

ISSN: 2708-7956



الأكاديمية

للهندسة والعلوم

Academic

For Engineering and Science

مجلة علمية محكمة فصلية

تصدر عن نقابة الأكاديميين العراقيين

المجلد (5) العدد (3)

أب - السنة 2023



رقم الإيداع في الدار الوطنية

2422 لسنة 2020



الأكاديمية ... للنقابة العراقية والعلوم

<http://aphjournal.iraqiacademic.com>

ISSN: 2708-7956 DOI prefix: 10.47719



# الأكاديمية

## للهندسة والعلوم

### Academic

#### For Engineering and Science

مجلة علمية محكمة فصلية

تصدر عن نقابة الأكاديميين العراقيين

المجلد (5) العدد (3)

أب / 2023

## هيئة التحرير

- أ.د. احمد كمال احمد / جامعة النهدين / رئيس التحرير
- أ.د. زياد محمد عبود / الجامعة المستنصرية / مدير التحرير
- أ.د. ليث عبد الباسري الجابري / الجامعة المستنصرية / عضواً
- أ.د. غادة صباح كرم / الجامعة المستنصرية / عضواً
- أ.د. انيس عبد الله كاظم / جامعة ديالى / عضواً
- أ.د. فضال الشيدان / الجامعة الأردنية / الامردن / عضواً
- أ.د. السيد احمد الشريفي / جامعة القاهرة / امص / عضواً
- أ.د. رياض بطرس العبد الله / جامعة البعث / سوريا / عضواً
- أ.د. ابراهيم أبو الجريش / جامعة اليرموك / الامردن / عضواً
- أ.د. عاطف الطاهر / جامعة الأزهر / كلية العلوم / امص / عضواً
- أ.د. نبيل دريال / جامعة صفاقس / تونس / عضواً
- أ.د. جمعة سلمان جبار / جامعة النهدين / عضواً
- أ.م.د. مهدي صالح فايف / الجامعة المستنصرية / عضواً
- أ.م.د. خالد ياسين زغير / الجامعة التقنية الوسطى / عضواً
- أ.م.د. زينب وليد عباس / الجامعة المستنصرية / عضواً
- أ.م.د. بشير داود سلمان / الجامعة المستنصرية / عضواً
- أ.م.د. زينب عبد علي داود / الجامعة المستنصرية / عضواً

## الهيئة الاستشارية

- أ.د. محمد هليل حافظ الكعبي / جامعة البصرة للنفط والغاز
- أ.د. تحسين مبارك حسين / كلية العلوم - جامعة ديالى
- أ.د. حازم باقر طاهر / كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة ذي قار
- أ.م.د. مهند سمير جبار السوداني / جامعة الإمام جعفر الصادق - ع
- أ.د. حميد عبد الكريمرؤوس / جامعة البصرة
- أ.د. غازي كمال سعيد / جامعة واسط
- أ.د. احمد ناجي عبد / الجامعة المستنصرية
- أ.م.د. سرور ابراهيم خضير يابتي / جامعة صلاح الدين
- أ.م.د. عبد الله محمود علي / جامعة الكوفة
- أ.م.د. مازي جبر شغيث / الجامعة التكنولوجية

## كلمة العدد (3) لسنة (2023)

يسعدنا ان نقدم لكم **العدد الثالث/ السنة 2023** لمجلة **الأكاديمية للهندسة والعلوم**. أود أن اسجل شكري الجزيل للجهود الكبيرة لكل من ساهم في إظهار هذا العدد. كما أتقدم بالشكر لجميع الباحثين الذين دعموا المجلة من خلال نشر أبحاثهم فيها، خاصةً بعد حصول المجلة على الرقم المعرف **DOI** في عام 2020.

ضم هذا العدد، بحوث في مختلف المجالات العلمية، هي: الهندسة، والفيزياء، والاستشعار عن بعد، التحليل الإحصائي والرياضيات.

نأمل أن تحقق مجلة الأكاديمية للهندسة والعلوم، من خلال هذه الطبعة، تطلعات الباحثين والمهتمين، وأن نسعى، بعون الله تعالى، إلى تطوير مجلتنا نحو الأفضل، وأن يكون لها حضوراً علمياً متميزاً إقليمياً وعالمياً، ونتطلع ان تكون المجلة في التصنيفات العلمية الدولية.

مع خالص التقدير

**أ. د. أحمد كمال أحمد**  
**رئيس هيئة التحرير**  
**أب - 2023**

## نبذة عن نقابة الأكاديميين العراقيين

أسست نقابة الأكاديميين العراقيين بموجب القانون رقم (61) لسنة (2017)، بغية الاهتمام بالملك التدريسي والأكاديمي (الأكاديمي: التدريسي الحاصل على شهادة الماجستير أو الدكتوراه ويمارس مهنة التدريس أو يعمل بمراكز البحث العلمي في الجامعات).

والارتقاء بمستوى العاملين في هذا القطاع الحيوي وإعداد الخطط والسياسات التي ترتقي بالعملية التدريسية ومن أجل إنشاء مجالس ونقابات تهتم بشؤون الأكاديميين والدفاع عنهم وحفظ كرامتهم وضمان حرياتهم الأكاديمية، ومن أجل رفع سمعة الجامعات والمعاهد العراقية ومساواتها مع مثيلاتها في الدول المتحضرة. ووفقاً للمادة -2- من البند الثاني من قانونها فأنها:

أولاً: تتمتع نقابة الأكاديميين العراقيين بالشخصية المعنوية والاستقلال المالي والإداري يمثلها (نقيب الأكاديميين العراقيين) أو من يخوله.

ثانياً: يكون مركز النقابة في بغداد ولها فتح فروع في المحافظات وحيثما تقتضي مصلحة النقابة إيجاد تمثيل.

ثالثاً: لأعضاء الهيئات التدريسية في الجامعات والمعاهد العراقية المعترف بها من وزارة التعليم العالي والبحث العلمي الانتماء إلى النقابة.

ووفقاً للمادة -3- فإن أهداف تأسيس النقابة هي:

أولاً: الارتقاء بمهنة التعليم العالي والبحث العلمي لتحقيق رسالتها في خدمة الوطن وأجيال الأمة.  
ثانياً: التنسيق والتعاون مع وزارة التعليم العالي والبحث العلمي والجهات ذات الصلة بما يحقق مهام النقابة.

ثالثاً: تعزيز أخلاقيات مهنة التعليم العالي والمحافظة على آداب وتقاليد وشرف المهنة.  
رابعاً: تشجيع الدراسات والبحوث والنشاطات والمؤتمرات التعليمية وعقد الدورات والندوات لرفع المستوى العلمي والمهني لتدريسي الجامعات والمعاهد العراقية.

خامساً: تعزيز مكانة الأكاديميين في المجتمع والدفاع عن حقوقهم ومصالحهم وكرامتهم.

سادساً: النهوض والارتقاء بالأعضاء مهنيًا واقتصاديًا وثقافيًا واجتماعيًا.

سابعاً: تأسيس صندوق للتكافل الاجتماعي لمساعدة أعضاء النقابة، يؤمن لهم ولأسرهم العيش الكريم في حالات العجز الكامل أو الوفاة وتوفير الرعاية الصحية للأعضاء وأسره.

ثامناً: التعاون وتوطيد العلاقات مع الاتحادات العربية والدولية المماثلة.

**أ. م. د. مهند الهلال**  
**نقيب الأكاديميين العراقيين**

**المحتوى**  
**(العدد 3 لسنة 2023)**

No.	Title	p.
1	Study the Film of ZrO <sub>2</sub> Sputtering by Radio Frequency Plasma Raheem Lafta Ali	1
2	عامل الخسارة وثبات العزل الكهربائي لمركبات الأنابيب النانوية المصنوعة من البوليستر/ هالوسايت نظير اهليل جدوع	5
3	تصنيع مستشعر للرطوبة باستخدام ثلاث طرق ترسيب مختلفة ريم سعدي خليل	9
4	The Usage of a Mirror-Plot Curve For Inspection of Electrons Accumulation on The Surface of A Polymeric Material Hassan N. Al-Obaidi, Ali S. Mahdi and Faten H. Mousa	17
5	Human Fingerprint Identification: Literature Survey Oday Kadhim, Dr. Ziad M. Abood, Dr. Ahmed Ghandour	25
6	Structural and Optical Properties of Fe-Doped Zinc Sulfide Thin Films Prepared by Chemical Spray Pyrolysis Oday Ali Chichan	33
7	Subject Review: On Different Text Encryption Algorithms Zainab Mohammed Essa, Ahmed Abd Ali Abdulkadhim	42
8	A Review on Face Recognition System Using Multispectral Images Rafid A. Haleot, Ziad M. Abood, Ghada S. Karam	47
9	دراسة الخصائص التركيبية والكهربائية والبصرية لكاشف ضوئي لمادة الجرمانيوم المطعمة بالنحاس والمحضرة بطريقة التبخير الفراغي د. عبد الكريم حسين داغر، د. زياد طارق الدهان، ندى ضمد ماذي	51

## أهداف ورؤية المجلة Aims and Scope

- تنشر المجلة الدراسات العلمية ذات الأفكار الأصيلة والحديثة والمتجددة، ويحوت الرسائل والأطروحات، التي لم يسبق نشرها أو المساهمة بها في أحد الملتقيات العلمية، وان تكون هذه البحوث مندرجة ضمن أحد المحاور تخصصات الهندسية والعلوم الصرفة.
- كما تنشر المجلة الكتب المؤلفة والمترجمة ضمن التخصصات أعلاه.

## الوصول المفتوح للبحوث Open Access Policy

مجلة **الأكاديمية للهندسة والعلوم** هي مجلة مفتوحة الوصول، بالتالي لا توجد رسوم مطلوبة لتتزيل أي منشور من موقع المجلة من قبل المؤلفين والقراء والمؤسسات، وعلى الموقع:

<http://aphjournal.iraqiacademic.com/Journal/GetAllVersions>

## قواعد النشر:

- البحوث المرسله إلى المجلة يجب أن تكون سليمة من الأخطاء اللغوية والمنهجية والمعرفية، وملتزمة بالأعراف العلمية المتبعة، ولم يسبق نشرها.
- لا ينبغي أن يتجاوز عدد صفحات البحث عن خمسة عشر ورقة من حجم B5.
- في حالة وجود هامش في اسفل الصفحة ينبغي اعتماد ترقيم آلي يتجدد في كل صفحة.
- يتضمن البحث ملخصين: الأول بلغة البحث، والثاني باللغة العربية أو الإنجليزية.
- تخضع جميع البحوث للتحكيم العلمي على نحو سري، ويخبر الباحث إما بقبول بحثه، أو بالقبول المشروط ببعض التعديلات التي يبلغ بها، أو بالرفض. وفي هذه الحالة الأخيرة؛ فإن المجلة ليست ملزمة ببيان الأسباب.

## توصيات تقنية في كتابة البحوث:

- مقاس الورقة والهوامش: الورقة حجم B5، ويترك هامش بمسافة 2 سم من حواشي الورقة. مع مسافة 1 سم بين الأسطر في المتن والهوامش.
- يُعتمد الخط **Simplified Arabic** (البحوث باللغة العربية) و **Times New Roman** (البحوث باللغة الإنكليزية)، مقاس 16 غامق عنوان البحث، مقاس 14 غامق العناوين الأساسية، مقاس 12 غامق العناوين الفرعية، وبمقاس 12 في المتن، مقاس 11 غامق لعناوين الأشكال والجداول، 10 في الحواشي.

## معلومات الاتصال:

– موقع المجلة: <http://aphjournal.iraqiacademic.com/>

ISSN: **2708-7956**, DOI prefix: **10.47719**

– البريد الإلكتروني للمجلة: [info@iraqiacademics.iq](mailto:info@iraqiacademics.iq)

[dr.ziadmabood@gmail.com](mailto:dr.ziadmabood@gmail.com)

– أرقام الهواتف: 9647709298631 – 9647902746409

– رقم الإيداع في الدار الوطنية 2422 لسنة 2020



Study the Film of ZrO<sub>2</sub> Sputtering by Radio Frequency Plasma

Raheem Lafta Ali

Mustansiriyah University/ College of Education

**Abstract**

Titanium alloys have been utilized in biomedical applications due to their biocompatibility and mechanical properties. However, these alloys have possible toxic effects due to release the of aluminum and vanadium. The purpose of this paper is to improve the structural and mechanical properties of Ti-6Al-4V alloy by coating it with ZrO<sub>2</sub>. The ZrO<sub>2</sub>-coated Ti-6Al-4V alloy prevented releasing of undesirable vanadium and aluminum. The Radio Frequency Plasma Sputtering (RF) method was used to prepare this coating. X-ray diffraction (XRD) and Field Emission-Scan Electron Microscope (FE-SEM) respectively, were used to characterize the structure and composition of the improved thin film of ZrO<sub>2</sub>.

**الخلاصة:**

تستخدم سبائك التيتانيوم في التطبيقات الطبية الحيوية بسبب توافقها الحيوي وخصائصها الميكانيكية. ومع ذلك، يمكن أن يكون له تأثير سام ناتج عن إطلاق الفاناديوم والألمنيوم. الطلاء بمادة أكسيد الزركونيوم ZrO<sub>2</sub> تمنع إطلاق الفاناديوم والألمنيوم غير المرغوب فيهما. الهدف من هذا البحث هو تحسين الخصائص التركيبية والميكانيكية لسبائك Ti-6Al-4V المطلية بمادة ZrO<sub>2</sub>. تم تحضير هذا الغشاء الرقيق بطريقة رش البلازما بالترددات الراديوية (RF). تم قياس الهيكل والتركيب بواسطة حيود الأشعة السينية (XRD)، المجهر الإلكتروني الماسح الانبعاث الضوئي (FE-SEM) على التوالي. أظهرت النتائج لافلام الزركونيوم المطلية على السبيكة زيادة في الهيكل البلوري.

**Introduction**

The pure (cpTi) titanium and its alloys (such as Ti-6Al-4V) have been used for load-bearing implants in dentistry, osteosynthesis, and orthopedics because of their excellent biocompatibility, lightweight, high-strength, corrosion resistance, and relatively low-density [1]. These features are not high enough to promote direct growth of the bone tissue or reduced the healing period and also Ti-6Al-4V alloy has a possible toxic effect resulting from released vanadium and aluminum [2]. A modification of the metal surface has been employed to control tissue–titanium interactions; reduce the time for bone fixation and stop releasing undesirable ions from the alloy. The release of undesirable ions from the alloy can be solved by using coating layers from bioinert materials such as bioceramic ZrO<sub>2</sub>. Where these materials are major inorganic components of the human bone matrix and have a crystal structure identical to human bone and teeth minerals. The thin films of ZrO<sub>2</sub> do not release ions into the surrounding tissue of the body as do metallic biomaterials so the coating layers on metallic biomaterials stop metallic ion release from orthopedic implants made of Ti6Al4V [3].

There are many techniques, such as sol-gel [4], Plasma electrolytic oxidation (PEO) [5], Electrophoretic deposition (EPD) [6], dip coating process [7], Ion Beam Assisted deposition (IBAD) [8], pulsed laser deposition (PLD) [9], plasma spray [10] and RF plasma magnetron sputtering can be used to deposit ZrO<sub>2</sub> coatings. RF sputtering has several useful applications such as high RF sputtering rates of metals and insulators at low pressures and provision of a DC bias on the substrate surface; RF could also be used to sputter insulators, semiconductors, and metal. The RF sputtering can produce thin, uniform, dense coatings that are homogeneous in composition and structure [11].



## Materials and Methods

Ti-6Al-4V specimens used in this research were acquired from WG (William Gregor Ltd, London, United Kingdom). Alloy (Ti-6Al-4V) specimens are cut from rod with 30mm diameter and 3 mm thickness. Then the specimens were abraded successively using SiC grinding paper with different grits starting from 80 grit, and continued by 120, 230, 400, 600, 800, 1000, and 1200 grit to obtain a flat and scratch-free surface and then polishing with diamond suspension start (1, 3, 6, 9, 15  $\mu\text{m}$ ) for a smooth and mirror polished surface. A grinding and polishing machine model: meta serv 250, buehler was utilized and then cleaned ultrasonically and washed with acetone and deionized water.

RF sputtering was used to prepare thin film of  $\text{ZrO}_2$  on Ti6Al4V alloy by using high purity (99.99%)  $\text{ZrO}_2$  target, a base pressure was evacuated to ( $1 \times 10^{-5}$  mbar) by a combination of rotary and turbomolecular pump, then the argon gas (Ar) was passed till the pressure reached ( $1 \times 10^{-3}$  mbar), and then the target was cleaned by pre-sputtering (with 30 W RF power) for 15 min. Ar (99.99%) was supplied as reactive gas at a flow ratio of 10 sccm. The distance between the substrate and the target was maintained at 80 mm for all deposition experiments with a (RF) power 200 W for 1 h duration. During the working device of RF, the temperature rose to approximately 80 because of self-heating.

Various techniques for surface analysis, structure examination, and properties evaluation are utilized to investigate modified surfaces such as XRD analysis was achieved within the  $20\text{--}60^\circ$  range using a (PANalytical X' Pert PRO MRD PW3040, Almelo, Netherlands) with a Cu  $K\alpha$  radiation ( $\lambda = 1.541 \text{ \AA}$ ) to identify the phases developed of specimens of Ti6Al4V alloy. FESEM was performed using a (Leo-Supra 50VP, Carl Zeiss, Germany) equipped with an energy-dispersive X-ray (EDX) system.

## Result:

Figures 1a and 1b show Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM) images without and with the  $\text{ZrO}_2$  thin layer created on the surface of Ti-6Al-4V alloy respectively. Although, the existence  $\alpha$  and  $\beta$  phases of Ti-6Al-4V alloy. The uncoated sample in figure (1a) has many scratches and a smooth surface due to its grinding and polishing. The  $\text{ZrO}_2$  thin layer was created on all surface of substrate where the polygonal nanoparticles of  $\text{ZrO}_2$  deposited on Ti-6Al-4V alloy was uniformly distributed without showing any cracks that indicate good crystalline quality as indicated in Figure 1b.

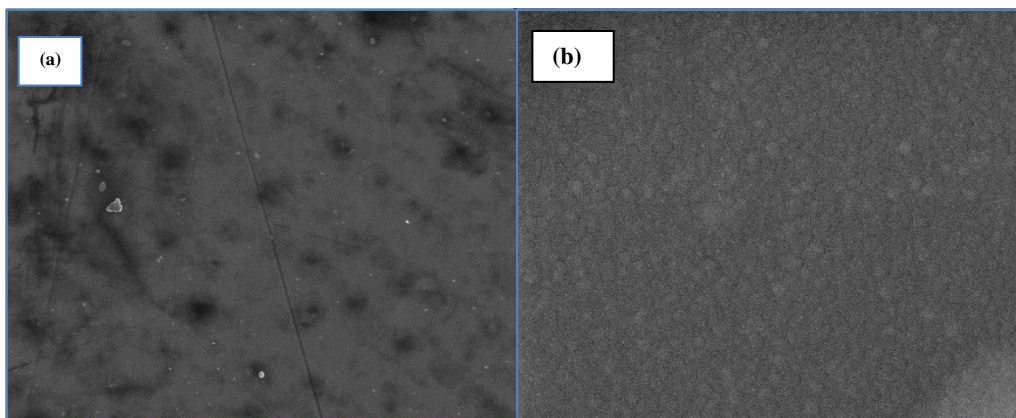


Figure 1: FESEM images of (a) the untreated Ti-6Al-4V substrate .and (b) the  $\text{ZrO}_2$  nanostructure deposited on Ti-6A-4V substrate

#### 4.2.2 X-ray diffraction analysis of $ZrO_2$ layer coated Ti-6Al-4V alloy

Figures (2a) and (2b) show the X-ray diffraction patterns of uncoated Ti-6Al-4V alloy coated with  $ZrO_2$  by radio frequency plasma deposition (R.F) technique at room temperature RT, a pressure ( $1 \times 10^{-3}$  mbar) and RF power 200 W for 1 h for 1hour. The XRD pattern for the uncoated specimen shows that the lines of Ti-6Al-4V are 100, 002, 110, 101, and 102 at  $2\theta$  values  $35.46^\circ$ ,  $38.27^\circ$ ,  $39.98^\circ$ ,  $40.7^\circ$  and  $53.24^\circ$ , respectively which belong to  $\alpha$  and  $\beta$  phases of Ti-6Al-4V substrate as indicated in Figure (2a).

After coating alloy with  $ZrO_2$  the surface of the specimen is well covered with  $ZrO_2$  layer. The lines in the pattern of the coated specimen 111 and 311 at  $2\theta$  values  $30.46^\circ$  and  $59.24^\circ$ , respectively which is responsible for  $ZrO_2$  as indicated in Figure (2b).

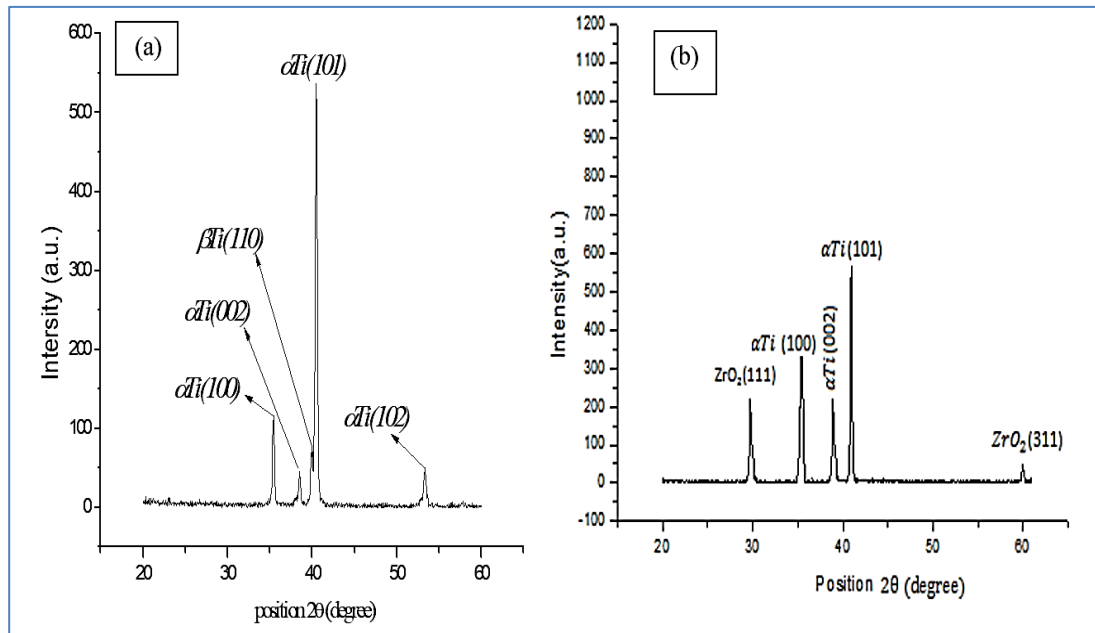


Figure 2: X-ray diffraction pattern of (a) the untreated Ti-6Al-4V substrate and (b) the  $ZrO_2$  nanostructure deposited on Ti-6Al-4V substrate.

#### Conclusions:

The present study concludes that the coating of Ti-6Al-4V alloy with  $ZrO_2$  has crystalline structure. The alloy coating with  $ZrO_2$  prevented undesirable ions (vanadium, aluminum) from Ti-6Al-4V alloy.

#### Reference:

- [1] Furqan A Shah, 2016, Commercially pure titanium (cp-Ti) versus titanium alloy (Ti6Al4V) materials as bone anchored implants. 10.1016/j.msec.
- [2] Jonathan Willis, Siwei Li, St John Crean, Fadi N. Barrak, 2021, Is titanium alloy Ti-6Al-4 V cytotoxic to gingival fibroblasts-A systematic review. doi.org/10.1002/cre2.444
- [3] Jekun Yang, 2022, Structural and electrochemical corrosion studies of spin coated ZrO<sub>2</sub> thin films over stainless steel alloy for bone defect applications. Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials
- [4] Sajjed Jafari, Mehdi Mazar Atabaki, Jamaliah Idris, Comparative study on Bioactive coating of Ti-6Al-4V alloy and 316 L stainless steel. Association of Metallurgical Engineers of Serbia, (AMES), UDC:669.295.5'71'292.018.8; 621.794.6.
- [5] Yeung, Wk1, G. C., Reilly, 2013. Matthew. In vitro biological response of plasma electrolytically oxidized and plasma-sprayed hydroxyapatite coating on Ti-6Al-4V alloy.101(6): 939- 49. Doi:10.1002/jbm. b32899.
- [6] Corni, I., M.P. Ryan, A. R. Boecacelni, 2008. Electrophoretic deposition: from traditional ceramics to nanotechnology. J Eur ceram Soc., 28: 1353-1367.
- [7] Seriven, L. E., 1988. Physics and applications of dip coating and spin coating. Better ceramics through chemistry 3rd 717-729.
- [8] Zhi-Ye Qiu, Cen Chen, Xiu-Mei, Wang and In-Seop Lee, 2014. Advances In the surface modification techniques of bone-related implants for last 10 year. Regenerative Biomaterials, 67-79.
- [9] Torrisi, L., R. Setola, 1993. Thermally assisted hydroxyapatite obtained by pulsed-laser deposition on titanium substrates. Thin Solid Films, 227: 32-36.
- [10] Mohseni, E., E. A. R. Zalnezhad, 2014. Comparative investigation on the adhesion of hydroxyapatite coating on Ti-6Al-4V implant: Bushroa, International Journal of Adhesion & Adhesives, 48: 238-257.
- [11] Yunzhi Yanga, B., Kyo-Han Kimc, Joo B.L. Onga, 2005. A review on calcium phosphate coatingsproduced using a sputtering process—an alternative to plasma spraying. Biomaterials, 26: 327-337.

## عامل الخسارة وثبات العزل الكهربائي لمركبات الأنابيب النانوية المصنوعة من البوليستر/ هالوسايت

نظير اهليل جدوع

المديرية العامة لتربية واسط/ قسم تربية الصورة/ اعدادية القطيف للبنين

E-mail : nalbwys@gmail.com

### الخلاصة:

تم دراسة ثابت العزل الكهربائي  $\epsilon'$  وعامل الخسارة (فقدان العزل الكهربائي)  $\epsilon''$  لمركب الأنابيب النانوية المصنوعة من البوليستر/ هالوسايت. اذ وجد ان ثابت العازل لهذه المواد يزداد بصورة طفيفة في بعض النسب الوزنية، ويكون اكثر وضوحاً في النسب الوزنية (2، 4، 6 و 0.2%)، ويقل وعامل الخسارة  $\epsilon''$  بصورة ملحوظة في النسبة الوزنية (0.2%)، يتم فحص النسب ضمن ترددات تصل حتى 5 ميكا هرتز. حقيقة أن قيمة النقصان في كل من ثابت العزل وعامل الخسارة مع زيادة التردد تعني أن استقطاب الاتجاه هو المساهم الغالب في الاستقطاب، يتم فحص الخصائص الكهربائية للمركبات النانوية لتوحيد تشتت نانو هالوسايت في مصفوفة البوليستر بالتفصيل.

**الكلمات المفتاحية:** العوازل الكهربائية، عامل فقد العازل الكهربائي، الأنابيب النانوية، البوليستر، مركبات النانو بوليمر.

### Abstract:

The dielectric constant  $\epsilon'$  and the loss factor (dielectric loss)  $\epsilon''$  were studied for the polyester/halocite nanotube composite. Where it was found that the dielectric constant of these materials increases slightly in some weight ratios and is more clear in the weight ratios (4,6,2 and 0.2%) and the loss factor  $\epsilon''$  decreases significantly in the weight ratio (0.2%), the ratios are examined within frequencies Up to 5MHz. The fact that the value of both the dielectric constant and the loss factor decreases with increasing frequency means that directional polarization is the predominant contributor to the polarization. The electrical properties of nanocomposites to uniformly disperse nanohalosite nanodispersions in a polyester matrix are investigated in detail.

