# دراسة بعض الخواص البصرية والتركيبية لأغشية CdSالنقية قبل وبعد التأثير بالليزر

**هاني هادي احمد**

*قسم علوم الحاسبات، كلية العلوم،جامعة تكريت،تكريت،جمهورية العراق*

**الخلاصة :**

في هذا البحث تم دراسة تأثير التشعيع بواسطة ليزر ثاني اوكسيد الكاربون المستمر على بعض الخواص البصرية لاغشية كبريتيد الكادميوم (CdS) النقية الرقيقة المحضرة بطريقة التبخير الحراري الفراغي بسمك (1.4µm)، حيث شخصت طبيعة تبلور الاغشية المحضرة من خلال نمط حيود الاشعة السينية (X-Ray) ، إذ أظهرت النتائج الأغشية (CdS) المشعة وغير المشعة ذات تركيب متعدد التبلور.

تضمن دراسة الخواص البصرية تسجيل طيف الامتصاصية للاطوال الموجية nm(1000-400) وحساب معامل الامتصاص وفجوة الطاقة المباشرة قبل التشعيع وبعد التشعيع ، واظهرت النتائج ان التشعيع ادى الى تغير لون الاغشية من الاصفر الشفاف الى الاصفر القاتم والى زيادة قيم معامل الامتصاص وتقليل قيمة فجوة الطاقة .

**المقدمة**

تعد إمكانية تحضير أكثر المواد الصلبة على هيئة أغشية رقيقة إحدى التقنيات المهمة للحصول على صفات جديدة للمواد التي يصعب مشاهدتها وتحسها عندما تكون المواد بشكلها الكتلوي الطبيعي [1] ، إن تقنية الأغشية الرقيقة إحدى أهم التقنيات التي أسهمت في تطوير ودراسة أشباه الموصلات فقد استخدمت منذ أقدم في صناعة الزجاج المستخدم في الديكورات وفي صناعة السيراميك وفي طلاء الزجاج بأملاح الفضة ، وقد أحرزت هذه التقنية تقدما كبيرا في القرن العشرين وخاصة في مجال الالكترونيات فأسهمت بشكل واضح في تقدم هذا المجال بخطوات سريعة فقد استخدمت في إنتاج العديد من الأجهزة المهمة في مجال التقدم العلمي والتكنولوجي ، إذ تم الاستعاضة عن كثير من أجزاء الدوائر الالكترونية بأغشية رقيقة تحل محلها وتعطي صفات مماثلة بكفاءة اكبر كالمقاومات الكهربائية والمكثفات والمرشحات والكواشف والترانسترات والمفاتيح الكهربائية والتوصيلات الكهربائية الدقيقة وغيرها ، كما دخلت في كثير من التطبيقات الصناعية المهمة التي أسهمت وبشكل فعال في التقدم العلمي كالخلايا الشمسية [2] .

هناك عدة طرق لتحضير الأغشية الدقيقة واهم الطرق المستخدمة هي التبخير الحراري الفراغي والترذيذ والترسيب الكيميائي [3] . وتعد طريقة التبخير الحراري الفراغي من الطرق التقليدية المستخدمة في تحضير الأغشية الرقيقة التي يتم الحصول عليها بنوعية جيدة ومتجانسة [4] وان اختيار الطريقة المناسبة لتحضير الأغشية يعتمد على عدة عوامل أهمها الكلفة وسهولة التحضير وسرعة توفر المواد الأولية المستخدمة في التحضير [5] .

تعد مادة كبريتيد الكادميوم (CdS) من مركبات اشباه الموصلات التابعة للمجموعة الثانية – السادسة (II-VI) من الجدول الدوري ، يكون التركيب البلوري لهذه المادة من النوع السداسي (Hexagonal) او النظام المكعبي نوع مشبك الخارصين الذي يشبه الماس في تركيبته ، حيث يتكون من شبكتين ثانويتين من نوع المكعب متمركز الأوجه (F.C.C) متداخلين [٦] . تمتلك مادة CdS لونا برتقاليا مصفر وهي طبقة شفافة) ولها تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline)، حيث تمتلك فجوة طاقة مباشرة مقدارها 2.4 ev [7] .

