دراسة أثر إشابة "ZnS" بعنصر الباريوم "Ba" على الخصائص البنيوية والضوئية

نور علوش*، غسان ناشد، محمد أمين البيك*****

*طالبة دراسات عليا (ماجستير)، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة حلب

**أستاذ مساعد، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة حلب.

***أستاذ، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة حلب.

الملخص:

تم تحضير عينات من ZnS النقي والمشاب بالباريوم بنسب مختلفة بطريقة المحاليل الكيميائية وبدرجة حرارة الغرفة، تم تقسيم المسحوق المحضر للعينات لـ ثلاث أقسام ضغط قسمين على شكل أقراص ضمن مكبس وتم معالجة احداهما حراريا عند درجة حرارة 500 درجة مئوية لمدة ساعة بغية المقارنة بين العينات قبل وبعد المعالجة، أما القسم الثالث تم ترسيبه بطريقة التبخير الحراري على شرائح من الزجاج ضمن غرفة مخلّاه وتحت ضغط منخفض $(10^{-3} - 10^{-4})Pa$.

وجد من طيف الأشعة السينية للأقراص المحضرة أن قيم حجم التبلور ازداد للعينات المعالجة كما ازداد بازدياد نسبة الإشابة والذي أدى الى انخفاض ملحوظ بكثافة الإنخلاعات والانفعال للعينات المعالجة والمشابه وهذا مؤشر جيد لتحسين البنية البلورية وخصائص العينات المعالجة حراريا والمشابه بالباريوم.

ظهرت الفلورة بشكل واضح من أجل العينات المعالجة حراريا وذلك عند طول موجة إثارة λ_{ex}=350 nm حيث أن القمم المميزة للفلورة تمركزت في المجال المرئي مع انزياح لقمم العينات المشابه نحو اللون الأزرق.

كما تبين من طيف UV-VIS للأفلام المرسبه بطريقة التبخير الحراري انخفاض في قيمة الفجوة الطاقية بالنسبة للعينات المشابه بالباريوم.

الكلمات المفتاحية: كبريتيد الزنك، طيف انعراج الأشعة السينية، فجوة الطاقة، طيف الفلورة، طيف الامتصاص.

ورد البحث للمجلة بتاريخ 29 /9/ 2022

قبل للنشر بتاريخ 2022/12/4

1-مقدمة:

لقد أخذت المواد نصف الناقلة اهتماما كبيرا منّذ القدم لما لها من خواص فيزيائية وكيميائية خاصة، وقد زاد الاهتمام بها بشكل ملحوظ لما لها من تطبيقات عملية واسعة حيث لوحظ في القرن الأخير تقدم كبير في أبحاث أنصاف النواقل وتطبيقاتها حيث أن جميع الأجهزة الإلكترونية والتقنيات الحديثة تعتمد اعتمادا كبيرا في عملها على هذه المواد.

كما تم تحسين ومعرفة العديد من الخصائص لهذه المواد بواسطة تقنية ترسيب أفلام رقيقة منها وبتقنيات فيزيائية وكيميائية مختلفة وشغلت مكانا بارزا في بحوث الفيزياء النظرية والتطبيقية.

يعتبر كبريتيد الزنك ZnS من أنصاف النواقل الشفافة والتي تنتمي الى مجموعة أنصاف النواقل II-VI ذات الفجوة الطاقية E_g المباشرة والواسعة.

يتواجد مركب ZnS بالطبيعة على شكل بودرة أو بلورات بيضاء وصفراء اللون، ولهما شكلان شائعان أحداهما ذو بنية مكعبة (sphalerite or zincblende) والأخر ذو بنية سداسية (wurtzite).

كما يعتبر واحد من أكثر المواد المرغوب بها بسبب الخصائص البصرية والكهربائية الجيدة له، كما أنه قليل السمية فضلا عن وفرته بالطبيعة وهو ما يجعل الأجهزة الإلكترونية المكونة من ZnS أقل ثمنا اقتصاديا مقارنة مع المواد النصف الناقلة الأخرى [1].

كما يستخدم ZnS في صناعة شاشات التلفزة والإضاءة وتطبيقات الكترو ضوئية عديدة [2].

يمكن لـ ZnS أن يقوم بحماية أسطح الخلايا الشمسية حيث يتميز بمعاملات امتصاص عالية ومقاومة معقولة ونفاذيّة جيدة [3]، وله معامل انكسار عالي يقدر ب 2.35 والإكسيتون مرتفع حيث طاقة الربط له تقدر ب 34 mev [4].

