إيجاد علاقة تجريبية شاملة بين كفاءة الكاشف الوميضي NaI(Tl) وكل من طاقة أشعة كاما والمسافة باستخدام منظومة (UCS-20)

أحمد خلف محيميد   علي خطاب حسين   ليث رابح محمد

قسم الفيزياء / كلية التربية

جامعة الموصل

الاستلام 07 / 01 / 2008   القبول 07 / 05 / 2008

ABSTRACT

In order to find a universal empirical relationship among the absolute efficiency of a photopeak, the energy of gamma ray and the distance from the source to the detector face, we used a modern gamma-ray spectroscopy called (SPECTECH UCS-20) with a scintillation detector, NaI(Tl), of dimensions 3.8cm(diameter)×2.5cm(thick). The system is connected to a personal computer with a program installed for this purpose. The absolute efficiency have been found using standard radioactive sources (Na-22, Mn-54, Co-60, Cd-109, Eu-152) in the energy range (88-1408) keV and a distance (1.25-10.25)cm. A fit to the figure of measured absolute efficiency with distance was applied, and we have found that the best fit is the power fit. Also we found the best equation to calculate the two constants, in the power fit equations .Thus we have combined the absolute efficiency, energy, and distance in one universal empirical equation. The experimental results have been compared with those calculated by the universal empirical equation and a good correspondence has been found between them .Further, we find detector efficiency of standard sample from (KCl) putted in touch to the detector surface, this efficiency can be used to calculate the concentration of (^{40}k) in different situations.

خلاصة البحث

لغرض إيجاد علاقة تجريبية شاملة بين الكفاءة المطلقة للذروة الضوئية وكـل مـن الطاقة والمسافة تم استخدام منظومة حديثة للقياسات الطيفية تسمى (SPECTECH UCS-20) ترتبط بكاشف وميضي نوع NaI(Tl) ذي أبعاد (3.8cm×2.5cm) وتشغل المنظومـة بواسطة الحاسوب وفق برنامج معد لهذا الغرض. تم إيجاد الكفاءة المطلقة باستخدام مجموعة من المصادر المشعة القياسية (Na-22, Mn-54, Co-60, Cd-109, Eu-152) ضمن مدى الطاقة keV (88-1408) وضمن المسافة (1.25-10.25)cm، وأُجريـت عمليـة الملائمـة لمنحنيات الكفاءة المطلقة مع المسافة وتم الحصول على أفضل معادلة وهي معادلة حد القـوة. كما تم إيجاد أفضل المعادلات لحساب هذين الثابتين وبذلك تم ربط الكفاءة المطلقـة والطاقـة والمسافة في معادلة تجريبية واحدة . تمت مقارنة النتائج العملية للكفاءة المطلقة مـع نتـائج حسابات المعادلة التجريبية ولجميع الطاقات ووجد أن هناك تطابقا جيدا بينهما ولغرض إجراء قياس التلوث الإشعاعي والمسوحات البيئية فقد تم إيجاد كفاءة العداد لعينة قياسية من كلوريـد البوتاسيوم (KCl) وضعت ملامسة لوجه الكاشف. تستخدم هـذه الكفـاءة لحـساب تركيـز البوتاسيوم في مناطق مختلفة.

1. المقدمة :

تمتاز الكواشف الوميضية اللاعضوية، ومنها كاشـف أيوديـد الـصوديوم المنـشط بالثاليوم، NaI(Tl)، بكفاءتها العالية في الكشف عن أشعة كاما مقارنة مع الكواشف النوويـة الأخرى إلا أن قابليتها على تمييز الطاقات ضعيفة نسبياً[1]. إن هذه الكواشف تبقى ذات أهمية بالغة في القياسات الإشعاعية بسبب سهولة استخدامها وكلفتها الواطئة مقارنةً بكواشف أشـباه الموصلات[2]. وقد دأب الباحثون منذ فترة طويلة على قيـاس وحـساب كفـاءة الكواشـف الوميضية فقد أُدخلت بعض التقانات المفيدة لتحسين الكفاءة وذلك باستخدام مـصادر مـشعة بأشكال وأحجام متباينة[3-4]. كذلك عززت الدراسات النظرية بتطبيقات عملية استُخدمت فيهـا معادلات شبه تجريبية وطريقة مونتي كارلو وغيرها من الطرق الرياضية المتنوعـة[5]. قـام سليمان وجماعته[6] بدراسة الخواص المميزة لكاشفين وميضيين من نوع NaI(Tl) وبحجمين مختلفين حيث شملت الدراسة تغير الكفاءة المطلقة والكفاءة الذاتية للذروة الضوئية مع كل من طاقة أشعة كاما والبعد بين المصدر المشع والكاشف إضافة إلى دراسة تغير حـساسية وجـه الكاشف لأشعة كاما. كما درس الباحث بيترسون[7] العلاقة بـين الكفـاءة المطلقـة للكاشـف الوميضي NaI(Tl) ذي الأبعاد (3.8cm ×2.5cm) مع الطاقة عند المسافة (8.25 cm) وقد حصل الباحث على معادلة تجريبية للكفاءة المطلقة مع الطاقة.

تُستخدم الآن في الدول المتقدمة المنظومة العالمية (GAMMA-8000)، والتي تحتوي على الكاشف ألوميضي NaI(Tl) ذي الأبعاد (7.6cm×7.6cm) في محطات المراقبة الروتينية للخلفية الإشعاعية لإطلاق الإشارات التحذيرية عند حصول زيادة غير طبيعية في العد الإحصائي[8]. كما يستخدم الكاشف ألوميضي في قياس فيض الأشعة الكونية من خلال قياس أشعة كاما المنبعثة من نظير البريليوم (^{7}Be) الذي ينتج في الطبقات العليا من الغلاف الجوي نتيجة تفاعل الأشعة الكونية (البروتونات) مع النوى (^{14}N و ^{16}O)[7]. أستُخدمت في البحث الحالي منظومة حديثة لقياس طيف أشعة كاما تدعى (SPECTECH UCS-20) ويربط معها كاشف وميضي NaI(Tl) ذو أبعاد (3.8cm×2.5cm) وتربط المنظومة بجهاز حاسوب لغرض تشغيلها.

