

دراسة الخواص التركيبية والبصرية لأغشية SnS:F المحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري

هند ضاري عواد* رامنر احمد الأنصاري** عبد الحميد رحيم الصراف***

استلام البحث 20، كانون الاول، 2012
قبول النشر 11، اذار، 2014

الخلاصة:

حضرت أغشية رقيقة من أحادي كبريتيد القصدير (SnS) النقية والمشوبة بالفلور بنسب تشويب (4,3,2,1) % ويسمك $(0.45 \pm 0.05) \mu\text{m}$ و $(0.85 \pm 0.05) \mu\text{m}$ بطريقة الرش الكيميائي الحراري. درس تأثير التشويب بالفلور على الخصائص التركيبية والبصرية وظهرت نتائج فحوصات الأشعة السينية ان الأغشية المحضرة ذات تركيب متعدد التبلور، وان التشويب ادى الى زيادة في شدة قمم الحيود عن قيمتها قبل التشويب، كما تم دراسة الخواص البصرية للأغشية كافة من خلال طيف الأمتصاصية والنفاذية لمدى الأطوال الموجية (300-900)nm حيث حسبت فجوة الطاقة البصرية للأنقاليين المباشر الممنوع وغير المباشر المسموح ووجد ان قيمة فجوة الطاقة البصرية للأغشية المشوبة بنسبة اقل من 2 % تزداد مع زيادة نسبة التشويب ويعود السبب الى ازاحة برونستن - مورس، اما قيمة فجوة الطاقة للأغشية المشوبة بنسبة اكبر من 2 % فانها تقل مع زيادة نسبة التشويب.

الكلمات المفتاحية: الأغشية الرقيقة، الرش الكيميائي الحراري، أغشية SnS:F

المقدمة:

في هذه المنطقة، ويدخل في تصنيع الخلايا الشمسية ذات المفارق الهجينة [1,2,3].

الجانب النظري:

ينتج طيف الأمتصاص من ظاهرة الفقدان في الطاقة الناتجة عن التفاعل الحاصل بين الضوء و الشحنات التي تحويها المادة [4] عندما تسقط حزمة ضوئية شدتها (I_0) على غشاء فالشعاع النافذ تكون شدته (I) حسب قانون لامبرت للأمتصاص [5,6]

$$I = I_0 e^{-at} \dots\dots\dots (1)$$

a : معامل الأمتصاص يعرف بانه نسبة التناقص في فيض طاقة الأشعاع الساقط بالنسبة لوحدة المسافة باتجاه أنتشار الموجة داخل الوسط، t سمك الغشاء الرقيق (cm) يمكن كتابة العلاقة (1) بالصيغة الآتية:-

$$\text{Ln} \frac{I}{I_0} = -at \dots\dots\dots (2)$$

$$at = 2.303 \text{Log} \frac{I_0}{I} \dots\dots\dots (3)$$

ان المقدار $(\text{Log} \frac{I_0}{I})$ يمثل الأمتصاصية (- Absorbance - A) لمادة الغشاء فيمكن كتابة

تعد تقنية الأغشية الرقيقة واحدة من أهم التقنيات التي ساهمت في تطور دراسة اشباه الموصلات واعطت فكرة واضحة عن العديد من خواصها الفيزيائية والكيميائية، يعتبر احادي كبريتيد القصدير من الجالكوجينات التي تعود الى مركبات المجموعة IV-VI شبه الموصله وهو من المركبات الطبقيّة، حيث يتكون المركب من طبقات على شكل رففوف مترابطة وان هذه الخاصية تجعل المركب مفيدا في كثير من التجارب التي تحتاج الى اشباه موصلات ذات سطوح قابلة للإنتاج وقابلة للتجديد بالإضافة الى ذلك من الممكن ادخال بعض المعادن القلوية بين الطبقات المتتابعة للمركب ويصاحب هذه العملية زيادة في التوصيلية، التركيب البلوري لمركب احادي كبريتيد القصدير هو من النوع المعيني القائم وله الثوابت الشبكية الآتية:

$$a = 4.30 \text{ \AA}, \quad b = 11.20 \text{ \AA}, \quad c = 3.99 \text{ \AA}$$

ان مركب SnS يمتلك توصيلية من النوع الموجب P-type اي ان حاملات الشحنة الاغلبية هي الفجوات، يعد من المواد قليلة الكلفة ومتوفرة بكثرة في الطبيعة، ولأحادي كبريتيد القصدير اهمية كبيرة حيث يستخدم في كثير من التطبيقات الشمسية اذ يستخدم بوصفه نافذة للخلايا الشمسية لأمتلاكه معامل امتصاص عالي في منطقة الطيف المرئي ويستخدم كمخففات للانعكاس لآنعكاسيته القليلة

