

## تأثير السمك على الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية (Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) الرقيقة

أ.م.د. بشرى كاظم حسون

نصر عيسى نجم عبدالله

قسم علوم الفيزياء / كلية التربية للعلوم الصرفة ( ابن الهيثم ) / جامعة بغداد

### الخلاصة

يتناول هذا البحث دراسة تأثير تغير السمك ( $250, 350$  and  $450 \pm 20$  nm) على الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية اوكسيد البزموت الرقيقة (Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) والمحضرة على قواعد زجاجية بتقنية التبخر الحراري في الفراغ ، استعملت حيود الاشعة السينية (XRD) لدراسة الخصائص التركيبية وبينت النتائج ان لجميع الاغشية المحضرة تركيب متعدد التبلور وبطور رباعي والاتجاه السائد [201] وقد بينت النتائج البصرية ان لهذه الأغشية معامل امتصاص عالي ( $\alpha > 10^4 \text{ cm}^{-1}$ ) وفجوة طاقة بصرية مباشرة تزداد قيمتها بزيادة السمك وكذلك اظهرت القياسات البصرية ان قيم كل من (معامل الامتصاص ، معامل الانكسار ، معامل الخمود وثابت العزل جزئيه الحقيقي والخيالي والتوصيلية البصرية خلال مدى من الاطوال الموجية (300 – 1100 nm) تتغير مع سمك الغشاء.

**الكلمات المفتاحية:** الخصائص التركيبية والبصرية ، اغشية اوكسيد البزموت ، التبخر الحراري في الفراغ

### المقدمة :

اهتم الكثير من الباحثين وخبراء التكنولوجيا وخصوصا في السنوات الاخيرة لايجاد بدائل للمواد شبه الموصلة وخصائص جيدة تعمل على تلبية الاحتياجات التي تلقي بظلالها على التطور العلمي والتكنولوجي وهذا الشيء يتوقف على المعرفة المسبقة للخصائص البصرية والتركيبية عند اختيار شبه الموصل الملائم لهذا الغرض ومن هذا المنطلق فان اغلب البحوث تتجه باتجاه دراسة انواع اخرى من اشباه الموصلات ، يعد اوكسيد البزموت احد المركبات التي تمتاز بكفاءة عالية وهو احد اهم مركبات شبه الموصل الذي ينتمي الى المجموعة الخامسة من الجدول الدوري [1] وتمتاز مادة (Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) بامتصاصية جيدة وذات نفاذية عالية في المنطقة المرئية وتحت الحمراء القريبة ومن ناحية التركيب البلوري فأنها متعددة التبلور والأطوار وتمتلك

فجوة الطاقة البصرية مباشرة بين ( 2 – 3.98 eV ) حسب اختلاف درجات الحرارة [ 2 ] يمكن ان يحضر اوكسيد البزموت بتقنيات مختلفة بحيث تلائم هذه الاغشية مع مجال تطبيقها فمنها تحضر بالتبخر الحراري في الفراغ [ 3 ] والتحلل الكيميائي الحراري [ 4 ] والترسيب بالحمام الكيميائي [ 5 ] والترديذ بالتردد الراديوي [ 6 ] يحتوي اوكسيد البزموت على خمسة اطوار مختلفة وهي (  $\alpha$  ,  $\beta$  ,  $\gamma$  ,  $\delta$  and  $\omega$  Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) يمثل كل رمز تركيب بلوري وطور مختلف من حيث الخواص الميكانيكية والبصرية والتركيبية وكذلك فجوة الطاقة مختلفة اعتمادا على درجة الحرارة التي يتعرض لها [7, 8] ويهدف هذا البحث الى دراسة تأثير تغير السمك على الخصائص البصرية والتركيبية لأغشية اوكسيد البزموت المحضرة بطريقة التبخر الحراري في الفراغ .

### **الجانب العملي :**

تعتبر تقنية الترسيب بالتبخر الحراري في الفراغ احدى التقنيات التي اثبتت نجاحها في مجال تحضير الأغشية الرقيقة بمواصفات ذات جودة عالية والتي استخدمت في البحث الحالي وحضرت اغشية اوكسيد البزموت على قواعد زجاجية نظيفة جدا ذات منشأ الماني الصنع وبسمك ( 1 mm ) وبأبعاد ( 25.5 X 76.2 mm<sup>2</sup> ) وبدرجة حرارة الغرفة ، اذ تم استخدام مادة البزموت وهي عبارة عن مسحوق ابيض الى رمادي اللون ذات بريق معدني وزنة الجزيئي ( 208.98 g / mol ) ونقاوة عالية ( 99.999% ) حيث تم وضع الوزن المكافئ لكل سمك مع مراعاة نسبة التطاير (20%) وذلك باستخدام ميزان حساس تصل حساسيته الى اربع مراتب عشرية ويوضع المسحوق داخل الحويض ( Boat ) مصنوع من الموليبيديوم (Mo) لكي يتحمل درجات الحرارة العالية وعند الوصول الى الضغط بحدود ( 10<sup>-5</sup> Torr ) يتبخر المسحوق وليترسب على الأرضيات الزجاجية التي تم تنظيفها بواسطة الماء المقطر والكحول الإيثانول باستخدام جهاز الموجات فوق الصوتية ( Ultra Sound ) وبعد انتهاء عملية الترسيب تخرج العينات وتوضع في حاوية العينات ثم نقوم بأكسدتها من خلال وضعها داخل فرن حراري من النوع ( Vectreen ) بدرجة حرارة ( 523 K ) بوجود الهواء ولمدة ساعة واحدة ليتحول الغشاء الى اوكسيد اصفر وهو اوكسيد البزموت ( Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) ليكون الغشاء جاهز لأجراء القياسات.

