

تصنيع مقياس الجرعة TLD المكون من كبريتات الكالسيوم

$CaSO_4$ والمشاب بالديسبروزيوم Dy بتركيز 0.08 mol%

جاسم الفواز*

حسين الحسين**

الملخص

تم في هذا البحث تصنيع كاشف التألق الحراري TLD المكون من كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ والمشاب بعنصر الديسبروزيوم Dy على شكل أوكسيد الديسبروزيوم Dy_2O_3 وقسم العمل على مرحلتين، الأولى هي التصنيع والثانية هي التشعيع والقراءة، حيث تم تصنيع شرائح TLD من أجل تركيز اشابه Dy 0.08 mol % على شكل مربعات بطول ضلع 5mm، ثم عرضت لأشعة غاما الناتجة عن منبع Cs - 137 بجرعات (0, 2, 5, 10, 15, 20) mGy ورُسم منحنى التألق الحراري Glow Curve لكل الشرائح المصنعة ف لوحظت زيادة كبيرة في شدة التألق الحراري I مع زيادة الجرعة وفق التالي (0.15, 27, 73, 155, 230, 300) nA وعلى الترتيب، كما لوحظ زيادة بشكل كبير في قيمة الشحنة المتراكمة مع زيادة الجرعة الممتصة وفق التالي (2.13, 231.6, 633.3, 1413, 1998, 2836) nC وعلى الترتيب، بالتالي أبدت جميع العينات استجابة خطية للجرعة الممتصة من أشعة غاما ضمن مجال أقل أو يساوي 20 mGy. كما تمت مقارنة هذه النتائج مع شرائح TLD نقية ف لوحظ ارتفاع كبير في الاستجابة للشرائح المشابهة مقارنة مع الاستجابة الضعيفة جداً للشرائح النقية من أجل نفس الجرعات.

الكلمات المفتاحية:

التألق الحراري، الديسبروزيوم، كبريتات الكالسيوم، منحنى التألق، شدة التألق الحراري.

*حاصل على شهادة الدكتوراه، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة حلب
jasem.alfawwaz@gmail.com

**حاصل على شهادة الدكتوراه، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة حلب
hussianphy990@gmail.com

**Manufacturing a TLD dosimeter composed of Calcium Sulfate
 $CaSO_4$ doped with dysprosium Dy at a concentration of 0.08 mol%.**

jasem alfawwaz*
Hussein AlHussein**

Abstract

In this study, a thermoluminescent detector (TLD) composed of calcium sulfate ($CaSO_4$) doped with dysprosium (Dy) in the form of dysprosium oxide (Dy_2O_3) was fabricated and evaluated. The work was divided into two stages: fabrication, and irradiation followed by readout. TLD chips were prepared with a dopant concentration of 0.08 mol% Dy and shaped into square pellets with a side length of 5 mm. These chips were then exposed to gamma radiation emitted from a Cs-137 source at doses of 0, 2, 5, 10, 15, and 20 mGy. The thermoluminescence glow curves were plotted for all fabricated samples, showing a significant increase in thermoluminescence intensity (I) with increasing dose, reaching (0.15, 27, 73, 155, 230, 300) nA, respectively. A considerable rise was also observed in the accumulated charge with increasing absorbed dose, measured as (2.13, 231.6, 633.3, 1413, 1998, 2836) nC, respectively. The results indicate that all doped samples exhibited a linear response to gamma-ray absorbed doses up to 20 mGy. Furthermore, comparison with undoped (pure) TLD chips showed a markedly higher response in the Dy-doped samples, whereas the pure samples exhibited very low sensitivity under the same irradiation conditions

Keywords: Thermoluminescence, Dysprosium, Calcium Sulfate, Glow Curve, Thermoluminescence Intensity.

***PhD in Physics, Department of Physics, Faculty of Science, Aleppo University**

****PhD in Physics, Department of Physics, Faculty of Science, Aleppo University**

1-مقدمة:

يعتبر روبيرت بويل Robert Boyle أول من لاحظ ظاهرة التآلق الحراري عام 1663 حيث لاحظ تآلق بعض المواد عند رفع درجة حرارتها، لكنه لم يستطع أن يفسر ذلك [1]، بقيت هذه الظاهرة غير معروفة التفسير لثلاث أرباع القرن. وأول من فسّر هذه الظاهرة هو العالم الفرنسي دو فاي Du Fay عام 1738 الذي فسّر الحادثة بانها فسفرة متأخرة delayed phosphorescence. كما قام هنري بيكرل Henri Becquerel بإعادة دراسة هذه الظاهرة من خلال عينات المواد التي تبدي ظاهرة الفسفرة، وذلك في نهايات القرن التاسع عشر، حيث وجد قدرة بعض المعادن على الاحتفاظ بتأثير الإشعاع لفترة طويلة نسبياً من الزمن وقدرتها على التآلق بعد التسخين [2]. كما عملت ماري كوري Marie Curie على دراسة ظاهرة التآلق الحراري TL من خلال استخدام الأشعة الصادرة عن الراديوم وتسليطها على المواد القابلة للتآلق ودراسة تأثير الحرارة عليها ودرست تأثير هذه الأشعة على المواد المنفلورة [3].

