دراسة بعض الثوابت البصرية لاغشية (CdO) الرقيقة كدالة لتغير السمك

حيدر غازي لازم

د. صبيح جاسم كاطع

كلية التربية الأساسية – جامعة ميسان

الخلاصة : حضرت أغشيه رقيقة من مادة أو كسيد الكاديوم (CdO) وأسماك مختلفة باستخدام طريقة الترسيب الكيميائي الحراري من خلال ترسيبها على قواعد زجاجية مسخنة إلى درجة حرارة (٧٧٣)، وباستخدام تقنية حيود الأشعة السينية تم فحص طبيعة التبلور للأغشية المحضرة وقد بينت بانها متعدد التبلور. تم تحليل التجارب والتجارب المتعلقة بالعامل البصري له كعامل الاعطل فجوة الطاقة البصرية ومعامل الانكسار ومعامل الخمود وعزل التيار الكهربائي الثابت بجزئيه الحقيقي والخيالي مختلفا ثنائي لطاقة الفوتون وكذلك تم التحقق من الأنعكاس الحاصل على سطح الافيلم المحضرة .

مقدمة: تعد دراسة بعض المواد بشكل أغشيه وسيلة رقيقة مناسبة للمعرفة العديد من خواصها الفيزيائية والكيميائية التي يصعب الحصول عليها وهي بشكل طبيعي، إذ تشبه الاغشية الرقيقة "دورا" بالغ الاهميه في البحوث الأساسية لفيزياء الحالة الصلبة [١]. إن أوكسيد الكادميوم من مادة شبه موصلة مهمة نظرًا لما تتمتع به من خصائص فيزيائية مختلفة كالشفافية وأمتلاكه لمعامل إمتصاص عالي وفجوة طاقة كبيرة" لذلك فهي تستخدم في كثير من التطبيقات البصرية والكهربائية منها وإستخدامها كمواد شفافة حراريا" لشباب المركبات والطائرات كما دخلت في كثير من التطبيقات الصناعية المهمة التي تشاركت في فعالية في التقدم العلمي والتكنولوجي المعاصر كالخلايا الشمسية والكواشف الضوئية [٣-٢]

للأهميه المتزايدة للمواد شبه الموصلية ولما تشكله من أهميه كبيره في التطبيقات العلمية فقد تم إختيار هذا البحث والذي يهدف إلى دراسة بعض الثوابت البصرية لأغشية أوكسيد الكادميوم كداله لتغير سمك الغشاء باستخدام طريقة الترسيب الكيميلي الحراري، إذ أن الأغشية التي يتم الحصول عليها بهذه الطريقة تكون ذات نوعية جيدة ومتجانسة بشدة التلاصق بالقواعد الزجاجية التي تترسّب عليها وخالية من الثقوب الأبريه [٥-٤].

الجزء العملي:

تم استخدام مادة نترات الكادميوم المائية ($CdO(NO3)2.4H2O$) لتحضير أغشية أوكسيد الكادميوم بتركيز (٠,١) وبسمك nml(٢٥٠،٣٥٠،٤٥٠) بعد إذابة (٣,٠٨٤٧) من المادة في (100ml) من الماء المقطر إذابة تدريجيًا وباستخدام خلاط مغناطيسي وصولا إلى محلول نترات الكادميوم وهو محلول متجانس رائق عديم اللون [٦]، وقد

استخدمت قواعد زجاجية نظيفه من خلال غسلها أولا بالماء ومسحوق الغسيل للتخلص من أي بقع زيتيه أو بقايا مواد عالقة قد يصدف وجودها على القواعد الزجاجية ثم تغسل بالماء المقطر غسلاً جيداً بعد ذلك يتم وضعها في كحول الأيثانول وبالتالي يتم تجفيفها، وقد انتخبت الدرجة الحرارية (٧٧٣) في تحضير الأغشية المحضرة، إذ تم تثبيت درجة حرارة القاعدة في هذه الدراسة لضمان التخلص من تغير عامل درجة الحرارة التي لها الأهمية الكبرى على تجانس وتماسك الأغشية الرقيقة . وتتم عملية رش المحلول على دفعات لتجنب الإنخفاض الكبير في درجات الحرارة أثناء عملية الرش حيث تكون عملية الرش لمدة (5) sec وبعد توقف لمدة (3min) وبمعدل رش (٤,٥ml/min)، وكانت أفضل مسافة عمودية بين نهاية الأنبوب الشعري من جهاز الرش والقواعد الزجاجيه الموضوعة على سطحالسخان الكهربائي هي (٣٠cm) . وإن تفاصيل عملية الرش وردت في بحوث سابقه [٨-٧] ،

وبعد الانتهاء من عملية الترسيب يتم قياس سمك الأغشية الرقيقة المحضرة بالطريقة الوزنية، حيث استخدم ميزان حساس الكتروني نوع (Metter 160 HK) ذي حساسية (١٠٤) إذ تحسب كتلة القاعدة الزجاجية قبل الترسيب ثم تحسب ثانية بعد الترسيب ويمثل فرق الكتله كتلة مادة الغشاء (m) ومن وزن مادة الغشاء وكثافة المادة المرسبة ومساحة الغشاء (مساحة القاعدة المرسبة (عليها يمكن حساب سمك الغشاء الرقيق (t) وفق المعادلة المبينة أدناه [٦]:

$$t=m/(a+p).....1$$

حيث :

p : كثافة مادة الغشاء (gm/cm^3).

a: مساحة الغشاء (cm^3).

