

**"تصنيع دروع جديدة واقية من الاشعاع ومضادة للبكتريا من مواد متراكبة نانوية  
ثلاثية التركيب بكلفة قليلة وكفاءة عالية"**

**"Manufacture new protective shields of radiation and  
antibacterial from triple component nanocomposites in low  
cost and higher efficiency"**

#### **الاسماء**

**1.مقدم الطلب: نور حيدر عباس**

**مكان العمل: كلية المستقبل الجامعة الاهلية/ قسم الفيزياء الطبية**

**e-mail: ameeremad301@gmail.com**

**رقم الهاتف: 07818274488**

**عنوان السكن: حي البكرلي/ الحلة/ بابل**

**2. أ.د. مجيد علي حبيب**

**مكان العمل: جامعة بابل/ كلية التربية للعلوم الصرفة/ قسم الفيزياء**

**e-mail: majeed.ali@uobabylon.edu.iq**

**رقم الهاتف: 07802560721**

**3. أ.م.د. أحمد هاشم محيسن**

**مكان العمل: جامعة بابل/ كلية التربية للعلوم الصرفة/ قسم الفيزياء**

**e-mail: ahmed\_taay@yahoo.com**

**ahmed.hashim@uobabylon.edu.iq**

**رقم الهاتف: 07713874940**

## الموجز

تم تصنيع دروع واقية من الأشعة الراديوية ومضادة للبكتريا بكلفة قليلة وكفاءة عالية من نوعين من المتراكبات النانوية تتكون مواد عضوية- غير عضوية وهي (بولي ستايرين PS-اوأكسيد الكروم  $Cr_2O_3$ - زنك كوبلت فرايت  $ZnCoFe_2O_4$ ) و (بولي ستايرين PS-اوأكسيد الانديوم  $In_2O_3$ -زنك كوبلت فرايت  $ZnCoFe_2O_4$ ) تتميز بكونها دروع واقية من الأشعاع ومضادة للبكتريا. قيست الخواص البصرية لكلا النوعين من المتراكبات النانوية وتبين ان الامتصاصية البصرية ومعامل الامتصاص للمتراكبات النانوية ( $PS-Cr_2O_3$ ) و ( $PS-In_2O_3$ ) يزدادان وفجوة الطاقة تقل بزيادة تركيز زنك كوبلت فرايت ( $ZnCoFe_2O_4$ ). ودرست الخواص الكهربائية للمتراكبات النانوية وأوضحت ان ثابت العزل والفقدان العزلي والتوصيلية الكهربائية المتناوبة للمتراكبات النانوية ( $PS-Cr_2O_3$ ) و ( $PS-In_2O_3$ ) تزداد مع زيادة تركيز زنك كوبلت فرايت ( $ZnCoFe_2O_4$ ). تم تطبيقها كدروع واقية من الأشعاع، ووضحت النتائج ان كلا النوعين من المتراكبات

( $PS-Cr_2O_3/ ZnCoFe_2O_4$ ) و ( $PS-In_2O_3/ ZnCoFe_2O_4$ ) يمتلكا معاملا توهين عالي وتمتاز المواد المصنعة برخص ثمنها، خفة وزنها، ووفرتهها. كذلك تم تطبيق المواد المصنعة كمواد مضادة للبكتريا، وبينت النتائج ان المواد المصنعة لها فعالية عالية كمواد مضادة للبكتريا لكلا نوعيها موجبة الغرام وسالبة الغرام.

## Summery

The irradiation shielding and antibacterial from two types of organic-inorganic nanomaterials are (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) and (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) have been manufactured which are excellent irradiation shielding and antibacterial with low cost and higher efficiency. The optical properties for two types of nanocomposites were studied. The results show that the absorbance, absorption coefficient are increased and the energy band gap decreases for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) with increasing of the ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles concentrations .