بعد الحرب العالمية الثانية، شهد العالم زيادة كبيرة في استخدام الطاقة النووية على المستوى المدني والعسكري، ذلك جعل من الضرورة الملحة وجود وسيلة سهلة وبسيطة الاستخدام ورخيصة الثمن لقياس الجرعة الإشعاعية، فاستثمرت خاصية التآلق الحراري TL لمثل هذا الغرض المهم، فكان أول استثمار لها في بداية الخمسينات من القرن الماضي حيث تم تصنيع أول مقياس للجرعة يعتمد على TL بالاعتماد على فلوريد الليثيوم LiF فكانت هذه أول مادة استخدمت لتصنيع مقياس الجرعة للتآلق الحراري Thermoluminescence Dosimetry او اختصاراً TLD [4]. ثم تم تطوير صناعة LiF مع ازدياد الحاجة لها وخصوصاً بمجال قياس الجرعة الفردية لعمال المنشآت النووية قام مجموعة من الباحثين في جامعة واشنطن بتطوير استخدام LiF [5] وبعدها بدأ ادخال مواد أخرى لهذا المجال فاستخدمت مادة $CaF_2:Mn$ واعطت نتائج جيدة بهذا المجال واستخدمت كبريتات الكالسيوم $CaSO_4:Mn$ [6].

ثم تطورت كثيراً أبحاث TL بين عامي (1984-1978) لتصبح هذه العملية من اهم تطبيقات مجال قياس الجرعة الإشعاعية ومن افضل واسهل طرائق قياس الجرعة [7]، كما جرى استخدامها بمجالات أوسع فاستخدمت في الجيولوجيا وعلم الاثار ودراسة البنى البلورية وعيوبها [8].

1-1-التآلق الحراري Thermoluminescence TL

يتكون مصطلح التآلق الحراري Thermoluminescence الذي اختصاراً يُكتب TL من كلمتين:

Thermo وهي تعني الحرارة أو التسخين

Luminescence وهي تعني انبعاث الضوء أو التألُّق

بالتالي هاذين المصطلحين يعنيان انبعاث التألُّق الناتج عن التسخين. مع أنّ الحرارة هنا لا تلعب الدور الرئيسي في الانبعاث إنما تلعب الدور الثانوي، بينما لو كانت الحرارة هي السبب الرئيسي لكانت العملية تدعى بالانقباد incandescence مثل الضوء الصادر عن المصباح الذي يعمل على احراق الفتيل. ومن العوامل الرئيسية في إحداث الانبعاث الحراري TL في المواد الصلبة هو الإشعاع المؤيّن ionizing radiations مثل أشعة غاما، التي تعمل على انتقال الإلكترونات لتقع في المصائد الإلكترونية، ثم يتم تسخين العينة لتنتقل هذه الإلكترونات من المصيدة الإلكترونية إلى عصابة الناقلية ثم تسترخي لعصابة التكافؤ فنقوم بإصدار تألُّق على شكل فوتون، حيث يقوم التسخين بتحفيز إطلاق الطاقة المُخزنة في المادة بعد تعرضها للإشعاع المؤيّن، إطلاق هذه الطاقة المُخزنة يُنتج ما ندعوه التألُّق الحراري Thermoluminescence TL. لذلك يطلق بعض المؤلفون بهذا المجال تعريف موسّع أكثر لـ TL وهو:

radiation induced thermally stimulated luminescence الإشعاع الناتج عن التألُّق
المُستحث حرارياً [9]

كان راندال وويلكينز هما أول من اقترح نموذجاً نظرياً للانبعاث TL. وافترضوا أن TL intensity شدة التألُّق الحراري I تتناسب مع نسبة الإثارة R_{ex} وفق العلاقة:

$$I = -\frac{dn}{dt} = R_{ex} = ns e^{-\frac{E}{kT}}$$

n تركيز المصائد النشطة حرارياً.

s عامل التواتر (التردد)

E طاقة تنشيط المصيدة ، والتي تسمى أيضاً عمق المصيدة.

T درجة الحرارة.

k ثابت بولتزمان [10].

وأوجدوا التابع الرياضي لشدة التآلق الحراري I بالعلاقة [11].

$$I = n_0 s e^{-\frac{E}{kT}} e^{-\int_{T_0}^T \left(\frac{s}{\beta}\right) e^{-\frac{E}{kT'}} dT'}$$

المنحني البياني لهذه المعادلة هو ما ندعوه منحني التوهج Glow Curve أو GC وهو يعطي مدى الاستجابة للعينة من حيث استجابتها للإشعاع المؤين واستجابتها لرفع درجة الحرارة بالتالي التآلق [12].

استخدم CaSO₄ كنوع من TLD منذ عام (1960) فاستخدمت في البداية كمادة نقية، ثم قام الباحث الياباني ياماشيتا بإضافة المنغنيز Mn لتحسين خواصها فكان قمة الإصدار الرئيسية عند درجة حرارة منخفضة 80°C وهي منخفضة نسبياً كما يحدث التآلق الحراري عند طول موجة 500nm ويبيد استجابة خطية حتى 30 Gy والعتامة (10%) كل شهر [13].

2-1- العتامة:

من المشاكل التي تعاني منها مقاييس جرعة TLD هي العتامة وهي ناتجة عن ضياع في الإلكترونات بين فترة التشعيع وفترة التسخين فهذا الضياع سيقبل من كفاءة التآلق الحراري بالتالي سيحدث انخفاض في منحني التآلق الحراري. من المرجح أن العتامة تحدث للمصادر الضحلة حيث تكون الطاقة المطلوبة لتحرير الإلكترونات منخفضة جداً فيخرج الإلكترون دون أن يكون ذلك ضمن قارئ TLD أي دون تسجيل ذلك في منحني التآلق الحراري [14].

2- هدف البحث:

تصنيع مقياس التآلق الحراري TLD-900 بالإشابة بعنصر الديسبروزيوم والتأكد من استجابة المادة لأشعة غاما وفعاليتها بالتآلق الحراري وإنشاء منحني معايرة لقياس الجرعة الممتصة من أشعة غاما.