يهدف البحث الحالي إلى الحصول على معادلة تجريبية شاملة بين الكفاءة المطلقة من جهة وكل من الطاقة والمسافة من جهة أخرى وضمن مديا الطاقة (88-1408)keV والمسافة (1.25-10.25)cm. تستخدم المعادلة لقياس التلوث الإشعاعي العالي ضمن المسافة المذكورة أما عندما يراد إجراء المسوحات البيئية للعناصر ذات الفاعلية الإشعاعية الواطئة التي تتطلب مسافة قريبة جدا من سطح الكاشف (كالبوتاسيوم ^{40}K هنا) فقد تم إيجاد كفاءة العداد لعينة قياسية من كلوريد البوتاسيوم (KCl) وضعت ملامسة لوجه الكاشف. تستخدم هذه الكفاءة لحساب تركيز البوتاسيوم في مناطق مختلفة.

2. الجزء النظري :

من الخصائص المهمة التي تشترك فيها الكواشف النووية هي كفاءة الكاشف. وتصنف الكفاءة إلى مطلقة وذاتية ونسبية[1]. وتعرف كل واحدة منها كالآتي:

2-1. الكفاءة المطلقة للذروة الضوئية (ε_{abs}) :

وهي النسبة بين مجموع العد الصافي للذروة الضوئية إلى عدد كمات الأشعة المنبعثة من المصدر. ويتم حسابها وفق العلاقة الآتية:

$$\varepsilon_{abs} = \frac{N_{pk}}{A \cdot T \cdot F} \qquad \text{.................................(1)}$$

حيث N_{pk} هي مجموع العد الصافي للذروة الضوئية.

T زمن العد بالثانية.

F عامل التحول، أي عدد الفوتونات المنبعثة لكل (100) انحلال.

A فعالية المصدر وقت إجراء التجربة.

2-2. الكفاءة الذاتية للذروة الضوئية (ε_{int}) :

وهي النسبة بين مجموع العد الصافي للذروة الضوئية إلى عدد كمـات أشـعة كامـا الساقطة على الكاشف . وترتبط الكفاءتان المطلقة والذاتية بالعلاقة الآتية:-

$$\varepsilon_{int} = \frac{\varepsilon_{abs}}{G} \qquad \text{.................................(2)}$$

حيث G العامل الهندسي (Geometrical Factor) ويحسب من العلاقة التالية :

$$G = \tfrac{1}{2}\left[1 - \frac{d}{\sqrt{a^2 + d^2}}\right] \qquad \text{..............................(3)}$$

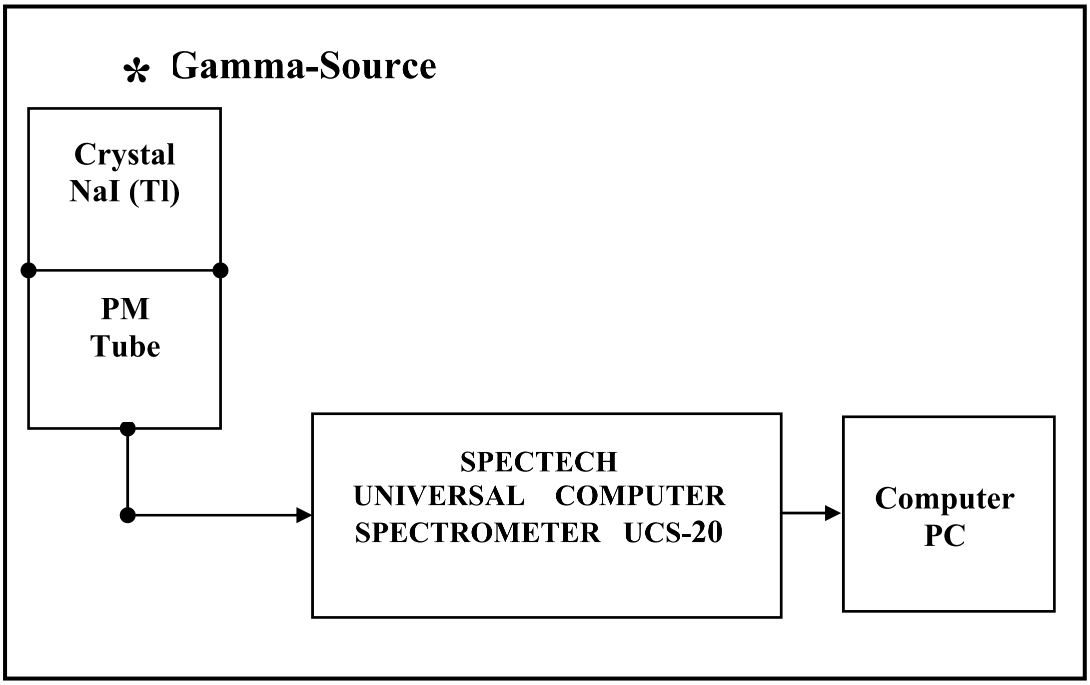
a نصف قطر وجه الكاشف، و d المسافة بين المصدر المشع والكاشف.

2-3. الكفاءة النسبية للذروة الضوئية (ε_{rat}):

وهي النسبة بين مجموع العد الصافي للذروة الضوئية إلى شدتها النـسبية. وتـستخدم فيها عادة المصادر المجهولة الفاعلية.

