University of Benghazi
Faculty of Education Al marj
Global Libyan Journal

جامعة بنغازي
كلية التربية المرج
المجلة الليبية العالمية

العدد الثلاثون – 25/ أكتوبر (2017)

دراسة تأثير جرعة أشعة جاما على الخصائص الضوئية لأفلام رقيقة من أكسيد الايريديوم محضرة بتقنية المحلول الجيلاتيني

* د. غياث عبد الرحمن المعراتي، ** أ. سعد محمد حمد بلقاسم.

(اعضاء هيأة تدريس بقسم الفيزياء - كلية الآداب والعلوم المرج - جامعة بنغازي - ليبيا)

University of Benghazi
Faculty of Education Al marj
Global Libyan Journal

جامعة بنغازي
كلية التربية المرج
المجلة الليبية العالمية

العدد الثلاثون – 25/ أكتوبر (2017)

دراسة تأثير جرعة أشعة جاما على الخصائص الضوئية لأفلام رقيقة من أكسيد الايريديوم محضرة بتقنية المحلول الجيلاتيني

الملخص:

تم العمل في هذه الدراسة على تحضير أفلام رقيقة – من أكسيد الايريديوم (Ir_2O_3) – بتقنية المحلول الجلاتيني وفق طريقة التغشية بالغمس ودراسة تأثير جرعة أشعة جاما على الخصائص الضوئية للأفلام الرقيقة المحضرة. وقد بينت الدراسة أن جرعة أشعة جاما الأقل من 20 Gy لم تبد تغيرات ملحوظة في الخواص الضوئية لأفلام (Ir_2O_3). في حين أن جرعة أشعة جاما الأكبر من 30 Gyقد أثرت بوضوح على الخواص الضوئية لأفلام (Ir_2O_3). ويظهر ذلك جلياً من خلال تغير النفاذية الضوئية ،ومن خلال تغيرات قيمة عرض المجال المحظور للأفلام الرقيقة، حيث ازدادت قيمة عرض المجال المحظور لأفلام (Ir_2O_3) مع زيادة قيمة الجرعة الإشعاعية الممتصة لأكثر من 30 Gy.

الكلمات المفتاحية: الخصائص الضوئية، أكسيد الايريديوم (Ir2O3) تقنية المحلول الجيلاتيني SOL-GEL، طريقة الغمس (Dip Coating Process) جرعه إشعاعية.

Study the effect of Gamma dose on the optical properties of Irdium oxide thin films prepared by Sol-Gel

Abstract

Thin films of Ir_2O_3 have been prepared using Sol-Gel technique with dip coating method, and the effect of gamma dose on the optical properties of Ir_2O_3 films was studied. The study showed that the gamma dose less than 20 Gy does not affect the optical properties of Ir_2O3 films, whereas gamma dose more than 30 Gy strongly affect the optical properties and Band gap of the films. The band gap was increased with increasing the gamma dose more than 30 Gy.

Key words: Photoelectric characteristics, SOL-GEL, Dip Coating Process.

1– مقدمة: [1، 2، 8،]

تستخدم أكاسيد المعادن الانتقالية ،على شكل أفلام رقيقة، بشكل كبير في العديد من التطبيقات كشاشات العرض و الألياف البصرية و الحساسات و في صناعة النوافذ الذكية. فقد اهتمت الأبحاث العلمية بدراسة الصفات الكهربية و الضوئية التي تمتلكها الأفلام الرقيقة لهذه المواد.

ومؤخرا جذبت الأفلام الرقيقة لاوكسيد الايريديوم (Ir_2O_3) Iridium Oxide الانتباه بسبب صفاته الالكتروكرومية Electrochromic الجيدة ،والتي يمكن تطبيقها على مساحات كبيرة مثل شاشات العرض.

ويتم الحصول على الأفلام الرقيقة بعدة طرق ،مثل الترسيب بشعاع الحزمة الأيونية، والترسيب بالليزر، والترسيب بطريقة الحمام المائي. ولكن اغلب هذه التقنيات تتطلب شروطا خاصة من تخلية وضغط وشروط تشكيل مسيطر عليها بدقة، إضافة إلى التكلفة المرتفعة.