وقد تم في هذا البحث استخدام مطياف نوع (PU-8800-UV/VIS .Spec.Met) ذو حزمتين لقياس الأمتصاصية (الامتصاصية) (A) والنفاذية (النفاذية) (T) لأغشية أوكسيد الكادميوم المحضرة لمدى الأطوال الموجية من nm(٩٠٠-٣٨٠).

النتائج والمناقشة:

تبين نتائج حيود الأشعة السينية (حيود الأشعة السينية) بشكل واضح (١) إن أغشية أوكسيد الكادميوم متعددة التبلور، إذ يوجد حيود الأشعة السينية متعدد القمم وإن المعلومات التي تم الحصول عليها وفقًا لبطاقات (ASTM) تم حساب معامل الامتصاص (أ) في منطقة الامتصاص الأساسية باستخدام العلاقة التالية [٩]:

$$\alpha = 2.303\ (A/t) \quad \text{..... (٢)}$$

حيث :

A: مادة امتصاصية الغشاء.

يوضح الشكل (٢) تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون لاغشية أوكسيد الكادميوم المحضر بأسماك مختلفة، ومن خلال هذا الشكل يتبين أن

قيمة معامل الامتصاص الأكبر من (١٠) وهذا يعطي احتمالية كبيرة لحدوث انتقالات مباشرة، إضافة إلى أن زيادة سمك الغشاء يؤدي إلى زيادة واضح في جميع قيمة معامل الامتصاص وخاصة عند الطاقات الفوتونية الواطئه إذ زحفت حافة الامتصاص الأساسية بإتجاه الطاقات الفوتونية الواطئه ويعزى ذلك إلى أن زيادة سمك الغشاء يؤدي إلى تكوين (توليد) مستويات مثل داخل فجوة الطاقة وبالقرب من حزمة التوصيل ملفات إلى إعاقة الفوتونات ذات الطاقات الواطئه وبالتالي زيادته واضحة في قيمة معامل الامتصاص تم حساب قيمة فجوة الطاقة الممنوعة للأنتقالات الألكترونية المباشرة بوعيها المسموح بها والممنوع من خلال العلاقة التالية: [١٠-١١]

$$ahf=B(hf-E_g)^r \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٣)$$

حيث :

B: ثابت يعتمد على خواص المادة.

hf: طاقة الفوتون الممتص.

Eg: فجوة الطاقة الممنوعة.

r: معامل إسي يعتمد على نوع الانتقال

ومن هنا فإن المعادلة (٣) هي نوعية الانتقال في أشباه الموصلات ذات التفريغ المباشر، فعندما تكون قيمة (r) مساوية إلى (٢/١) يكون الانتقال انتقالًا مباشرًا مسموحًا به، وعندما تكون (٢/٣) يكون الانتقال انتقالًا مباشرًا ممنوعًا.

الشكل (٣) يوضح قيمة (ahf) مع طاقة الفوتون ومن خلاله تم حساب قيمة فجوة الطاقة لتتناسب مع الحد المباشر المسموح به، ومن خلال الشكل (٤) الذي يوضح قيمة (ahf) مع طاقة الفوتون تم حساب قيمة فجوة الطاقة لتتناسب مع الحد المباشر المسموح به كما هو موضح في الجدول رقم (١). وإن هذه القيم تتفق مع نتائج البحث المنشور ضمن تقنيات تحضير مختلفة [١٣-١٢]

الجدول (١) : قيمة فجوة الطاقة الممنوعة لتتناسب مع الحد المباشر المسموح به والممنوع بتغير سمك غشاء رقيق.

فجوة الطاقة (Eg) (انتقال مباشر ممنوع)	فجوة الطاقة (Eg) (انتقال مباشر مسموح)	سمك الغشاء (nm)
1.89(ev)	2.295(ev)	250
1.74(ev)	2.15(ev)	350
1.69(ev)	2.05(ev)	450

لذلك فقد لوحظ ان زيادة سمك الغشاء يؤدي الى تقليل فجوة الطاقة البصرية ويرجع السبب في ذلك الى زيادة العيوب التركيبية اثناء تحضير الغشاء .

