قياس الجرع الاشعاعية في مجال نيوترون – كاما بواسطة الوميض الحراري (TLD)

*راجحة رشيد محمود**

استلام البحث 12، حزيران ، 2004
قبول النشر 19، اذار، 2008

الخلاصـــة :

تم في هذا البحث أيجاد طريقة لفصل الجرع النيترونية عن جرع كاما في مجال نيتروني مختلط باستخدام أقراص الوميض الحراري المكونة من كبريتات الكالسيوم المشوب (CaSo4.Dy) واستخدام مادة تحتوي على كمية كبيرة من الهيدروجين سمكها 2 ملم تسمى بالمحول وتقوم بتحويل النيترونات إلى بروتونات حسب التفاعل (n-p)، توضع هذه المادة على أقراص الوميض الحراري عند تعريضها للنيترونات من المصدر النيوتروني الامريشيوم-بريليوم ذات الفيض النيتروني 4.5×10^5 n/cm^2s وبفترات زمنية مختلفة وقد وجدت زيادة في الجرعة الإشعاعية المستلمة عند وضع المحول بنسبة وصلت إلى 71% للجرعات الإشعاعية العالية وقد تم فصل الجرعات الإشعاعية الناتجة عن النيترونات وأشعة كاما بشكل جيد.

الكلمات المفتاحية:الوميض الحراري ، مجال نترون – كاما، المحول.

المقدمـــة :

أن من أهم المشاكل الرئيسة لقياس الجرع الاشعاعية الناتجة عن الاشعاعات المؤينة في السنوات الاخيرة هي كيفية قياس الجرع الاشعاعية للنيوترون وكاما في المجال المختلط. وقد تم في هذا البحث استخدام طريقة الوميض الحراري لفصل الجرع النيوترونية وكاما اذ ان حساسية مواد الوميض الحراري تعتمد بصورة كبيرة على طاقة النيوترون وكذلك على نوع المادة الوميضية المستخدمة للقياس. وبما ان المقطع العرضي يتناسب عكسيا مع طاقة النيوترون لذلك تستعمل مواد صناعية ملائمة لكي تزداد حساسية المواد الوميضية. ان هذه الخاصية جعلتنا ان نبحث عن طريقة ملائمة لحل هذه المشكلة وقد استخدمنا محول (n-p) وذلك باستعمال مادة هيدروجينية فوق السطح المعرض للتشعيع اذ انه يسمح بتعرض العينات في هذه الحالة الى البروتونات المرتده التي تتولد داخل المحول (1) ان هذه الطريقة تتضمن وضع طبقة من مادة البولي اثيلين والذي يحتوي على 14.3% من الهيدروجين حيث انه من المواد التي تستعمل لهذا الغرض اذ ان البروتونات التي تتحرر من التصادم تسمى بالبروتونات المرتدة اذ تعطي بعض من طاقاتها الى البلورة الخاصة لمادة الوميض الحراري المستخدمة. ان هذه الطريقة تستعمل لطاقة النيوترونات التي تتراوح بين 3 keV الى 20 MeV وقد يدخل البروتون في داخل مادة الوميض الحراري الى عشرات من المايكرون.

المواد وطرائق العمـل:

لقد تم استخدام مادة $CuSO_4 : Dy$ وهي احدى مواد الوميض الحراري والتي تكون ذات حساسية عالية الى اشعة كاما حيث ان حساسيتها تكون عشرين مرة اكثر من حساسية مادة LiF لاشعة كاما وكثافتها هي ($2.61\ g/cm^3$) وطول الانبعاث الموجي لها 480 nm و 570 nm وقمة منحني التوهج هي (220 C) والاضمحلال الطبيعي لها هي 2% في شهر واحد و 8% في ستة اشهر (3). ان هذه المادة هي من المواد الملائمة لاستخدامها في هذا المجال أي مجال نيوترون-كاما وقد استخدمت هذه المادة بشكل اقراص نوع (PTFE) ذات نصف قطر (13 mm) وسمك (0.2 mm).