ولعل تقنية الترسيب باستخدام المحلول الجيلاتيني Sol-Gel المستخدمة مؤخرا هي الأفضل، وذلك لتكلفتها الرخيصة وسهولة تطبيقها. كذلك فهي تمتاز عن الطرق الأخرى بإمكانية تشكيل أفلام رقيقة على أسطح كبيرة، ولطبقات متعددة وبسماكات thickness مختلفة.

من الطرق المستخدمة لدراسة الخواص الكهربية والضوئية للأفلام الرقيقة استخدام أشعة جاما Gamma rays، والتي هي أشعة كهرومغناطيسية ذات منشأ نووي وأطوال موجية قصيرة جدة ($3\times10^{-11}-3\times10^{-13}m$) وذات طاقة تتراوح ما بين ($4KeV-40KeV$). وهذه الأشعة تتفاعل مع المادة باحدى ثلاث طرق : التأثير الكهروضوئي Photoelectric Effect أو تطاير كمبتون Compton Scattering أو إنتاج الأزواج Pair Production . وإمكانية حدوث أيا من هذه التفاعلات يعتمد على طاقة الفوتون الساقط.

يهدف هذا البحث إلى دراسة قيم النفاذية والامتصاصية والانعكاسية لأفلام رقيقة لاوكسيد الايريديوم Ir_2O_3 والمحضرة بتقنية المحلول الجيلاتيني SOL-GEL . كما يهدف إلى حساب عرض المجال المحظور لها وذلك عند تعريضها إلى أشعة جاما بجرعات مختلفة.

2– الجرعة الإشعاعية الممتصة Absorbed Dose [8,7,3]

الجرعة الإشعاعية الممتصة هي مقدار أساسي كمي لتحديد الجرعة و الذي يمثل متوسط الطاقة المتحولة إلى مادة لكل وحدة كتلة وذلك عن طريق أي نوع من الأشعة (ألفا، بيتا، جاما). ويرمز لها بالرمز D_{TR} وتقاس بالوحدة الدولية Gray (Gy) وهي كمية الطاقة (بالجول) الممتصة لكل كيلوجرام من المادة $Joul/Kg$. كما يمكن التعبير عنها بوحدة الراد (rad) والتي هي $rad=10^{-2}Gy$.

3 – حساب عرض المجال المحظور و الثوابت الضوئية للأفلام الرقيقة:[4,5]

3–1– حساب عرض المجال المحظور:

يمكن حســـاب عرض المجال المحظور للأفلام الرقيقة في منطقة الامتصـــاص العالية ، حيث تعطى العلاقة بين النفاذية Transmittance و معامل الامتصاص بالشكل:

$$\alpha = \frac{-Ln(T)}{d} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

حيث d سمك الفلم الرقيق.

وتعطى العلاقة بين معامل الامتصـــاص و طاقة الفوتون الوارد ($h\nu$) بالعلاقة (2) للانتقالات المباشـــرة المســـموحة و بالعلاقة (3) للانتقالات غير المباشرة المسموحة.

$$\alpha.h\nu = A_1(h\nu - E_g)^{\frac{1}{2}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

$$\alpha.h\nu = A_2(h\nu - E_g)^{2} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

حيث أن A_1 و A_2 : مقادير ثابتة تتعلق بخصـائص حزمتي التكافؤ والناقلية لشبه الموصل و E_g: عرض المجال المحظور.
$h\nu$:طاقة الفوتون الوارد. α: معامل الامتصاص.

3–2– حساب معامل التخامد(k_0):

ويعرّف معامل التخامد (k_0) بأنه كمية ما تمتصه إلكترونات المادة من طاقة فوتونات الإشعاع الساقط عليها. ويرتبط معامل التخامد k_0 بمعامل الامتصاص بالعلاقة:

$$k_0 = \frac{\alpha.\lambda}{4\pi} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

حيث :λ طول موجة الإشعاع الساقط.

ويمثل معامل التخامد الجزء التخيلي من معامل الانكسـار المركبimagenary refractive index وفق المعادلة التالية: $N = n_0 - ik_0$ ، حيث n_0 معامل الانكسار الحقيقي.