2- أهمية البحث وأهدافه:

دراسة أثر إشابة ZnS بعنصر الباريوم على خصائصه البنيوية والضوئية وذلك نظراً لاستخداماته في تحضير الخلايا الشمسية والعناصر الالكتروضوئية.

3- الدراسة التجريبية:

3-1الأجهزة والأدوات المستخدمة:

1_جهاز مطيافية الأشعة السينية XRD من شركة Leybold Didactic رقم 554-81.

2_فرن تجفيف من شركة mod:L5/R, Nabertherm.

3_ميزان الكتروني حساس من نوع AA-200.

4_خلاط مغناطيسي ومدق سيراميكي.

5-مطياف UV-VIS من شركة JASCO V-670.

6-مطياف الفلورة الضوئية PL من شركة SCINCO رقم FS-2.

3-2 طريقة تحضير العينات:

تم تحضير مركب كبريتيد الزنك النقي والمشوب بالباريوم بطريقة المحاليل الكيميائية وبدرجة حرارة الغرفة. وذلك باستخدام المحاليل المائية لكل من خلات الزنك المائية Zn(CH3Coo)2.2H2O كمصدر لشوارد الزنك Zn^{+2} ومحلول كبريتيد الصوديوم Na_2S كمصدر لشوارد الكبريت S^{-2} وبنسبة مولية ZnS/1:1 [5].

حيث تم إذابة (21.9gr) من خلات الزنك في (100ml)من الماء المقطر الخالي من الأيونات ووضعه على الخلاط المغناطيسي لمدة 15minوذلك للحصول على الإذابة التامة.

بالنسبة لمحلول كبريتيد الصوديوم تم إذابة (7.80gr) من Na2S في (100ml) من الماء المقطر ووضعه على خلاط مغناطيسي ولمدة 15minأيضا للحصول على الإذابة التامة.

بعد ذلك يتم وضع المحلولين ضمن بيشر واحد وخلط المحلولين على خلاط مغناطيسي ولمدة 15minللحصول على راسب من كبريتيد الزنك، يتم غسل الراسب

الناتج عدة مرات بالماء المقطر وترشيحه للتخلص من الشوارد والرواسب والجزيئات الكبيرة.

وبالنسبة للعينات المشابه استخدمنا محلول مائي من ثنائي كلوريد الباريوم $BaCl2.2H2o$ كمصدر لشوارد الباريوم وبإذابة كميات محسوبة منه للحصول على إشابات بالنسب التالية 4%, 6%, 8% .

تم خلط محلول خلات الزنك ومحلول ثنائي كلوريد الباريوم في البداية ومن ثم تم إضافة محلول كبريتيد الصوديوم تم خلطهم ضمن خلاط مغناطيسي لمدة 15min ومن ثم تم غسل الراسب الناتج لجميع العينات السابقة عدة مرات بواسطة الماء المقطر.

تم تجفيف الراسب لجميع العينات السابقة ضمن فرن تجفيف على درجة حرارة 80 درجة مئوية لمدة 24 ساعة.

ومن ثم تم طحن الراسب الناتج لجميع العينات السابقة بواسطة مدق سيراميك ثم تقسيم العينات ل ثلاث أقسام قسمين تم كبس المسحوق الناتج على شكل أقراص ضمن المكبس تحت ضغط3ton/cm2.

تم معالجة أحد أقسام العينات المحضرة حرارياً في فرن درجة حرارته 500C° لمدة ساعة.

أما القسم الثالث تم ترسيبه بطريقة التبخير الحراري على شرائح من الزجاج ضمن غرفة مخلّاة وتحت ضغط منخفض $(10^{-3} - 10^{-4})Pa$.

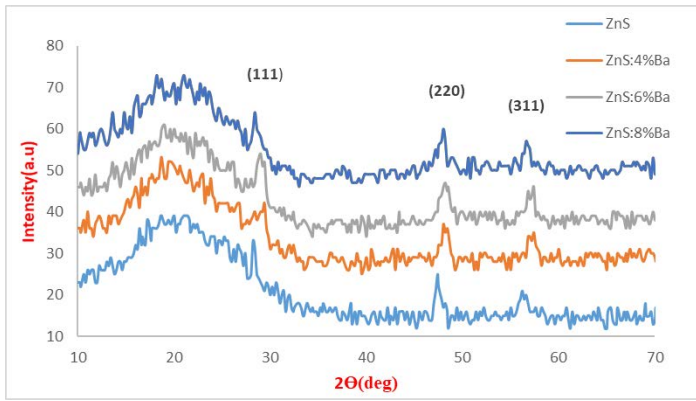
3-3 الدراسة البنيوية:

3-3-1 طيف انعراج الأشعة السينية XRD:

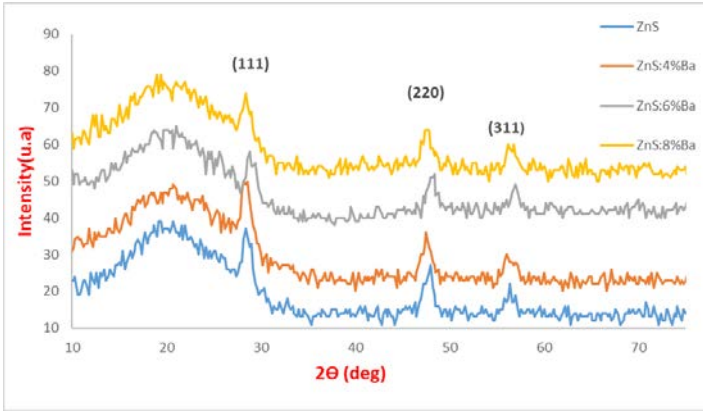
استخدمت مطيافية الأشعة السينية من أجل معرفة الخواص البنيوية للمركب المحضر ومعرفة أثر المعالجة على تبلور العينات، حيث تم تعيين بنية المركب ومعاملات بنيوية اخرى مثل ثابت الشبكة البلورية (a) والمسافة بين المستويات البلورية المتوازية (d_{hkl}) وحجم التبلور (D) وانفعال الشبكة البلورية (ε) وكثافة الإنخلاعات (δ).

أخذ طيف انعراج الأشعة السينية (XRD) لعينات ZnS النقية والمشابه بالنسب التالية ZnS:8%Ba - ZnS:6%Ba - ZnS:4%Ba باستخدام جهاز الأشعة السينية ذو مصعد من النحاس طول موجة Kα له 1.5418 A° = λ وضمن مجال زاوي (20°-80°) =2Θ.

يشير الشكل (1) و (2) لطيف انعراج الأشعة السينية لعينة ZnS النقية وعينات ZnS المشابه بالباريوم بالنسب التالية (4%,6%,8%) قبل وبعد المعالجة.



الشكل (1) أطياف انعراج الأشعة السينية للعينات المحضرة بعد المعالجة الحرارية



الشكل (2) أطياف انعراج الأشعة السينية للعينات المحضرة قبل المعالجة الحرارية

نلاحظ من الشكل (1) و (2) ظهور قمم انعراج واضحة عند الأوضاع الموافقة للبنية البلورية المكعبة للمركب ZnS وهي (111) و (220) و (311) وتوجه مفضل للنمو وهو (111) وذلك بالمقارنة مع الأبحاث السابقة ل ZnS [6] .

كما يلاحظ انزياح لقمم الانعراج للعينات المشابه بالنسب 4% و6% قبل المعالجة أما بعد المعالجة يظهر هذا الانزياح واضحا لجميع العينات المشابه ويعود سبب ذلك لتغير حجم حبيبات المادة المشابه والمعالجة حراريا.

بالاعتماد على أطياف الانعراج للأشعة السينية (1) و (2) تم حساب المعاملات التالية لجميع العينات المعالجة حراريا ومقارنتها مع نتائج العينات غير المعالجة [6]:

المسافة بين المستويات البلورية المتوازية d_{hkl} من قانون براغ الممثل بالعلاقة (1) بالاستفادة من طيف الانعراج الأشعة السينية:

$$2d_{hkl}\sin(\Theta_{hkl}) = n\lambda \qquad (1)$$

حيث: d_{hkl} المسافة بين المستويات البلورية المتوازية وفق الاتجاه hkl (حيث أن الاتجاه الذي تم اعتماده بالحسابات هو (111)

θ_{hkl} : زاوية الانعراج الموافقة للاتجاه hkl.

n: رتبة الانعراج.

λ : طول موجة الأشعة السينية.

كما حسب ثابت الشبكة البلورية (a) باعتبار أن البنية البلورية مكعبة بالاعتماد على العلاقة (2) التالية:

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2} \qquad (2)$$

حيث: hkl قرائن ميلر.

a ثابت الشبكة البلورية.