3 . الجزء العملي:

اسـتخدمت فـي هـذه الدراسـة منظومـة حديثـة للقياسـات الطيفيـة تـدعى (SPECTECH UCS-20) تتكون هذه المنظومة من مضخم ابتـدائي ومـضخم رئيـسي ومجهز للفولتية العالية ومحلل أطياف متعدد القنوات يمكن للمستخدم اختيار عـدد القنـوات. يـربط مـع المنظومـة كاشـف وميـضي مـصنوع مـن ايوديـد الـصوديوم المنـشط بالثاليوم، NaI(Tl)، ذي أبعاد(3.8cm x 2.5cm). وتربط المنظومة بجهاز الحاسوب لغرض تشغيلها[7]. والشكل رقم (1) يوضح مخطط لتلك المنظومة. استخدمنا في هذه الدراسة مصادر مشعة قياسية ذوات فعالية إشعاعية مقدارها (1μCi)، والجدول رقـم (1) يوضـح بعـض خصائص تلك المصادر.



الشكل (1) : الدائرة الإلكترونية الخاصة بمنظومة الكشف والتحليل لأشعة كاما.

الجدول (1) : يبين العناصر المشعة المستخدمة وبعض خصائصها.

Element	Isotope	Half-life	Radiation (keV)	Date & Industrial Company
Cadmium	Cd-109	464 day	Ec γ(88)	-7-2006 Spectrum Techniques-USA
Europium	Eu-152	3.48 yrs1	Ec ,β^{+},β^{-}(0.7,1.5,…) γ (122,244,344,….)	9881 USA
Sodium	Na-22	2.6 yrs	Ec β^{+} (500) γ (511 , 1274.5)	-6-2006 Spectrum Techniques-USA
Cesium	Cs-137	30.07yrs	β^{-} (300) γ(661.6)	-7-2006 Spectrum Techniques-USA
Managane s	Mn-54	312.3 day	Ec γ(834.8)	-6-2006 Spectrum Techniques-USA
Cobalt	Co-60	5.27 yrs	β(300) γ(1173.2, 1332.5)	-6-2006 Spectrum Techniques-USA

يتم تشغيل جهاز الحاسوب ثم تنصيب البرنامج التشغيلي الخاص بالمنظومة والذي يحمل نفس اسمها (UCS-20) حيث بواسطته نقوم بتسجيل وتحليل البيانات وخزنها. ثم يتم تحديد ظروف التشغيل المناسبة لهذه المنظومة مثل فولتية التشغيل والتكبير الأولي والتكبير الثانوي وعدد القنوات في المحال متعدد القنوات وزمن التجميع والمميز السفلي والمميز العلوي. ولكي تكون المنظومة جاهزة لإجراء القياسات الطيفية يجب إجراء عملية معايرة الطاقة لها، وقد استخدمنا في هذه العملية ثلاثة مصادر مشعة قياسية هي (Co-60 , Cd-109 , Cs-137) .

بعد تهيئة المنظومة وإكمال عملية المعايرة، قمنا بدراسة طيف كل مصدر من المصادر المشعة المستخدمة في هذه الدراسة على انفراد حيث تم تجميع الطيف ولفترة زمنية مقدارها (300 sec) وتم تسجيل المساحة الحقيقية للذروة الضوئية (Net Area)، ثم كررنا العمل أعلاه بعد زيادة المسافة (1.0 cm) في كل مرة ولغاية المسافة (10.25 cm) ثم تدوين البيانات ولنفس زمن التجميع.

لقد استخدمنا العلاقة رقم (1) في حساب الكفاءة المطلقة للذروة الضوئية ولجميع المسافات المذكورة. وهي مقاسة من المصدر إلى وجه الكاشف. وللحصول على الكفاءة الذاتية للذروة الضوئية نستخدم العلاقتين (2 و3).

تم ترتيب النتائج العملية للكفاءة المطلقة والمساحة الحقيقية للذروة الضوئية مع المسافة لكل طاقة إضافة إلى عامل التحول (F)، في الجداول (2 , 3 و4) أدناه :

تم رسم العلاقة بين الكفاءة المطلقة للذروة الضوئية والمسافة لكل طاقة كما في الشكل رقم (2).

الجدول (2) : يبين العلاقة بين الكفاءة المطلقة للذروة الضوئية والمساحة الحقيقية تحت الذروة مع المسافة لطاقات بعض العناصر.

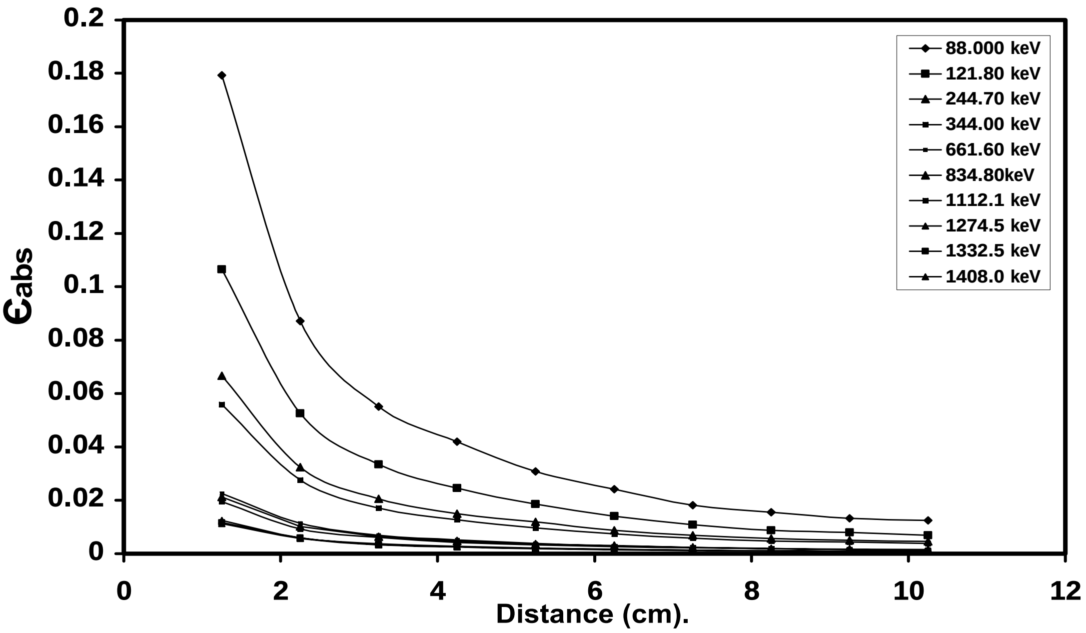
d (cm)	Eγ=344 ke Eu-152 , F=0.2658		Eγ=661.6 Cs-137 , F=0.85		Eγ=834.8 keV Mn-54 , F=1.0	
	Net Area (C/Ch)	$€_{abs}$ x10^{-3}	Net Area (C/Ch)	$€_{abs}$ x10^{-3}	Net Area (C/Ch)	$€_{abs}$ x10^{-3}
1.25	61837	55.94	207898	22.53	102617	21.30
2.25	30554	27.64	105379	11.42	49188	10.21
3.25	18914	17.11	64132	6.95	30881	6.41
4.25	14116	12.77	47430	5.14	22932	4.76
5.25	10678	09.66	35157	3.81	17558	3.65
6.25	8235	07.45	26852	2.91	14549	3.02
7.25	6445	05.83	21962	2.38	11418	2.37
8.25	5216	04.72	18271	1.98	9250	1.92
9.25	4842	04.38	15226	1.65	8479	1.76
10.25	4333	03.92	13195	1.43	7419	1.54