المعادلة (3) بالصيغة الآتية

$$\alpha = 2.303 \frac{A}{t} \dots\dots\dots(4)$$

يعتمد معامل الامتصاص على خواص شبه الموصل من حيث فجوة الطاقة البصرية ونوع الانتقالات الألكترونية التي تحدث بين حزم طاقته. تحسب طاقة الفوتون الساقط (hv) من العلاقة الآتية:-

$$hv \text{ (eV)} = (1240/\lambda) \dots\dots\dots(5)$$

حيث λ الطول الموجي (nm) ان السمة المميزة المشتركة في مخطط الامتصاص عندما تصبح طاقة الأشعاع الممتص مساوية تقريبا الى فجوة الطاقة الأساسية للامتصاص للمادة

(Fundamental absorption Edge) وان دراسة موقع الحافة الأساسية وتركيبها يعطي معلومات عن فجوة الطاقة وعن خواص حزم الطاقة اعلاها واسفلها [7]. ففي حالة كون الانتقال غير عمودي من اعلى نقطة في قمة حزمة التكافؤ الى اوطاً نقطة في قعر حزمة التوصيل فان هذا النوع من الانتقال يدعى بالانتقال غير المباشر المسموح ومعامل الامتصاص لهذا النوع من الانتقالات يمكن الحصول عليه من المعادلة الآتية[8]:

$$\alpha hv = B_1 (hv - E_g^{opt} \pm E_{ph})^r \dots\dots\dots(6)$$

حيث ان E_{ph} طاقة الفونون، B_1 : ثابت يعتمد على نوع المادة.

اما عندما يكون الانتقال عمودي من النقاط المجاورة لأعلى نقطة في حزمة التكافؤ الى نقاط مجاورة لأوطاً نقطة في حزمة التوصيل فان هذا النوع من الانتقال يدعى بالانتقال المباشر الممنوع ومعامل الامتصاص لهذا النوع من الانتقالات يمكن الحصول عليه من المعادلة الآتية:

$$\alpha hv = B_0 (hv - E_g^{opt})^r \dots\dots\dots(7)$$

حيث r : معامل اسي. B_0 : ثابت يعتمد على نوع المادة.

hv : طاقة الفوتون بوحدات eV E_g^{opt} : فجوة الطاقة البصرية بوحدات eV

وان قيمة r تساوي (1/2) في حالة الانتقال غير المباشر المسموح و(3/2) في حالة الانتقال المباشر الممنوع.

يتم حساب الانعكاسية R_0 من العلاقة الآتية [9]:-

$$R_0 + A + T = 1 \dots\dots\dots(8)$$

التي تمثل النسبة بين الشعاع المنعكس والشعاع الساقط عند الحد الفاصل بين وسطين .

حيث ان A : الامتصاصية .

T : النفاذية.

للموجة داخل المادة يعتبر معامل الخمود الجزء الخيالي لمعامل الانكسار المعقد ، وهو الانحلال الأسي يمكن حساب معامل الخمود من المعادلة :-

$$k = \frac{\alpha \lambda}{4 \pi} \dots\dots\dots(9)$$

حيث ان :-

λ : الطول الموجي للأشعة الساقطة.

ويمكن التعبير عن معامل الانكسار بالمعادلة

$$n_o = \left[\left(\frac{1+R_o}{1-R_o} \right)^2 - (k^2 + 1) \right]^{1/2} + \frac{1+R_o}{1-R_o}$$

الآتية:-

$$\dots\dots\dots(10)$$

تحدث عملية فقدان الطاقة في المادة بسبب التفاعل بين الضوء وشحنات الوسط وما ينتج عنه من استقطاب لشحنات الوسط ويوصف هذا الاستقطاب عادة بثابت العزل الكهربائي المعقد للوسط والذي يعرف بالعلاقة الآتية:-

$$\dots\dots\dots(11)$$

$$\epsilon = \epsilon_{1-i} \epsilon_2$$

حيث ان :-

ϵ :- ثابت العزل المعقد .

ϵ_1 :- الجزء الحقيقي من ثابت العزل.

ϵ_2 :- الجزء الخيالي من ثابت العزل .

يرتبط (ϵ) مع معامل الانكسار المعقد بالعلاقة :-

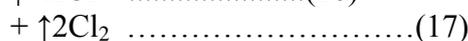
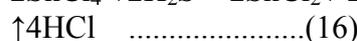
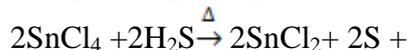
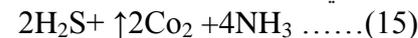
$$n^* = \sqrt{\epsilon} \dots\dots\dots(12)$$

ومن المعادلة (11) و (12) ينتج الآتي:-

$$\epsilon_2 = 2n_o k \dots\dots\dots(14)$$

الجانب العملي:

حضرت اغشية SnS بأستخدام منظومة التحلل الكيميائي الحراري التي تتكون من (مسخن حراري - اسطوانة غاز النتروجين - جهاز التحلل - حامل حديدي) ، حضر المحلول بدرجة حرارة الغرفة بتركيز 0.3 M اذ يمزج 2.62957g من رابع كلوريد القصدير المائي (SnCl₄.5H₂O) المذابة في 25mL من الماء المقطر مع 0.5709g من الثايوريا المذابة في كمية الماء نفسها اعلاه.