**القياسات :**

يتم قياس سمك الغشاء المحضر باستخدام الطريقة الوزنية وطبقا للمعادلة التالية : [9]

$$m = ( 4\pi R^2 \rho ) . t \dots\dots\dots 1$$

حيث ان  $m$  : كتلة مادة الغشاء ،  $t$  : سمك الغشاء ،  $\rho$  : كثافة مادة الغشاء ،  $R$  : المسافة بين الحويض والقاعدة وهي ( 9 cm ) واستخدم لهذا الغرض ميزان من نوع ( Precisa ) ولغرض تحديد طبيعة التركيب البلوري لهذه الأغشية قيد الدراسة نستخدم جهاز حيود الأشعة السينية ( X – Ray diffraction ) من النوع ( SHIMADZU Japan 6000 ) والذي يستخدم مصدر من النحاس (Cu K $\alpha$ ) حيث يقوم بتسجيل الشدة كدالة لتغير قيمة زاوية الحيود ومن خلالها نستطيع حساب معاملات ميلر وفسحة السطوح (  $d$  ,  $hkl$  ) من خلال المعادلة التالية:[9]

$$2d\sin\theta = n \lambda \dots\dots\dots 2$$

حيث ان  $\lambda$  : تمثل الطول الموجي ،  $n$  : مرتبة الانعكاس ،  $\theta$  :زاوية الحيود اما قيمة ثوابت الشبكة

(  $c$  ,  $a$  ) فيمكن ايجادها للتركيب الرباعي من خلال المعادلة التالية : [10]

$$1/ d^2 = ( h^2 + k^2 / a^2 ) + ( l^2 / c^2 ) \dots\dots\dots 3$$

ويمكن ان نجد حجم البلوريات من خلال معادلة شيرر: [11]

$$G_{av} = D \lambda / B_{FWHM} \cos\theta \dots\dots\dots 4$$

حيث ان  $D$  :معامل يأخذ قيمه (0.9) ،  $B$  :هو عرض الخط عند منتصف الشدة .

نجد كثافة الانخلاعات ( $\delta$ ) وعدد الطبقات البلورية المتكونة ( $N_o$ ) في وحدة المساحة من خلال

المعادلتين ( 5 ) و ( 6 ) على التوالي : [12]

$$\delta = 1 / ( G_{av} )^2 \dots\dots\dots 5$$

$$N_o = t / ( G_{av} )^3 \dots\dots\dots 6$$

وتم استخدام المطياف ( UV- Spectrophotometer 1800 ) ضمن مدى الأطوال الموجية (300–1100 nm) والمجهز من شركة (Shimadzu Japan) لقياس طيف كل من الامتصاصية والنفاذية عند درجة حرارة الغرفة (300 K) حيث استخدم طيف الامتصاص لحساب فجوة الطاقة البصرية ( $E_g^{opt}$ ) وحساب معامل الامتصاص المقابل لكل طول موجي وكما في المعادلة: [2]

$$\alpha = 2.303 ( A / t ) \dots\dots\dots 7$$

حيث ان A : الامتصاصية بينما فجوة الطاقة البصرية فيمكن حسابها من معادلة تاوس : [9]  
 $(\alpha h\nu = B (h\nu - E_g^{opt})^r \dots\dots\dots 8$

حيث ان B : ثابت تتناسب كثافة الحالة ، r : تعتمد قيمتها على نوع الانتقال البصري المباشر وغير المباشر (المسموح والممنوع ) وكذلك حسبت الثوابت البصرية مثل معامل الانكسار ومعامل الخمود وثابت العزل بجزئية الحقيقي والخيالي من خلال المعادلات التالية ويمكن ايجاد معامل النفاذية نظريا من خلال المعادلة التالية [2] اما عمليا فأن الجهاز يقوم بقياس قيمة النفاذية ومنها يتم حساب قيمة الامتصاصية نظريا .

$$T = 10^{-A} \dots\dots\dots 9$$

ويحسب معامل الانكسار من خلال المعادلة التالية : [13]

$$n = \{ [4R / (R-1)] - k^2 \}^{1/2} - [(R+1) / (R-1)] \dots\dots\dots 10$$

وتم حساب معامل الخمود من خلال المعادلة التالية : [13]

$$K = \alpha \lambda / 4\pi \dots\dots\dots 11$$

اما الجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل فيمكن ايجاده من خلال المعادلات التالية: [13]

$$\epsilon_1 = n^2 - k^2 \dots\dots\dots 12$$

$$\epsilon_2 = 2nk \dots\dots\dots 13$$

اما التوصيلية الضوئية فيمكن ايجادها من خلال المعادلة التالية : [14]

$$\sigma = \alpha n_0 c / 4\pi \dots\dots\dots 14$$

### النتائج والمناقشة:

### الخواص التركيبية

اظهرت نتائج الفحص بتقنية حيود الاشعة السينية (X-Ray diffraction) والمبين من خلال الشكل (1) ان جميع اغشية اوكسيد البزموت ( Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) الرقيقة المحضرة تكون ذات تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline) ويطور الرباعي (Tetragonal) مع النمو الذري في ثلاثة اتجاهات بلورية وهي [201]، [002]، [220] والاتجاه السائد [201] لجميع الاغشية والاسماك الثلاثة وهذا يتفق مع كل من البحوث المنشورة [2,15] وعندما نقارن بين النتائج التي