3- مواد وطرق البحث:

1- كبريتات الكالسيوم CaSO₄:6H₂O على شكل مسحوق من انتاج شركة HIMEDIA

النقي بنسبة . 98%

تصنيع مقياس الجرعة TLD المكون من كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ والمشاب بالديسبروزيوم Dy بتركيز $0.08 mol\%$

- 2- أكسيد الديسبروزيوم Dy_2O_3 على شكل مسحوق من انتاج شركة abcrh الذي نسبة الديسبروزيوم فيه 99.9% .
- 3- حمض الكبريت H_2SO_4 من انتاج شركة Panreac والنقي بنسبة 98%
- 4- ميزان حرارة يقيس حتى $400^\circ C$.
- 5- سخان الكتروني مع خلط مغناطيسي من انتاج شركة AREC.
- 6- مجفف الكتروني مزود بمؤقت للزمن من انتاج شركة WiseVen.
- 7- قمع بوختر موصول بجهاز شفط كهربائي.
- 8- مقياس لدرجة الحموضة pH على شكل ورقي.
- 9- فرن حراري إلكتروني من انتاج شركة SET يسخن حتى درجة حرارة $1000^\circ C$ مزود بجففات خزفية لوضع العينات بداخلها.
- 10- مكبس زيت من يعطي قوة ضاغطة حتى (2 Ton) من انتاج شركة wir C.
- 11- مصدر لأشعة غاما وهو عبارة عن منبع السيزيوم (^{137}Cs) الذي يعطي أشعة غاما بطاقة $662keV$.
- 12- قارئ TLD من انتاج شركة Harshaw الصنف Harshaw 4500.

4- النتائج ومناقشتها:

4-1- التصنيع

- تم حل أكسيد الديسبروزيوم في $200ml$ من حمض الكبريت المركز مع التسخين والتحرك $280^\circ C/2h$ وإنشاء محلول عياري يتناسب فيه الحجم المأخوذ مع تركيز الديسبروزيوم.
- تم حل كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ في $200ml$ من حمض الكبريت المركز.
- أضيفت المحلولان لبعضهما بكمية محددة من محلول أكسيد الديسبروزيوم الموافقة للتركيز $0.08 mol\%$ (تم اختيار هذا التركيز بناء على تجارب سابقة لنا أثبتت أن هذا التركيز يعطي أفضل منحنى تآلق حراري وأفضل استجابة)

- بُرد المحلول الناتج وبعدها أضيف له تدريجياً ويحذر $200ml$ من الماء المقطر مع التحريك فلو حظ بداية تشكل الراسب الأبيض من $CaSO_4:Dy$ وتُرك المحلول ليتشكل الراسب مستغرقاً زمناً حوالى 5 ساعات.
- يفرز الراسب بالإبانة للتخلص من الحمض قدر الإمكان. ويتم غسل الراسب الناتج عن الإبانة بالماء المقطر عدة مرات حيث وضع على ورقة ترشيح تم تركيبها على قمع بوخنر للتخلص من اثار الحمض والتجفيف ثم نقيس في كل مرة pH لتتأكد أن المادة أصبحت معتدلة لنتنتج لدينا عينة مُرسبة ومجففة جزئياً على ورق الترشيح كما في الشكل (1).



- وضعت ورقة الترشيح والمسحوق ضمن جفنة خزفية لتجفف كمرحلة ثانية في المجفف الإلكتروني عند درجة حرارة $80^{\circ}C/2h$ كما في الشكل (2).

تصنيع مقياس الجرعة TLD المكون من كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ والمشاب بالديسبروزيوم Dy بتركيز 0.08 mol%



الشكل (2): المجفف الإلكتروني - مرحلة التجفيف الثانية

- تم استخراج العينة من المجفف ونقوم بفصل المسحوق عن ورق الترشيح لتوضع في جفنة خزفية أخرى ثم في فرن كهربائي عند حرارة $200^{\circ}C/4h$ كما في الشكل (3)



الشكل (3): الفرن الإلكتروني والعينات بداخله لبدء التسخين حتى $200^{\circ}C$ لمدة أربع ساعات

- طُجنت بعد إخراجها من الفرن للتأكد من الحصول على مسحوق متجانس. ضُغِطت العينات بواسطة مكبس يعطي قوة ضاغطة حتى 2 ton من انتاج شركة wir C كما في الشكل (4).

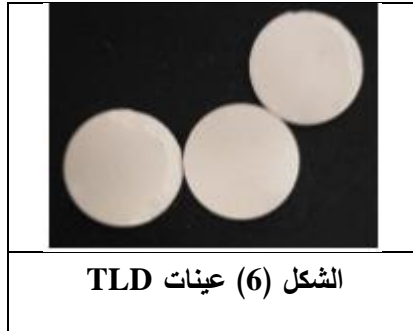


الشكل (4) مكبس wir C

حيث يقوم المكبس بضغط العينات على شكل أقراص بقطر 13mm وسماكة 1mm عند ضغط 300 Kbar وفق القالب في الشكل (5) لتنتج أقراص وفق الشكل (6).



الشكل (5) قالب العينات في المكبس



الشكل (6) عينات TLD

- تم قولبة العينات على شكل مربعات بطول ضلع 5mm لتلائم جهاز قارئ TLD وتم تغليف العينات بغلاف بلاستيكي عاتم لكيلا يحدث لها أي استجابة مع الضوء المحيط قدر الإمكان بالتالي الحصول على نتائج أكثر دقة وأقل تشتت وتألق خارج القارئ المستخدم.
- ثم صنعت بنفس الطريقة عينات TLD نقية (دون إضافة شائبة).

2-4-2- مرحلة التشعيع والقراءة:

2-4-1- مرحلة التصفير والاختبار التجريبي:

الهدف من هذه المرحلة هو التخلص من كل آثار الشحنة الناتجة عن الطبيعة والعوامل المحيطة (التشعيع الكوني).

