مجلة تكريت للعلوم الصرفة، 22 (12) 2017
ISSN: 1813 – 1662 (Print)
E-ISSN: 2415 – 1726 (On Line)

مقارنة توهين اشعة كاما المقاسة بالطيف المباشر والطيف التطابقي

محمود احمد عليوي ، خلف ابراهيم خليل ، دعاء خلف حمد
قسم الفيزياء ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

الملخص

اجريت قياسات توهين اشعة كاما في الواح من الرصاص والحديد بالقياس المباشر وباستخدام مطياف كاما – كاما التطابقي السريع – البطيء المكون من كاشفي NaI(Tl)"3×3" ومصدر Na-22. اجريت قياسات معامل التوهين الكتلي عند الطاقة 511 keVووجد ان قيمه (بوحدة cm^2/g) للرصاص ومن الطيف المباشر ولحالتي بدون مسدد وباستخدام مسدد (قطره 1cm وطوله 5cm) هي 0.12029 و 0.13591 ومن الطيف التطابقي هي 0.10721 و 0.10602 على التوالي. ولألواح الحديد كان معامل التوهين الكتلي من الطيف المباشر ولحالتي بدون مسدد وباستخدام مسدد هو 0.0780 و 0.0766 ومن الطيف التطابقي هو 0.0593و 0.0616 على التوالي. بان النتائج المسجلة بالقياس المباشر للدراسة الحالية هي اقل قليلاً من القيم القياسية المعروفة عالمياً لاعتماد قياسنا الامتصاص الكهروضوئي فقط وذلك للمقارنة مع النتائج التطابقية التي أظهرت قيماً أقل.

وقيس عامل التراكم دالة للسمك باستخدام الواح الرصاص والحديد ووجد انه يتأرجح تقريباً حول قيمة الواحد لكل من الطيف التطابقي للرصاص والحديد والطيف المباشر للحديد، في حين تزداد قيمته تدريجياً للطيف المباشر للرصاص وذلك لمدى السمك المقاس. ان المطياف التطابقي يختزل كثيراً حوادث الأستطارة بالمادة المقاسة لذلك فنتائج قياسه تشابه نوعا ما القياس المباشر باستخدام المسدد.

الكلمات المفتاحية: معامل التوهين الكتلي ، اشعة كاما ، المطياف التطابقي ، عامل التراكم.

1- المقدمة

اشعة كاما هي اشعة كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية نسبيا تنبعث من بعض النوى المتهيجة كإحدى طرائق إزالة التهيج. تتفاعل اشعة كاما مع المادة بثلاث عمليات رئيسية هي الامتصاص الكهروضوئي واستطارة كومبتن وإنتاج زوج الكترون– بوزترون. ولأشعة كاما تطبيقات كثيرة في العديد من المجالات منها مثلا المقاييس النووية الصناعية (كمقياس السمك والكثافة) واستخدام الاشعاع في تربية وتحسين النبات وحفظ الغذاء بالإشعاع واستخدام النظائر المشعة في الطب والتحليل بالتنشيط النيوتروني ...الخ.[1].

ان استخدامات اشعة كاما تتطلب اشكالا مختلفة للمصادر الاشعاعية فمنها النقطي ومنها الممتد ومنها ماله اشكال أخرى وبفعاليات مختلفة وذلك بحسب الغرض المستخدم من اجله. ان اختراق اشعة كاما للمواد ولمختلف الاستخدامات يمكن ان يكون بهيئة متوازية او حزم عريضة. وهذا سينسحب على حساب مختلف العوامل التي ينبغي اخذها بالاعتبار، فحسابات الحزم العريضة تتطلب إجراء تصحيحات لنفوذية اشعة كاما.

ان العلاقة المتداولة في حساب توهين اشعة كاما (علاقة لامبرت) تتطلب ان تكون الحزمة متوازية ومسددة قدر الإمكان. ان حزم اشعة كاما المسددة تتميز بإمكانية تفاعلها مع الكاشف ضمن حجم محدد وبالتالي فان قياسات القمة الضوئية ستأخذ اشكالا متقاربة وليست كما يحدث بالحزم العريضة والتي تخترق اسماكا متزايدة من المادة.

ان الحزم العريضة تكون قياساتها ضمن ما اصطلح عليه بمفهوم عامل التراكم Build-up Factorالذي تتم بموجبه تصحيحات على قمم الطيف واغلب دراسات اشعة كاما النافذة تتم بطريقة عامل التراكم وهو نتيجة عن تراكم الفوتونات في نقطة معينة وفي هذه الحالة تصبح صيغة لامبرت غير مناسبة للتطبيق [2]. وقد أجريت دراسات كثيرة حول هذا العامل منها النظرية ومنها العملية ولمختلف المصادر [3].

ومن نتائج هذه الدراسات وغيرها يبرز مدى الحاجة الى اعتماد أسلوب اخر في قياسات توهين الحزمة يختلف عن أسلوب القياس المباشر. ان تفحص القمة الضوئية للأشعة النافذة من المادة الماصة يبين انها تتكون من قسم من الاشعة التي لم تعان توهينا بالطاقة إضافة الى الاشعة الموهنة الطاقة والشدة وهذا التداخل بالطاقات والشدة يسبب ارباكا في الحسابات وصعوبة في التمييز ما بين سلوك الاشعة في الهواء وفي الوسط او المادة الماصة.

ان من الأساليب الأخرى لدراسة توهين اشعة كاما غير أسلوب القياس المباشر هو إمكانية استخدام دوائر التطابق لعمل مطياف ذي كاشفين وتحديد الشروط الزمنية للحصول على قياسات ادق وتقليل تأثير استطارة الفوتونات. لقد استخدمت دوائر التطابق منذ وقت بعيد في دراسات مستويات الطاقة واعمارها ورسم المخططات الانحلالية الاشعاعية [4].

ومؤخراً [5]استخدم مطياف كاما–كاما التطابقي السريع – البطئ ومن كاشفين وميضيين ومصدر Na-22 في دراسة بعض التأثيرات التي تحدث للقمة الضوئية بعد نفوذ اشعة كاما من اسماك معينة ولمواد مختلفة ومقارنة ذلك مع الطيف المباشر واستعمل الطيف الناتج في حسابات معامل التوهين.

ان الدراسة الحالية تستخدم منظومة تطابق كاما–كاما في دراسة توهين اشعة كاما وكذلك عامل التراكم بالطريقتين المباشرة والتطابقية والغرض من هذه الترتيبات هو التخلص او التقليل قدر الإمكان من الاشعة المستطارة من المواد والتي تسبب تغيرا في شكل القمة الضوئية وبالتالي تؤثر على حسابات التوهين.