إن الشكل (٥) يوضح تغير الأنعكاسية (R) كدالة لطاقة الفوتون لأغشية أوكسيد الكادميوم المحضرة بأسماك مختلفة وقد تم حساب قيم الأنعكاسيه بموجب قانون حفظ الطاقة

$$R+A+T=1 \quad \ldots\ldots(٤)$$

ويلاحظ من خلال هذا الشكل إن سلوك منحنيات الأنعكاسيه هو نفسه لكل العينات حيث أن الأنعكاسيه تتزايد مع زيادة طاقة الفوتون لتصل إلى القمة ثم يبدأ منحني الأنعكاسية بالتناقص وإن هذه القمة زحفت بإتجاه الطاقات الفوتونية الواطئة مما يدل على نقصان فجوة الطاقة بزيادة سمك الغشاء.

والشكل رقم (٦) يوضح تغير معامل الخمود (Ko) مع طاقة الفوتون وتم حساب معامل الخمود من المعادلة :

$$K_O=\frac{a\lambda}{4\pi} \quad \ldots\ldots(5)$$

ويلاحظ من خلال هذا الشكل بأن قيم معامل الخمود تتزايد مع زيادة السمك ويرجع ذلك لإرتباط معامل الخمود مع معامل الإمتصاص (a) وكما هو واضح في المعادلة رقم (٥)، إذ نجد أن سلوك منحنيات (Ko) مشابهه لسلوك منحنيات (a) .

والشكل رقم (٧) يوضح تغير معامل الإنكسار (n_o) مع طاقة الفوتون وتم حساب قيم معامل الأنكسار من المعادلة [١٤] .

$$n_o = \left[\left(\frac{1+R}{1-R} \right)^2 - (K_o^2 + 1) \right]^{1/2} + \frac{1+R}{1-R} \quad \text{.....(6)}$$

ومن ملاحظتنا للشكل (٧) نجد أن قمة المنحنيات تزحف نحو الطاقات الفوتونية الواطئة بزيادة السمك وهذا التصرف مشابه لسلوك الإنعكاسية كدالة للسمك نظرا للإرتباط الكبير بين معامل الإنكسار والإنعكاسيه .

إن الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي (٤١) يعطى بالعلاقة : [١٥]

$$\varepsilon_1 = n^2_o - K^2_o \quad \text{.....٧}$$

أما الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي (٤٢) يعطى بالعلاقة :

$$\varepsilon_2 = 2n_o K_o$$

والشكل رقم (٨) يوضح تغير الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي (٤١) مع طاقة الفوتون ومن خلال هذا الشكل نستطيع إدراك التشابه بين منحنيات هذا الشكل ومنحنيات معامل إتكسار هذه الأغشية وهذا تاتج من إعتماد قيم (٤١) على قيم (٢) أكثر من قيم (K2) حسب المعادله رقم (٧) وذلك لأن قيم (K2) قليله جدا مقارنة بقيم (٢)، وكذلك نجد أن قمة المنحنيات تزحف نحو الطاقات الفوتونية الواطئه بزيادة السمك.

أما الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي (٤٢) من خلال الشكل (٩)، إذ نلاحظ أن هناك تشابه تقريبا بالتصرف العام مع منحنيات معامل الخمود، وهذا ناتج عن إعتماد حساب قيم (ε_2) على معامل الخمود.

الإستنتاجات:

١. معامل الامتصاص لغشاء أو كيد الكادميوم يمتلك قيم عاليه وإن هذه القيم تزداد بزيادة السمك

٢. إن زيادة سمك الغشاء يؤدي إلى نقصان واضح في قيم فجوة الطاقة.

٣. إن زيادة سمك الغشاء لم يؤثر كثيرا" على قمـــة منحنيات الأنعكاسية معامل الأنكسار والجزء الخيالي الثابت العزل الكهربائي لغشاء أوكسيد الكادميوم ولكنه أدى إلى تغير موقعها بإتجاه الطاقات الفوتونية الواطئه، ونقصان قيم هذه الثوابت بعد هذه القمة .

٤. أن زيادة سمك الغشاء أدى إلى زيادة واضحه في جميع قيم معامل الخمود والجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي ولمدى الطاقات ev(٣،٣-١،٤).

٥. من الممكن إن نستخدم أغشية أوكسيد الكادميوم كنافذه (Window) للأطوال الموجية العالية (λ>540nm)وكمرشح (Filter) للاطوال الموجية القصيرة (λ<540nm).