حيث جرى تسخين الرقائق جميعاً في الفرن المرفق مع قارئ TLD وهو من نوع PTW-TLDO الذي يسخن حتى درجة $400^{\circ}C$ على عدة مراحل حيث استمر التسخين لمدة (4 ساعات) وبعد انتهاء التسخين لوحظ أن الرقائق حافظت على شكلها وقوامها وهذا يعني أن الشرائح اجتازت المرحلة الأولى والشكل (7) يبين العينات داخل فرن التصفير بعد انتهاء عملية التسخين.



الشكل (7) الشرائح داخل فرن التصفير TLDO بعد التسخين

2-4-2- مرحلة التشعيع

عُرِضت العينات لأشعة غاما بجرعات (0, 2, 5, 10, 15, 20) mGy والصادرة عن منبع Cs-137 في مخابر هيئة الطاقة الذرية السورية، حيث وضعت الشرائح على بعد 2m من المنبع كما يظهر في الشكل (8).



الشكل (8) وضع الشرائح للتشعيع بأشعة
غاما على بعد 2m عن منبع Cs-137

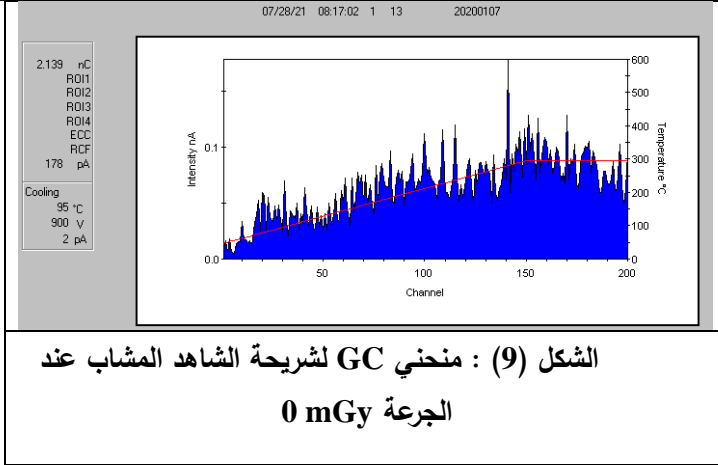
بينما أبقينا جزء من الشرائح بدون تشعيع (عينات الشاهد) background ثم تركت العينات المشعته لمدة 20h لتستقر الشحنات بداخلها لنقوم بالمرحلة الثانية وهي مرحلة القراءة على قارئ TLD- Harshaw 4500 على البرنامج الحراري WinREMS-900 .wiw.

3-4-مرحلة القراءة

1-3-4- قراءة عينات الشاهد background

وضعت عينات الشاهد غير المعرضة لأشعة غاما وهي على نوعين، شرائح نقية وشرائح مشابهة بتركيز 0.08 mol% في قارئ TLD في المكان المخصص لها، ثم تُدخَل العينة داخل القارئ الذي يقوم برفع الحرارة حتى 300°C ليعطيني منحنى GC للعينة. حيث ان الشكل (9) يوضح منحنى GC للشريحة الأولى وهي مشابهة بتركيز 0.08 mol% والجرعة الممتصة 0 mGy.

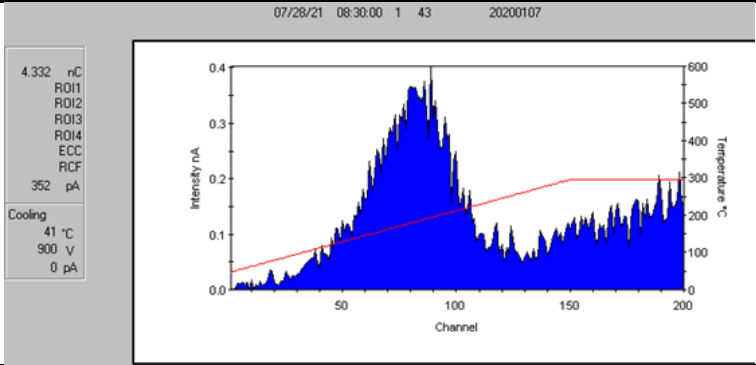
تصنيع مقياس الجرعة TLD المكون من كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ والمشاب بالديسبروزيوم Dy بتركيز $0.08 \text{ mol}\%$



نلاحظ عدم وجود أي منحنى GC لا يحمل قمة واضحة وهذا لان العينة غير معرضة لأي أشعة مؤينه بالتالي لن تتأثر الإلكترونات بأي عامل فقط العوامل الجوية المحيطة وهي لا تسبب شحنة متراكمة واضحة حيث بلغت فقط 2.13 nC وشدة التألق الحراري لا تتجاوز 0.15 nA وهي قيم صغيرة جداً وهذا يتوافق مع كون الجرعة 0 mGy وسنعتد هذه القيم لمقارنة استجابة الشرائح الأخرى من أجل الجرعات المختلفة لأشعة غاما.

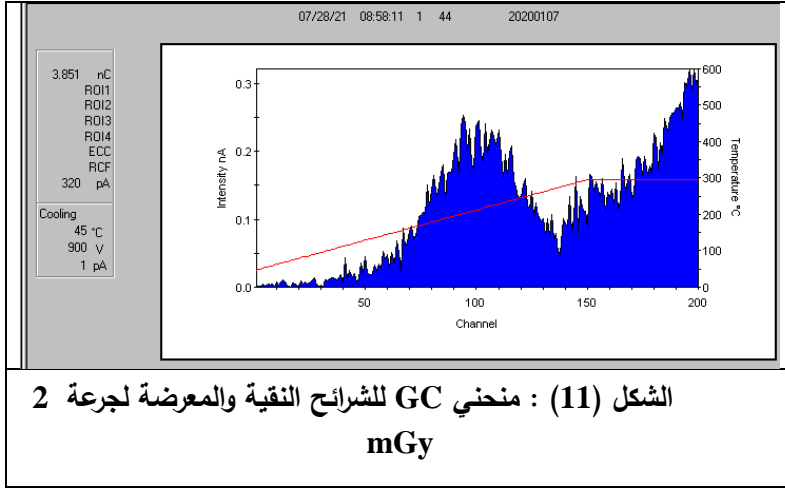
2-3-4- قراءة العينات النقية المعرضة لأشعة غاما بجرعات
(0, 2, 5, 10, 15, 20) mGy