2- الجزء النظري

عند مرور حزمة فوتونات اشعة كاما خلال مادة موهنه فان كل فوتون في الحزمة اما ان لا يتفاعل مع وسط المادة او يتم حذفه كليا من الحزمة نتيجة تفاعله مع الوسط بواسطة تفاعلات الامتصاص والاستطارة. ان الحزمة نتيجة لإزالة الفوتونات ستعاني توهينا في شدتها بشكل تتناقص فيه مع طول المسار الذي تقطعه خلال طول هذا الوسط. وتحسب شدة اشعة كاما المارة خلال وسط من العلاقة [6] :

$$I = I_o e^{-\mu x} \quad \ldots..(1)$$

وهذه العلاقة الأسية تمنع وجود مدى محدد للأشعة في المادة، لذا اتفق العلماء على مصطلح معدل المسار الحر mean free path. ويحسب معدل المسار الحر (λ) داخل المادة قبل تفاعل الإشعاع معها بالعلاقة [7] :

$$\lambda = \frac{\int_0^\infty x\, e^{-\mu x}\, dx}{\int_0^\infty e^{-\mu x}\, dx} = \frac{1}{\mu} \quad \ldots..(2)$$

$$Destance\ (m.f.p) = \frac{x}{\lambda} = \mu x \quad \ldots..(3)$$

حيث μ هو معامل التوهين الخطي للأشعة.

ان المعادلة رقم (1) تصح عند توافر شرطين أساسيين هما:

1. ان تكون حزمة الفوتونات ضيقة جدا ومتوازية ووحيدة الطاقة.
2. ان يكون سمك مادة التوهين قليلاً جدا.

وعندما تكون حزمة الفوتونات عريضة وغير متوازية ويكون سمك الدرع كبيراً نسبياً فان العلاقة السابقة تصبح غير مناسبة للتطبيق بسبب عامل التراكم build –up factor[2].

ويعرف عامل التراكم بانه شدة الحزمة الكلية المستطارة وغير المستطارة I_t مقسومة على شدة الحزمة غير المستطارة I_u اثناء نفوذ حزمة الفوتونات من الدرع. وينشأ عامل التراكم بصورة أساسية من نمطين من أنماط تفاعل الفوتونات مع المادة وهما استطارة كومبتن وإنتاج الأزواج.

ويعبر عن عامل التراكم Bبالعلاقة :

$$B = \frac{I_t}{I_u} \quad \ldots..\ (4)$$

$$I_t = B\ I_u$$

ولحالة الحزمة الضيقة (ترتيب هندسي جيد) وبإعادة صياغة العلاقة (1) فان:

$$I_{u.n} = I_{o.n} e^{-\mu x} \quad \ldots..(5)$$

حيث Iu.n : شدة الحزمة الخارجة من الدرع (الحزمة الضيقة)

Io.n : شدة الحزمة الساقطة (الحزمة الضيقة)

ولحالة الحزمة العريضة (ترتيب هندسي رديء) تكتب العلاقة (1) بالشكل:

$$I_{t.b} = B\ I_{o.b} e^{-\mu x} \quad \ldots..(6)$$

حيث It.b : الشدة الكلية للحزمة الخارجة من الدرع (الحزمة العريضة)

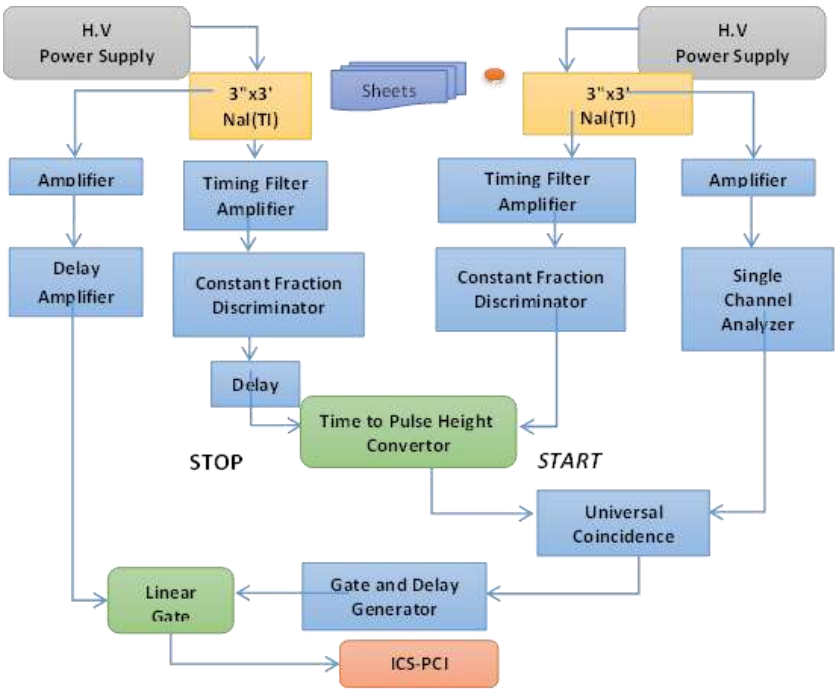
Io.b : الشدة الكلية للحزمة الساقطة (الحزمة العريضة)

ومن العلاقتين (5) و(6) فيمكن ان يكتب عامل التراكم بالصيغة :

$$B = \frac{I_{t.b}/I_{o.b}}{I_{u.n}/I_{o.n}} \quad \ldots..(7)$$

3- الجزء العملي

استخدم المطياف التطابقي المبين بالشكل (1) في اجراء كل من قياسات الطيف المباشر والطيف التطابقي للمواد المدروسة. استخدم كاشفان وميضيان نوع NaI(Tl)3"×3" في المطياف ومصدر Na-22 بفعالية 0.4μCi.



الشكل (1) الرسم التخطيطي لمطياف أشعة كاما التطابقي السريع – البطيء

يوضع الكاشفان متقابلين بزاوية 180^{o} والمصدر Na-22 بينهما. استخدمت الواح من مادتي الرصاص والحديد المتوفرة محليا وبأبعاد تغطي وجه الكاشف كليا. ويتم اجراء القياسات باستخدام مسدد من الرصاص بقطر 1cm وطول 5 cm ومن دون مسدد. تؤخذ بوابة بأحد طرفي المطياف ويترك الفرع الاخر ليمرر نبضات الطيف الكامل. يوضع سمك معين من المادة المستخدمة في القياس بين المصدر والكاشف الذي يمرر نبضات الطيف الكلي. ويبقى ما بين المصدر والكاشف الذي يمثل فرع البوابة فراغا وعلى بعد مناسب وثابت. يقاس الطيف المباشر ويتم تسجيله ويقاس بعده الطيف التطابقي ويتم تسجيله أيضا. ويتم بعدها تغيير السمك واخذ قياس آخر وهكذا الى ان يتم توهين الفوتونات عند سمك معين من المادة المستخدمة.