**Keywords:** electrical insulators, dielectric loss factor, nanotube, polyester, nanopolymer composites.

### 1- المقدمة:

تتبع أهمية تحسين جودة البوليمر من الاستقرار البيئي والتكلفة المنخفضة وسهولة الإنتاج والتحكم في خصائصها الكهربائية. الخصائص العازلة هي إحدى الخصائص التي يجب تحسينها، لأنها تمهد الطريق لإدخال العديد من التطبيقات الرئيسية مثل؛ تم استخدام المستشعرات وأجهزة الموجات الدقيقة وأنظمة التخزين العالية والقطاعات الصناعية الإلكترونية والكهربائية ومركبات البوليمر والطين ذات البنية النانوية كمواد مالئة موصلة في البوليمر العازل، الذي يُظهر زيادة في التوصيل الكهربائي وعتبة ترشيح أقل من البوليمر النقي الموصل [1]. في الطبيعة يتشكل موقع الجزيئات الرئيسية مع جزيئات الماء بصورة مرتبة عن طريق لف طبقات الالوموسليكات التي تحوي على للمياه المقسمة بين  $\text{H}_2\text{O}$ . اذ يرمز  $\text{AIO}_2(\text{OH})_4$  وطبقات اوكتو هايدرا المقسمة بين رباعي السطوح المجاورة [2] للمركب  $\text{SiO}_4$  الطبقات. يتم فقد الماء بين الطبقات بالتجفيف في ضل ظروف معتدلة حيث يتحول الى هالوسايت (A7) Halloysite ان معظم الهالوسايت الموجود تجارياً [3] باسم Halloysite.

تعد البوليمرات التقليدية عازلة للكهرباء والحرارة، كما أن الموصلية الحرارية السيئة لبوليمرات العازل الكهربائي هي قضية مهمة تستلزم استخدام آليات إضافية لتبديد الحرارة مثل المراوح والزعانف والمشتتات الحرارية [4]. نظراً لأن الواجهة البوليمرية تعمل كمواقع مصيدة لحاملة الشحنة، فمن الأهمية بمكان التحقيق في تأثير الواجهات على تكوين حامل الشحنة ونقلها وتخزينها في الأنظمة البوليمرية. واحدة من أكثر الطرق ملائمة وحساسة لتحليل البنية البوليمرية هي قياس ثابت العزل وفقد العازل كدالة لدرجة الحرارة والتردد [5].

### 2- التفاصيل التجريبية:

المواد المستخدمة في هذه الدراسة: مادة المصفوفة (راتنجات البوليستر غير المشبعة) المصنوعة من قبل الشركة السعودية للراتنجات الصناعية المحدودة (سيروبول 8341).

الصيغة الكيميائية (NHTs) تم تطوير المنتج (انابيب الهالوسايت النانوية رقم المنتج 685445)  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 2\text{N}_2\text{O}$

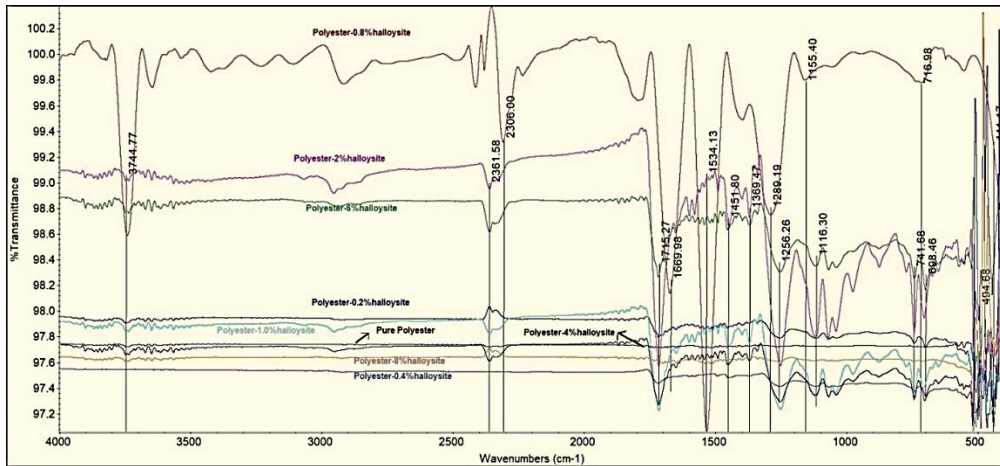
طين الهالوسايت (ALORICH.COM) ينتج على شكل مسحوق ابيض داخل اكياس محكمة الغلق بوزن 10 غرام، سيكما الأنابيب النانوية من هالوسايت بقطر (30-70) نانومتر ومتوسط طول (1-3) ميكرون<sup>[6]</sup>. تم تحضير العينات بالطريقة اليدوية، وتم تقسيمها إلى الآتي:

- تمت إضافة النسب المختلفة للوزن النانوي (0.8، 0.4، 0.2، 0، 0.2، 0.4، 0.6، 0.8، 1.2 بوزن %) إلى 98 جم، 97.2 جم، 97.6 جم، 97.2 جم، 97 جم، 96 جم، 94 جم، 92 جم، 90 جم وزن راتنج بوليستر يخلط بجهاز الخلاط المغناطيسي لمدة 90 دقيقة ثم 2 جرام من مادة تقسية البوليستر المضافة وتخلط لمدة 15 دقيقة.
- تم اختبار خصائص العينات الكهربائية بقرص (القطر: 40 مم، سمك: 5 مم) للحصول على عينات بعد المعالجة، يتم وضع جميع العينات في فرن عند 30 درجة مئوية لمدة عشرة أيام. عند ترددات تتراوح من 0.02 إلى 5 ميجاهرتز، تم وضع العينة بين قطبين كهربائيين لحساب ثابت العزل وعامل الخسارة.

### 3- النتائج والمناقشة:

#### FTIR 1-3 تحليل

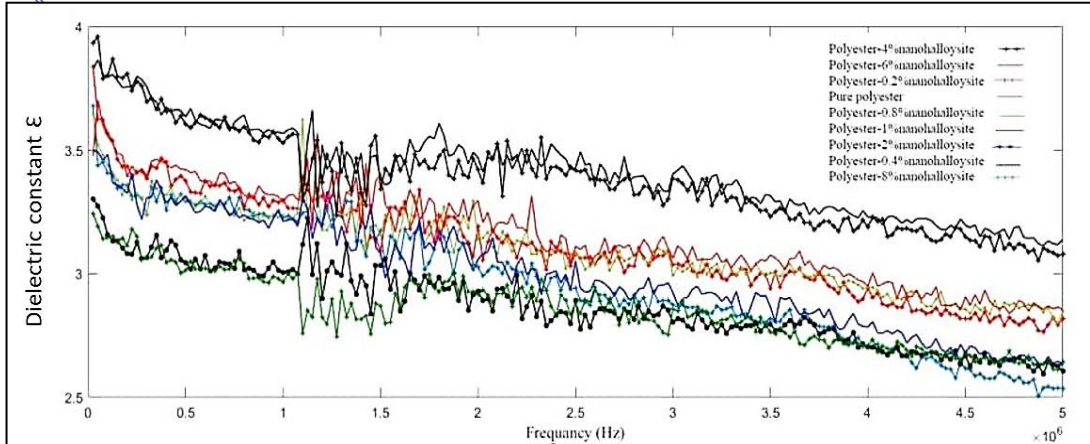
لمركبات البوليستر/ النانو هالوسايت في المنطقة 4000-600 سم<sup>-1</sup>، كما في الشكل (1) ظهرت القمم في أطيف في المركب [O-H]. إلى تمت التذبذب للهيدروكسيل<sup>[6]</sup> FTIR تُعزى نطاقات الانعكاسية عند 3744 سم<sup>-1</sup> في طيف على C-C يعود إلى وضع التمدد للرابطة الثلاثية Al-OH في التجويف وطبقة لولبية من HNTs الشريط المكتف<sup>[7]</sup> الذي لوحظ في 0.8 بوليستر- نانو هالوسايت يسمح للعينة باحتواء جزيء مرتبط بالأوكسجين<sup>[8]</sup>. الذروة عند 2306 سم<sup>-1</sup> في 0.8% بوليستر- نانو هالوسايت بينما في العينات الأخرى تكون أقل كثافة بحدود 2361 سم<sup>-1</sup>، يوضح الشكل 1 حزم قوية في البنزين<sup>[9]</sup>. الذروة عند 1451 سم<sup>-1</sup> تدل على تفاعلات جزيئية. في عينة C≡O كما اهتزاز في المنطقة 1000-1300 سم<sup>-1</sup> ويعزى اهتزاز مجموعة على التوالي. Al-O، Si-O البوليمر التي تم التعامل معها، تم اكتشاف الخواص<sup>[10]</sup> الرئيسية لأوضاع اهتزاز روابط.



الشكل 1: أطيف لمركبات البوليستر NHT- FTIR

### 3- 2 ثابت عزل :

يوضح الشكل (2) تباين ثابت العزل الكهربائي لمركبات البوليستر/ النانو هالوسايت المعالجة عند 30 درجة مئوية بتردد يصل إلى 5 ميجا هرتز؛ من الواضح أنه ينخفض مع زيادة التردد؛ هذا هو السلوك المتوقع في معظم المواد العازلة. هذا بسبب التشتت غير الطبيعي الناجم عن الاسترخاء العازل الكهربائي. الاسترخاء للعازل من وجهة نظر هيكلية ينطوي على استقطاب الاتجاه، والذي يعتمد على الترتيب الجزيئي للعزل الكهربائي ليكون مادة. نتيجة لذلك، عند الأطوال الموجية الأطول، لا يكون دوران الجزيئات القطبية للعزل سريعاً بما يكفي لإجراء ترتيب بسيط مع المجال، ويبدو أن ثابت العزل يتناقص مع زيادة التردد؛ ومع ذلك، عند الترددات المنخفضة يكون اتجاه الجزيء ممكناً. وعند التردد العالي تكون الحركة الدورانية للجزيئات القطبية في المركب غير كافية لتحقيق التوازن مع المجال المطبق<sup>[11]</sup>.



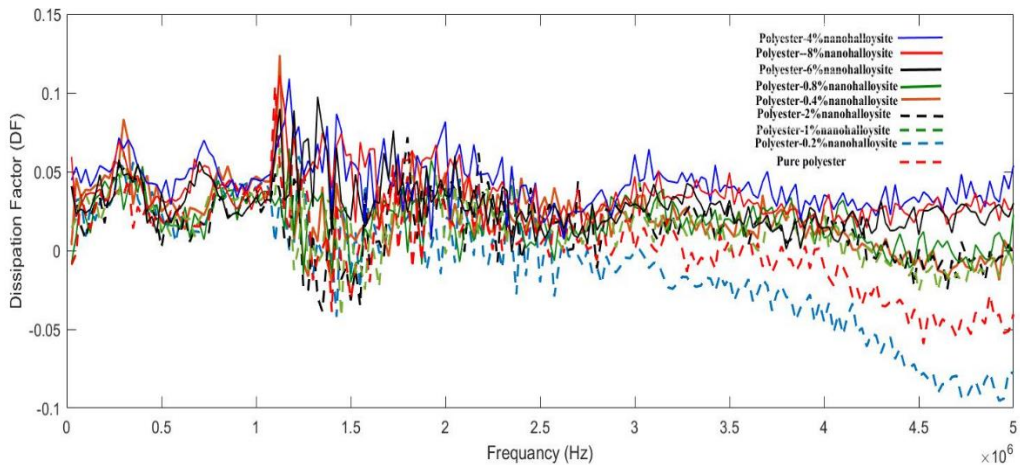
الشكل 2: ثابت العزل الكهربائي مقابل التردد (هرتز) لمركبات البوليمستر NHT

زادت قيم ثابت العزل الكهربائي في مركبات الكسور الوزنية (2،6،4 و 0.2%) بنسبة (3.07، 10.8، 10.0 و 2.62%) على التوالي لتشتت النانو-هالوسايت المركب وانخفضت في (1، 8 و 0.4%) بنسبة (0.39، 0.02 و 7.06%) على التوالي نتيجة نقل الشحنة عند واجهة الجسيمات البوليمر Si-O المعطاة بواسطة nano-halloysite وبواسطة شريط اهتزاز الناتجة عن الاستقطاب البيئي الناتج على السطح الخارجي للأنبوب النانوي هالوسايت. (Si-O-Si) و O-H عن اهتزاز مجموعة الهيدروكسيل

من المتوقع أن ترتفع قيم ثابت العزل الكهربائي مع ارتفاع نسبة وزن النانو هالوسايت أكثر. ومع ذلك، هذا ليس واضحًا في الشكل 2. بسبب زيادة تكتل النانو هالوسايت، الناتجة عن الاستقطاب البيئي. بينما يزيد ثابت العزل الكهربائي للمركب النانوي، بسبب تراكم الشحنات في واجهة nano-halloysite/ polyester.

### 3-3 عامل الخسارة للعازل:

يوضح الشكل (3) عامل فقدان العزل الكهربائي مقابل التردد حتى 5 ميغا هرتز لجميع عينات البوليمستر/ النانو هالوسايت. يمكن ملاحظة أن قيمة عامل الفقد انخفضت لجميع العينات حيث ارتفع التردد بسبب وقت الاسترخاء في جميع العينات، لأن التردد المتأصل لثنائيات الأقطاب يساوي تردد المجال الكهربائي العامل، 0.2 بالمائة بوليمستر/ نانو هالوسايت لها قمم مكثفة بين 1 ميغا هرتز و 1.5 ميغا هرتز، مما ينتج عنه طاقة اهتزاز كبيرة وبالتالي خسارة كبيرة في الطاقة.



الشكل 3: الرابط بين التردد (هرتز) وعامل الفقد لجميع نسب البوليمستر NHT

أسفر البحث المقارن لخصائص العزل الكهربائي لمركبات البوليستر/ النانو هالويسيت عن النتائج الآتية:

- 1- تم فحص ثابت العزل للبولىستر بأجزاء وزن مختلفة من مادة nano-halloysite في نطاق تردد يصل إلى 5 ميجا هرتز عند nano- halloysite 300، وقد حققنا طابعاً متفوقاً على بوليمر (بوليستر) نظراً لقدرتها على تحسين ثابت العزل وعامل فقد العزل الكهربائي. بكسور وزن مختلفة.
- 2- يمكن تحسين أو تقليل عامل فقدان العزل الكهربائي أو ثابت العزل مقارنته بالبولىستر النقي باضافة nano-halloysite.
- 3- لم تظهر مادة البولىستر/ النانو هالويسيت بسبب تركيبها متباين الخواص تبايناً منهجياً في خصائص العزل الكهربائي بسبب الأنايبب النانوية (هالويسايت) إذ قطرها (30-70 نانومتر) بينما الطول (1-3 ميكرومتر).
- 4- الاستنتاج النهائي هو أن ثابت العزل الكهربائي يحتوي على مشئت جيد في (0.2، 2، 4 وزن %) من المركب، إذ زاد نسبة (0.2، 2، 4، 6) وانخفضت في الكسور الأخرى ذات الوزن النانوي (0.2، 2، 4، 8) بالوزن) هالويسيت.

#### المصادر:

1. Favier, V., et al. "Nanocomposite materials from latex and cellulose whiskers." *Polymers for advanced technologies* 6.5 (1995): 351-355.
2. Yuan, Peng, et al. "From platy kaolinite to aluminosilicate nanoroll via one-step delamination of kaolinite: effect of the temperature of intercalation." *Applied Clay Science* 83 (2013): 68-76.
3. Abdullayev, E., and Y. Lvov. "Halloysite for controllable loading and release". *Developments in Clay Science*. Vol. 7. Elsevier, 2016. 554-605.
4. Wang, Yi, et al. "Enhanced thermal and electrical properties of epoxy composites reinforced with graphene nanoplatelets". *Polymer Composites* 36.3 (2015): 556-565.
5. Akram, Muhammad, Athar Javed, and Tasneem Zahra Rizvi. "Dielectric properties of industrial polymer composite materials." *Turkish Journal of Physics* 29.6 (2006): 355-362.
6. Bhattacharya, S. S., and S. B. Chaudhari. "Study on structural, mechanical and functional properties of polyester silica nanocomposite fabric." *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology* 21.1 (2014): 43.
7. Gaaz, Tayser Sumer, et al. "The impact of halloysite on the thermo-mechanical properties of polymer composites". *Molecules* 22.5 (2017): 838.
8. Nandiyanto, Asep Bayu Dani, Rosi Oktiani, and Risti Ragadhita. "How to read and interpret FTIR spectroscopy of organic material". *Indonesian Journal of Science and Technology* 4.1 (2019): 97-118.
9. Paauw, M., and A. Pizzi. "Completion of unsaturated polyesters analysis by FTIR." *Journal of applied polymer science* 48.5 (1993): 931-934.
10. Madueke, Chioma Ifeyinwa, Babatunde Bolasodun, and Reginald Umunakwe. "Mechanical properties of tere-phthalic unsaturated polyester resin reinforced with varying weight fractions of particulate snail shell". *IOSR J Polym Text Eng* 1.4 (2014): 39-44.
11. Kang, Haijiao, et al. "Functionalization of halloysite nanotubes (HNTs) via mussel-inspired surface modification and silane grafting for HNTs/soy protein isolate nanocomposite film preparation". *Rsc Advances* 7.39 (2017): 24140-24148.
12. Petro, Anthony J., and Charles P. Smyth. "Microwave Absorption and Molecular Structure in Liquids. XX. Dielectric Relaxation Times and Molecular Shapes of Some Substituted Benzenes and Pyridines1-3." *Journal of the American Chemical Society* 79.23 (1957): 6142-6147.

## تصنيع مستشعر للرطوبة باستخدام ثلاث طرق ترسيب مختلفة

ريم سعدي خليل

الجامعة المستنصرية/ كلية التربية

## المستخلص

تم استخدام ثلاث طرق مختلفة لترسيب غشاء ZnO على ركائز زجاجية. فحصت هذه الأغشية كأجهزة استشعار للرطوبة قبل وبعد التلدين عند 500 درجة مئوية، وتشير اختبارات الخصائص البصرية للأغشية إلى زيادة نسبة النفاذية وفجوة الطاقة لجميع الأغشية بعد التلدين. تظهر أنماط حيود الأشعة السينية (XRD) هيمنة ذروة (002) لجميع الأغشية. تؤكد صور مجهر القوة الذرية (AFM) إعادة التبلور الرأسي لأغشية ZnO بعد التلدين. تتحسن حساسية مستشعر الرطوبة لجميع الأفلام بعد التلدين. ربطت معلمات AFM المختلفة بسلوكيات أجهزة الاستشعار. تُظهر قياسات زمن الاستجابة اعتماد هذه المعلمة على حساسية المستشعر.

**الكلمات المفتاحية:** مستشعرات الرطوبة، الخصائص البصرية، أغشية ZnO الرقيقة، ترسيب البخار الكيميائي.

## Abstract

Three different methods have been used to deposit ZnO films on glass substrates. These films were tested as moisture sensors before and after annealing at 500 °C, and the tests of the optical properties of the films indicated an increase in the transmittance ratio and energy gap for all films after annealing. X-ray diffraction (XRD) patterns show the dominance of the (002) peak for all membranes. Atomic force microscopy (AFM) images confirm the vertical recrystallization of the ZnO films after annealing. Moisture sensor sensitivity of all films improves after annealing. I linked the different AFM parameters to the behaviors of the sensors. Response time measurements show the dependence of this parameter on the sensitivity of the sensor.

**Keywords:** moisture sensors, optical properties, ZnO thin films, chemical vapor deposition.

## المقدمة

الرطوبة هي إحدى العوامل المهمة للبيئة لأنها تؤثر على الكائنات الحية وغير الحية. في السنوات الأخيرة، أصبح استشعار الرطوبة أكثر أهمية، خاصة في أنظمة التحكم وخدمات الأرصاد الجوية والصناعات الكيماوية والغذائية والهندسة المدنية وتكييف الهواء والزراعة والمعالجة الإلكترونية [1]. تم فحص مجموعة متنوعة من السيراميك والبوليمرات وأكاسيد المعادن ومركباتها كأجهزة استشعار للرطوبة.

صنعت أنواع مختلفة من مستشعرات الرطوبة والتي تستند إلى مبادئ استشعار فيزيائية مختلفة. توجد فئات مختلفة من مستشعرات الرطوبة، المجموعة الأولى تعتمد على التباين في الخواص الكهربائية مثل المقاومة. النوع الثاني من حيث المبدأ يستند عمله على أساس التباين في الخواص الضوئية مثل الشدة [2]. النوع الثالث هو مستشعرات التوصيلية الحرارية للرطوبة، وهو يقيس الرطوبة المطلقة عن طريق قياس الفرق بين التوصيل الحراري للهواء الجاف وتلك الخاصة بالهواء المحتوي على بخار الماء. أعطى Yadav وجماعته عيوب النوعين الأول والثالث مقارنة بالمجموعة الثانية للمستشعرات [3].

هناك أيضًا أنواع أخرى من مستشعرات الرطوبة مثل أجهزة الاستشعار الميكانيكية التي لها طرق عمل مختلفة [4، 5]. عملية الامتزاز والامتصاص هي أساس آلية الاستشعار، إذ تحدد قوة تفاعل بخار الماء مع سطح المستشعر كفاءتها [6]. يشرح العديد من المؤلفين أساسيات عمل مجسات الرطوبة [7، 8].

تحظى أغشية ZnO الرقيقة بأهمية خاصة بسبب فجوة النطاق العريضة وخصائصها البصرية الممتازة، مما يجعلها مادة واعدة للعديد من التطبيقات بما في ذلك مستشعر الرطوبة [9]. لها بعض المزايا مقارنة بالمواد الأخرى الممكنة بسبب توليفة فريدة من الخصائص المثيرة للاهتمام: عدم السمية، والسلوك الكهربائي والبصري والكهربائي الانضغاطي الجيد، وتكلفتها المنخفضة [10].

تم اعتماد العديد من التقنيات لإعداد أغشية ZnO الرقيقة مثل الترنيد، التبخر الحراري، طريقة الحمام الكيميائي بدرجة حرارة منخفضة، الانحلال الحراري بالرش الكيميائي [11]، الترسيب الكهروكيميائي [12]، الطريقة الحرارية المائية



[13]، ترسيب البلازما التفاعلي [14]، الترسيب بالبخار الكيميائي المعزز بنبضات الليزر [15]، المحلول الجيلاتيني [16]، ترسيب بالليزر النبضي [17]، التردد باستخدام الترددات الراديوية [18].  
في هذا البحث، تم استخدام ثلاث طرق لترسيب أغشية ZnO: الترسيب بالبخار الكيميائي في الضغط الجوي (APCVD)، امتصاص الطبقة الأيونية المتتالي (SILAR)، طريقة الانحلال الحراري بالرش الكيميائي. الترسيب بالبخار الكيميائي في الضغط الجوي هو عملية تتفاعل فيها الغازات على سطح صلب أو رقيقة، والتفاعل ينتج مادة في الطور الصلب. في الطريقة الثانية، يتم تشكيل الأغشية عبر الامتزاز وترسيب الطبقات المتتالية [19]. يمكن تعريف الانحلال الحراري بالرش الكيميائي على أنه التحلل الكيميائي للعينة الناتج عن رشها، كخليط سائل، على ركيزة ساخنة. في هذه المساهمة، نحاول تصنيع ثلاثة مستشعرات للرطوبة ZnO بثلاث طرق مختلفة ودراسة خصائصها البصرية والهيكلية والاستشعارية.

### الجزء العملي

**1- ترسيب ZnO بواسطة APCVD:** إجراءات الترسيب بهذه الطريقة ذكرها زياد وآخرون [20]. كانت المادة الأساسية في تحضير أغشية ZnO الرقيقة هي مادة الزنك أسيتات المجففة  $[Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O]$  والتي تم وضعها في وحدة التبخير وتم تسخينها عند 400 درجة مئوية. يتكون نظام APCVD من فرن أنبوب كوارتز مفتوح من طرفين (مفاعل) ويعمل تحت الضغط الجوي. يتم وضع الركائز الزجاجية داخل الأنبوب وتسخينها إلى 400 درجة مئوية قبل عملية الترسيب. يتم نقل بخار السائل مع تدفق الهواء كحامل إلى فرن أنبوب كوارتز مسخن.

**2- ترسيب ZnO بطريقة SILAR:** كيفية إجراء هذه الطريقة شرحت في مكان آخر [21]. تم إجراء ترسيب غشاء ZnO من محلول زنك الصوديوم ( $Na_2ZnO_2$ ) وحمام الماء الساخن. يتم تحضير أغشية ZnO الرقيقة من محلول في وسط مائي بتركيز مولاري 0.125 M من كبريتات الزنك ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ). تم استخدام كبريتات الزنك كمصدر للزنك وأضيف محلول هيدروكسيد الصوديوم وتم تشكيله ليكون زنك الصوديوم. كان الاس الهيدروجيني لمحلول الزنك 11.60. تم إجراء ترسيب الغشاء عن طريق غمس الركيزة الزجاجية التي تم تنظيفها مسبقاً في حمام الزنك المحفوظ في درجة حرارة الغرفة مع الحفاظ على حمام الماء الساخن بالقرب من درجة حرارة الغليان. مجموعة واحدة من الغمس تتضمن الغمس في حمام الزنك لمدة ثانيتين وثانيتين في حمام الماء الساخن.

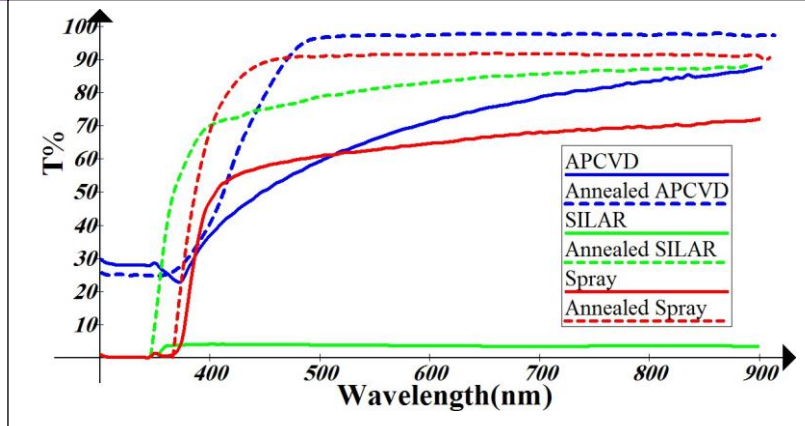
**3- ترسيب أكسيد الزنك بطرق الانحلال الحراري بالرش الكيميائي:** تم تحضير أغشية رقيقة من ZnO متجانسة عن طريق إذابة  $ZnCl_2$  الموفر من Fluka (نقاء 99.99%) من 0.1 مولار في الماء المقطر. تمت إضافة قطرة أو قطرتين من حمض الهيدروكلوريك لمنع تكوين هيدروكسيد الزنك. تم استخدام الزجاج كركيزة لدعم أغشية ZnO. سخنت الزجاج تدريجياً حتى الوصول إلى درجة حرارة الترسيب. تم رش المحلول المحضر على الركيزة من فوهة زجاجية، وهي عند 400 درجة مئوية بمعدل رش حوالي 10 مل / دقيقة باستخدام الهواء كغاز حامل. تم وضع الفوهة على مسافة 28 سم من سطح الركيزة. تم قياس متوسط سمك الفيلم بطريقة التداخل البصري ووجد أنه 390 نانومتر.

**4- خواص الأغشية المحضرة:** تم تسجيل النفاذية والامتصاص البصريين في نطاق الطول الموجي (300-900 نانومتر) باستخدام مقياس الطيف الضوئي المرئي للأشعة فوق البنفسجية (Shimadzu Company Japan). تم اختبار الطبيعة البلورية للمواد، التي استخدمت في هذه الدراسة، بواسطة مقياس حيود الأشعة السينية باستخدام إشعاع  $Cu K\alpha$ . استخدمت تقنية AFM للتحقق من تضاريس السطح. تم استخدام طريقة الوزن لتحديد سماكة كل فيلم، حيث كانت السماكات 0.245 ميكرومتر و0.39 ميكرومتر و3 ميكرومتر لكل من APCVD والرش وSILAR على التوالي.