وقد استخدم جهاز TOLEDO موديل 654 لشركة (Pitman) لقياس العينات لمادة الوميض الحراري المستخدمة وقد تم تهيئة الجهاز وتثبيت الدورة الحرارية لهذه المادة والخاصة بها $CuSO_4 : Dy$ وبالشكل التالي التسخين الاول في القمة (100º C) ولمدة (16 s) ومنطقة القراءة هي (220º C) ولمدة (26 s) ومنطقة التسخين) (300º C ولمدة (16 s) ومعدل سريان التغير الحراري هي (10º C/s) وقد استخدم غاز النيتروجين لتبريد العينات داخل الجهاز اثناء عملية التسخين (شكل رقم 1).

اما عملية التسخين الخارجي وتنظيف العينات من الاشعاع وجعل الخلفية الاشعاعية الى اوطأ ما يمكن فقد تم تسخين العينات (30 mm) لدرجة (400º C) [3]. لقد تم تهيئة عينات مادة

*جامعة بغداد / كلية العلوم للبنات / قسم الفيزياء

الوميض الحراري نوع و $CuSO_4 : Dy$ وبشكل اقراص (PTFE) على شكل مجموعتين : المجموعة الاولى استخدمت ذات الانحراف المعياري 10% وذلك لدراسة العلاقة الناتجة عن تأثير اشعة كاما على هذه المادة الوميضية وقد تم استخدام مصدر ال (Cs-137) ذات نشاط اشعاعي (100 mc_i). المجموعة الثانية: وهي ذات الانحراف المعياري 8% استخدمت لدراسة تأثير المجال النيوتروني وكاما عليها وقد استخدم احدى المصادر النيوترونية وهو مصدر ($^{241}Am–Be$) ذات طاقة E_n=4.5MeV و E_γ = 4.9 MeV وفيض نيوتروني 4.5×10^5 n/cm^2s اذ ان هناك علاقة بين طاقة النيوترون والجرعة المكافئة شكل رقم (2).

وقد تم تهيئة النماذج الخاصة لتعرضها الى المجال نيوترون-كاما بشكل مجموعتين المجموعة الاولى وضع مادة المحول وهي نوع من المادة الهيدروجينية وهي مادة البولي اثيلين وبسمك (2 mm) توضع فوق اقراص $CuSO_4 : Dy$ كما في الشكل رقم (3).

ومعها المجموعة الثانية وهي اقراص $CuSO_4 : Dy$ بدون محول وقد عرضت سوية لازمان مختلفة للمصدر النيوتروني ان المحول يسمح لتعرض العينات وهي اقراص : $CuSO_4$ Dy الموجودة تحته الى البروتونات المرتدة المتولدة داخل المحول (4).

فيكون مقدار الجرعة الكلية D_t هي مساوية الى مجموع جرعة النترونية D_n مضاف اليها جرعة اشعة كاما D_g وان Dp هي الجرعة الناتجة عن البروتونات المرتدة التي تتولد داخل مادة المحول بسبب تفاعل (n-p) الذي يحدث داخله.

$$D_T = D_n + D_\gamma + D_p$$

اما بالنسبة للأقراص بدون المحول فتكون مقدار الجرعة الاشعاعية المستلمة هي كما يأتي:

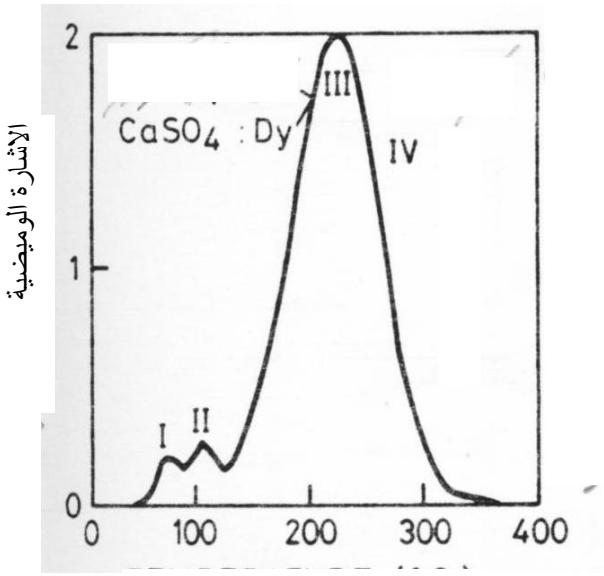
$$D_{To} = D_n + D_\gamma$$

ان الجرعة الاشعاعية في كلا الحالتين تؤثر على مقدار الاشارة الوميضية الناتجة وبذلك يكون الاختلاف واضح في تلك الاشارة وخاصة عند استخدام مادة المحول.