The electrical properties of nanocomposites were studied which are found dielectric constant, dielectric loss and the electrical conductivity of (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and(PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) increase with increasing of the ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles concentrations. The nanocomposites were applied as an irradiation shielding and the results show that the two types of nanocomposites (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) and (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) have attenuation coefficient of radiation reach to the attenuation coefficient of lead and concrete. The manufactured materials have low cost, light weight and available. Also, the manufactured materials were applied as an antibacterial material. The results showed that the manufactured materials have higher activity as an antibacterial materials for the two types gram-positive and gram-negative.

## المفصل

### المقدمة

تتميز المتراكبات البوليمرية النانوية (عضوية- غير عضوية) بصفات تجمع بين الخواص الكهربائية، الميكانيكية والبصرية الجيدة للمواد غير العضوية مع خفة الوزن، قلة الكلفة، الوفرة في الطبيعة، سهولة القولية والتصنيع، مقاومة للاكسدة وغيرها الصفات التي تمتاز بها البوليمرات، وبذلك تمتاز المواد المصنعة بصفات الصنفين المذكورين. ونظرا" للحاجة الماسة والملحة كمواد طلاء مؤهنة لأشعة الرادار ولضرورة وجود مواد تقني من الأشعاع ذات الطاقة العالية وتكون مضادة للبكتريا والميكروبات في الوقت نفسه. تم تصنيع هذه المواد لتفي بالتطبيقات المذكورة وبكفاءة عالية [1] .

يتم حساب معامل الامتصاص للمتراكبات النانوية بدلالة الامتصاصية وحسب من المعادلة

التالية [2] :

$$\alpha = 2.303A/t \quad \dots\dots\dots (1)$$

حيث A: تمثل الامتصاصية و t: تمثل سمك العينة.

تم حساب فجوة الطاقة للانتقالات الالكترونية للمواد المتراكبة تعطى بالعلاقة التالية [3,4] :

$$\alpha h\nu = B(h\nu - E_g)^r \quad \dots\dots\dots(2)$$

حيث B: ثابت،  $h\nu$  : تمثل طاقة الفوتون،  $E_g$ : تمثل فجوة الطاقة البصرية و  $r = 2$  للانتقال غير المباشر المسموح.

يتم حساب معامل الخمود (k) من العلاقة التالية [5] :

$$k = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \quad \dots\dots\dots (3)$$

بحيث ان  $\lambda$  : هو الطول الموجي .

ويتم حساب معامل الانكسار (n)، وثوابت العزل الحقيقي  $\epsilon_1$  والخيالي  $\epsilon_2$  والتوصيلية البصرية  $\sigma$  من العلاقات التالية [6] :

$$n = \frac{1 + \sqrt{R}}{1 - \sqrt{R}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\epsilon_1 = (n^2 - K^2) \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\epsilon_2 = (2nK) \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$\sigma = \frac{\alpha n c}{4\pi} \quad \dots\dots\dots(7)$$

وإن التوصيلية الكهربائية المتناوبة للمتراكبات النانوية تعطى بالعلاقة التالية [7] :

$$\sigma_{AC} = W \epsilon'' \epsilon_0 \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\epsilon'' = \epsilon' D \quad \dots\dots\dots(9)$$

حيث ان  $\epsilon''$  : الفقدان العزلي

تم حساب نصف عمر الفلورة والنتاج الكمي من المعادلات التالية [8] :

$$\tau_F = \frac{a \times \tau_{fRB}}{a_{RB}} \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$\phi_F = \frac{\int F(\nu') d\nu'}{\int \epsilon(\nu') d\nu'} \quad \dots\dots\dots(11)$$

حيث ان  $\tau_F$  = عمر النصف للفلورة،  $Q_F$  = النتاج الكمي للفلورة.

يتم حساب فقدان الانعكاسية RL للموجات الراديوية من العلاقة التالية [9] :

$$RL = 20 \log |S_{11}| \quad \dots\dots\dots(12)$$

## الفن السابق

في (2011) درس الخواص الكهربائية لمركبات (PS-Cu<sub>2</sub>O) وجدوا أن التوصيل الكهربائي للتيار المتردد للمركبات يزداد مع زيادة تواتر المجال الكهربائي المطبق ومحتوى أكسيد النحاس [10].