### النتائج والمناقشة

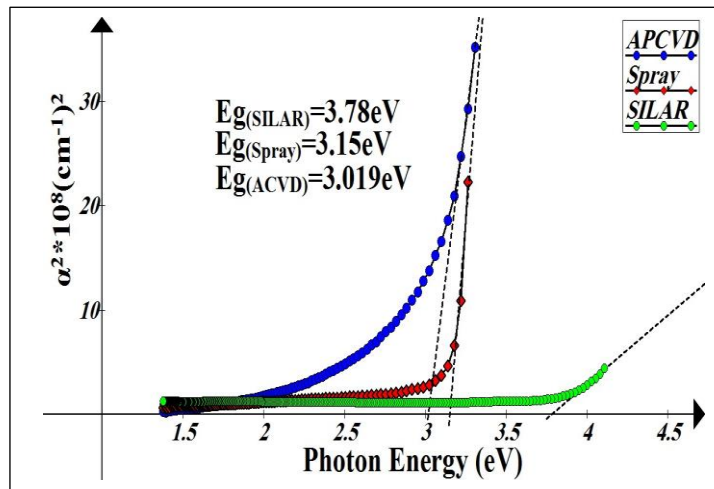
يوضح الشكل (1) أطراف النفاذية لأغشية ZnO المحضرة بثلاث طرق مختلفة. تختلف سلوكيات النفاذية لأغشية ZnO تماماً قبل التلدين وبعده حتى لنفس طريقة الترسيب. لوحظ زيادة النفاذية بعد التلدين لأغشية ZnO بواسطة علي وآخرون [22].

بعد التلدين، يمكن ملاحظة تحول حافة الامتصاص نحو الطول الموجي الأقصر بوضوح لجميع أغشية ZnO. في الشكل (1)، كان الانخفاض في قيم النفاذية التي تنتمي إلى الأطوال الموجية الأقصر مرتبطاً بالامتصاص الأساسي عن طريق الانتقال من حزمة إلى أخرى.



الشكل (1) نسبة النفاذية مقابل الطول الموجي لأغشية ZnO الرقيقة

قد تكون قيم النفاذية المنخفضة للأغشية المحضرة بطريقة SILAR قبل التلدين ناتجة عن: (1) سمكها المرتفع نسبيًا (تؤدي زيادة السماكة إلى انخفاض خسائر تشتت الضوء)، (2) زيادة تشتت الفوتونات بسبب العيوب البلورية و(3) ساهم امتصاص الناقل الحر للفوتونات في تقليل النفاذية الضوئية. بالقرب من حافة الامتصاص لا يوجد انخفاض حاد في نسبة  $T\%$  للغشاء المحضر بواسطة APCVD وقد يُعزى ذلك إلى وجود مستويات داخل الفجوة مرتبطة بالعيوب. نظرًا لأن غشاء ZnO عبارة عن أشباه موصلات من النوع n الانتقالي المباشر، يمكن الحصول على فجوة النطاق البصري  $E_g$  "لانتقال المباشر المسموح به" بالتخطيط  $(\alpha hf)^2$  مقابل طاقة الفوتون. طاقة الفوتون عند النقطة اذ  $(\alpha hf)^2 = 0$  هي  $E_g$ . تم تحديد قيمة  $E_g$  بواسطة طريقة الاستقراء. يوضح الشكل (2) نتائج قيم  $E_g$ .



الشكل (2) ايجاد فجوة الطاقة لأغشية ZnO المرسبة

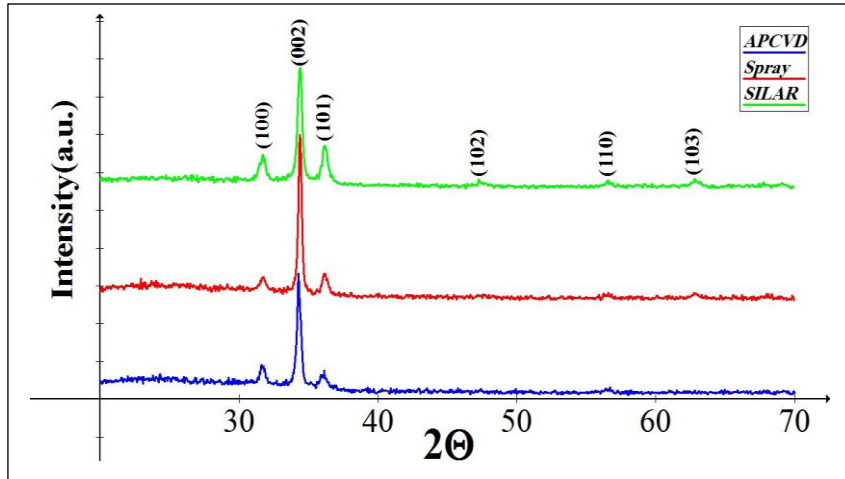
يوضح الجدول (1) قيم فجوة الطاقة لجميع أغشية ZnO قبل وبعد المعالجة الحرارية. اكتسبت جميع الأفلام فجوات طاقة ضوئية أكبر بعد التلدين. يبدو أن التحول إلى طاقة أعلى (زيادة فجوة الطاقة) مرتبط بتقليل الحالات الموضعية في فجوة النطاق بعد التلدين.

الجدول (1) قيم فجوة الطاقة قبل وبعد التلدين

طريقة الترسيب	$E_g$ (قبل التلدين)	$E_g$ (بعد التلدين)
---------------	---------------------	---------------------

APCVD	3.019	3.2
SILAR	3.78	3.782
Spray	3.15	3.38

يوضح الشكل (3) نمط حيود الأشعة السينية للأغشية الرقيقة ZnO المحضرة بطرق مختلفة. الذروة المهيمنة لمنحنيات الحيود الثلاثة هي (002). تنتج طريقة SILAR غشاء نمط حيود له قمم ثانوية أكثر وضوحاً مثل (102) و(110) و(103)، وقد يكون هذا بسبب درجة حرارة التسخين المنخفضة نسبياً في طريقة SILAR. من ناحية أخرى، فإن درجة حرارة الركيزة المرتفعة نسبياً للأغشية المرسبة بطرق أخرى تزيد من هيمنة (002) وتقلل من شدة القمم الثانوية. نمط الحيود لطريقة الرش له ذروة (002) مع أعلى شدة، ويمكن تفسير ذلك من خلال حركية التنوي ونمو الغشاء.

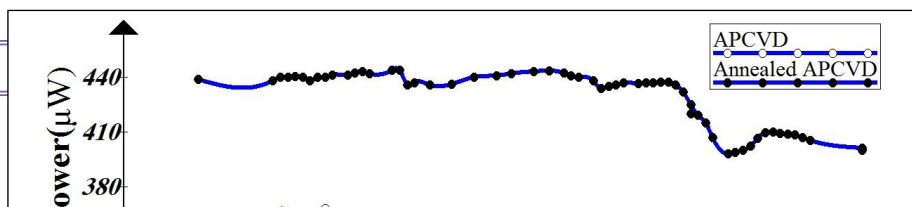


الشكل (3) انماط حيود الأشعة السينية للأغشية المرسبة

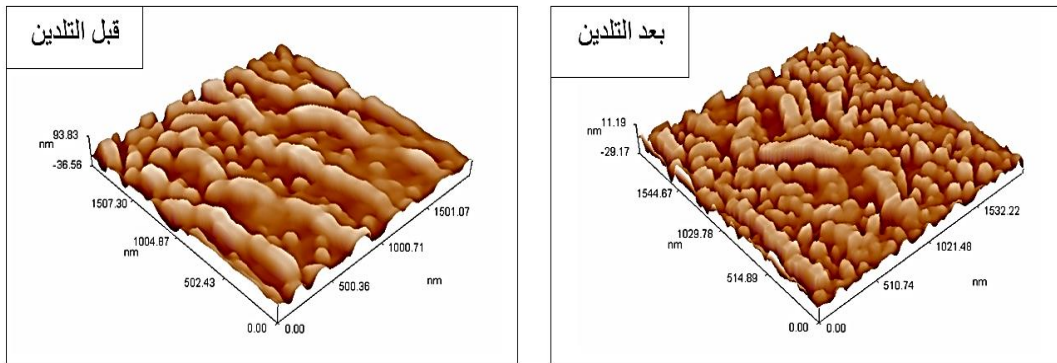
جميع المواضع (2θ) لقمة (002) لأنماط الحيود الثلاثة أقل من الموضع القياسي لهذه الذروة (2θ قياسي = 34.422). يرتبط تحول مواضع قمم الحيود من قيمته القياسية بشكل أساسي بالضغط المتبقي في الغشاء. في هذا العمل، كانت الضغوط الانضغاطية الموجودة في جميع الأغشية ناتجة عن زيادة قيمة المحور c مقارنةً بـ  $\lambda$  (ASTM) C. يشير الشكل (4) إلى انخفاض خطي تقريباً في طاقة الليزر الخارجة من غشاء APCVD مع زيادة الرطوبة. يثبت هذا السلوك ملائمة هذا الفيلم لأغراض استشعار الرطوبة [24]. تم حساب حساسية هذا الفيلم من منحدر المنحنى، وهو يساوي 35  $\mu\text{W}/\% \text{RH}$ . بعد التلدين، يفقد سلوك غشاء APCVD الخطية. بالنسبة لأفلام ZnO المرسبة والملدنة، يمكن تفسير خفض طاقة الخرج عند قيم الرطوبة العالية بالتغير في كثافة طبقة ZnO بعد امتصاص جزيئات الماء. كثافة ZnO هي 5.67 و  $\text{H}_2\text{O}$  هي 1.004 غم لكل سم مكعب [25]. وبالتالي، قد تتغير كثافة أكسيد الزنك بعد امتزاز  $\text{H}_2\text{O}$  والتي قد تسبب تغيراً في نفاذية الضوء، وتؤدي إلى انخفاض في طاقة الخرج بخصائص امتصاص معينة. زيادة قيم الطاقة الناتجة بعد التلدين متوافقة مع زيادة نفاذية الضوء مع التلدين كما هو موضح في الشكل (4).

يوضح الشكل (5) صور AFM لأغشية ZnO المرسبة والملدنة. يوضح الشكل (5) زيادة المسامية بعد التلدين؛ تزيد المسامية العالية من نسبة السطح إلى الحجم للمواد وتعزز معدل انتشار الماء داخل أو خارج الهيكل المسامي؛ وبالتالي يساعد في الحصول على حساسية جيدة [7].

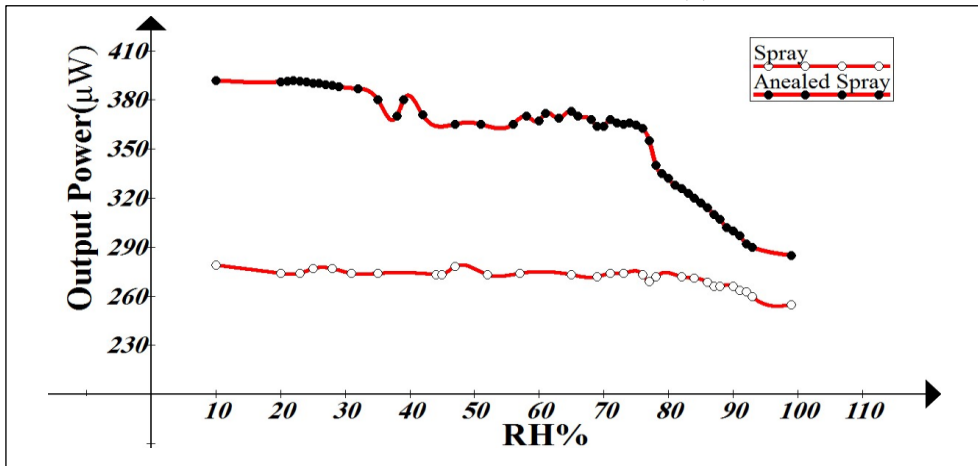
الشكل (6) يوضح القدرة الخارجة كدالة للرطوبة النسبية المؤية لغشاء ZnO المرسبة بطريقة الرش. حساسية الغشاء المرسب تساوي 16  $\mu\text{W}/\% \text{RH}$ . بعد التلدين. تغير سلوك هذا الغشاء ويمكن تقسيم هذا السلوك إلى منطقتين الأولى قبل (75% RH) والثانية بعد هذه القيمة. في المنطقة الأولى القدرة الخارجة تقل ببطء مع زيادة RH%. في المنطقة الثانية فإن نقصان القدرة الخارجة كان سريعاً (أي حساسية عالية). لوحظ زيادة أعداد ما يشبه الوديان في العينه مع زيادة درجة التلدين، لاحظ الشكل (7). مما يزيد من امتصاص الماء وبالتالي زيادة الحساسية.



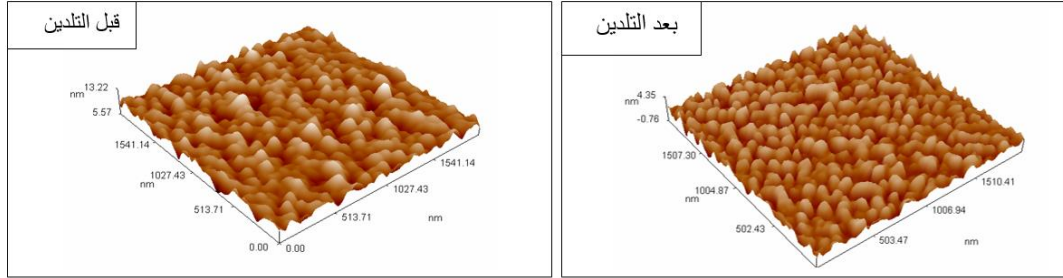
الشكل (4) قدرة الإخراج مقابل % RH لغشاء APCVD قبل وبعد التلدين



الشكل (5) صور AFM لاغشية APCVD قبل وبعد التلدين



الشكل (6) قدرة الإخراج مقابل % RH لغشاء Spray قبل وبعد التلدين

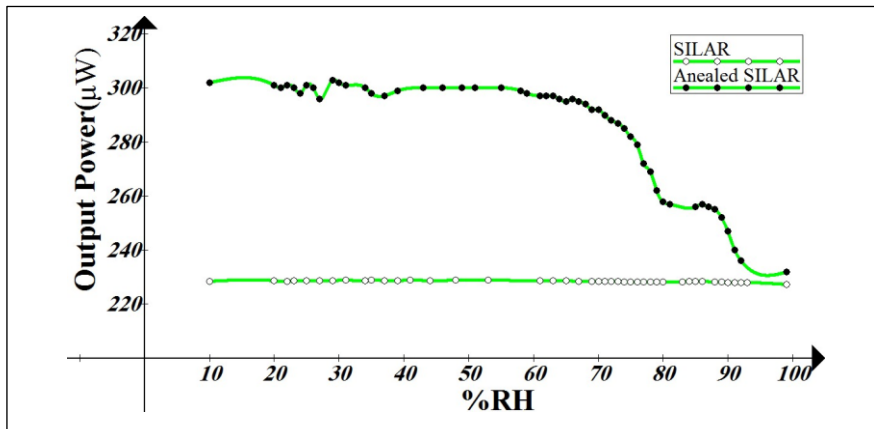


الشكل (7) صور AFM لاغشية APCVD قبل وبعد التلدين

لغشاء اوكسيد الزنك المحضر بطريقة SILAR فان القدرة الخارجة أقل مقارنة ببقية الاغشية (لاحظ شكل 8). وقد يعود هذا السلوك الى السماكة الكبيرة نسبيا للغشاء وبالنتيجة هي انخفاض النفاذية. حساسية هذا الغشاء واطنة وتساوي 0.98  $\mu\text{W}/\% \text{RH}$ . سلوك هذا الغشاء بعد التلدين مشابه لذلك الخاص بالغشاء المرسب بطريقة الرش والملدن. كلما زادت الرطوبة داخل حجرة الفحص باستمرار فان بخار الماء يحل محل الهواء الجاف الموجود في حفر الغشاء مما يسبب زيادة مستمرة بمعامل انكسار الغشاء مقارنة بقيمته عند وجوده في وسط جاف. زيادة الرطوبة تزيد من معدل امتزاز بخار الماء وتكاثفه داخل حفر الغشاء مما يسبب زيادة في معامل انكسار الغشاء [26] للسقوط العمودي. زيادة معامل الانكسار تشير الى زيادة الضوء المنعكس حسب المعادلة الآتية [27]:

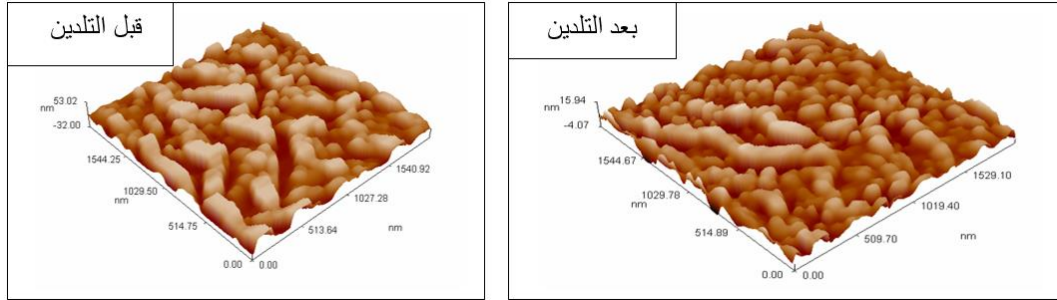
$$R = \left| \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right|^2$$

اذ تشير  $n_1$ ،  $n_2$  إلى معامل الانكسار للركيزة الزجاجية وغشاء ZnO على التوالي. لذلك، فإن زيادة الضوء المنعكس (بسبب زيادة معامل الانكسار لفيلم ZnO نتيجة لامتناسص أبخرة الماء) يؤدي إلى انخفاض نفاذية الضوء خاصة عند القيم العالية للرطوبة كما يؤكد الشكل 8.



شكل (8) طاقة الإخراج مقابل %RH لغشاء SILAR قبل وبعد التلدين

يوضح الشكل (9) صور AFM لغشاء ZnO قبل وبعد التلدين والمحضّر بطريقة SILAR.



الشكل (9) صور AFM لغشاء ZnO المحضرة بطريقة SILAR قبل وبعد التلدين

### الاستنتاجات

- 1- طريقة الترسيب لها تأثير مباشر على شكل الغشاء ومن ثم عمله كمستشعر.
- 2- تلدين الأغشية يزيد من حساسية المستشعر عن طريق إعادة التبلور العمودي لبلورات ZnO.

### المصادر

- 1- N. Verma et al. Fabrication of iron titanium oxide thin film and its application as opto-electronic humidity and liquefied petroleum gas sensors. Optics and Laser Technology. 2014 (57)181-188.
- 2- B. C. Yadav, Ramesh C. Yadav, Prabhat K. Dwivedi. Sol-gel processed (Mg-Zn-Ti) oxide nanocomposite film deposited on prism base as an opto-electronic humidity sensor. Sensors and Actuators.2010 (B 148)413-419.
- 3- B. C. Yadav et al. Nanostructured cobalt oxide and cobalt titanate thin films as optical humidity sensor: A new approach. Optics and Laser Technology.2013(49) 68-74.
- 4- G. Gerlach, and K. Sager. A peizo-resistive humidity sensor. Sens. Actuators A. 1994 (43) 181-184.
- 5- R. Fenner, E. Zdankiewicz. Micro-machined water vapor sensors: a review of sensing technologies. IEEE Sens. J. 2001(1)309-317.
- 6- H. K. Kim, S. D. Sathaye, Y. K. Hwang et al., Humidity sensing properties of nanoporous TiO<sub>2</sub>-SnO<sub>2</sub> ceramic sensors. Bulletin of the Korean Chemical Society. 2005( 26)11, 1881-1884.
- 7- N. K. Pandey, K Tiwari and Akash Roy. ZnO-TiO<sub>2</sub> nanocomposite: Characterization and moisture sensing studies. Bull. Mater. Sci..2012 ( 35)3.347-352.
- 8- R. Singh, A. Kumar Yadav, Ch. Gautam. Synthesis and Humidity Sensing Investigations of Nanostructured ZnSnO<sub>3</sub>. Journal of Sensor Technology. 2011(1)116-124.
- 9- H. T. Hsueh et al. A Flexible ZnO Nanowire-Based Humidity Sensor. IEEE Transactions on Nanotechnology.2012(11)3.
- 10- W. T. Seeber, M. O. Abou-Helal, S. Barth, D. Beil, T. Hoe Che, H. H. Afify and S. E. Demian. Transparent semiconducting ZnO:Al Thin Films Prepared by Spray Pyrolysis, Materials Science in Semiconductor Processing.1999(2)45-55.
- 11- F. Kadi Allah et al. Characterization of Porous Doped ZnO Thin Films Deposited by Spray Pyrolysis Technique, Applied Surface Science. Vol. 253, pp. 9241-9247, (2007).
- 12- E. Gur et al., Optical and Structural Properties of ZnO Thin Films Effects of High Energy Electron Irradiation an Annealing, Under Instruments and Methods In Physics Research. 2008 (266)2021.

- 13- S. N. Bai, H. H. Tsai and T. Y. Tseng. Structural and Optical Properties of Al-Doped ZnO Nanowires Synthesized by Hydrothermal Method. *Thin Solid Films*. 2007(516)155.
- 14- T. Yamada et al.. Dependence of Structural and Electrical Properties on Thickness of Polycrystalline Ga – Doped ZnO Thin Films Prepared by Reactive Plasma Deposition. *Super lattices and Microstructures*. 2007(42)68.
- 15- W. Q. Zou et al. Magnetic And Optical Properties of  $Zn_{1-x}Co_xO$  Thin Films Prepared By Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, *Physica B*.2008(403) 3686.
- 16- M. Wang et al. Optical And Structural Properties of Sol- Gel Prepared MgZnO Alloy Thin Films. *Thin Solid Films*. 2008(516) 1124.
- 17- B. L. Zhu et al. The Effects of Substrate Temperature on The Structure Properties of ZnO Films Prepared by Pulsed Laser Deposition. *Vacuum*.2008(82) 495.
- 18- X. H. Wang, et al. Optical Properties of P- Type ZnO Doped By Lithium and Nitrogen, *Solid State Communications*.2007(141)600.
- 19- X. D. Gao. X. M. Li, W. D. Yu. Rapid preparation, characterization, and photoluminescence of ZnO films by a novel chemical method. *Materials Research Bulletin*. 2005(40)1104–1111.
- 20- Z. T. Khodair, A. R. Alsrraf, M. I. Manssor, Nabeel A. Bakr. Synthesis and study of ZnO nano rods and Fe-doped ZnO nanoflowers by atmospheric pressure chemical vapor deposition (APCVD) technique. *Journal of Electron Devices*.2012(15)1200-1208.
- 21- S. Mondal, K. P. Kanta and P. Mitra. Preparation of Al-doped ZnO (AZO) Thin Film by SILAR. *Journal of Physical Sciences*. 2008(12)221-229.
- 22- H. M. Ali, M. M. Abd El-Raheem, N. M. Megahed, H. A. Mohamed. Optimization of the optical and electrical properties of electron beam evaporated aluminum-doped zinc oxide films for opto-electronic applications. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. 2006 (67)1823–1829.
- 23- W. Ensinger, *Nucl. Instr. Meth*. 1997 (B127/128) 796.
- 24- S. K. Shukla. Fabrication of electro-chemical humidity sensor based on zinc oxide/polyaniline nanocomposites. *Adv. Mat. Lett*. 2012. 3(5).421-425.
- 25- S. K. Shukla et al. Fabrication of ultra-sensitive optical fiber based humidity sensor using  $TiO_2$  thin film. *Adv. Mat. Lett*. 2012. 3(5). 365-370.
- 26- B. C. Yadav, Nidhi Verma, Satyendra Singh. Nanocrystalline  $SnO_2 -TiO_2$  thin film deposited on base of equilateral prism as an opto-electronic humidity sensor. *Optics and Laser Technology*.2012(44) 1681–1688.
- 27- Born, Max, Wolf, Emil. *Principle of Optics*, 7<sup>th</sup> expanded ed. 1999. ISBN 978-0-521-78449-8.

## The Usage of Mirror-Plot Curve for Inspection of Electrons Accumulation on The Surface of a Polymeric Material

Hassan N. Al-Obaidi<sup>1</sup>, Ali S. Mahdi<sup>2</sup> and Faten H. Mousa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, College of Education, Mustansiriyah University, Baghdad, Iraq.

[hassanmail2006@yahoo.com](mailto:hassanmail2006@yahoo.com).

<sup>2</sup>Ministry of Education, Baghdad Governorate, Rusafa-1, Baghdad, Iraq.

[ali\\_mahdi1981@yahoo.com](mailto:ali_mahdi1981@yahoo.com) and [iraqinew671@gmail.com](mailto:iraqinew671@gmail.com).

### Abstract

In the sense of electron mirror images, the mirror-plot curve has been proposed to analyze polymeric materials. Two mirror-plot expressions have been created using multipolar expansion to simulate polymeric materials with low and high dielectric constants. The results have demonstrated that the derived mirror-plot curves can effectively simulate experimental outcomes. Moreover, the results showed that the profile of the electrons trapped on the surface of the polymer material depends primarily on the insulating characteristics of the material. Precisely, the trapped electrons accumulate in a limited region with a hill-shaped top that increases with increasing the dielectric constant and vice versa.

**Keywords:** Polymeric materials, Mirror-plot curve, SEM, Mirror effect, Mirror images.

### المستخلص:

في منظور صور المرآة الالكترونية، تم اقتراح منحنى المرآة لغرض تحليل المواد البوليمرية. حيث تم بناء صيغتين مختلفتين لمنحنى المرآة باستخدام مفهومي متعدد القطب وذلك لمحاكاة مواد بوليمرية ذات ثوابت عازل منخفضة وعالية. أظهرت النتائج أن منحنيات المرآة التي تم اشتقاقها يمكن أن تحاكي بشكل فعال نتائج تجريبية. فضلاً على ذلك، أظهرت النتائج أن شكل تجمع الإلكترونات المتراكمة على سطح المادة البوليمرية يعتمد بشكل أساسي على خصائص العزل للمادة. على وجه التحديد، تتراكم الإلكترونات المتجمعة في منطقة محدودة ذات قمة على شكل تل تزداد مع زيادة ثابت العزل والعكس صحيح.

**الكلمات المفتاحية:** المواد البوليمرية، منحنى المرآة، SEM، تأثير المرآة، صور المرآة.

### 1. Introduction

The examination of polymeric materials by means of a scanning electron microscope (SEM) without metal-coating leads to the phenomena called the charging effect [1-3]. This phenomenon arises due to the accumulation of electrons at the sample surface during the irradiation process [4]. The accumulation of electrons forms a negative layer that causes reflecting the next incoming electrons and so prevents them from reaching the sample [5-7]. Consequently, the reflected-back electron leads to the generated image of the upper parts chamber instead of the sample surface [8-11]. Electron mirror images or conventionally mirror images are the names given to images created in this manner [12-15].

The mirror images have been analyzed using various techniques, but the mirror plot is the most crucial one [16-19]. The mirror-plot is an experimental approach presented first to estimate the amount of trapped electrons [20]. In any case, it is based on the use of a simple mathematical relationship that is derived in accordance with Coulomb's law [16,20]. This relationship correlates the driving potential of the incident electrons with the distance, which separated them from the surface of the sample. At low potential values, the mirror plot of polymeric materials typically shows a linear variation between the potential and the reciprocal distance. On the contrary, for higher values of driving potential the mirror-plot curve demonstrates that polymeric materials can be sorted into two different categories. In the first kind, the slope of the mirror curve decreases gradually, while in the second kind,



the slope increases steadily as the driving potential increases [21-26]. Consequently, the present work was put forward to explore the reasons why these two types of materials behave in this way. Strictly speaking, this work tries to discover the physical reasons that lead these two types of materials to diverge from linearity differently.

