حيث يتضح في الجدول (١٠) وجود اربعة عينات فيها البوتاسيوم  $^{40}K$  اعلى من الحد المسموح به بقليل و هذه العينات من انتاج نيوزلندا. في حين معدل الجرعة السنوية المؤثرة لليود المشع  $^{131}I$  كانت (67.598 - 185.004) نانوسيفرت/سنة للبالغين والاطفال على التوالي.

وأما في حالة السيزيوم المشع  $^{134}Cs$  فكان معدل الجرعة السنوية المؤثرة له (3٥,٩٦٩,42.576) نانوسيفرت /سنة، و في حالة السيزيوم المشع  $^{137}Cs$  فكان معدل الجرعة السنوية المؤثرة (١٣,٤٨٦,15.143) نانوسيفرت/سنة للبالغين والاطفال على التوالي، ومن الجدولين اعلاه نلاحظ ان قيم النظائر المشعة الصناعية جميعها تحت الحد المسموح به.

هذا واجريت مقارنة نتائج الفعالية النوعية للنظائر المشعة في الدراسة الحالية للحليب الطازج المحلي مع النتائج المناظرة لدراسة اجريت في تركيا كما في الجدول (١١).

المصدر المشع	الدراسة التركيبية [١٣]		الدراسة الحالية	
	$A_s(\text{Min.})$	$A_s(\text{Max.})$	$A_s(\text{Min.})$	$A_s(\text{Max.})$
$^{40}K$	١٥,١	٤٢,٨	٥١٠,٩٠٧	١٤٥١,٩٤٤
$^{137}Cs$	٠,٤	١,٠	----	٠,٠٠٥

الجدول (١١) يمثل مقارنة التركيز النوعي للنظائر المشعة (بيكرل/لتر) في الدراسة الحالية مع دراسة السابقة للحليب الطازج المحلي .

نلاحظ من الجدول (١١) عند المقارنة مع الدراسة التركيبية لمنطقة شرق البحر الاسود أن قيم الدراسة التركيبية للتركيز النوعي بالنسبة للبوتاسيوم المشع الطبيعي قليلة جداً بالمقارنة مع نتائج دراستنا الحالية. و نجد ان قيمة التركيز النوعي للسيزيوم المشع-١٣٧ التي تم الكشف عنها في عينة واحد فقط في دراستنا الحالية كانت اقل بكثير من قيم التركيز النوعي في الدراسة التركيبية.

و الجدول رقم (١٢) يمثل مقارنة بين معدل الفعالية النوعية للبوتاسيوم المشع الطبيعي للدراسة الحالية مع الدراسات المنشورة لمسحوق الحليب المستورد للعراق. يظهر ان معدل الفعالية النوعية للدراسة الحالية اعلى من نتائج الدراسات السابقة وخاصة الحليب المنتج في نيوزلندا و يرجع السبب الى الموقع الجغرافي و كذلك نوعية الحليب. و تم المقارنة ايضاً لعنصر السيزيوم المشع  $^{137}Cs$  مع دراسات سابقة كما في الجدول (١٣).

الدراسة	رقم المصدر	Min. A <sub>s</sub> (Bq/kg)	Max. A <sub>s</sub> (Bq/kg)
البرازيلية	[16]	329	514.28
السعودية	[9]	210.7	257.5
الايروانية	[21]	11.1	42.8
العراقية(موصل)	[17]	200.25	480.1
السعودية	[18]	29.46	146.33
الايروانية	[19]	434.1	610.0
العراقية(اربيل)	[20]	-----	337.1
الدراسة الحالية		416.847	943.319

الجدول (١٢) يمثل مقارنة الفعالية النوعية للبيوتاسيوم المشع للدراسة الحالية مع الدراسات المنشورة لمسحوق الحليب المستورد.

الدراسة	المصدر	A <sub>s</sub> (min.)	A <sub>s</sub> (max.)
البرازيلية	[١٦]	٠,٩٨	٧,٣
الايروانية	[١٩]	٠,١٢٣	٣,٢٠٢
العراقية	[١٧]	٠,٦٣	٢,١
الحالية		٠,٠٠٥	٠,٠٢٢

الجدول (١٣) يمثل مقارنة الفعالية النوعية (بيكرل/كغم) في الدراسات السابقة مع الدراسة الحالية بالنسبة لـ  $^{137}Cs$ .

نلاحظ من الجدول (١٣) أن الدراسة الحالية كانت اقل بكثير مما هو منشور في البحوث العلمية و بمقارنة نتائج دراستنا مع نتائج دراسة عراقية سابقة أجريت في مدينة الموصل [١٧] نجد ارتفاع عالي وواضح مع نتائج دراستنا، وسبب تزايد التركيز النوعي للبيوتاسيوم  $^{137}Cs$  في المناطق الشمالية للعراق يعود الى فقدان بعض المصادر المشعة المتواجدة في المقبرة النووية قرب مدينة الموصل في احداث عام ٢٠٠٣ و كذلك بسبب تأثير التسرب الاشعاعي من حادثة تشيرنوبل في عام ١٩٨٦.