الليزر هو عبارة عن جهاز يحول الطاقة من مصادر مختلفة إلى صورة إشعاع كهرومغناطيسي يمتلك العديد من الخواص التي تميزه عن غيره من الأشعة وقد جاءت تسمية كلمة ليزر من الأحرف الأولى لفكرة عمل الليزر وهي :

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

وتعني تكبير الضوء بواسطة الانبعاث المحفز للاشعاع الكهرومغناطيسي وقد نتنبأ بوجود الليزر العالم البرت انشتاين في ١٩١٧ حيث وضع الأساس النظري لعملية الانبعاث المحفز وتم تصميم أول جهاز ليزر في ١٦٦٠ بواسطة العالم Maman باستخدام بلورة الياقوت [8] على ضوء التطور العلمي والتكنولوجي تم بناء ليزرات كثيرة تختلف من حيث أوساطها الفعالة عن بعضها البعض ، فقد تكون هذا الاوساط ( صلبة ، سائلة ، شبه موصلة ، غازية ) وبالتالي فان اختلاف هذه الأوساط بسبب توليد أشعة ليزرية بأطول موجة مختلفة [9] . عام ١٩٦٤ اكتشف العالم Patel ليزر ثاني اوكسيد الكاربون حيث يصنف هذا الليزر ضمن الليزرات الغازية التي تعمل في مدى الأشعة تحت الحمراء وبطول موجي (10.6)µm [10]. يتفاعل الشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة بثلاث طرق وهي التأثير الضوئي وتأثير كومبتن وإنتاج الزوج حيث يكون لهذه التفاعلات تأثيرات فيزياوية منها [12] [11] :

١- التأثير الحراري حيث ترتفع درجة حرارة المادة الممتصة للإشعاع .
٢- تأثير فسفوري أي إطلاق لمادة لضوء مرئي عند تعرضها للإشعاع.
٣- تأثيرات فيزياوية أخرى لتغيير اللون أو زيادة معامل التوصيل الكهربائي .

**الجزء العملي**

**تحضير أغشية كبريتيد الكادميوم CdS**

حضرت الأغشية الدقيقة للمركب CdS النقي بطريقة التبخير الحراري بواسطة وحدة التبخير (Edwards 306) باستخدام حويض واحد من المولبدنيوم ($M_o$) . وقد تم ترسيب جميع أغشية CdS النقية في حيز ذي فراغ عالي بحدود ($10^{-6}$ mbar) على أساس ذي درجة حرارة مساوية لدرجة حرارة المختبر بسمك (1µm) ولغرض التعرف على طرائق تحضير الأغشية بشكل تفصيلي وكذلك الأجهزة المستخدمة يمكن الرجوع إلى المصدر [3].

**الفحص بواسطة الأشعة السينية X-Ray**

تم فحص الأغشية المحضرة ومعرفة تركيبها البلوري من خلال دراسة نمط حيود الأشعة السينية (X-Ray) باستخدام جهاز الأشعة السينية نوع (Phillips) فعند تسليط حزمة من الأشعة السينية بزوايا على سطح الغشاء فسوف تظهر قمم نتيجة انعكاسات براك على السطوح البلورية المتوازية والتي يحصل عندها تداخل بناء لموجات الأشعة السينية المنعكسة عنها ، إذ أن وجود القمم تعني كثافة ذرات المادة المكون منها الغشاء في تلك المنطقة والمادة المستخدمة في البحث هي (CdS) التي تخضع لقانون براك (Brraggs Law) [14] .

$$2d \sin\theta = n\lambda \ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث أن :

d : المسافة بين مستويين بلوريين .

$\theta$ : زاوية السقوط والتي تساوي زاوية الانعكاس لحزمة الأشعة السينية الساقطة على سطح ذري معين .

n :عدد صحيح .