تم أخذ هذه الجرعات بناء على ما يوفره المنبع المشع المتوفر والزمن المتاح للتشيع) والشكل (10) يمثل منحنى التألق الحراري للعينة النقية غير المعرضة للإشعاع



الشكل (10) : منحنى التآلق الحراري للعينة النقية وغير المعرضة للإشعاع

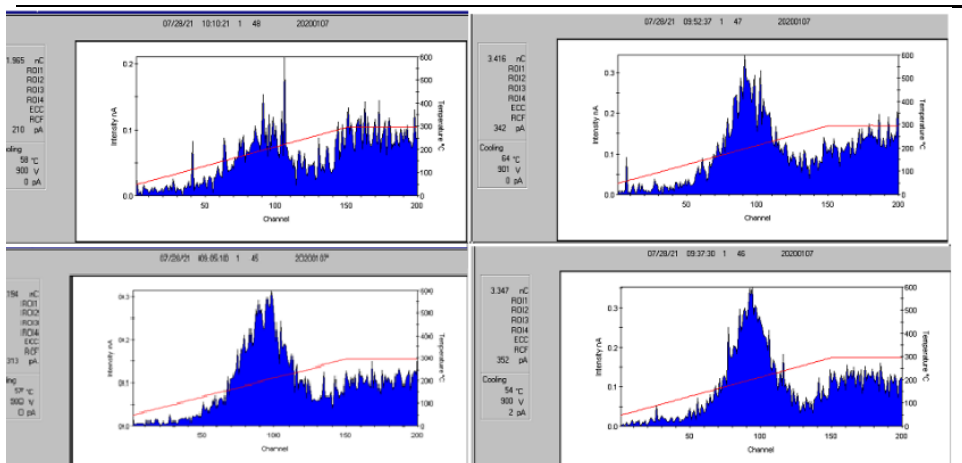
الشكل (11) يوضع منحنى GC للعينة النقية التي تم تعريضها لجرعة 2mGy



الشكل (11) : منحنى GC للشرائح النقية والمعرضة لجرعة 2 mGy

لوحظ من خلال منحنى GC أن قمة التوهج غير واضحة ولوحظ أن الشحنة المتراكمة منخفضة جداً 3.85 nC بحيث تكاد تكون قريبة من عينات الشاهد وشدة التآلق الحراري 0.32 nA وهي أيضاً قيمة منخفضة قريبة جداً من قيمة عينة الشاهد 0.15 nA .
تم تشيع باقي الشرائح النقية بجرعات غاما الأخرى وهي $(5, 10, 15, 20) \text{ mGy}$ ومنحنيات GC لباقي الشرائح النقية من أجل الجرعات السابقة كما في الشكل (12).

تصنيع مقياس الجرعة TLD المكون من كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ والمشاب بالديسبروزيوم Dy بتركيز 0.08 mol%



الشكل (12) : منحنيات GC للعينات النقية المعرضة لجرعات (5, 10, 15, 20)mGy

والجدول (1) يوضح الشحنة المتراكمة وشدة التألق الحراري I لكل العينات النقية

مقارنة مع الجرعة الإشعاعية التي تعرضت لها

الجدول (1) الشحنة المتراكمة وشدة التألق الحراري في العينات النقية من أجل

الجرعات

(0, 2, 5, 10, 15, 20) mGy

الجرعة DmGy	0	2	5	10	15	20
الشحنة nC	4.3	3.85	3.19	3.34	3.41	1.96
شدة التألق الحراري nA	0.35	0.32	0.32	0.35	0.34	0.22

لوحظ من خلال الجدول أن الشحنة المتراكمة قليلة جداً ولا تتجاوز الشحنة الناتجة في

عينات الشاهد وكذلك بالنسبة لشدة التألق الحراري لكون الشرائح النقية خالية من شوائب

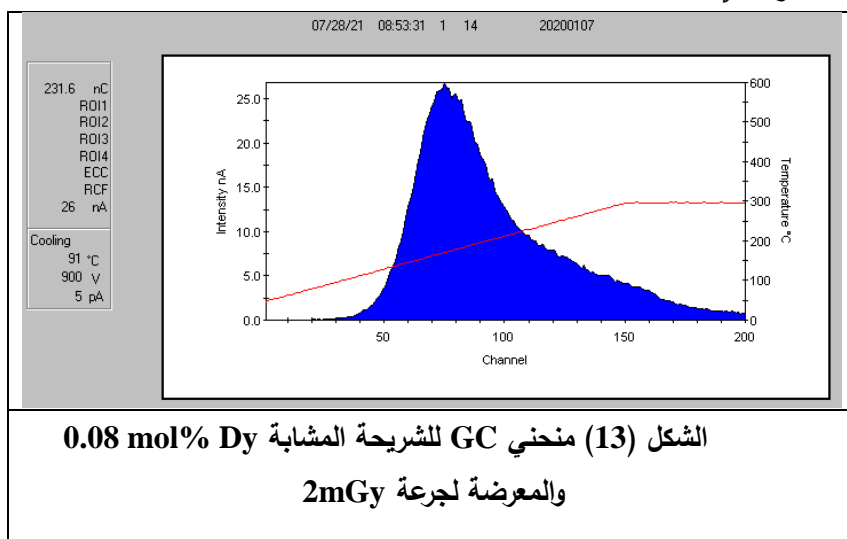
الديسبروزيوم. كما لوحظ أنه مع زيادة الجرعة الإشعاعية الممتصة للعينة لم يحدث زيادة خطية في الشحنة المتراكمة أو شدة التألق الحراري وهذا طبيعي باعتبار أن العينات خالية من الشوائب

بالتالي زيادة الجرعة بالتالي ليس فيها مصائد الكترونية كافية للحصول تآلق حراري يحتوي على قمة قابلة للقراءة والقياس.