، جاءت النتائج متوافقة الى (American Materials Testing of Standard ASTM) - مع بطاقات حد ما ، لكن هناك أزاحة صغيرة لقمم حيود الأشعة السينية للأغشية المستعملة نسبة الى قمم المسحوق ، وقد يعزى ذلك الى الأجهاد المجهرى الميكانيكي الناتج من المصادر المختلفة مثل الشوائب ، العيوب ، الفراغات الكامنة في الغشاء اذ الأتجاه السائد للغشاء يعتمد على الطريقة المستعملة [10] .

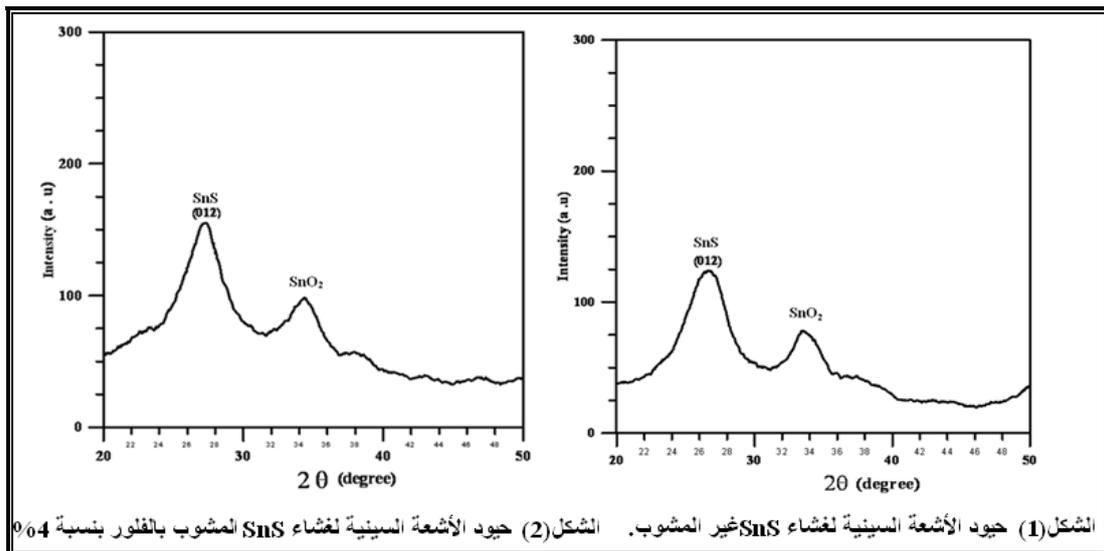
اما القمة الثانية في المخطط التي تظهر عند زاوية الحيود ($2\theta = 33.33^\circ$) فهي تمثل مركب ثاني اوكسيد القصدير (SnO_2) حيث ان الكبريتات من المركبات التي تتأكسد بوجود الهواء ويزداد تركيز هذا المركب بارتفاع درجات الحرارة [12,11].

الشكل (2) يبين مخطط حيود الأشعة السينية لغشاء SnS بعد التشويب بالفلور بنسبة 4% ، حيث نلاحظ ان التشويب بهذه النسبة يؤدي الى تزايد شدة القمة (012) ، بالإضافة الى ازاحة هذه القمة نحو اليمين الى قيم 2θ اكبر ، حيث تزاوح من $2\theta = 26.44^\circ$ قبل التشويب الى $2\theta = 27.36^\circ$ بعد التشويب ، ويرافق زيادة قيم 2θ نقصان المسافات البينية من ($d = 3.367 \text{ \AA}$) قبل التشويب الى ($d = 3.256 \text{ \AA}$) بعد التشويب وهذا يشير الى ان عملية التبلور تتحسن بأضافة عنصر الفلور .

تم قياس سمك الأغشية المحضرة بالطريقة الوزنية باستخدام ميزان الكتروني حساس نوع (Mettler) AE-160 ذي حساسية 10^{-4} g ، وطريقة التداخل الضوئي التي تستند في عملها على مبدأ التداخل الضوئي بين موجات الضوء المنعكس عن سطح الغشاء وتلك التي تنعكس عن القاعدة المرسب عليها الغشاء اذ ان فرق الطور بين هذه الموجات يعتمد على سمك الغشاء. تم التشخيص والتعرف على التركيب البلوري لأغشية SnS النقية والمشوبة المرسبة على قواعد زجاجية بواسطة تقنية حيود الأشعة السينية (XRD) تم قياس اطيف الأمتصاصية (Absorption) والنفاذية (Transmission) لأغشية SnS النقية والمشوبة وذلك بأستعمال جهاز (UV-Spectrophotometer Visible Recording)