References

.١L. Eckertov, "Physics of Thin Films", Plenum Press, New York and London, (1977.(

.٢B. K. Hassan, "Thesis", University of Baghdad, (2007.(

.٣H. G. Lazem, "Journal of German Researches", 2, 4, (2006.(

.٤K. L. Chopra, "Thin Films Phenomena", McGraw-Hill, New York, (1969.(

.٥K. S. Ramaiah, V. Sundaran،

F. S. Juang, "Semicond. Sci. Technol.", 15, 67 (2000.(

.٦Z. T. AL-Magmaee, "M.Sc. Thesis", AL-Mustansirtia University, (2003.(

.٧H.G. Lazem, S.J. Gatia, K.A. Mishjl, Journal of University Teacher, 5, 10, (2006(

.٨CC C.C. Ling and C.D. Belling, Physical Review, B64, 075201, (2001.(

.٩N.F. Habubi, AL-Fath Journal, 1, 22, (1998.(

.١٠Z.Z. Has, D.L. Morel and C.S. Ferekides, "Thin Solid Films", 412, 203, (2002.(

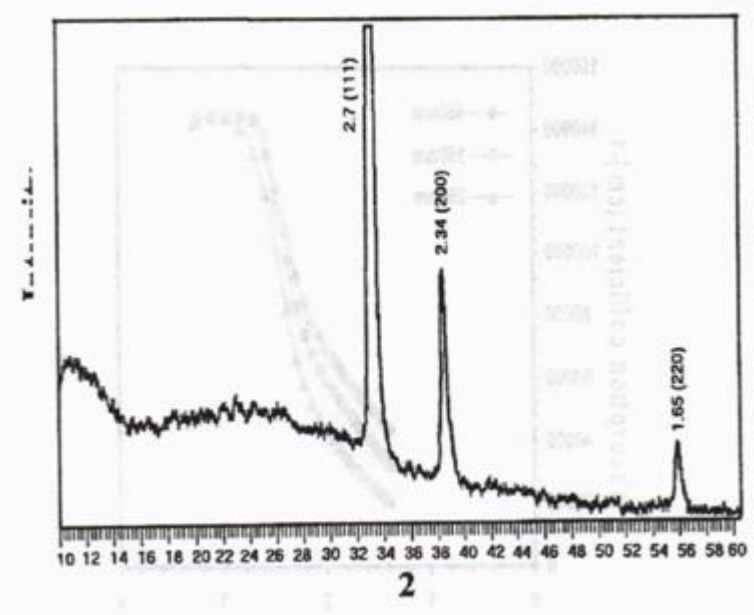
.١١Sze.SM Sze, S.M. "Physics of Semiconductor Devices", 2nd, ed., Wiley and Sons, (1981.(

.١٢K. L. Chopra and S. Ranyan, "Thin Film Solar Cells", Plenum Press, New York. (1993.(

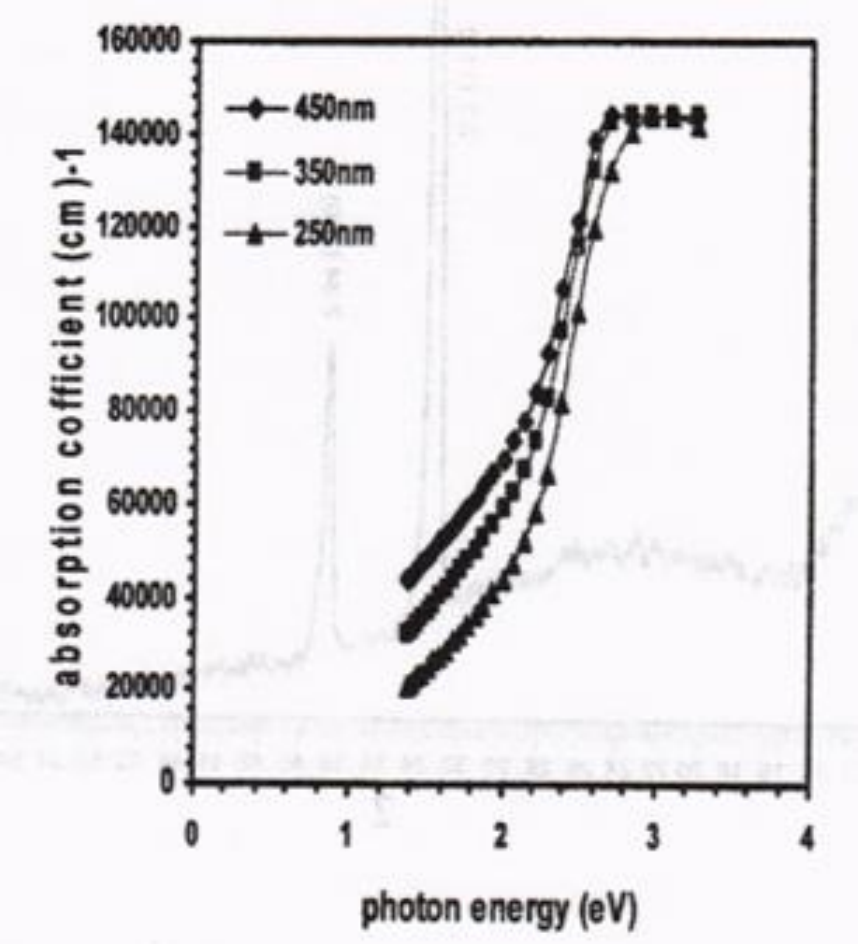
.١٣R. Ferro and A. Rodriguez, Phys. State. Sol., B220, 299, (2002.(