الجدول (1) يمثل قيم بعض البارامترات المحسوبة من تحليل طيف الانعراج للأشعة السينية للعينات قبل المعالجة

	Θ°	SinΘ	d(A°)	$a(A°)^3$
ZnS pure	14.2	0.245307	3.139123	5.43712
ZnS:4%Ba	14.1	0.243615	3.16093	5.474891
ZnS:6%Ba	14.4	0.24869	3.096427	5.363168
ZnS:8%Ba	14.2	0.245307	3.139123	5.43712

الجدول (2) يمثل قيم بعض البارامترات المحسوبة من تحليل طيف الانعراج للأشعة السينية للعينات بعد المعالجة

	Θ°	SinΘ	d(A°)	$a(A^{\circ})^3$
ZnS pure	14.1	0.243615	3.16093	5.474891
ZnS:4%Ba	14.7	0.253758	3.034585	5.256055
ZnS:6%Ba	14.5	0.25038	3.075525	5.326966
ZnS:8%Ba	14.2	0.245307	3.139123	5.43712

كما تم ايجاد حجم التبلور D لجميع العينات من معادلة ديبروي–شيرر التالية [6]:

$$D = \frac{k\lambda}{\beta hkl\ cos\theta hkl} \qquad (3)$$

حيث: β_{hkl} (Rad): عرض منتصف الشدة لقمة الانعراج الموافقة للمستوي البلوري ذو القرائن hkl

K: ثابت يساوي 0.94

λ طول موجة الأشعة السينية وتساوي 1.5418 Å.

D(nm) حجم التبلور.

θ_{hkl}: زاوية الانعراج الموافقة للمستوي hkl (عند أعلى شدة انعراج وهو(111)).

وكذلك تم حساب الإنفعال للشبكة البلورية وفق العلاقة [6]:

$$\varepsilon = \frac{\beta \cos\theta}{4} \qquad (4)$$

كما تعرف كثافة الإنخلاعات δ :على أنها طول خطوط الانخلاع في وحدة حجم البلورة، حيث يمكن الحصول عليها باستخدام حجم التبلور D وفق العلاقة التالية[6] :

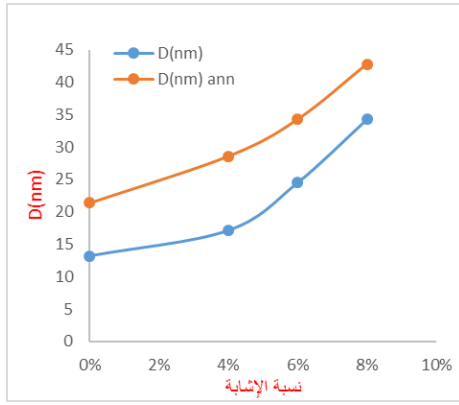
$$\delta = \frac{1}{D^2} \qquad (5)$$

الجدول (3) يمثل قيم بعض البارامترات المحسوبة من تحليل طيف الانعراج للأشعة السينية للعينات قبل وبعد المعالجة الحرارية

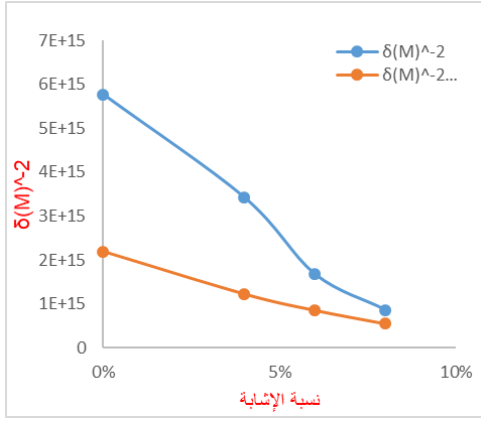
العينات قبل و بعد التسخين عند درجة حرارة^{o}500c لمدة 1h	**عرض منتصف الشدة β (Rad)**	**حجم التبلور D(nm)**	**كثافة الإنخلاعات δ(line*m)^2**	**الإنفعال ε**
ZnS Pure	0.011338889	13.1699	5.76546E+15	0.002748108
ZnS:4%Ba	0.008722222	17.1134	3.41452E+15	0.00211486
ZnS:6%Ba	0.006105556	24.4802	1.66867E+15	0.001478435

ZnS:8%Ba	0.004361111	34.2418	8.52879E+14	0.001056965
ZnS Pure (ann)	0.006978	21.3917	2.19E+15	0.001692
ZnS:4%Ba (ann)	0.005233	28.59905	1.22E+15	0.001266
ZnS:6%Ba (ann)	0.004361	34.28767	8.51E+14	0.001056
ZnS:8%Ba (ann)	0.003489	42.80222	5.46E+14	0.000846

رسم كل من حجم التبلور والإنفعال الحاصل في الشبكة البلورية وكثافة الإنخلاعات بدلالة نسبة الإشابة ومقارنة الخطوط البيانية للعينات قبل وبعد المعالجة والأشكال التاليه توضح ذلك:



الشكل (3) يمثل رسم بياني لحجم التبلور بدلالة نسبة الاشابة للعينات قبل وبعد المعالجة الحرارية



الشكل(4) يمثل رسم بياني لكثافة الإنخلاعات بدلالة نسبة الاشابة للعينات قبل وبعد المعالجة الحرارية

الشكل (5) يمثل رسم بياني للانفعال بدلالة نسبة الاشابة للعينات قبل وبعد المعالجة الحرارية

نلاحظ من الجدول (1) أن قيم حجم التبلور تزداد بعد معالجة العينات ويعود ذلك الى الزيادة في نقصان العيوب البلورية إذ تأخذ الذرات مواقعها الحقيقية وتعيد ترتيب نفسها كما يزداد حجم التبلور بزيادة نسبة الإشابه لكون ذرة الباريوم أكبر من ذرة الزنك حيث تتراوح قيم حجم التبلور ما بين nm (21-42) للعينات المعالجة وما بين

nm (13-34) للعينات قبل المعالجة الحرارية.

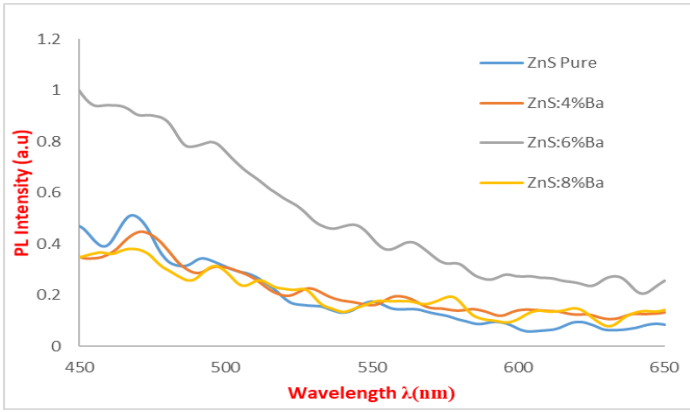
كما نلاحظ من الأشكال (4) و(5) انخفاض بشكل ملحوظ لكثافة الإنخلاعات للعينات المشابه والمعالجة وهذا مؤشر لتحسين البنية البلورية وانخفاض الانفعال للعينات بعد المعالجة الحرارية وهذا مؤشر جيد لتحسين خصائص العينات المعالجة حرارياً.

4-3 الدراسة الضوئية:

4-3-1 طيف الفلورة PL:

تعد إشارة الفلورة مفيدة جدا لمعرفة كيفية إعادة اتحاد الإلكترونات والثقوب المحفزة ضوئيا في أنصاف النواقل، حيث أن للإلكترونات والثقوب ذات السلوك المختلف تأثيرات مختلفة على الية التحفيز الضوئي [7].

من أجل التعرف على الخواص الطيفية للمركب المحضر تم أخذ طيف الفلورة باستخدام جهاز PL حيث أثيرت العينة بحزمة ضوئية بطول موجي 350 nm وتم التحكم بشدة الضوء الساقط من خلال عرض الشق ضمن المجال (2.5nm-5nm) الذي تمر عبره الحزمة الضوئية. تم قياس طيوف الفلورة لجميع العينات ضمن الأطوال الموجية nm (320-900) وتوضح الأشكال التالية طيوف الفلورة لجميع العينات المحضرة قبل وبعد المعالجة الحرارية.



الشكل (6) يوضح طيوف الفلورة لجميع العينات المحضرة قبل المعالجة

يلاحظ من الشكل (6) ظهور عدّة قمم فلورة عند أطوال موجية مختلفة موافقة لسويات إشابه بالباريوم وسويات إشابه بنيوية.

الجدول (4) يوضح خصائص طيف الفلورة لعينة ZnS Pure قبل المعالجة المثارة بطول موجي(nm) λ_{ex} =350

العينة	ZnS Pure			
طول موجة قمة الفلورة λ_{em} (nm)	468.2	492.2	550.3	621.1
طاقة الإصدار E_{em}(ev)	2.64	2.51	2.25	1.99

الجدول (5) يوضح خصائص طيف الفلورة لعينة ZnS:4%Ba قبل المعالجة المثارة بطول موجي(nm) λ_{ex} =350

العينة	ZnS:4%Ba			
طول موجة قمة الفلورة λ_{em} (nm)	471.3	497.5	528.8	559.2
طاقة الإصدار E_{em}(ev)	2.63	2.49	2.32	2.21