توصلنا اليها من خلال فسخ السطوح ( $d_{hkl}$ ) ومقدار زوايا الحيود المقابل لمواقع القمم المميزة لهذه النماذج مع القيم الواردة في البطاقات العالمية للمؤسسة الامريكية لفحص المواد (ASTM) (American Standard For Testing Material) من خلال الجدول ( 1 ) نجد ان النتائج التي حصلنا عليها تكون ذو تطابق كبير وقد لوحظ ايضا ان بزيادة السمك فان الشدة القمه المميزة تزداد وكذلك عرض المنحني عند منتصف الشدة (FWHM) وكذلك تم حساب معدل الحجم البلوريات ( Average Crystallite Size ) لنماذج الاغشية المحضرة وذلك من خلال معادلة شيرر وكثافة الانخلاعات (  $\delta$  ) وعدد الطبقات البلورية المتكونة (No) من خلال المعادلتين ( 5 ) و ( 6 ) على التوالي ودونت جميع النتائج في الجدول ( 2 ) .

### الخواص البصرية

عامل السمك يلعب دورا كبيرا وفعالا عند دراسة الخواص البصرية فزيادة سمك الغشاء نقل النفاذية وسبب ذلك يعود الى ان السمك الكبير يعمل على حصول ظاهرة الامتصاص البصري ، وهذا يعتمد على مقدار مستويات الطاقة التي ترتبط بالتركيب البلوري والشكل (2) منحنيات طيف النفاذية كدالة للطول الموجي ضمن المدى ( 300 – 1100 nm ) لأغشية ( $Bi_2O_3$ ) وبسمك ( 250 , 350 and 450 nm ) ويظهر من الشكل ( 2 ) ان النفاذية بحدود ( 15 % ) عند الطول الموجي (300–380 nm) ثم يبدأ بعدها بالزيادة بصورة تدريجية بحيث تصل قيمته بحدود ( 80 % ) عند الطول الموجي ( 550nm ) وتمتلك اغشية ( $Bi_2O_3$ ) طاقة عالية ونفاذية كبيرة وان عملية الامتصاص تؤدي الى زيادة التوهين لجزء كبير من الاشعاع الساقط نتيجة وجود العيوب السطحية التي تعمل على تقليل النفاذية بسبب زيادة تشتت الاشعاع الساقط [15] ، بينما طيف الامتصاصية يمكن حسابه اعتمادا على طيفي النفاذية والانعكاسية خلال الاطوال الموجية ( 300 – 1100 nm ) وذلك من خلال قانون حفظ الطاقة الذي يعطى بالعلاقة التالية: [16]

$$R + T + A = 1 \dots\dots\dots 11$$

حيث ان R :الانعكاسية ، T :النفاذية ، A :الامتصاصية والشكل (3) يبين منحنيات طيف الامتصاصية كدالة للطول الموجي وتكون الامتصاصية عالية بحدود ( 75– 85% ) عند الاطوال الموجية بين(300 – 380nm) ثم تبدأ بالتناقص بصورة تدريجية الى ان يصل الى الطول الموجي ( 500 – 550 nm ) لتصبح قيمة الامتصاصية ( 10– 15% ) ويعزى سبب هذا التغير في قيمة الامتصاصية الى التغير الحاصل في طبيعة الغشاء من حيث انتظام الذرات والتي تؤثر على الامتصاصية وهذا يتفق مع البحوث المنشورة [ 15 , 2 ] ، والشكل (4) يبين تغير التوصيلية الضوئية مع طاقة الفوتون كدالة لتغير السمك حيث يبين الشكل زيادة التوصيلية

الضوئية مع زيادة طاقة الفوتونات الساقطة بينما تقل التوصيلية بزيادة سمك الغشاء وتمت دراسة الانتقالات الالكترونية لجميع الاغشية كدالة للسمك وقد بينت النتائج عدم امكانية حدوث الانتقال غير المباشر وتبين ان فجوة الطاقة للانتقال المباشر المسموح هي الافضل من بين الانتقالات لذلك ركزنا عليها ومن خلال رسم العلاقة بين  $(\alpha h\nu)^2$  وطاقة الفوتون (E) ليمر الخط المستقيم من المنحني ليقطع محور ( E ) عند النقطة  $(\alpha h\nu)^2 = 0$  ثم تحدد قيمة فجوة الطاقة البصرية وكما في الشكل (5) ويتبين من خلال الرسم وجدول رقم ( 3 ) ان فجوة الطاقة تزداد بزيادة السمك ويعود السبب في ذلك الى ازالة العيوب التي تكون مصاحبة لنمو الغشاء او كثافتها داخل المادة وبذلك يسبب تحسين تبلور الغشاء بزيادة السمك وهذا يتوافق مع البحوث المنشورة [ 15 , 2 وتعرف نسبة التناقص في طاقة الاشعاع الساقط على وحدة المسافة باتجاه انتشار الموجة في داخل الوسط بمعامل الامتصاص ويعتمد على عاملين وهما سمك الغشاء والطول الموجي وقد استطاع العالم لامبرت في قانونه الخاص بامتصاص الاشعاع الذي يعطى من خلال العلاقة التالية : [13]