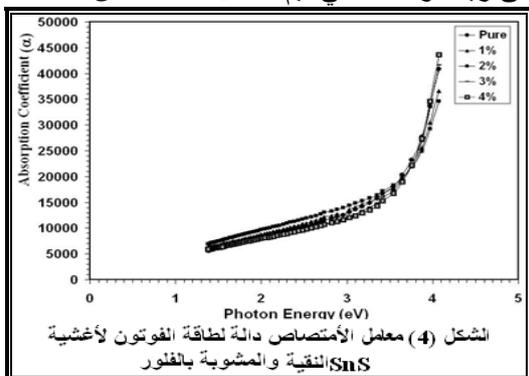
النتائج والمناقشة:

1- نتائج الفحوصات التركيبية
1-2 الفحص بحيود الأشعة السينية
أظهرت نتائج التشخيص بتقنية حيود الأشعة السينية أن الأغشية المحضرة كافة ذات تركيب متعدد مخطط حيود الأشعة السينية (1) يمثل الشكل (Orthorhombic) ومن النوع المعيني القائم التبلور الذي يمثل الأتجاه السائد وعند مقارنة هذه النتائج (012) ويلاحظ وجود قمة حيود تناظر المستوي SnS لغشاء



الشكل (1) حيود الأشعة السينية لغشاء SnS غير المشوب. الشكل (2) حيود الأشعة السينية لغشاء SnS المشوب بالفلور بنسبة 4%

أدت الى زيادة واضحة في قيم معامل الامتصاص جميعها مقارنة بحالة ما قبل التشويب ماعد النسبتين % (1,2) كانت أقل بعد التشويب يمكن تحليل زيادة قيم معامل الامتصاص بزيادة تركيز الشوائب نتيجة لزيادة الامتصاصية بزيادة تركيز الشوائب مما أدى الى زيادة واضحة في قيم معامل الامتصاص.



2-3 حساب فجوة الطاقة البصرية

1- حساب فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر الممنوع

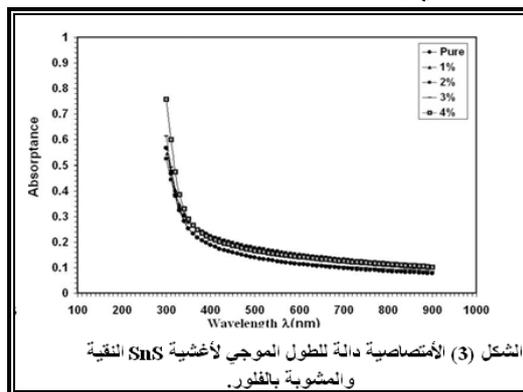
تم حساب فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر الممنوع بأستعمال (7) المعادلة ، لذلك نرسم العلاقة بين $(\alpha h\nu)^{2/3}$ وطاقة الفوتون عند $(\alpha h\nu)^{2/3} = 0$ فنحصل على قيمة فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر الممنوع، الشكل (5) يوضح علاقة تغير $(\alpha h\nu)^{2/3}$ بوصفها دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور بالنسب % (1,2,3,4) حيث نلاحظ من الشكل أن هناك تزايداً واضحاً في قيم فجوة الطاقة وخاصة عند النسبة % (2) التي يمكن أن تكون بسبب ازاحة بروتستن - مورس [14]، ثم تبدأ فجوة الطاقة بالنقصان وكما موضح في الجدول (1) ، ويمكن تفسير ذلك بأن الشوائب أدت الى تكوين مستويات موضعية داخل فجوة الطاقة بالإضافة الى وجود مستويات لشائبة SnO₂ داخل فجوة الطاقة ايضاً ساهمت في زيادة الانتقالات الإلكترونية ومن ثم نقصان فجوة الطاقة البصرية.

