

تأثير المجالات المغناطيسية المختلفة على الكفاءة النسبية وقابلية تحليل الطاقة للكاشف الوميضي يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl)

نورس محمد شهيد الدهان

قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة كربلاء

الخلاصة

دُرست في هذا البحث تأثير المجالات المغناطيسية المختلفة على الكاشف الوميضي يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم (Na I (Tl) بحجمين (3"×3") و (1.5"×1.5") . عرض الكاشف لأشعة كاما من مصدر السيزيوم -137 واستخدم نوعان من الملفات هما :-

الملف A: عبارة عن ملف أسطواناني الشكل قطره (9cm) وطوله (9cm) وعدد لفاته (2500) لفة وأستخدم بموقعين نسبة إلى وضع الكاشف الوميضي حيث أن الموقع الأول تم فيه وضع البلورة داخل الملف والموقع الثاني تم وضع المضاعف الضوئي داخل الملف وكان مدى شدة المجال المغناطيسي المسلط على الكاشف والمتولد في الملف (0.35, 0.61, 0.84, 1.11, 1.37, 1.62, 1.87 and 2.12) mT وبواقع ثمان شدات

أما الملف B: عبارة عن ملفين دائريين ومتوازيين المسافة بينهما (12cm) وقطر الملف الواحد (18.5cm) وعدد لفاته (125) لفة . حيث أستخدم الملف بخمس مواقع نسبة إلى المسافة بين مركز الملف ومركز وجه البلورة لثمان شدات لكل موقع وبمدى (0.33, 0.61, 0.89, 1.22, 1.54, 1.8, 2.1 and 2.4) m T.

وجد من النتائج أن كفاءة القمة الضوئية النسبية وكذلك الكفاءة الكلية النسبية تتناقص مع زيادة شدة المجال المغناطيسي. كذلك أن قابلية تحليل الطاقة للكاشف تسوء عند زيادة شدة المجال المغناطيسي إلى حد تشوه شكل القمة الضوئية بصورة واضحة.

المقدمة

إن الكواشف الوميضية بصورة عامة ، والكاشف الوميضي NaI(Tl) بصورة خاصة له استخدامات واسعة في مجالات مختلفة للكشف عن الأشعة النووية ، منها في مجال البيئة (1,2) والطب النووي (3) والفيزياء الصحية (4) وفي تجارب فيزياء الطاقة العالية (5).

كما إن كثيرا من الباحثين درسوا كفاءة الكاشف NaI(Tl) (6-11). و قام آخرون بدراسة تأثير المجال المغناطيسي على الكاشف CsI (12,13) ، ودراسة تأثير المجال المغناطيسي على دالة الاستجابة للكاشف NaI(Tl) (14) . لكن في هذا البحث تمت دراسة تأثير المجالات المغناطيسية المختلفة على كفاءة القمة الضوئية والكفاءة الكلية النسبية للكاشف الوميضي NaI(Tl) .

الترتيبات العملية

أ- منظومة العد والتحليل الإلكترونية المستخدمة في البحث :

استخدمت منظومة العد والتحليل الإلكترونية ، الموضحة تخطيطيا في الشكل (1) ، في قياس أطراف أشعة كاما لغرض دراسة تأثير المجالات المغناطيسية على الكاشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم وتتكون المنظومة من ..

1 - الكاشف الوميضي

يتكون من البلورة الوميضية NaI(Tl) والمرتبطة مباشرة بالمضاعف الضوئي (لتقليل فقدان نبضات الوميض المتولدة في البلورة) ، وبحجمين (3" × 3") أي cm (7.6 × 7.6) و (1.5" × 1.5") أي cm (3.8 × 3.8). والمضاعف الضوئي من نوع EMI ومادة الباعث الضوئي من نوع Bialkali(Cs-Sb) (15) والذي حساسيته الطيفية متوافقة لطيف انبعاث البلورة ، ويتكون من (14) داينود. يجهز المضاعف الضوئي بالفولتية العالية من مصدر خارجي يزود مدى فولتية مستقر (800±200) فولت

ويتأثر ربح المضاعف الضوئي بشدة بتغير الفولتية حيث يتضاعف ربح المضاعف عند تغيير الفولتية بمقدار 100 فولت (16).

2 - مجهز الفولتية العالية

يقوم بتجهيز الفولتية العالية للمضاعف الضوئي وبمدى (0 - 2000) فولت ، و باستقرارية حرارية (0 - 50) درجة سيليزية وأستقرارية مع الزمن (0.01-0.02/8hr%) (17). كانت قيمة الفولتية العالية المستخدمة للكاشفين ("3×3") و ("1.5×1.5") 750 و 800 فولت على التوالي وكانت القيمتان ضمن مدى الأستقرارية لفولتية تشغيل المضاعف الضوئي .