في (2014) درس تحضير مركبات (PS-PMMA-ZnCl<sub>2</sub>) ودراسة خواصها الكهربائية والبصرية. وجدوا أن الامتصاص كبير جداً في منطقة الأشعة فوق البنفسجية ويزداد مع زيادة تركيز كلوريد الزنك. معامل الامتصاص أصغر ومستقر في طاقة الفوتون المنخفضة. سوف يزداد معامل الامتصاص والانقراض نتيجة لمراكز التشتت في المركبات. تزداد قيم معامل الانكسار (n) للمركبات أضعافاً مضاعفة مع زيادة طاقة الفوتون. يُظهر ثابت العزل الحقيقي والخيالي الزيادة الأسية مع زيادة طاقة الفوتون الساقط. تزداد الثوابت البصرية بزيادة تركيز كلوريد الزنك [11].

في (2015) درسو خصائص امتصاص الميكروويف لجسيمات الحديد النانوية المحضرة بالطحن الكروي . وجدوا انه لم يلاحظ اي امتصاص كبير للميكرويف للعينات غير المدعومة. تختفي الموجة المنعكسة من العينات المدعومة في منطقة التردد المنخفضة بالقرب من 6 كيكاهيرتز، تشير الى وجود رنين مطابقة الطور وفقاً لذلك لوحظ انخفاض شديد في RL عند ترددات الرنين [12].

في (2017) درسوا التطورات الحديثة في مواد امتصاص الميكروويف المعتمدة على البوليمر. لقد وجدوا مساحة فارغة عالية في هذه الكرات المجهرية المتعددة التي توفر مواقع أكثر نشاطاً لانعكاس وتشتت موجات EM العارضة من الكرات المجهرية PEDOT الصلبة [13].

في (2018) درسوا تركيب مزيج البوليمر الحيوي- جزيئات النيتريد المعدنية النانوية للنشاط المضاد للبكتيريا ضد *E. coli*. ووجدوا أن قطر منطقة التثبيط يزداد مع زيادة تراكيز جزيئات TiN النانوية [14]

في العمل الحالي تم تحضير انواع جديدة من المترابكات النانوية المغناطيسية ثلاثية التركيب من بولمر عضوي/ اوكسيد معدن- فرأيت نانوي التي تمتاز بخصائصها الفيزيائية والكيميائية الجيدة وتطبيقها كدروع موهنة للموجات المايكروية ومضادة للبكتريا بأنواعها موجبة الغرام-سالبة الغرام يمتاز العمل الحالي عن الاعمال الاخرى لباحثين اخرين بحداثة العمل وقلة كلفته وتصنيع انواع حديثة من مواد مترابكة نانوية ثلاثية مغناطيسية تتميز بتوهينها العالي وصديقة للبيئة ومضادة للبكتريا

### طريقة العمل

تم تحضير النوعين من المواد المترابكة النانوية بتراكيز مختلفة من البوليمر، اوكسيد الكروم النانوي و اوكسيد الانديوم النانوي وزنك كوبلت فرايت. حضرت المركبات النانوية بنسب وزنية مختلفة من البولي ستايرين (90 wt.%)، وتم اضافة اوكسيد الكروم النانوي و اوكسيد الانديوم النانوي كل منهما على انفراد الى البوليمر وبعدها تم اضافة زنك كوبلت فرايت لكل واحد منهم بتراكيز مختلفة هي (0، 2، 4، 6، 8) نسبة وزنية مئوية، وعلى شكل اغشية بطريقة الصب لتطبيقها بيولوجيا" وكدروع واقية من الاشعاع. قيست الخواص الكهربائية باستعمال Keithley electrometer type 2400 source mater و الخواص البصرية باستعمال double beam spectrophotometer (shimadzu, UV- 1800 oA) ضمن طول موجي  $(260-820) \text{ cm}^{-1}$ . تم قياس فقدان الانعكاسية للموجات الراديوية باستعمال Vector Network Analyzer (VNA) type Anritsu-MS4642A. تم اجراء التطبيق البيولوجي

للمواد المترابطة النانوية على نوعين من البكتريا سالبة الجرام ( سيدوموناس فلوريسينس pseudomonas flouercens ) وموجبة الجرام (المكورات العنقودية الذهبية staphylococcus aureus) وذلك بقياس قطر منطقة التثبيط ( المنطقة المحيطة بالمادة المترابطة النانوية والتي تم تحوي على البكتريا الميتة) .