3–3– حساب معامل الانكسار(n_0):

يمثل معامل الانكسـار النسـبة بين سـرعة الضـوء في الفراغ إلى سـرعته في الوسـط $n = \frac{C}{v}$ ويرتبط معامل الانكسـار مع انعكاسية الفلم الرقيق وفق المعادلة التالية[4]:

$$R = \frac{(n_0 - 1)^2 + k_0}{(n_0 + 1)^2 + k_0} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

وبالتالي يمكن كتابة المعادلة على الشكل التالي:

$$n_0 = \sqrt{(\frac{1+R}{1-R})^2 - (k_0^2+1)} + \frac{1+R}{1-R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

ومن هذه المعادلة يمكن حساب معامل الانكسار للمادة اعتماداً على قيم الانعكاسية.

– المواد وطرق البحث Materials and Methods

4–التحضير الكيميائي للأفلام الرقيقة :[6,5]

تحضير Ir_2O_3 بتقنية المحلول الجيلاتيني Sol –Gel:

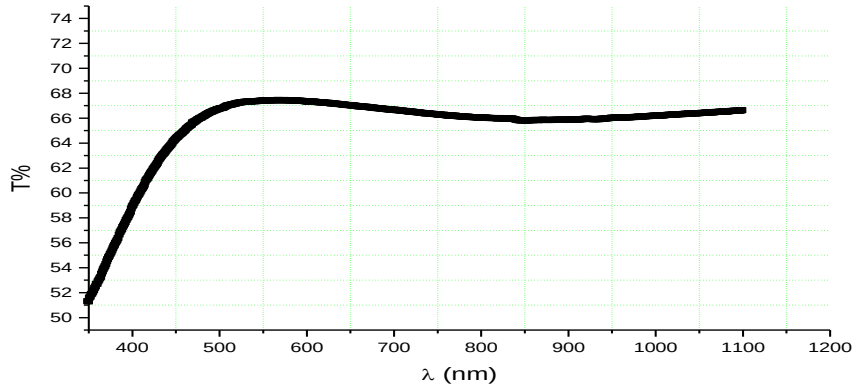
تم العمل على تحديد أفضل طريقة لتحضير المحلول الجيلاتيني اللازم لعملية التغطية وذلك بطريقة تغيير العوامل:

يؤخذ 0.01 mol /100 ml من كلوريد الايريديوم $IrCl_3$ في الإيثانول والماء ثنائي التقطير بنسبة 1:3 ، يحرك على محرك مغناطيسي لمدة خمس ساعات على الأقل، حيث نحصل على محلول أخضر اللون، ثم يترك في جو المعمل لمدة 24 ساعة. ثم يفلتر filtration المحلول ليصبح بعدها جاهزاً للاستخدام، ثم تتم عملية التغطية بإحدى الطرائق المتبعة . ثم توضع الشرائح المغطاة في الفرن على الدرجة 600°C لمدة ساعة، ثم تنقل إلى مجفف درجة حرارته 200°C لمدة ربع ساعة، ثم توضع في جو المعمل لتتم عليها الدراسات الضوئية و البنيوية اللاحقة.

5– الدراسة الضوئية لأفلام أكسيد الايريديوم النقية:

5–1– دراسة النفاذية Transmittance :

تمت دراسة أفلام أكسيد الايريديوم Ir_2O_3 ضوئيا باستخدام المطيافية الضوئيةspectrophotometry UV-VIS ضمن الأطوال الموجية (300–1100 nm). وقد أعطت الأفلام المتشكلة قيم للنفاذية تراوحت ما بين (50– 70 %) كما يظهر من الشكل (1).