.١٤R. H. French, H. Mullegans and D. J. Jones, J. Am. Ceram. Soc., 81, 2549, (1998.(

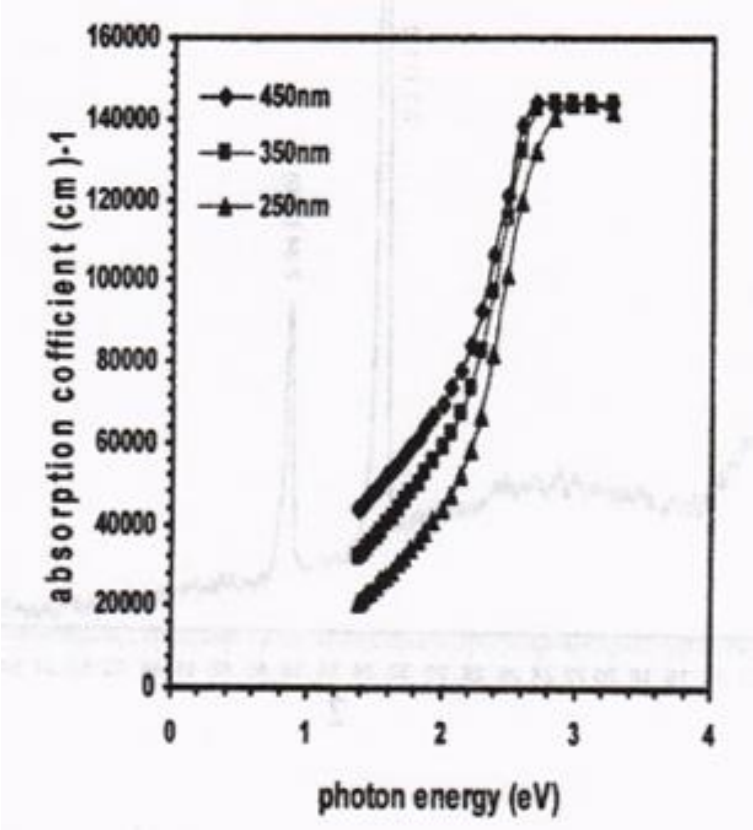
١٥. S. A. Twfig, F. H. Ali, R. S. Sabri, Sci. J. Iragi, Atomic Energy Commission, 4, 2, (2002)



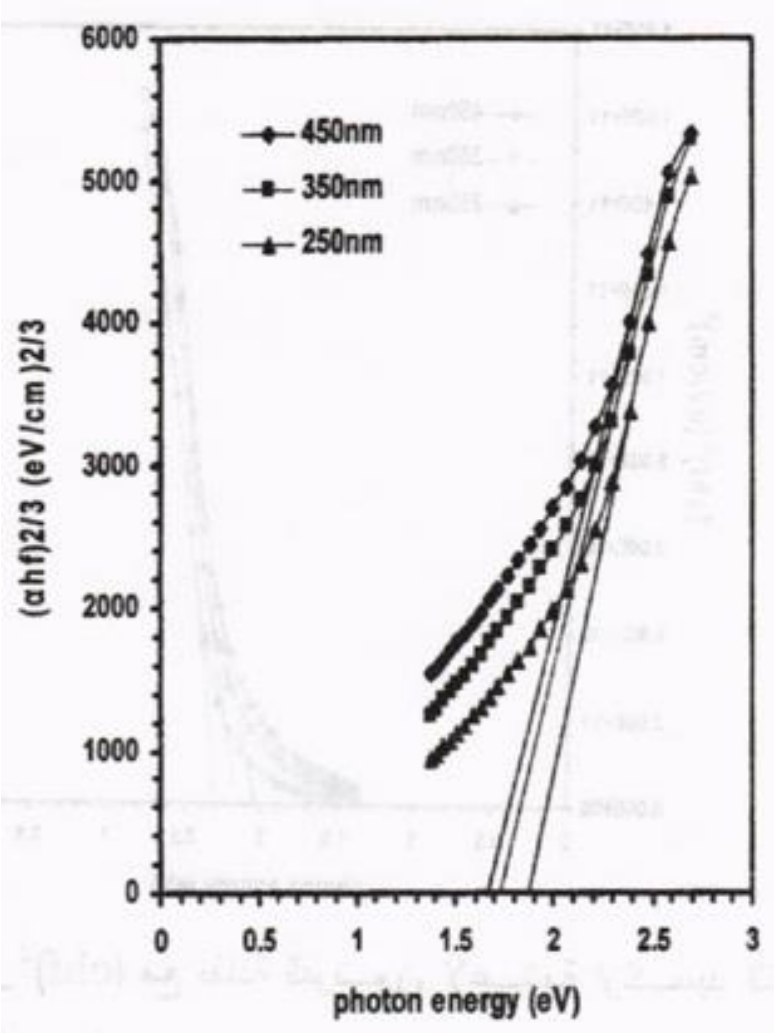
شكل (١): مخطط حيود الأشعة السينية لغشاء أوكسيد الكادميوم المحضر عند درجة (٧٧٣°).