$\lambda$ : الطول الموجي للموجة ( الشعاع الساقط ) (A°) .

**٣-٢ القياسات البصرية**

أجريت القياسات البصرية للأغشية المحضرة للمركب CdS قبل وبعد التشعيع باستخدام جهاز المطياف ( Spectrophotometer) المجهز من قبل شركة (perkin-Elmer) ذو المدى الطيفي (200- 320)nm من خلال قياس الامتصاصية (A) كدالة للطول الموجي ($\lambda$) وبعد الحصول على الامتصاصية المقابلة للأطوال الموجية تم حساب معامل الامتصاص باستخدام العلاقة االاتية [15].

$$\alpha\,(cm)^{-1} = 2.303\frac{A}{d} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث ان:

A:الامتصاصية

d: سمك الغشاء المحضر (1μm) .

تم حساب فجوة الطاقة الممنوعة ( وهي اقصر مسافة عمودية بين قصر حزمة التوصيل وقصر حزمة التكافؤ)من العلاقة الآتية [6,16] :

$$\alpha h\nu = B(h\nu - Eg)^{\gamma}) \ldots\ldots\ldots\ldots(٣)$$

حيث أن:

B وهي كمية ثابتة و hν طاقة الفوتون الساقط أن العامل ($\lambda$) يختلف حسب نوع الانتقالات الحاصلة فتكون قيمته مساوية (1/2) للانتقالات المباشرة المسموحة ( العمودية ) و(3/2) للانتقالات المباشرة الممنوعة ( غير العمودية ) .

**2-4 عملية التشعيع :**

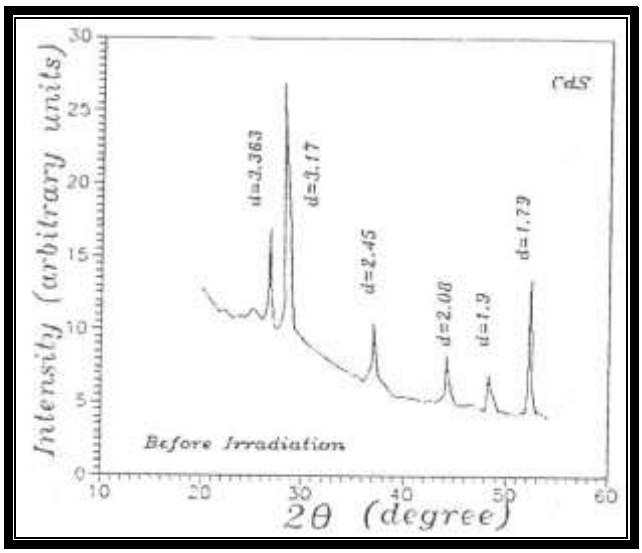
لغرض دراسة تأثير شعاع الليزر على المادة تم تعريض النماذج المحضرة من غشاء CdS النقي استخدم جهاز ليزر ثاني اوكسيد الكاربون المستمر المصنع محلياً تصنيع عراقي (العلوم والتكنولوجيا) بقدرة خرج ليزرية قصوى هي W (١٠) . حيث تم تعريض النماذج لفترة قصيرة تتراوح بين sec(2-5) بقدرة خرج mW (500) ذلك لان ليزر ثاني اوكسيد الكاربون يولد تأثير حراري فعند القدرات الأعلى من Mw (500) يؤثر على تركيب الأغشية ويتلفها [17] . والشكل رقم (1) يوضح ليزر ثاني اوكسيد الكاربون المستخدم في البحث .