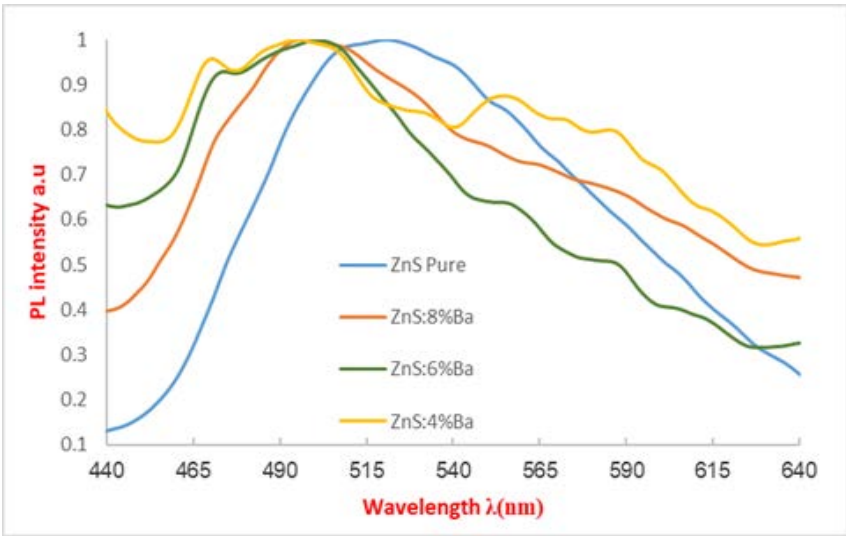
الجدول (6) يوضح خصائص طيف الفلورة لعينة ZnS:6%Ba قبل المعالجة المثارة بطول موجي(nm) λ_{ex} =350

العينة	ZnS:6%Ba			
طول موجة قمة الفلورة λ_{em} (nm)	456.5	543.9	563.3	638.5
طاقة الإصدار E_{em}(ev)	2.71	2.27	2.2	1.94

الجدول (7) يوضح خصائص طيف الفلورة لعينة ZnS:8%Ba قبل المعالجة المثارة بطول موجي(nm) λ_{ex} =350

العينة	ZnS:8%Ba			
طول موجة قمة الفلورة λ_{em} (nm)	496.7	468.2	567.9	619.7
طاقة الإصدار E_{em}(ev)	2.63	2.64	2.18	2

توضح الجداول (4)(5)(6)(7) طاقة هذه السويات حيث وجد أن جميع العينات قبل المعالجة الحرارية أظهرت تألق وبشدّات منخفضة ضمن المجال المرئي عند القمم الموضحة بالجداول السابقة من المرجح أن جميع الاصدارات السابقة هي إصدارات عيوب سواء كانت عيوب سطحية بالنسبة لعينة ZnS Pure أو عيوب ناتجة عن الاشابة لباقي العينات [8].



الشكل (7) يوضح طيوف الفلورة للعينات لمحضرة بعد المعالجة الحرارية

يوضح الشكل (7) أطياف الفلورة للعينات بعد المعالجة حيث أظهرت قمة فلورة واضحة وعريضة لجميع العينات ضمن المجال المرئي ناتجة عن عدد كبير من السويات الشائبة بين عصابة التكافؤ وعصابة الناقلية مع انزياح لقمم الفلورة نحو اللون الأزرق مع انخفاض نسبة الاشابة والجدول (8) يوضح خصائص الفلورة لجميع العينات المحضرة بعد المعالجة الحرارية.

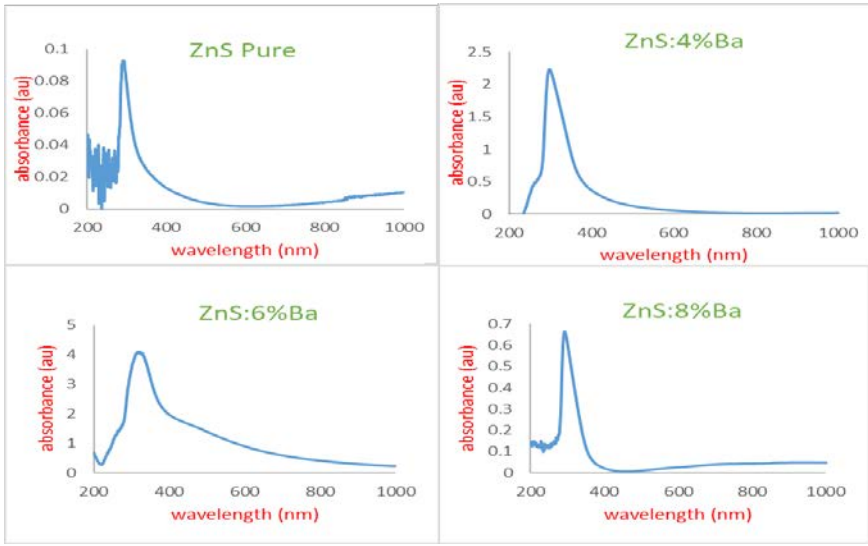
الجدول (8) يوضح خصائص طيف الفلورة لجميع العينات المعالجة المثارة بطول موجي(λ_{ex} =350 (nm)