## 2. Method

The polymeric sample potential must be defined throughout the SEM chamber to create an expression for the mirror-plot curve. This, indeed, keep in mind that this potential has the main contribution to define the behavior of electrons inside the SEM. Recently, the sample potential has been determined by solving Poisson's equation with the aid of the method of charge images [23]. Below, the same procedure will be followed to set up a new mirror-plot formula to achieve the purpose of the current work. Accordingly, the following expression for sample potential  $U(\vec{r})$ , at any point within the chamber ( $\vec{r}$ ), has been adopted to initiate the present approach.

$$U(\vec{r}) = \frac{K}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho(\vec{r}')}{|\vec{r}-\vec{r}'|} dV' \dots (1)$$

Actually, the potential in equation (1) is a result for an accumulation of a volumetric distribution of electrons of an amount  $\rho(\vec{r}')$  throughout of infinitesimal volume  $V'$ , that is located at  $\vec{r}'$  from the origin. Indeed  $\vec{r}'$  being within a dielectric sample of a relative permittivity  $\epsilon_r$  related to chamber permittivity ( $\epsilon_0$ ) by the formula  $K = 2/(\epsilon_r + 1)$ . Assuming the electrons are uniformly distributed within  $V'$ , and making use of the definition of the volume charge density equation (1) can be written as follows;

$$U(\vec{r}) = \frac{KQ}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|\vec{r}-\vec{r}'|} \dots (2)$$

The denominator of equation (2) can be expanded using the binomial theory and hence the following expression is obtained;

$$U(\vec{r}) = \frac{KQ}{4\pi\epsilon_0 r} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{r'}{r}\right)^n P_n(\cos\theta') \dots (3)$$

Where  $P_n(\cos\theta')$  is the Legendre functions,  $\theta'$  is the angle between the observation distance ( $\vec{r}$ ) and the distance at which the electrons distribution located ( $\vec{r}'$ ). The truncation of the polynomial in equation (3) up to the (5<sup>th</sup>) term considering  $\theta'$  equal to 180° and 0°, leads to the following two expressions respectively;

$$U(\vec{r}) = \frac{KQ}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{r} - \frac{r'}{r^2} + \frac{r'^2}{r^3} - \frac{r'^3}{r^4} + \frac{r'^4}{r^5} + \dots \right] = \frac{KQ}{4\pi\epsilon_0 r} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \left(\frac{r'}{r}\right)^n \dots (4)$$

$$U(\vec{r}) = \frac{KQ}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{r} + \frac{r'}{r^2} + \frac{r'^2}{r^3} + \frac{r'^3}{r^4} + \frac{r'^4}{r^5} + \dots \right] = \frac{KQ}{4\pi\epsilon_0 r} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{r'}{r}\right)^n \dots (5)$$

Obviously, the  $n^{\text{th}}$  term in these two expressions refers to the  $n^{\text{th}}$  order multi-pole moment of the electron distribution. So, terms of  $n=0, 1, 2, 3$  and  $4$  are respectively the monopole, dipole, quadrupole, sextupole, and octupole moments of the electrons distribution.

Considering the aspect of Gauss's surfaces one can set the following identity;  $\frac{1}{R} = \frac{4\pi\epsilon_0 r}{KQ} V_{sc}$ .

The physical interpretation of the last formula is that at distance  $r=R$  from the sample surface, the electron driving potential  $V_{sc}$  will be equal to the sample potential  $U(R)$ . Hence, the

incident electron will be reflected back at that point in accordance to the law of energy conservation. Consequently, equations (4) and (5) can be used to create the following relations for the mirror-plot curve.

$$\frac{1}{r} = \left[ \frac{1}{R} - \frac{r'}{R^2} + \frac{r'^2}{R^3} - \frac{r'^3}{R^4} + \frac{r'^4}{R^5} + \dots \right] = \frac{1}{R} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \left( \frac{r'}{R} \right)^n \dots (6)$$

$$\frac{1}{r} = \left[ \frac{1}{R} + \frac{r'}{R^2} + \frac{r'^2}{R^3} + \frac{r'^3}{R^4} + \frac{r'^4}{R^5} + \dots \right] = \frac{1}{R} \sum_{n=0}^{\infty} \left( \frac{r'}{R} \right)^n \dots (7)$$

Obviously, the two expressions differ only by the sign of the terms where  $n$  is even, i.e. dipole, sextupole, ...etc. Nonetheless, these two expressions are proposed to be a detectable tool for distinguishing between polymeric materials throughout this work. In other words, equations (6) and (7) may suggest being a key to understanding when and why the mirror-plot curve of a polymeric material is bent toward the driving potential or the reciprocal of distance. It's worth mentioning that the polymeric materials of the first and second types are named type-I and type-II respectively throughout this work.

### 3. Results and Discussions

The efficiency of the mirror-plot curves presented in equations (6) and (7) requires the use of real experiment results. So, for a polymeric material of the type-I the outcome of the article in reference [27] has been adopted to inspect equations (6). According to this article, a sample of Poly Methyl Methacrylate (PMMA), with a dielectric constant 2.6, has been irradiated by an electron beam accelerated by a potential 30 kV for a certain period. Experimentally, the measured trapped charges are recorded to be 0.082 nC. Fig.1 shows the experimental curves of the mirror curve as it is recorded in the literature, but the axes have been exchanged. However, the simulated one plotted in the same figure too for comparison purposes together with the mirror-plot curve that belongs to the monopole term (i.e.  $\frac{1}{R} = \frac{4\pi\epsilon_0 r}{KQ} V_{sc}$ ).

As long as the polymeric materials of type-II are concerned, the experimental results published in the reference [20] are adopted to simulate such type. For such an experiment, a beam of electrons derived by a potential 30 kV towards a sample of chromium doped sapphire (rubis 8000 ppm) of a dielectric constant 10. As a result, the amount of electrons that trapped within this sample measured to be 24 pC. Here also the experimental mirror-plot curve and its simulated counterpart using equation (7), are plotted together with that of monopole term as shown in Fig.2.

Clearly, there is a good agreement between the simulated results and their counterpart experimental ones. Here, one may demonstrate that for polymeric materials of a type-I the trapped electrons penetrate the surface deeper than that type-II. Hence, the center of their distribution being at a distance, from the surface, higher than that polymeric materials of type-II. Consequently, the polarization strength of the material type-I is greater than that may occur in the type-II. Strictly speaking, the contribution of even terms of moment in the potential is opposite to that of odd terms for type-I. While, all of the moment types contribute parallel to creates the sample potential in the type-II. Therefore, the surface potential in a material of type-I relatively deteriorated due to the field created by the polarization.

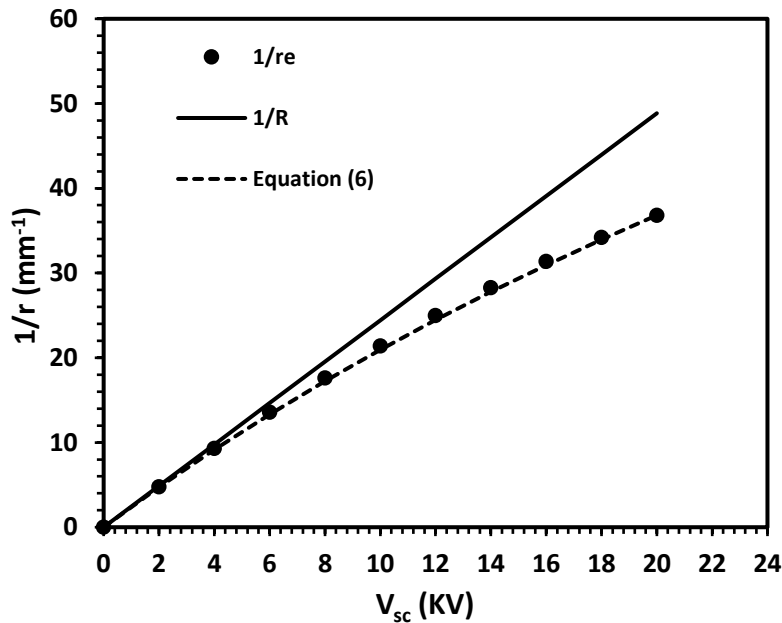


Fig. 1: The monopole term, experimental and simulated mirror-plot curves for polymeric material of type-I.

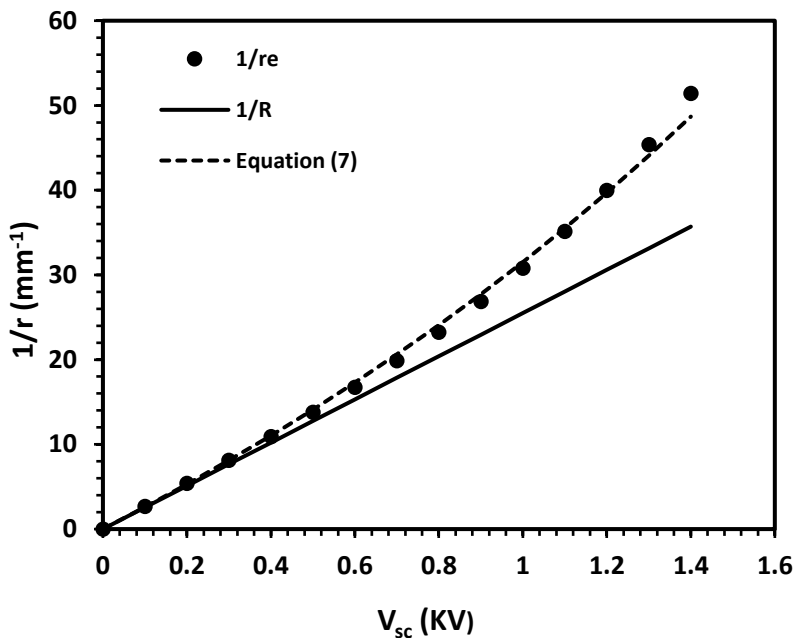
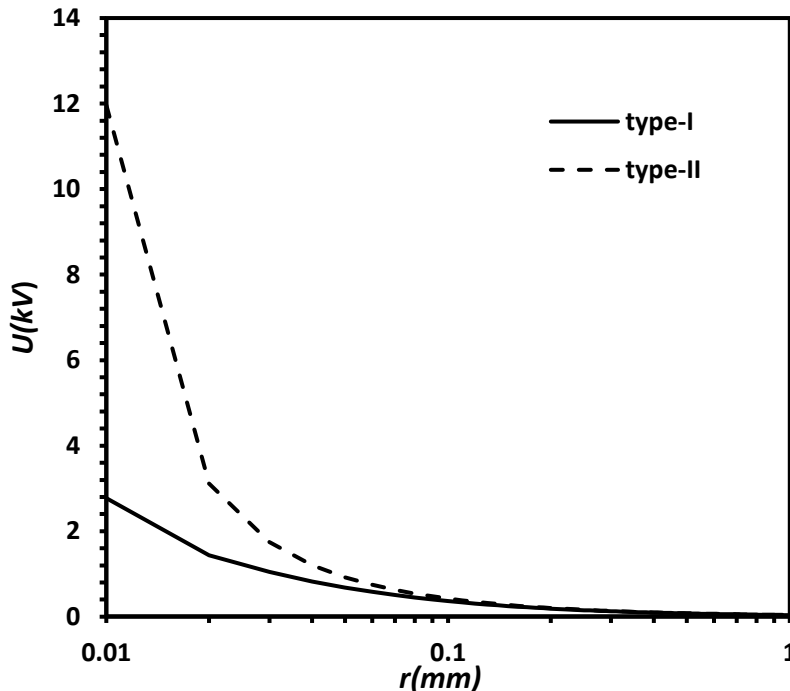


Fig. 2: The monopole term, experimental and simulated mirror-plot curves for polymeric material of type-II.

Unfortunately, the above inclusion cannot approve because the available experimental data-setup in the references [27] and [20] are differ from each other. However to do so, the potential in equations (4 and 5) computed for a similar operation parameter namely  $Q=24$  pC and  $\epsilon_r = 10$  and  $r'=7.5$   $\mu$ m and the result plotted in Fig. 3. Clearly, the figure approved

the above inclusion, since it, shows that the potential distribution of equation (4) is lower than that of equation (5) along a wide distance from the working distance. On the other hand, such result leads to understand that polymeric material of type-I allows the trapped electrons to spread easily through the material body. Contrarily, polymeric materials of type-II restricts the trapped electrons in narrow regions, which suggests that the diffusion current in type-I being almost has a considerable amount in comparison with type-II.

Indeed, the above argument is in agreement with the result shown in Fig.4 which represents the Gaussian (GS) and modified Gaussian (MGS) surfaces for the electron distribution in types-I and II.



**Fig.3: The surface potential distribution for a polymeric materials of type I and II at  $Q=24$  pC and  $\epsilon_r = 10$  and  $r'=7.5$   $\mu\text{m}$ .**

Fig. 4 shows the Gaussian (GS) and modified Gaussian (MGS) surfaces for the electron distribution in type-I and type-II materials. Actually, the curves in (a) belong to the PMMA material (type-I) and those in (b) corresponds to Rupis material (type-II). The solid lines in (a and b) represent the Gaussian surfaces that calculated for the monopole term in equations (4 and 5) respectively at varies scanning potential values. While the dashed lines represent the Gaussian surface as they modified themselves according to all of the five terms in equations (4 and 5) respectively. The dashed lines in Fig.4a announce that the accumulation profile of trapped electron within the sample surface of the PMMA material is no longer a point shape, but it is some thinking similar to an elliptical profile. Strictly speaking, there being of a higher concentration of electrons at the center of the distribution of the trapped electrons. However, this concentration decreases gradually as one moves away from the center in the axial direction.

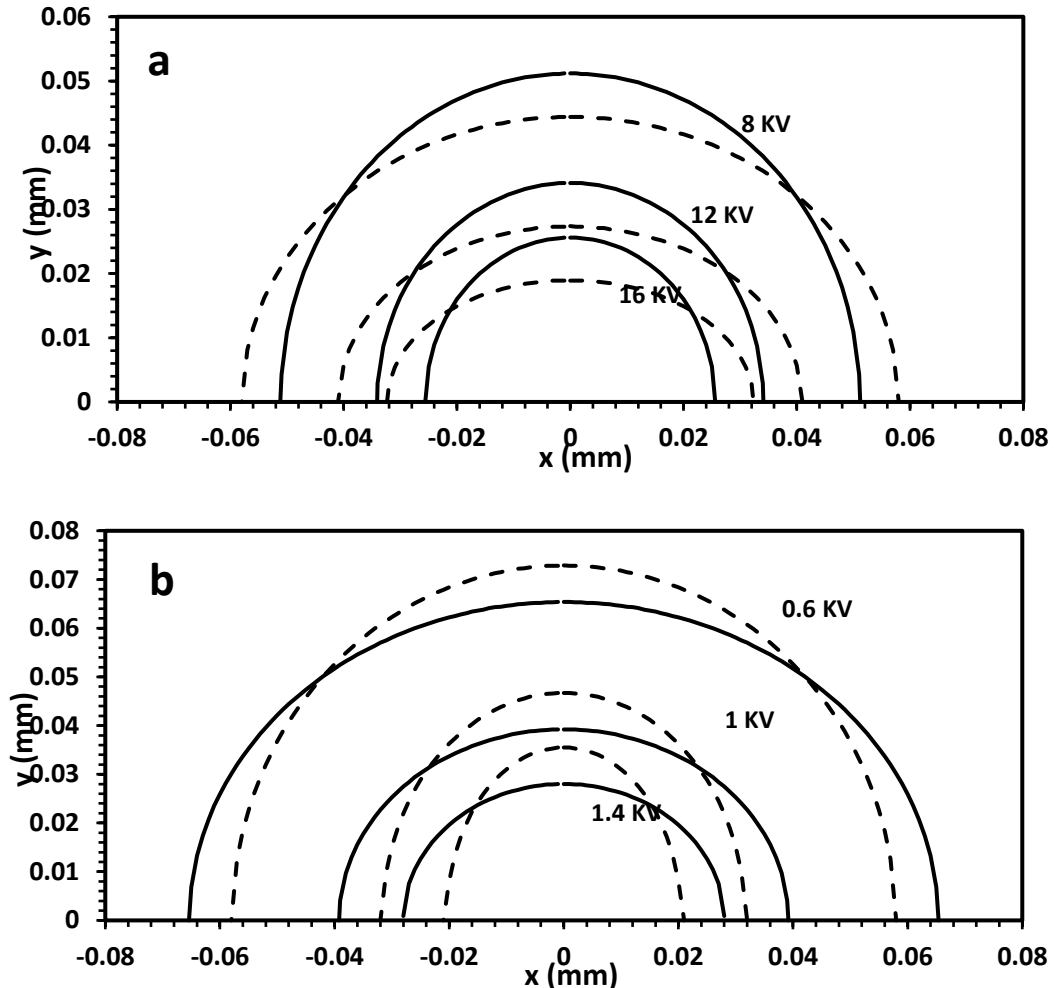


Figure 4: Gaussian (GS) and modified Gaussian (MGS) surfaces of the polymeric materials a) PMMA and b) Rubis according to the experimental conditions of the literature [27] and [20] respectively.

In fact, Fig.4b proves that rubis material shows a similar behavior except that the electrons accumulation profile is restricted in a region narrower than that taken by electrons in PMMA material. Furthermore, the restriction of trapped electrons in the relatively narrow region leads these electrons to overlapping each other, creating a summit of electrons. Such a crest in material type-II being higher than that in material type-I as that MGS announce. This argument is in agreement with the result predicted previously in this context.

#### 4. Conclusion

Obviously, the curve of the mirror-plot is an important tool that could be used for inspection of polymeric material by means of SEM. The mirror-plot expressions introduced in this work have demonstrated a proficiency simulation for polymeric materials of both types, and have effectively distinguished between them. Apart from the mathematical description, the physics behind the difference in the behavior of polymers mainly comes from its physical

characteristics. Precisely, materials with higher ability to store electrons (higher dielectric constant) trap the electrons in limited regions. Hence, the hill of electrons that created by their accumulation be of a crest much higher than the surface of the material. On the other hand, polymers of low dielectric constant admit the electrons to spread along wider area within the material surface. So, created electron's hill has a top that rise lower than that in case of higher dielectric constant.

## 5. Reference

- [1] O. Jbara, S. Fakhfakh, M. Belhaj and S. Rondot. Charge Implantation Measurement on Electron-Irradiated Insulating Materials by Means of a SEM Technique, *Microsc. Microanal.*, 10 (2004), 697-710. DOI: 10.1017/s1431927604040644.
- [2] O. Hachicha, N. Ghorbel, A. Kallel and Z. Fakhfakh. Behaviour of Dielectric Materials Under Electron Irradiation, *AIP Conf. Proc.*, 935 (101) (2007), 101-107. DOI: 10.1002/9781119407317.ch8
- [3] D. J. Stokes. Principles and Practice of Variable Pressure/Environmental Scanning Electron Microscopy, John Wiley & Sons Ltd (2008). DOI:10.1002/9780470758731.
- [4] Michler G. H., (2008), *Electron Microscopy of Polymers*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-36352-1>
- [5] S. Fakhfakh, O. Jbara, and Z. Fakhfakh. Charge Transport and Behaviour Analysis with Electron Irradiated (PMMA), Annual Report Conference on Electric Insulation and Dielectric Phenomena, IEEE, (2009), 441-445. DOI: 10.1109/CEIDP.2009.5377840.
- [6] Z. Fakhfakh. S. Fakhfakh O. Jbara. (2009), Charge regulation mechanism of grounded-coated insulators", 2009 Annual Report Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, IEEE. <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2009.11.107>.
- [7] R. Belkorissat, O. Jbara, S. Rondot, N. Benramdane, M. Belhaj and A. Hadjadj. Device intended for measurement of induced trapped charge in insulating materials under electron irradiation in a scanning electron microscope, *Meas. Sci. Technol.*, 24(2013), 055902 (10pp). DOI 10.1088/0957-0233/24/5/055902.
- [8] D. R. Clarke, P. R. Stuart. An anomalous contrast effect in the scanning electron microscope. *Journal of Physics E: Scientific Instruments* 3 (1970), 705–707. DOI 10.1088/0022-3735/3/9/308.
- [9] R. Coelho, B. Aladenize, B. Garros, D. Acroute and P. Mirebeau. Toward a quantitative analysis of the mirror method for characterizing insulation. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation* 6 (2) (1999), 202–210. DOI: 10.1109/94.765911.
- [10] M. Belhaj, O. Jbara, S. Odof, K. Msellak, E. Rau, M. Andrianov, An anomalous contrast in scanning electron microscopy of insulators: the pseudo-mirror effect. *Scanning* 88 (2000a) 352e356. DOI: 10.1002/sca.4950220603.
- [11] N. Ghorbel, A. Kallel, G. Dammame, R. Renoud, Z. Fakhfakh, Space charge in irradiated insulators: mirror method, in: *Electrets*, ISE-12 12th International Symposium, 2005, pp. 235e238. DOI: 10.1109/ISE.2005.1612364.
- [12] Cornet, N., Goeuriot, D., Guerret-Piecourt, C., Juve, D., Treheux, D., Electron beam charging of insulators with surface layer and leakage current. *Journal of Applied Physics* 103 (064110) (2008), 1–13. DOI:10.1063/1.2890427.
- [13] N. Okai, Y. Sohda, Study on image drift induced by charging during observation by scanning electron microscope. *Jpn. J. Appl. Phys.* 52 (2012) 06FB11. DOI 10.1143/JJAP.51.06FB11.

- [14] H. N. AL-Obaidi and I. H. Khaleel. Computational investigation of electron path inside SEM chamber in mirror effect phenomenon. *Micron*, 51(2013), 13-20. DOI: 10.1016/j.micron.2013.06.003.
- [15] H. N. AL-Obaidi. Beam analysis of scanning electron microscope according to the mirror effect phenomenon. *Journal of Electrostatics*, 74 (2015) 102-107. <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2015.01.004>
- [16] H. J. Wintle, Analysis of the scanning electron microscope mirror method for studying space charge in insulators. *J. Appl. Phys.* 86 (11) (1999) 5961–5967. <https://doi.org/10.1063/1.371640>.
- [17] R. Coelho, B. Aladenize, B. Garros, D. Acroute, and P. Mirebeau. Toward a quantitative analysis of the mirror method for characterizing insulation. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 6(2) (1999), 202–210. DOI: 10.1109/94.765911.
- [18] N. Ghorbel, A. Kallel, Charge Measurement in electron irradiated ceramic MgO: induced current and mirror effect methods, in: 2010 Annual Report Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena. IEEE, 2010, 1–4. DOI: 10.1109/CEIDP. 2010.5724088.
- [19] O. Jbara, S. Fakhfakh, M. Belhaj, S. Rondot, Charge implantation measurement on electron-irradiated insulating materials by means of a SEM technique, *Microsc. Microanal* 10 (2004) 697. DOI: 10.1017/s1431927604040644.
- [20] B. Vallayer, G. Blaise, D. Tréheux, Space charge measurement in a dielectric material after irradiation with a 30 kV electron beam: Application to single-crystals oxide trapping properties, *Rev. Sci. Instrum* 70 (7) (1999) 3102–3112. <https://doi.org/10.1063/1.1149887>.
- [21] N. Ghorbel, A. Kallel, G. Damamme, R. Renoud, Z. Fakhfakh. Analytical description of mirror plot in insulating target. *European Physical Journal: Applied Physics* 36 (2007), 271–279. <https://doi.org/10.1051/epjap:2006130>.
- [22] N. Ghorbel, A. Kallel, and G. Damamme. Modeling electric charge distribution on insulator under electron bombardment: Case of rectangular surface implantation. *AIP Advances*, 2(2012), 012190. <https://doi.org/10.1063/1.3700435>
- [23] H. N. Al-Obaidi, A. S. Mahdi and I. H. Khaleel. Characterization of trapped charges distribution in terms of mirror plot curve, *Ultramicroscopy*, 184(2018), 12-18. <https://doi.org/10.1016/j.ultramic.2017.08.001>.
- [24] H. N. Al-Obaidi, A. S. Mahdi and I. H. Khaleel. Approximation of minimum Approach Distance in electron mirroring phenomena, The Second International Scientific Conference, University of Kerbala, College of Education for Pure Science, IOP Science, ICCEPS (2019). DOI 10.1088/1757-899X/571/1/012126.
- [25] I. H. Khaleel, A. S. Mahdi and H. N. Al-Obaidi. Characteristics of probing electrons behavior inside the chamber of scanning electron microscope, Ibn Al-Haitham International Conference for Pure and Applied Sciences (IHICPS), IOP Publishing, *Journal of Physics: Conference Series*, 1879 (2021) 032105. DOI 10.1088/1742-6596/1879/3/032105.
- [26] A. S. Mahdi, H. N. Al-Obaidi and H. K. Husien. Investigation of trapped charges profile for an irradiated insulated material. *J. Microsc.*, (2022), 1–7. <https://doi.org/10.1111/jmi.13103>.
- [27] H. Chen, H. Gong, and C. K. Ong, Determination of charge distribution volume in electron irradiated insulators by scanning electron microscope. *J. Appl. Phys.* 78 (6) (1995) 3714-3718. <https://doi.org/10.1063/1.359950>.

**Human Fingerprint Identification: Literature Survey****Oday Kadhim<sup>1</sup>, Dr. Ziad M. Abood<sup>2</sup>, Dr. Ahmed Ghandour<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Faculty of Engineering/ Islamic University of Lebanon<sup>2</sup> College of Education/ Mustansiriyah University**Abstract:**

People have been identifying one another for many years based on the physical characteristics of their bodies. Two categories of human traits have been applied to them: behavioral traits and physical traits. Biometric traits are aspects of the human body that are particular to each person, such as the face, fingerprint, and iris. Numerous applications, including those in the military, judicial, health, education, government service, mobile and laptop login, and many more, use fingerprint recognition. Recently, new methods and techniques have replaced the usage of old ink to collect fingerprints. These technologies are different in terms of precision, potency, speed, benefits, and difficulties.

Keywords: Fingerprint, Identification, Biometric

**المستخلص:**

يتم التعرف على الناس والتميز بين بعضهم البعض لسنوات عديدة بناءً على الخصائص الفيزيائية لأجسامهم. تم تطبيق فئتين من السمات البشرية عليهم: السمات السلوكية والسمات الجسدية. السمات الجسدية هي جوانب من جسم الإنسان خاصة بكل شخص، مثل الوجه وبصمة الإصبع وقزحية العين. تستخدم العديد من التطبيقات، بما في ذلك تلك الموجودة في الجيش والقضاء والصحة والتعليم والخدمات الحكومية وتسجيل الدخول عبر الهاتف المحمول والحاسوب وغيرها من الاجهزة الذكية، التعرف على بصمات الأصابع. في الآونة الأخيرة، حلت الأساليب والتقنيات الجديدة محل استخدام الحبر القديم لجمع بصمات الأصابع. تختلف هذه التقنيات من حيث الدقة والفعالية والسرعة والفوائد والصعوبات.

**1. Introduction**

For many decades, people have used the characteristics of their bodies to identify each other. Among them, there are two kinds of human characteristics that have been used, physical and behavioral characteristics. Physical characteristics are parts of the human body which is unique for each individual, such as face, fingerprint, and iris. [1]. Many applications applied fingerprint recognition such as the military, judiciary, health, teaching, civic serving, mobile and laptop login, and many more. Modern techniques and approaches are used recently as a substitute for old ink to capture fingerprints. These technologies differ in terms of accuracy, effectiveness, speed, advantages, and challenges [2].

A Biometric system is reliable because it cannot be stolen, borrowed, bought, or forgotten like a password or ID [3].

There are various kinds of biometrics features of humans being used, these include Fingerprint, Face, Speaker/Voice, Infrared thermogram (facial, hand or hand vein), Gait, Keystroke, Ear, Hand geometry, Retina, Iris, Palmprint, Signature, DNA, Knuckle crease. Figure (1.1) shows some human characteristics which are widely accepted in biometrics including both physical and behavioral characteristics. there are many unique parts of the human body. Nowadays, technological aspect has been adopted into biometrics. Biometric systems, an automatic system that uses the characteristics of the human body to identify a person.