**شكل رقم(١) ليزر ثاني اوكسيد الكاربون**

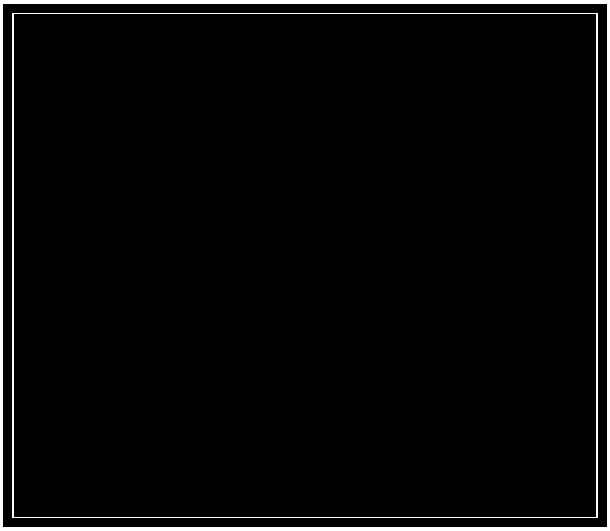
**النتائج والمناقشة**

**الفحص بالأشعة السينية X-Ray**

تبين نتائج الفحص بالأشعة السينية إن أغشية كبريتيد الكادميوم النقية ذات لون اصفر ذو تركيب متعدد البلورات سداسي الشكل بدلالة ظهور القمم الحادة وعند مقارنة نتائج الفحص بعد تطابق مواقع القمم لما سجل من بطاقات (ASTM) (American standard of Testing Materials) كانت النتائج مطابقة تماما . أما التشعيع بالليزر فلم يظهر أي تغير على التركيب البلوري لأغشية (CdS) إنما كانت نتيجة الفحص التركيبي لأغشية (CdS) بعد التشعيع أنها متعدد التبلور نوع (CdS) السداسي ، والشكل (2) و(3) بين مخطط حيود الأشعة السينية لأغشية (CdS) قبل وبعد التشعيع .



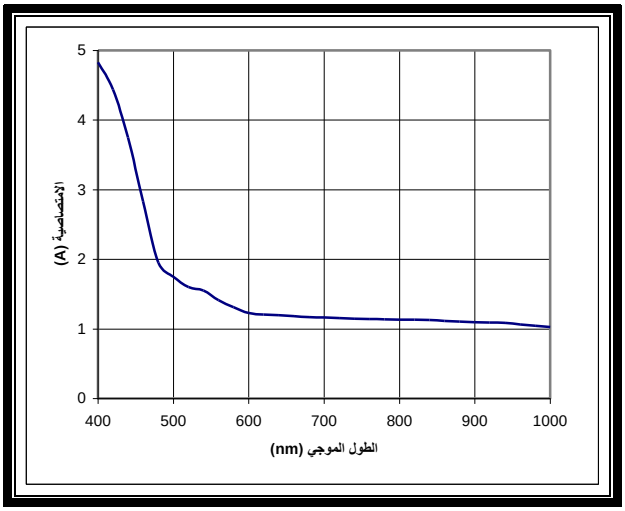

**شكل رقم(٢) مخطط حيود الاشعة السينية قبل التشعيع بالليزر**



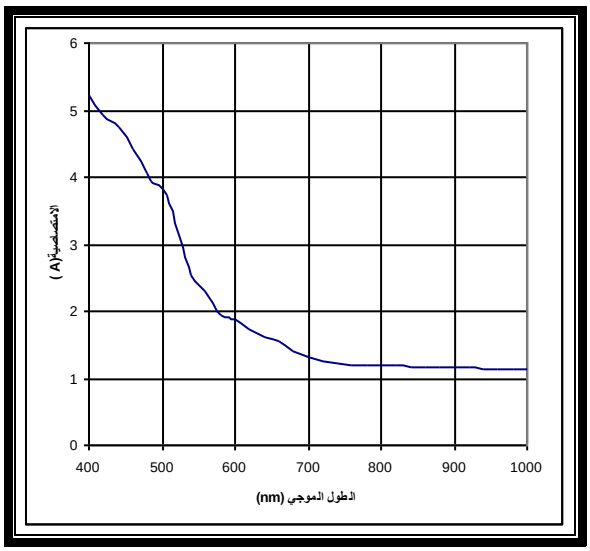
**شكل رقم(٣) مخطط حيود الاشعة السينيةبعد التشعيع بالليزر**