العينة	طول موجة قمة الفلورة λ_{em} (nm)	طاقة الإصدار E_{em}(ev)
ZnS Pure	521	2.38
ZnS:4%Ba	471	2.36
ZnS:6%Ba	480	2.58
ZnS:8%Ba	495	2.50

2-4-3 طيف الامتصاص UV-VIS:

تم دراسة الخواص البصرية للعينات المحضرة ولمرسّبه على شكل أفلام رقيقة لما لها من أهمية كبيرة بوصف المادة حيث درست أطياف النفوذية للعينات المحضرة باستخدام جهاز UV-Spectrophotometer من نوعJasco-V630 ضمن المجال (1000−200) nm

ويوضح الشكل (8) أطياف الامتصاص لعينات ZnS النقية والمشابه.



الشكل (8) طيف الامتصاصية للعينات المحضرة مع طول الموجة

يستفاد من طيف الامتصاصية تعيين معاملات بصرية عدة كالمجال المحظور حيث يشكل مميزة أساسية للمادة كما يعتبر من أهم المعاملات التي يمكن الحصول عليها من طيف الامتصاصية، من أجل حساب عرض المجال المحظور تم استخدام علاقة توس Tauc التالية والتي تصف معامل الامتصاص كتابع لطاقة الفوتون الوارد [9]:

$$\alpha h\upsilon = A(h\upsilon - E_g)^n$$

حيث:

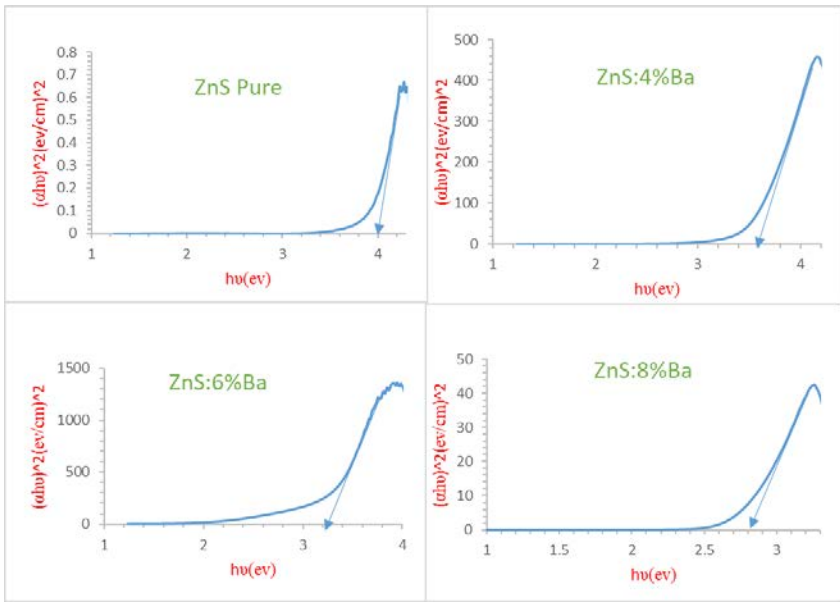
E_g عرض المجال المحظور

$h\upsilon$ طاقة الفوتون الوارد

A ثابت

n معامل يشير الى طبيعة الانتقالات الالكترونية ويساوي الى 1/2 في حالة الانتقالات المباشرة المسموحة.

ولإيجاد قيم المجال المحظور للعينات المحضرة تم رسم تغيرات $(\alpha h\upsilon)^2$ بدلالة $h\upsilon(ev)$ حيث تمثل نقطة تقاطع المماس للقسم الخطي للمنحني مع محور x كما في الأشكال التالية:



الشكل (9) تغيرات $(\alpha h\upsilon)^2$ بدلالة $(h\upsilon)$

من الشكل (9) يلاحظ تناقص في عرض الفجوة الطاقية مع ازدياد نسبة الاشابة وذلك نتيجة لتشكل سويات شائبة متقاربة من بعضها البعض ضمن الفجوة الطاقية وهذا يتطابق مع نتائج طيوف الفلورة، والجدول (9) يوضح قيم الفجوة الطاقية مع تغير نسب الاشابة.