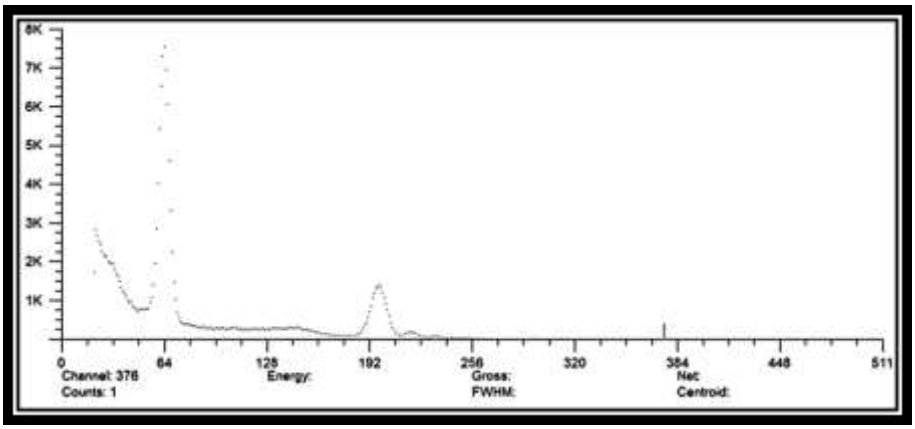
في الدراسة الحالية يتم اجراء القياسات وحساب معامل التوهين الخطي μ والكتلي μ_m لكل مادة ثم حساب عامل التراكم وذلك لكل من قياسات الطيف المباشر والطيف التطابقي.

4- القياسات والنتائج

أولا: تأثير تسديد اشعة كاما على قياسات التوهين باستخدام الرصاص والحديد

أ- قياسات الطيف المباشر باستخدام الرصاص بدون مسدد:

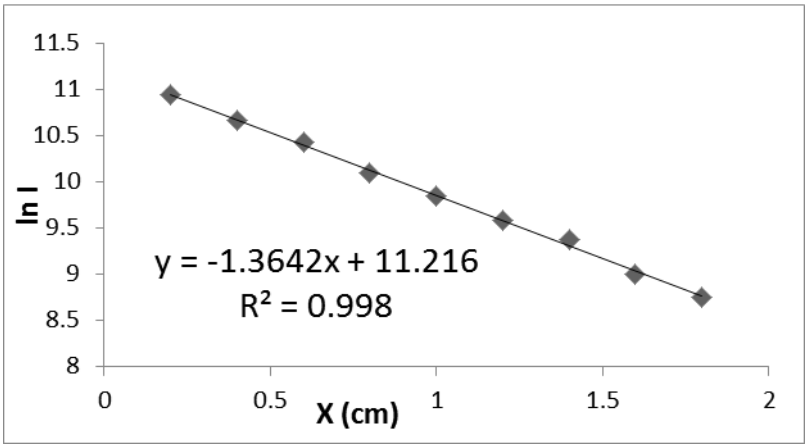
أجريت قياسات الطيف المباشر باستخدام المنظومة الموضحة بالشكل (1) لألواح من الرصاص المتوفر محليا وبسمك 0.2 cm للوح. تم الحصول على الأطياف المباشرة المبين أحدها بالشكل (2). وسجلت بيانات القمة الضوئية للطاقة 511 keV ودونت بالجدول (1). وحسب العلاقة (1) رسمت بيانات ln NPA دالة للسمك وكما موضح بالشكل (3). ان القيمة الموجبة لميل الخط المستقيم الحاصل تمثل معامل التوهين الخطي لأشعة كاما بالرصاص ويساوي $\mu = 1.3642\ cm^{-1}$. ومن قسمة هذه القيمة للمعامل على كثافة الرصاص نحصل على معامل التوهين الكتلي الذي يساوي $\mu_m = 0.12029\ cm^2/g$. ان مقارنةً تقريبيةً لهذه القيمة مع قيمة μ_m بالجداول القياسية والمحسوبة على أساس تفاعلات اشعة كاما الرئيسية الثلاث وعند الطاقة 500 keV وهي $\mu_m = 0.154\ cm^2/g$، تبين ان قيمة القياس الحالية قيمة معقولة.



الشكل (2) الطيف المباشر باستعمال الرصاص عند سمك 0.2 cm

الجدول (1) بيانات القمة الضوئية عند استعمال الرصاص كدرع للأطياف المباشرة

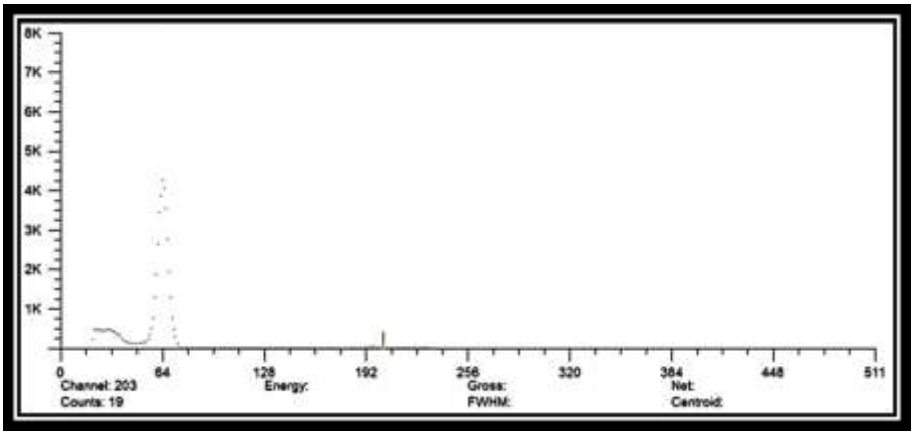
نوع الطيف	Thickness(cm)	Centroid(ch)	FWHM(ch)	s)/NPA (count	ln I
DS	0.2	63.73	8.50	56403	10.940
DS	0.4	63.88	8.42	42630	10.660
DS	0.6	63.79	8.65	33859	10.429
DS	0.8	63.77	8.65	24271	10.097
DS	1	63.74	8.61	18772	9.840
DS	1.2	63.94	8.55	14434	9.577
DS	1.4	63.83	8.43	11850	9.380
DS	1.6	63.85	8.48	8108	9.000
DS	1.8	63.97	8.70	6295	8.747