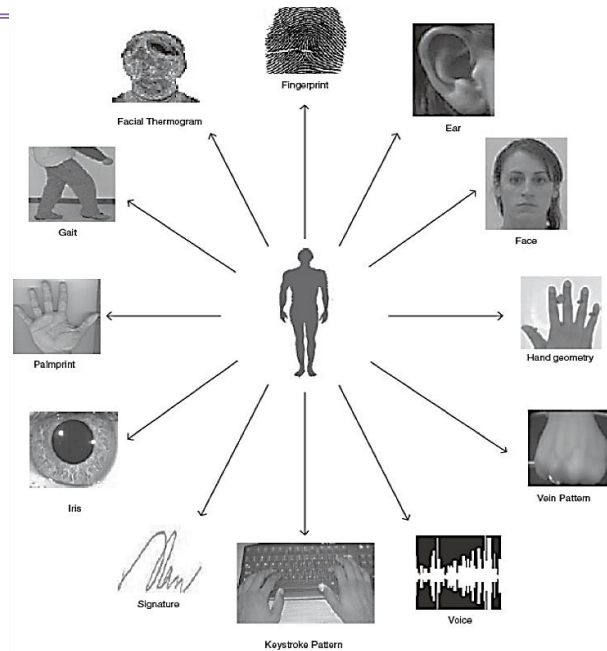


Figure 1. Biometric features of humans

## 2. Concept of Fingerprint Recognition

The Skin on human fingertips contains ridges and valleys which together form distinctive patterns. These patterns are fully developed during pregnancy and are permanent throughout the whole lifetime. Prints of those patterns are called fingerprints. Injuries like cuts, burns, and bruises can temporarily damage the quality of fingerprints but when fully healed, patterns will be restored. fingerprints are very popular as biometrics measurements. Especially in law enforcement where they have been used for over a hundred years to help solve crime. Unfortunately, fingerprint matching is a complex pattern recognition problem. Manual fingerprint matching is not only time-consuming but the education and training of experts takes a long time [4].

since the 1960s there has been a lot of effort on the development of automatic fingerprint recognition systems. Automatization of the fingerprint recognition process turned out to be successful in forensic applications. Achievements made in the forensic area expanded the usage of automatic fingerprint recognition into civilian applications. Fingerprints have remarkable permanency and individuality over time. The observations showed that fingerprints offer more secure and reliable personal identification than keys, passwords or id-cards can provide. Examples such as mobile phones and computers equipped with fingerprint sensing devices for fingerprint-based password protection are being produced to replace ordinary password protection methods. Those are only a fraction of civilian applications where fingerprints can be used [5]. A fingerprint refers to a flowing pattern consisting of ridges and valleys on the fingertip of an individual, figure (2) shows the discontinuities that interrupt the flow of ridges, which are the basis for most fingerprint authentication methods. Ridge endings are the points at which a ridge stops, and bifurcations are the points at which a ridge divide into two. Many types of minutiae exist, including dots (very small ridges), islands (ridges slightly longer than dots, occupying a middle space between two temporarily divergent ridges), ponds or lakes (empty spaces between two

temporarily divergent ridges), spurs (a notch protruding from a ridge), bridges (small ridges joining two longer adjacent ridges), and crossovers (two ridges that cross each other). the figure (1.2) shows fingerprint patterns



**Figure 2: Fingerprint patterns**

Fingerprint recognition has been adjudged one of the well-used biometrics solutions for identification and authentication systems as a result of its uniqueness and consistency over time. However, in spite of its application in many large-scale and diverse person identification systems, there are some challenges that draw back the efficiency of the system more importantly in single-mode representation biometric system where matching process errors occurs due to distortions and noisy data. Consequently, this has led to a significant reduction in the accuracy of the system. Researchers at different levels have proposed different approaches and algorithms in the unimodal biometric system; however, the issue of efficiency and precision of the system remains a big challenge. Since biometric systems are resource intensive in terms of processing speed and accuracy thus a need for an effective approach for the optimal performance of fingerprint recognition systems.

### 3. Literature Survey

Today, many approaches, techniques, and systems are used to match fingerprints and solve related problems. This section is focused on analyzing and categorizing different authors' work in the fingerprint recognition area. This survey will provide an overview of contemporary, cutting-edge approaches, as well as their uses and results.

In 2014, Deokar, & Talele. [6] propose and Explains different types of biometrics that are used for authentication and identification purpose. Index Terms-Biometric Systems, iris, fingerprint, retina, DNA, face, signature, gait, speaker recognition, and hand geometry.

In 2016, Borra, et.al. [7] propose A general explanation of various types of fingerprint recognition systems and patterns depending on the minute-based technique. Focused on Pattern recognition, wavelet, and wave atom mechanisms. Complications related to the wave atom method are studied.

In 2015, Peralta, et.al. [8] Explains the differences between various fingerprint-matching techniques, particularly local minutiae-based matching algorithms. It provides an

experiment about fingerprint identification and authentication using the minutiae-based matching method with analyzing the outcomes.

In 2014, Sharma, M. [9] discusses fingerprint authentication using the minutiae extraction technique and covering all related systems and processes.

In 2000, Prabhakar, et.al. [10] propose Beneficent of a minutiae-based fingerprint verification system by suggesting a route for the feature extraction step which depends on reexamining the gray-scale profile can increase the matching performance by 4%. Also, the proposed feature refinement step that allocates class labels for every 31qmintiae will improve the performance by 3%. Both steps will develop the whole fingerprint verification system be 8%.

In 2011, Maddala, et.al. [11] Execution and assessment of Biometric Image Software (NBIS) for fingerprint recognition developed by the National Institute of Standards and Technology (NIST). the NBIS is implemented in the MATLAB environment.

In 2008, Kaur, et.al. [12] Design a minutia extractor by using different techniques. Some improvements in the thinning, false removal approach, and image segmentation is implemented in the work.

In 2007, Youssif, et.al. [13] Combined minutia and correlation-based approaches to evolve an automatic fingerprint recognition system. By using this hybrid, the performance of the minutiae algorithm is grown.

In 2009, Ravi, et.al. [14] Present Fingerprint Recognition using the Minutia Score Matching method (FRMSM). It implements Block Filter for fingerprint thinning. Also, it compares with available algorithms

In 2004, Delac, & Grgic. [15] A summary of several biometrics techniques as well as explaining the unimodal and multimodal with their pros and cons.

In 1997, Jain, et.al. [16] propose an alignment-based minutia-matching algorithm that has been developed to increase the speed and accuracy by the ability to determine the matches between input minutiae and Stord one without the need for detailed study. Michigan State University and the National Institute of Standards and Technology NIST 9 fingerprint databases have been used. The result shows that the full verification process takes 1.4 seconds on a Sun ULTRA 1 workstation.

In 2008, G. S. Rao, et.al. [17] Applied fingerprint identification by employing a gray-level watershed process to find out the ridges present on a specific fingerprint image. The result display that this system is accurate and fast when matching 7 images in the database.

In 2010, F. C. J. González, et.al. [18] Discussed fingerprint recognition biometrics in detail and explained different types of algorithms like the negative Laplace filter and the non-stationary analysis, and a flexible algorithm for calculating the matching test results.

In 2011, Gao, Z., et.al. [19] Developed a novel algorithm for fingerprint matching based on local structures to elicit neighboring minutiae features effectively. The presented algorithm is tested on FVC2002 and the results show the reliability of the system.

In 2006, Dingrui, & Jie. [20] propose Mixing the density map matching with minutiae-based matching where the density data can be used in the matching process to reduce extra storing costs. The outcomes approved that combining both approaches will improve performance.

In 2009, Haiyun Xu, et.al. [21] propose an adequate wat to press the template size with a reduction ratio of 94% by applying two reduction algorithms the Column Principal Component Analysis and the Line Discrete Fourier Transform feature reductions. Also, a fast minutiae-based matching algorithm can be accomplished throw spectral minutiae

fingerprint recognition system which shows matching speed with 125000 comparisons per second on a PC with Intel Pentium D processor 2.80 GHz and 1 GB of RAM.

In 2006, Chengfeng Wang, et.al. [22] propose New topology-based algorithms to match fingerprints and address local matching, tolerance to deformation, and global matching. The experiment outcomes approve that time and performance is improved using the algorithm.

In 2001, Jain, et.al. [23] Provide a hybrid matching algorithm that matches fingerprints using minutiae inputs and texture inputs together. The matching performance improved when testing 2560 images by collecting both texture-based and minutiae-based matching scores.

In 2011, Mar Win, et.al. [24] Suggested ridge feature-based approach for fingerprint recognition that provides good results for low-quality fingerprint images. Matching fingerprint images based on ridgeline features extracted by using contextual filtering and two-pass thinning. The histogram approach is used to match the fingerprint. The experiments show how the performance developed using this approach.

In 2004, Hong & Jain. [25] propose Novel enhancement algorithm that split the input fingerprint image to a set of filtered images which will help in producing an orientation field and quality mask. The evaluation process of the algorithm is done on an online fingerprint verification system using the MSU fingerprint database that consists of 600 fingerprint images and the test demonstrates that the enhancement algorithm improves the performance of the online fingerprint verification system.

In 2005, Ito, et.al. [26] Submitted a fingerprint recognition algorithm depending on phase-based image matching. Which uses the phase components in 2D (two-dimensional) discrete Fourier transforms of fingerprint images to reach strong fingerprint recognition with a low-quality fingerprint. The test used a group of fingerprint images captured from fingertips with a bad case. The results show an effective recognition performance using this approach.

In 2000, Bazen, et.al. [27] proposed a correlation-based fingerprint verification system that uses the richer gray-scale information of the fingerprints. In the beginning, the system chooses appropriate templates in the primary fingerprint, employs template matching to locate them in the secondary print, and matches the template positions of both fingerprints. The test describes the performance of correlation-based fingerprints against other systems.

In 2013, Subban, & Mankame. [28] propose a brief summary of fingerprint matching techniques, systems, and performance evaluation.

In 2010, Gonzalez, et.al. [29] proposed an important aspect of fingerprint recognition. As a biometric pattern, it highlights a detailed analysis of fingerprint conceptualization. It uses various tools to find the match percentage in the verification process.

In 1998, Lin Hong, et.al. [30] proposed a fast fingerprint enhancement algorithm, that can adaptively improve the clarity of ridge and valley structures of input fingerprint images based on the estimated local ridge orientation and frequency.

#### 4. Conclusions

Table (1) explains the type of applications and kind of Databases used.

Ref.	Application	Database	No. of identities	Total No. of images	Resolution	Accuracy (Performance)
[8]	Fingerprint	FVC	308	1228	-	-
[9]	Fingerprint	-	-	-	-	-
[10]	Fingerprint	IBM HURSLEY database	269	900	500dpi	95% (LVQ-based classifier on training data) 87% (LVQ-based classifier on test data)
[11]	Fingerprint	FVC 2000	60	480	-	-
[12]	Fingerprint	-	-	2	-	More than 60%
[13]	Fingerprint	Biometric System Lab (University of Bologna - ITALY) Ink and scanner	21 7	168 56	256 × 256 × 256dpi 240× 240× 256dpi	60%
[14]	Fingerprint	-	-	-	-	70%
[17]	Fingerprint	MSU fingerprint database NIST 9 (card 1) NIST 9 (card 2)	70 1350 1350	700 900 900	640 X 480 832 X 768 832 X 768	80%
[18]	Fingerprint	Scanner or inked impression	-	7	250 X 250 pixels	More than 45%
[19]	Fingerprint	commercial databases	40	-	300 x 300 512 DPI	85%
[20]	Fingerprint	FVC2002	400	3200	-	60%
[21]	Fingerprint	THU database FCV2002	827 100	6616 800	320X512	75%
[22]	Fingerprint	MCYT FVC2002-DB2	145 40	1740 400	-	98%
[23]	Fingerprint	Live fingerprint database	-	8000	300*300	91%
[24]	Fingerprint	fingerprint database at University of Bologna, Italy	21	1680	256 × 256	94%
[25]	Fingerprint	-	160	2560	-	-
[26]	Fingerprint	NRC FVC2000 database	-	300	200 × 200	98%
[27]	Fingerprint	MSU	67	670	640*480	94%
[28]	Fingerprint	-	30	330	256 × 384	90%

[29]	Fingerprint	FVC2000	110	880	-	88%
------	-------------	---------	-----	-----	---	-----

## Reference

- [1] Borra, S. R., Reddy, G. J., & Reddy, E. S. (2016). A broad survey on fingerprint recognition systems. 2016 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET), 1428-1434.
- [2] Subban, R., & Mankame, D. P. (2013). A Study of Biometric Approach Using Fingerprint Recognition. Lecture Notes on Software Engineering, 209-213.
- [3] Mir A.H, Rubab, S and Jhat, Z. A. Biometrics Verification: a Literature Survey. Journal of Computing and ICT Research, Vol. 5, Issue 2, pp 67-80.
- [4] A. Jain, R. Bolle, and S. Pankanti, "Biometrics Personal Identification in Networked Society", Kluwer Academic Publishers New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, pp. 1-64, 2002.
- [5] A. K. Jain, F. Patrick, A. Arun, "Handbook of Biometrics", Springer Science Business Media, LLC, 1st edition, pp. 1-42, 2008.
- [6] Deokar, S., & Talele, S. (2014). Literature Survey of Biometric Recognition Systems. International Journal of Technology and Science, 1(2).
- [7] Borra, S. R., Reddy, G. J., & Reddy, E. S. (2016). A broad survey on fingerprint recognition systems. 2016 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET), 1428-1434.
- [8] Peralta, D., Galar, M., Triguero, I., Paternain, D., García, S., Barrenechea, E., Benítez, J. M., Bustince, H., & Herrera, F. (2015). A survey on fingerprint minutiae-based local matching for verification and identification: Taxonomy and experimental evaluation. Information Sciences, 315, 67-87.
- [9] Sharma, M. (2014). Fingerprint Biometric System: A Survey. International Journal of Computer Science & Engineering Technology, Vol. 5(7), 743-747
- [10] Prabhakar, S., Jain, A. K., Jianguo Wang, Pankanti, S., & Bolle, R. (2000). Minutia verification and classification for fingerprint matching. Proceedings of the 15th International Conference on Pattern Recognition. ICPR-2000, Barcelona, Spain, pp. 25-29, Vol.1, doi: 10.1109/ICPR.2000.905269
- [11] Maddala, Sainath, et al. "Implementation and Evaluation of NIST Biometric Image Software for Fingerprint Recognition". ISSNIP Biosignals and Biorobotics Conference: Biosignals and Robotics for Better and Safer Living, BRC,
- [12] Kaur, M., Singh, M., Girdhar, A., & Sandhu, P. S. (2008). Fingerprint Verification System Using Minutiae Extraction Technique. 2(10), 6
- [13] Youssif, A. A. A., Chowdhury, M. U., Ray, S., & Nafaa, H. Y. (2007). Fingerprint Recognition System Using Hybrid Matching Techniques. 6th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2007), 234-240
- [14] Ravi, J., K. R. B., & Venugopal, R. K. (2009). Fingerprint Recognition using Minutia Score Matching. International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 1(2), 35-42
- [15] Delac, K., & Grgic, M. (2004). A Survey of Biometric Recognition Methods. Proceedings. Elmar-2004. 46th International Symposium on Electronics in Marine, Zadar, Croatia, 2004, pp. 184-193
- [16] Jain, A. K., Lin Hong, Pankanti, S., & Bolle, R. (1997). An identity-authentication system using fingerprints. Proceedings of the IEEE, 85(9), 1365-1388.

- [17] G. S. Rao, C. NagaRaju, L. S. S. Reddy, & E.V. Prasad. (2008). A Novel Fingerprints Identification System Based on the Edge Detection. IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, Vol. 8(12), 394-397
- [18] F. C. J. González, O. O. V. Villegas, V. G. C. Sánchez, and H. de Jesús Ochoa Dominguez, "Fingerprint Recognition Using Open Algorithms in Frequency and Spatial Domain," 2010 IEEE Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, Morelos, 2010, pp. 469-474, doi: 10.1109/CERMA.2010.117
- [19] Gao, Z., You, X., Zhou, L., & Zeng, W. (2011). A novel matching technique for fingerprint recognition by graphical structures. 2011 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition, 77-82.
- [20] Dingrui Wan, & Jie Zhou. (2006). Fingerprint recognition using model-based density map. IEEE Transactions on Image Processing, 15(6), 1690-1696.
- [21] Haiyun Xu, Veldhuis, R. N. J., Kevenaar, T. A. M., & Akkermans, T. A. H. M. (2009). A Fast Minutiae-Based Fingerprint Recognition System. IEEE Systems Journal, 3(4), 418-427.
- [22] Chengfeng Wang, Gavrilova, M., Yuan Luo, & Rokne, J. (2006). An efficient algorithm for fingerprint matching. 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06), 10341037.
- [23] Jain, A., Ross, A., & Prabhakar, S. (2001). Fingerprint matching using minutiae and texture features. Proceedings 2001 International Conference on Image Processing (Cat. No.01CH37205), 2, 282-285.
- [24] Mar Win, Z., & Myint Sein, M. (2011). An Efficient Fingerprint Matching System for Low Quality Images. International Journal of Computer Applications, 26(4), 5-12.
- [25] Hong L., Jain A. (2004) Fingerprint Enhancement. In: Ratha N., Bolle R. (eds) Automatic Fingerprint Recognition Systems. Springer, New York, NY.
- [26] Ito, K., Morita, A., Aoki, T., Higuchi, T., Nakajima, H., & Kobayashi, K. (2005). A fingerprint recognition algorithm using phase-based image matching for low-quality fingerprints. IEEE International Conference on Image Processing 2005, II-33.
- [27] Bazen, A., Verwaaijen, G. T., Gerez, S., Veelenturf, L. P., & Zwaag, B. J. (2000). A correlation-based fingerprint verification system. Proceedings of the ProRISC/IEEE workshop, November 30–December 2000, 205-213, ISBN: 90-73461-24-3
- [28] Subban, R., & Mankame, D. P. (2013). A Study of Biometric Approach Using Fingerprint Recognition. Lecture Notes on Software Engineering, 209-213.
- [29] Gonzalez, F. C. J., Villegas, O. O. V., Sanchez, V. G. C., & Dominguez, H. J. O. (2010). Fingerprint Recognition Using Open Algorithms in Frequency and Spatial Domain. 2010 IEEE Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, 469-474.
- [30] Lin Hong, Yifei Wan and A. Jain, (1998). Fingerprint image enhancement: algorithm and performance evaluation, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20(8), pp. 777-789, doi: 10.1109/34.709565.

**Structural and Optical Properties of Fe-Doped Zinc Sulfide Thin Films****Prepared by Chemical Spray Pyrolysis****Oday Ali Chichan****College of Education for Pure Sciences, University of Babylon****Abstract:**

Undoped ZnS and ZnS: Fe-thin films were deposited on glass substrates using the chemical spray pyrolysis technique CSPT. UV- UV-Visible and X-ray diffraction (XRD) were used to investigate the effect of Fe Doping on the Optical and Structural Properties of Zinc Sulfide Thin Films spectroscopy respectively. XRD analysis assures that Zinc Sulfide films are polycrystalline structures with a recognized peak at (111). Grain size increases from 15.18 nm to 17.81 nm as Fe concentration increase. The transmittance is more than 83% in the visible range for all the films. The optical bandgap of undoped TiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub>: Li film has been decreased from (3.66 to 3.54) eV. The optical absorption coefficient, refractive index, and extinction coefficient are affected via Lithium content.

**Keywords:** ZnS, Fe, thin films, chemical spray pyrolysis, structural and optical properties.

الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية كبريتيد الزنك الرقيقة المشوب بالحديد المحضرة

بواسطة الترسيب الكيميائي الحراري

عدي علي جيجان

كلية التربية للعلوم الصرفة/ جامعة بابل

المستخلص

حضرت اغشية كبريتيد الزنك النقية والمشوبة بالحديد المرسبة على القواعد الزجاجية باستخدام طريقة الترسيب الكيميائي الحراري، تم استخدام الأشعة فوق البنفسجية المرئية وحيود الأشعة السينية لمعرفة تأثير التشويب بالحديد على الخواص البصرية والتركيبية لأغشية كبريتيد الزنك الرقيقة على التوالي. فحوصات حيود الأشعة السينية بينت بأن أغشية اوكسيد التيتانيوم المحضرة ذات تركيب متعدد البلورات باتجاه سائد هو (111)، يزداد الحجم الحبيبي من 15.18 نانومتر إلى 17.81 نانومتر مع زيادة تركيز الليثيوم، تكون النفاذية أكثر من 83% في النطاق المرئي لجميع الأفلام، فجوة الطاقة البصرية لأغشية اوكسيد التيتانيوم النقية والمشوبة بالليثيوم قلت من (3.66 إلى 3.54) فولت، يتأثر معامل الامتصاص البصري، معامل الانكسار ومعامل الخمود بالتشويب بالحديد.

**الكلمات المفتاحية:** كبريتيد الزنك، الحديد، أغشية رقيقة، الترسيب الكيميائي الحراري الخصائص التركيبية والبصرية.

**Introduction**

The semiconductor zinc sulfide (ZnS) has a large gap and a straight transition [1]. As a result, it's a material that might be a good option for solar cells' anti-reflective coating [2]. It is an efficient material used in detecting, emission and modulation of frequencies from visible to ultraviolet region [3]. When used as an anti-reflective coating, ZnS can reduce the amount of reflection that occurs at the surface of the solar cell, increasing the amount of incident light that can be absorbed by the cell [4]. This can lead to higher overall solar cell efficiency by allowing it to capture more sunlight and convert it into electricity [5]. It is a suitable material from visible to ultraviolet regions for frequency detection, emission, and modulation [6]. ZnS is believed to be promising for electroluminescent displays [7] and blue laser diodes [8]. Microstructure ZnS thin film m distinguishes itself by several significant properties crucial for these applications. Applications include the electroluminescence properties, saturation brightness, and dependence of device lifetime on grain size. [9]. ZnS is also known for its good chemical stability and durability, making it suitable for harsh environmental conditions [10-12]. ZnS thin films were grown using different techniques such as PLD [13], sputtering [13], photochemical deposition [15], CVD [16], Electrochemical deposition [17], thermal evaporation [18, 19], and spray paralysis [20-23],



In this study, CSP is offered to deposit nanostructured ZnS and ZnS: Fe thin films and explore some of their physical characteristics.

### Experimental

Spray pyrolysis was used to create iron pyrite ZnS films, which were then applied to substrates using 0.1M of zinc chloride ( $ZnCl_2 \cdot 2H_2O$ ) diluted in 100 mL of deionised water. Iron at various amounts (1% and 3%) is employed in doping. The temperature of the substrate was set at 400°C. To obtain 1% and 3% Iron dopants, 0.1M of  $FeCl_3$  is employed. The resulting solutions were sprayed on glass bases using compressed air at a pressure of  $10^5 \text{ Nm}^{-2}$  at a flow rate of 5 ml/min and deposition at 8 sec, followed by a delay of 1.5 minutes to prevent overcooling. The fixed distance between the spout and the heater was 28 cm. Good films can be made under these deposit settings; they stick to the substrates quite well and are uniform. The gravimetric method is typically used to calculate film thickness, and the results obtained were 330 20 nm. XRD and AFM tests were employed to obtain film structure and morphology, and UV-1800 UV-Visible Spectrophotometer was used to obtain transmittance spectra.

### Results and Discussions

Figure 1 shows XRD patterns of the intended films. It is clear that the locations of the XRD pinnacles of the grown films are at points ( $28.41^\circ$ ,  $33.15^\circ$ ,  $47.53^\circ$ , and  $59.32^\circ$ ) assigned to the (111), (200), (220), and (222) planes, respectively, and that the intended orientation along the plane of (111). The usual JCPDS card No. (05 -0566) These peaks agree with [25, 26]. Scherrer's formula can be used to figure out thin film Grain size (D) by the equation [26-28]:

$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos\theta} \quad \dots (1)$$

Where  $\lambda$  is X-ray wavelength,  $\beta$  (FWHM) and  $\theta$  is Bragg's angle. Table 1 lists the values of Grain size. The increase in Fe doping causes grain growth, increasing crystallite size. Though the dislocation density and strain (%) parameter diminishes from (43.39 to 31.52) and (22.83 to 19.45) [29, 30]. The equation can assess the dislocation density ( $\delta$ ) of the thin film [31-33].

$$\delta = \frac{1}{D^2} \quad \dots (2)$$

Equation (3) can utilise to assess the strain ( $\varepsilon$ ) [34-36].

$$\varepsilon = \frac{\beta \cos\theta}{4} \quad \dots (3)$$

FWHM, D,  $\delta$ , and Strain as a doping level function appear in Figure (2). It demonstrates the inverse relationship between the crystalline size and other parameters. [37, 38].

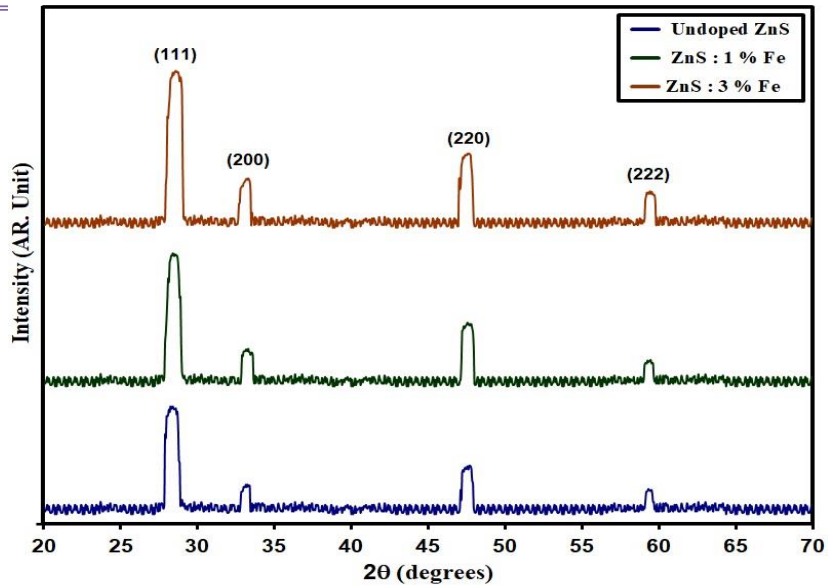


Fig.1. XRD patterns of grown films

Table 1.  $D$ ,  $E_g$  and structural coefficient of grown films

Specimen	2 $\theta$ (°)	(hkl) Plane	FWHM (°)	$E_g$ (eV)	$D$ (nm)	$\delta$ ( $\times 10^{14}$ ) (lines/m <sup>2</sup> )	$\epsilon$ ( $\times 10^{-4}$ )
ZnS	28.41	111	0.54	3.66	15.18	43.39	22.83
ZnS: 1% Fe	28.39	111	0.51	3.60	16.07	38.72	21.57
ZnS: 3% Fe	28.36	111	0.46	3.54	17.81	31.52	19.45

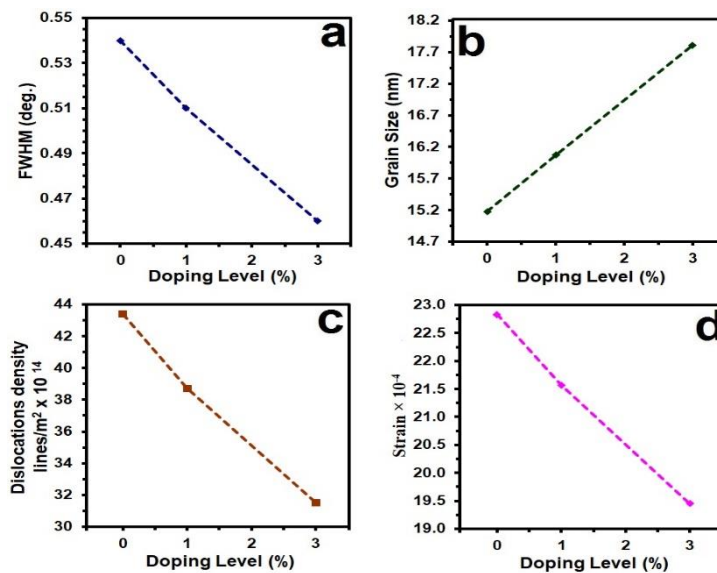


Fig.2. structural coefficient of grown films.

Fig. 3 shows that ZnS film has a higher transmission (T) spectrum than the doped one.. This suggests that adding iron impurities to the ZnS material caused a reduction in its optical transparency or increased its absorbance in the measured wavelength range [41, 42]. The absorption coefficient ( $\alpha$ ) for each wavelength was calculated from the equation: [43-45].

$$\alpha = (2.303 \times A) / t \dots (4)$$

Where (t) state the film thickness. The correlation between  $\alpha$  and photon energy is depicted in Figure (4). The figure shows that  $\alpha$  of the doped samples is greater than that of the ZnS thin films. This figure makes it evident that all films have values for the absorption coefficient ( $> 10^3 \text{ cm}^{-1}$ ), which indicates that a direct transition is feasible [46, 47].