### النتائج والمناقشة

الشكلان (1) و(2): يوضحان الصور المجهرية للمترابكات النانوية (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) و(PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) بتراكيز مختلفة من ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> بقوة تكبير (10X) عندما تزداد نسبة تركيز الجسيمات النانوية ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> فان جزيئات المادة المضافة سوف تشكل شبكة داخل (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) و(PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) [15].

اما الشكلان (3) و(4): يوضحان صور المسح المجهرية الالكتروني للمترابكات النانوية (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) و(PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) وتم استخدامه لدراسة التوافق بين المكونات المختلفة للجسيمات النانوية (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) و(PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) و(ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) [16,17]. الشكلان (5) و (6): نلاحظ طيف تحويلات فورير للاشعة تحت الحمراء [18,19]

الشكلان (7) و(8): يوضحان تغير الامتصاصية للمركبات النانوية (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) و(PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) مع الطول الموجي، من الشكلان نلاحظ، ان الامتصاصية البصرية للمترابكات النانوية تزداد بزيادة تركيز ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> بسبب امتصاص الضوء الساقط بواسطة الإلكترونات الحرة [20,21].



الشكلان (9) و(10): يوضحان ان النفاذية تتناقص مع زيادة تركيز الجسيمات النانوية  $ZnCoFe_2O_4$  ، بسبب ان جزيئات  $ZnCoFe_2O_4$  النانوية المضافة التي تحتوي على الإلكترونات التي بإمكانها امتصاص الطاقة الكهرومغناطيسية للضوء الساقط والانتقال الى مستويات طاقة اعلى [22,23,24] .

ان تأثير  $ZnCoFe_2O_4$  على معامل الامتصاص موضح في الشكلان (11) و(12): نلاحظ ان معامل الامتصاص اقل من  $10^4 \text{ cm}^{-1}$  ويدل هذا ان نوع الانتقالات الالكترونية غير مباشر لكلا النوعين من المترابطات النانوية [25,26] .

تظهر الاشكال (13) و(14): حساب فجوة الطاقة للانتقال الغير مباشر المسموح للمترابطات النانوية ( $PS-Cr_2O_3/ZnCoFe_2O_4$ ) و( $PS-In_2O_3/ZnCoFe_2O_4$ )، بينما توضح الاشكال (15) و(16): حساب فجوة الطاقة للانتقال الغير مباشر الممنوع للمترابطات النانوية ( $PS-Cr_2O_3/ZnCoFe_2O_4$ ) و( $PS-In_2O_3/ZnCoFe_2O_4$ )، يتضح من هذه الاشكال ان قيم الفجوة تتناقص مع زيادة تركيز المادة المضافة ويعزى ذلك الى الزيادة الحاصلة في عدد المستويات الموضعية بين حزمة التكافؤ وحزمة التوصيل . ان العملية الانتقالية في هذه الحالة تجري على مرحلتين لانتقال الالكترون من حزمة التكافؤ الى المستويات الموضعية ثم الى حزمة التوصيل نتيجة لزيادة تركيز جزيئات ( $ZnCoFe_2O_4$ ) . هذا السلوك يعزى الى حقيقة ان التوصيل الالكتروني يعتمد على التركيز المضاف وكما مبين في الجدول (1) و(2) فجوة الطاقة للانتقال الغير مباشر المسموح والممنوع للمركبات النانوية الذي يقل بزيادة الجسيمات ( $ZnCoFe_2O_4$ ) [27].