3 - قاعدة المضاعف الضوئي والمضخم الابتدائي

تقوم بتجزئة الفولتية العالية التي يجهزها مصدر الفولتية العالية على دايودات المضاعف الضوئي بحيث يكون فرق الجهد بين أي دايودين ثابتاً . أما المضخم الابتدائي فيقوم بتوفير ملائمة الممانعة بين الكاشف والمضخم الرئيس ، فضلاً عن تشكيل النبضة وتقليل التشويش الإلكتروني المصاحب لها ،

4 - المضخم الرئيس

يقوم بتكبير النبضات الداخلة بقطبية موجبة أو سالبة ويجهز نوعين من النبضات أحادية وثنائية القطبية ، وبمدى يتراوح بين (1-1500) مرة ويثبت زمن تشكيل نبضة بمدى (0.5-10) مايكرو ثانية ، وبأستقرارية حرارية للتضخيم (أقل من 0.00750 درجة سيليزية) وبمدى حراري مستقر (0 - 50) درجة سيليزية (18).

5 - المحلل أحادي القناة

يعتمد المحلل أحادي القناة على وجود دائرة المميز Discriminator التي تستقبل نبضة خطية وتنتج نبضة منطقية عندما تكون سعة النبضة الداخلة أكبر من مستوى العتبة للمميز ويقوم المميز بحجب التشويش الإلكتروني ومنعه من الوصول إلى المحلل إذ أن تضخيم النبضة سيرافقه تضخيم التشويش المصاحب للنبضة مالم يتم حجب التشويش .

ب- أجهزة توليد وقياس المجالات المغناطيسية:

يمكن وصف أجهزة توليد وقياس المجالات المغناطيسية المستخدمة في هذا

البحث كالآتي:

- 1- **الملف A:** ملف أسطواني الشكل قطره (9cm) وطوله (9cm) وعدد لفاته (2500) لفة. لقد استخدم الملف بموقعين نسبة إلى وضع الكاشف الوميضي حيث إن الموقع الأول هو وضع البلورة داخل الملف والموقع الثاني هو وضع المضاعف الضوئي داخل الملف ولثمان شدات مغناطيسية لكل موقع. يوضح الشكل (2) نظرة عامة لشكل طيف المصدر المشع عند تأثير المجال المغناطيسي المتولد في هذا الملف على الكاشف (NaI(Tl)).
- 2 - **الملف B:** عبارة عن ملفين دائريين متوازيين المسافة بينهما (12cm) وقطر الملف الواحد (18.5cm) وعدد لفاته (125) لفة. حيث استخدم هذا الملف بخمسة مواقع نسبة إلى المسافة بين مركز الملف ومركز وجه البلورة ولثمان شدات مغناطيسية لكل موقع. يوضح الشكل (3) نظرة عامة لشكل طيف المصدر المشع عند تأثير المجال المغناطيسي المتولد في هذا الملف على الكاشف (NaI(Tl)).
- 3 - **مجهز الفولتية:** يقوم بتجهيز الفولتية المتناوبة والمستمرة وبمدى يصل إلى (25) فولت وبتيار يصل إلى (12) أمبير. وقد استخدم لتجهيز الملفات بالفولتية.
- 4- **التسلا ميتر:** جهاز رقمي ذو مجس ويستخدم في حالة المجالات المغناطيسية المتغيرة وفي حالة المجالات الدائمة و ذو مدى (20T).

النتائج والمناقشة

أولاً/ تأثير المجالات المغناطيسية على الكفاءة النسبية للكاشف (NaI(Tl):

تم وضع النتائج كالتالي:

1- البلورة داخل الملف A :

عند زيادة شدة المجال المغناطيسي تتناقص كفاءة القمة الضوئية النسبية عشوائياً وهو موضح في الشكلين البيانيين (4) و (5). ويمكن تفسير هذا التناقص بسبب تأثير الإلكترونات الضوئية المتحررة من تفاعل الإشعاع مع مادة الكاشف وكذلك الإلكترونات المتحررة من الكاثود الضوئي وحدوث فقدان في عدد هذه الإلكترونات. عند زيادة شدة المجال المغناطيسي تتناقص الكفاءة الكلية النسبية عشوائياً وكما هو في الشكلين (6) و (7). ويمكن تفسير هذا التناقص بسبب تأثير الإلكترونات المنبعثة من تفاعل الإشعاع مع البلورة وكذلك الإلكترونات المنبعثة من الكاثود الضوئي بالمجال المغناطيسي حيث أن نصف قطر انحرافها كبير. وكذلك عند المقارنة بين الأشكال السابقة الذكر من حيث حجم

البلورة نلاحظ أن البلورة ("3x3") تكون اقل تأثراً من البلورة ("1.5x1.5") بسبب كفاءتها الضوئية والكلية النسبية العالية.