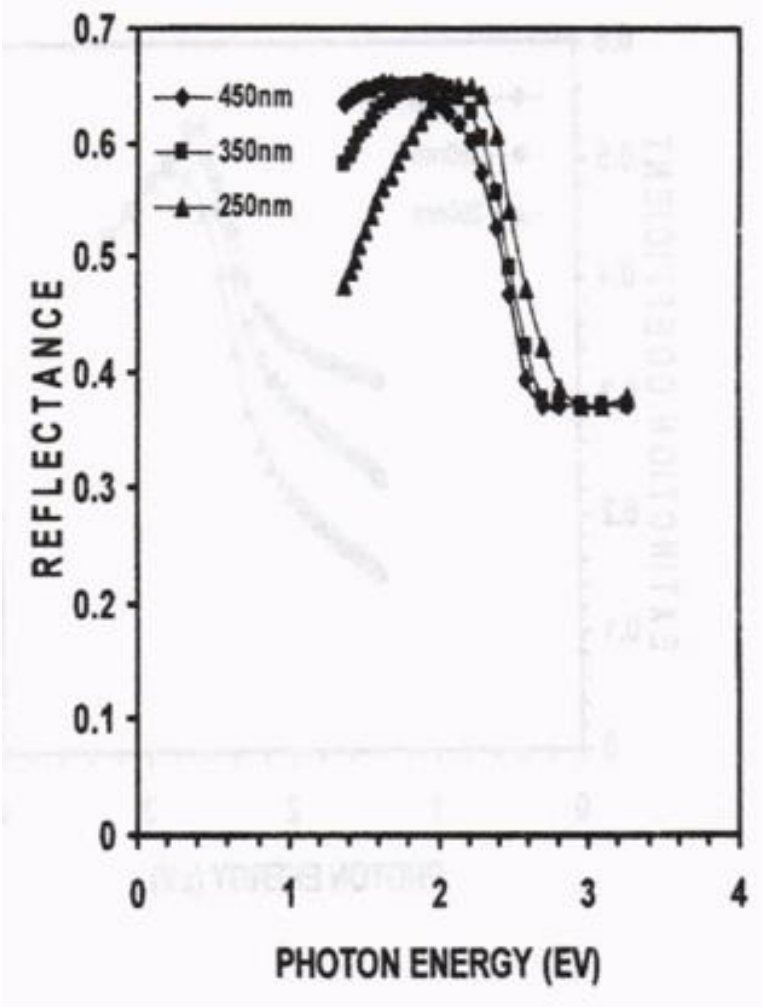
شكل (٢) : تغيير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لاغشية اوكسيد الكاديوم والمحضرة باسماك مختلفة .



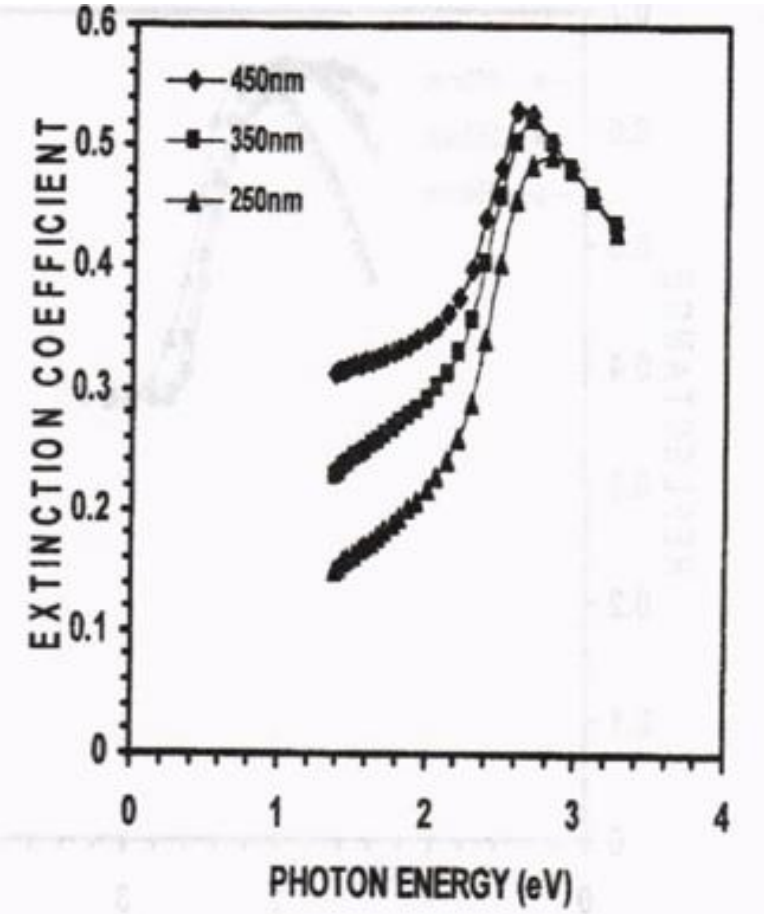
شكل (٣) : تغير $(ahf)^{2}$ مع طاقة الفوتون لاغشية اوكسيد الكادميوم المحضرة بأسماك مختلفه .



