

**تأثير اشعة كاما على بعض الخواص الفيزيائية
لأغشيه Fe₂O₃:AL**

أ.خضير عباس مشجل
الجامعة المستنصرية

هدى نجم عبد
اعدادية الفرات المهنية

الخلاصة

تناول البحث دراسة تأثير أشعة كاما على بعض الخصائص الفيزيائية لأغشيه Fe₂O₃:AL المحضرة بطريقة التحلل الكيميائي الحراري ، والمترسبة على قواعد ساخنة من الزجاج وبدرجة حرارة (400°C) باستخدام أشعة كاما المنبعثة من النظير المشع (CS¹³⁷) وبطاقة (616,61 KeV). أظهرت نتائج فحص نمط حيود الأشعة السينية ان جميع الأغشيه المحضرة ذات تركيب متعدد التبلور .

تم تسجيل طيفي الأمتصاصية والنفاذية ضمن معدل الطول الموجي nm (400 - 900) وحساب فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح، كما تم حساب الثوابت البصرية المتمثلة بمعامل الامتصاص ،الانعكاسية ،معامل الخمود،معامل الانكسار، وثابت العزل بجزئيه الحقيقي والخيالي .
الكلمات الافتتاحية : الخصائص البصرية ،أغشيه Fe₂O₃:AL ، التحلل الكيميائي الحراري ، الانتقال المباشر المسموح.

**Effect of gamma rays on some physics
properties of Fe₂O₃: AL**

Prof. Khudheir A.Mishjil
AL-Mustansiriyyah University / College of
Education

Huda N.Abed
AL Forat vocational preparatory
school

Abstract

In this research study the effect of gamma rays on some physics properties of Fe₂O₃:AL Thin films that prepared by chemical spray pyrolysis, that have been deposited on glass substrate temperature heated at (400°C). And used gamma rays isotopes (CS¹³⁷) with energy (616,61 KeV).

X-ray diffraction pattern shows that all the prepared samples polycrystalline structure. The spectral absorbance and transmittance within the range of wavelengths (400 - 900) nm.

Calculated the optical energy gap for direct allowed transitions the optical constant was calculated which represented by the observation coefficient, reflectance, and extinction coefficient, refractive index and real and imaginary parts of dielectric constant.

Key words: optical properties thin films Fe₂O₃: AL, chemical sprays pyrolysis, direct allowed transition.

١ - المقدمة

نظرا للتطور العلمي والتقني والتطبيقات الواسعة والمهمة في مجال الأغشية الرقيقة فقد تنوعت وتطورت طرائق تحضير الأغشية ويتم اختيار الطريقة المناسبة للعمل اعتمادا على عدة عوامل اهمها نوع المادة المستعملة ، مجال استعمالها ، كلفة التحضير .

حيث تمتلك اغشية (Fe₂O₃) الرقيقة كفاءة عالية لتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية عند استعمالها قطبا ضوئيا مقارنة مع الأغشية السميكة، وتستعمل هذه الأغشية مرشحات للإشعاع في المنطقة المرئية وتحت الحمراء القريبة من الطيف المرئي ولهذه الأغشية قابلية على حجب الضوء أكبر من الحجب الحاصل في الزجاج التجاري وقد كان لموضوع الأغشية اهتمام واضح في السنوات الأخيرة، إذ تستعمل في تصنيع أنواع من النبائط ألكتروليتية بالإضافة إلى استعمالها كطلاءات [1] . ومن الجدير بالذكر أنّ لهذا المركب مواصفات تؤهله للاستعمال بوصفه قطبا موجبا جامعا للألكترونات الضوئية ومقاوما جيدا تجاه التآكل الناتج من التأثيرات الضوئية. [2, 3] ويمتلك توصيلية عالية ومعامل امتصاص عالي لذا يمكن استعماله في المنظومات الشمسية لزيادة كفاءتها في الخلايا الضوئية. [4]

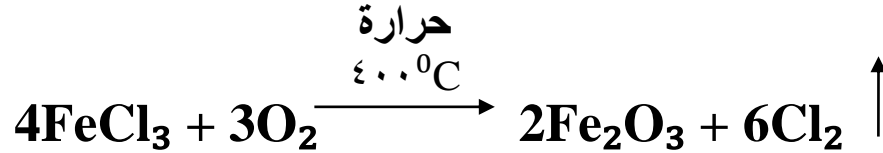
وفي هذه الدراسة اعتمدنا طريقة التحلل الكيميائي الحراري لترسيب أغشية أكسيد الحديد غير المشوبه والمشوبه بالألمنيوم، إذ تعد هذه الطريقة الأكثر شيوعاً من بين الطرائق الكيميائية، وتتخلص بترذيذ محلول المادة المراد تحضير الغشاء منها على قواعد ساخنة من الزجاج بدرجة حرارة معينة ، إذ يحدث تفاعل كيميائي حراري بين ذرات المادة والقاعدة الساخنة. يهدف البحث الحالي الى دراسة تاثير التشيع بأشعة كاما على بعض الخواص الفيزيائية لأغشية اوكسيد

الحديدك المشوب بالالمنيوم . للتشيع دور مهم للسيطرة على خصائص الأغشيه الرقيقة وجعلها اكثر ملائمة عند استخدامها في التطبيقات الصناعية ومحسسات الغاز.

٢ - الجزء العملي

لتحضير المحلول المستخدم في تحضير أغشيه (Fe_2O_3) الرقيقة بطريقة التحلل الكيميائي الحراري استخدمت مادة كلوريدات الحديد المائية (Hematite Chloride Hydrated) ورمزها الكيميائي ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) وهي عبارة عن مسحوق بني غامق اللون سريع الذوبان بالماء، وقد تم تحضير المحلول بتركيز مولاري (0.1M)، وذلك بإضافة (6.6221 g) منها في (100ml) من الماء المقطر .

لتحضير أغشيه (Fe_2O_3) المشوبة بالألمنيوم (Al)، فقد استخدمت مادة كلوريد الألمنيوم المائية ($AlCl_3 \cdot 6H_2O$)، وهي عبارة عن مسحوق سريع الذوبان في الماء، وزنه الجزيئي (134.466g/mol)، وتم تحضير المحلول بتركيز مولاري (0.1 M)، إذ تم إذابة (1.3446 g) من كلوريد الألمنيوم في (100 ml) الماء المقطر، ثم أضيف إلى محلول كلوريد الحديد. وقد كانت المعادلة الكيميائية الخاصة بالتفاعل :



وقد وجد ان الشروط المفضلة للحصول على اغشيه رقيقة متجانسة :

- ١- درجة حرارة القاعده $400^\circ C$
 - ٢- معدل الرش 10 ml /min
 - ٣- ضغط الهواء $10^5 N/m^2$
 - ٤- المسافة العمودية $29 \pm 1 cm$
 - ٥- زمن التريذ 7s وتوقف 2 min
- وتم حساب سمك الغشاء (t) باستخدام المعادلة الآتية [5] :

$$t = (\Delta m / \rho \cdot \dot{S}) \dots \dots \dots (1)$$

إذ إن:

ρ : كثافة مادة الغشاء (g/cm^3). S : مساحة الغشاء (cm^2) Δm : كتلة الغشاء المرسب
وفي حالة غشاء (Fe_2O_3) المشوب بالألمنيوم (Al) وبنسب تشويب % (٨,٤) يراعى نسب الشائبة
وكثافتها فضلا عن نسب (Fe_2O_3) وكثافته وعلى النحو الآتي :

$$\text{الكثافة الكلية} (\rho_{\text{total}}) = (\text{كثافة مادة } \text{Fe}_2\text{O}_3 \times \text{نسبتها في المحلول}) + (\text{كثافة مادة Al} \times \text{نسبتها في المحلول})$$

تم استخدام المطياف ذي الحزمتين لإجراء القياسات البصرية، إحداهما تمر عبر الغشاء المراد إجراء القياس البصري له، والأخرى تمر خلال الشريحة الزجاجية في شبك المرجع. اشتملت القياسات البصرية على قياس الامتصاصية (Absorptance) والنفاذية (Transmittance) لمدى الأطوال الموجية (400-900) nm .

أشعة كما هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات طول موجي قصير (٠,٥-٠,٠٠٥) انكستروم وذات طاقة عالية جدا وهي نتاج تفاعلات نووية التي غالبا ماتحدث في الفضاء وتنتج أيضا في العناصر المشعة مثل اليورانيوم وسرعتها تساوي سرعة الضوء [6].

ومن مصادرها المشعة اصطناعيا كوبلت المشع (٦٠) السيزيوم (١٣٧) واليود المشع . اما في بحثنا هذا فقد استخدمنا عنصر Cs^{137} حيث شععت الأغشية الرقيقة بطاقة مقدارها (661.61KeV) لمدة ٢٣ يوم ثم بعدها تم تسجيل طيفي النفاذية والامتصاصية مرة اخرى لمعرفة تأثير التشعيع على الثوابت البصرية .