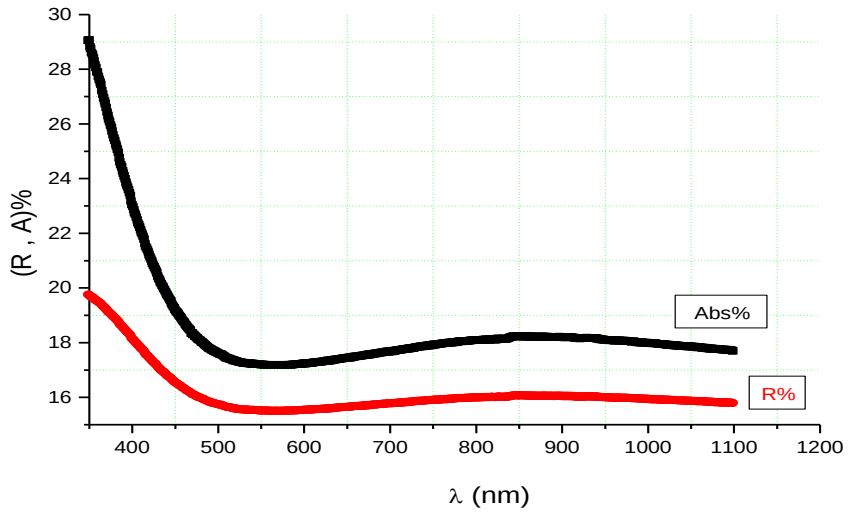
الشكل (1) طيف النفاذية لفلم رقيق لأكسيد الايريديوم Ir_2O_3 المتشكل عند (600°C) و المحضر بSOL-GEL

5-2- دراسة الانعكاسية Reflectivity :

أعطت الأفلام المتشكلة انعكاسية عالية (20%) في مجال الأشعة فوق البنفسجية من الطيف الكهرومغناطيسي وتنخفض مع زيادة طول الموجة . وأعطت انعكاسية متوسطة تتراوح مابين (15.5%) في مجال الأشعة المرئية من الطيف، و(16.1%) في مجال الأشعة تحت الحمراء القريبة كما يظهر في الشكل (2).

5-3- دراسة الامتصاصية: Absorbance

أعطت الأفلام المتشكلة أيضاً امتصاصية عالية (29%) في مجال الأشعة فوق البنفسجية من الطيف وتنخفض مع زيادة طول الموجة. و امتصاصية وسطى (17.9%)في مجال الأشعة المرئية من الطيف ، لتستقر عند القيمة (18.3%)في مجال الأشعة تحت الحمراء القريبة كما يظهر في الشكل (2) أيضاً.



الشكل (2) طيف الانعكاسية و الامتصاصية لفلم رقيق لأكسيد الايريديوم Ir_2O_3 المتشكل عند (600°C)ب SOL-GEL

مما سبق، واستناداً إلى أطياف النفاذية و الانعكاسية و الامتصاصية في الشكلين (1) و (2) نستنتج أن النفاذية المسجلة لأكسيد الايريديوم تزداد مع زيادة الطول الموجي، لتبلغ ذروتها في منطقة الأشعة المرئية، لتستقر بعدها قيم النفاذية في منطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة. ومن ناحية أخرى، فان الانعكاسية والامتصاصية تنخفضان مع زيادة الطول الموجي، لتبلغا أدنى قيمة لهما في منطقة الأشعة المرئية لتعود وتستقر بعدها قيم الانعكاسية والامتصاصية في منطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة، كما يوضح ذلك الجدول (1).

المجال		الأشعة فوق البنفسجية	الأشعة المرئية	الأشعة تحت الحمراء القريبة
طول الموجة	λ (nm)	300-400	400-800	800-1100

وسطي النفاذية	T%	%54	%66	66%
وسطي الانعكاسية	R%	%91	5.5%1	16.1%
وسطي الامتصاصية	A%	%62	7.9%1	18.3%

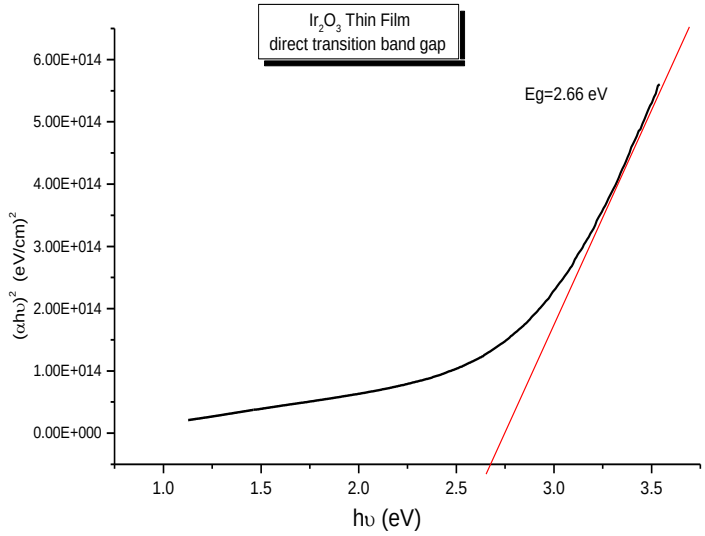
جدول 1 القيم الوسطى للنفاذية و الانعكاسية والامتصاصية لفلم رقيق من اوكسيد الايريديوم و المحضر بتقنية المحلول الجيلاتيني SOL-GEL