الجدول (3) : يبين العلاقة بين الكفاءة المطلقة للذروة الضوئية والمساحة الحقيقية تحت الذروة مع المسافة لطاقات بعض العناصر

d (cm)	Eγ=1112.1 keV Eu-152 , F=0.136		Eγ=1274.5 keV Na-22 , F= 1.0		Eγ=1332.5 keV Co-60 , F=1.0		Eγ=1408 keV Eu-152 , F= 0.21	
	Net Area (C/Ch)	$€_{abs}$ x10^{-3}	Net Area (C/Ch)	$€_{abs}$ x10^{-3}	Net Area (C/Ch)	$€_{abs}$ x10^{-3}	Net Area (C/Ch)	$€_{abs}$ x10^{-3}
1.25	18485	19.54	105468	12.44	113693	11.72	16434	11.25
2.25	8751	9.25	50275	5.93	57525	5.93	8283	5.67
3.25	5742	6.07	31793	3.75	33371	3.44	4894	3.35
4.25	4039	4.27	23315	2.75	25416	2.62	3740	2.56
5.25	3131	3.31	18482	2.18	19207	1.98	2790	1.91
6.25	2526	2.67	15091	1.78	15812	1.63	2220	1.52
7.25	2157	2.28	11615	1.37	12320	1.27	1724	1.18
8.25	1722	1.82	9750	1.15	10477	1.08	1491	1.02
9.25	1542	1.63	8309	0.98	9022	0.93	1301	0.89
10.25	1315	1.39	7885	0.93	7567	0.78	1082	0.74

الجدول (4) : يبين العلاقة بين الكفاءة المطلقة للذروة الضوئية والمساحة الحقيقية تحت الذروة مع المسافة لطاقات بعض العناصر.

d (cm)	Eγ=88 keV Cd-109 , F=0.0365		Eγ=121.8 keV Eu-152 , F=0.286		Eγ=244.7 keV Eu-152 , F=0.0751	
	Net Area (C/Ch)	$€_{abs}$ x10^{-3}	Net Area (C/Ch)	$€_{abs}$ x10^{-3}	Net Area (C/Ch)	$€_{abs}$ x10^{-3}
1.25	44688	179.22	212151	106.64	20820	66.66
2.25	21746	87.21	104564	52.56	10107	32.36
3.25	13742	55.11	66546	33.45	6450	20.65
4.25	10463	41.96	44800	24.53	4700	15.05
5.25	7690	30.84	37043	18.62	3726	11.93
6.25	6017	24.13	27912	14.03	2752	08.81
7.25	4548	18.24	21625	10.87	2177	06.97
8.25	3882	15.57	17467	8.78	1765	05.65
9.25	3304	13.25	15816	7.95	1584	05.07
10.25	3119	12.51	13627	6.85	1468	04.7



الشكل رقم (2) : يوضح العلاقة بين الكفاءة المطلقة والمسافة للطاقات أعلاه.

وبغية الاستفادة من هذه المنظومة والكاشف المرتبط بها في إجراء قياسات التلوث الإشعاعي والمسوحات البيئية. فقد تم إيجاد كفاءة العداد لعينة قياسية من مادة كلوريد البوتاسيوم (KCl) على شكل قرص قطره(2.7cm) وسمكه (1.4cm) وضعت ملامسة لوجه الكاشف وقد بلغت نسبة البوتاسيوم في هذه العينة (52.3%) حيث تم تحديد هذه النسبة باستخدام طريقة كيميائية تسمى تقنية مطياف اللهب (Flame Technique Spectrometer). أستخدمت هذه النسبة في إيجاد كتلة البوتاسيوم في العينة المستخدمة ومن ثم تحديد كتلة البوتاسيوم المشع فيها. ومن هذه الكتلة وجدنا الفعالية الإشعاعية للعينة. تم استخدام المعادلة رقم (1) لإيجاد كفاءة العداد لطاقة البوتاسيوم (1460 keV) حيث كانت الكفاءة عند هذه الطاقة (0.0076). استخدمت هذه الكفاءة لإيجاد تركيز البوتاسيوم في عينة ترابية من منطقة برطلة ومقارنتها مع تركيز العنصر أعلاه لدى الباحث [9] ولنفس المنطقة ووجد إن هناك توافقا جيدا بين الدراستين.