2- المضاعف الضوئي داخل الملف A :

عند زيادة شدة المجال المغناطيسي تتناقص كفاءة القمة الضوئية النسبية عشوائياً و كما موضح في الشكلين (4) و (5) لكن عند مقارنة وضع البلورة داخل الملف A مع وضع المضاعف الضوئي داخل الملف A نلاحظ أنه عند وضع البلورة داخل الملف ، يكون تأثير المجال المغناطيسي أكبر من وضع المضاعف الضوئي داخل الملف ، بسبب إحاطة المضاعف الضوئي بسبيكة من الحديد والنيكل والنحاس والكروم وتسمى بمادة (μ) التي تمنع مرور خطوط الفيض المغناطيسي . عند زيادة المجال المغناطيسي تتناقص الكفاءة الكلية النسبية عشوائياً وكما في الشكلين (6) و (7) . ويمكن تفسير هذا التناقص بسبب حدوث فقدان في عدد الإلكترونات المنبعثة من الدايودات بسبب تأثرها بالمجال المغناطيسي . وكذلك عند المقارنة بين الأشكال السابقة الذكر من حيث حجم البلورة نلاحظ أن البلورة ("3x3") تكون اقل تأثراً من البلورة ("1.5x1.5") بسبب كفاءتها الضوئية والكلية النسبية العالية.

3- تأثير المجال المغناطيسي للملف (B) على الكاشف :

عند دراسة العلاقة بين كفاءة القمة الضوئية النسبية وشدة المجال المغناطيسي نلاحظ تناقص في كفاءة القمة الضوئية النسبية عشوائياً وهو موضح في الشكلين (8) و (9) . ويمكن تفسير هذا التناقص بسبب تأثر الإلكترونات الناتجة من التأثير الكهروضوئي داخل البلورة ، فضلاً عن حدوث فقدان في عدد الإلكترونات المنبعثة من الكاثود الضوئي . وعند دراسة العلاقة بين الكفاءة الكلية النسبية وشدة المجال المغناطيسي نلاحظ تناقص الكفاءة الكلية النسبية للطيف عشوائياً كما موضح في الشكلين (10) و (11) ويمكن تفسير هذا التناقص نتيجة حدوث فقدان في عدد الإلكترونات نتيجة تأثرها بالمجال المغناطيسي . وكذلك عند المقارنة بين الأشكال السابقة الذكر من حيث حجم البلورة نلاحظ أن البلورة ("3x3") تكون اقل تأثراً من البلورة ("1.5x1.5") بسبب كفاءتها الضوئية والكلية النسبية العالية.

ثانياً/ تأثير المجالات المغناطيسية على قابلية تحليل الطاقة (R%) للكاشف NaI(Tl):

تم وضع النتائج حسب الترتيب الآتي:

1- البلورة داخل الملف A :

عند زيادة شدة مجال المغناطيسي تسوء قابلية تحليل الطاقة (R%) للكاشف

وفق المعادلة الآتية :-

$$R(\%) = a + bB \quad \dots\dots\dots [1]$$

حيث ان المعادلة [1] معادلة خط مستقيم تمثل $a =$ نقطة التقاطع مع المحور الصادي و $b =$ ثابت و $B =$ المحور السيني. نلاحظ من الشكلين البيانيين (12) و (13) زيادة عامل قابلية تحليل الطاقة (R%) خطياً مع زيادة شدة المجال المغناطيسي إلى أن تصل إلى الشدة (1.37) ملي تسلا للبلورة (3"×3") وعند الشدة (1.11) ملي تسلا للبلورة (1.5"×1.5") بحيث يصير من الصعب تحديد عامل قابلية تحليل الطاقة بسبب ارتفاع منطقة الاستطارة أو الضوضاء وانخفاض القمة الضوئية . ويمكن تفسير هذه الزيادة في عامل قابلية تحليل الطاقة وفقاً لما يأتي :