$$I_T = I_i \exp ( -\alpha t ) \dots\dots\dots 12$$

حيث ان  $I_T$  : شدة الضوء النافذ ،  $I_i$  : شدة الضوء الساقط ويمتلك اوكسيد البزموت معامل امتصاص عالي اي بحدود  $(\alpha > 10^4 \text{ cm}^{-1})$  خلال مدى من الطاقات الفوتونية ( 4 - 1.15 eV) مما يرجح حدوث عملية انتقالات الكترونية مباشرة ، والشكل (6) يبين تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون ويلاحظ هنالك زيادة بطيئة في معامل الامتصاص مع زيادة طاقة الفوتون ضمن المدى ( 3.8 eV - 1.15) ويلاحظ من الشكل وجدول (3) ان قيم معامل الامتصاص تقل مع زيادة السمك اذ تسبب زيادة السمك بزيادة في درجة انتظام البناء البلوري وبالتالي التخلص من بعض العيوب والحالات الموضعية التي تؤدي بالتالي الى ازالة الامتصاصية الاضافية الناتجة عن هذه العيوب ، اما الشكل (7) يوضح تغير معامل الانكسار مع طاقة الفوتون لتكون هنالك زيادة بطيئة في قيمة معامل الانكسار لتقع ضمن المدى ( 1.1 - 2.6eV ) ولمدى من الطاقات الفوتونية ( 4.2 eV - 1.12 ) وتتميز هذه المنحنيات بوجود قمة ثم بعدها تزاح باتجاه الطاقات الفوتونية الواطئة وتتناقص قمة المنحني ما بين ( 2.73 - 2.50 eV) وذلك بزيادة السمك ويرجع السبب ذلك الى زيادة التحسن في تبلور الاغشية وزيادة كثافة الرص التي تؤدي الى زيادة معامل الانكسار وهذا يتوافق مع البحث المنشور [ 15 ] بينما يوضح الشكل ( 8 ) تغير معامل الخمود مع طاقة الفوتون حيث ان سلوك جميع الاغشية تبدأ بالزيادة الى ان يصل الى الطاقة الفوتونية ( 3.5eV ) وبعدها يبدأ بالتناقص ليستقر بعدها وقد

لوحظ ان سلوك منحنيات معامل الامتصاص مشابه الى معامل الخمود ويعود السبب في ذلك الى ترابط معامل الامتصاص مع معامل الخمود في المعادلة (8) ، بينما الجزء الحقيقي لثابت العزل يكون مشابه لسلوك الذي يسلكه معامل الانكسار وكما في الشكل ( 9 ) وهذا يتفق مع البحوث المنشورة [ 2 , 15 ] اما الجزء الخيالي لثابت العزل يكون مشابه لسلوك معامل الخمود وكما في شكل ( 10 ) حيث ان الجزء الخيالي يشير الى مقدار الطاقة الممتصة من قبل ذرات المادة .

### الاستنتاجات

من خلال الدراسة الحالية قد توصلنا الى اهم الاستنتاجات الاتية :

- 1) ان اغشية البزموت المحضرة بتقنية التبخر الحراري في الفراغ بدرجة حرارة الغرفة عند اكسنتها حراريا بوجود الهواء بدرجة حرارة ( 523 K ) ولمدة ساعة تتحول كليا الى اوكسيد البزموت (  $Bi_2O_3$  ) .
- 2) ادى تغير السمك في الاغشية المحضرة الى تغير ملحوظ في قيم الخصائص البصرية والتركيبية مثل قيم كل من (معامل الانكسار ، معامل الخمود ، فجوة الطاقة البصرية ، الحجم الحبيبي وثابت العزل بجزئية الحقيقي والخيالي )
- 3 ) تمتلك أغشية (  $Bi_2O_3$  ) نفاذية اعلى من ( 70% ) للأغشية المحضرة بسمك (  $250, 350 \text{ and } 450 \pm 20 \text{ nm}$  ) ضمن مدى الأطوال الموجية (550-1100nm) ومعامل امتصاص اعلى من ( $\alpha > 10^4 \text{ cm}^{-1}$ ) .
- 4 ) تمتلك جميع اغشية (  $Bi_2O_3$  ) في البحث الحالي فجوة طاقة بصرية لتزداد مع زيادة سمك الغشاء وتتراوح بين ( 2.85 – 2.95 eV ) للانتقال المباشر المسموح .

Reference : المصادر

- 1- P.A. Cox, "*The Elements on Earth*", Oxford University, (1995), p.101
- 2- E.T. Al Waisy and M. S. Al Wazny , **Structural ,Surface Morphology And Optical Properties of  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  Thin Film Prepared By Reactive Pulse Laser Deposition** ,J. of university of Anbar for pure Science : Vol.7:No.2:2013.
- 3- S. Patil, V. Puri , **Chalcogenide Nanocrystalline Solid Thin Films**, J.of Electronic Materials, Vol.44 , (2015), pp 4098 - 4127 .
- 4- V.V.Killedar,C.H.Bhosale,C.D.Lokhande, **Characterization of Spray Deposited Bismuth Oxide Thin Films from Non-Aqueous Medium**, *Tr J. Phys* 22 ( 1998 ) 825 - 830.
- 5- T.P.Gujar, V.R.Shinde,C.D.Lokhande, R.S.Mane,S.H.Han, "**Bismuth Oxide Thin Films Prepared by Chemical Bath Deposition ( CBD ) Method : Annealing Effect,**" *Applied Surface Science*, Vol. 250, No. 1- 4, ( 2005 ) , pp. 161 – 167 .
- 6- P.Lunca Popa, S.Sønderby, S.Kerdsongpanya,J.Lu, N.Bonanos,P.Eklund ,**Highly oriented  $\delta$  -  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  thin films stable at room Temperature Synthesized by reactive magnetron sputtering** , *J.Appl.Phys.* 11(2013) 046101.
- 7- H.T. Fan, S. Pan , X. M. Teng, C. Ye, G. H.Li, L.D. Zhang,  **$\delta$  -  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  thin films prepared by reactive sputtering :Fabrication and Characterization** , *Thin Solid Films* 513 ( 2006 ) 142 – 147 .
- 8- A.J.Salazar – Perez, M. A. Camacho - Lopez, R. A. Morales - Luckie, V. Sanchez -Mendieta F. Urena - Nunez, J. Arenas - Alatorre , **Structural evolution of  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  prepared by thermal oxidation of bismuth nanoparticles** , *Superficies y Vacio* 18 ( 2005 ) 4 – 8 .
9. A. Iljinas , S. Burinskas and J. Dudonis , **Synthesis of Bismuth Oxide Thin Films Deposited by Reactive Magnetron Sputtering** *ACTA PHYSICA POLONICA A*, Vol. 120, No. 1 , ( 2011 ) , pp 1 - 60.
- 10- M.G.Yousif , (1989), *Solid State physics*,1,book University of Baghdad
- 11-P.Gopinath,S. Sriram and R. Chandiramouli, **Influence of Zn doping on nanostructured  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  thin films** , *International Journal of Chem Tech Research CODEN* Vol.5, No.5, ( 2013 ) , pp 2534 - 2539 .
- 12- S.M.Ali, **Studies Structure and optical properties of CdTe thin films dopant of Zn** Baghdad University , ( 2011 ) .