2- نتائج القياسات البصرية Optical Measurement

2-1 الامتصاصية Absorbance

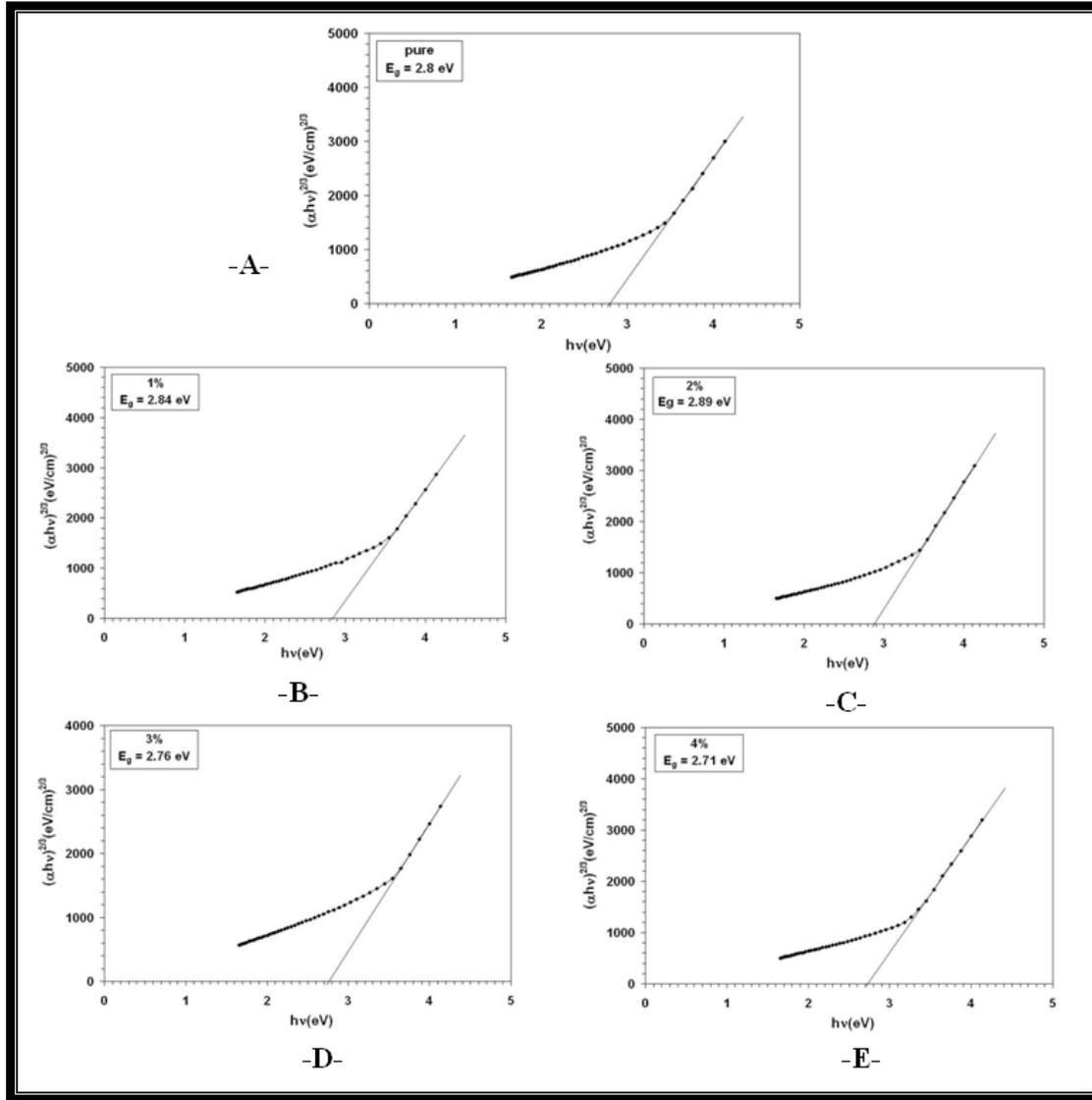
اجريت قياسات الامتصاصية والنفذية لأغشية SnS ذات السمك $(0.45 \pm 0.05) \mu\text{m}$ النقية والمشوبة بالفلور بنسب التشويب % (1,2,3,4) ، اذ بينت هذه النتائج أن هناك نقصاناً واضحاً عند التشويب بالنسب % (1,2) في قيم الامتصاصية ويعود السبب في ذلك الى أن النسبتين % (1,2) تكون كافية لأحداث التوازن الترموديناميكي [13]. اما الغشاء غير المشوب والأغشية المشوبة بنسب التشويب % (3,4) فنلاحظ من الشكل (3) أن الامتصاصية تزداد بزيادة

نسبة التشويب وهذا يؤكد دخول الفلور ضمن التركيب البلوري للغشاء المتكون مما أدى الى تحسين خصائص الغشاء بتكوين (توليد) مستويات موضعية داخل فجوة الطاقة ادت بدورها الى امتصاص الفوتونات ذات الطاقات الواطئة اضافة الى ظهور ثاني اوكسيد القصدير والذي يعد كشائبة مما تسبب في زيادة الامتصاصية.



2-2 معامل الامتصاص Absorption Coefficient

استنادا الى المعادلة (4) تم حساب معامل الامتصاص من طيف الامتصاصية لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور بالنسب % (1,2,3,4) يوضح الشكل (4) تغيير معامل الامتصاص دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور نلاحظ من الشكل ان زيادة نسبة التشويب