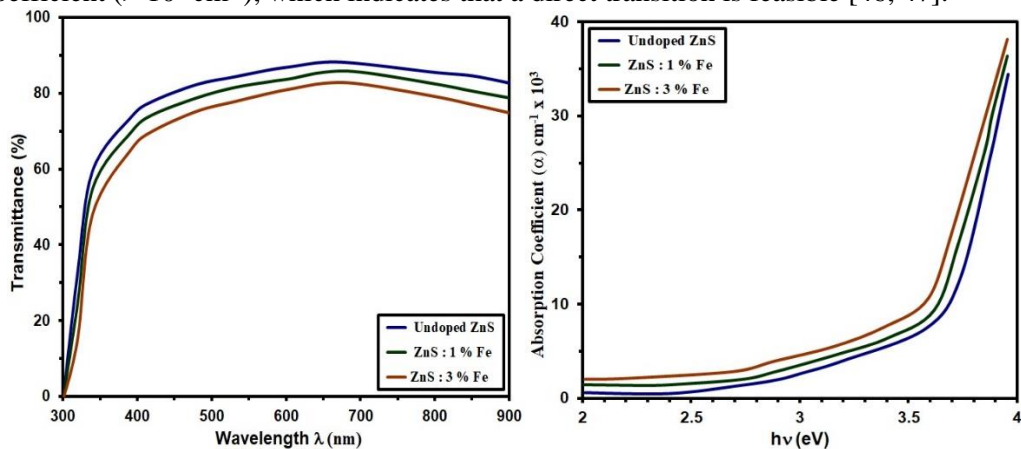


Fig. 3: T of the grown films Fig. 4:  $\alpha$  Vs hv of grown films.

Fig. 5. depicts the bandgap  $E_g$  of the films utilising Tauc's plot relation [48-50]:

$$(\alpha h\nu) = A(h\nu - E_g)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Photon energy is represented in the equation as  $h\nu$ . The relationship between  $(\alpha h\nu)^2$  and  $(h\nu)$  is plotted in Fig. 6. Iron ratio affects  $E_g$  of ZnS thin films, and iron concentration reduces as  $E_g$  rises. The obtained nanocrystalline Undoped ZnS and ZnS:3% Fe thin films have  $E_g$  of 3.66 eV and 3.54 eV, respectively, in terms of energy [51-52]. The band gap values are listed in Table (1).

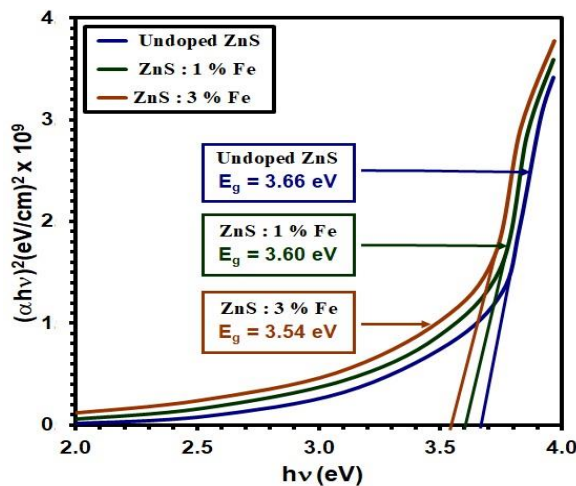


Fig. 5:  $E_g$  of grown films.

The equation that follows was applied to calculate the extinction coefficient ( $k$ ) [53-55]:

$$k = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \dots (6)$$

Where  $\lambda$  is the wavelength. The variation of  $k$  for ZnS and ZnS: Fe films is offered in Figure 6.  $k$  dropped as the amount of Fe increased [56, 57]. One way to determine the refractive index ( $n$ ) is by utilising the reflectance spectrum ( $R$ ) [58-60].

$$R = \left( \frac{n-1}{n+1} \right)^2 \dots (7)$$

ZnS and ZnS: Fe thin films' refractive indices ( $n$ ) should be calculated. The relationship below can be utilised [61-63]:

$$n = \left( \frac{1+R}{1-R} \right) + \sqrt{\frac{4R}{(1-R)^2} - k^2} \dots (8)$$

Where  $R$  is the reflectivity.

$n$  plot is shown in Figure 7. Two sections of the refractive index diagram: anomalous dispersion and normal dispersion. Refractive index dropped as iron content rose [64, 65]. Refractive index decreased with increasing the Iron content, the small decrease in  $n$  can be attributed to factors such as the density and surface roughness of the material. These properties can affect how light interacts with the material, leading to changes in the refractive index [66, 67].

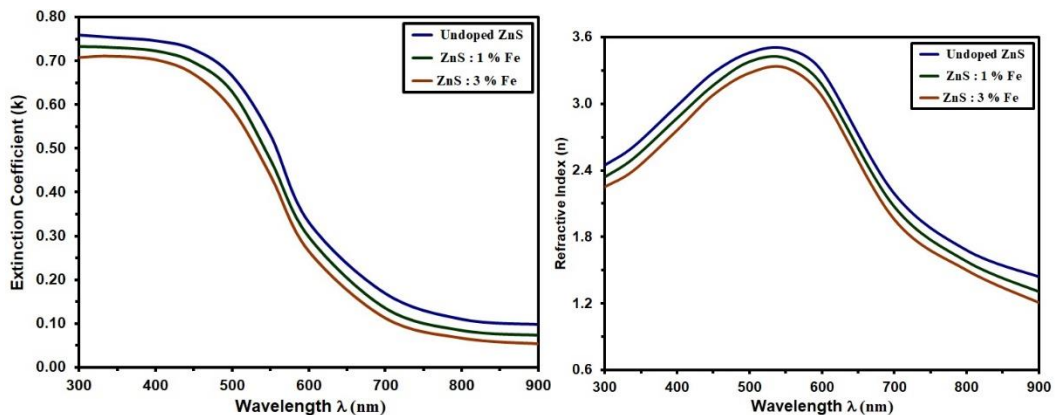


Fig. 6:  $k$  of grown films. Fig. 7:  $n$  of grown films.

## Conclusion

ZnS and ZnS: Fe-thin films were produced using CSP on a glass base at 400 °C. According to an XRD examination, all films are polycrystalline, with a dominating peak at (111). With ZnS:3% Fe, the grain size of the undoped ZnS molecule is approximately (15.18–17.81 nm), and the dislocation density boundary has increased from 43.39 to 31.52. According to optical characterisation, all films are incredibly transparent in the visible range. There is a change from  $E_g = 3.66$  eV to 3.54 eV.

## References

- [1] L. I. Berger, B. P. Pamplin, Properties of semiconductors, in R. C. Weast (ed.) Handbook of Chemistry and Physics, 73rd edn., CRC Press, Boca Raton, FL, 1993, p. 12-78 to 12- 85.
- [2] V. Bhaskar Reddy and S. Uthanna Synthesis and Characterization of Zinc Sulphide Nanostructures by Spray Pyrolysis Method, International Journal of Nanoscience and Nanotechnology, Vol. 7, No. 1, (2016).
- [3] Y.F. Nicolau, M. Dupuy, M. Brunel, The Electrochemical Society, find out more ZnS, CdS, and  $Zn_{1-x}Cd_xS$  Thin Films Deposited by the Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction Process, *J. Electrochem. Soc.*, 137 (1990) 2915.
- [4] E. Marquardt, B. Optiz, M. Scholl, M. Henker, Electroabsorption and light modulation with ZnSe/ZnSSe multiquantum wells grown by metalorganic vapor phase epitaxy, *J. Appl. Phys.* 75 (1994) 8022.
- [5] M. A. Hasse, J. Qiu, J. M. DePuydt, H. Cheng, Blue-green laser diodes, *Appl. Phys. Lett.*, 59 (1991) 1272.
- [6] K. Hirabayashi, H. Kozawaguchi, ZnS:Mn Electroluminescent Device Prepared by Metal-Organic Chemical Vapor Deposition *J. Appl. Phys.*, 25 (1986) 711.
- [7] M. A. Tagliente, M. Penza, M. Gusso, A. Quirini, Characterisation of ZnS:Mn thin films by Rietveld refinement of Bragg–Brentano X-ray diffraction patterns, *Thin Solid Films* 353, 129-136, (1999).
- [8] A. S. Yahiaoui, N. Boutarfaia, and F. Bouanis. "Optical and electrical properties of Fe-doped ZnS thin films deposited by sol–gel method." *Journal of Materials Science: Materials in Electronics* 30, no. 5 (2019): 4259-4265.
- [9] A. Oliva, A. Caruso, C. Maffezzoli, and S. Licoccia. "Iron-doped ZnS thin films deposited by close-spaced evaporation: structural and optical properties." *Journal of Materials Science* 44, no. 21 (2009): 5996-6000.
- [10] R. S. Mane, D. D. Kajale, R. H. Kadam, and C. D. Lokhande. "Electrical and optical properties of ZnS thin films prepared by chemical bath deposition." *Applied Surface Science* 255, no. 24 (2009): 9632-9636.
- [11] S. Kumar, M. K. Singh, A. Kumar, A. Kumar, A. C. Pandey, Investigation of the structural, optical and electrical properties of Fe-doped ZnS thin films grown by pulsed laser deposition, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 31(14), 2020, pp. 12030-12038.
- [12] N. M. Hamdan, Z. Hassan, S. M. Kamari, S. A. Rahman, Structural and optical properties of Fe-doped ZnS thin films deposited by chemical bath deposition, *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 71(3), 2010, pp. 326-329.
- [13] S. Yano, R. Schroeder, B. Ullrich, H. Sakai, Absorption and photocurrent properties of thin ZnS films formed by pulsed-laser deposition on quartz, *Thin Solid Films* 423,273-279 (2003).
- [14] P. K. Ghosh, S. Jana, S. Nandy, K. K. Chattopadhyay, Size-dependent optical and dielectric properties of nanocrystalline ZnS thin films synthesised via rf-magnetron sputtering technique, *Mater. Res. Bull.* 42, 505-514 (2007).
- [15] M. Gunasekaran, R. Gopalakrishnan, P. Ramasamy, Deposition of ZnS thin films by photochemical deposition technique, *Mater. Lett.* 58, 67 -70, (2004).
- [16] W. Daranf, M. S. Aida, A. Hafdallah, H. Lekiket, Substrate temperature influence on ZnS thin films prepared by ultrasonic spray, *Thin Solid Films* 518, 1082-1084 (2009).
- [17] F. Loglio, M. Innocenti, G. Pezzatini, M. L. Foresti, Ternary cadmium and zinc sulfides and selenides: electrodeposition by ECALE and electrochemical characterisation, *J. Electroanalytical Chem.* 562, 117 -125(2004).
- [18] X. Wu, F. Lai, L. Lin, J. Lv, B. Zhuang, Q. Yan. Z. Huang, Optical inhomogeneity of ZnS films deposited by thermal evaporation, *Appl. Surf. Sci.* 254, 6455-6460, (2008).
- [19] T. G. Kryshab, V.S. Khomchenko, V. P. Papusha, M. O. Mazin, Yu. A. Tzyrkunov, Thin ZnS:Cu, Ga and ZnO:Cu,Ga film phosphors , *Thin Solid Films* 403 – 404, 76-80, (2002).
- [20] T. Ben Nasr, N. Kamoun, C. Guasch, Physical properties of ZnS thin films prepared by chemical bath deposition , *Appl. Surf. Sci.* 254, 5039-5043 (2008).

- [21] Ali, R.S., Rasheed, H.S., Abdulameer, N.D., Habubi, N.F., Chiad, S. S., Physical properties of Mg doped ZnS thin films via spray pyrolysis, Chalcogenide Letters this link is disabled, 2023, 20(3), pp. 187–196
- [22] Ghazai, A.J., Abdulmunem, O.M., Qader, K.Y., Chiad, S.S., Habubi, N.F., Investigation of some physical properties of Mn doped ZnS nano thin films, 2020, AIP Conference Proceedings 2213 (1), 020101.
- [23] Khadayeir, A.A., Jasim, R.I., Jumaah, S.H., Habubi, N.F., Chiad, S.S., Influence of Substrate Temperature on Physical Properties of Nanostructured ZnS Thin Films, Journal of Physics: Conference Series 1664(1), 2020.
- [24] Reza Sahraei, , Ghaffar Motedayen Aval, Alireza Goudarzi, Compositional, structural, and optical study of nanocrystalline ZnS thin films prepared by a new chemical bath deposition route, J. Alloys Compd., 466 (2008), 488-492.
- [25] Gode F, Gumus C and Zor M, Investigations on the physical properties of the polycrystalline ZnS thin films deposited by the chemical bath deposition method, J. Cryst. Growth, 299 (2007), 136-141.
- [26] Hassan, E.S., Elttayef, A.K., Mostafa, S.H., Salim, M.H., Chiad, S.S., Silver oxides nanoparticle in gas sensors applications, Journal of Materials Science: Materials in Electronics 30(17), pp. 15943-15951, 2019.
- [27] Hadi, E. H., Abbsa, M. A., Khadayeir, A. A., Abood, Z. M., Habubi, N. F. and Chiad, S.S., Effects of Mn doping on the characterisation of nanostructured TiO<sub>2</sub> thin films deposited via chemical spray pyrolysis method, Journal of Physics: Conference Series, 1664 (1), 2020.
- [28] Ali, R.S., Mohammed, M.K., Khadayeir, A. A., Abood, Z.M., Habubi, N.F., Chiad, S.S., Structural and Optical Characterization of Sprayed nanostructured Indium Doped Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Thin Films, Journal of Physics: Conference Series, 1664(1), 2020, 012016.
- [29] P. Prathap and K. K. Babu Preparation and characterisation of iron-doped zinc sulfide thin films by spray pyrolysis technique, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, Vol. 27, No. 1, (2016)
- [30] T. Ozturk, M. Altunbas, and M. Tomakin, Structural and optical properties of iron-doped zinc sulfide thin films synthesised by spray pyrolysis method, Journal of Alloys and Compounds, Vol. 730, (2018).
- [31] Hassan, E.S., Mubarak, T.H., Chiad, S.S., Habubi, N.F., Khadayeir, A.A., Dawood, M.O., Al-Baidhany, I.A. , Physical Properties of indium doped Cadmium sulfide thin films prepared by (SPT), Journal of Physics: Conference Series, 1294(2), 2019.
- [32] Chiad, S.S., Habubi, N.F., Abass, W.H., Abdul-Allah, M.H., Effect of thickness on the optical and dispersion parameters of Cd<sub>0.4</sub>Se<sub>0.6</sub> thin films, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, 18(9-10), pp. 822-826, 2016.
- [33] Dawood, M.O., Chiad, S.S., Ghazai, A.J., Habubi, N.F., Abdulmunem, O.M., Effect of Li doping on structure and optical properties of NiO nano thin-films by SPT, AIP Conference Proceedings 2213, 2020, 020102.
- [34] Khadayeir, A. A., Hassan, E. S., Chiad, S. S., Habubi, N. F., Abass, K. H., Rahid, M. H., Mubarak T. H, Dawod M. O. and Al-Baidhany, I.A., Structural and Optical Properties of Boron Doped Cadmium Oxide, Journal of Physics: Conference Series 1234 (1), 20119, 012014
- [35] Salloom, H.T., Jasim, R.I., Habubi, N.F., Chiad, S.S., Jadan, M., Addasi, J.S. Gas sensor using gold doped copper oxide nanostructured thin films as modified cladding fiber, Chinese Physics B this link is disabled, 2021, 30(6), 068505.
- [36] Qader, K.Y., Ghazi, R.A., Jabbar, A.M., Abass, K.H., Chiad, S.S., Reduce of energy gap of CuO nano structure film by Ag doping, Journal of Green Engineering, 10(10), pp. 7387-7398, 2020.
- [37] Aixiang Wei, Jun Liu, Mixue Zhuang, Yu Zhao, Preparation and characterisation of ZnS thin films prepared by chemical bath deposition, Materials Science in Semiconductor Processing, 2013, 16, 1478– 1484.

- [38] Venkata Subbaiah YP, Prathaj P and Ramakrishna Reddy KT, Structural, electrical and optical properties of ZnS films deposited by close-spaced evaporation, Appl. Surf. Sci., 2006, 253, 2409-2415.
- [39] J. S. Kim, S. C. Lim, and B. T. Lee, "Synthesis and characterisation of Fe-doped ZnS nanoparticles by spray pyrolysis," Journal of Nanoscience and Nanotechnology, vol. 14, no. 3, pp. 2426-2430, 2014.
- [40] R. W. B. Paramera, S. L. Girisha, and K. Shivakumar, "Synthesis and Characterisation of Iron Doped ZnS Thin Films by Spray Pyrolysis Method," International Journal of Advances in Science Engineering and Technology, vol. 5, no. 1, pp. 1-5, 2017.
- [41] S. Yano, R. Schroeder, H. Sakai, and B. Ullrich, "High-electric-field photocurrent in thin-film ZnS formed by pulsed-laser deposition," Applied Physics Letters, vol. 82, no. 13, pp. 2026–2028, 2003.
- [42] K. Nagamani, N. Revathi, P. Prathap, Y. Lingappa, and K. T. R. Reddy, "Al-doped ZnS layers synthesised by solution growth method," Current Applied Physics, vol. 12, no. 2, pp. 380–384, 2012.
- [43] Othman, M.S., Mishjil, K.A., Rashid, H.G., Chiad, S.S., Habubi, N.F., Al-Baidhany, I.A., Comparison of the structure, electronic, and optical behaviors of tin-doped CdO alloys and thin films, Journal of Materials Science: Materials in Electronics 31(11), pp. 9037-9043, 2020.
- [44] Jandow, N.N., Othman, M.S., Habubi, N.F., Chiad, S.S., Mishjil, K.A., Al-Baidhany, I.A., Theoretical and experimental investigation of structural and optical properties of lithium doped cadmium oxide thin films, Materials Research Express 6(11), 2020.
- [45] Khadayeir, A. A., Hassan, E. S., Mubarak, T. H., Chiad, S.S., Habubi, N. F., Dawood, M.O., Al-Baidhany, I. A., The effect of substrate temperature on the physical properties of copper oxide films, Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1294 (2) 022009.
- [46] G. L. Agawane, S. W. Shin, M. S. Kim et al., "Green route fast synthesis and characterisation of chemical bath deposited nanocrystalline ZnS buffer layers," Current Applied Physics, vol. 13, no. 5, pp. 850–856, 2013.
- [47] Kumar, S., Singh, B. P., Saini, G. S. S., & Tripathi, S. K. (2017). Investigation of the structural, optical and electrical properties of Fe-doped ZnS thin films grown by pulsed laser deposition. Journal of Alloys and Compounds, 728, 1202-1210.
- [48] Hadi, E.H., Sabur, D.A., Chiad, S.S., Habubi, N.F., Abass, K.H., Physical properties of nanostructured li-doped zro<sub>2</sub> thin films, Journal of Green Engineering, 10(10), pp. 8390-8400, 2020.
- [49] Hassan, E.S., Qader, K.Y., Hadi, E.H., Chiad, S. S., Habubi, N.F., Abass, K.H., Sensitivity of nanostructured mn-doped cobalt oxide films for gas sensor application, Nano Biomedicine and Engineering, 12(3), pp. 205-213, 2020.
- [50] Sakhil, M.D., Shaban, Z.M., Sharba, K.S., Habub, N.F., Abass, K.H., Chiad, S.S., Alkelaby, A.S., Influence mgo dopant on structural and optical properties of nanostructured cuo thin films, NeuroQuantology, 18 (5), pp. 56-61, 2020.
- [51] Hamdan, N. M., Ali, N. H., Ahmad, H., & Yahya, M. Z. A. (2014). Structural and optical properties of Fe-doped ZnS thin films deposited by chemical bath deposition. Thin Solid Films, 564, 8-12.
- [52] Yahiaoui, A. S., Azzouz, S., Rahal, S., Morsli, M., & Kebbab, Z. (2018). Optical and electrical properties of Fe-doped ZnS thin films deposited by sol-gel method. Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 29(19), 16692-16697.
- [53] Chiad, S. S., Noor, H. A., Abdulmunem, O. M., Habubi, N. F., Jadan, M., Addasi, J.S., Optical and structural performance of nanostructured Te thin films by (CSP) with various thicknesses, Journal of Ovonic Research, 16 (1), pp. 35-40, 2020.
- [54] Salloom, H. T., Hadi, E. H., Habubi, N.F., Chiad, S.S., Jadan, M., Addasi, J.S., Characterisation of silver content upon properties of nanostructured nickel oxide thin films, Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures 15(4), pp. 1189-1195, 2020.

- [55] Hussin, H.A., Al-Hasnawy, R.S., Jasim, R.I., Habubi, N.F., Chiad, S.S., Optical and structural properties of nanostructured CuO thin films doped by Mn, Journal of Green Engineering, 10(9), pp. 7018-7028, 2020.
- [56] Oliva, A. I., Rojas, T. C., & Perez, A. (2005). Iron-doped ZnS thin films deposited by close-spaced evaporation: structural and optical properties. Journal of Physics D: Applied Physics, 38(6), 867.
- [57] Mane, R. S., Gudage, Y. G., & Suryavanshi, S. S. (2012). Electrical and optical properties of ZnS thin films prepared by chemical bath deposition. Superlattices and Microstructures, 52(6), 1036-1046.
- [58] Chiad, S.S., Alkelaby, A.S., Sharba, K.S., Optical Conduct of Nanostructure Co3O4 rich Highly Doping Co3O4: Zn alloys, Journal of Global Pharma Technology, 11(7), pp. 662-665, 2020
- [59] Ahmed, N.Y., Bader, B.A., Slewa, M.Y., Habubi, N.F., Chiad, S.S., Effect of boron on structural, optical characterisation of nanostructured fe2o3 thin films, NeuroQuantology, 18(6), pp. 55-60, 2020.
- [60] Ali, R.S., Al Aaraji, N.A.H., Hadi, E.H., Abass, K. H, Habubi, N.F., Chiad, S.S, Effect of Lithium on Structural and Optical Properties of anostructured CuS Thin, Journal of Nanostructuresthis link is disabled, 2020, 10(4), pp. 810–816.
- [61] Al Rawas, A.S., Slewa, M.Y., Bader, B.A., Habubi, N. F., Chiad, S.S., Physical characterisation of nickel doped nanostructured TiO<sub>2</sub> thin films, Journal of Green Engineering10 (9), pp. 7141-7153, 2020.
- [62] Al Rawas, A.S., Slewa, M.Y., Bader, B.A., Habubi, N.F., Chiad, S.S., Physical characterisation of nickel doped nanostructured TiO<sub>2</sub> thin films, Journal of Green Engineering10 (9), pp. 7141-7153, 2020.
- [63] Hadi, E. H., Abbsa, M. A., Khadayeir, A. A., Abood, Z. M., Habubi, N. F. and Chiad, S.S., Effects of Mn doping on the characterisation of nanostructured TiO<sub>2</sub>thin films deposited via chemical spray pyrolysis method, Journal of Physics: Conference Series, 1664 (1), 2020.
- [64] A. Oliva, R. S. Santiago, J. Zúñiga-Pérez, I. Hernández-Calderón, Iron-doped ZnS thin films deposited by close-spaced evaporation: structural and optical properties, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 29(9), 2018, pp. 7497-7505.
- [65] S. Kumar, S. Kumar, M. Kumar, S. Kumar, and S. K. Tripathi. "Investigation of the structural, optical and electrical properties of Fe-doped ZnS thin films grown by pulsed laser deposition". Materials Chemistry and Physics 202, (2017): 143-149.
- [66] N. M. Hamdan, M. A. Mahdi, and H. A. Mohammed. "Structural and optical properties of Fe-doped ZnS thin films deposited by chemical bath deposition." International Journal of Applied Engineering Research 11, no. 4 (2016): 2558-2564.
- [67] A. S. Yahiaoui, M. A. Djouadi, M. A. Ghebouli, Optical and electrical properties of Fe-doped ZnS thin films deposited by sol-gel method, Superlattices and Microstructures, 104, 2017, pp. 1-10.



**Subject Review: On Different Text Encryption Algorithms****Zainab Mohammed Essa, Ahmed Abd Ali Abdulkadhim**<sup>2</sup> College of Education/ Mustansiriyah University**Abstract**

Due to the marvelous growths in communication networks especially in the Internet network, which used to alteration numerous kinds of data via various people. Data security has become a main concern. Therefore, there is an increasing awareness of the use of encryption and decryption approaches. Several encryption approaches have been developed to maintain data security. Where many approaches suggest encrypting text in this paper, we try to review and describe many approaches used to encrypt text and make a comparison among these approaches.

**Keywords:** Cryptography, Decryption, Encryption, Text Encryption.

**المستخلص:**

نظراً للتطور الكبير الذي شهدته شبكات الاتصالات، وخاصة شبكة الإنترنت التي كانت تستخدم في تبادل أنواع عديدة من البيانات عبر أشخاص مختلفين. أصبح أمن البيانات مصدر قلق رئيسي. ولذلك، هناك وعي متزايد باستخدام أساليب التشفير وفك التشفير. تم تطوير العديد من أساليب التشفير للحفاظ على أمن البيانات. إذ تقترح العديد من الأساليب تشفير النص في هذا البحث، فإننا نحاول مراجعة ووصف العديد من الأساليب المستخدمة لتشفير النص وإجراء مقارنة بين هذه الأساليب.

**الكلمات المفتاحية:** التشفير، فك التشفير، التشفير، تشفير النص.

**1. Introduction**

Information security is a must-have for each person in our time. People want to protect their resources and information, from unlicensed access. Cryptography is perhaps the utmost significant technology for keeping data. These cryptographic procedures are classified into the following two groups, Symmetric and Asymmetric key cryptography, due to this, the data is encrypted to reduce data loss and theft. Few common items are encrypted for example text files and images [1]. There are a lot of encryption approaches like AES, Advanced Encryption Standard, which is a symmetric key encryption standard that is usually used to secure data where data confidentiality is a significant and critical matter [2], Blowfish is the symmetric key block cipher and it makes use of the 64-bit block size and the key which is variable in length. Blowfish is amongst the fastest block ciphers which have advanced to date. The security of encrypted data is totally dependent on two things, one, the strong point of the cryptographic procedure, and the other the secrecy of the key while under the transmission over a channel [3][4].

**2. Literature Survey**

There are many text cryptography approaches have been investigated through the previous decade. Several of these studies are discussed in this section.

E. Vidhya and R. Rathipriya [5] a paper is to give the data in in height security level. The projected work of this paper is to afford two stages of security. The first stage is to change the plain text to ASCII text with the shift key and then transform the text to binary numbers. Apply the insertion scheme to binary numbers; change the binary numbers to DNA sequence which is characterized as cipher text. The receiver will apply the Insertion decryption technique to cipher text the plaintext will appear.

Krasimir Kordov [6] the projected cryptographic system is built on the pseudorandom generator, constructed with two chaotic maps. For security level determination, extensive cryptographic analysis is executed. The valuation of the presented cryptographic scheme consists of the outcomes of statistical testing, key space analysis, frequency analysis, common correlation analysis, entropy analysis, key sensitivity analysis and speed performance.

Unnikrishnan Menon et al. [7] This paper exploits a novel 2D chaotic function that shows a uniform bifurcation over a huge range of parameters and displays high stages of chaotic behavior to produce a random sequence that is used to encrypt the input data. The proposed technique usages a genetic algorithm to optimize the parameters of the map to improve security for any given textual data. Many analyses demonstrate an adequately huge key space and the existence of multiple global optima indicating the necessity of the proposed system and the security provided by it.

Text encryption based on the proposed secret key via Solanki Pattanayak and Dipankar Dey [8] alter plain text to cipher text using the projected secret key and similarly by means of inverse key, can decrypt the original text. In this algorithm, read a string, then extract each one of the single characters from the string and convert these characters to ASCII equivalent value. Apply the proposed secret key, along with ASCII value and appropriate encryption algorithm encrypt the text. Similarly, using the inverse key along with an appropriate decryption algorithm, decrypt the original text.

Maitham Ali Naji et al. [9] this paper has planned a new system where classical methods are substituted with new methods via changing characters with affine points. This system avoids costly mapping.

Text Encryption expending genetic algorithm via Peter Awon-natemi Agbedemnab et al. [10] a paper currently a novel three-layered text encryption and decryption scheme that is capable of encrypting and decrypting any character or symbol using a Genetic Algorithm (GA) and some inherent properties from the Residue Number System (RNS). Simulated results of the planned system display that it is chaotic via the sense of sight, strong with a very wide key space composed at dissimilar phases of the scheme, and has a moral throughput rate as well as being talented to encrypt both slighter and bigger messages.

M. A. Murillo-Escobar et al. [11] a work, existing a novel symmetric text cipher procedure established on chaos; uses a 128-bit secret key, two logistic maps with optimized pseudorandom sequences, plain text characteristics, and only one permutation diffusions round. Numerous security analyses are accessible as secret key size, secret key sensitivity, frequency with histograms, autocorrelation analysis, information entropy analysis, difference analysis, classic attacks analysis, and encryption/decryption time. Established in numerical simulation results, the projected encryption procedure presents high security and an excellent encryption time, and it can resist a powerful chosen/known plain text attack; therefore, it can be executed in real-time applications.