4. النتائج والمناقشة :

لغرض الحصول على معادلة تجريبية شاملة بين الكفاءة المطلقة من جهة وكل من الطاقة والمسافة من جهة أخرى، أجرينا عملية الملائمة (Fitting) للمنحنيات في الشكل رقم (2) ومن عامل التصحيح (R^2) في الجدول رقم (5) نلاحظ إن أفضل معادلة للملائمة هي معادلة حد القوة (معادلة رقم4) ولتعميم هذه المعادلة على مدى الطاقة keV(88-1408)

وضمن المسافة (1.25-10.25)cm نلاحظ إن الثابتين في معادلات حد القوة في الجدول رقم (6) يتغيران مع الطاقة ولإيجاد علاقة رياضية يمكن بواسطتها إيجاد قيمتا هذين الثابتين لأيـة قيمة للطاقة تم رسم منحني بياني بين كل من الثابتين أعلاه والطاقة، شـكل رقـم (3). وقـد أجريت عملية الملائمة للمنحنيين، ووجد إن أفضل معادلة لإيجاد قيمة الثابت a هي معادلة حد القوة (معادلة رقم5)، كما وجد إن معادلة متعدد الحدود من الدرجة الأولى هي أفضل معادلـة لإيجاد قيمة الثابت b (معادلة رقم 6). والصيغة العامة للمعادلة التجريبية الشاملة هي:

$$\varepsilon_{abs} = a\,x^{b} \qquad \text{.....................................(4)}$$

$$a = 16.138\ E^{-0.9521} \qquad \text{...............................(5)}$$

$$b = 0.0000008\ E - 1.2424 \qquad \text{.....................(6)}$$

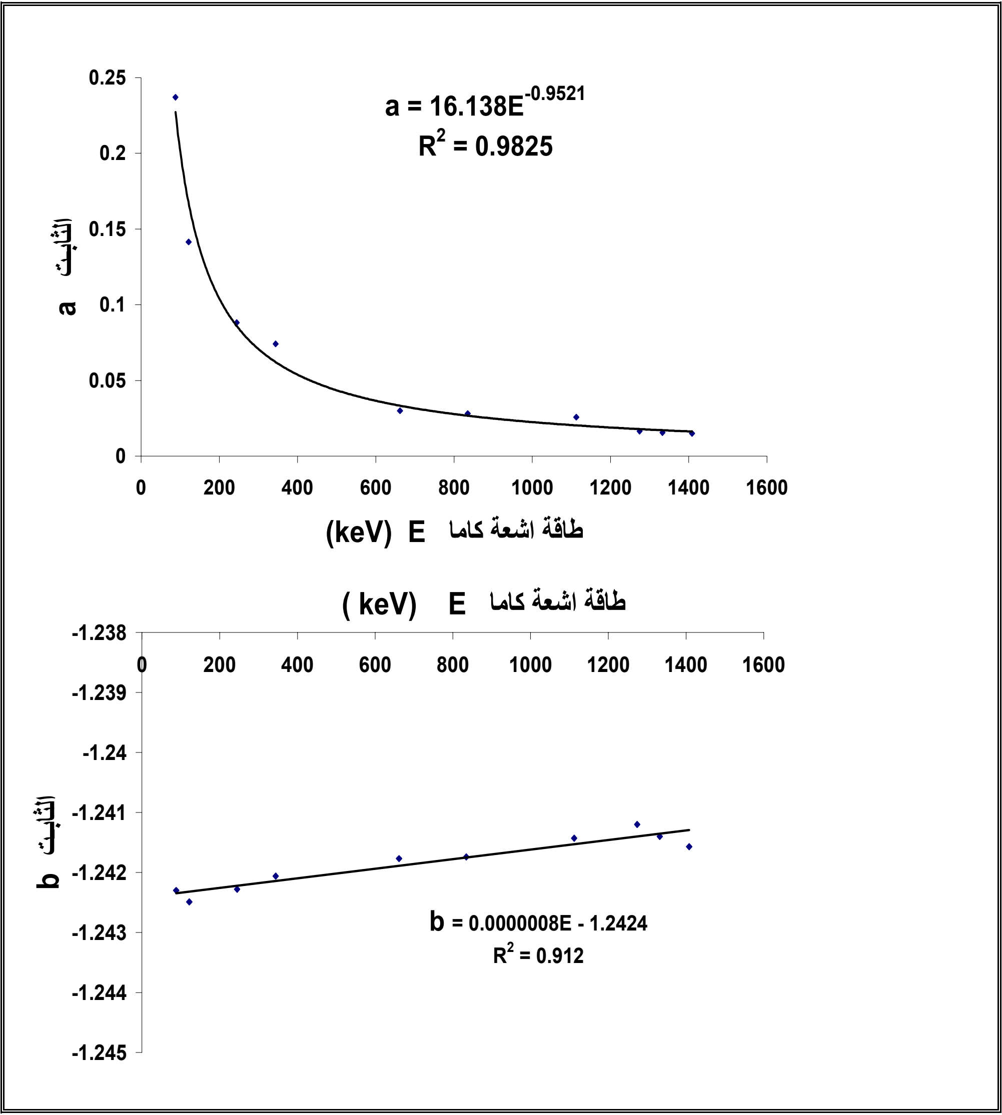
حيث a و b ثابتان يظهران في كل معادلة من معادلات حد القوة

x المسافة بين المصدر والكاشف مقاسة(cm) .

E هي طاقة أشعة كاما بوحدات (keV) .