**الخواص البصرية**

تضمنت نتائج الخواص البصرية تسجيل طيف الامتصاصية (Absorbance) دالة للطول الموجي ضمن المنطقة nm(1000-400) يوضح الشكل (4) طيف الامتصاصية قبل التشعيع حيث نلاحظ أن حافة الامتصاص التي تمثل الحد الفاصل بين المنطقة التي يكون فيها امتصاص الضوء عالي والمنطقة التي يكون فيها امتصاص الضوء قليل تقع عند الطول الموجي 510nm وتشير هذه النتيجة إن حافة الامتصاص تمثل صفة خاصة بالمادة غير معتمدة على طريقة التحضير وان هذه النتيجة توافق مع النتائج التي حصل عليها باحثون آخرون [18,19]. أما الشكل (5) فيوضح طيف الامتصاصية دالة للطول الموجي بعد التشعيع حيث نلاحظ انحراف القمة نحو الأطوال الموجية البعيدة إلى امكانية امتصاص غشاء CdS لضوء الليزر .




**شكل (٤) الامتصاصية دالة للطول الموجي لغشاءCdS قبل التشعيع بالليزر**




**شكل (٥) الامتصاصية دالة للطول ألموجي لغشاءCdS بعد التشعيع بالليزر**

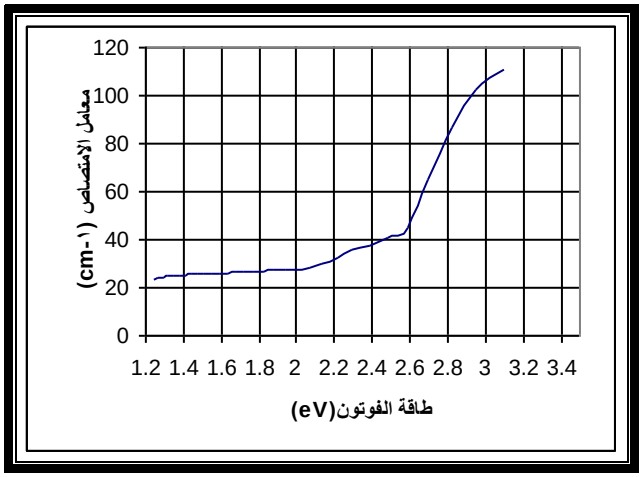
**معامل الامتصاص**

تم دراسة تغير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لأغشية (CdS) قبل وبعد التشعيع بالليزر وبعد دراسة النتائج قبل التشعيع الشكل (6) نلاحظ :

١- يمتلك كبريتيد الكادميوم قبل التشعيع معامل الامتصاص عال يصل مداه إلى ($10^3 cm^{-1}$) عند الطاقات الفوتونية العالية التي العلاقة بين معامل الامتصاص وطاقة الفوتون علاقة اسية .

٢- يصل مداها إلى 2.48)eV) مما يرجح احتمالية حصول انتقالات الكترونية مباشرة ضمن هذا المدى من الطاقات .

٣- تزداد قيم معامل الامتصاص بشكل سريع عند الطاقات الفوتونية العالية ضمن المدى 215-248)eV) مما يساعد على تحديد منطقة الامتصاص الأساسية وبالتالي تحديد قيمة فجوة الطاقة الممنوعة .