٣ - النتائج والمناقشة:

أظهرت نتائج الفحوصات التركيبية أن أغشية أكسيد الحديد غير المشوب والمشوبه بالألمنيوم هي ذات تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline) من النوع السداسي لجميع نسب التشويب . اما بعد التشعيع بأشعة كما لا تؤثر على التركيب البلوري وكما موضح بالشكل (١-ا) (١-ب).

يبين الشكل (٢) منحنى الامتصاصية كدالة للطول الموجي ان الامتصاصية قبل التشويب تكون عالية عند الاطوال الموجية القصيرة وتقل عند الاطوال الموجية الكبيرة وبزيادة نسبة التشويب تزداد الامتصاصية وتكون اعظم مايمكن عند الطاقات العالية (الأطوال الموجية القصيرة) وذلك يعود الى ان الفوتون الساقط لا يستطيع تهيج الالكترونات ونقلها من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل لأن طاقته اقل من قيمة فجوة الطاقة البصرية . وبعد التشعيع نلاحظ ان قيم الامتصاصية اصبحت اقل من قيمتها قبل التشعيع .

وفي الشكل (٣) نلاحظ ان النفاذية تزداد بزيادة الطول الموجي وتقل بزيادة نسب التشويب اما بعد التشعيع تقل النفاذية .

تم حساب الانعكاسية من العلاقة التالية [7]

$$R=1-T-A \quad \dots\dots\dots (2)$$

من الشكل (٤) نلاحظ ان منحنى الانعكاسية للاغشية قبل وبعد التشعيع تزداد زيادة تدريجيا عند الاطوال الموجية القصيرة ثم يبدأ بالانخفاض مع تزايد الاطوال الموجية ويعزى سبب ذلك ان التشعيع اثر على التركيب البلوري لمادة الغشاء وغير في طبيعة سطوح الاغشية وان الانعكاسية تقل قبل وبعد التشعيع بزيادة نسب التشويب .

تم حساب معامل الامتصاص من العلاقة [8] :

$$\alpha = 2.303 \frac{A}{t} \quad \dots\dots\dots (3)$$

من الشكل (٥) يمثل العلاقة بين معامل الامتصاص وطاقة الفوتون نلاحظ تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون يكون صغيرا عند الطاقات الواطئة ثم يزداد عند الطاقات العالية. وبزيادة نسب التشويب فانه يزداد وان قيم معامل الامتصاص ($\alpha > 10^4 \text{cm}^{-1}$) مما يؤكد حصول انتقالات الكترونية مباشرة . وعند التشعيع باشعة كما فان معامل الامتصاص يسلك نفس السلوك قبل التشعيع .

تم حساب فجوة الطاقة البصرية للاغشية غير المشويه والمشوبه بالالمنيوم للانتقالات الالكترونية المباشرة باستخدام العلاقة [9] :

$$\alpha h\nu = B_0 (h\nu - E_g^{\text{opt}})^r \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$r=1/2$$

B_0 : ثابت يعتمد على نوع المادة.

E_g^{opt} : فجوة الطاقة البصرية بوحدة eV

من الشكل (٦-ا) نلاحظ ان قيم فجوة الطاقة البصرية لاغشية AL: Fe₂O₃ قبل التشعيع تزداد بزيادة نسب التشويب . والشكل (٦-ب) تزداد فجوة الطاقة البصرية بعد التشعيع ويمكن ان تفسر النتيجة لما يسمى بازاحة بور شتاين - موس حيث ان المستويات القريبة من حزمة التوصيل تكون ممتلئة بالالكترونات وهذه الالكترونات تحتاج الى طاقة اكبر للانتقال .

تم حساب معامل الخمود وفق العلاقة [10] .

$$K_o = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \dots\dots\dots (5)$$

λ : الطول الموجي للأشعة الساقطة

وفيها نلاحظ اعتماد معامل الخمود على معامل الامتصاص وهذا يفسر التشابه في سلوكهما كما في الشكل (٧) . إذ يقل معامل الخمود بزيادة الطول الموجي، وكذلك يزداد بزيادة نسب التشويب بالالمنيوم . اما عند التشيع بأشعة كما فان معامل الخمود يزداد بزيادة نسبة التشويب . تم حساب معامل الانكسار (n_o) من العلاقة [11].

$$n_o = \left[\left(\frac{1+R}{1-R} \right)^2 - (k_o^2 + 1) \right]^{1/2} + \frac{1+R}{1-R} \dots\dots\dots (6)$$

نلاحظ من الشكل (٨) ان قيم معامل الانكسار تزداد مع زيادة الطول الموجي، حتى تصل الى قيمة قصوى عند الأطوال الموجية المقابلة لفجوة الطاقة البصرية للأغشية كافة، ثم بعدها يعاني انخفاضاً في القيمة. وإن عملية التشويب أدت الى نقصان في قيم معامل الانكسار اما بعد التشيع بأشعة كما تسلك نفس السلوك بعد التشيع. تم حساب ثابت العزل الحقيقي من العلاقة (٧) [12] .

$$\epsilon_1 = n_o^2 - k_o^2 \dots\dots\dots (7)$$

$$\epsilon_2 = 2 n_o k_o \dots\dots\dots (8)$$

من الشكل (٩) نلاحظ ان منحنى الجزء الحقيقي لثابت العزل يشبه منحنى معامل الانكسار بالنسبة للأغشية قبل التشويب يزداد مع زيادة الطول الموجي للأطوال الموجية القصيرة ،ثم يبدأ المنحنى يقل في بقية الأطوال الموجية الطويلة بالنسبة للأغشية المشوبه نلاحظ أنه كلما زادت نسبة التشويب يقل ثابت العزل الحقيقي عند الأطوال الموجية القصيرة ويزداد عند الأطوال الموجية الطويلة . اما بعد التشيع يقل الجزء الحقيقي بزيادة نسب التشويب .

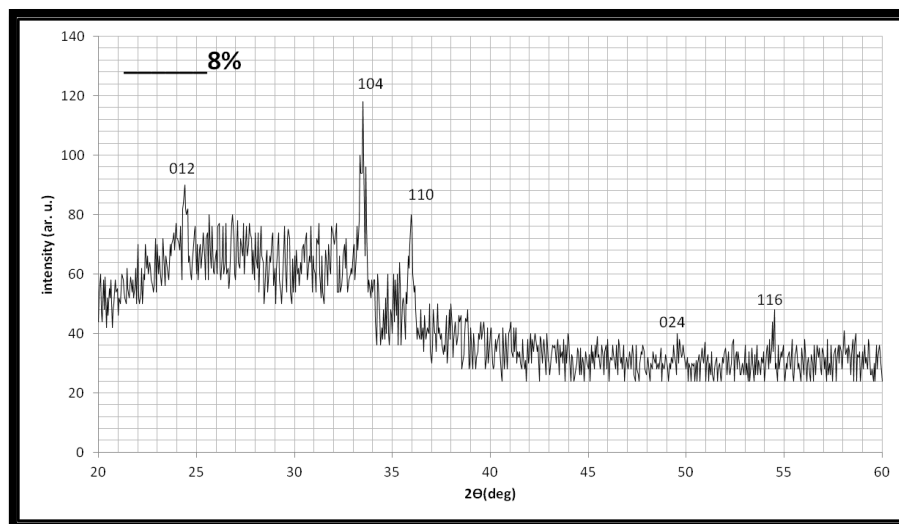
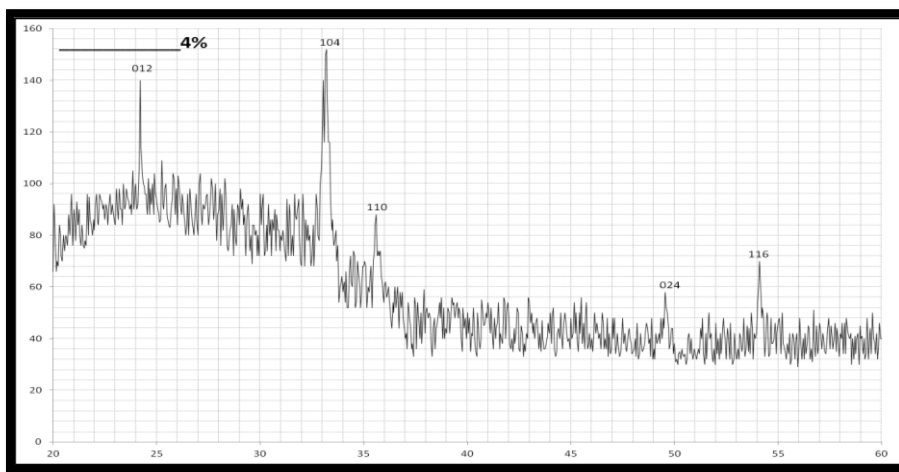
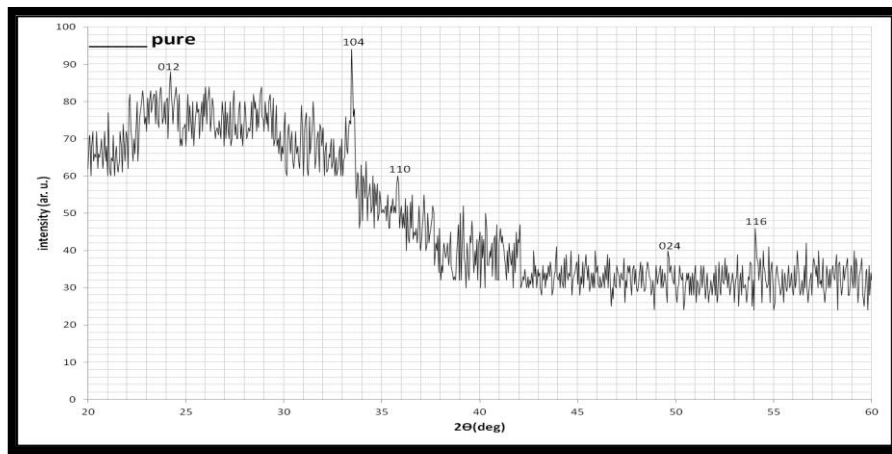
أما بالنسبة لثابت العزل الخيالي من العلاقة (٨) [13]. الذي يمثل مقدار الطاقة المفقودة على شكل حرارة نتيجة حركة ثنائيات القطب عند تسليط مجال خارجي فنلاحظ أنّ قيمة ε₂ تزداد بزيادة الطول الموجي عند الأطوال الموجية القصيرة ويقل عند الأطوال الموجية الطويلة . وعند زيادة نسبة التشويب يقل ε₂ اما بعد التشيع يقل الجزء الخيالي بزيادة نسب التشويب . ولكن قيمته تكون أقل من قيمة الجزء الحقيقي أي أن (ε₁ > ε₂) كما في الشكل (١٠) .