13-S.O. Kasap , ” **Principles of Electronic Materials and Devices**”, 2nd edition , Mc Graw Hill , ( 2002 ) .

14- J. I. Pankove, "**Optical processes in Semiconductors**", Prentice – Hall , N. J , ( 1971 ) .

15-R.S. Ali , **Structural and Optical Properties of nanostructured Bismuth oxide** , International Letters of Chemistry , Physics and Astronomy Vol . 34 , ( 2014 ) pp 64 – 72 . 16- M. Nadeem and W. Ahmed , **Optical Properties of ZnS Thin Films**, Turk . J. Phy , 24 ( 2000 ) 651 – 659 .

جدول رقم ( 1 ) يقارن نتائج حيود الاشعة السينية لنماذج اغشية ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) الرقيقة مع معلومات بطاقة ( ASTM ) المرقمة ( 00 - 027 - 0050 ) .

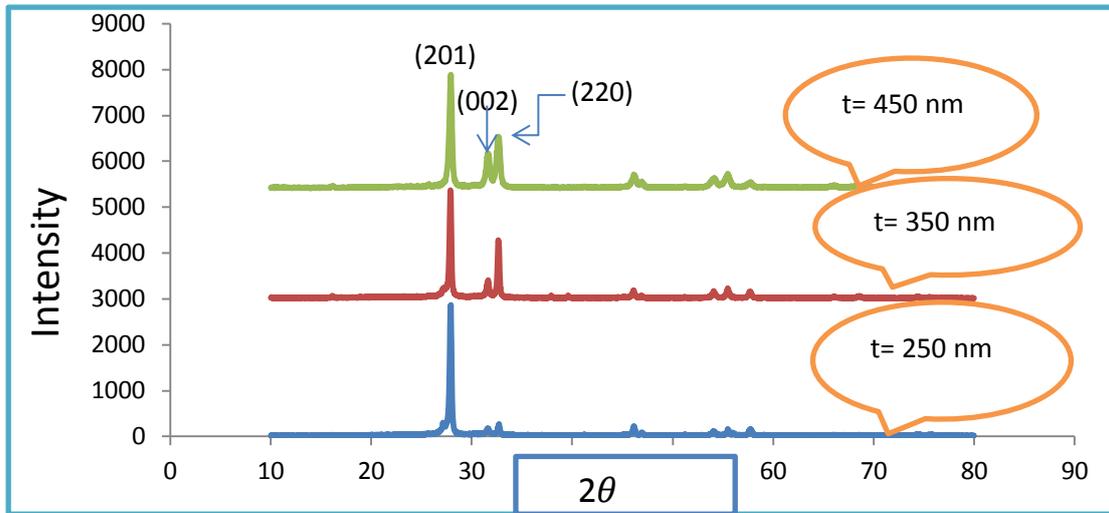
Sample	2 $\theta$ ASTM	2 $\theta$ observed	d(Å) ASTM	d (Å) observed	hkl ASTM	a,c(Å) ASTM	a,c(Å) observed
250	27.9463	27.9215	3.1900	3.1928	201	a=7.742	a=7.5253
	31.7613	27.1873	2.8150	3.2773	002		
	32.6914	32.7066	2.7370	2.7358	220	c=5.631	c=6.5546
350	27.9463	27.9036	3.1900	3.1948	201	a=7.742	a=7.7443
	31.7613	31.6228	2.8150	2.8270	002		
	32.6914	32.6769	2.7370	2.7382	220	c=5.631	c=5.6540
450	27.9463	27.9222	3.1900	3.1927	201	a=7.742	a=7.7430
	31.7613	31.6368	2.8150	2.8258	002		
	32.6914	32.6629	2.7370	2.7393	220	c=5.631	c=5.6516

جدول رقم ( 2 ) يبين النتائج المستحصلة من حيود الاشعة السينية ( XRD ) لأغشية ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) الرقيقة .