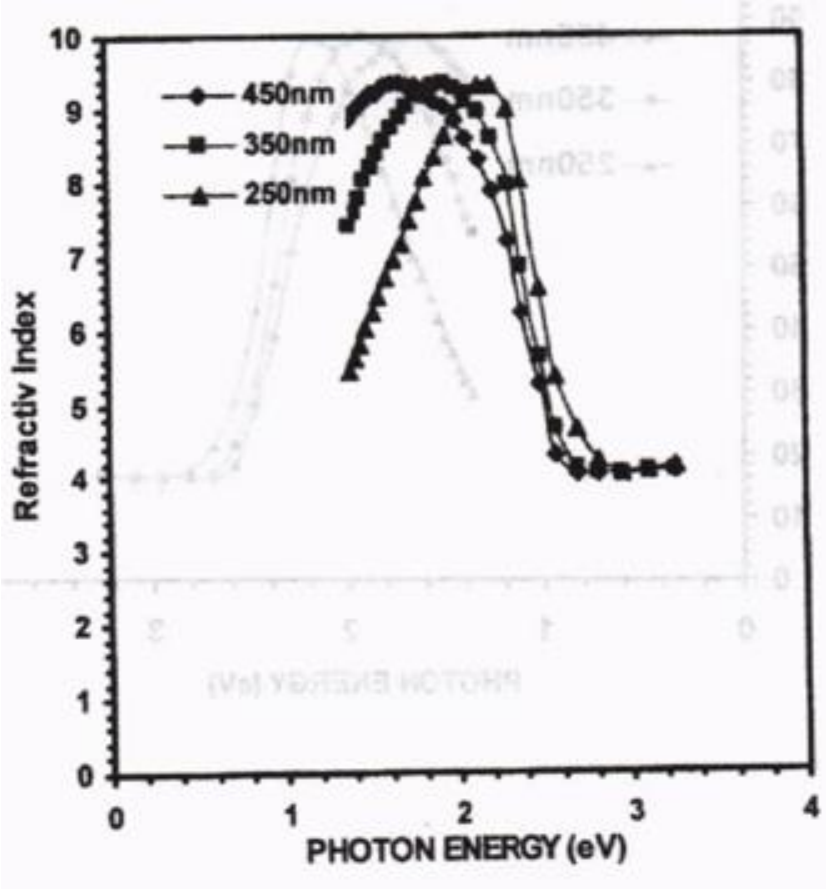
شكل (٤) : تغير $^{2\backslash 3}$ (ahf) مع طاقة الفوتون لاغشية اوكسيد الكاديوم المحضرة بأسماك مختلفة



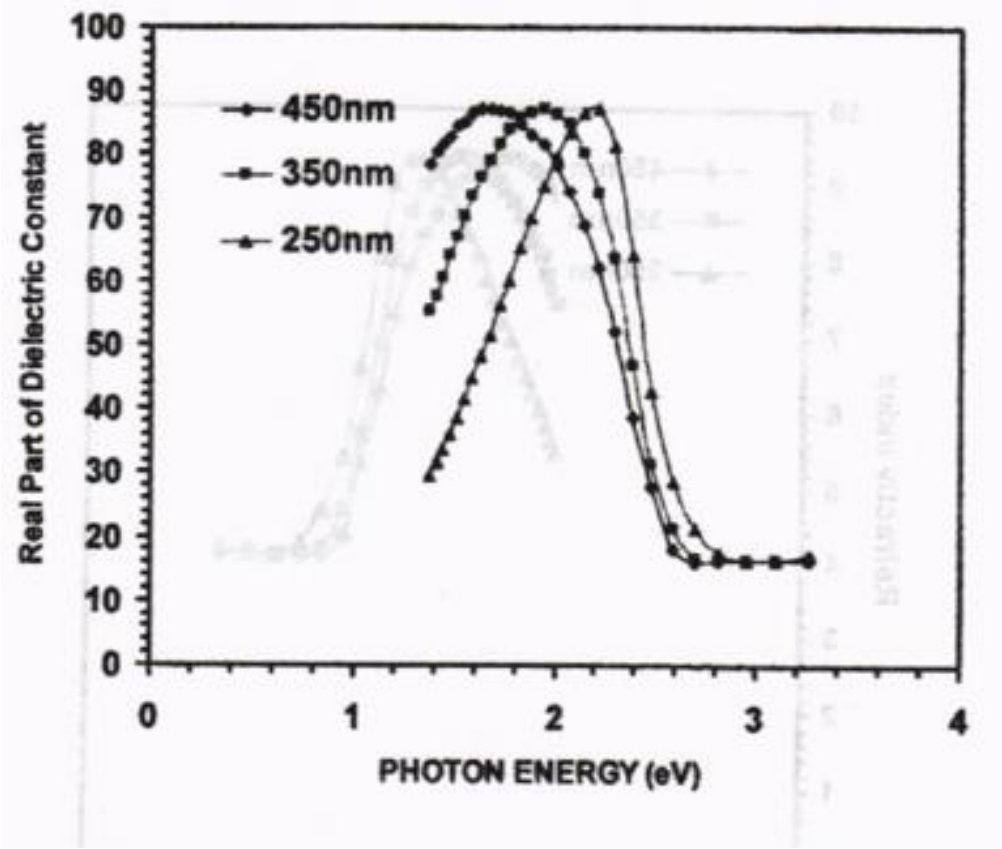
شكل (٥) : تغير الانعكاسيه كداله لطاقة الفوتون لاغشية اوكسيد الكاديوم المحضرة بأسماك مختلفة.