الشكل (3) العلاقة بين سمك المادة X (cm)واللوغاريتم الطبيعي لشدة اشعة كاما النافذة للطيف المباشر بدون مسدد

ب- قياسات الطيف التطابقي باستخدام الرصاص بدون مسدد:

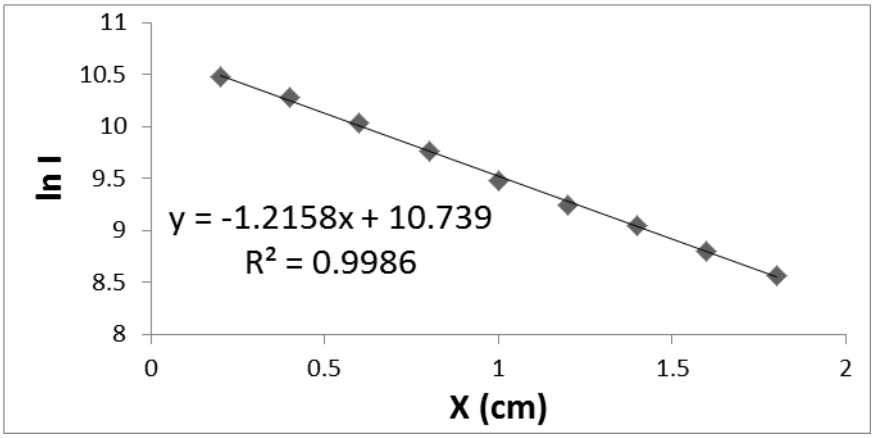
استخدم المطياف التطابقي لأجراء هذه القياسات مع البوابة 511 keV والشكل (4) يبين الطيف التطابقي الناتج عند سمك 0.2cm. ان بيانات القمة الضوئية موضحة بالجدول (2). حسب معامل التوهين الخطي للرصاص من الأطياف التطابقية برسم علاقة lnGPA مع السمك X والموضحة بالشكل (5). ومنه نجد معامل التوهين الخطي μ_m = 1.2158 cm^{-1} وان معامل التوهين الكتلي المقابل له يساوي μ0.10721 cm^2/g.



الشكل (4) الطيف التطابقي باستعمال الرصاص عند سمك 0.2 cm

الجدول (2) يمثل بيانات القمة الضوئية عند استخدام الرصاص كدرع للطيف التطابقي

نوع الطيف	Thickness(cm)	Centroid (ch)	FWHM(ch)	s/NPA Count	Gross	ln I
CS	0.2	64.10	8.45	33648	35836	10.486
CS	0.4	64.27	8.59	26900	29112	10.278
CS	0.6	64.02	8.75	20597	22725	10.031
CS	0.8	64.33	8.72	15733	17488	9.769
CS	1	63.99	9.00	11326	13126	9.482
CS	1.2	64.16	8.81	8793	10318	9.241
CS	1.4	64.97	8.94	7307	8517	9.049
CS	1.6	63.99	8.58	5449	6614	8.796
CS	1.8	64.08	9.15	4374	5287	8.573



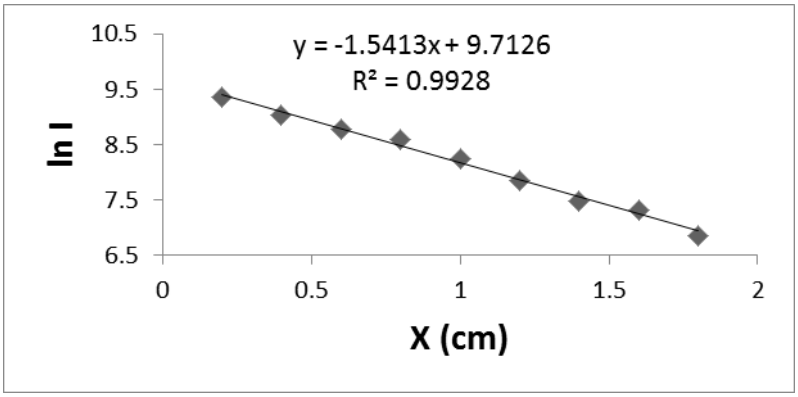
الشكل (5) العلاقة بين سمك المادة X (cm) واللوغاريتم الطبيعي لشدة اشعة كاما النافذة للطيف التطابقي للرصاص.

ت- قياسات الطيف المباشر باستخدام الرصاص مع المسدد:

استخدم في هذه القياسات مسدد من الرصاص بقطر 1cm وطول 5cm. ان بيانات القمة الضوئية الناتجة باستخدام مختلف الأسماك موضحة بالجدول (3). حسب معامل التوهين من رسم العلاقة الموضح بالشكل (6) ومنه نجد ان $\mu = 1.5413 cm^{-1}$ وتقابله قيمة $\mu_m = 0.13591\ cm^2/g$.

الجدول (3) بيانات القمة الضوئية عند استعمال الرصاص للأطياف المباشرة بوجود مسدد

نوع الطيف	Thickness (cm)	Centroid (ch)	FWHM(ch)	s/NPA Count	ln I
DS	0.2	64.16	9.32	11586	9.357
DS	0.4	64.09	9.00	8446	9.041
DS	0.6	64.00	9.09	6557	8.788
DS	0.8	64.22	9.43	5353	8.585
DS	1	64.44	9.33	3831	8.250
DS	1.2	64.32	8.96	2573	7.852
DS	1.4	64.06	7.69	1792	7.491
DS	1.6	64.03	7.71	1525	7.329
DS	1.8	63.42	9.64	943	6.849



الشكل (6) العلاقة بين سمك المادة X (cm) واللوغاريتم الطبيعي لشدة اشعة كاما النافذة للطيف المباشر للرصاص بوجود مسدد