**Table (1). The values of energy gap for the allowed and forbidden indirect transition for ( $PS-Cr_2O_3/ZnCoFe_2O_4$ ) nanocomposites.**

| $Cr_2O_3$ wt.% | The values of optical energy gap for the indirect transition (eV) |           |
|----------------|---|-----------|
|                | Allowed   | forbidden |
| 0              | 3.8   | 3.59      |
| 2              | 3.25  | 2.88      |
| 4              | 2.92  | 2.31      |
| 6              | 2.62  | 1.91      |
| 8              | 2.5   | 1.72      |

**Table (2). The values of energy gap for the allowed and forbidden indirect transition for (PS- In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)nanocomposites.**

| In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> wt.% | The values of optical energy gap for the indirect transition (eV) |           |
|-------------------------------------|---|-----------|
|                                     | allowed   | forbidden |
| 0                                   | 4.05  | 3.92      |
| 2                                   | 3.75  | 3.54      |
| 4                                   | 3.62  | 3.3       |
| 6                                   | 3.5   | 3.19      |
| 8                                   | 3.36  | 3.06      |

يوضحان الشكلان (17) و(18) تغير معامل الخمود مع الطول الموجي من خلال المعادلة (3) نلاحظ ان معامل الخمود يعتمد بصورة رئيسية على معامل الامتصاص، وان معامل الخمود يمتلك قيمة واطئة في منطقة الطيف فوق البنفسجي وانه يزداد زيادة كبيرة مع زيادة الطول الموجي في منطقة الطيف المرئي ويستمر حتى منطقة الطيف تحت الحمراء القريبة ، ويزداد مع زيادة تركيز المادة المضافة هذا ينسب الى زيادة معامل الامتصاص مع زيادة النسب الوزنية للمادة المضافة [28,29]. اما الشكلان (19) و(20) يوضحان تغير معامل الانكسار للمترابكات النانوية

(PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) و (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) كدالة للطول الموجي الذي تم ايجاده من العلاقة (4) ، ونلاحظ من الشكلان زيادة النسبة الوزنية للمضاف ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> للمواد (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) و(PS- In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) يؤدي الى زيادة معامل الانكسار ان سبب زيادة معامل الانكسار بزيادة المضاف يعود الى زيادة كثافة المترابكات النانوية الناتجة اي نتيجة لزيادة عدد الالكترونات الحرة . في المنطقة فوق البنفسجية نلاحظ قيمة اكبر لمعامل الانكسار وذلك للنفاذية القليلة في هذه المنطقة ، ولكن في المنطقة المرئية نلاحظ قيمة اقل وذلك للنفاذية العالية في هذه المنطقة [30,31,32].

ولقد تم حساب ثوابت العزل بجزئيه (الحقيقي والخيالي) للمترابكات النانوية بحيث ان الشكلان (21) و(23) يوضحان العلاقة بين ثابت العزل الحقيقي ( $\epsilon_1$ ) والطول الموجي للمترابكات النانوية (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) و(PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) اذ يبينان ان ( $\epsilon_1$ ) يعتمد بشكل كبير على قيمة معامل الانكسار ( $n^2$ ) لان قيمة ( $k^2$ ) صغيرة لذلك فان ثابت العزل الحقيقي يزداد مع زيادة تركيز المضاف ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>، اما الشكلان (22) و(24) يوضح العلاقة بين ثابت العزل الخيالي ( $\epsilon_2$ ) والطول الموجي للمترابكات النانوية (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) و(PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) ، نلاحظ من الشكلان ان ( $\epsilon_2$ ) يزداد كلما زادت نسبة التركيز للمادة المضافة لان قيم ثابت العزل تعتمد على قيمة معامل الخمود k التي تتغير كلما تغير معامل الامتصاص بسبب العلاقة الطردية بينهما [33,34].