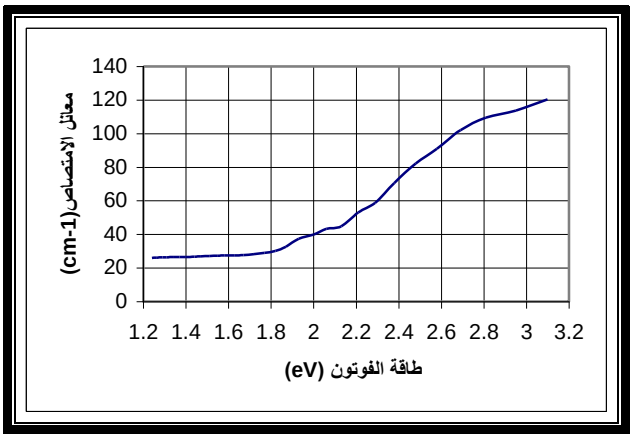



**شكل(٦) معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لأغشية (CdS) قبل التشعيع بالليزر**

أما بعد التشعيع بواسطة الليزر بقدرة (500)mW يلاحظ ما يأتي من الشكل (7) :

١- ان معامل الامتصاص يزداد بحيث يصل مداه إلى ($10^4 cm^{-1}$) لمدى الطاقات الفوتونية العالية (1.4-2.43)eV مما يدل على حصول انتقالات الكترونية مباشرة ضمن هذا المدى من الطاقات .

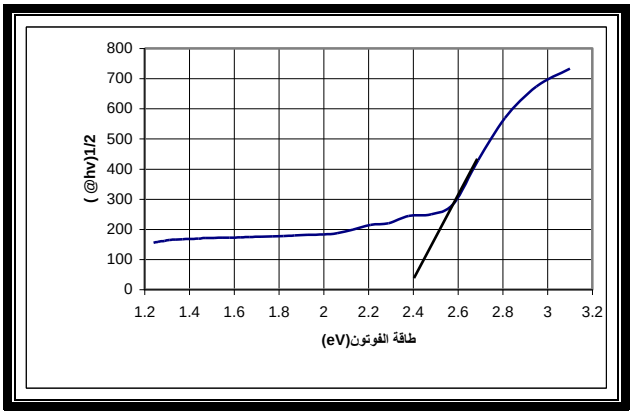
٢- إن التشعيع قد أدى إلى تغير قليل في حافة الامتصاص الأساسية حيث نلاحظ إنها زحفت نحو الطاقات الواطئة أو نحو الأطوال الموجية العالية .




**شكل(٧) معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لغشاء (CdS) بعد التشعيع بالليزر**

**فجوة الطاقة Energy gap**

حسبت فجوة الطاقة الممنوعة (Eg) للانتقال المباشر المسموح لأغشية (CdS) قبل التشعيع من خلال الشكل (8) والتي تساوي (2.42) وهذه النتيجة تتفق مع نتائج المصادر والبحوث المنشورة ضمن تقنيات تحضير مختلفة [20] . أما بعد التشعيع من خلال الشكل (9) فقد لوحظ تناقص قيمة فجوة الطاقة . ويمكن تفسير النقصان في قيمة فجوة الطاقة إلى أن التشعيع قد أدى إلى خلق مستويات مانحة داخل فجوة الطاقة الممنوعة بالقرب من حزمة التوصيل وان وجود هذه المستويات المانحة يزيد من احتمالية امتصاص الفوتونات ذات الأطوال الموجية الطولية مما يؤدي الى تقليل قيمة فجوة الطاقة فتصبح (2.3)eV .




**شكل(٨) فجوة الطاقة المباشرة لغشاء CdS قبل التشعيع بالليزر .**

**شكل(٩) فجوة الطاقة المباشرة لغشاء CdS قبل التشعيع بالليزر**

**الاستنتاجات**

في ضوء هذه الدراسة تم استنتاج النقاط التالية :

١- أغشية كبريتيد الكادميوم ذات تركيب متعدد التبلور من النوع السداسي قبل التشعيع وبعد التشعيع .

٢- إن التشعيع بواسطة الليزر يؤدي إلى تغير لون أغشية كبريتيد الكادميوم من الأصفر الشفاف إلى الأصفر الداكن .

٣- إن التشعيع يؤدي إلى زيادة معامل الامتصاص .

٤- إن التشعيع بواسطة الليزر يؤدي إلى تقليل فجوة الطاقة للانتقال المباشر المسموح.