Ghada Salim Mohammed [12] This work presents symmetric cryptography coupled with Chaotic NN. The data is processed as a block and it contains of multistage (coding of character, generates an array of keys (weights), coding of text and chaotic NN), besides the decryption procedure contains of multistage (generates array of keys (weights), chaotic NN, decoding of text and decoding of character). A chaotic neural network is used as a portion of the projected system with modifying on it, the keys that are used in chaotic sequence are formed via the projected key generation algorithm. The projected procedure appears efficient through the implementation time where it can encryption and decryption long messages via

short time and lesser memory (chaotic NN offers capacity of memory), likewise, the system uses secret keys with an array of keys (weights of NN), that change at each iteration.

Subhajit Bhattacharyya et al. [13] a new technique that contains a rectangular matrix having 10 columns and 9 rows and six repetition phases for encryption as well as decryption resolution. This 10 x 9 rectangular matrix contains all alphanumeric characters and selected special characters. Cryptanalysis is done to display that the adapted cipher is a strong one.

Udepal Singh and Upasna Garg [14] present a method that depends on a symmetric key encryption algorithm that uses ASCII values of input text to encrypt the data. Text data encryption methods are very useful in data communication where one user wants to send several secret messages to another user.

V. Kapoor [15] a paper presented a modified RSA method depending on multiple public keys and n prime number. RSA procedure is commonly used in the popular execution of public key cryptography. In public key cryptography, two dissimilar keys are produced in RSA one key is used in encryption data and the other corresponding key is used for decryption. No other key decrypts the data. Even if it is an efficient system it is vulnerable to another person. With the help of all brute force attacks can obtain private keys. In this research new method used n prime number and several public keys. In here operation RSA system uses several mathematical logic integer factorization and discrete logarithm problems.

Mua'ad M. Abu-Faraj and Ziad A. Alqadi [16] a new scheme will be presented to develop the data protection level by using a changeable secret speech file to generate PK. The highly Secure Data Encryption (HSDE) technique will be applied and tested for data quality levels to ensure that the HSDE destroys the data in the encryption stage and recuperates the original data in the decryption stage. Several standard approaches of data cryptography will be applied; comparisons will be done to justify the Enhancements provided via the proposed technique.

Subhi R. M. Zeebaree [17] a paper offers a high throughput reconfigurable hardware application of DES Encryption algorithm. This is attained via using a new proposed application of the DES algorithm using the pipelined concept. The operation of the proposed plan is presented via using Spartan-3E (XC3S500E) family FPGAs and is one of the fastest hardware operations with much greater security. At a clock frequency of 167.448MHz for encryption and 167.870MHz for decryption, it can encrypt or decrypt data blocks at a rate of 10688Mbps.

Wisam Abed Shukur et al. [18] a paper suggest a new encryption technique. It syndicates two cipher processes, i.e., DES and AES, to generate hybrid keys. This grouping strengthens the proposed W-method by generating highly randomized keys. Two points can represent the reliability of any encryption method. First, is the key generation; therefore, the method merges 64 bits of DES with 64 bits of AES to harvest 128 bits as a root key for all remaining keys that are 15. This difficulty increases the level of the ciphering process. It shifts the operation one bit only to the right. Secondly is the nature of the encryption procedure. It contains two keys and mixtures one round of DES with one round of AES to decrease the performance time. The W-method treaties with Arabic and English texts with the same efficacy.

Snehal Kundlik Waybhase and Prashant Adakane [19] proposed the advanced custom configurable algorithm for AES in this article. This is talented via adding an additional level of defense to every letter of a message so that hackers cannot encrypt it, adding a new level of encryption that is previously definite via the process, changing the keys for every letter,

and removing the vulnerability to frequent attacks. The already more secure AES algorithm is safe via this new level. Digital encryption plays a crucial role in today's digital environment in protecting electronic data transmissions.

### 3. Conclusion

In this paper, we revised dissimilar methods for text encryption depending on dissimilar techniques within the period (2014-2023). Text encryption security turns out to be very significant especially when the transfer will be done through an open network. The summary of this study, every scheme is unrivaled in its own method. New encryption technology is evolving every day, so the fast and secure traditional encryption technology will always achieve a high-security rate. All technologies have some benefits and drawbacks and therefore new technologies have been developed.

### References

1. Balaji Tata et al., "Encryption and Decryption of Text File Using LabVIEW", IJRECE Vol. 6 Issue 3 (July - September 2018).
2. Nishtha Mathur and Rajesh Bansode, "AES Based Text Encryption Using 12 Rounds with Dynamic Key Selection", Procedia Computer Science 79 (2016) 1036 – 1043.
3. Veena Parihar and Mr. Aishwary Kulshrestha, "Blowfish Algorithm: A Detailed Study", International Journal For Technological Research In Engineering, Volume 3, Issue 9, May 2016.
4. Ch. Usha Kumari et al., "Generating Cipher Text using BLOWFISH Algorithm for Secured Data Communications", International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), Issn: 2278-3075 (Online), Volume-9 Issue-2, December 2019.
5. E. Vidhya and R. Rathipriya, "Two Level Text Data Encryption using DNA Cryptography", International Journal of Computational Intelligence and Informatics, Vol. 8: No. 3, December 2018.
6. Krasimir Kordov, "Text Encryption Algorithm Forsecure Communication", International Journal of Applied Mathematics, Volume 34 No. 4 2021, 705-719.
7. Unnikrishnan Menon et al., "A Novel Chaotic System for Text Encryption Optimized with Genetic Algorithm", (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 11, No. 10, 2020.
8. Solanki Pattanayak and Dipankar Dey, "Text Encryption And Decryption With Extended Euclidean Algorithm And Combining The Features Of Linear Congruence Generator", International Journal of Development Research, Vol. 06, Issue, 07, pp.8753-8756, July 2016.
9. Maitham Ali Naji et al., "Cryptanalysis cipher text using new modeling: Text Encryption using Elliptic Curve Cryptography", The 2nd International Conference on Applied Photonics and Electronics 2019 (InCAPE 2019).
10. Peter Awon-naptim Agbedemnab et al., "A Novel Text Encryption and Decryption Scheme using the Genetic Algorithm and Residual Numbers", Internet, Cyber Security and Information Systems 2019, Volume 12, 2019, Pages 20–31.
11. M. A. Murillo-Escobar et al., "A novel symmetric text encryption algorithm based on logistic map", Proceedings of the 2014 International Conference on communications, Signal Processing and computers, ISBN: 978-1-61804-215-6.

12. Ghada Salim Mohammed," Text Encryption Algorithm Based on Chaotic Neural Network and Random Key Generator", Ibn Al-Haitham J. for Pure & Appl. Sci., Vol.29 (3) 2016.
13. Subhajit Bhattacharyya et al.," A Modified Encryption Technique using Playfair Cipher 10 by 9 Matrix with Six Iteration Steps", International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume 3, Issue 2, February 2014.
14. Udepal Singh and Upasna Garg." An ASCII value-based text data encryption System", International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 11, November 2013, ISSN 2250-3153.
15. V. Kapoor," Data Encryption and Decryption Using Modified RSA Cryptography Based on Multiple Public Keys and 'n'prime Number", International Journal of Scientific Research in Network Security and Communication, Volume-1, Issue-2, ISSN: 2321-3256.
16. Mua'ad M. Abu-Faraj and Ziad A. Alqadi," Using Highly Secure Data Encryption Method for Text File Cryptography", IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, Vol. 20 No.11, November 2020.
17. Subhi R. M. Zeebaree," DES encryption and decryption algorithm implementation based on FPGA", Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, Vol. 18, No. 2, May 2020, pp. 774~781.
18. Wisam Abed Shukur et al.," Digital Data Encryption Using a Proposed W-Method Based on AES and DES Algorithms", DOI: <https://dx.doi.org/10.21123/bsj.2023.5147>.
19. Snehal Kundlik Waybhave and Prashant Adakane," Data Security using Advanced Encryption Standard(AES)", International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) ISSN: 2278-0181, Vol. 11 Issue 06, June-2022.

## A Review on Face Recognition System Using Multispectral Images

Rafid A. Haleot, Ziad M. Abood, Ghada S. Karam  
College of Education, Mustansiriyah University

### Abstract

Facial recognition is a digital face detection and vision problem in which the human face is portrayed as a 3-D object involving the identification of objects while varying the lighting, stance, expression, compression, and illumination of the face, and other variables depending on the image acquired. In this paper, a critical review of the different issues of face recognition systems is presented, and different approaches to solving these issues are analyzed by presenting existing techniques that have been proposed in the literature. Also, recognition performance on the different datasets by researchers is also reported. The paper is concluded, and directions for future works are highlighted.

**Keywords:** Face Recognition System, Multispectral Images, 3-D object involvement.

### المستخلص:

التعرف على الوجه هو مشكلة رقمية في الكشف عن الوجه والرؤية، إذ يتم تصوير الوجه البشري ككائن ثلاثي الأبعاد يتضمن تحديد الأشياء مع تغيير الإضاءة والموقف والتعبير والضغط والإضاءة للوجه، ومتغيرات أخرى اعتماداً على الصورة المكتسبة. في هذا البحث، يتم تقديم مراجعة نقدية للقضايا المختلفة لأنظمة التعرف على الوجوه، ويتم تحليل الأساليب المختلفة لحل هذه القضايا من خلال عرض التقنيات الحالية التي تم اقتراحها في الأدبيات. كما تم الإبلاغ أيضاً عن أداء التعرف على مجموعات البيانات المختلفة من قبل الباحثين. تم الانتهاء من الورقة، وتم تسليط الضوء على الاتجاهات للأعمال المستقبلية.

**الكلمات المفتاحية:** نظام التعرف على الوجوه، الصور متعددة الأطياف، مشاركة الكائنات ثلاثية الأبعاد.

### 1. Introduction

The rapid development of biometric systems in the field of identity research and recognition of the growing extension of information technology in recent years. recognition in these systems is achieved using people's characteristics physiological or behavior like a fingerprint, face, sound, iris, signature, style of pressing the keyboard, and walking style [1]. Biometric technology has become the most favorable choice for people's perception based on their biological attributes as an alternative to the use of passwords, smart cards (SC), and PIN codes that set up what a person has or remembers. There are four main modules in the biometric system: the first module is an acquisition device or a sensor, the second module is a technique of preprocessing and extraction of features, the third module is a matching method, and the fourth module is the database [2]. The problem of face recognition (FR) is a section of pattern classification. In the problem of pattern classification, the features are extracted from the sample and then tried to match them with the recording templates already saved in the database. FR is essentially a pattern of classifying the problem of feature points extracted into classes i.e. persons [3].

FR is one of the ongoing research that has recently gained a lot of concentration, FR is necessary in many important security and surveillance applications, authentication research, and image database research, furthermore in other areas. FR is one of the modern vitality applications that depends on a biological feature to determine the persons [4,5].

Traditional methods of FR based on the visible spectrum face problems like object lighting, pose variation, changes in expression, and disguise of the face. Unfortunately, these

restrictions reduce performance in object verification and identification. To overcome all these limitations, the infrared spectrum can be used in human FR. FR in the Infrared region has received little attention compared to recognition in images with visible spectrum. Basically, this is because of the lack of widely available infrared image databases, and also because of the high cost of infrared cameras in the past, but now the cost of infrared cameras is reduced, which leads to the use of FR methods on infrared images [6].

The advantage of Infrared images is that it invariant to the direction and intensity of light because that light in the thermal infrared range is emitted, rather than reflected. The structure of the veins and tissues of the human face for everyone is unique, therefore infrared images of the human face are also unique. It is known that there are different thermal patterns for identical twins. The disadvantage of Infrared images is that it affected by air currents cold or warm. Imaging in Infrared spectra has restrictions in cases such as FR in glasses, since glass blocks most of the heat energy, which leads to damage to the information around the eyes. In addition, the temperature changes of the environment or the temperature of the body will change the thermal characteristics of the human face. Despite the advantages of IR imaging techniques, they still have many limitations that encourage the merging of images from the infrared spectrum and visible spectra as a means of improving recognition efficiency [6].

## 2. Face Recognition Methods

There are three approaches to FR the first is dependence on facial features, the second approach holistic view of the face image, and the third is a hybrid between the first and second approaches [6]:

### 2.1 Feature-Based Method

Feature-based method, the face characteristics are determined, such as the nose, mouth, and eyes. Then, will segment their locations, more than a calculation can be made, and the results are used as data inputs for a particular classifier. The most commonly used features are the middle of the eye, the distance between the eyes, nose, and mouth, nose width, the eye socket depth, and the shape of the cheekbones. These distinctive landmarks have different location, which is known as nodal points, and their measurements create a digital code defined as a print of the face or a vector of the feature, stating the face of the person in the database [7, 8].

### 2.2. Holistic Based Method

Holistic Based Method used the full clip face to recognize it. And not depending on the definition of local features of the face and calculating the distance between them [6].

### 2.3. Hybrid Based Method

This method is a combination of the two (holistic and Feature) methods. This concept comes from the method of how human vision systems (HVS) sense both holistic and local features [6].

## 3. Related Work

The following paragraphs are contained in some of the published works related to the objectives of our work. M. Hanif et al. Presented (FRS) based on data fusion level of visual and Long-Wave Infrared (thermal) spectral images using Gabor filtering method for extract

features. Face recognition system applied with variable light intensities and expressions face image. The average success recognition rate is 95.84% [9]. Harith Fakhrey Tahir proposed a face recognition system that depends mainly on a classifier unit, the classifier had been chosen as the Radial Basis Function Neural Network (RBFN). In this work Pseudo Zernike Moment PZM was used to normalize the amount of data that represents the face image by extracting the overall description of facial expression in the image, before implementing PZM, a skin map algorithm was employed to normalize the size of an image, the proposed system considered as a security system for a company that has 30 employees working in 4 departments, the system will read image of each visitor and decide what his department. The recognition rate of the proposed system is 90% [10]. M. Kanti et al. proposed FRS with four different fusions of pixel-level visual spectrum and long-wave infrared (LWIR) face images then classified using a Support Vector Machine (SVM). IRIS Thermal/Visual Face is the dataset used. The results show that the better average success recognition rate is 97.28% is achieved on the fused of 30% thermal and 70% visual image [11]. E. Zahran et al. presented FRS using two techniques; the Zernike Moments (ZM) and the Principal Component Analysis (PCA), they fused visible images with thermal images in pixel-level fusion to enhance the performance of FRSs. Wavelet transform is used to fuse the images. Experimental results show the FRS performance is enhanced depending on the fusion of visible and thermal infrared face images. The maximum success recognition that has been achieved is 100% [12]. Seal et al. suggested FRS using "Haar" wavelet feature from thermal infrared images. The proposed FRS tested the "Terravic Facial IR dataset". The results of the experiment show that the system proposed can be recognized effectively by the thermal IR face images. The maximum success recognition rate has been achieved is 95%. [13]. Naser Zaeri and Faris Baker presented a technique for FRS using statistical calculations (moment's descriptors) of thermal infrared images. The FRS has been tested on a dataset comprising of images of different lightings and expressions. The results of the experiment indicated that the maximum success recognition rate is 97.5% [14]. S. Farokhi et al. proposed a FRS based on Hermite kernels (HKs) and Zernike moments (ZMs). NIR images are used to manipulate the effect of lighting change on FRS. Two datasets were tested (CASIA NIR and PolyU NIR). The recognition rate of Experimental results is [85.91%] for CASIA NIR and [88.52%] for PolyU NIR [15]. G. Hermosilla et al. presented FRS using the fusion of two feature spectrums (visible and thermal) by using genetic algorithms. Two databases using Equinox database, and a new dataset (PUCV-VTF) to evaluate the face recognition system. The average success recognition rate is 97% for the Equinox and 99% for the PUCV-VTF dataset [16].

#### 4. Conclusion

In this paper, we reviewed academic literature on face recognition techniques that have been developed over time. After that, recently published academic literature between 2005 to present was also reviewed to appreciate the level of work that has been carried out in the field of face recognition systems and also presents a state-of-the-art performance. Also, the various techniques discussed in the literature have been presented. Furthermore, we have summarized the various techniques and approaches to develop a robust face recognition system capable of solving different real-life scenarios. However, optimal performance of the various techniques on the different face recognition constraints has not been achieved.

#### References



- 1) M. Zangian, S. Hashemi, F. Yaghmaee and E. Moshtagh, "Comparative Evaluation of Face Recognition Algorithms Using and Non-Individual Algorithms", Indian J. Sci. Res. Vol. 1, No. 2, 2014.
- 2) B. Gul, Holistic Face Recognition by Dimension Reduction, in the department of electrical and electronics engineering. The graduate school of natural and applied science of the middle east technical university, 2003.
- 3) K. Jain, P. F. and A. A. Ross, "Handbook of Biometrics" Springer, in 2007.
- 4) F. Mahdi "Face Recognition System Based on Artificial Neural Networks", M.Sc. thesis, Iraqi Commission for Computers and Informatics Informatics Institute for Postgraduate Studies, in March 2012.
- 5) M. Albert, "Biometrics - Unique and Diverse Applications in Nature, Science, and Technology", InTech, ISBN 978-953-307-187-9, 04, April 2011.
- 6) R. Jafri and H. R. Arabnia, "A Survey of Face Recognition Techniques", Journal of Information Processing Systems, Vol.5, No.2, in June 2009.
- 7) H. Bansal, and U. Kaur, "Facial Recognition Using Biometrics", International Journal of Latest Transactions in Engineering and Science (IJLTES), Vol. 1 Issue 1, in March 2013.
- 8) N. S. Devi, Prof. K. Hemachandran, "Automatic Face Recognition System Using Pattern Recognition Techniques: Survey", International Journal of Computer Applications Volume 83 No 5, December 2013.
- 9) M. Hanif and U. Ali "Optimized Visual and Thermal Image Fusion for Efficient Face Recognition " 9th International Conference on Information Fusion, IEEE, in 2006.
- 10) H. F. Tahir, "Face Recognition System Based on Radial Basis Function Neural Network", M.Sc. Thesis, College of Engineering, Al- Nahrain University, in 2008.
- 11) M. K. Bhowmik, B. Kumar De, D. Bhattacharjee, D. K. Basu and M. Nasipuri, "Multisensor Fusion of Visual and Thermal Images for Human Face Identification using Different SVM Kernels", Systems, Applications and Technology Conference (LISAT), IEEE, in 2012.
- 12) E. G. Zahran, "Invariant Face Recognition Using Infrared Images", M.Sc. thesis, Department of Electronics and Electrical Communications Engineering, Faculty of Electronic Engineering, Menofia University, 2012.
- 13) A. Seal, S. Ganguly, D. Bhattacharjee, M. Nasipuri and D. Kr. Basu "Automated Thermal Face recognition based on Minutiae Extraction" Computer Science, Computer Vision and Pattern Recognition, Cornell University Library, 2013.
- 14) N. Zaeri and F. Baker, "Thermal Face Recognition Using Moments Invariants", International Journal of Signal Processing Systems Vol. 3, No. 2, December 2015.
- 15) S. Farokhi, U. U. Sheikh, J. Flusser, B. Yang " Near infrared face recognition using Zernike moments and Hermite kernels" Information Sciences Volume 316, 20, September 2015.
- 16) G. Hermosilla, F. Gallardo, G. Farias and C. S. Martin "Fusion of Visible and Thermal Descriptors Using Genetic Algorithms for Face Recognition Systems " Sensors Volume 15, July 2015.

## دراسة الخصائص التركيبية والكهربائية والبصرية لكاشف ضوئي لمادة الجرمانيوم المطعمة بالنحاس والمحضرة بطريقة التبخير الفراغي

د. عبد الكريم حسين داغر\*، د. زياد طارق الدهان\*\*، ندى ضمد ماذي\*  
\* الجامعة المستنصرية- كلية التربية- قسم الفيزياء  
\*\* جامعة بغداد

### المستخلص:

تم تصنيع كواشف من الجرمانيوم (Ge) بواسطة عملية التطعيم الجرمانيوم من نوع (n-type) بعد طلاءه بمادة النحاس بطريقة التبخير الحراري في الفراغ وذلك بقصف سطح الجرمانيوم بنبضات ليزر (Nd-YAG) بطاقات مختلفة وهي (40, 60, 80) mJ وتم دراسة أثر التطعيم في الخصائص التركيبية والبصرية لسطوح العينات. أظهرت نتائج فحوصات الأشعة السينية ان الجرمانيوم قبل وبعد التطعيم تركيبة البلوري أحادي التبلور وان اعلى مستوى هو بالاتجاه (111) وقد أدى التطعيم الى ان تقل شدة القمة عند المستوى (111)، كما أن عرض المنحنى لمنتصف القمة قد ازداد عن قيمته قبل التشويب. وقد تمت دراسة الخصائص البصرية للنماذج من خلال قياس طيفي النفاذية والامتصاصية ولمدى الأطوال الموجية (2.5-22.5)  $\mu\text{m}$  وقد وجد أن الامتصاصية تقل كلما زادت طاقة القصف للسطح وتزداد فجوة الطاقة البصرية للانتقالات المباشرة المسموحة (0.6-0.65) eV وكذلك فجوة لطاقة البصرية للانتقال المباشر الممنوع (0.55-0.58) eV بزيادة طاقة القصف بالليزر. الاستجابية الطيفية التي تحدد المنطقة الطيفية التي يعمل بها الكاشف تعمل ضمن المدى الطيفي للمنطقة تحت الحمراء IR وقد وجد أفضل استجابية طيفية تم الحصول عليها هي (0.36A/W) للشريحة التي قُصفت بطاقة قدرها (80mJ) عند الطول الموجي (808nm).

### Study of structural, electrical and optical properties of photo detector for Germanium material doped with Copper prepared by Vacuum evaporation method Dr. Z. T. Al-Dahan Dr. Abdul K. H. Dagher Nada Dhamed Mathi

#### Abstract

Fabrication of Ge detector of n-type by doping Ge with Copper Material in Vacuum evaporation method. Where the surface of Ge is projected by Nd-YAG Laser pulses of different energies (40, 60, 80 mJ). Studying the effects of doping on the structure and Optical Properties models Surface. Result of checking x-ray appear that Ge before and after crystal structure have single crystal structure and higher level in the direction (111). doping cause reduce to intensity at (111), full width of half maximum is increased after doping. Optical properties of models have been studied through measuring transmittance and absorbance spectroscopy with energy gap of direct transferences is increased (0.6-0.65) eV also forbidden optical energy gap for (0.58) eV with Laser projected energy. General properties of the detectors Ge:Cu we are finding the Spectral responsivity which determine the spectral area in which this detectors are doing within the spectral range near IR region the optimum responsivity is (0.36) A/W for sample which is projected by 80mJ at wavelength 808 nm.

#### المقدمة:

الجرمانيوم ذو تحسس عالي للأشعة تحت الحمراء وامتلاكه فجوة طاقة غير مباشرة (0.67) eV عند (300K) ومباشرة (0.74) eV عند (0K) ويمتلك معامل امتصاص عالي ( $\alpha \approx 10^4$ )  $\text{cm}^{-1}$  ضمن المدى (1.0 – 1.5)  $\mu\text{m}$  [1] وانعكاسية عالية يمكن تلافيها بطلاء السطح بمادة مضادة للانعكاس لتحسين عملة ككاشف [2] لذا الجرمانيوم مهم في صناعة الكواشف الفوتونية (Photon detector) للكشف عن الأشعة تحت الحمراء وأنظمة الألياف البصرية للاتصالات (fiber optics communication) التي تعمل ضمن المدى الطيفي (0.8 – 1.5)  $\mu\text{m}$  للأشعة تحت الحمراء القريبة [3]. الجرمانيوم النقي يكون شفاف للعينات السميكة في الأشعة تحت الحمراء (IR) وهو معتم في المنطقة المرئية، ونفاذيته عالية في الطول الموجي الأعلى من (1.8)  $\mu\text{m}$  لذلك تعد مادة مهمة جدا في تصنيع النوافذ والمرشحات في

منطقة (IR). إن عملية امتصاص الفوتون الساقط تولد زوج إلكترون - فجوة ويتطلب إن تكون طاقة الفوتون أكبر أو مساوية لفجوة الطاقة الممنوعة لشبه الموصل حتى تثير الإلكترونات من حزمة التكافؤ لحزمة التوصيل [4]. وان أعلى طول موجي قاطع ( $\lambda_{cut\ off}$ ) يحدد بفجوة الطاقة لشبه الموصل كما بالمعادلة:

$$\lambda_c = \frac{1.24}{E_g (eV)} \dots (1)$$

اذ ان الفوتونات الساقطة باطوال موجية اقل من ( $\lambda_c$ ) تمتص خلال شبه الموصل وان شدة الضوء التي تتناسب مع عدد الفوتونات تتوهن اسيا مع المسافة داخل شبه الموصل وتعطي شدة الضوء (I) عند السمك (t) من سطح شبه الموصل حسب قانون لامبرت كما موضح بالمعادلة [5, 6].

$$I = I_0 \exp(-\alpha t) \dots (2)$$

وترتبط الامتصاصية A مع شدة الاشعة الساقطة بالعلاقة الآتية:

$$3A = \log \frac{I_0}{I} \dots (3)$$

$$\alpha = 2.303 \frac{A}{t} \dots (4)$$

العلاقة بين فجوة الطاقة ( $E_g$ ) وطاقة الفوتون (hv) هي:

$$\alpha hv \propto (hv - E_g)^r \dots (5)$$

اذ ان معامل الامتصاص وتقاس بوحدة ( $\text{cm}^{-1}$ ) مرتبة الانتقال البصري وتعتمد على طبيعة الانتقال وتحدد قيمتها نوع الانتقالات في اشباه الموصلات البلورية. يوجد نوعان من الانتقالات الالكترونية المباشرة وغير المباشرة [5]. فعند حدوث الانتقال بين أعلى وأوطأ نقطة لحزمتي التكافؤ والتوصيل فإنه يسمى الانتقال المباشر المسموح أما عند حدوث الانتقالات بين النقاط المجاورة لأعلى وأوطأ نقطة فإنه يسمى بالانتقال المباشر الممنوع. ويمكن حساب معامل الامتصاص لهذا النوع من الانتقالات من المعادلة الآتية:

$$\alpha hv \equiv A_0 (hv - E_{g\text{opt}})^r \dots (6)$$

اذ إن  $A_0$  ثابت يعتمد على طبيعة المادة،  $E_{g\text{opt}}$  تمثل فجوة الطاقة البصرية بوحدة (eV) فإذا كان ( $r=1/2$ ) يكون الانتقال مباشراً مسموحاً، أما إذا كان ( $r=3/2$ ) فإن الانتقال يكون مباشراً ممنوعاً. أما الانتقالات البصرية الإلكترونية غير المباشرة يكون قعر حزمة التوصيل وقمة حزمة التكافؤ في مناطق مختلفة لفضاء (K) ويحدث هذا النوع من الانتقالات بمساعدة الفونون من اجل حفظ الزخم (Conservation of Momentum) الناتج عن تغير متجه لموجة (Wave Vector) للإلكترون. وهناك نوعان من الانتقالات غير المباشرة، فعندما تكون الانتقالات بين أعلى نقطة في حزمة التكافؤ وأوطأ نقطة من حزمة التوصيل والموجودة في مناطق مختلفة لفضاء (K) فإنه يسمى بالانتقال غير المباشر المسموح. أما إذا كان الانتقال بين نقاط مجاورة لأعلى وأوطأ نقطة في حزمة التكافؤ وحزمة التوصيل على التوالي فإنه يسمى بالانتقال غير المباشر الممنوع [7]. ويمكن الحصول على معامل الامتصاص لهذا النوع من الانتقالات من المعادلة الآتية:

$$\alpha hv \equiv A_1 (hv - E'_g \text{opt} \pm E_{ph})^r \dots (7)$$

اذ إن r تساوي (2) في الانتقالات غير المباشرة المسموحة، و r تساوي (3) في الانتقالات غير المباشرة الممنوعة.  $A_1$  ثابت يعتمد على نوع المادة،  $E'_{g\text{opt}}$  فجوة الطاقة البصرية للانتقالات غير المباشرة. لتحديد اداء الكاشف لابد من معرفة وقياس الاستجابة الطيفية ( $R_\lambda$ ) هي النسبة بين الكمية الخارجة من الكاشف تمثل التيار الضوئي أو الفولتية إلى الكمية الداخلة للكاشف المتمثلة بقدرة الأشعة الضوئية الداخلة عليه وتقاس الاستجابة الطيفية بوحدة ( $V/W$ ) أو ( $A/W$ ) والعلاقة الآتية تحدد قيمتها: [8, 9]

$$\frac{S}{P_{in}} = R_\lambda \dots (8)$$

اذ ان  $R_\lambda$  الاستجابة الطيفية، S تمثل الإشارة الخارجة وتكون تيار ضوئي أو فولتية و  $P_{in}$  قدرة الأشعة الضوئية الداخلة.