٤ - الأستنتاجات

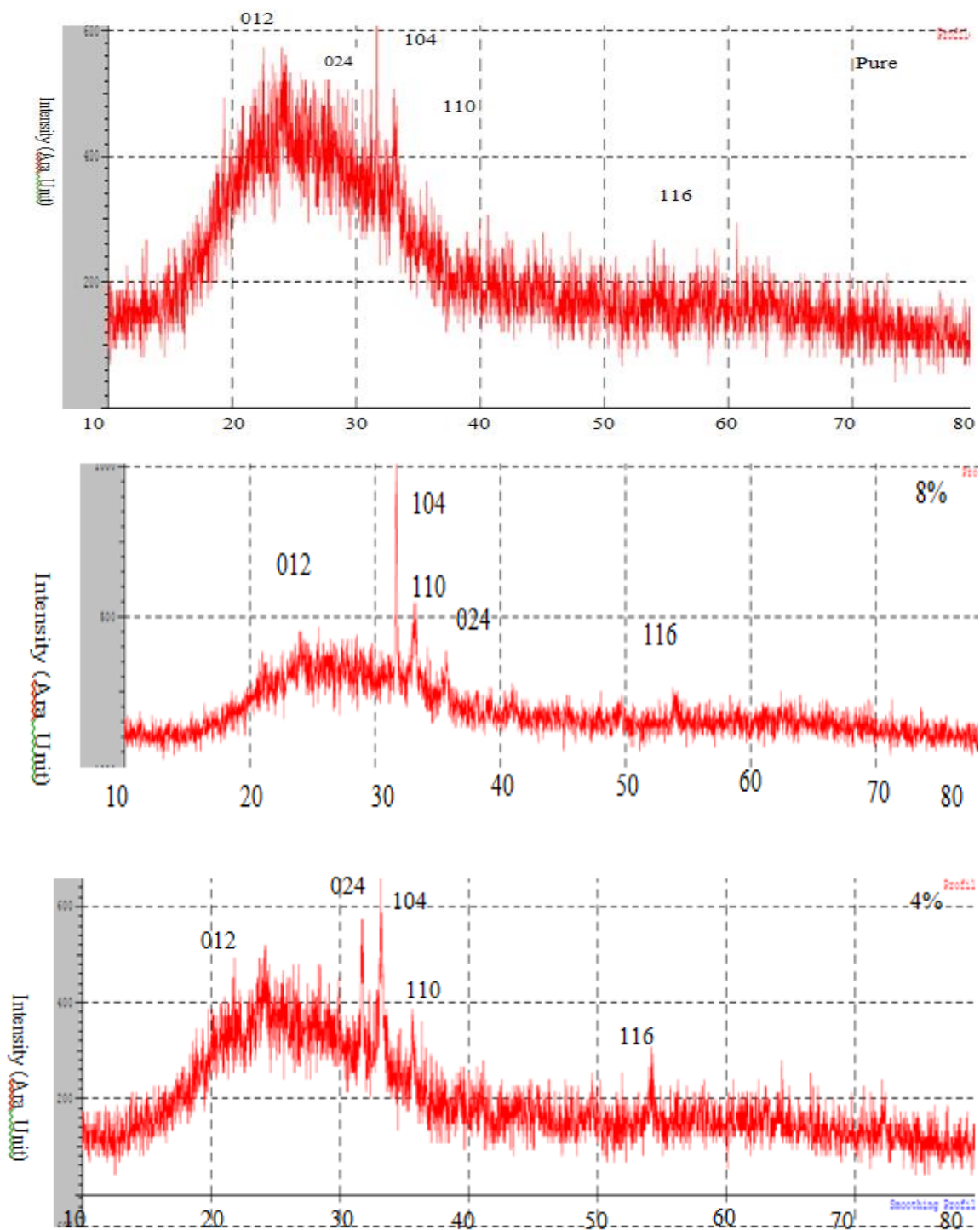
- ١- لم يؤثر التشعيع على طبيعة الانتقالات الالكترونية الا انه سبب زيادة في فجوة الطاقة البصرية ولكافة النسب المحضرة .
- ٢- ادى التشعيع الى زيادة في معامل الامتصاص ومعامل الخمود.
- ٣- ادى التشعيع الى نقصان في قيم معامل الانكسار وثابتي العزل الحقيقي والخيالي .