3-3-4- قراءة العينات المشابهة المعرضة لأشعة غاما بجرعات (2, 5, 10, 15, 20) mGy

يوضع الشكل (13) منحني GC للعينة المشابهة بتركيز 0.08 mol% التي تم

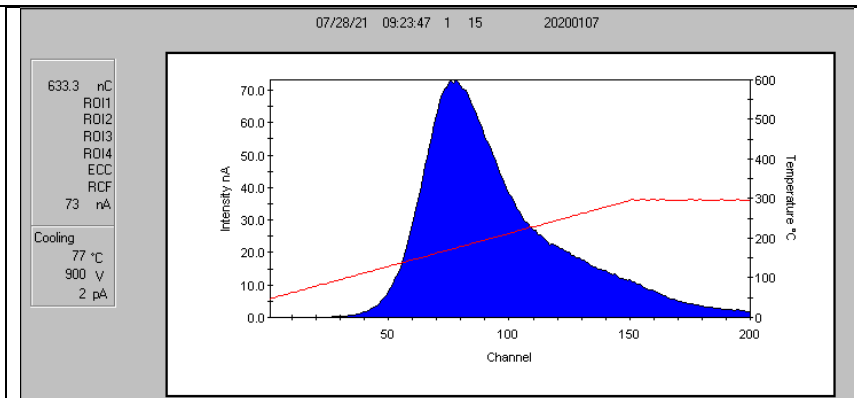
تعريضها لجرعة 2mGy.



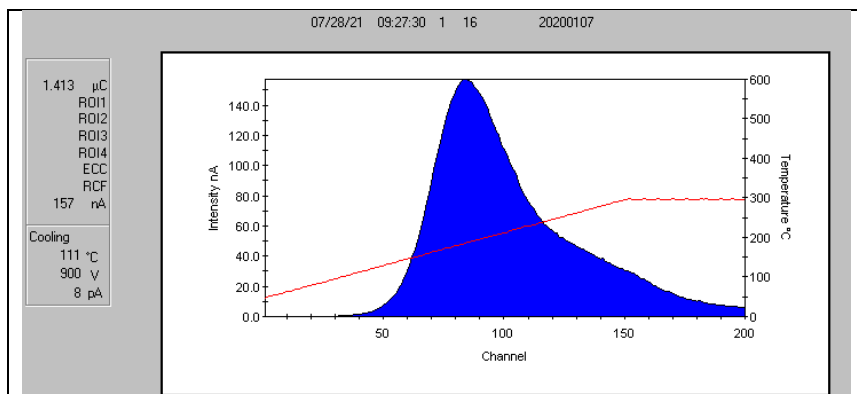
لوحظ من خلال منحني GC أن قمة الاستجابة واضحة جداً وحدثت عند channel القناة 80 وذلك عند درجة حرارة 165°C علماً أن القارئ سخن العينات حتى درجة 300°C ولوحظ أن الشحنة المتراكمة ارتفعت بشكل كبير جداً من 2.13 nC لعينة الشاهد إلى 231.6 nC للعينة المشابهة وشدة التآلق الحراري ارتفعت من 0.15 nA إلى 27 nA وهذا يعني استجابة كبيرة للعينات المشابهة لأشعة غاما وأن المادة التي قمنا بتصنيعها تصلح كمادة قابلة للتآلق الحراري بعد تعريضها لأشعة غاما كما قمنا بتكرار التجربة لخمس عينات أخرى فأعطت ذات الاستجابة دالة على استقرارية القمة وصلاحية هذه المادة لقياس الجرعة المنخفضة.

بينما باقي منحنيات GC للعينات المشابهة 0.08 mol% تظهر في الأشكال (14, 15, 16, 17) لوحظ من خلال منحنيات GC أن قمة الاستجابة واضحة جداً عند channel القناة 80 وذلك عند درجة حرارة 165°C كما لم يلاحظ وجود قمم ثانوية في جميع منحنيات التآلق.