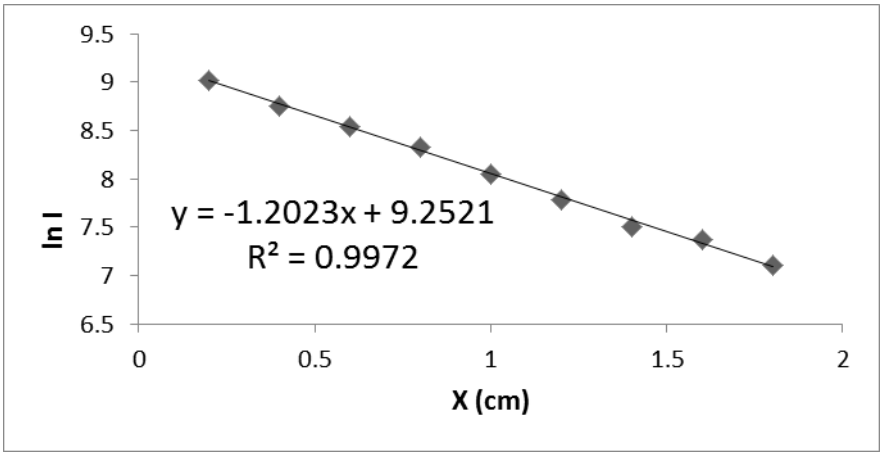
ث- قياسات الطيف التطابقي باستخدام الرصاص مع المسدد:

أجريت القياسات باستخدام المطياف التطابقي وبنفس الأسلوب المذكور للتطابقي أعلاه وذلك باستخدام المسدد. يبين الجدول(4) بيانات القمة الضوئية لهذه القياسات ومنها نلاحظ ان قيم عرض القمة الكامل عند منتصف الارتفاع FWHM تزداد بالمقارنة مع القياسات الأخرى بدون مسدد وهذا يرجع بدرجة كبيرة لقلة العد في القمة مقارنة مع القياسات الأخرى المذكورة.

ان معامل التوهين الخطي المحسوب من هذه القياسات يساوي $\mu = 1.2023 cm^{-1}$ كما موضح بالشكل (7). اما معامل التوهين الكتلي المقابل له فيساوي $\mu_m = 0.10602\ cm^2/g$.

الجدول (4) بيانات موقع القمة الضوئية عند استعمال الرصاص كدرع للطيف التطابقي بوجود مسدد

نوع الطيف	Thickness (cm)	Centroid (ch)	FWHM (ch)	s/NPA Count	Gross	ln I
CS	0.2	64.30	9.03	7560	8270	9.020
CS	0.4	64.27	9.49	5855	6362	8.758
CS	0.6	64.23	9.42	4642	5086	8.534
CS	0.8	64.42	8.72	3716	4141	8.328
CS	1	64.27	9.95	2793	3139	8.051
CS	1.2	64.37	9.14	2115	2387	7.777
CS	1.4	64.09	9.79	1570	1812	7.502
CS	1.6	64.18	8.93	1360	1595	7.374
CS	1.8	64.25	9.91	1015	1219	7.105



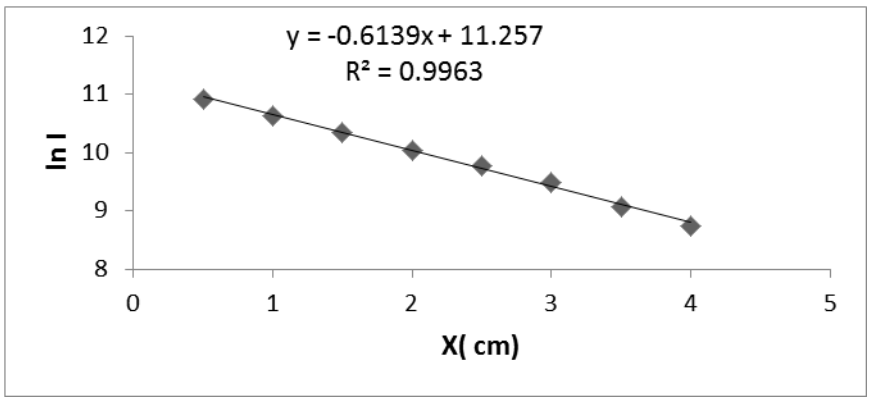
الشكل (7) العلاقة بين سمك المادة X (cm) واللوغاريتم الطبيعي لشدة اشعة كاما للطيف التطابقي للرصاص

ج- قياسات الطيف المباشر باستخدام الحديد بدون مسدد:

أجريت هذه القياسات باستخدام الواح من الحديد المتوفر حاليا بسمك 0.5cm للوح. يبين الجدول (5) بيانات القمة الضوئية، والشكل (8) يبين علاقة lnNPA مع السمك X. ان معامل التوهين الخطي المحسوب لهذه الحالة هو $\mu = 0.6139\ cm^{-1}$ وقيمة معامل التوهين الكتلي المقابلة له $\mu_m=0.0780cm^2/g$ علما ان μ_m لأقرب طاقة مذكورة بالجداول القياسية وعند 500keV تساوي $\mu_m=0.0829cm^2/g$.

الجدول (5) بيانات موقع القمة الضوئية للأطياف المباشرة عند استعمال الحديد كدرع

نوع الطيف	Thickness(cm)	Centroid(ch)	FWHM (ch)	s/NPA Count	ln I
DS	**0.5**	**64**	**8.67**	**55147**	**10.917**
DS	**1**	**64.01**	**8.53**	**41213**	**10.626**
DS	**1.5**	**63.99**	**8.54**	**31034**	**10.342**
DS	**2**	**64.07**	**8.77**	**22801**	**10.034**
DS	**2.5**	**63.76**	**8.82**	**17687**	**9.78**
DS	**3**	**63.82**	**8.8**	**13227**	**9.49**
DS	**3.5**	**63.82**	**8.43**	**8710**	**9.072**
DS	**4**	**63.75**	**8.57**	**6281**	**8.745**

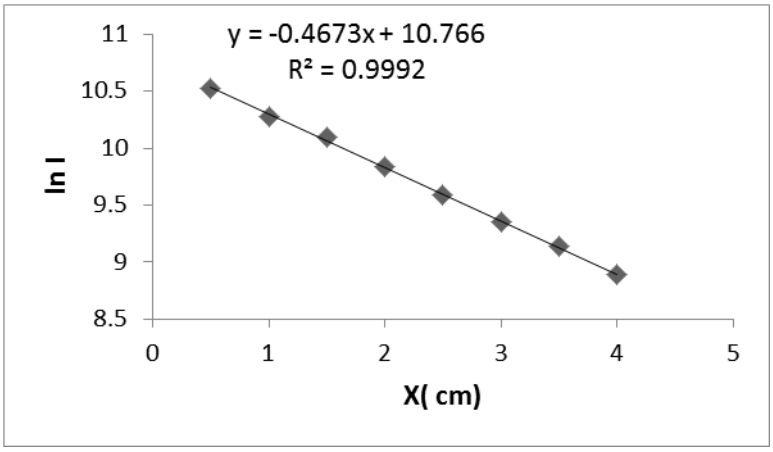


الشكل (8) العلاقة بين سمك المادة X (cm) واللوغاريتم الطبيعي لشدة اشعة كاما النافذة للطيف المباشر للحديد

ح- **قياسات الطيف التطابقي باستخدام الحديد بدون مسدد:** يبين الجدول (6) بيانات القمة الضوئية لهذه القياسات. اما الشكل (9) فهو لعلاقة lnGPA مع السمك ومنه نجد قيمة $\mu=0.4673cm^{-1}$ ان قيمة μ_m. المقابلة لها هي $0.0593\ cm^2/g$.