المصادر

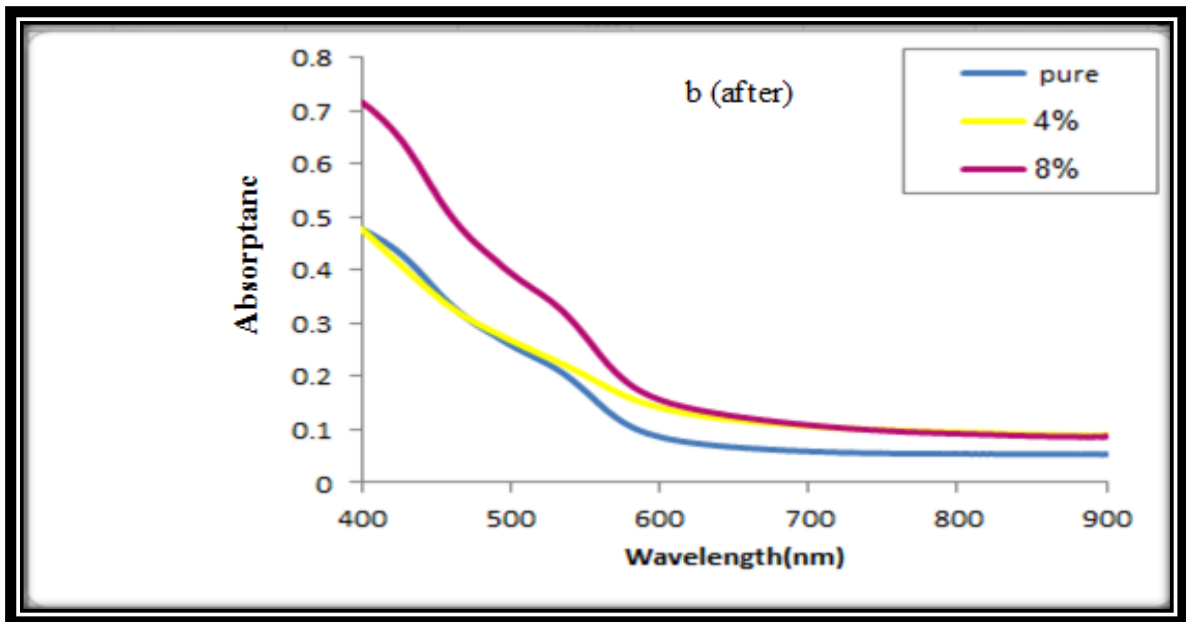
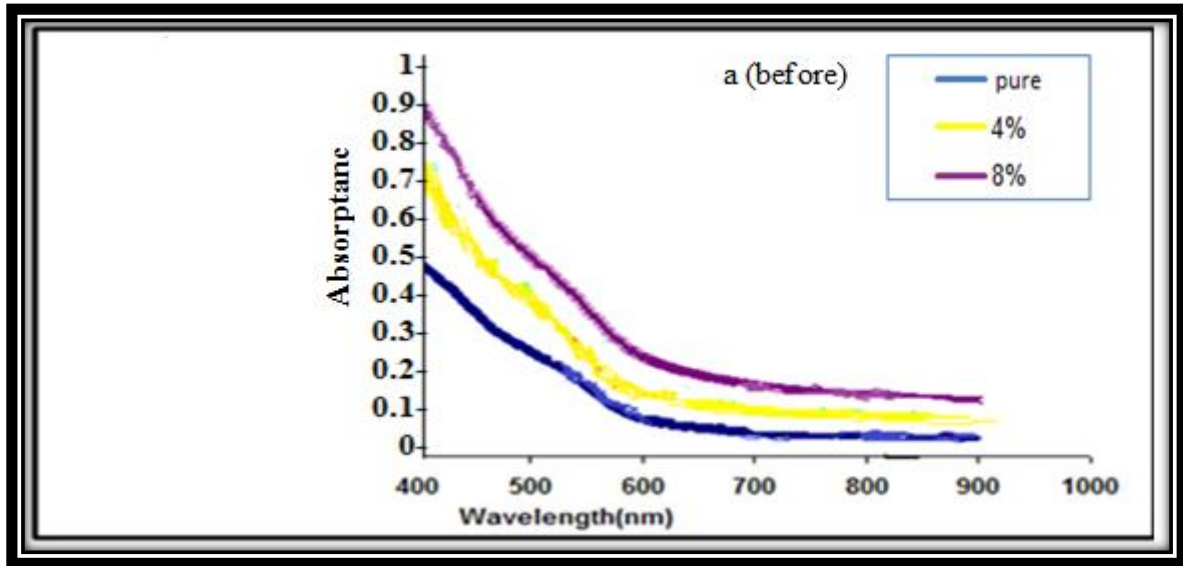
- ١- P. ParolRyabova, V. i, L. Salun, and A.Tucciarone, "Optical filters based on pyrolytic films of metal oxides ", phys. Stat. Sol. (a) 75, (1983), 209.
- ٢- F. G. Eotti, M. Guglielmi, P. Polato and G. D. Soraru, "Journal of Non. Crystalline Solids", 63, (1984),251.
- ٣- K. Nomura, Y. Ujihira, K. Itoh, K. Honda, "Conversion electron mossbauer study of thin film Iron Oxide photoelectrodes", "Thin Solid Films", 128, (1985),225.
- ٤- L. A. Marusak, R. Messier and William B. White , "Optical absorption spectrum of Hematite Near IR to UV ", J. Phys. & Chem. Solids, 41, (1980),981.
- ٥- أ. د. ، " الكيمياء اللاعضوية العامة "، ترجمة د.حبيب عبد الاحد ، مطبعة الموصل (١٩٨٦)
- ٦- G.F.knoll, "Radiation Detection and measurement" , John Wiley and Sons, Inc,(1979).
- ٧- H.H. Saudi Research and Pub. Co,(SRPC) Aluminum element, (2007)
- ٨- K. Morl, U. Ropke, B.Knappe, J. Lehmann, R. Perthel and H.Schroder,"Optical Properties of Sputtered Fe₂O₃ Films", Thin Solid Films, 60, (1979),49.
- ٩- خضير عباس مشجل "الخواص الضوئية لأغشية اوكسيد الحديدية وكبريتيد الحديد الرقيقة والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري" ، رسالة ماجستير ، الجامعة المستنصرية، ١٩٨٩
- ١٠- S. U. M. Khan and J. Akikusa," Photo electrochemical Splitting of water at Nan crystalline n-Fe₂O₃ thin film electrodes", J. Phys. Chem. B. 103, (1999) 7184 .
- ١١- 11-Aki and Alaa," Microstructure and Electrical Properties of Iron Oxide thin films deposited by spray pyrolysis", Applied Surface Science, 221(2004) 319 .
- ١٢- Flavio. Souza , Kirian plopes , pedro A.D.Nascente , Edson R. leite,"Nanostructured hematite thin films produced by spin- coating deposition solution :Application in water splitting", solar energy materials and solar cells,93, (2009) 362.
- ١٣- S.S.Shinde, R.A. Bansode,C.H.Bhosale, K.Y.Rajpure,"physical properties of hematite α - Fe₂O₃thin films : application to photoelectrochmicl solar cells"journal of semiconductors, 32 (2011) 013001.



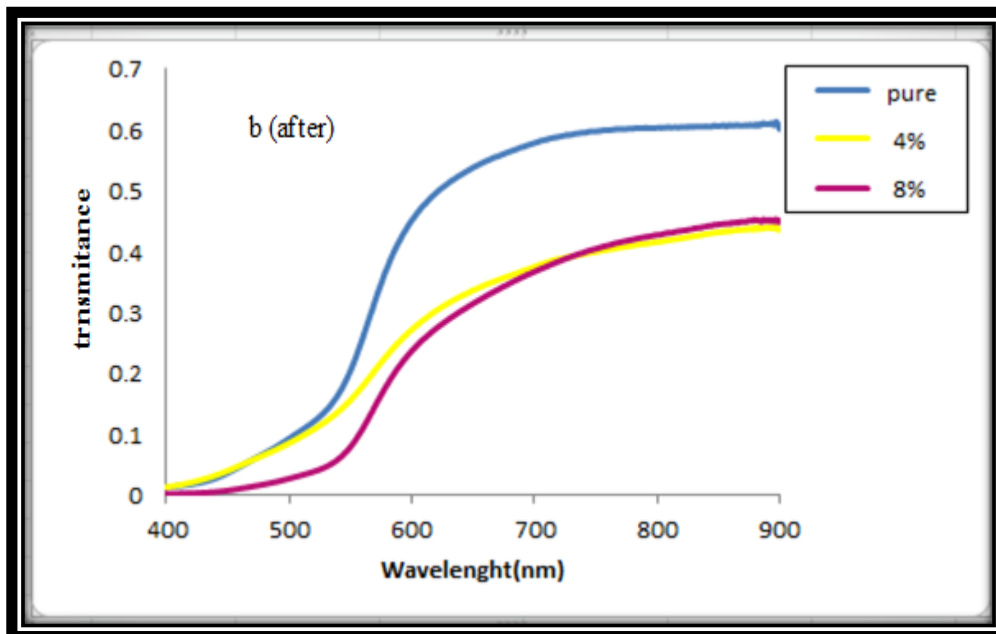
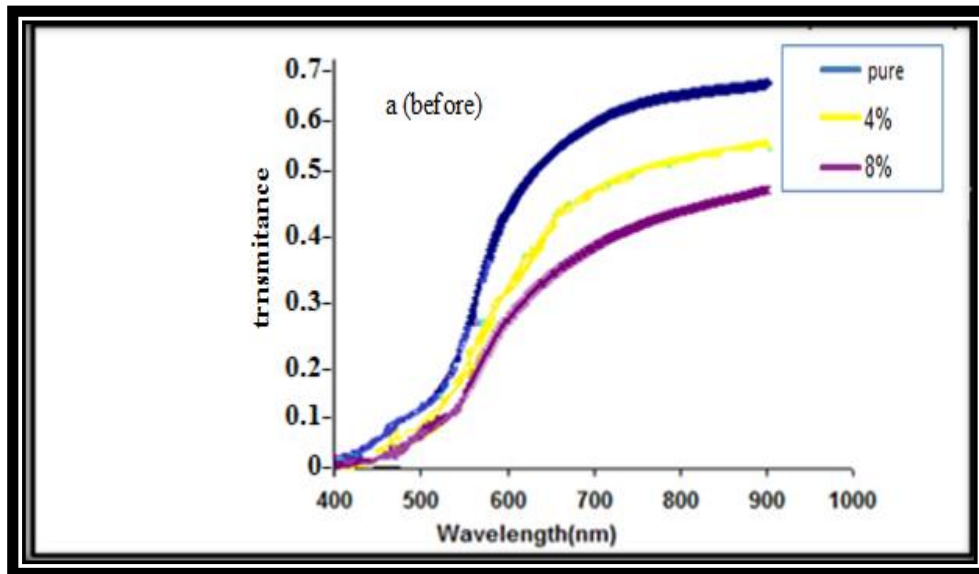
الشكل (١ - a) يوضح حيود الاشعة السينية لآغشيه $Fe_2O_3:AL$ قبل التشيع.