الشكلان (25) و(26) يوضحان التوصيلية البصرية لكل العينات بحيث تقل بزيادة الطول الموجي وهذا السلوك يعزى الى ان التوصيلية تعتمد على الطول الموجي للاشعاع الساقط على عينات المركبات النانوية . زيادة التوصيلية عند اطوال موجية منخفضة بسبب الامتصاصية العالية للعينات في هذه المنطقة بينما التوصيلية البصرية تزداد بزيادة تراكيز الجسيمات النانوية ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> هذا السلوك يعزى الى انشاء مستويات في فجوة الطاقة ، بزيادة تراكيز الجسيمات النانوية ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> تزداد كثافة المستويات الموضعية وبالتالي يزداد معامل الامتصاص والتوصيلية البصرية [22,35,36].

يبين الشكلان (27) و(28) ان قياسات طيف الفلورة ظهرت في المنطقتين تحت الحمراء وفوق البنفسجية. ويبين الجدول (3) و(4) اهم الخواص البصرية الطيفية للبوليمر المطعم بالمادة النانوية . ويلاحظ من الجدول ان زيادة تركيز المادة النانوية يؤدي الى نقصان زمن عمر الفلورة وزيادة الكفاءة الكمية ضمن منطقة الاشعة تحت الحمراء ويعود السبب في ذلك الى ان زيادة التركيز تؤدي الى زيادة المستويات الطيفية البينية ضمن المستويات المثارة وبالتالي تقليل من العمليات الغير إشعاعية التي تؤثر على طيف الفلورة وبالتالي زيادة طيف الفلورة الذي ينعكس ايجاباً على قيم الكفاءة الكمية للفلورة ضمن مدى الطول الموجي للأشعة تحت مما يجعل هذا البوليمر يعمل كمتحسس للمنطقة تحت الحمراء

**Table (3). The lifetime and quantum yield to concentration of (PS- Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites.**

| C (ML) | $\tau_f$ (ns) | Q <sub>f</sub> |
|--------|---------------|----------------|
| 0%     | 0.132         | 0.82           |
| 2%     | 0.128         | 0.87           |
| 4%     | 0.125         | 0.92           |
| 6%     | 0.118         | 0.95           |
| 8%     | 0.109         | 0.97           |

**Table (4). The lifetime and quantum yield to concentration of (PS- In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites.**

| C (ML) | $\tau_f$ (ns) | Q <sub>f</sub> |
|--------|---------------|----------------|
| 0%     | 0.099         | 0.77           |
| 2%     | 0.097         | 0.79           |
| 4%     | 0.092         | 0.83           |
| 6%     | 0.088         | 0.87           |
| 8%     | 0.086         | 0.89           |

الشكلان (29) و(30) يوضحان ان ثابت العزل يزداد بزيادة التركيز وسبب الزيادة في قيمة ثابت العزل عند هذه التراكيز يرجع الى تكون شبكة من جسيمات مادة (ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) داخل المادة . فعند التراكيز الواطئة تكون جسيمات (ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) في شكل عناقيد او مجاميع مفصولة عن بعضها البعض وعندها ثابت العزل ثابت تقريبا . لذا يعتقد ان الزيادة الطفيفة في قيمة ثابت العزل ترجع الى زيادة حاملات الشحنة بزيادة تركيز (ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) التي ينتج عنها زياده في الشحنات المستقطبة ، ولكن عندما يكون التركيز المضاف عالي فان جسيمات المادة المضافة تكون شبكة متصلة داخل الوسط [37,38,39] .

اما الشكلان (31-32) يبينان ان ثابت العزل يقل بزيادة تردد المجال الكهربائي المسلط ، يعزى ذلك الى اتجاهات ثنائي القطب في عينات المترابكات النانوية في اتجاهات المجالات الكهربائية المسطحة وخفض الاستقطاب البيئي الى الاستقطاب الكلي [40,41].

الشكلان (33) و (34) يوضحان فقدان العزلي اذ يقل بزيادة تردد المجال الكهربائي المسلط ويعزى ذلك الى انخفاض الاستقطاب البيئي وفقدان العزل للمترابكات النانوية (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) و (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) يزداد مع زيادة تركيز الجسيمات النانوية ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> وهذا يوضح في الشكل (35) و (36) ويرجع ذلك الى زيادة عدد حاملات الشحنة [42] .