#### الاستنتاج:

هذه الدراسة هي الاولى على مستوى محافظة البصرة لتحديد الفاعلية النوعية للنظائر الباعثة لأشعة كاما الطبيعية (طويلة الامد)  $^{40}K$  وغير الطبيعية (قصيرة الامد)  $^{137}Cs$ ,  $^{134}Cs$ ,  $^{131}I$  في الحليب الطازج والمستورد ومنها يمكن تحديد مواقع المناطق الملوثة. أن المعلومات التي حصلنا عليها من هذه الدراسة تزودنا بالخط العام لوضع المعايير القياسية للحليب الطازج للتخمينات المستقبلية في حالة حدوث اي تلوث اشعاعي في المنطقة باعتبار ان الحليب هو غذاء رئيسي لعامة الناس. ووجد ان معدل الجرعة السنوية المؤثرة للنويدات المشعة الطبيعية و الصناعية في الحليب الطازج تقع ضمن المدى المسموح به عالميا والمسجل في البحوث المنشورة حيث ان

معدل الجرعة السنوية المؤثرة يجب ان تكون اقل من ١ ملي سيفرت سنوياً حسب منشورات ICRP و بالنسبة للنظائر المشعة الصناعية يجب ان يكون معدل الجرعة السنوية المؤثرة بحدود (٢٠٠-٨٠٠) مايكرو سيفرت سنوياً حسب تقرير منظمة (UNSCEAR 2000) [٢٢]. اما في حالة الحليب المجفف المستورد من مناشئ مختلفة فقد تمت ملاحظة الجرعة السنوية المؤثرة لعنصر  $^{40}K$  للأطفال كانت قيمته اعلى من الحد المسموح به في العينات المتمثلة بالأسماء التجارية التالية (العجيب، المنعش، بقرة المراعي وسما الواحة) و هي من انتاج نيوزلندا. اما العناصر المشعة الصناعية فكانت جميع قيمها اقل من الحد المسموح به.

المصادر:-

- 1- FAO, Manual of food quality control 16. Radionuclides in food, Rome,(1994).
- 2- Meltem Degerlier, Gamma Dose rates of natural Radioactivity in Adana Region in Turkey, [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com) (2014).
- 3- حسام نجم عبود "تحديد تركيزغازالرادون في التربة والمياه الطبيعية لأنهار وآبار محافظة البصرة باستخدام كواشف الأثرالنووي" رسالة ماجستير جامعة البصرة كلية التربية (2009).
- 4- د. شذى الدركزلي " الكشف عن الاشعة النووية " جامعة بغداد كلية العلوم (1987).
- 5- رشيد محمود يوسف "قياس النشاط الاشعاعي الطبيعي في عينات من المرمر المستعمل كمواد البناء" مجلة علوم الرافدين، العدد ١، ص١٣٤-١٤٣، (2008).
- 6- سناء فتحي النجار "قياس تركيز البوتاسيوم المشع في انواع مختلفة من السكاثر باستخدام تقنية الكاشف الوميضي (NaI(Tl) " مجلة جامعة النهريين، المجلد ١٤، العدد (٣) ايلول، (2011).
- 7- ضرغام جبار الاسدي "تحديد تركيز غاز الرادون في لحوم الاسماك المحلية والمستوردة في محافظة البصرة / جنوب العراق باستخدام تقنية كواشف الاثرالنووي الصلبة" رسالة ماجستير جامعة البصرة كلية التربية (2013).
- 8- Nicholas T., Measurement and Detection of Radiation, McGraw-Hill Book Company (1981).



9- Al-Zahrani, Natural Radioactivity and Heavy Metals in Milk Consumed in Saudi Arabia and Population Dose Rate Estimates " Life Science Journal, 9(2) (2012).

10- IAEA, 295- International Atomic Energy Agency, Measurements of radionuclides in food and the environment. Technical Reports Series 295, Vienna,(1989).

11- Berkeley Nucleonics Corporation (BNC), Radiation Detection, Surveillance and Measurement, SAM 940™ Instruction Manual, (2007).

12- Nejad, Afshari , Abbasisiar , Abdolmaleki, "Determination of K-40 Concentration in milk samples consumed in Tehran-Iran and estimation of its annual effective dose" Iran J. Radiat. Res., 7(3) :159-164(2009).

13- Erkan Kiris, Hasan Baltas, Nevzat Damla, Birol Ertugral and Ugur Cevik, Radioactivity levels in some cow milks consumed in Eastern Black Sea Region of Turkey, Batman University Journal of Life Sciences Volume 3, Number 2 (2013).

14- Environment Agency, Food Standards Agency, Northern Ireland Environment Protection Agency, " Radioactivity in food and the Environment, Appendix 1 CD Supplement2014", October (2015) .

15- ICRP, publication 119 compendium of Dose Coefficients based on ICRP publication 60. Volume 41 Supplement 1. (2012).

16- Melquiades & Appoloni, K-40, Cs-137 and Th-232 activities in Brazilian milk samples measured by gamma ray spectrometry" Indian Journal of Pure & Applied Physics Vol.40.January, pp.5-11, (2002).

17- هناء احسان، رشيد محمود، احمد خلف "تحديد الفعالية النوعية لـ Cs-137 و K-40 في بيئة محافظة نينوى" مجلة علوم الرافدين، المجلد 19، العدد 2، ص 205-220، (2008).

18– Alamoudi, Assessment of Natural radionuclides in Powdered milk consumed in Saudi Arabia and Estimates of the Corresponding annual Effective Dose, Journal of American Science;9(6), (2013).

19– Hosseni, Fathivand, Barati & Karimi, Assessment of Radionuclides in Imported Foodstuffs in Iran, Iran. J.Radiat .Res. 4(3):149–153 (2006).

20– Ali Ahmed and Samad, Measurement of Radioactivity Levels in Daily Intake Foods of Erbil City Inhabitants, Journal of Zankoy Sulaimani –part A,Vol. 16(4),(2014).

21– Alrefae, Nageswaran, Al–Shemali, Radioactivity of long lived gamma emitters in canned seafood consumed in Kuwait, Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences 15, 6–9 (2014).

22– UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation Report of the United Nations Scientific committee on the effects of Atomic Radiation to the General Assembly ,( New York :United Nations), (2000) .