الجدول (6) بيانات القمة الضوئية للأطياف التطابقية عند استخدام الحديد كدرع

نوع الطيف	Thickness(cm)	Centroid(ch)	FWHM(ch)	s/NPA Count	Gross	ln I
CS	0.5	64.19	8.87	34663	37376	10.528
CS	1	64.32	8.92	25691	29179	10.281
CS	1.5	64.05	8.92	20954	24354	10.1
CS	2	64.27	9.02	15026	18643	9.833
CS	2.5	63.95	9.09	11255	14612	9.589
CS	3	64.17	8.77	8453	11532	9.352
CS	3.5	63.92	8.95	6369	9333	9.141
CS	4	64.01	8.93	4706	7293	8.894

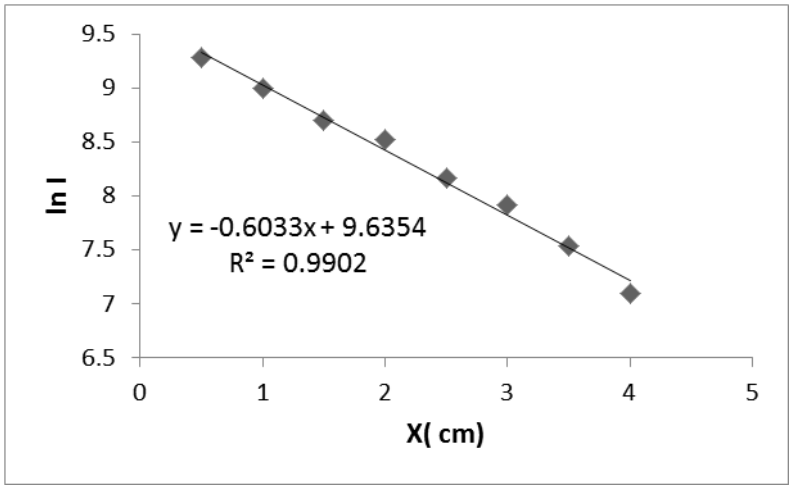


الشكل (9) العلاقة بين سمك المادة X (cm) واللوغاريتم الطبيعي لشدة اشعة كاما النافذة للطيف التطابقي للحديد

خ- قياسات الطيف المباشر باستخدام الحديد مع المسدد:
أجريت هذه القياسات ودونت بيانات القمة الضوئية لها بالجدول (7). ومنها نحصل على قيمة معامل التوهين كما موضح بالشكل (10). حيث $\mu=0.6033cm^{-1}$ وان قيمة μ_m المقابلة تساوي $0.0766cm^2/g$.

الجدول (7) بيانات القمة الضوئية للأطياف المباشرة عند استعمال الحديد كدرع

نوع الطيف	Thickness(cm)	Centroid(ch)	FWHM(ch)	s/NPA Count	ln I
DS	0.5	64.32	9.03	10776	9.285
DS	1	64.25	9.25	8094	8.998
DS	1.5	64.13	9.29	6032	8.704
DS	2	63.98	9.13	5029	8.522
DS	2.5	64.14	9.15	3519	8.165
DS	3	64.16	9.78	2743	7.916
DS	3.5	64.29	9.32	1874	7.535
DS	4	62.9	8.12	1211	7.099



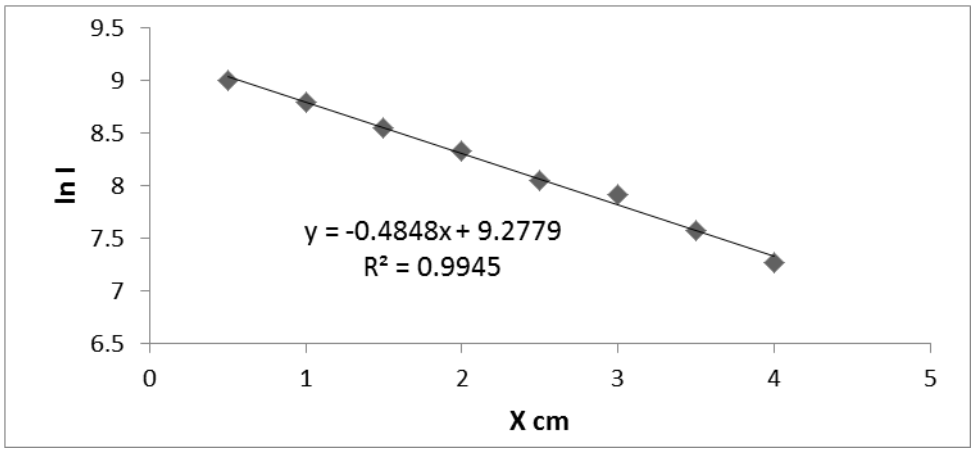
الشكل (10) العلاقة بين سمك المادة X (cm) واللوغاريتم الطبيعي لشدة اشعة كاما النافذة للطيف المباشر للحديد

د- قياسات الطيف التطابقي باستخدام الحديد مع المسدد:

الجدول (8) يبين بيانات القمة الضوئية لهذه القياسات. حسب معامل التوهين الخطي μ من رسم علاقة ln GPA مع السمك X والموضحة بالشكل (11). ان قيمة μ تساوي $0.4848cm^{-1}$ وقيمة $\mu_m=0.0616cm^2/g$.