الجدول (9) يوضح قيم فجوة الطاقة للعينات المحضرة

sample	E_g (ev)
ZnS Pure	4
ZnS:4%Ba	3.6
ZnS:6%Ba	3.2
ZnS:8%Ba	2.8

نلاحظ من الجدول السابق أن فجوة الطاقة تقل عند زيادة نسبة الاشابة بالباريوم ويعود ذلك لتشكل مستويات موضعية داخل فجوة الطاقة عائدة لشوائب الباريوم أدّت الى امتصاص الفوتونات ذات الطاقة المنخفضة فتقل فجوة الطاقة البصرية [10] [11] [12].

4- الاستنتاجات:

1- عند دراسة انعراج الأشعة السينية وجد أن جميع العينات النقية والمشابه بالباريوم جميعها متعددة التبلور من النوع المكعب وذات توجه مفضل للنمو هو (111) قبل وبعد المعالجة الحرارية.

2- من خلال دراسة الخصائص البنيوية للعينات المحضرة بالاعتماد على أطياف الانعراج للأشعة السينية وجد ازدياد لحجم التبلور لجميع العينات النقية والمشابه بعد المعالجة الحرارية مع انخفاض بقيم الانفعال وهذا مؤشر جيد لتحسن البنية البلورية وبالتالي تحسين الخصائص للعينات المعالجة حراريا.

3- كشفت طيوف الفلورة الضوئية لجميع العينات المحضرة والمعالجة حراريا على قمم واضحة وعريضة ضمن المجال المرئي مع انزياح لقمم الفلورة نحو اللون الأزرق بانخفاض نسبة الأشابة.

4- أظهرت طيوف الامتصاصية UV-VIS للعينات المرسبة انخفاض بفجوة الطاقة للعينات المشابه بالباريوم.

المراجع:

[1] -Karar, F. Singh, B.R. Mehta, **(**2004**). Journal of Applied Physics 95, 656.**

[2] -Huda Abdullah, Nor habibi Saadah and Sahbuddin Shaari **,** (2012) **"Effect of Deposition Time on ZnS Thin Films Properties by Chemical Bath Deposition (CBD) Techinique"**, World Applied Sciences Journal 19 (8): 1087-1091.

[3] - S.S. Kale , U.S. Jahav and C.D. Lokhande , Ind.J.of Pure & Appl,(1996) . **Phys, 34, 324.**

[4] -Daranfad Ouarda, , (2010). **Elaboratoin et caracteristion des couches minces de sulfure de Zinc (ZnS) par spray ultrasonique**, Memoir de Magister, universite mentouri Constantine, Algerienne, p (11 _12).

[5]- Arfat Firdous • M. Aslam Baba • D. Singh • Abdul Hamid Bhat, 2014**. Optical and impedance studies of pure and Ba-doped ZnS quantum dots.**

[6] - S. Saravana Kumar a, M. Abdul Khadara, , S.K. Dharab, T.R. Ravindranb, K.G.M. Nair, (2006). **Photoluminescence and Raman studies of ZnS nano particles implanted with Cu+ ions.** **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B**, vol. 251, p 435–440.

[7] - B.Liu,L. Wen, X. Zhao,2007.**The photoluminescence spectrorscopic study of anatase TiO2 prepared by magnetron sputtering.Mater.chem.Phys**.106 350-353.

[8] - C.S. Pathak a , D.D. Mishra b, *, V. Agarwala b , M.K. Mandal,2012.**Blue light emission from barium doped zinc sulfide nanoparticles**.

[9] − A. Mukherjee، P. Ghosh , A.A. Aboud , P. Mitra **,** ,2016. **''nfluence of copper incorporation in CdS: Structural and morphological studies'' Materials Chemistry and Physics** Vol.184, pp101-109.

[10]− Z. Makhdoumi-Kakhaki,A. Youzbashi1 , P. Sang pour , N. Naderi , A.Kazemzadeh, (2016) . **''Effects of film thickness and stoichiometric on the electrical, optical and photodetector properties of CdS quantum dots thin films deposited by**

chemically bath deposition method at different bath temperature'', J Mater Sci: Mater Electron.

[11]- Al-Jumaili S. Hamid.، Taha N. Mahmood, 2013. **''Stractural and optical properties of CdS:In nanoparticals thin films prepared by CBD technique''** (IJAIEM) Vol. 2, pp. 60-65.

[12] - S.M.H.AL-Jawad, , 2006.**''Study of Some Physical Properties of CdS Films Prepared by Chemical Bath Deposition، PhD**. thesis "Applied Science Dep, University of Technology.