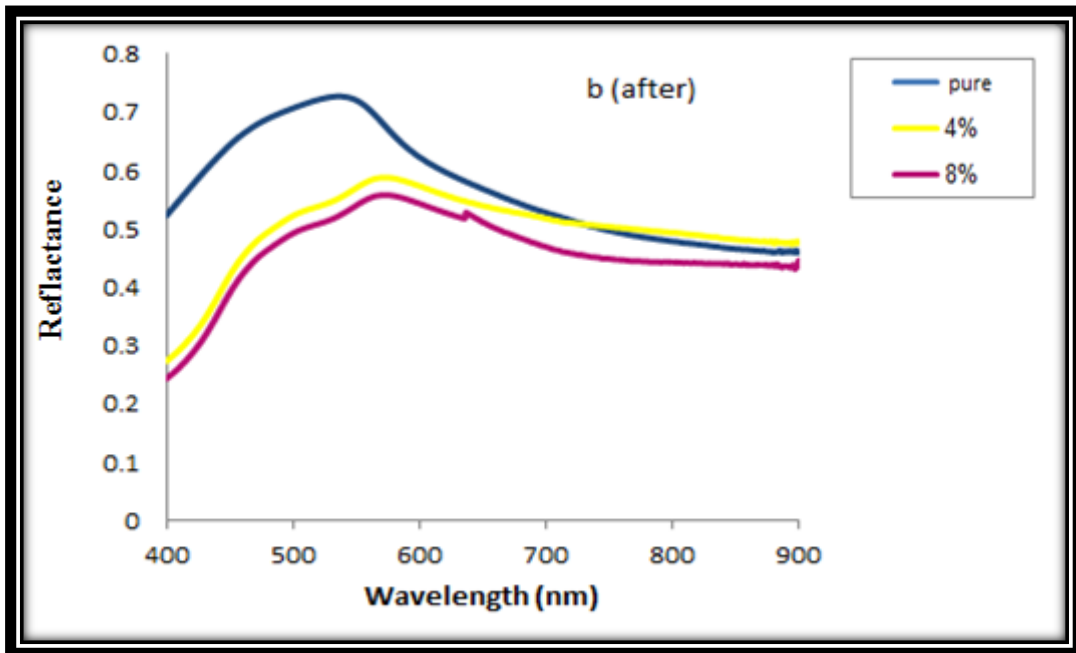
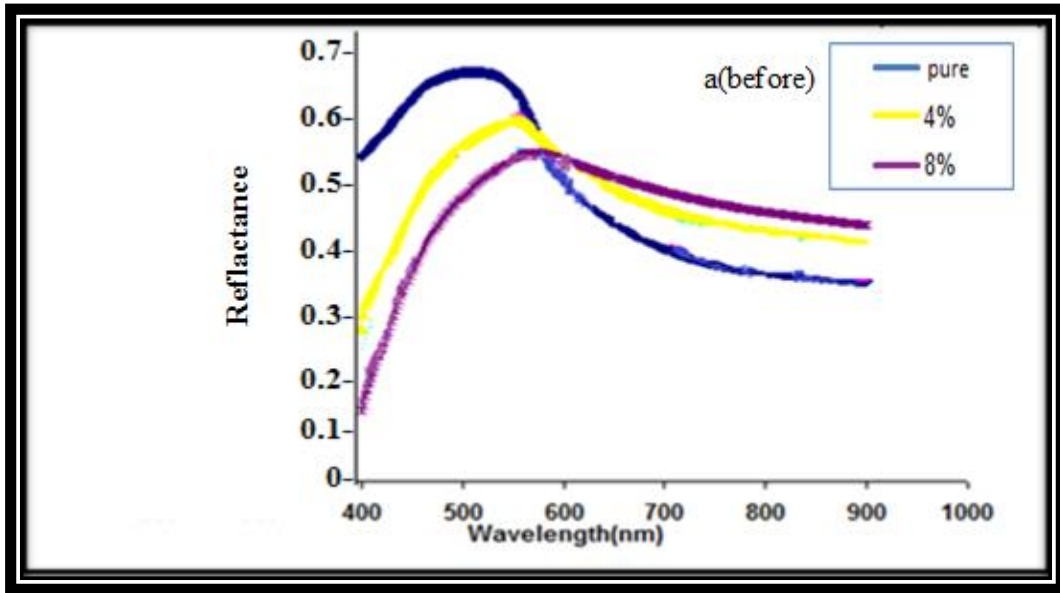
الشكل (١ - b) يوضح حيود الاشعة السينية لاغشية Fe₂O₃:AL بعد التشعيع .



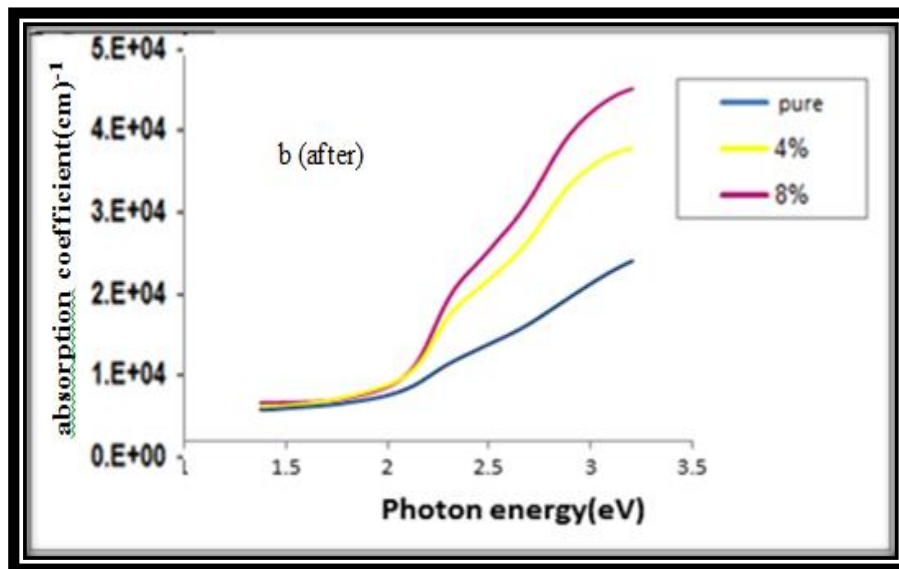
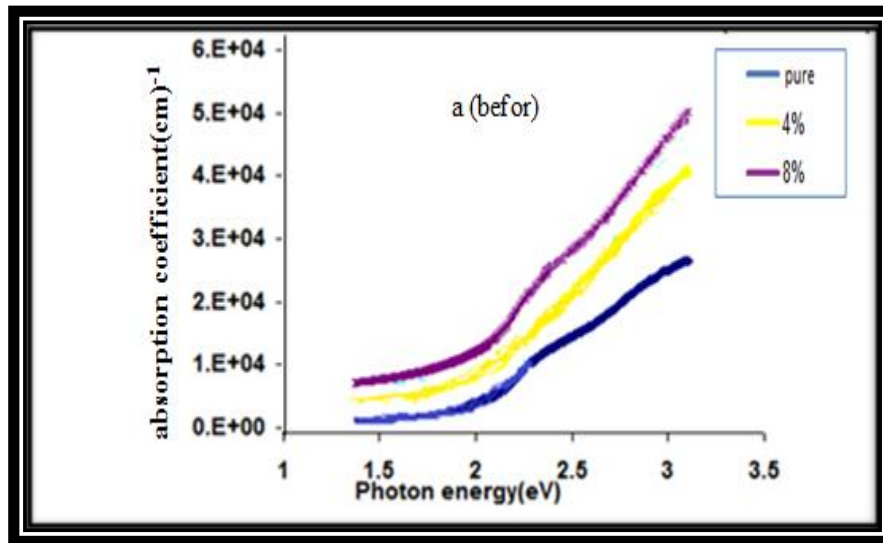
الشكل (٢) الامتصاصية كداله للطول الموجي لآغشيه $Fe_2O_3:AL$ وبنسب تشويب % (٤،٨):
(a) قبل التشعيع (b) بعد التشعيع.