يوضح الشكلان (37) و (38) تغير التوصيلية الكهربائية المتناوبة للمترابكات النانوية (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) و (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) حيث نلاحظ ان التوصيلية الكهربائية المتناوبة تزداد بزيادة التركيز للمادة المضافة وهذه الزيادة ناشئة عن تأثيرات الشحنة الفراغية وتكون الايونات في شكل مجاميع او عناقيد مفصولة عن بعضها عندما تكون نسب الاضافات قليلة وتزداد التوصيلية بزيادة تركيز ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> نتيجة زيادة حاملات الشحنة الايونية وتكوين شبكة متصلة من ايونات ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> داخل المادة المترابكة وبذلك تزداد التوصيلية بزيادة التركيز [43] .

ويبين الشكلان (39) و (40) تغير التوصيلية الكهربائية للمترابكات ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> مع التردد ويظهر من الشكلان ان التوصيلية الكهربائية المتناوبة تزداد بزيادة كبيرة عند زيادة التردد من (10\*5 – 100Hz) وهذا يعود الى الاستقطاب البيئي الذي يحدث في الترددات الواطئة فضلا عن انتقال حاملات الشحنة بعملية الوثب وان زيادة التوصيلية تكون قليلة عند الترددات العالية وتعود هذه الزيادة الى الاستقطاب الالكتروني [44] .

يوضح الشكلان (41) و (42) منحنى فقدان الانعكاسية RL للمركبات النانوية (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) و (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) حيث يبين الاداء الممتاز لامتصاص الموجات الراديوية [45].

الشكلان (43) و(44) يوضحان تغير قطر منطقة التثبيط لنوعين من البكتريا سالبة الجرام ( سيدوموناس فلوريسينس *pseudomonas flouercens* ) وموجبة الجرام (المكورات العنقودية الذهبية *staphylococcus aureus*) للمتراكبات النانوية. ان قطر منطقة التثبيط يزداد بزيادة تركيز  $ZnCoFe_2O_4$  لكلا النوعين من البكتريا ويعزى ذلك الى ان المتراكبات النانوية وبوجود الماء على سطح الخلية البكتيرية تحدث عملية اكسدة ونتاج التفاعل يتولد بيروكسيد الهروجين ( $H_2O_2$ ) والذي يسبب بموت الخلية البكتيرية[46,47].

## التطبيقات

1. تم تطبيق المتراكبات النانوية المحضرة كدروع ومواد طلاء مضادة للبكتريا بنوعيتها موجبة الغرام وسالبة الغرام ويستفاد من هذه العمل في وزارة الصحة والبيئة.
2. المتراكبات المصنعة (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) , (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) تم تطبيقها كمواد مؤهنة لاشعة الرادار وبالتالي استخدامها كمواد طلاء مضادة للانعكاسية الموجات الراديوية ويستفاد من هذا في مجال الصناعة والمعادن.
3. يمكن تطبيقها في مجالات الالكترونية للخلايا الشمسية، الدايدود ، الترانسسترات والبوابات الالكترونية ويستفاد من هذا العمل في وزارة الصناعة والمعادن والكهرباء.