الجدول رقم (8) بيانات القمة الضوئية للأطياف التطابقية عند استعمال الحديد كدرع

نوع الطيف	Thickness(cm)	Centroid(ch)	FWHM(ch)	s/NPA Count	Gross	ln I
CS	0.5	64.4	9.31	7489	8159	9.006
CS	1	64.39	9.62	5973	6591	8.793
CS	1.5	64.27	9.87	4618	5153	8.547
CS	2	64.33	9.66	3632	4162	8.333
CS	2.5	63.99	9.28	2877	3313	8.105
CS	3	64.1	9.62	2298	2735	7.913
CS	3.5	64.23	9.27	1470	1960	7.58
CS	4	63.65	9.97	1022	1446	7.276



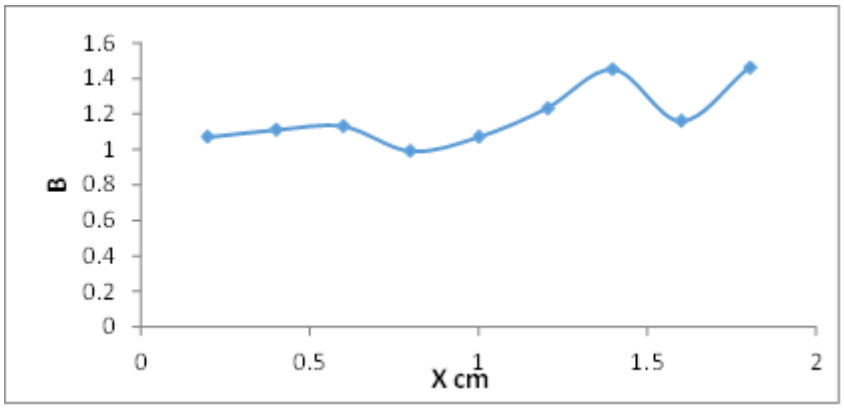
الشكل (11) العلاقة بين سمك المادة X (cm) واللوغاريتم الطبيعي لشدة اشعة كاما النافذة عند استعمال الحديد كدرع

ثانيا: قياسات عامل التراكم لأشعة كاما من الأطياف المباشرة والتطابقية:

أ- قياسات عامل التراكم للرصاص من الأطياف المباشرة: أجريت قياسات عامل التراكم للرصاص من الأطياف المباشرة باعتماد العلاقة (7) ودونت القيم بالجدول (9) ورسمت دالة للسمك حسب ما مبين بالشكل (12). ويلاحظ لا انتظام البيانات ولعل من اهم أسباب ذلك ضعف فعالية المصدر المشع المستخدم.

الجدول رقم (9) يبين قيم السمك وعامل التراكم

Thickness(cm)	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8
build-up Factor	1.07	1.11	1.135	0.997	1.078	1.233	1.454	1.169	1.46



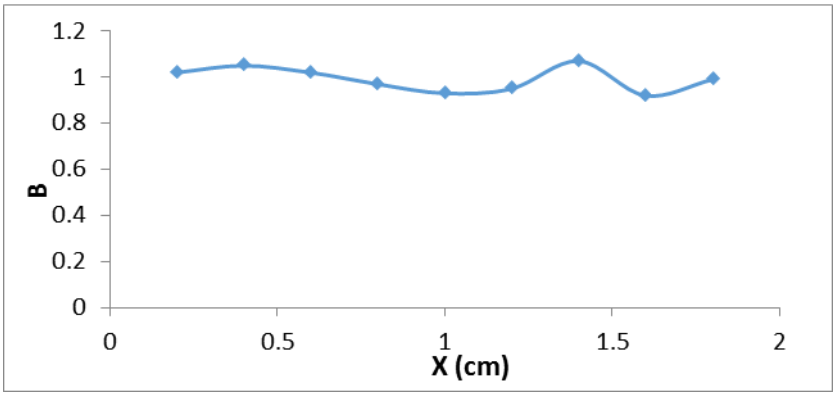
الشكل (12) يبين العلاقة بين عامل التراكم وسمك المادة للطيف المباشر للرصاص

ب- قياسات عامل التراكم للرصاص من الأطياف التطابقية:

بنفس الكيفية المذكورة في (أ) أعلاه أجريت قياسات عامل التراكم باستخدام المطياف التطابقي حيث تم الحصول على بيانات عامل التراكم مع السمك وهي مدونة بالجدول (10) ورسمت بالشكل (13). ويلاحظ ان شكل منحنى عامل التراكم قد أصبح أفضل من حالة الطيف المباشر وان القراءات متقاربة وتأخذ معدل الواحد تقريبا.

الجدول (10) يبين قيم السمك وعامل التراكم

Thickness (cm)	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8
Build-up Factor	1.02	1.05	1.02	0.97	0.93	0.95	1.07	0.92	0.99



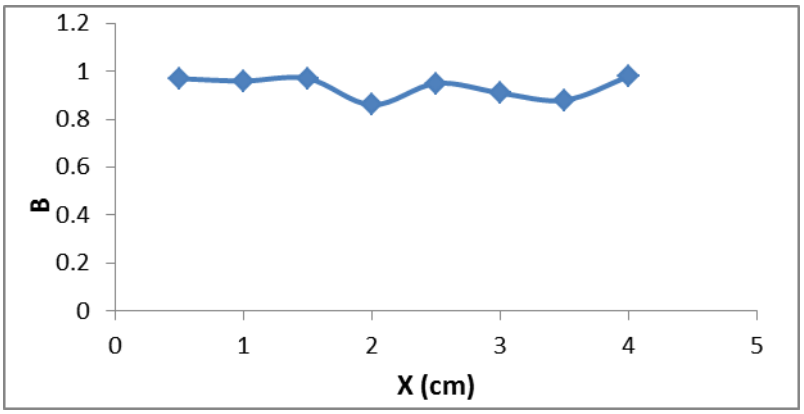
الشكل (13) العلاقة بين عامل التراكم والسمك للطيف التطابقي

ت- قياسات عامل التراكم للحديد من الأطياف المباشرة:

أجريت هذه القياسات بنفس أسلوب القياس المباشر للرصاص المذكور أعلاه ودونت البيانات بالجدول(11). الشكل (14) يبين منحنى عامل التراكم دالة للسمك للحديد. ان البيانات الناتجة قد تحسنت أيضا وهي مقاربة وان معدل القراءات هو بحدود قيمة الواحد تقريبا.