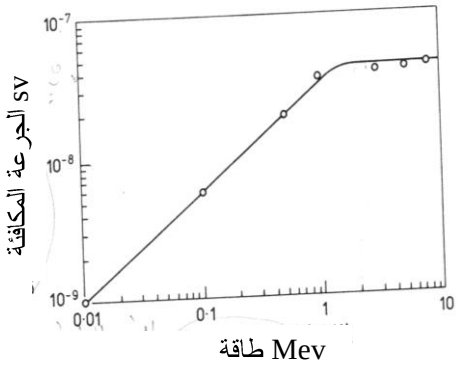
النتائج والاستنتاجات:

في الجزء الاول من عملنا تم دراسة تأثير كاما باستخدام مصدر (Cs-137) على مادة الوميض الحراري $CuSO_4 : Dy$ بشكل اقراص نوع (PTFE) وقد تم تشعيع العينات المختارة الى جرع اشعاعية تتروح بين (0.1-19) ملي كراي. وقد وجد ان العلاقة خطية بين الجرعات الاشعاعية المستلمة من قبل المادة الوميضية والكثافة الوميضية المقاسة من قبل جهاز (TOLEDO) كما في الاشكال (4) , (5) حيث اتخذت العلاقة بين لوغارتيم الاشارة الوميضية مع الجرعة الاشعاعية.

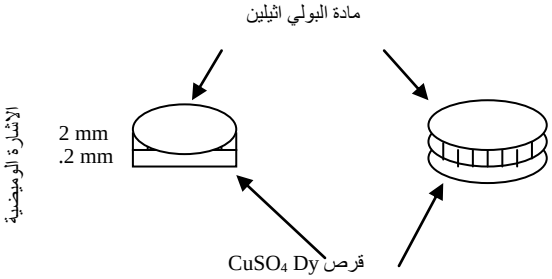
اما الجزء الثاني من عملنا فقد تم وضع مادة المحول والتي سمكها (2 mm) فوق اقراص من المادة الوميضية $CuSO_4 : Dy$ ومعها اقراص غير مغطاة بمادة المحول وتعرضها الى المصدر النيوتروني ($^{241}Am – Be$) وبفيض 4.5 x 10^5 n/cm^2s وبازمان مختلفة تتروح بين 180) (min – 15 min وقد تم استخدام جهاز (TOLEDO) لقياس هذه العينات وبقمم حرارية تناسب المادة الوميضية المستخدمة وقد لوحظ ان العينات التي وضع فوقها المحول الهيدروجيني زيادة في الاشارة الوميضية بسبب البروتونات المرتدة الناتجة عن وجود المحول ودخولها الى المادة الوميضية وتزداد بزيادة زمن التعرض أي بزيادة الجرعة الاشعاعية المستلمة وقد وصلت زيادة الاشارة الوميضية الى 71% للجرعات الاشعاعية العالية كما في الاشكال (6) , (7) وقد وجدت العلاقة بين لوغارتيم الاشارة الوميضية وزمن التعرض وكذلك الاشارة الوميضية مع زمن التعرض.