الجدول (5) : يوضح المعادلات المستخدمة في عملية الملائمة

Eγ (keV)	لوغاريتمي	متعدد حدود من الدرجة الثالثة	حد الأس(القوة)	الحد الأسى (Exp)
88	$y = -0.0722Ln(x) + 0.1618$ $R^2 = 0.885$	$y = -0.0007x^3 + 0.016x^2 - 0.1141x + 0.2879$ $R^2 = 0.9732$	$y = 0.23710x^{-1.24228}$ $R^2 = 0.9968$	$y = 0.1621e^{-0.2801x}$ $R^2 = 0.9357$
121.8	$y = -0.0433Ln(x) + 0.0968$ $R^2 = 0.8905$	$y = -0.0004x^3 + 0.0094x^2 - 0.0677x + 0.1714$ $R^2 = 0.9757$	$y = 0.141407x^{-1.24206}$ $R^2 = 0.9962$	$y = 0.0991e^{-0.2869x}$ $R^2 = 0.9437$
244.7	$y = -0.0268Ln(x) + 0.0601$ $R^2 = 0.8837$	$y = -0.0003x^3 + 0.006x^2 - 0.0425x + 0.1072$ $R^2 = 0.973$	$y = 0.088155x^{-1.24177}$ $R^2 = 0.9969$	$y = 0.0599e^{-0.2784x}$ $R^2 = 0.9336$
344	$y = -0.0226Ln(x) + 0.0506$ $R^2 = 0.8844$	$y = -0.0002x^3 + 0.005x^2 - 0.0359x + 0.0903$ $R^2 = 0.9756$	$y = 0.074106x^{-1.24174}$ $R^2 = 0.9976$	$y = 0.0501e^{-0.278x}$ $R^2 = 0.9314$
661.6	$y = -0.0092Ln(x) + 0.0205$ $R^2 = 0.8909$	$y = -9E-05x^3 + 0.002x^2 - 0.0145x + 0.0365$ $R^2 = 0.98$	$y = 0.029951x^{-1.24143}$ $R^2 = 0.9976$	$y = 0.0209e^{-0.2861x}$ $R^2 = 0.9427$
834.8	$y = -0.0085Ln(x) + 0.019$ $R^2 = 0.8741$	$y = -9E-05x^3 + 0.002x^2 - 0.0139x + 0.0346$ $R^2 = 0.9721$	$y = 0.029079x^{-1.24120}$ $R^2 = 0.9989$	$y = 0.0184e^{-0.2682x}$ $R^2 = 0.9259$
1112.1	$y = -0.0077Ln(x) + 0.0174$ $R^2 = 0.8731$	$y = -8E-05x^3 + 0.0018x^2 - 0.0128x + 0.0318$ $R^2 = 0.9727$	$y = 0.025935x^{-1.24140}$ $R^2 = 0.9994$	$y = 0.0168e^{-0.2671x}$ $R^2 = 0.9254$
1274.5	$y = -0.0049Ln(x) + 0.0111$ $R^2 = 0.8732$	$y = -5E-05x^3 + 0.0012x^2 - 0.0081x + 0.0201$ $R^2 = 0.9706$	$y = 0.016386x^{-1.24157}$ $R^2 = 0.9984$	$y = 0.0107e^{-0.2676x}$ $R^2 = 0.9253$
1332.5	$y = -0.0047Ln(x) + 0.0106$ $R^2 = 0.8815$	$y = -5E-05x^3 + 0.0011x^2 - 0.0077x + 0.0192$ $R^2 = 0.9786$	$y = 0.012635x^{-1.24228}$ $R^2 = 0.9983$	$y = 0.0105e^{-0.2759x}$ $R^2 = 0.9328$
1408	$y = -0.0045Ln(x) + 0.0102$ $R^2 = 0.8842$	$y = -5E-05x^3 + 0.001x^2 - 0.0073x + 0.0183$ $R^2 = 0.9784$	$y = 0.011700x^{-1.24206}$ $R^2 = 0.9982$	$y = 0.0101e^{-0.2785x}$ $R^2 = 0.9348$



الشكل (3) : يوضح العلاقة بين الثابتان (a و b) والطاقة (keV).

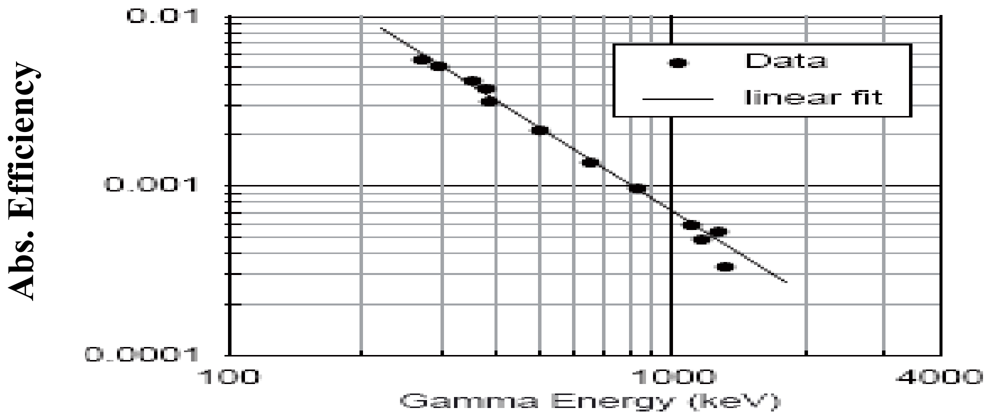
الجدول (6) : يبين قيم الثابتان (a و b) مع طاقة أشعة كاما (keV).

Eγ (keV)	a	b
88	0.237100	-1.24228
121.8	0.141407	-1.24206
244.7	0.088155	-1.24177
344	0.074106	-1.24174
661.6	0.029951	-1.24143
834.8	0.029079	-1.24120
1112.1	0.025935	-1.24140
1274.5	0.016386	-1.24157
1332.5	0.012635	-1.24228
1408	0.011700	-1.24206