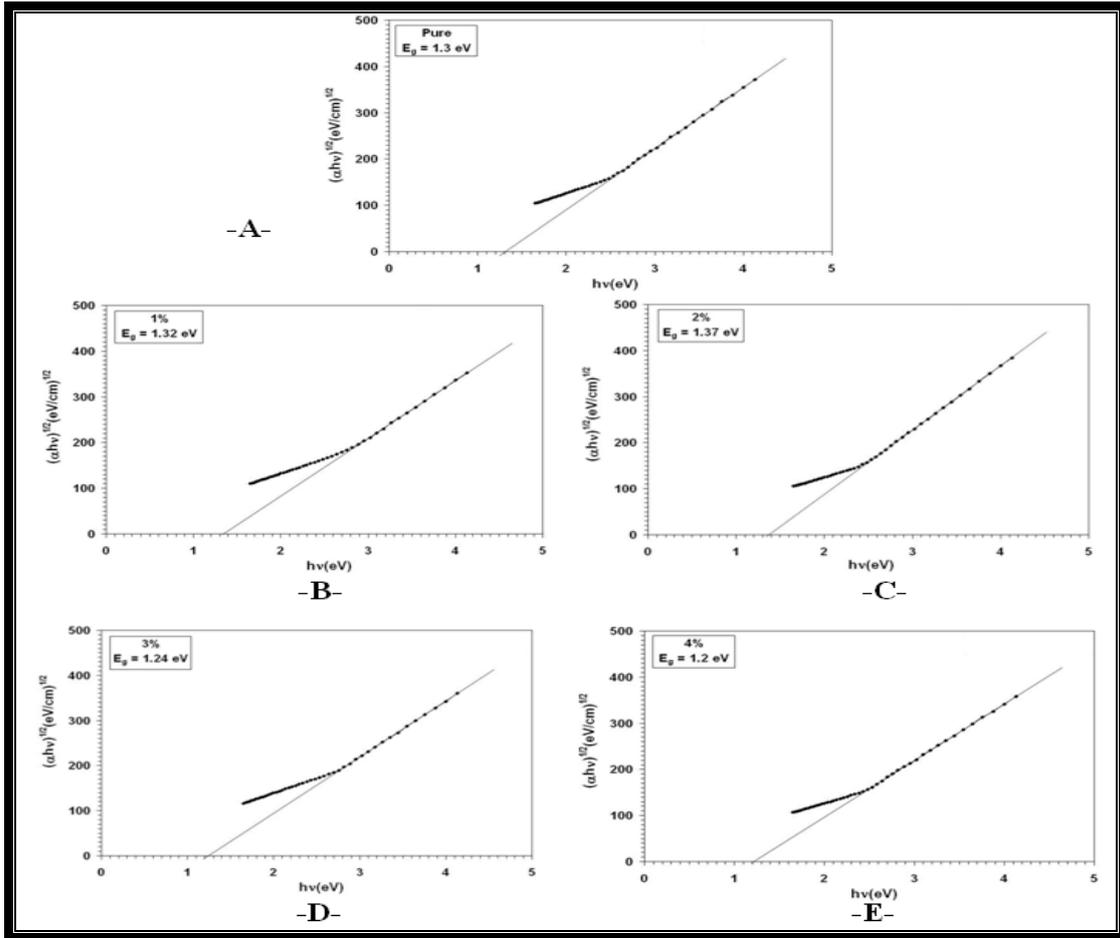
الشكل (5) تغير $(\alpha h\nu)^{2/3}$ دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور في حالة الأنتقال المباشر الممنوع.

A-قبل التشويب 1-B% 2-C% 3-D% 4-E%

علاقة تغير $(\alpha h\nu)^{1/2}$ بوصفها دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور بالنسب % (1,2,3,4) حيث نلاحظ من الشكل أن هناك تزايداً واضحاً في قيم فجوة الطاقة وخاصة عند النسبة % (2)، ثم تبدأ فجوة الطاقة بالنقصان وكما موضح في الجدول (1)، وأن سبب ذلك هو نفس السبب المذكور في حالة الأنتقال المباشر الممنوع

2- حساب فجوة الطاقة البصرية للأنتقال غير المباشر المسموح

تم حساب فجوة الطاقة البصرية للأنتقال غير المباشر المسموح بأستعمال (6) المعادلة ، لذلك نرسم العلاقة بين $(\alpha h\nu)^{1/2}$ وطاقة الفوتون عند $(\alpha h\nu)^{1/2} = 0$ فنحصل على قيمة فجوة الطاقة البصرية للأنتقال غير المباشر المسموح، الشكل (6) يوضح



الشكل (5) تغير $(\alpha hv)^{1/2}$ دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور في حالة الانتقال غير المباشر المسموح.

A- قبل التشويب 1-B 2-C 3-D 4-E

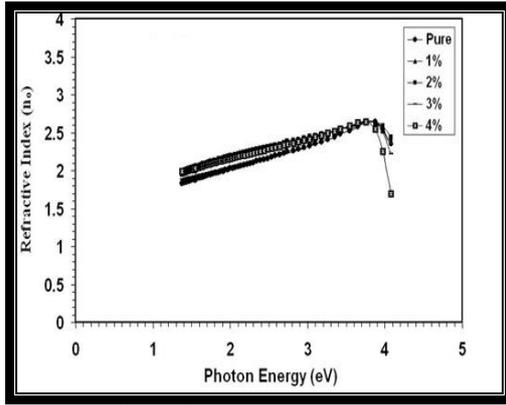
الجدول (1) قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقالين المباشر الممنوع وغير المباشر المسموح لأغشية SnS

نوع الغشاء ونسبة الشائبة	قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر الممنوع (E_g^{opt}) eV	قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقال غير المباشر المسموح (E_g^{opt}) eV
SnS	2.8	1.3
SnS:F 1%	2.84	1.32
SnS:F 2%	2.89	1.37
SnS:F 3%	2.76	1.24
SnS:F 4%	2.71	1.2