$$R = \frac{2.36}{S/N} \quad \dots\dots\dots [2] (19) \text{ بما أن}$$

حيث أن S/N تمثل نسبة النبضة إلى الضوضاء . يتضح من العلاقة أعلاه أن عامل قابلية تحليل الطاقة يتناسب عكسياً مع نسبة النبضة إلى الضوضاء وبما أن الإلكترونات المنبعثة من الظاهرة الكهروضوئية والمنبعثة من الكاثود الضوئي تتأثر بالمجال المغناطيسي ويحصل فقدان في عدد هذه الإلكترونات لذلك يحدث نقصان في نسبة النبضة إلى الضوضاء وبذلك يزداد عامل قابلية تحليل الطاقة (R) وتسوء قابلية تحليل الطاقة. نلاحظ أيضاً أن تأثر البلورة (1.5"×1.5") هو أكبر مما هو عليه للبلورة (3"×3") بسبب كفاءتها القليلة مقارنة مع كفاءة (3"×3") .

2- المضاعف الضوئي داخل الملف A :

عند زيادة شدة المجال المغناطيسي تسوء قابلية تحليل الطاقة للكاشف خطياً

وفق المعادلة الآتية :-

$$R(\%) = a + bB \quad \dots\dots\dots [1]$$

وكما موضح في الشكلين البيانيين (12) و (13) أنه عند الشدة (1.62) ملي تسلا للكاشف (3"×3") وعند الشدة (1.37) ملي تسلا للكاشف (1.5"×1.5") يكون من الصعب تحديد عامل قابلية تحليل الطاقة (R%) بسبب تشوه شكل القمة الضوئية ولاسيما في طرف L. القليل .

يمكن تفسير هذه الزيادة في سوء تحليل الطاقة إلى أنه عند وضع البلورة داخل الملف A وتأثر الإلكترونات داخل البلورة ، والإلكترونات المنبعثة من الكاثود الضوئي سوف يكون هذا التأثير مضخماً في نهاية المضاعف الضوئي بينما عند وضع المضاعف الضوئي داخل الملف A فإن مادة (μ =هي سبيكة من الحديد والنيكل والنحاس والكروم) سوف تمنع جزءاً من خطوط المجال المغناطيسي ولكن عند زيادة شدة المجال المغناطيسي سوف تتأثر الإلكترونات المنبعثة من الدايودات وبذلك يكون تضخيم هذا التأثير أقل من وضع البلورة داخل الملف A .

3- تأثير المجال المغناطيسي للملف (B) على الكاشف :

عند دراسة العلاقة بين عامل تحليل الطاقة (R%) وشدة المجال المغناطيسي وجد أن (R%) يزداد خطياً ووفقاً للمعادلة الآتية :-

$$R(\%)=a+bB \dots\dots\dots [1]$$

ونلاحظ من الشكلين (14) و (15) أنه لا يمكن تحديد عامل قابلية تحليل الطاقة للكاشف (3"×3") للمواقع cm(12,6,0,-12) عند الشدة (1.35,1.22,1.22,1.22,1.35) ملي تسلا على التوالي وللكاشف (1.5"×1.5") وترتيب الموقع نفسه عند الشدة (1.58,1.22,1.22,1.22,1.58) ملي تسلا على التوالي. ومن الشكلين (14) و (15). نلاحظ أن قابلية تحليل الطاقة تسوء إلى الموقع (-6cm) وكذلك نجد تحسن طفيف على قابلية تحليل الطاقة عند الموقع (-12cm). ويمكن تفسير هذا التأثير بسبب تأثر الإلكترونات الناتجة من التأثير الكهروضوئي في البلورة وكذلك تأثر الإلكترونات الناتجة من الكاثود الضوئي بينما في الموقع (-12cm) يقل هذا التأثير بسبب وجود مادة (μ) المانعة لخطوط المجال المغناطيسي.

الاستنتاجات

- 1- أن كفاءة القمة الضوئية النسبية تتناقص مع زيادة شدة المجال المغناطيسي وللملفين المستخدمين.
- 2- أن الكفاءة الكلية النسبية تتناقص مع زيادة شدة المجال المغناطيسي وللملفين المستخدمين.
- 3- يكون التأثير أكبر عندما تكون البلورة داخل الملف.
- 4- يكون تأثير البلورة (1.5"×1.5") أكبر من البلورة (3"×3") .

مجلة ابن الهيثم للعلوم الصرفة والتطبيقية المجلد 19 (3) 2006

5- أن عامل قابلية تحليل الطاقة تزداد خطيا مع زيادة شدة المجال المغناطيسي والملفين المستخدمين. أي إن قابلية تحليل الطاقة تسوء.