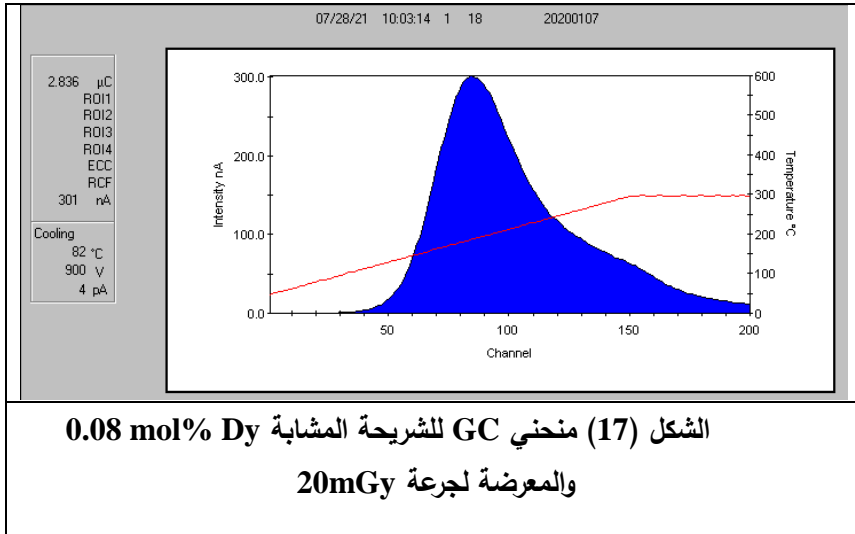
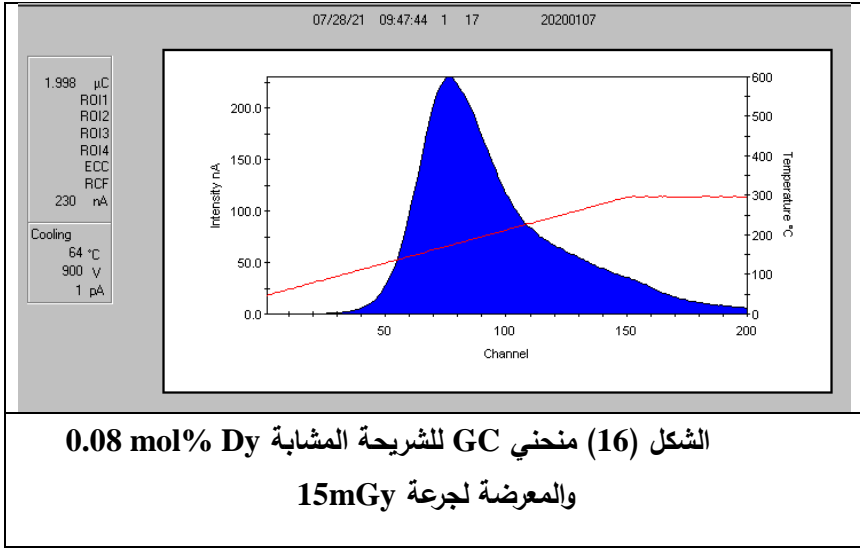
تصنيع مقياس الجرعة TLD المكون من كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ والمشاب بالديسبروزيوم Dy بتركيز
0.08 mol%



الشكل (14) : منحنى GC للشريحة المشابة Dy 0.08 mol%
والمعرضة لجرعة 5mGy



الشكل (15) : منحنى GC للشريحة المشابة Dy 0.08 mol%
والمعرضة لجرعة 10mGy

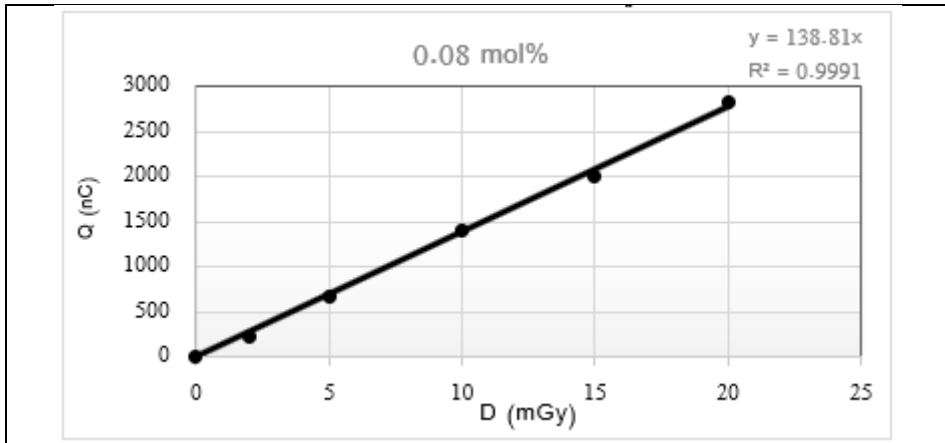


الجدول (2) يوضح الشحنة المتراكمة وشدة التألق الحراري للشرائح المشابة 0.08 mol% من أجل جرعات مختلفة لأشعة غاما.

الجدول (2) الشحنة المتراكمة Q وشدة التألق الحراري I في العينات المشابة 0.08 Dy mol% من أجل الجرعات (0, 2, 5, 10, 15, 20) mGy

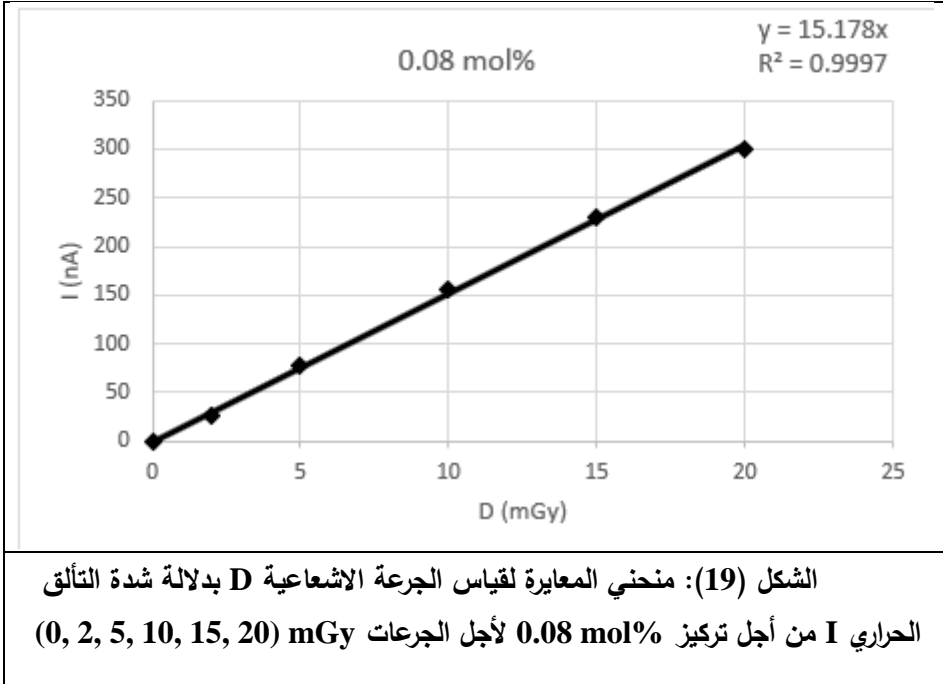
20	15	10	5	2	0	D (mGy)
2836	1998	1413	633.3	231.6	2.13	Q (nC)
300	230	155	73	27	0.15	I (nA)