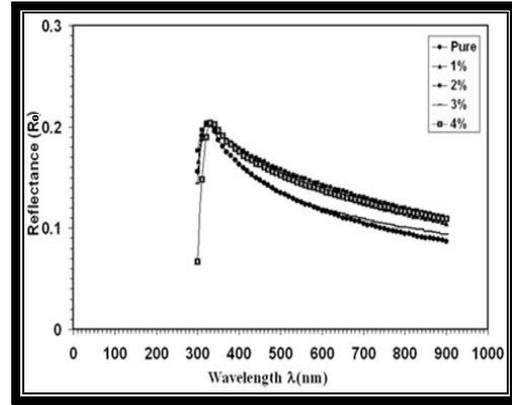
ونلاحظ أن التشويب تسبب في انخفاض قليل في قيم انعكاسية الأغشية عما كانت عليه قبل التشويب عند مدى الأطوال الموجية (300-340) nm يعود السبب إلى أن التشويب قد يؤثر في التركيب البلوري لمادة الغشاء ويغير في طبيعة سطوح الأغشية، كما أن زيادة معامل الأمتصاص للأغشية بعد التشويب قد يكون سبباً في نقصان انعكاسيتها عما كانت عليه قبل التشويب ماعدا النسبتين (1,2)%

2-4 الانعكاسية Reflectance

تم حساب انعكاسية أغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور بالنسب (1,2,3,4) % من المعادلة (8) يوضح الشكل (7) تغير الانعكاسية لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور دالة للطول الموجي، حيث نلاحظ أنه تراج قمم منحنيات الانعكاسية نحو الأطوال الموجية العالية (الطاقات الفوتونية الواطئة) بزيادة نسب التشويب ويفسر ذلك إلى زيادة معامل الأمتصاص للأغشية بعد التشويب أي انخفاض قيمة فجوة الطاقة مع زيادة نسب التشويب.



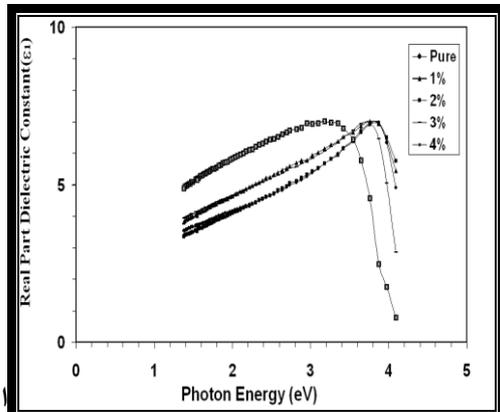
الشكل (9) معامل الانكسار دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور.



الشكل (4-16) الأنعكاسية دالة للطول الموجي لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور

7-2 ثابت العزل الكهربائي Dielectric Constant

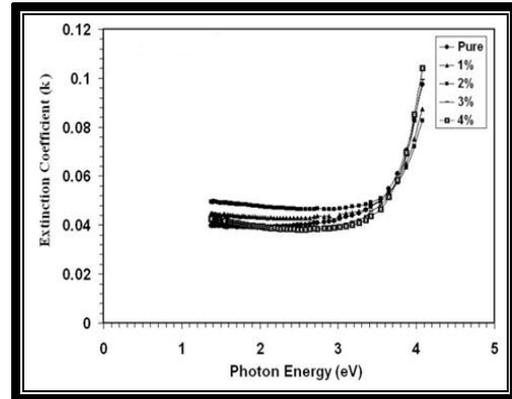
يوضح الشكل (10) تغير الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور بنسب التشويب (1,2,3,4)٪، ومن خلال هذا الشكل يمكن ملاحظة مدى التشابه بين منحنيات الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي ومنحنيات معامل الانكسار وهذا التشابه ناتج عن اعتماد حساب قيم الجزء الحقيقي من ثابت العزل على قيم (n_0^2) أكثر من قيم (k^2) حسب المعادلة (13) وذلك لأن قيم (k^2) قليلة جداً مقارنة مع قيم (n_0^2) أما عند دراسة الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي دالة لطاقة الفوتون نلاحظ الارتباط الواضح بين الجزء الخيالي ومعامل الخمود لكون تغير معامل الانكسار هنا قليلاً جداً على عكس تغير معامل الخمود وكما في الشكل (11)، ونلاحظ أيضاً زيادة في قيم الجزء الخيالي من ثابت العزل مع زيادة نسبة التشويب وهذا ناتج عن زيادة قيم معامل الامتصاص بزيادة نسبة التشويب.



شكل (10) الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور

5-2 معامل الخمود Extinction Coefficient

تم حساب معامل الخمود بأستعمال المعادلة (9) ، والشكل (8) يوضح تغير معامل الخمود دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور بالنسب (1,2,3,4)٪ يتضح من المعادلة (9) أن معامل الخمود يعتمد بصورة رئيسية على معامل الامتصاص اي يسلك نفس سلوكه



الشكل (8) معامل الخمود دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور.