ولحساب الكفاءة المطلقة لأية طاقة وعند أية مسافة, نقوم بإدخال قيمة الطاقة المـراد إيجـاد الكفاءة المطلقة لها في المعادلتين (5) و (6) ونحسب قيمتا الثابتين a و b , بعدها نعـوض قيمتي هذين الثابتين إضافة إلى المسافة في المعادلة التجريبية الـشاملة (المعادلـة رقـم 4). عندها نحصل على الكفاءة المطلقة لأية طاقة وعند أية مسافة (ضمن مديا الطاقـة والمـسافة المستخدمين في هذه الدراسة). أجرينا عملية فحص المعادلة التجريبيـة الـشاملة باسـتخدام برنامج (Matlab 6.5) حيث تم كتابة برنامج لحساب الكفـاءة المطلقـة للـذروة الـضوئية باستخدام المعادلة التجريبية الشاملة التي تم الحصول عليها (معادلة رقم4). تم مقارنة نتـائج حسابات المعادلة التجريبية الشاملة مع النتائج العملية وتبين أن هناك توافقـاً جيـداً بينهمـا. وصيغة البرنامج المستخدم مدرجة في الملحق (A). ولغرض مقارنة نتائج حسابات المعادلـة التجريبية الشاملة للدراسة الحالية مع نتائج حسابات المعادلة التجريبية للدراسة التي أجراهـا الباحث بيترسون[7] (معادلة رقم 7), حيث قام الباحث المذكور بدراسة الكفاءة المطلقـة مـع الطاقة ولنفس الكاشف عند مسافة واحدة فقط هي (8.25 cm) , ويظهر من المنحنـي الـذي أعطاه (شكل رقم 4) إن مدى الطاقة المدروس يتراوح ما بين keV (250-1400) تقريبـاً. وقد أجرى الباحث أعلاه عملية الملائمة للمنحني المذكور وحصل على المعادلـة التجريبيـة الآتية:

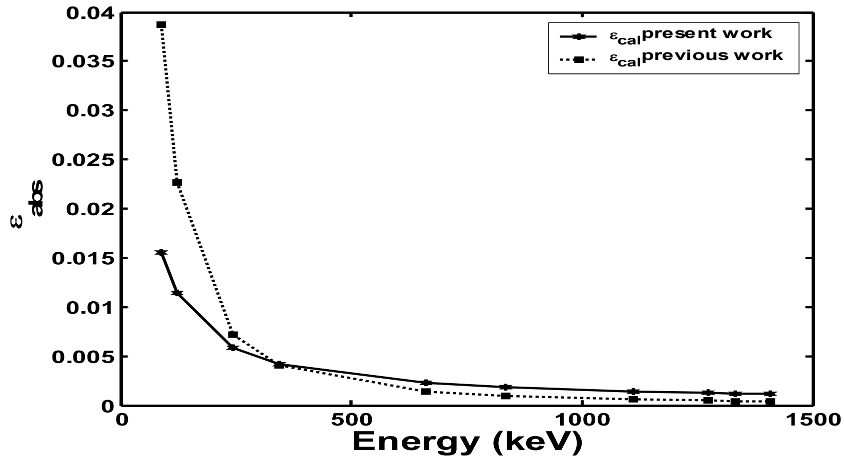
$$\varepsilon_{cal} = 62\, E^{-1.648} \qquad \text{.................................(7)}$$

حيث E طاقة الذروة الضوئية مقاسة بوحدات (keV) .

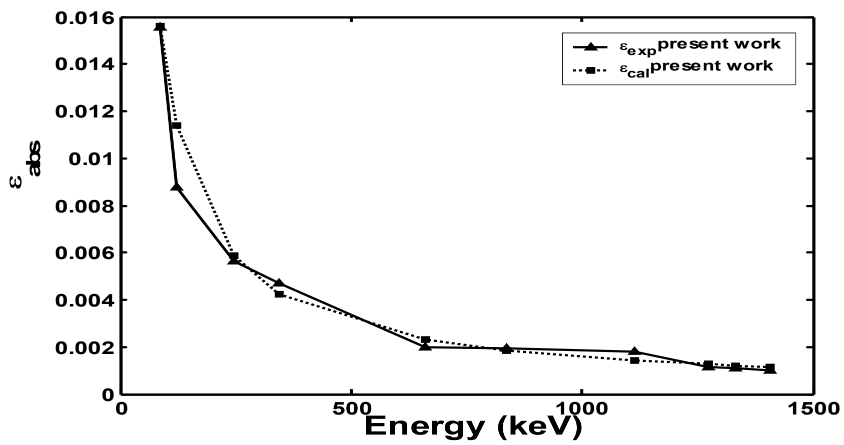


الشكل رقم (4) : العلاقة بين الكفاءة المطلقة للذروة الضوئية مع الطاقة ضمن المدى keV (250-1400) عند المسافة (8.25)cm للباحث[7] .

ولإجراء المقارنة فقد قمنا بحساب الكفاءة المطلقة للطاقات المستخدمة في هذه الدراسة باستخدام معادلة الباحث بيترسون[7] (معادلة رقم7) وعند المسافة التي استخدمها الباحث المذكور (8.25 cm) وتم رسم نتائج حسابات معادلته التجريبية في منحني بياني مع نتائج حسابات المعادلة التجريبية الشاملة للدراسة الحالية لنفس الطاقات وعند نفس المسافة أيضاً (شكل رقم5), وقد لوحظ تطابق جيد بين نتائج الدراستين ضمن مدى الطاقة (250-1400) keV. أما في مدى الطاقة ما بين (88-250) keV فلا يوجد تطابق مقبول والسبب في ذلك هو إن دراسة الباحث أعلاه كانت ضمن المدى الأول لذا فان معادلته التجريبية تتحقق ضمن هذا المدى فقط ولا تتحقق ضمن المدى الثاني (الأقل من 250 keV). كما تم مقارنة النتائج العملية مع نتائج حسابات المعادلة التجريبية الشاملة للدراسة الحالية وعند المسافة نفسها لدى الباحث أعلاه (8.25 cm) أيضاً, وقد لوحظ تطابق جيد جدا بينهما كما يتضح ذلك من الشكل رقم (6) .



الشكل رقم(5) : مقارنة نتائج حسابات المعادلة التجريبية الشاملة للدراسة الحالية مع نتائج حسابات المعادلة التجريبية للباحث[7] للكفاءة المطلقة مع الطاقة عند المسافة (8.25 cm).