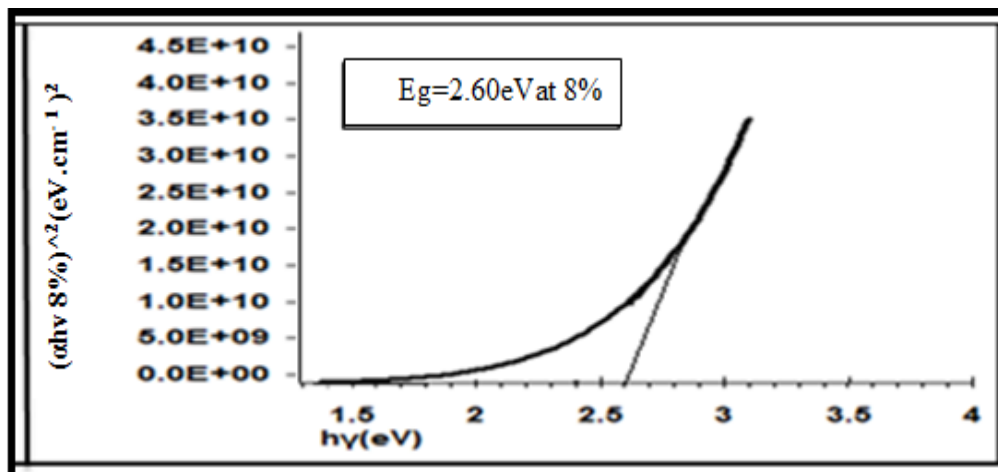
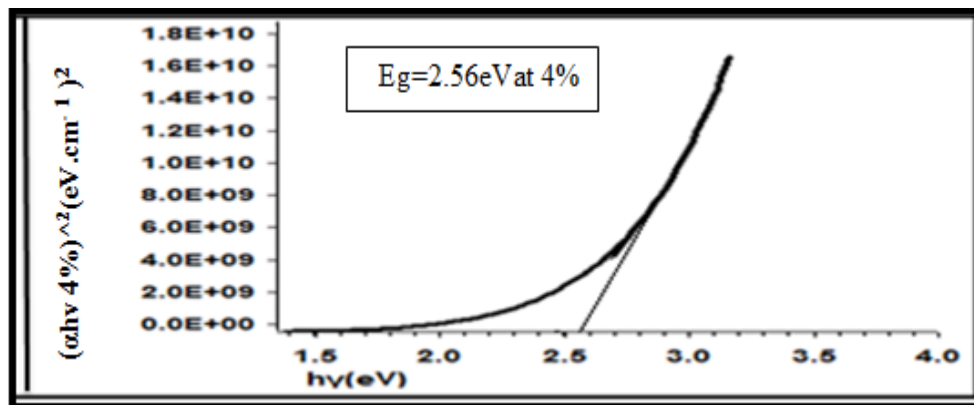
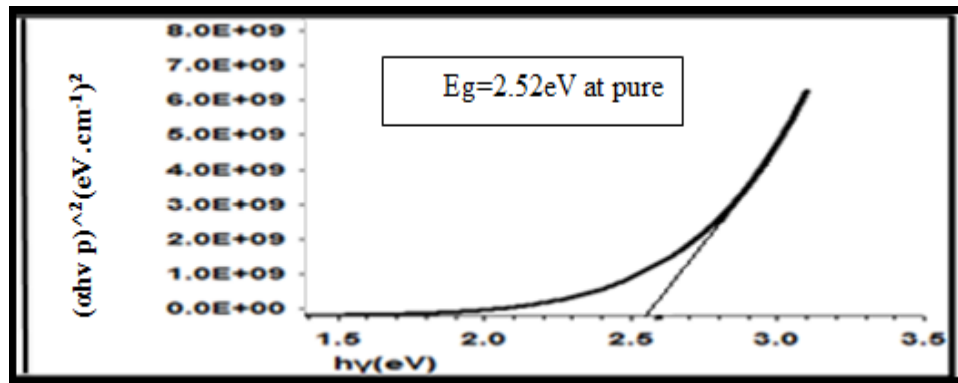
الشكل (٣) النفاذية كداله للطول الموجي لأغشيه $Fe_2O_3;AL$ وبنسب تشويب % (٤،٨) :
(a) قبل التشعيع (b) بعد التشعيع.



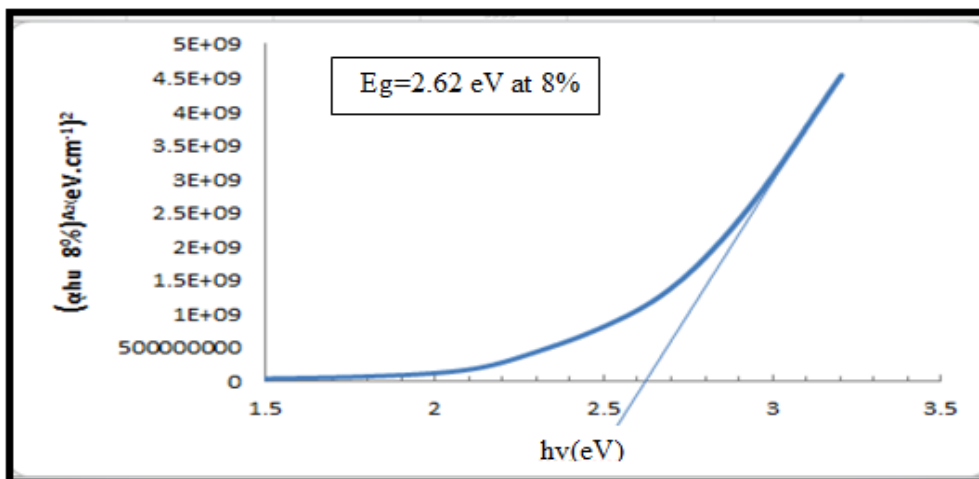
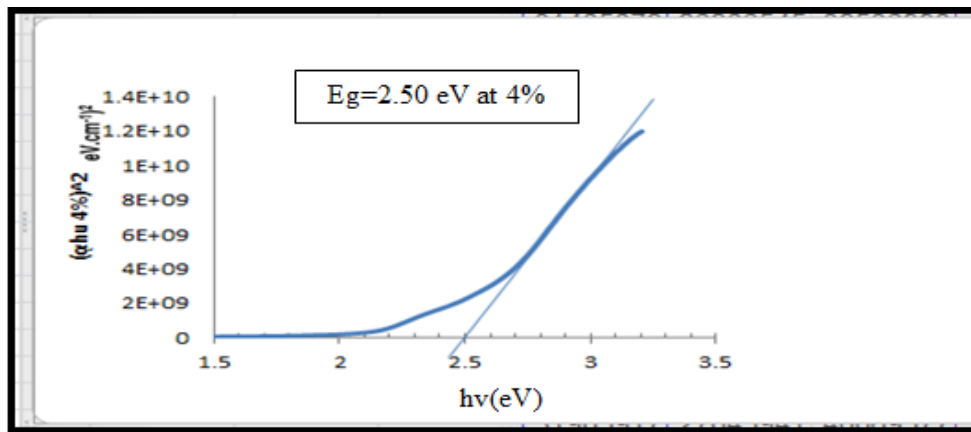
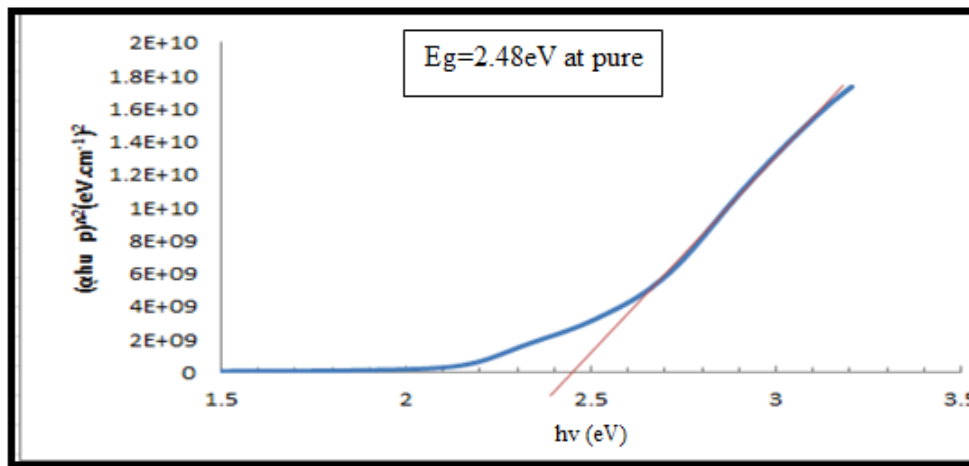
الشكل (٤) الانعكاسية كداله للطول الموجي لأغشيه $Fe_2O_3;AL$ وبنسب تشويب % (٨،٤) :
(a) قبل التشعيع (b) بعد التشعيع.