5-4- الفجوة الطاقية لأكسيد الايريديوم :Energy Gap [4][5]

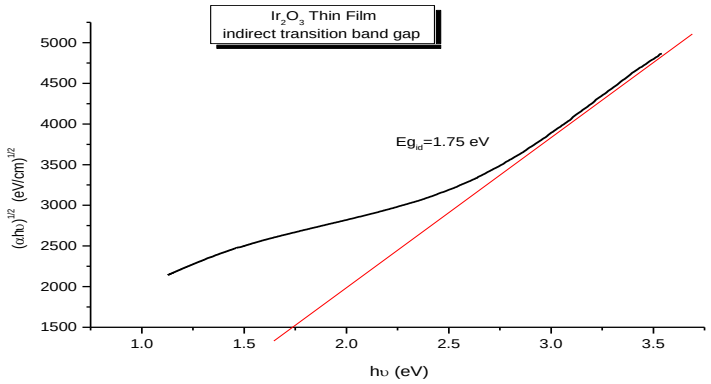
يمكن حساب الفجوة الطاقية (Eg) للأفلام الرقيقة في منطقة الامتصاص العالية، من العلاقة بين النفاذية ومعامل الامتصاص α وفق العلاقة (1) $\alpha = \frac{-Ln(T)}{d}$

والعلاقة بين معامل الامتصاص وطاقة الفوتون الوارد ($h\nu$) يعبر عنها بالعلاقة (2) للانتقالات المباشرة المسموحة وبالعلاقة (3) للانتقالات غير المباشرة المسموحة.

ومن خلال هذه الدراسة وجدنا أن قيمة الفجوة الطاقية للانتقال المباشر المسموح للأفلام الرقيقة من أكسيد الايريديوم Ir_2O_3 (2.66 eV) كما يوضح ذلك الشكل (3). في حين أن قيمة الفجوة الطاقية للانتقال غير المباشر المسموح للأفلام الرقيقة من أكسيد الايريديوم Ir_2O_3 بلغت (1.75 eV) كما يوضح ذلك الشكل (4).



الشكل(3) الفجوة الطاقية للانتقال المباشر المسموح للأفلام الرقيقة لاوكسيد الايريديوم Ir2O3



الشكل (4) الفجوة الطاقية للانتقال غير المباشر للأفلام الرقيقة لاوكسيد الايريديوم Ir2O3

5-5-حساب معامل الانكسار

يمثل معامل الانكسار النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته في الوسط ويرتبط معامل الانكسار مع انعكاسية الفلم الرقيق وفق العلاقه [4]:

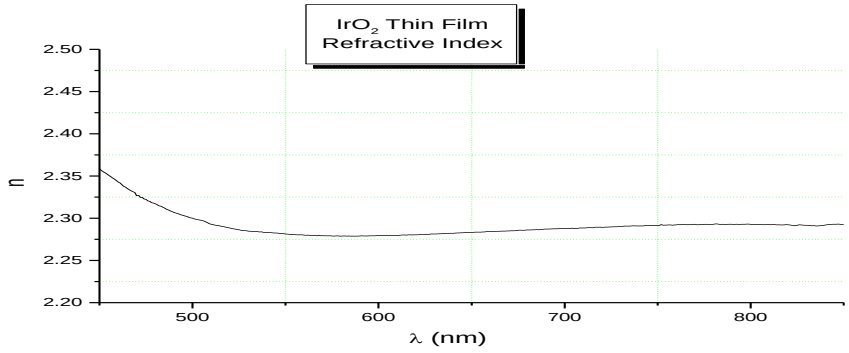
وبالتالي يمكن كتابة العلاقه على الشكل التالي:

$$n_0 = \sqrt{(\frac{1+R}{1-R})^2 - (k_0^2 + 1)} + \frac{1+R}{1-R} \qquad (7)$$

حيث k_0: معامل التخامد ويعطى بالعلاقة $k_0 = \frac{\alpha.\lambda}{4\pi}$

ومن هذه العلاقه (7) يمكن حساب معامل الانكسار للمادة المدروسة اعتماداً على قيم الانعكاسية.