الشكل رقم (6) : مقارنة بين النتائج العملية و حسابات المعادلة التجريبية الشاملة للكفاءة المطلقة مع الطاقة عند المسافة (8.25 cm) للدراسة الحالية.

5. الاستنتاجات:

تم في هذا البحث دراسة العلاقة بين الكفاءة المطلقة والطاقة والمسافة لكاشف ايوديـد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl) ذي الأبعـاد (3.8cm×2.5cm) ويمكـن اسـتخلاص الاستنتاجات الآتية من هذه الدراسة:

1. تم الحصول على معادلة تجريبية شاملة يمكن بواسطتها حساب كفاءة الكاشـف لأيـة طاقة وعند أية مسافة بصورة مباشرة (ضمن مديا الطاقة والمسافة المـستخدمين فـي هذه الدراسة) وذلك اختصارا للوقت والجهد بدون الحاجة لحسابها عمليا.
2. تفيد المنظومة الحديثة (UCS-20) المستخدمة في الدراسة الحالية لدراسة الخلفيـات الإشعاعية ومستوى التغيرات المفاجئة من خلال خزن البيانـات المتتاليـة باسـتخدام البرنامج المخصص لهذا الغرض وضمن الرقعة الجغرافية المحيطة بموقع المنظومة .
3. يمكن دراسة الخلفيات الإشعاعية إضـافة إلـى إيجـاد تراكيـز العناصـر المـشعة كالبوتاسيوم لمناطق نائية باستخدام هذه المنظومة لـصغر حجمهـا وسـهولة نقلهـا واستخدامها.
4. يمكن تطبيق الطريقة نفسها المستخدمة في الدراسة الحالية للحصول علـى معـادلات تجريبية في مجالات بحثية أخرى.
5. إمكانية إيجاد تراكيز عناصر أخرى عند الحصول على عينات قياسية منها.

6. المصادر

1. عبد ا , علـي عطيـة - الـ دركزلي, شـ ذى سـ ليمان – أليـاس, مـ ازن مانوئيـ ل الفيزياء النووية التجريبية, مطابع التعليم العالي, (1990) م.

2. G.F Knoll, "Radiation Detection and Measurement" Joh Wiley & Sons, Inc, London., (1979).

3. K. Saito and S. Morinch, Nucl. Inst. and Meth. 185, 229 (1981).

4. R. Rieppo and R. Vanska, Nucl. Inst. and Meth. 155, 159 (1978).

5. S. N. Kaplanis, Nucl. Inst. and Meth. 188, 353 (1981).

6. سليمان, وفاء علي – محيميد, أحمد خاف – الشماع, سـالم حـسن- كفـاءة الكـشف للعدادات الوميضية، مجلة التربية والعلم العدد (13) (1993).

7. Randolph, S. Peterson, "Experimental γ-Ray Spectroscopy and Investigation of Environmental Radioactivity" Published by Spectrum Techniques, (1996).

8. مواقع حديثة من الانترنيت web sites
http://www.ortec-online.com, (2007).
http://www.nucsafe.com,(2007).
http://www.alwahat.org,(2007).

9. Al-Barode, H. I. Hasan, Ph. D. Thesis. College of Science, University of Mosul (2004).

ملحق (A)

```
format short e
x = [1.25 2.25 3.25 4.25 5.25 6.25 7.25 8.25 9.25 10.25];
```

ε_{exp} =[0.17922 0.08721 0.05511 0.04196 0.03084 0.02413 0.01824 0.01557 0.01325 0.01251];

```
E = [88];
a = (16.138*E.^ (-0.9521));
b = (0.0000008*E-1.2424);
```

ε_{cal} = a.*x.^b;

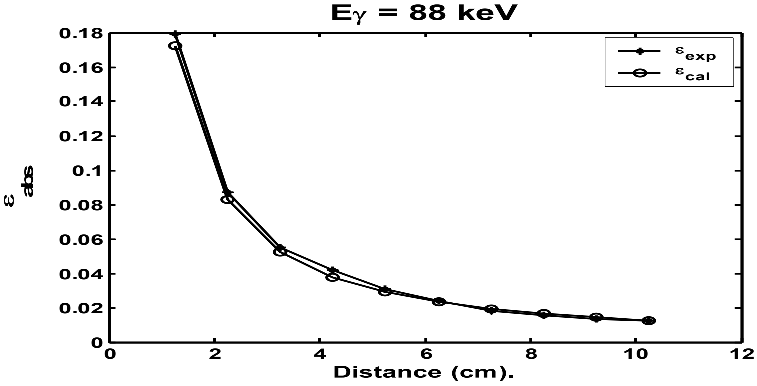
disp([x' ε_{exp} ' ε_{cal}])

plot(x , ε_{exp} , x , ε_{cal})

حيث x المسافة بين المصدر والكاشف (cm), E طاقة الذروة الضوئية بوحـدات (keV). ε_{exp} القيم العملية للكفاءة المطلقة للذروة الضوئية, ε_{cal} قيم الكفاءة المطلقة للذروة الضوئية الناتجة من استخدام المعادلة التجريبية الشاملة وفيما يلي نتائج البرنامج أعلاه (كنموذج) بعـد تنفيذه عند الطاقة (88 keV) مدرجة في الجدول رقم (7) والشكل رقم (12).

جدول (7) : يبين المقارنة بين النتائج العملية ونتائج حسابات المعادلة التجريبية الشاملة للطاقة (88 keV) ولجميع المسافات للدراسة الحالية.

d(cm)	(ε_{exp})	(ε_{cal})
1.2500	0.179220	0.172230
2.2500	0.087210	0.082981
3.2500	0.055110	0.052551
4.2500	0.041960	0.037657
5.2500	0.030840	0.028962
6.2500	0.024130	0.023322
7.2500	0.018240	0.019395
8.2500	0.015570	0.016518
9.2500	0.013250	0.014330
10.250	0.012510	0.012614



الشكل رقم (7) : يبين المقارنة بين النتائج العملية ونتائج حسابات المعادلة التجريبية.