الجدول (11) قيم السمك وعامل التراكم

Thickness (cm)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
Build-up Factor	0.97	0.96	0.97	0.86	0.95	0.91	0.88	0.98

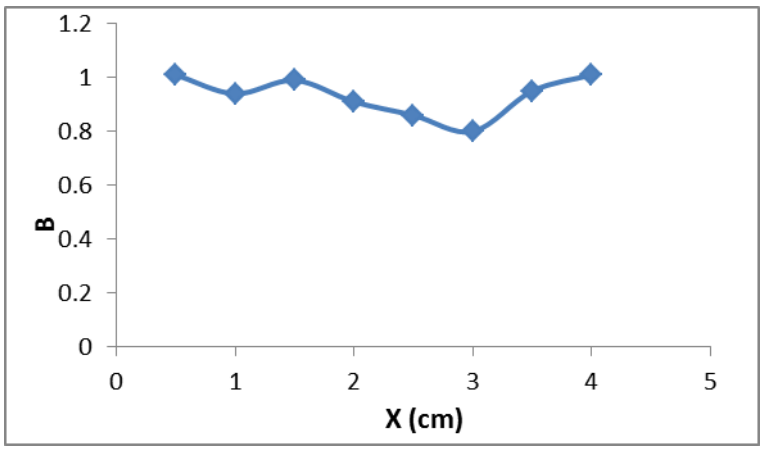


الشكل (14) العلاقة بين السمك وعامل التراكم للطيف المباشر للحديد

ث–**قياسات عامل التراكم للحديد من الأطياف التطابقية:** عرضت بيانات هذه القياسات بالجدول (12) ورسمت بالشكل(15)ان قيم بيانات عامل التراكم لاتزال جيدة من حيث القيمة قريبا من الواحد رغم ان البيانات أصبحت متأرجحة أكثر.

الجدول (12) يبين قيم السمك وعامل التراكم

Thickness (cm)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
Build-upFactor	1.01	0.94	0.99	0.91	0.86	0.80	0.95	1.01



الشكل (15) العلاقة بين السمك وعامل التراكم للطيف التطابقي للحديد

5– المناقشة

ان نتائج قياسات التوهين لأشعة كاما وبالطيف المباشر لكل من مادتي الرصاص والحديد المتوفرة محليا تبين ان قيم معاملات التوهين الكتلية الناتجة هي اقل من القيم المذكورة بالجداول القياسية العالمية، ذلك ان القياسات الحالية اعتمدت فقط تفاعل الامتصاص الكهروضوئي في حين ان حسابات الجداول القياسية اعتمدت تفاعل الظواهر الرئيسية الثلاث المعروفة.

ان قيم معامل التوهين الكتلي في القياسات التطابقية للدراسة الحالية هي اقل من تلك المحسوبة من القياسات المباشرة وهذا يؤكد نتائج دراسة سابقة باستخدام مطياف تطابقي مماثل [5].

تبين مقارنة معامل التوهين الكتلي المسجل باستخدام الطيف التطابقي سواءا للحديد او الرصاص ان هناك تقاربا لافتاً للقيم في كل من حالتي استخدام مسدد او بدونه. فالمعامل للرصاص بدون مسدد يساوي μ_m= 0.10721 بوحدة (cm^2/g) وباستخدام المسدد يساوي 0.10602، اما للحديد فالمعامل بدون مسدد هو 0.0593 وباستخدام مسدد هو 0.06160. ان القياسات باستخدام المسدد تختزل كثيراً من الاشعة المستطارة خلال الدرع والتي تزداد بازدياد السمك. وكذلك الحالة للقياسات التطابقية بدون استخدام المسدد التي لا تختلف فيها الحالة كثيراً. ان تطوير هذه القياسات قد يجعل المطياف التطابقي معوضا او بديلا جيدا للقياسات المباشرة باستخدام المسدد.

وبرغم الفعالية القليلة للمصدر المستخدم فان قياسات عامل التراكم وللطيف التطابقي تعطي قراءات أفضل مما للطيف المباشر. وتأخذ القراءات لحالة الطيف التطابقي قيما متقاربة (وان تأرجحت) وبمعدل الواحد تقريباً لمدى السمك المقاس. هذا يعني ان الاشعة المستطارة بعيدا عن اتجاه المصدر – الكاشف قد تم تقليلها بدرجة ملحوظة.

المصادر

1. د. خضر عبدالعباسحمزة ،د.غسان هاشم الخطيب "الطاقة الذرية واستخداماتها" منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية 1989

2. N. Tsoulfanidis, "Measurement and Detection of Radiation", 2nd Edition, Braun-Brumfield, Inc U.S., 1995.

3. احمد فاضل العميري، " دراسة نظرية وعملية لحساب عامل التراكم للمواد المتراكبة " اطروحة دكتوراه، كلية التربية – ابن الهيثم – جامعة بغداد 2012.

4. سعيد سلمان كمون " استخدام دائرة التطابق السريع – البطيء في القياسات الطيفية لأشعة كاما الناتجة من انحلال العناصر النشطة اشعاعياً"، رسالة ماجستير، جامعة السليمانية، 1980.

5. قتيبة عيسى حسن، " دراسة توهين أشعة كاما بطريقة تطابق كاما–كاما "، رسالة ماجستير، كلية التربية جامعة تكريت،2013.

6. V. Arena, "Ionizing Radiation and Life ", The C.V. Mosby CO,St, Louis, MO, 1971.

7. G. Knoll, "Radiation Detection and Measurement", 2nd Edition, John Wiley & Sons,Inc New Jersey, U.S.A, 2000.

COMPARISON OF GAMMA–RAYS ATTENUATION MEASURED BY DIRECT AND COINCIDENCE SPECTRA

Mahmoud A. Elawi , KhalafI. Khalil , Du´aa K. Hamad

Physics Department , College of Education for Pure Sciences , Tikrit University , Tikrit , Iraq

Abstract

Measurements of gamma –rays attenuation in lead and iron sheets were carried out using direct spectrum and gamma- gamma fast slow coincidence spectrometer composed of two 3"×3"NaI(Tl) detectors and Na-22 source. Measurements of mass attenuation coefficient at 511keV were carried out and its values (in cm^2/g units) for lead from direct spectrum for the cases of without and with using a collimator (1cm diameter and 5 cm length) were 0.12029 and 0.13591and from coincidence spectrum were 0.10721 and 0.10602 respectively. For iron sheets the mass attenuation coefficient values from direct spectrum for the cases of without and with using a collimator were 0.0780 and 0.0766 andfrom coincidence spectrum were 0.0593 and 0.0616 respectively. The present results registered by direct measurement are little lower than the standard values due to making only photoelectric absorption needed for comparison with coincidence results where the latter showed lower values.

The build-up factor were also measured as function of thickness using lead and iron sheets and found fluctuating around unity for lead and iron coincidence spectra and iron direct spectrum, whereas its increases gradually for lead direct spectrum for the measured thickness range. The coincidence spectrometer greatly reduces scatteringevents in the measured material, and thus its results somewhat resemble that of direct measurements with using the collimator.

Key words: mass attenuation coefficient, gamma – rays, coincidence spectrometer, build – up factor.