٥- إن التشعيع بواسطة الليزر يؤدي إلى تقليل فجوة الطاقة للانتقال المباشر المسموح .

**المصادر**


1-K.L.Chopra, "Thin film phenomena", Mc-Graw Hill New York, 1990.

2-A.K. Abass, "Solar energy materials", vol.10, 1988.

٣- نهال عبد الله عبد الوهاب الكيم " معالجة النبضات الليزرية باستخدام كاشف (CdS) المطعم بالنحاس " أطروحة ماجستير ، كلية العلوم / جامعة بابل ١٩٩٩ .

٤- نيران فاضل عبد الجبار " دراسة الخواص البصرية والتركيبية لأغشية CdO قبل وبعد التلدين " أطروحة ماجستير ، جامعة تكريت/كلية التربية ، ٢٠٠٢ .

5-R.O.Lou tfy, L.F.Mcintyre, "solar energy materials",vol.5, 1981.

6-S.Msze,"physics of semiconductor devices " 2nd edition, Johnwiely and sons, New York, 1981 .

7-Brain Ray,"II-VI compounds", Is edition, University of st. Andrews, 1969.

٨- حازم فلاح سكيك "محاضرات في الفيزياء" انترنيت ،منتدى الفيزياء ،٢٠٠٦ .

٩- عدي عطا حمادي " تصنيع وتشغيل ليزر ثاني اوكسيد الكاربون المستمر لقطع البلاستك " اطروحةماجستير /جامعة التكنولوجية ، ٢٠٠٢ .

10- Privet Paper "under stade $Co_2$ laser," Internet, 2002.

١١- سهام عفيف قندلا " أشعة الليزر واستخداماتها "، مطبعة جامعة الموصل ، ١٩٨٨.

١٢- قصي سعيد رشيد " الوقاية من الإشعاع والتلوث "، منشورات الطاقة الذرية، ١٩٦٨.

١٣- خالد كاطع حسن " دراسة الخواص التركيبية والبصرية لأغشية ZnSe الرقيقة المحضرة بطريقة التبخير الحراري في الفراغ " أطروحة ماجستير، كلية التربية للبنات / جامعة بغداد، ٢٠٠٠ .

١٤- د. صبحي سعيد الراوي ، د.شاكر جابر شاكر ، د.يوسف مولود حسن ، " فيزياء الحالة الصلبة " ، جامعة الموصل، ١٩٨٨ .

15- W. Charlecooper, "The Physics of selenium and Tellurium," 1969.

16- S.N.SAHU and S.CHANDRA," solar cells," V.12, 1987

١٧- عبد الرحمن رشيد العبيدي "تصميم وتصنيع ودراسة خواص ليزر ثاني اوكسيد الكاربون المستمر واستعمالاته في دراسة طيف الغازات " أطروحة ماجستير ، جامعة بغداد / كلية العلوم ١٩٨١ .

18- J.H.LECK,"Theory of Semiconductor Junction Devices" p.12 ،1967.

19- T.S.Moss،"Opticalproperties semiconductors" ،P.97 ،1959.

20- A.F.Gibson ،R.J.Elliott ،" An Introduction to Solid Stat Physics and Its Applications ، Macmillan,1974.

# Study some optical properties and structures of pure thin films after and before effect by laser

**Hani H. Ahmed**

*Computer science department/College of science/ University of Tikret / Tikret /Iraq*

## Abstract :

In this research study the effect of irradiation by (CW) $CO_2$ laser on some optical properties of (CdS) pure thin films of (1)µm thickness has been prepared by heat evaporation method. (X-Ray) diffraction technique showed the prepared films before and after irradiation are ploy crystalline hexagonal structure, optical properties were include recording of absorbance spectra for prepared films in the range of (400-1000) nm wave lengths, the absorption coefficient and the energy gap were calculated before and after irradiation, finally the irradiation affected (CdS) thin films by changing its color from the Transparent yellow to dark rough yellow and decrease the value absorption coefficient also increase the value of energy gap.