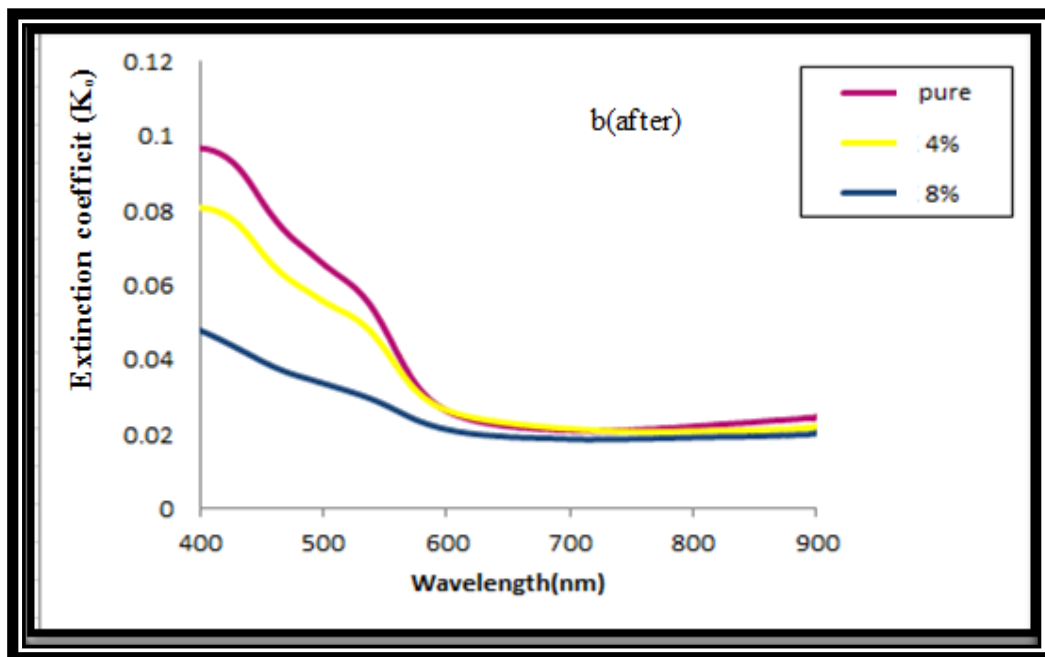
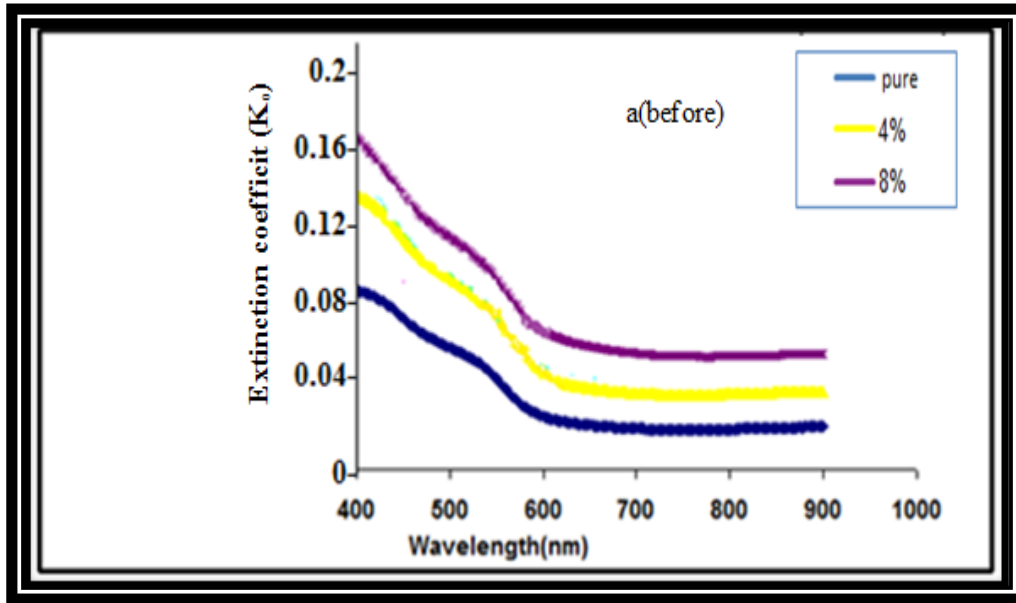
الشكل (٥) معامل الامتصاص كداله لطاقة الفوتون لآغشيه Fe₂O₃:AL وبنسب تشويب (٨,٤)% : (a) قبل التشعيع (b) بعد التشعيع .



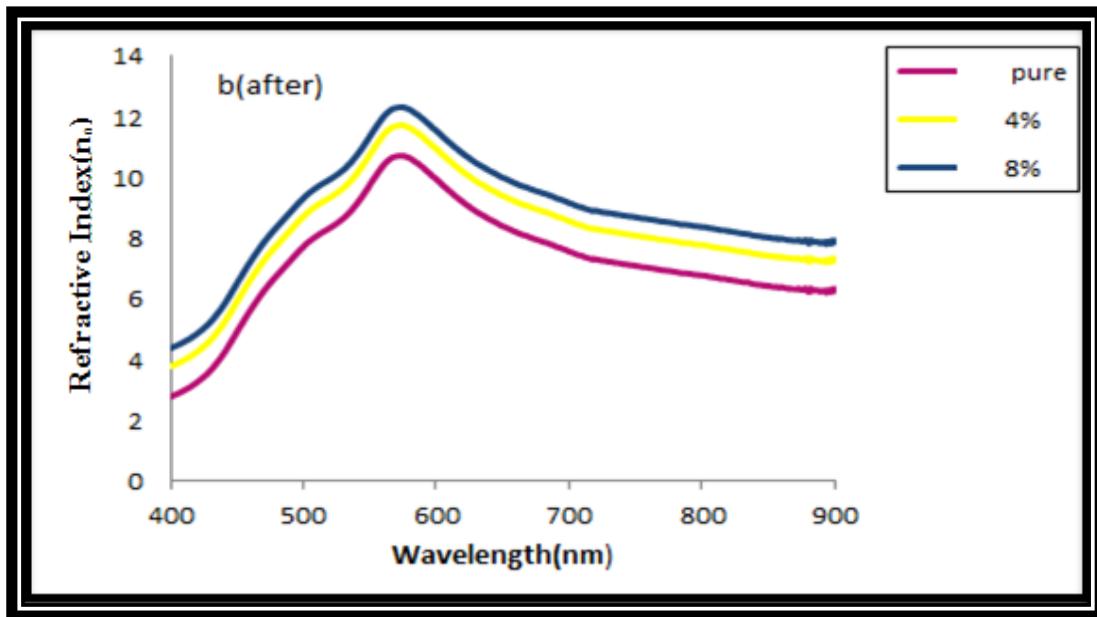
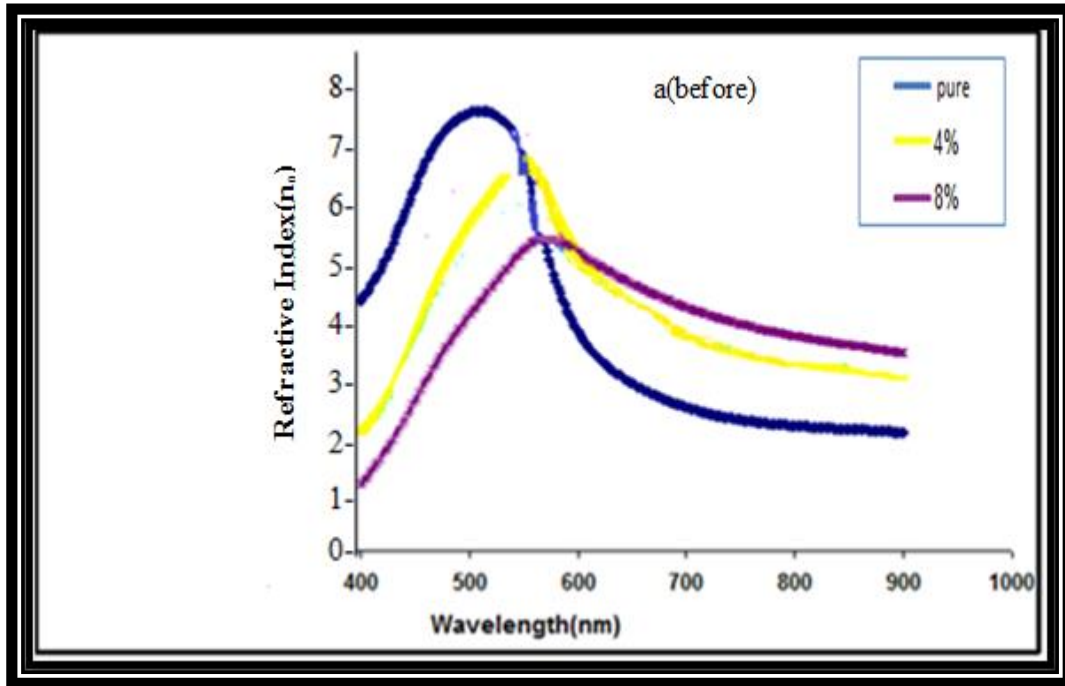
الشكل (٦- a) يوضح تغير فجوة الطاقة كدالة لطاقة الفوتون لاغشية Fe₂O₃;AL قبل التشيع.