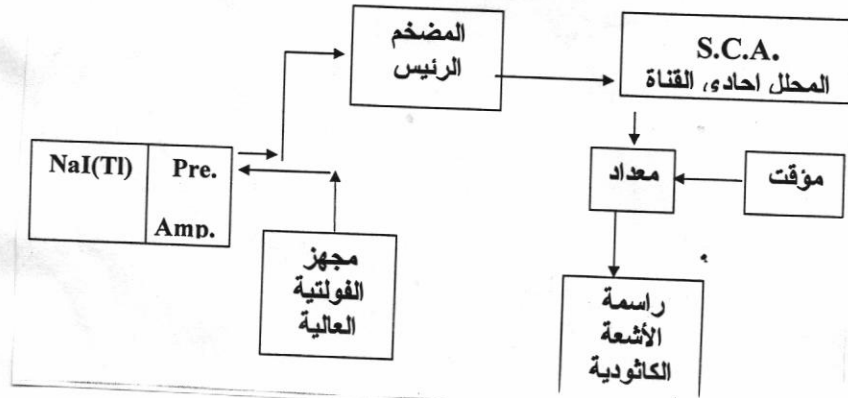
6- يكون التأثير اكبر عندما تكون البلورة داخل الملف.

7- يكون تأثير البلورة (1.5"×1.5") اكبر من البلورة (3"×3").

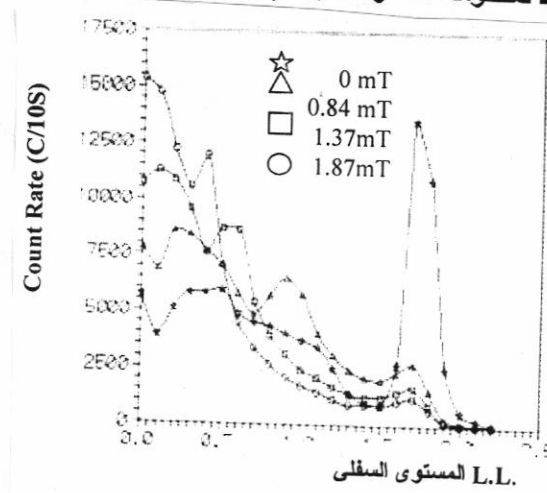
أخيرا أوصي بتجنب استخدام الكاشف في المناطق التي تحتوي على مجالات مغناطيسية. كذلك أوصي بدراسة مواد تدر يع للكاشف للتخلص من تأثير هذه المجالات.

المصادر

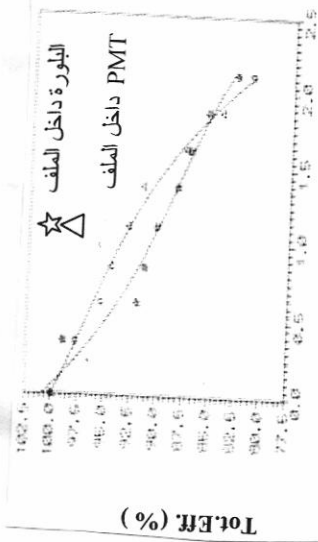
- 1.AL_Dargazelli, S.S.and Al-Attiah K.H., (1988), J. Radi. Nucl. Chem., 131:233.
- 2.Fanou, C. P.; Corvisiero, P.and Mcatee, J., (1986), Health Phys, 50:281.
- 3.BottiGll, U.; Zucchiatti ,A.; Moriuchi, S.and Mterrani, H., (1985), J.Nucl. Med., 29:221.
- 4.Tojo, T.,(1983), Nucl. Instr. Meth., 205:517.
- 5.Charpak, C.and Savil ,F. A., (1981), Rev.Nucl. Part. Sci., 34:285.
- 6.Green, R.M.and Finne, R.S., (1965), Nucl. Inst. Meth. 34:72.
- 7.cesana ,A.and Mterrani, H.,(1978),Appl. Radi.Isotopes, 24:427.
- 8.Satio, K. and Moriuchi ,S., (1981),Nucl. Inst.and Meth., 185:299.
- 9.Rieppo, R., (1983), Appl. Radiat. Tsot., 34(12): 1645.
- 10.Rieppo, R., (1985), Phys. Med. Biol., 30(8): 834.
- 11.Tojo, T., (1985),Nucl. Instr.and Meth., A.241: 177
- 12.Appuhnand, R.; Mcatee, J.and Ricco, G. , (1998), Nucl. Inst. and Meth. Phys. Res., A404:265.
13. Komatsubara, T. ;Heering, A.and Ronzhin, A., (1998), Nucl. Inst. and Meth. Phys. Res., A404:315.
- 14.Al-Attiah ,K.H. and Al-Taie, F.I., (2003),J.Babylon Uni.9(3): 115.
- 15.Leybold-Herraeus Catalogue; (1985), Scintillation Counter Physics
16. Anotoniades, J. and Peyser T. , (1987), Rev. Sci. Inst. (USA), 58(2): 253.
17. EG and G ORTEC Catalogue ; (1982), " Photo multiplier Base with Preamplifier model 266".
18. Wolf M. & Mcatee J., (1989), III,IEEE Trans. Nucl. Sci. (USA), 36(1): 723