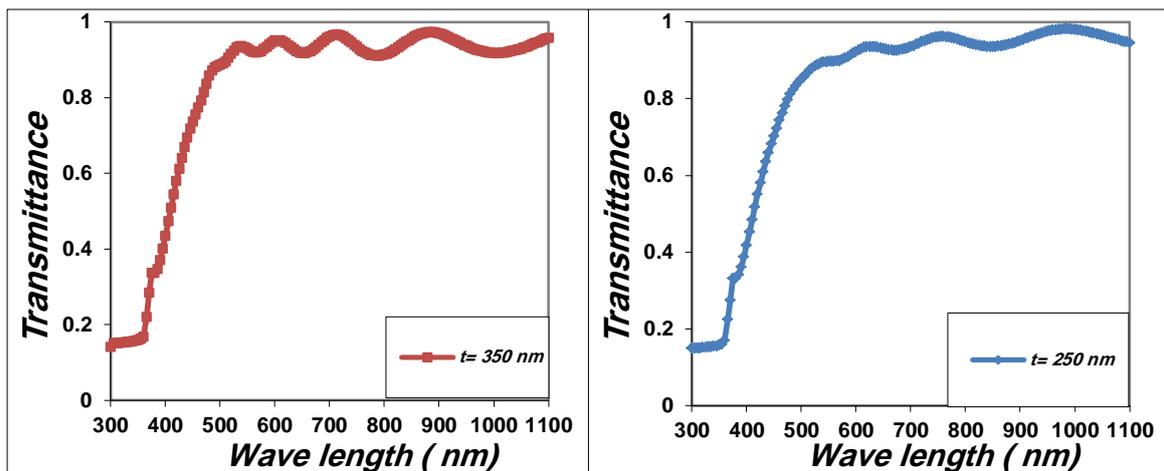
t ( nm )	FWHM deg	G <sub>av</sub> ( nm )	$\delta \times 10^{15}$ ( m <sup>-2</sup> )	N <sub>o</sub> $\times 10^{15}$ ( m <sup>-2</sup> )
250	0.2197	37.28	0.7195	4.825
	0.2546	32.11	0.9693	7.5451
	0.2436	34.01	0.8643	6.3513
350	0.2177	37.62	0.7066	6.5740
	0.2786	29.65	1.1370	13.427
	0.2158	38.39	0.6785	6.1861
450	0.3186	25.77	1.5058	26.295
	0.4091	20.19	2.4532	54.677
	0.4191	19.76	2.5611	58.320

جدول رقم ( 3 ) يبين قيم الثوابت البصرية لأغشية  $(\text{Bi}_2\text{O}_3)$  الرقيقة عند الطول الموجي ( 450nm ) .

t (nm)	$E_g$ (eV)	$\alpha \times 10^4/\text{cm}$	n	K	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$
250	2.85	1.4240	2.2278	0.0510	4.9605	0.2273
350	2.90	0.8763	2.1333	0.0313	4.5501	0.1339
450	2.95	0.5800	2.0351	0.0207	4.1412	0.0845

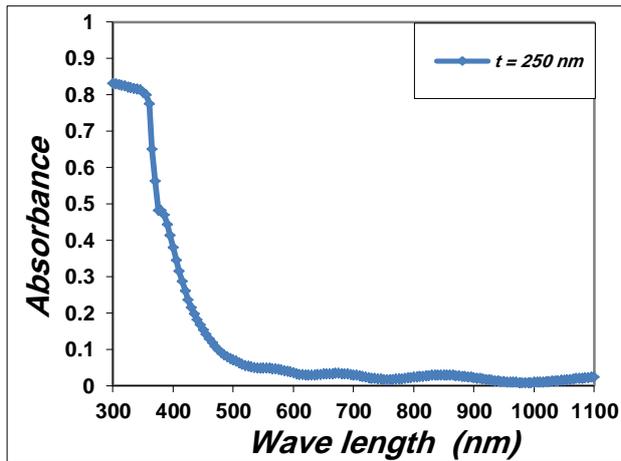


الشكل رقم ( 1 ) يبين نماذج حيود الاشعة السينية ( XRD ) لأغشية  $(\text{Bi}_2\text{O}_3)$  الرقيقة كدالة لتغير السمك.

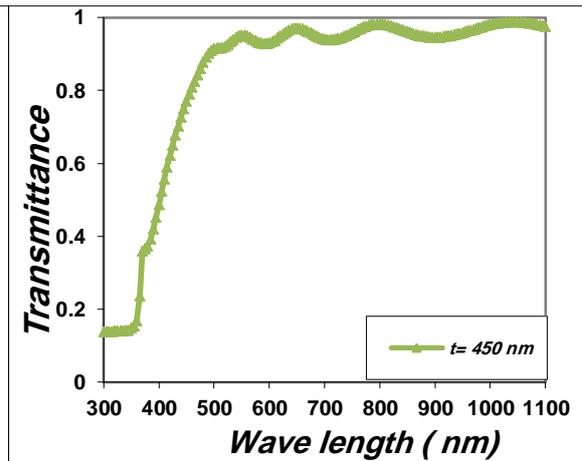


( 2 - b )

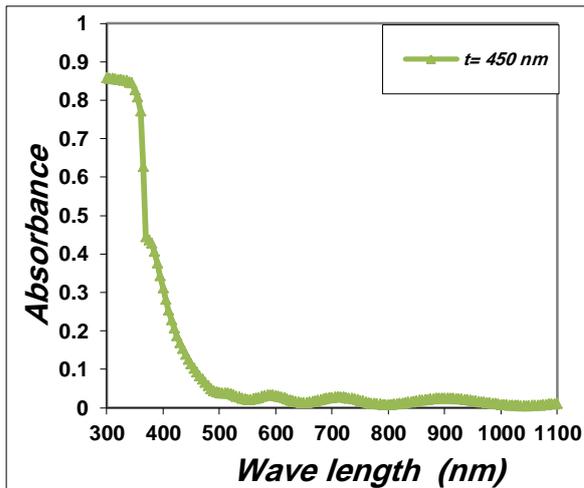
( 2 - a )