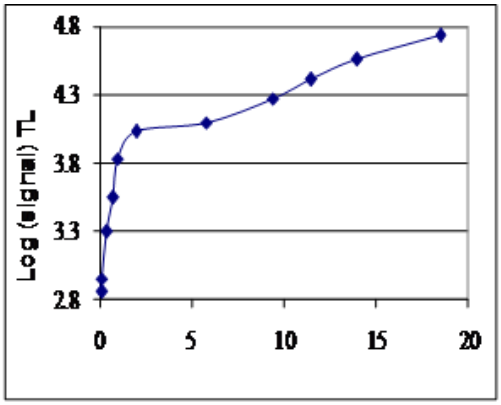
شكل (1): منحني التوهج لمادة $CuSO_4$ Dy الجرعة 0.1 كري



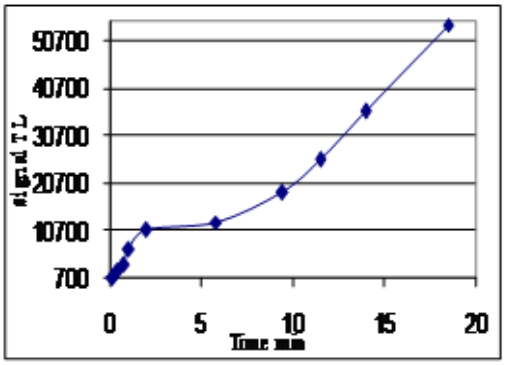
شـــكل (2): منحنـــي يبـــين العلاقـــة بـــين طاقـــة النيوترون والجرعة المكافئة.



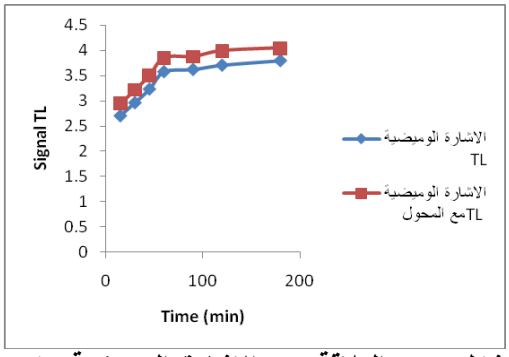
شكل (3):تهيئة النموذج بوضع مادة المحول فوق الاقراص



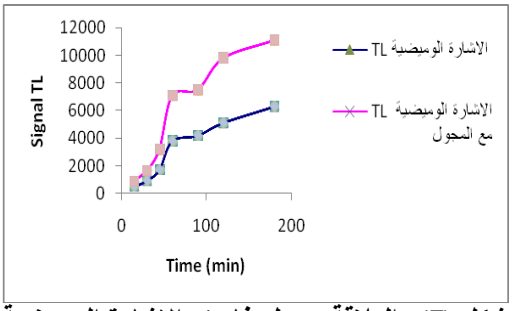
شكل (4) : العلاقة بين الاشارة الوميضية وزمن التعرض



شكل (5) : العلاقة بين الاشارة الوميضية وزمن التعرض



شكل (6): العلاقة بين الاشارة الوميضية وزمن التعرض



شكل (7): العلاقة بين لوغاريتم الاشارة الوميضية وزمن التعرض

المصـــادر:

1- J.Gasiot, A.Serbat, Rajha Rasheed Al-Qaraquly, P.Chassende, 1985. 5 Symp. Neut. Dosim, 2, 829,837.
2- M.Oberhober and A.Scharmann. 1979. Applied Thermoluminscence Dosimetry Ispra, Italy 12-16, November.
3- A.F. Mckinlay. Thermoluminscence Dosimetry, National Radiologic Protection Board, Harwell. 1981.

of Neutron. Journal of the College of Education, (2):63-73.

4- Dr. Rajiha Rasheed Mahmoud. 1998. Dosimeters and spectrometer

Thermoluminescence dosimetry of mixed neutron – gamma fields

Rajiha.R. Mahmod*

*Baghdad University/ College of Science/ Physcie department.

Abstract:

The method of measurement dosimetry in neutron – gamma field by using $CaSo_4$: Dy (PTFE) disc which has a diameter of 1.3mm and thickness of 0.2mm and using hydrogenated material as a converters of neutron to recoil protons (n-p) reaction, the discs were irradiated by neutron source (^{241}Am-Be) with flux of $4.5x10^5$ n/cm^2s for different time to obtain different dose.

The TL signals, which we have been obtained by using the converters, are increases to 71%. So we can resolve the neutron and gamma in mixed field.