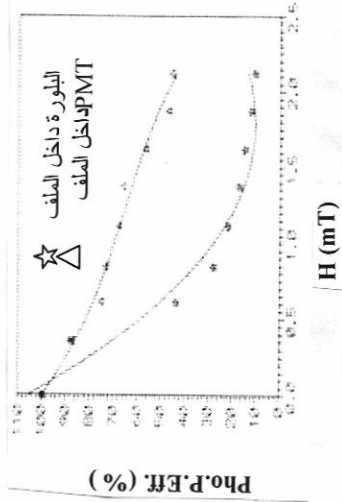
شكل (1) مخطط لمنظومة العد والتحليل الإلكترونية المستخدمة .



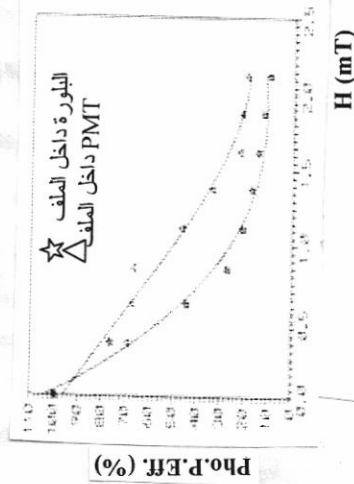
شكل (2) تأثير المجال المغناطيسي للملف (A) على الكاشف الوميضي



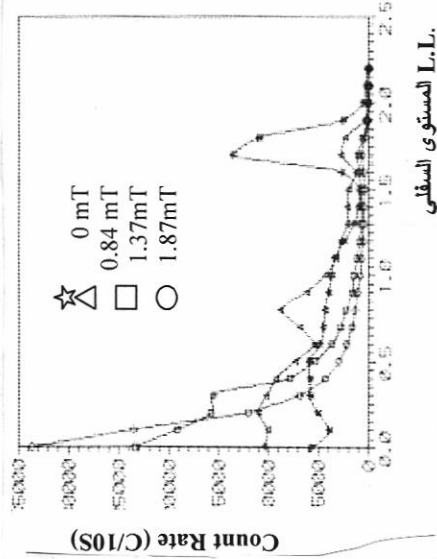
شكل (6) تأثير المجال المغناطيسي للملف (A) على الكفاءة الكلية النسبية للكاشف ("3" x 3").



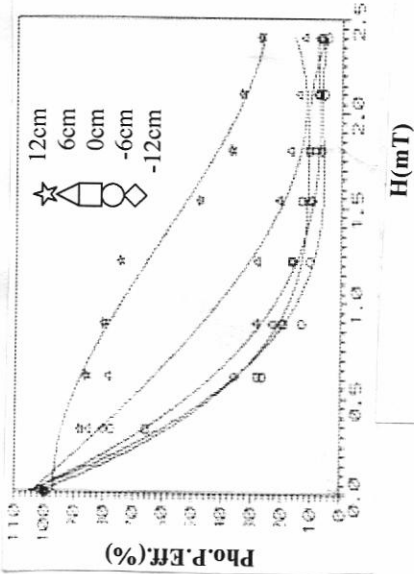
شكل (4) تأثير المجال المغناطيسي للملف (A) على كفاءة القمة الضوئية النسبية للكاشف ("3" x 3").



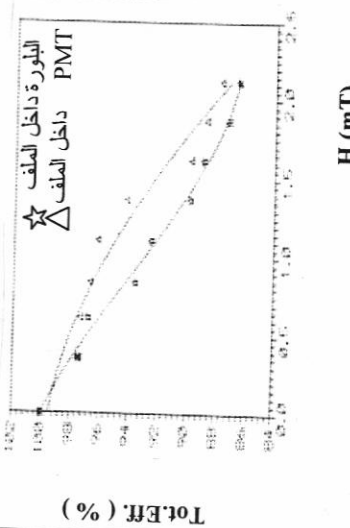
شكل (5) تأثير المجال المغناطيسي للملف (A) على كفاءة القمة الضوئية النسبية للكاشف ("1.5" x 1.5").