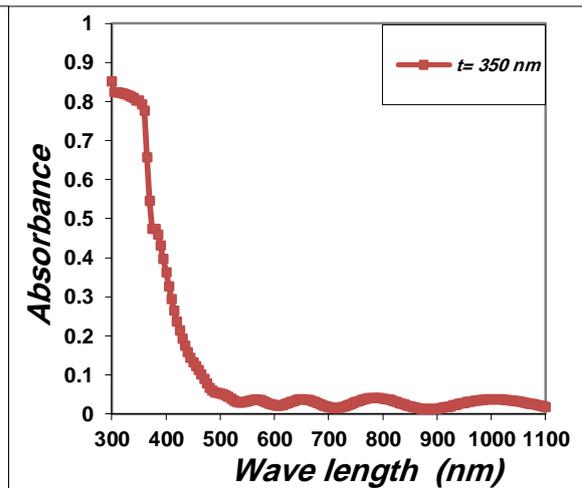
( 3 - a )



( 2 - c )

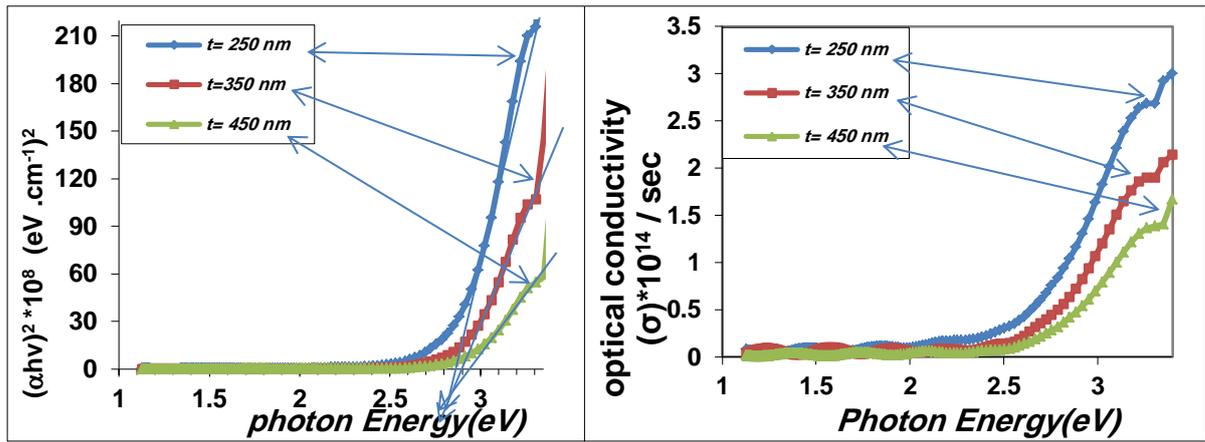


( 3 - c )



( 3 - b )

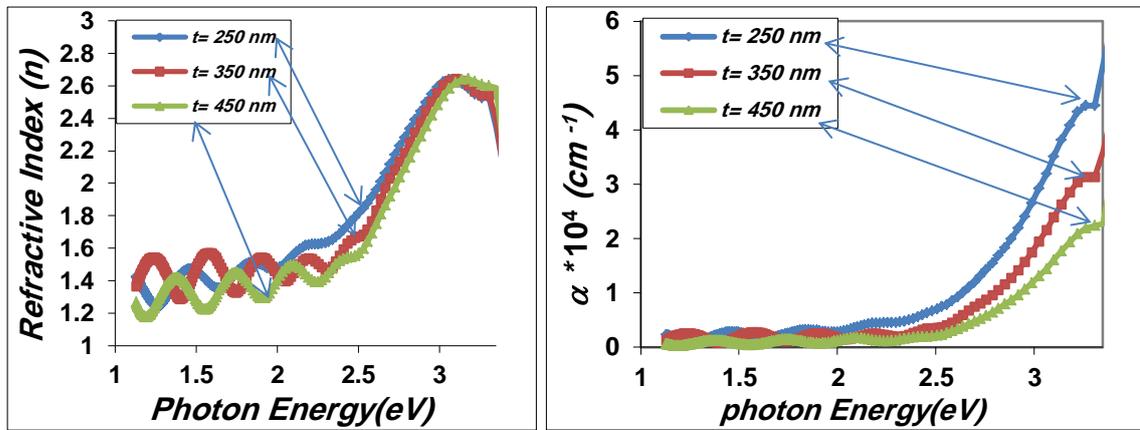
الشكل ( 2 - a , b , c ) يمثل تغير النفاذية مع الطول الموجي للسمك ( 250 , 350 and 450 nm ) على التوالي بينما الشكل ( 3 - a , b , c ) يمثل تغير الامتصاصية مع الطول الموجي للأسماك الثلاثة على التوالي لأغشية (  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  ) الرقيقة .