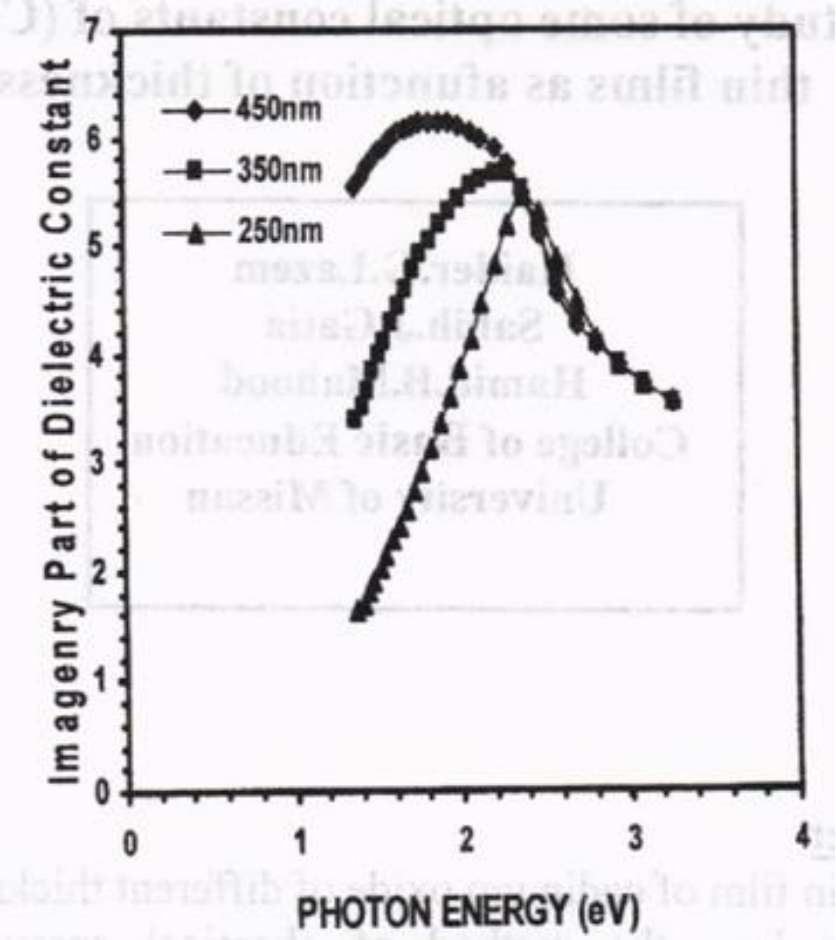
الشكل (٦) : تغير مقترح الخمود كدالة لطاقة الفوتون اللاغشية اوكسيد الكاديوم المحضرة بأسماك مختلفة.



الشكل (٧) : تغير محتمل الانكسار كداله لطاقة الفوتون غير الغشائية اوكسيد الكادميوم المحضرة بأسماك مختلفة.



شكل (٨) : تغير الجزء الحقيقي من العزل الثابت كداله لطاقة الفوتون لاغشية اوكسيد الكاديوم المحضر بأسماك مختلفة .



شكل (٩): تغير جزء خيالي من ثابت العزل كداله لطاقة الفوتون لاغشية اوكسيد الكاديوم المحضرة بأسماك مختلفة.

A study of some optical constants of (CdO) thin films as a function of thickness

Haider.G.Lazem

Sabih.J.Gatia

Hamid.B.Mahood

College of Basic Education, University of Misan

Abstract:

Thin films of cadmum oxide of different thicknesses were prepared by the method of chemical spray pyrolsis deposition on glass substates which were heated to (773 K). The nature of crystallization of these films was examined by x-ray diffraction technique which showed that the prepared thin films are polycrystalline. The spectra were analyzed and other optical parameters were investigated such as optical absorption coefficient, energy band gap, refractive index, extinction coefficient, real and imaginary part of dielectric constant as a function of photon energy and the reflection from the surface of the prepared thin films were also investigated.