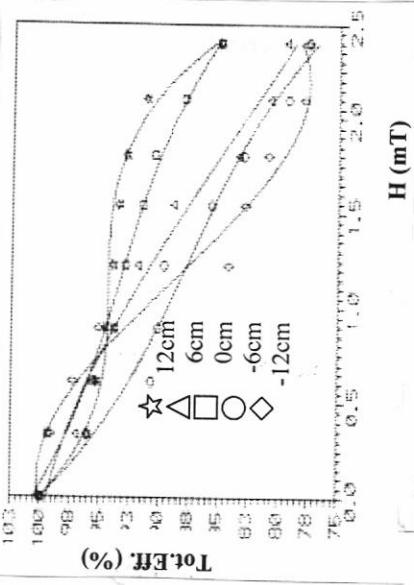
شكل (3) تأثير المجال المغناطيسي للملف (A) على الكاشف الوميضي L.L. المستوي السفلي



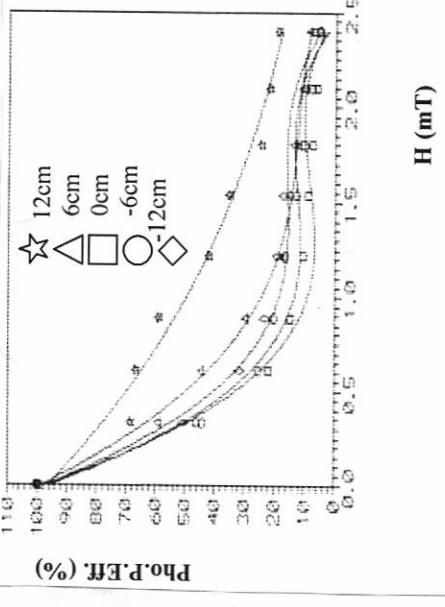
شكل (8) تأثير المجال المغناطيسي للملف على كفاءة القبة الضوئية النسبية للكاثف (3" x 3").



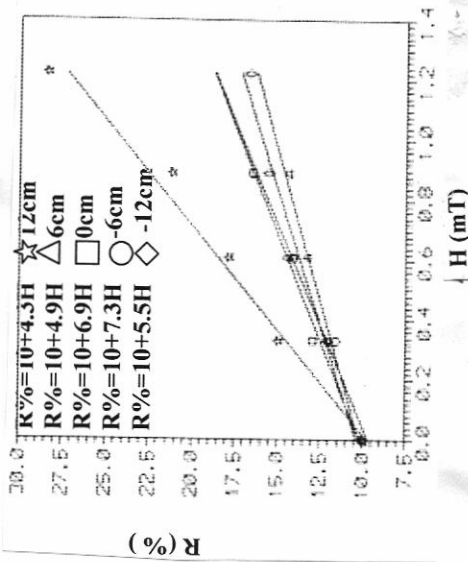
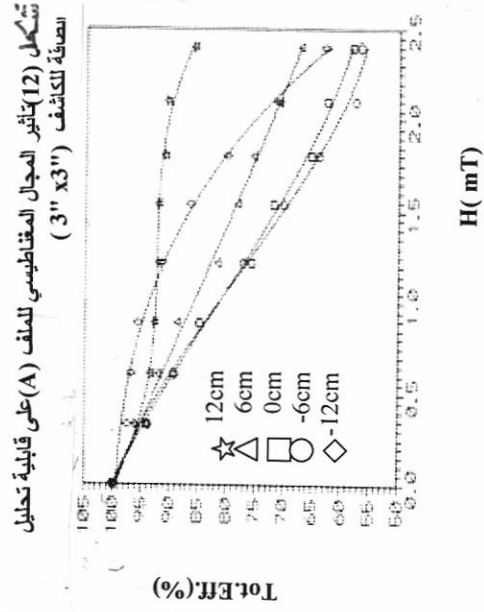
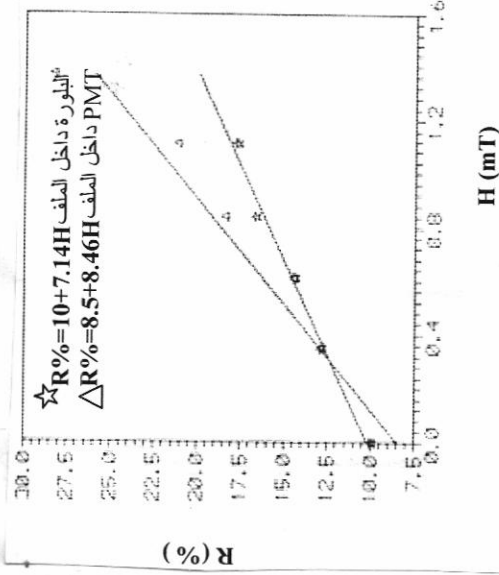
شكل (7) تأثير المجال المغناطيسي للملف على الكفاءة الكلية النسبية للكاثف (1.5" x 1.5").