وقمنا، في هذه الدراسة، بحساب معامل الانكسار للفلم الرقيق من أكسيد الايريديوم، و رسم العلاقة البيانية لمعامل الانكسار بدلالة طاقة الفوتون الضوئي الوارد .كما نلاحظ في الشكل (5) أن وسطي معامل الانكسار في المجال المرئي من الطيف بلغ (2.3).



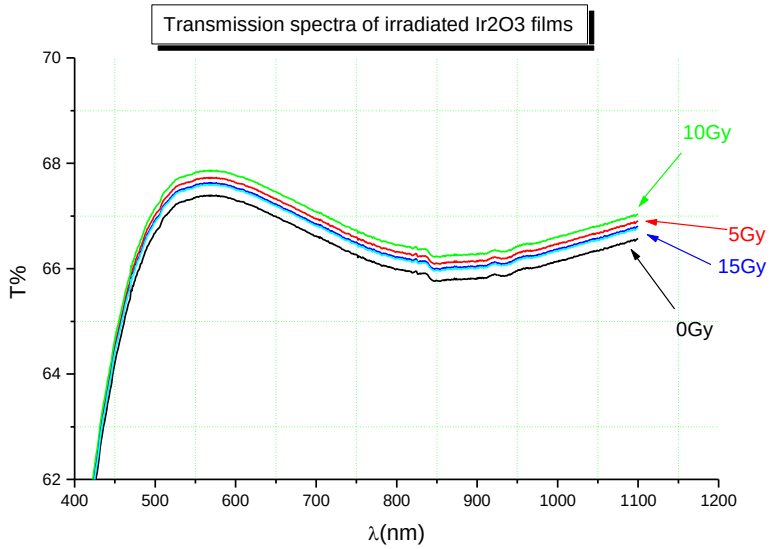
الشكل (5) معامل الانكسار للأفلام الرقيقة من أكسيد الايريديوم بدلالة طاقة الفوتون و طول الموجة

6– تعريض أفلام أكسيد الايريديوم لجرعات متدرجة من أشعه جاما: Radiating of Ir_2O_3 thin films with gradual Gamma rays

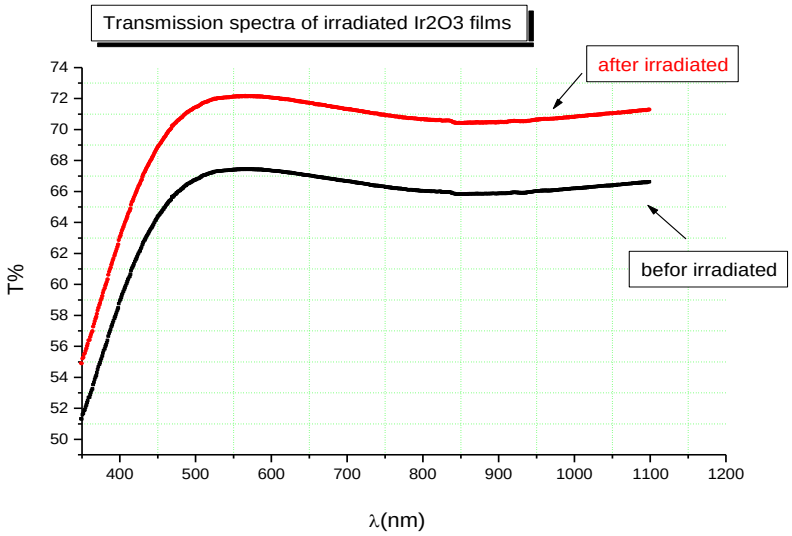
بعد تحديد الصفات الضوئية للأفلام المحضرة من أكسيد الايريديوم جرى العمل على تعريض هذه الأفلام للأشعة، وذلك لغرض دراسة تأثرها بالجرعة الإشعاعية الممتصة. حيث تم تعريض العينات لأشعة جاما نابجة عن منبع السيزيوم Cs– 137 عند الطاقة 661.6KeV .