نلاحظ من خلال الجدول أن الشحنة المتراكمة وشدة التألق الحراري أقل من العينة النقية في حالة عدم التشعيع وهذا عائد لاختلاف التعرض الإشعاعي الطبيعي في ظروف المخبر بين العينتين كما نلاحظ ازدياد الشحنة المتراكمة وازدياد شدة التألق الحراري بشكل كبير مع زيادة الجرعة الإشعاعية بالتالي نستطيع من هذه الميزة في انشاء منحنى المعايرة لقياس الجرعة برسم الخط البياني بين الجرعة الممتصة والشحنة المتراكمة وذلك باستخدام برنامج Excel كما في الشكل (18).



الشكل (18): منحنى المعايرة لقياس الجرعة الإشعاعية من أجل تركيز 0.08 mol% لأجل الجرعات (0, 2, 5, 10, 15, 20) mGy

من المنحني نلاحظ أن الصفة الخطية واضحة وجيدة وبالتالي العينات التي قمنا بتصنيعها تصلح كمقياس للجرعة TLD-900 بشكل فعال جداً ضمن مجال الجرعة المنخفضة المدروس. منحني المعايرة لقياس الجرعة بدلالة شدة التآلق الحراري في الشكل (19).



الشكل (19): منحني المعايرة لقياس الجرعة الاشعاعية D بدلالة شدة التآلق الحراري I من أجل تركيز 0.08 mol% لأجل الجرعات (0, 2, 5, 10, 15, 20) mGy

5- الاستنتاجات

- 1- تم تصنيع مقياس التآلق الحراري TLD-900 باستخدام شائبة الديسبروزيوم بتركيز 0.08 mol%
- 2- تم التأكد من استجابة TLD-900 المشاب عند تعرضه لأشعة غاما بجرعات مختلفة.
- 3- تم تحديد الشحنة المتراكمة للمقياس المصنع وشدة التآلق الحراري I.
- 4- تمت مقارنة فعالية مقياس الجرعة المشاب مع النقي.
- 5- تم رسم منحني المعايرة لاستخدامه في الكشف عن الجرعة الاشعاعية بمجرد معرفة الشحنة المتراكمة أو شدة التآلق الحراري.

6- التوصيات:

- 1- يوصى بدراسة مجالات أخرى للجرعة تتجاوز 20 mGy

تصنيع مقياس الجرعة TLD المكون من كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ والمشاب بالديسبروزيوم Dy بتركيز $0.08 \text{ mol}\%$

- 2- يوصى بتوسيع مجال الدراسة حول تصنيع مقياس التألق الحراري TLD لدخوله في الكثير من المجالات النووية سواء الطبية أو البحثية.
- 3- يوصى باستخدام أنواع أخرى من العناصر الأرضية النادرة غير الديسبروزيوم ودراسة الاستجابة من أجلها.
- 4- يرجى دراسة تراكز أكثر من العنصر النادر للتأكد من أفضل تركيز عند أفضل استجابة.
- 5- ربط الدراسة الاكاديمية هذه بالمجال التطبيقي لقياس الجرعة وخصوصاً الطبي.

7- Reference:

1. Michael H., 2011- **The Royal Society and the decline of oyal Society**, *Royal Society Publishing site*, **278(1717)**, 2537-45.
2. McKeever S., 2001- **Thermoluminescence of Solids**, Cambridge University Press, 2nded, New York, 8.
3. Curie M., 1984- **Radioactive substances**, Faculty of science, 1nded, Paris, 235
4. Sunta M., 2015- **Unraveling Thermoluminescence**, Springer, 1nded, London, 3.
5. Antonio E., 2010- **Thermoluminescent Dosimeter Use for Environmental Surveillance at the Hanford Site**, Prepared for the U.S. Department of Energy, 1nded, USA, 19.
6. Mária Ra., 2002- **Thermoluminescence Dosimetry-Application in Environmental Monitoring**, *Radiation Safety Management*, **2(1)**, 2-16.
7. Sahani G., 2007-**High energy photon dosimetry: Present status and future challenges**, *Indian Association for Radiation Protection*, **30(212)**, 1- 4.
8. Aitken M., 1978- **Archaeological involvements of physics.**, *Physics Reports*, **40(5)**, 277-351.
9. AITKEN M., 1984-**Thermoluminescence Dating**, Academic Press, 1nded, London, 321.
10. Okada, G. et al., 2017- **Dynamics of radio-photoluminescence and thermally-stimulated luminescence in KBr:Sm**, *Tokyo, Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, **28(21)**, 15980-15986.
11. Garlick J., 1948- **The Electron Trap Mechanism of Luminiscence in Sulphide and Silicate Phosphors.**, *Proceedings of the Physical Society*, **60(6)**, 574-591.
12. Kumar, M. et al., 2009 - **Effect of heating rate on TL glow curves**, *Theoretical and experimental studies*, Sunta, *Indian J. Pure Appl. Phys*, **47(6)**, 402-405.
13. YAMASHITA, T et al., 1971-. **Calcium sulfate activated by thulium or dysprosium for thermoluminescence dosimetry.** *Health physics*, **21(2)**, 295-300

تصنيع مقياس الجرعة TLD المكون من كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ والمشاب بالديسبروزيوم Dy بتركيز
0.08 mol%

14. FURURETTA C et al., 1983- **Annealing and fading properties of CaF₂: Tm (TLD-300)**, *Radiation protection dosimetry*, 5(1), 57-63.