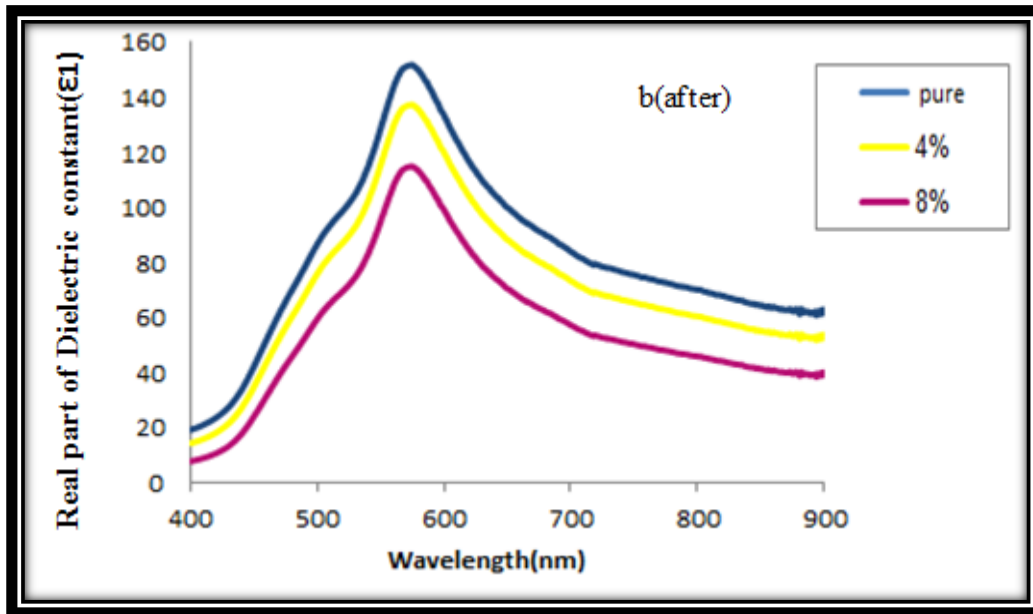
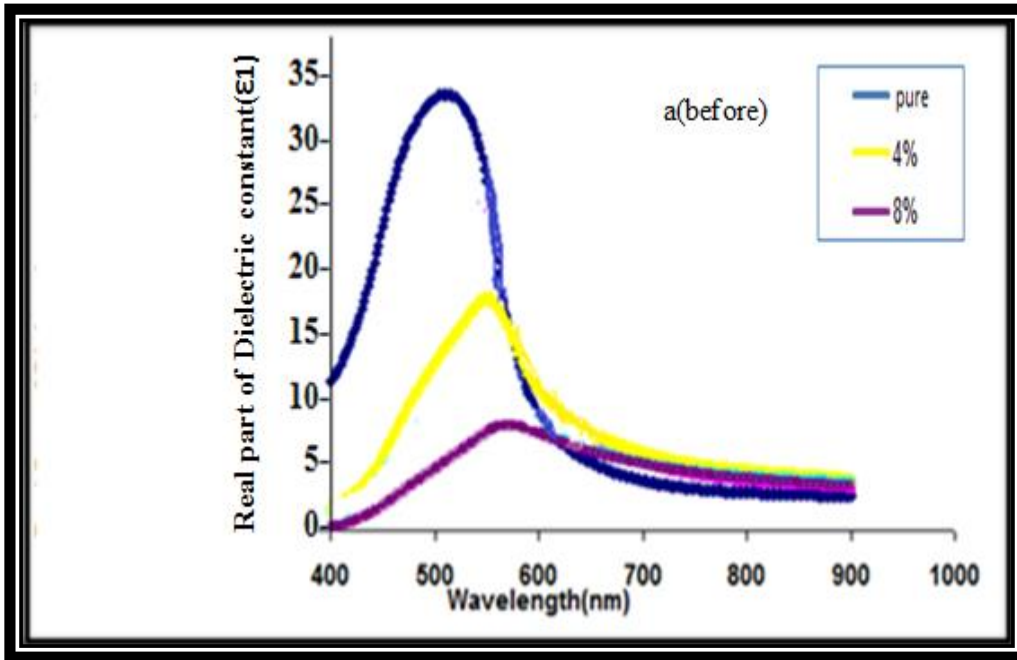
الشكل (٦ - b) يوضح تغير فجوة الطاقة كدالة لطاقة الفوتون لاغشية Fe₂O₃;Al بعد التشعيع



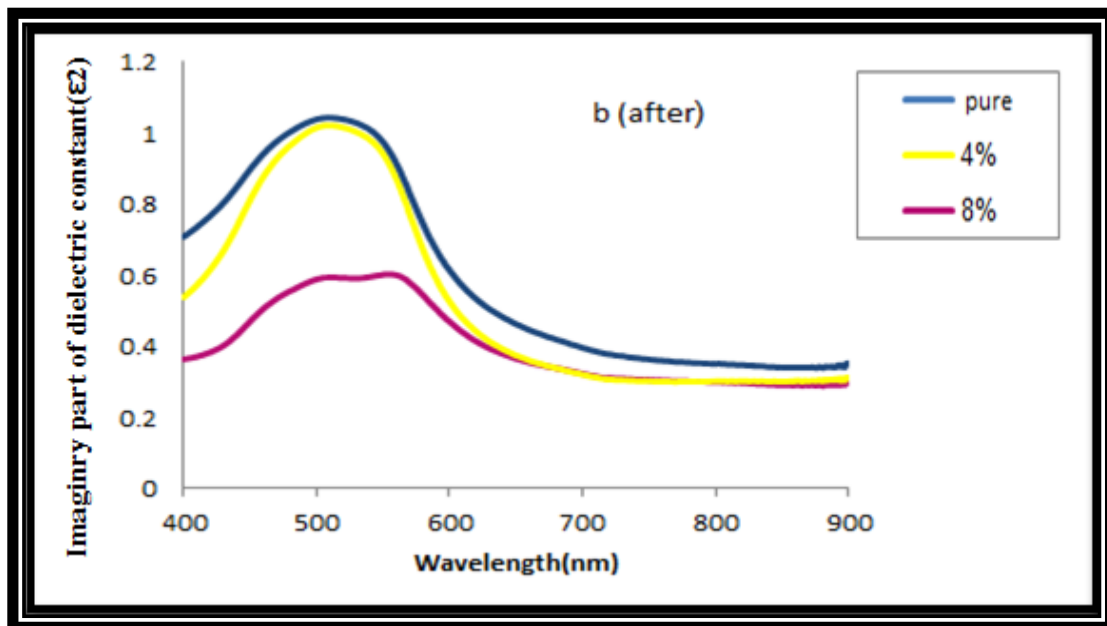
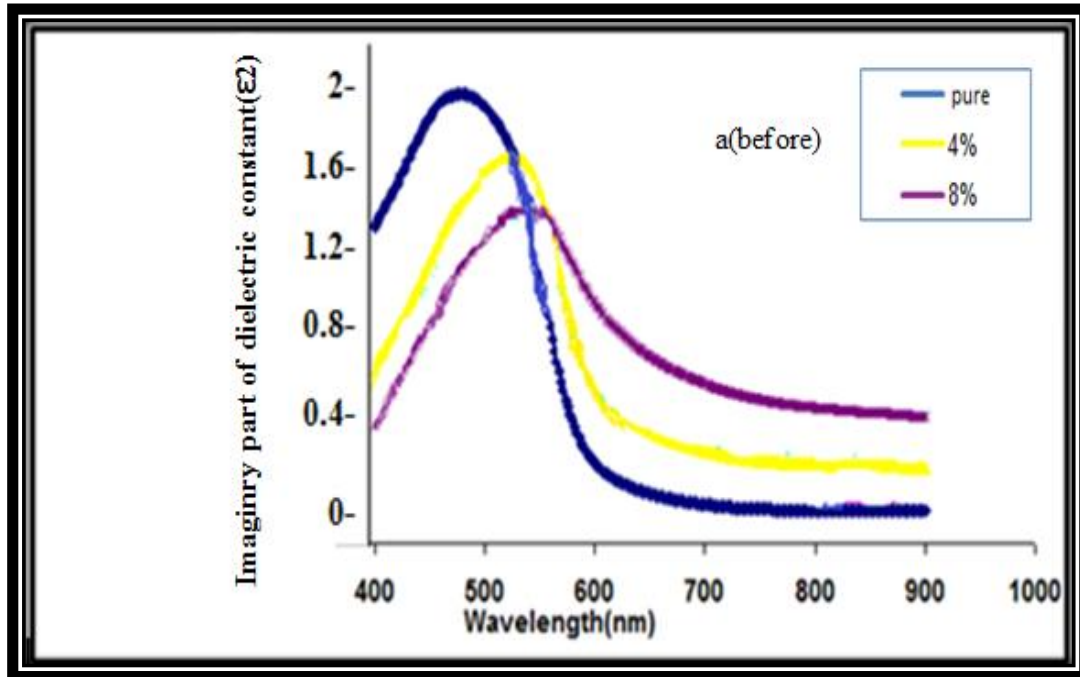
الشكل (٧) معامل الخمود كداله للطول الموجي لأغشيه $Fe_2O_3;AL$ وبنسب تشويب % (٤، ٨) (a) قبل التشعيع (b) بعد التشعيع .



الشكل (٨) معامل الانكسار كداله للطول الموجي لأغشيه AL : Fe₂O₃ وبنسب تشويب (٨،٤)% : (a) قبل التشعيع (b) بعد التشعيع .



الشكل (٩) ثابت العزل الحقيقي كدالة للطول الموجي لاغشيه $Fe_2O_3:AL$ وبنسب تشويب $(\lambda, \epsilon_1)\%$
 (a) قبل التشعيع (b) بعد التشعيع .



الشكل (١٠) ثابت العزل الخيالي كدالة للطول الموجي لاغشيه $Fe_2O_3:AL$ وبنسب تشويب $(٨, ٤)\%$
 (a) قبل التشويب (b) بعد التشويب .