6–1– الدراسة الضوئية لأفلام أكسيد الايريديوم المعرضة لأشعة جاما:

بينت نتائج القياسات الضوئية على أن الأفلام الرقيقة من أكسيد الايريديوم لم تبد أي تغير في طيف النفاذية نتيجة تأثرها بالجرعة الإشعاعية المنخفضة الأقل من 20Gy ، كما يوضح ذلك الشكل(6). في حين أبدت استجابة وتأثراً مع زيادة زمن التعرض للأشعة.ويظهر ذلك بوضوح من ازدياد قيم النفاذية الطيفية للأفلام الرقيقة بعد تعريضها لجرعة إشعاعية اكبر من 30Gy كما يوضح ذلك الشكل(7).



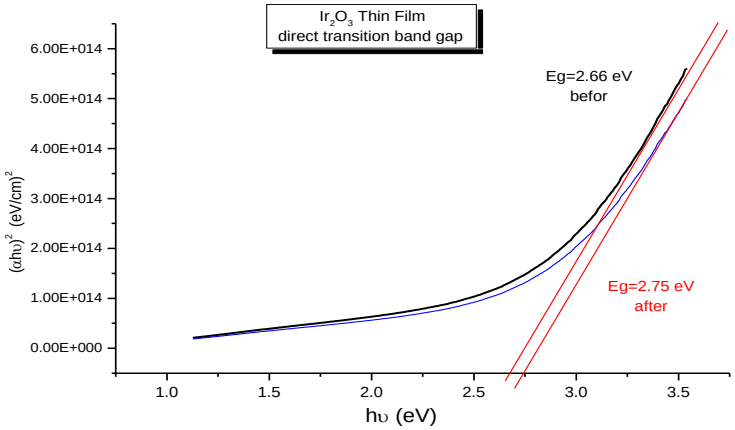
الشكل (6) مقارنة طيف النفاذية الضوئية لأفلام رقيقة من أكسيد الايريديوم قبل التعريض وبعده لجرعة إشعاعية اقل من 20Gy



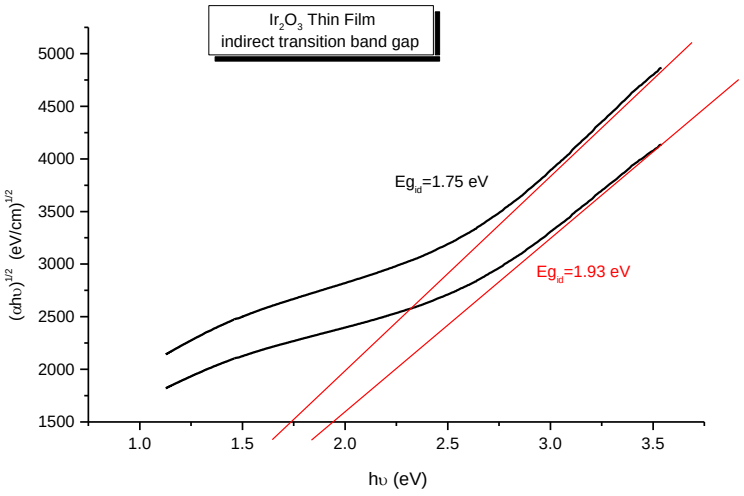
الشكل(7) مقارنة طيف النفاذية الضوئية لأفلام رقيقة من أكسيد الايريديوم قبل التعريض وبعده لجرعة إشعاعية 30Gy

6-2- حساب عرض المجال المحظور لأفلام Ir_2O_3 المعرضة لجرعة أشعة جاما:

دراسة تغيرات قيمة عرض المجال المحظور للأفلام الرقيقة من أكسيد الايريديوم في الانتقالات المسموحة والممنوعة المباشرة نلاحظ أن قيمة عرض المجال المحظور للأفلام الرقيقة ازدادت مع زيادة قيمة الجرعة الإشعاعية الممتصة لأكثر من 30Gy. ووجدنا أن قيمة الفجوة الطاقية للانتقال المباشر المسموح للأفلام الرقيقة من أكسيد الايريديوم Ir_2O_3 (2.75 eV) كما يوضح ذلك الشكل (8). في حين أن قيمة الفجوة الطاقية للانتقال غير المباشر المسموح للأفلام الرقيقة من أكسيد الايريديوم Ir_2O_3 بلغت (1.93 eV) كما يوضح ذلك الشكل (9):



الشكل (8) مقارنة تغيرات عرض المجال المحظور للأفلام الرقيقة من أكسيد الايريديوم في الانتقالات المسموحة المباشرة مع زيادة قيمة الجرعة الإشعاعية الممتصة لأكثر من 30Gy



الشكل (9) مقارنة تغيرات عرض المجال المحظور للأفلام الرقيقة من أكسيد الايريديوم في الممنوعة المباشرة مع زيادة قيمة الجرعة الإشعاعية الممتصة لأكثر من 30Gy

7– الاستنتاجات و التوصيات:

تم العمل في هذه الدراسة على تحضير أفلام رقيقة من أكسيد الايريديوم بتقنية المحلول الجلاتيني SOL-GEL وفق طريقة التغشية بالغمس Deep Coating .ودرس تأثير جرعة أشعة جاما على الخواص الضوئية للأفلام المحضرة.

وقد بينت الدراسة أن جرعة أشعة جاما قد أثرت على الخواص الضوئية للأفلام الرقيقة، ويظهر ذلك جليا من تغير قيمة عرض الفجوة الطاقية للأفلام الرقيقة، حيث ازدادت قيمة عرض المجال المحظور للأفلام المحضرة مع زيادة قيمة الجرعة الإشعاعية الممتصة لأكثر من 30Gy.

ونقترح إجراء المزيد من الدراسات في هذا المجال في حال توفر مصادر للإشعاع تعطي شدة أكبر من 30Gy، ودراسة تأثير هذه الإشعاعات ليس فقط على الخصائص الضوئية وإنما البنيوية، والكهربائية، والميكانيكية، والفائدة من عملية التعرض للأشعة.

المراجع العلمية:

.[1] JAMES D.RANCOURT,. 1995-***Optical Thin Films User Handbook.*** SPIE Bellingham,1st ed ,USA, 290 pages.

.[2] C.JEFFERY BRINKER,GEORGE W.SCHERER,.1995-***SOL-GEL SCIENCE, The Physics and Chemistry of SOL-GEL*** .Harcourt Brace Jovanovich, Publishers 1st ed ,USA, 908 pages.

.[3] United Nations Scientific Committee on the ***Effects of Atomic Radiation, Sources and Effects of Ionizing Radiation***, United Nations 2000, UNSCEAR, New York, (2000).

.[4] PANDEY V., MEHTA N., TRIPATHIA S. K., A. KUMAR., 2005-
Optical Band Gap And Optical Constants in Se85te15-xpbx thin Films. *Chalcogenide Letters*, **Vol. 2, No. 5, May 2005, p. 39 – 44**.

.[5] A.W. DOUBAL, MSc. Thesis, University of Aleppo**,** 2007, ***Preparation of Multi layer Anti- Reflection Thin Film Deposited by Sol-Gel technique and Studying of their Optical and Structural Properties.*** ,162 pages.

.[6] W.M. ABDULLAH, Ph.D. Thesis, University of Aleppo, 2006, ***Study Of The Electrical And Optical Properties Of Thin Films Deposited By SOL-GEL Methods (Technique).*** ,170 pages.

.[7] Sanju Rani a, Somnath C. Roy b, M.C. Bhatnagar,. 2007-***Effect of Fe doping on the gas sensing properties of nano-rystalline SnO_2 thin films.*** *Sensors and Actuators* B 122 (2007) 204–210

.[8] T.kololuoma and j.T.Rantala,.2000-**Effect Of Argon Plasma Treatment On Conductivity Of Sol-Gel Fabricated Sb-Doped SnO_2 Thin Films**.*Electronic Letters* vol.36-No2- 2000

.[9] K.Arshak. and Korostynska.O.(2006), **Material Science and Engeneering:**B,133,1.