6- 2 معامل الانكسار (Refractive Index)

تم حساب معامل الانكسار من المعادلة (10) ، يبين الشكل (9) تغير معامل الانكسار دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور بالنسب (1,2,3,4)٪، إذ نلاحظ ان منحنيات معامل الانكسار تسلك سلوك منحنيات الأنعكاسية نفسه بعكس الصورة من اليمين الى اليسار للشكل (7) لأرتباط معامل الانكسار مع الأنعكاسية وفق المعادلة (10).

Journal of Semiconductors, (32)11: 1-8.

5- S.M.Ahmed , L. A.Latif , A.KH.Salim,2011, The Effect Of Substrate Temperature On The Optical and Structural Properties Of Tin Sulfide Thin Films, Journal of Basrah Researches ((Sciences)),(3A/ 15) 37:1-7.

نضال علي محمود (2007) «دراسة الخواص التركيبية والبصرية لأغشية SnS₂:Cu المحضرة بطريقة التحلل 6-الرقيقة» رسالة ماجستير ، جامعة الكيمياء الحراري ، بغداد .

7-P. Jain and P. Arun, 2013, Parameters Influencing the Optical Properties Of SnS Thin Films, Journal of Semiconductors,(9)34.

8- R. Smith , (1978) , «Semiconductors», 2nd edition , Cambridge University .

Engineering An Introduction»,6th edition and Science «Materials 9- W.Callister

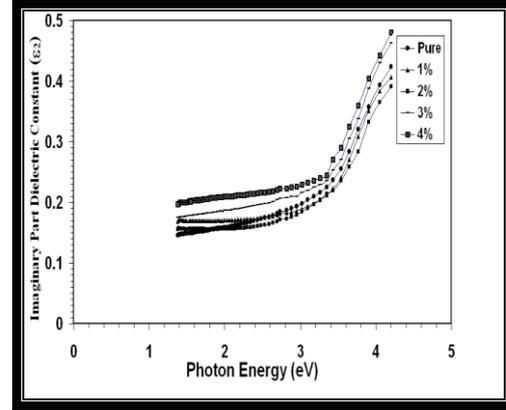
38: 979-985 Technol .), - A. Dakhel and F.Henari,(2003),«Cryst. Res. 10

11- M. Ristov G. Sinadinovski and M. Mitreski, (1989), «Thin Solid Films», 173 : 53-58.

Materials», 555-561. «Optical and H. Zeyada , (2003), 24 A. Abou Shama 12 -

, (13): 291. 13. Al-FATH» of «J. 13- N. Jundo A. Ibrahim and N.Habubi (2002), -

. 220: 299 Stat. Sol. » , and S. Rodrigues , (2000) , «Phys. 14- R. Ferro



الشكل (11) الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي دالة لطاقة الفوتون لأغشية SnS النقية والمشوبة بالفلور

المصادر:

- 1- B.G. Jeyaprakash, R. Ashok kumar, K.Kesavan, A. Amalarani , 2010 , Structural and Optical Characterization of Spray Deposited SnS Thin Film, Journal of American Science (3) 6: 22-26.
- 2- E. Guneri, F. Gode, C. Ulutas, 2010, Properties of P-Type SnS Thin Films Prepared by Chemical Bath Deposition, Chalcogenide Letters (12)7: 685-694.
- 3- M. Calixto-Rodriguez a, H. Martinez, A. Sanchez-Juarez ,2009, Structural, optical, and electrical properties of tin sulfide thin films grown by spray pyrolysis , Thin Solid Films , 517 :2497–2499.
- 4- M. Fadavieslam, N. Shahtahmasebi, M. Rezaee-Roknabadi, 2011, Effect of deposition conditions on the physical properties of Sn_xS_y thin films prepared by the spray pyrolysis technique ,

A Study of the Structural and Optical Properties of SnS:F prepared by chemical spray pyrolysis technique

*Hind D. Awad**

*Ramiz A.Al Anssari***

*Abdul Hameed R. Al-Sarraf****

*Ministry of science and technology

**College of science for women

***College of education – Ibn AL Haithem

Abstract

Thin films of pure tin mono-sulfide SnS and tin mono-sulfide for (1,2,3,4)% fluorine SnS:F with Thicknesses of $(0.85 \pm 0.05) \mu\text{m}$ and $(0.45 \pm 0.05) \mu\text{m}$ respectively were prepared by chemical spray pyrolysis technique. The effect of doping of F on structural and optical properties has been studied. X-Ray diffraction analysis showed that the prepared films were polycrystalline with orthorhombic structure. It was found that doping increased the intensity of diffraction peaks. Optical properties of all samples were studied by recording the absorption and transmission spectrum in range of wave lengths (300-900) nm. The optical energy gap for direct forbidden transition and indirect allowed transition were evaluated. It is found that for doping less than 2% the optical energy gap increases as the percentage of doping increases in the samples while for doping more than 2% the values of the optical energy gap decreases as the percentage of doping increases.