### الجزء العملي

لتجهيز العينات وتحضيرها لابد من اجراء عملية التقطيع أولاً من ثم الصقل والتلميع والحفر الكيميائي. تم تقطيع شريحة الجرمانيوم التي تمتاز بسهولة الكسر الى عدة شرائح باستخدام قرص ماسي بعد الانتهاء من عملية التقطيع تجري عمليتي الصقل والتلميع لشرائح الجرمانيوم لازالة الاضرار والتشوهات التي حصلت جراء عملية التقطيع. وبعدها تم اجراء عملية الحفر الكيميائي لأجراء الفحوصات الخاصة بالسطوح البلورية وذلك بأجراء المعالجة الكيميائية للسطوح باستخدام ( $1:1:1:\text{NHO}_2:\text{HF}:\text{CH}_3\text{COOH}$ ) اذ تم غمر الشرائح بالمحلول وبعد اخراج الشرائح من المحلول يتم غسلها بالماء المقطر وتجفيفها بورق الترشيح. لغرض تطعيم شرائح (Ge) تم استخدام (2gm) من مادة (Cu) بنقاوة (99.99%) وذلك بترسيب طبقة سمكها ( $1\ \mu\text{m}$ ) على الشرائح وقد استخدمت طريقة التبخير الحراري في الفراغ لترسيب (Cu) على مادة

(Ge) باستخدام منظومة التبخير الحراري في الفراغ من نوع (Edward Speedvan Unit)، تتم عملية التبخير الحراري تحت ضغط منخفض جداً ( $10^{-5}$  Torr) إذ تحتوي منظومة التبخير على مضختين وهي مضخة الميكانيكية (الدوار) (Rotary Pump) وتقوم بإيصال الضغط إلى ( $10^{-3}$  Torr) ومضخة الانتشار (Diffusion Pump) وتقوم بإيصال الضغط إلى ( $10^{-5}$  Torr) كما يلتحق بالمنظومة نوعان من مقاييس الضغط هما (Piraning Gage) ويقاس الضغط العالي ومقياس (Penning Gage) يقاس الضغط الواطئ. تم قصف شرائح شبه الموصل (Ge) المرسب عليها مادة (Cu) إذ قصفت كل شريحة من الشرائح الثلاثة بأربع نبضات ليزرية وبطاقات مختلفة هي (40,60,80) mJ وشرائح الثلاثة على التوالي لغرض إجراء التطعيم حيث صهرت مادة شبه الموصل الجرمانيوم باستخدام حزمة من ليزر (Nd – YAG) بوجود الشوائب المرسبة فانتشرت الشوائب ضمن المنطقة المنصهرة وبذلك سيحدث التطعيم السطحي لشبه الموصل الجرمانيوم من نوع n-type وقد استخدم جهاز (Q- Switched Nd-YAG Laser) تمت دراسة طيف الأشعة تحت الحمراء (IR) لشرائح الجرمانيوم (قبل وبعد) التطعيم وذلك باستخدام منظومة (FTIR – 84000) المجهزة من شركة (Shimadzu) اليابانية للعدد الموجي ( $500 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ ) الذي تقابله الأطوال الموجية ضمن المدى ( $2.5 - 22.5 \mu\text{m}$ ) إذ توضع العينة المراد فحصها أمام المصدر في جهاز (FTIR – 84000) لمعرفة الخصائص البصرية. تم استخدام تقنية حيود الأشعة السينية لنماذج (Ge) المطعنة وغير المطعنة بمادة (Cu) لدراسة البنية التركيبية للمادة ولتبيان صحة ما تم إجراءه من تطعيم بالليزر لسطوح البلورية، وتم الفحص بواسطة جهاز حيود الأشعة السينية من نوع (Shimadzu) موديل (XRD6000) تم ترسيب أقطاب الألمنيوم لغرض عملية التوصيلية الكهربائية مع الشوائب الأخرى باستخدام سلك من الألمنيوم عالي النقاوة (99%) وبطريقة التبخير الحراري في الفراغ (Thermal Evaporation in Vacuum) باستخدام منظومة من نوع (Edward) وباستخدام حويض من التنكستن وتحت ضغط ( $10^{-5}$  Torr) وقد ثبتت الأسلاك على طرفي الكاشف. لاجل قياس خصائص التيار – فولتية للكاشف (Ge:Cu) في حالة الظلام والإضاءة كدالة لفولتية الانحياز الأمامي والعكسي للتيار، تم تسجيل قيم التيار المار باستخدام مقياس التيار الرقمي من نوع VC97 (Victor Digital Multimeter) لقياس تغيير التيار من الكاشف مع تغيير الفولتية المسلطة وقد استخدم جهاز قدرة ذو فولتية متغيرة من نوع (Invite DC Power Supply PS -1502D) لتسليط فولتية الانحياز الأمامي والعكسي على طرفي الكاشف. تم قياس تيار الإضاءة وذلك بتعريض الكاشف لأشعة ليزر (Nd – YAG Laser) وبقدرة (100)mW وبفولتية انحياز إمامي وعكسي تراوحت قيمتها ما بين (1-5) V ويسجل تغيير قيم التيار الضوئي  $I_{ph}$  مع تغيير الفولتية المسلطة. تم قياس الاستجابة الطيفية بتسجيل قيم التيار المار عبر الكاشف وبفولتية (5V) وبقدرة (100 mW) وتم تعريض الكاشف لأشعة الليزر وقد استخدمت عدة ليزرات وبأطوال موجية مختلفة وهي (405nm) البنفسجي، 532nm الأخضر، 650nm الأحمر، 808 nm ليزر شبه الموصل، 1064nm النيديميوم – ياك). [10]

### المناقشة والنتائج Result and discussion

لدراسة التركيب البلوري للجرمانيوم قبل وبعد التطعيم بالنحاس استخدامنا حيود الأشعة السينية، إذ يبين الشكل (1) بان الجرمانيوم قبل التطعيم ذو تركيب أحادي التبلور وذلك لظهور قمة واحدة ذات شدة عالية في طيف الحيود والتي تمثل الانعكاس عند المستوي (111) ولكن لتأكيد العينة نلاحظ انحراف القمة عند المستوي (220) وقد أظهرت النتائج بعد تطعيم الجرمانيوم بمادة النحاس الشكل (2) وجود تأثير واضح على التركيب البلوري يمكن ملاحظة ذلك من خلال قيم المسافات البينية (d) وزوايا الحيود ( $2\theta$ ) وعرض القمة لمنصف المنحني (FWHM) إذ تزداد قيمة زوايا الحيود بشكل طفيف مما يؤدي إلى زحف القمة نحو الأطوال الموجية العالية وزيادة في عرض القمة لمنصف المنحني وان المسافات البينية قد قلت بشكل طفيف وهذا يؤكد وجود تأثير واضح للتطعيم كما تظهر النتائج انخفاض في ارتفاع القمة وذلك لنقصان درجة التبلور بسبب التطعيم والنتائج مقارنة لما توصل إليه الباحث [11] يبين الشكل (3) طيف النفاذية كدالة للعدد الموجي ونلاحظ ان النفاذية تزداد بزيادة الطول الموجي وأعلى قيمة للنفاذية 25%. كما تبدي الامتصاصية سلوك معاكساً لسلوك منحني النفاذية وذلك لان امتصاصية مادة الجرمانيوم المطعم بالنحاس للفوتونات الساقطة تقل بزيادة الطول الموجي الشكل (4). تم حساب معامل الامتصاص من طيف الامتصاصية للجرمانيوم وباستخدام المعادلة (4) الشكل (5) يوضح تغيير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون الساقط وهذه النتائج تتفق مع [12]. تم حساب فجوة الطاقة البصرية للانتقالات المباشرة المسموحة باستخدام المعادلة (6) وحساب قيم فجوة الطاقة الممنوعة للانتقالات المباشرة الممنوعة وباستخدام المعادلة (7) كما موضح بالاشكال (7) إذ تبين ان قيم فجوة الطاقة للانتقالات المباشرة الممنوعة اقل مما هو عليه في حالة الانتقالات المباشرة المسموحة وذلك بسبب ان الانتقالات المباشرة الممنوعة قد حصلت بين نقاط حزمة التكافؤ المجاورة ونقاط حزمة التوصيل الاقل طاقة مما عليه في الانتقالات المباشرة المسموحة والنتائج تتفق مع [11]. يوضح الشكل (8) نتائج خصائص التيار – الفولتية في حالة الظلام والإضاءة للكاشف (Ge:Cu) للانحياز الأمامي، إذ نلاحظ زيادة في قيمة التيار الأمامي في حالة الظلام بزيادة فولتية الانحياز الأمامي، إذ تعمل فولتية الانحياز المسلط التي تراوحت ما بين (1-5) V على حقن حاملات الشحنة إذ ينتج عن ذلك انخفاض حاجز الجهد وتناقص سمك منطقة النضوب وبذلك يسمح بمرور تيار عالي خلال الملتقى p-n [12]. ولغرض دراسة خواص التيار –

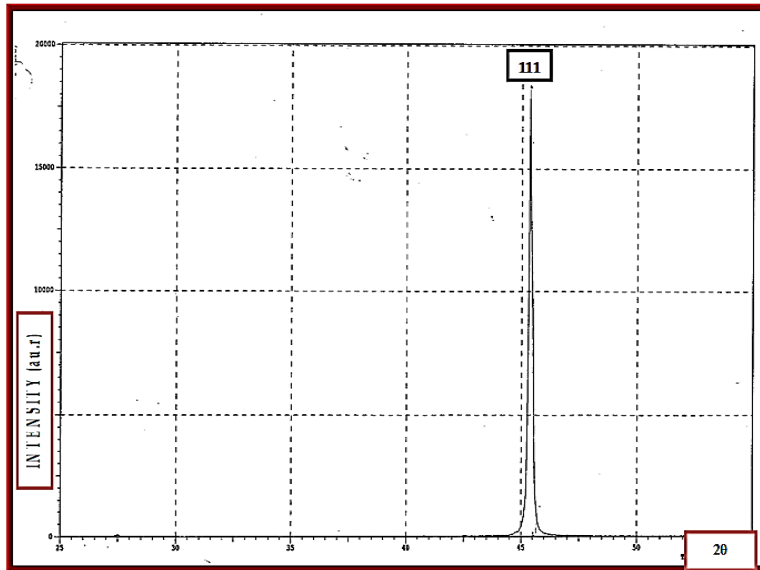
الفولتية في حالة الإضاءة للكاشف للانتحياز الامامي (Ge:Cu) فقد تم إسقاط أشعة ضوئية من ليزر (Nd – YAG Laser) بقدرة (100 mW) لاحظنا أن التيار المار في حالة الإضاءة يزداد بزيادة فولتية الانحياز الامامي اعلى مما كانت عليه في حالة الظلام نتيجة أمتصاصها اشعة ليزر الساقطة على منطقة النضوب وهذا يتفق تقريبا الى ما توصل اليه الباحث [13]. يوضح الشكل (9) نتائج خصائص التيار- الفولتية في حالة الظلام والاضاءة للكاشف (Ge:Cu) للانتحياز العكسي، اذ تعمل فولتية الانحياز المسلط التي تراوحت ما بين (1-5)V الى زيادة سمك منطقة النضوب التي تساعد على بقاء التيار قليلا مع زيادة الانحياز العكسي [13]. ولدراسة خواص التيار – الفولتية في حالة الإضاءة للكاشف (Ge:Cu) للانتحياز العكسي تمت من خلال امتصاص اشعة ليزر Nd – YAG بقدرة (100 mW) في منطقة النضوب و في منطقة انتشار حاملات الشحنة حيث يزداد التيار الضوئي مع زيادة فولتية الانحياز العكسي لزيادة عرض منطقة النضوب وهذا يتفق مع ما توصل اليه الباحث [14]. الشكل (10) يوضح الاستجابية الطيفية للكواشف الثلاثة (Ge:Cu) التي قصفت بطاقات مختلفة (40, 60, 80) mJ، اذ نلاحظ ان الاستجابية تزداد بزيادة الأطوال الموجية للأشعة الساقطة على الكاشف من عدة ليزرات (405, 532, 650, 808, 1064) nm وبقدرة (100) mW فكانت أقصى قيمة للاستجابية الطيفية للكواشف الثلاثة (0.16, 0.13 0.36) A/W عند الطول الموجي (808) nm في المنطقة تحت الحمراء القريبة مما يجعل هذه الكاشف تعمل في المجال العسكري وتحديدًا في الصواريخ الحرارية.

### الاستنتاجات Conclusion

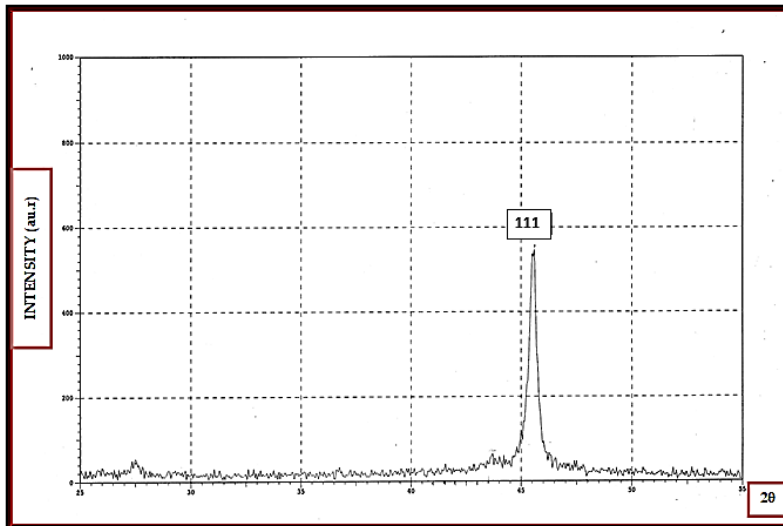
- 1- شرائح Ge قبل وبعد التطعيم بمادة النحاس Cu ذات تركيب أحادي التبلور وأدى التطعيم الى زيادة عرض المنحنى لمنتصف القمة في منحنى حيود الأشعة السينية مما يعني نقصان المسافات البينية بين السطوح البلورية.
- 2- قيم معامل الامتصاص أكبر من ( $10^4 \text{ cm}^{-1}$ ) أدت الى حصول انتقالات الكترونية مباشرة. وزيادة طاقة القصف سببت هبوط الامتصاصية ومعامل الامتصاص.
- 3- اعلى قمة للاستجابية الطيفية عند الطول الموجي 808 nm وللكاشف الذي قصف بشدة طاقة 80 mJ.

### المصادر

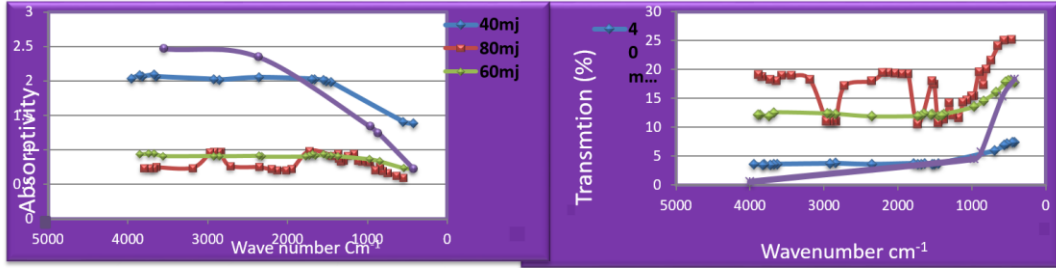
- [1] J. E. Roth, O. Fidaner, R. K. Schaevitz, E. H. Edwards, Y. H. Kuo, T. I. Kamins, J. S. Harris, D. A. B. Miller, "Optical modulator on Siemploying Ge quantum wells," Frontiers in Optics 2007, San Jose, CA (2007).
- [2] M. A. Gren, " Solar Energy Materials & Solar Cells", 92(2008) 1305.
- [3] M. A. Lopez, "characterization of Ge - and in GaAs semicon - doctor detectors for high accuracy optical radiant power measurements in the near infrared, (Ph. D. Thesis), 2008.
- [4] C. E. Chandler, R.A. Bredthauer, J. R. Janesick, J. A. Westphal, and J.E. Gunn, "Sub-electron noise charge coupled devices". SPIE Symp. on Electronic Imaging, Proc. SPIE, PP. (238–251), 1990.
- [5] S. O. Kasap, "Principles of Electronic Materials and Devices 2nd Ed, Mc. Graw –Hill, New York, 2002
- [6] J. I. Pankove, " Optical Processes in Semiconductors", Prentic - Hall, (1971).
- [7] F. Albert Cotton and G. Wilkinson, " Advanced in Acompre-hensive Text", 4<sup>th</sup> Ed., John Wily and Sons, 1980.
- [8] A. Rogalski, "Quantum well Photoconductors in Infrared Detector Technology", J. Appl, Phys, 43,2003.
- [9] S. M. Sze, "Physics of Semiconductor Devices" Physics and Technology, J. Wiley Inc., 2<sup>nd</sup> edition, 2002.
- [10] Nada Dh. Mathi, "Fabrication and studying photodetector properties for Garmainum material prepaed by technical thermal evaporation vacancy", MsC Thesis. University of Al-Mustansiriyah, 2011
- [11] B. A. Hasan, "The Properties of Optical, Electrical and Fabrication of Ge-Au Photoconductor in IR Region", PH.D. Thesis. University of Baghdad 2003.
- [12] A. K. Okyay, C. O. Chui, and K. C. Saraswat, Effective Dark Current Suppression with Asymmetric MSM Photodetectors Phys. Lett. Vol. 88, 06in Group IV Semiconductors, IEEE Photon. Technol. Appl. 3506, 2005.
- [13] J. M. Andrews and M. P. Lepselter, "Reverse current voltage characteristics of metalsilicide Schottky diodes," Solid-State Electron, pp. 1011-1023, 1970.
- [14] M. Sh. Hashim, PH. D. University of Saddam (Al-Nahrain), 1996.



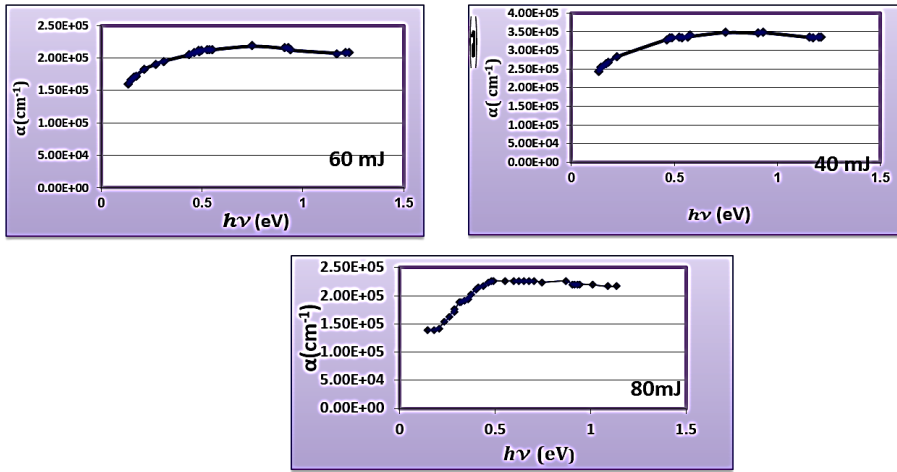
الشكل (1) مخطط حيود الاشعة السينية لشريحة (Ge) الغير مطعمة



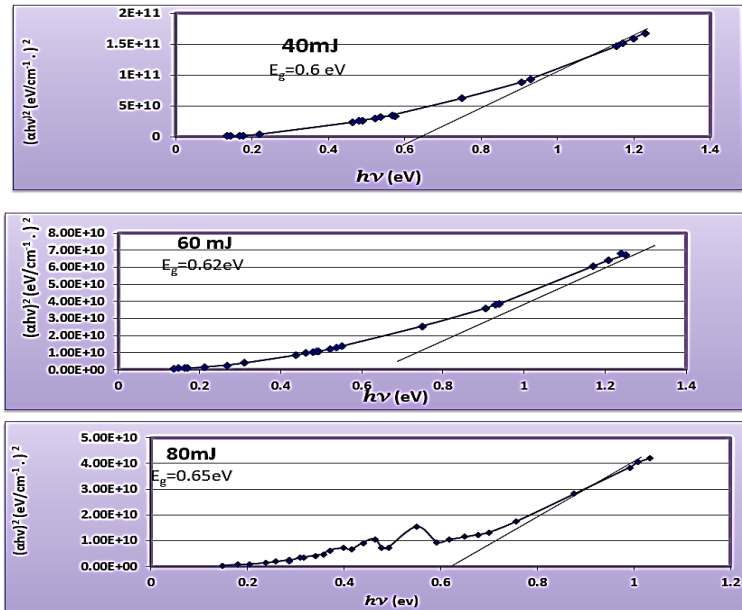
الشكل (2) مخطط حيود الاشعة السينية لشريحة (Ge:Cu) التي قصفت بشدة بطاقة (40 mj)



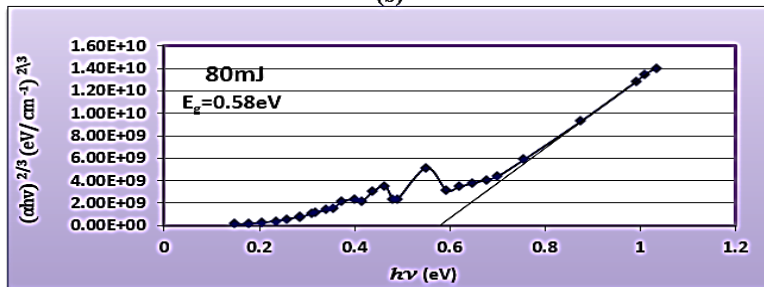
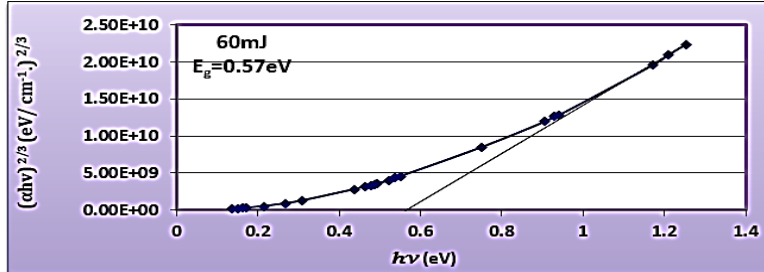
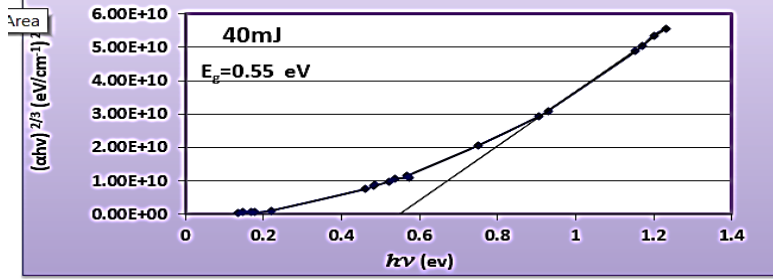
الشكل (3) التفادية كدالة للعدد الموجي لشرائح Ge المطعمة وغير المطعمة الشكل (4) الامتصاصية كدالة للعدد الموجي لشرائح Ge المطعمة وغير المطعمة



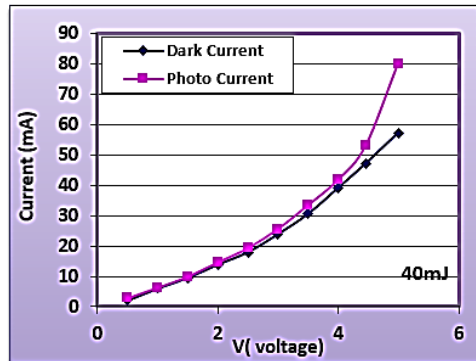
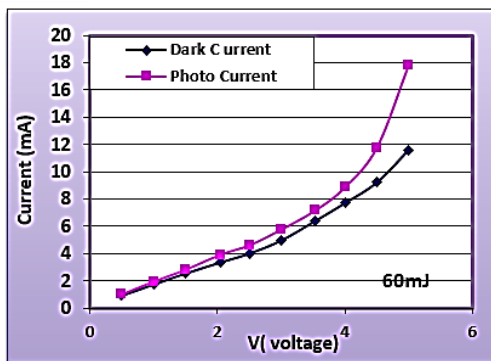
الشكل (5) تغير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون



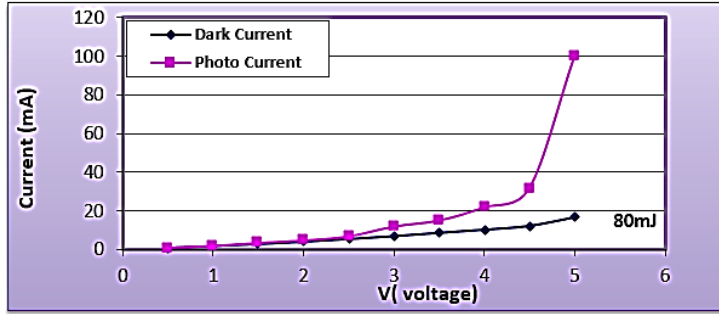
الشكل (6) الانتقالات الإلكترونية المباشرة المسموحة



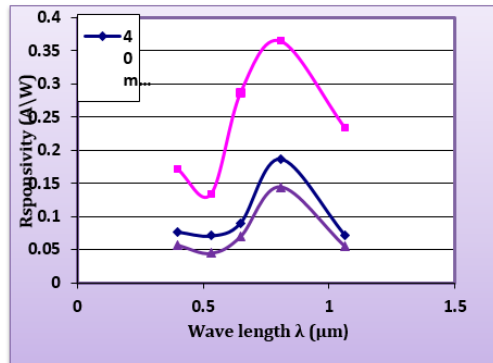
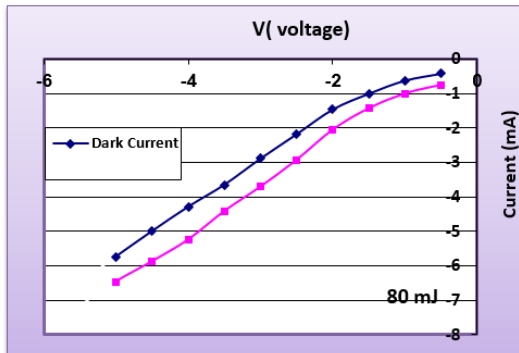
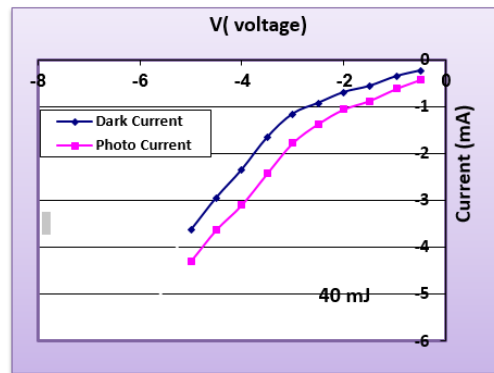
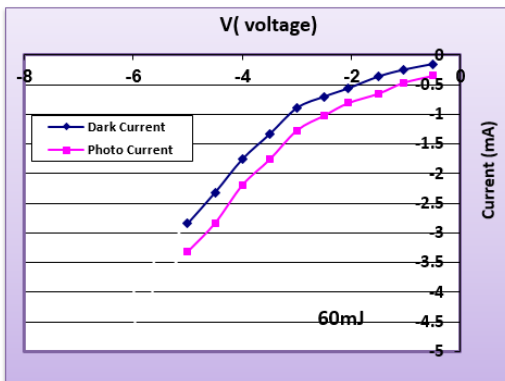
الشكل (7) الانتقالات الالكترونية المباشرة الممنوعة







الشكل (8) العلاقة بين التيار والفولتية في حاشي الظلام والإضاءة للانحياز الامامي



الشكل (10) العلاقة بين الاستجابة والطول الموجي وللنواشف (Ge:Cu) الثلاثة