(5)

(4)

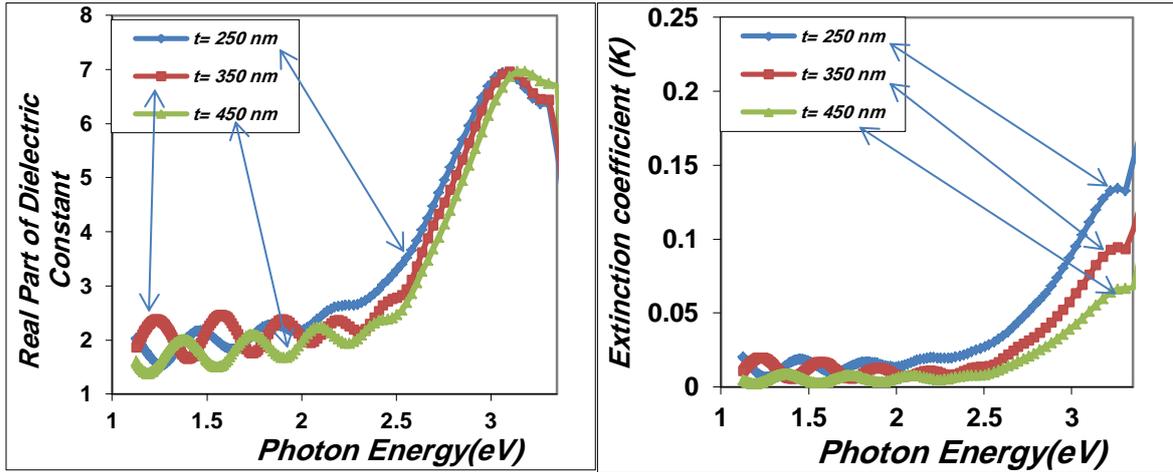
الشكل ( 4 ) يمثل تغير التوصيلية البصرية مع طاقة الفوتون بينما الشكل ( 5 ) تغير فجوة الطاقة مع طاقة الفوتون لأغشية  $( \text{Bi}_2\text{O}_3 )$  الرقيقة كدالة لتغير السمك .



(7)

(6)

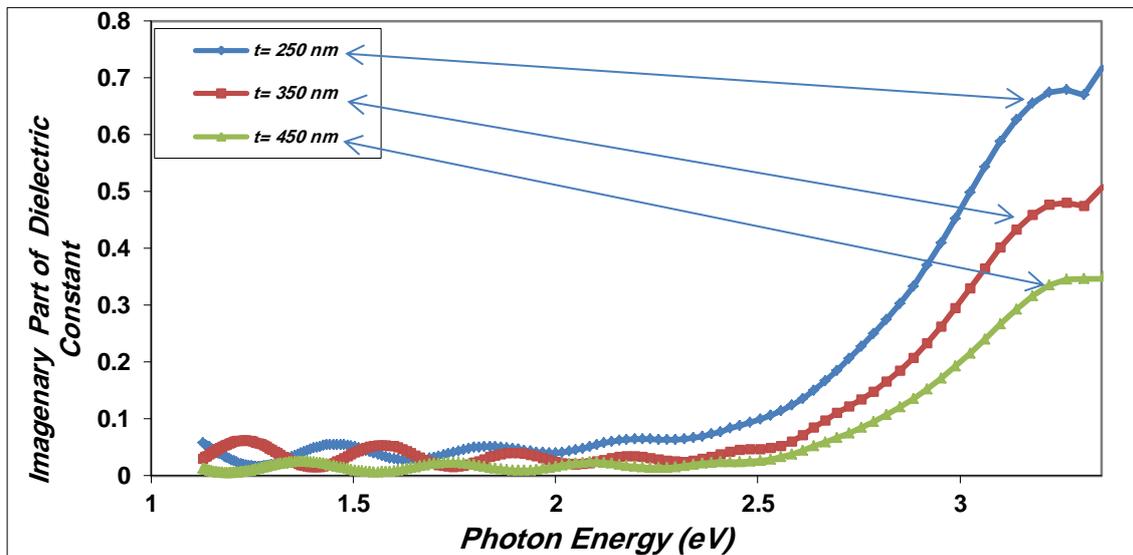
الشكل ( 6 ) يمثل تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون بينما الشكل ( 7 ) يمثل تغير معامل الانعكاس مع طاقة الفوتون لأغشية  $( \text{Bi}_2\text{O}_3 )$  كدالة لتغير السمك .



(9)

(8)

الشكل ( 8 ) يمثل تغير معامل الخمود مع طاقة الفوتون والشكل ( 9 ) يمثل تغير الجزء الحقيقي لثابت العزل مع طاقة الفوتون لأغشية  $(\text{Bi}_2\text{O}_3)$  كدالة لتغير السمك .



الشكل ( 10 ) يمثل تغير الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي مع طاقة الفوتون لأغشية  $(\text{Bi}_2\text{O}_3)$  كدالة لتغير السمك .

**Effect of Thickness on the Structural and Optical Properties of (Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) thin films**

**Bushra. K.H.Al-Maiyaly**

**Nassr. I.Najm**

**Dept.of physics/ College of Education For Pure Science  
(Ibn Al-Haitham) University of Baghdad**

**Abstract**

In this research , the influence of different thickness (250,350 and 450 ±20 nm) on the structural and optical properties have been investigated on the thin films of (Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) which deposited on glass substrates using thermal evaporation technique under vacuum , ( XRD) is used to characterize the structural properties, the results indicate that all films prepared have polycrystalline structure with preferentially oriented in the [ 201] with tetragonal structure, The optical analyses shows that these films have high absorption coefficient (  $\alpha > 10^4 \text{ cm}^{-1}$  ) and direct energy gap which increase with the increase of film thickness , Also optical measurements shows that , the values of absorption coefficient , refractive index , extinction coefficient , the dielectric constants with both parts real and imaginary Optical Conductivity are change with on film thickness for the wavelength in the range ( 300 – 1100 nm ) .

**Key words** : structural and optical properties , Bismuth oxide films , Thermal evaporation.