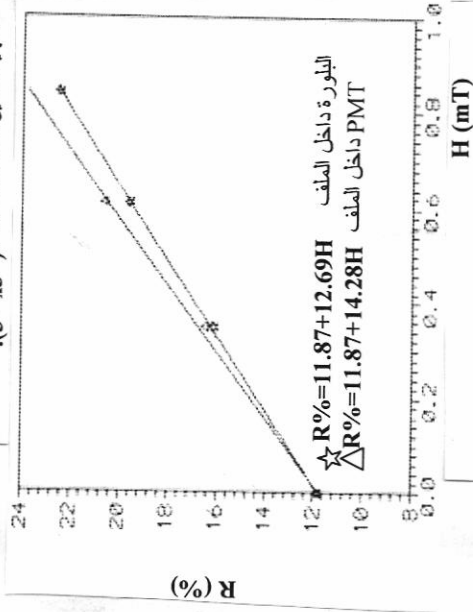
شكل (10) تأثير المجال المغناطيسي للملف على الكفاءة الكلية النسبية للكاثف (3" x 3").



شكل (9) تأثير المجال المغناطيسي للملف على كفاءة القبة الضوئية النسبية للكاثف (1.5" x 1.5").

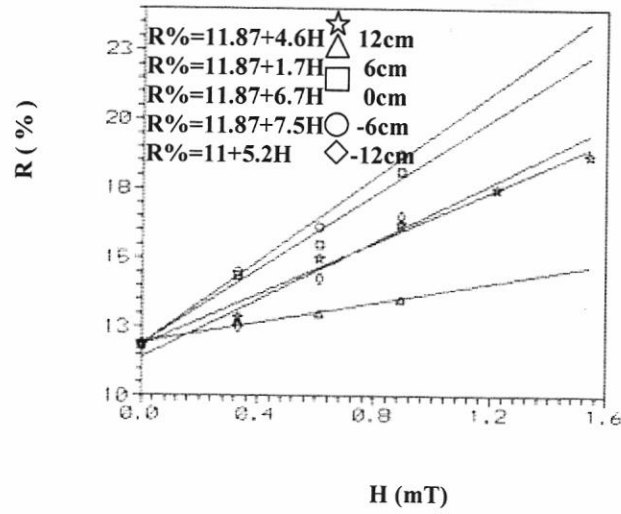


شكل (14) تأثير المجال المغناطيسي الملف (B) على قابلية تحليل الطاقة للكاشف (3" x 3").



شكل (11) تأثير المجال المغناطيسي الملف (B) على الكفاءة الكلية النسبية للكاشف (1.5" x 1.5").

شكل (13) تأثير المجال المغناطيسي الملف (A) على قابلية تحليل الطاقة للكاشف (1.5" x 1.5").



شكل (15) تأثير المجال المغناطيسي للملف (B) على
قابلية تحليل الطاقة للكاشف (1.5" x 1.5").

Effect of Different Magnetic Fields on The Relative Efficiency and The Energy Resolution of NaI(Tl) Detectors

N. M. SH. AL-Dahan

**Department of Physics, College of Science University of
Karbala**

Abstract

The effect of different magnetic fields on the NaI(Tl) scintillation detector of (3"x3") and (1.5"x1.5") sizes was studied, using the radioactive source Cs-137.

Two types of coils (A,B) were used to produce the magnetic fields. The coil "A" is cylindrical of "9cm" diameter and "9cm" length, and of 2500 turns.

The measurements were taken in two positions; the first when the crystal is inside the coil, and the second, the PMT inside the coil. The range of the magnetic field was (0.35,0.61,0.84,1.11,1.37,1.62,1.87 and 2.12) mT.

The coil "B" consists of two circular and parallel coils of "12 cm" distance between them and of "18.5 cm" diameter of each other and of "125" turns. Five locations, due to the distance between the center of coil "B" and the center of the crystal face, the measurements were taken in magnetic field range (0.33,0.61,0.89,1.22,1.54,1.8,2.1 and 2.4)mT.

The experimental results show: the photo peak and total relative efficiency decrease with increasing the magnetic intensity, and the energy resolution would be worse with it.