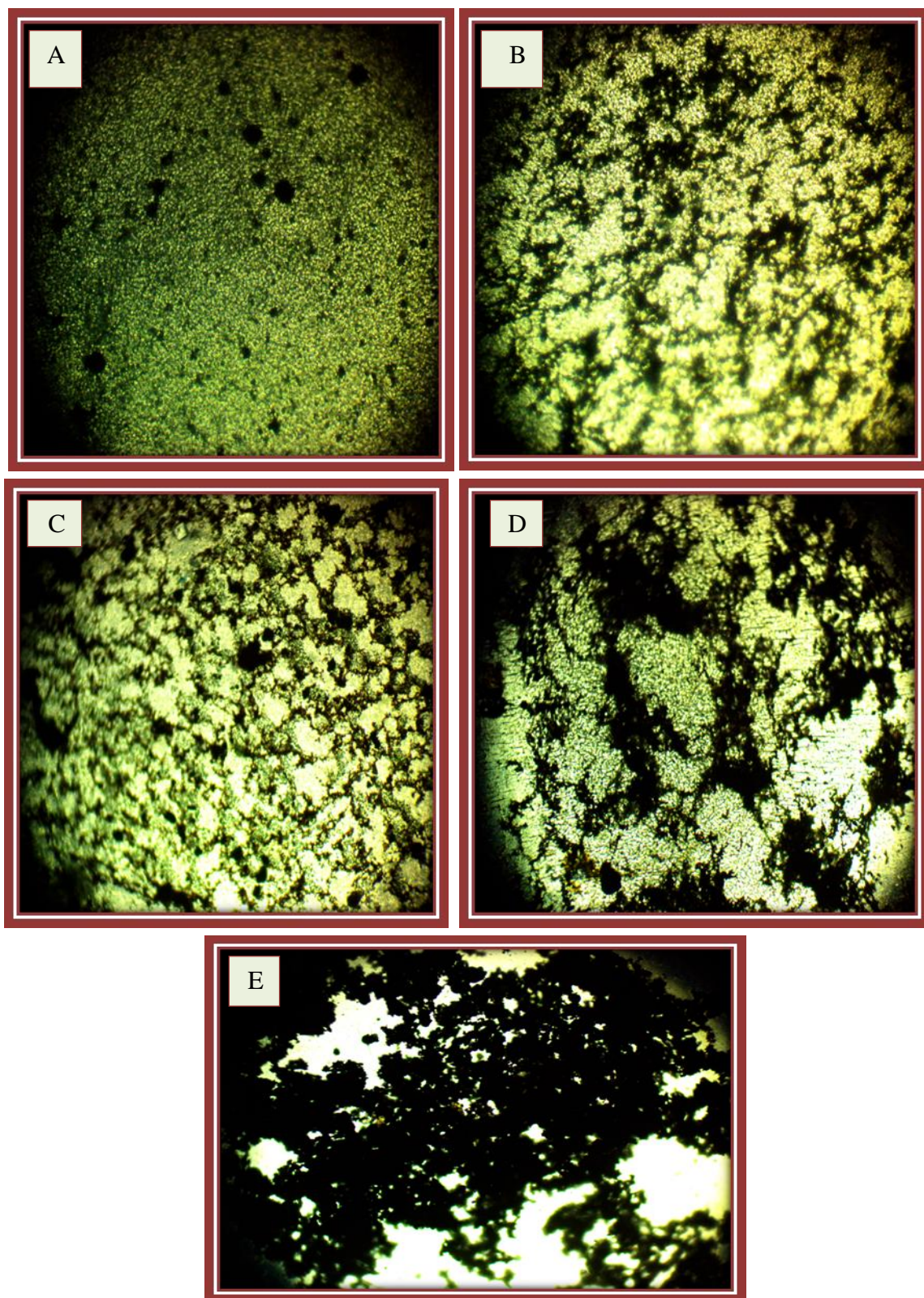
## المميزات

1. تمتاز المواد المترابطة البوليمرية النانوية بقدرتها على امتصاص الاشعاعات ذات الطاقات القليلة والعالية لذا يمكن استعمالها كدرع واقى من الاشعاع وذات معامل توهين عالى يمتاز بخفة الوزن، رخص الثمن بالاضافة الى امكانية تشكيلها بسهولة.
2. بالاضافة الى استعمال المواد المترابطة البوليمرية النانوية كدروع واقية من الاشعاع، امكن استعمالها كمواد مضادة للبكتريا وذات فعالية عالية، لذا يمكن استعمالها كمواد مضادة للبكتريا تستعمل كمواد طلاء للجدران تمنع تواجد البكتريا.

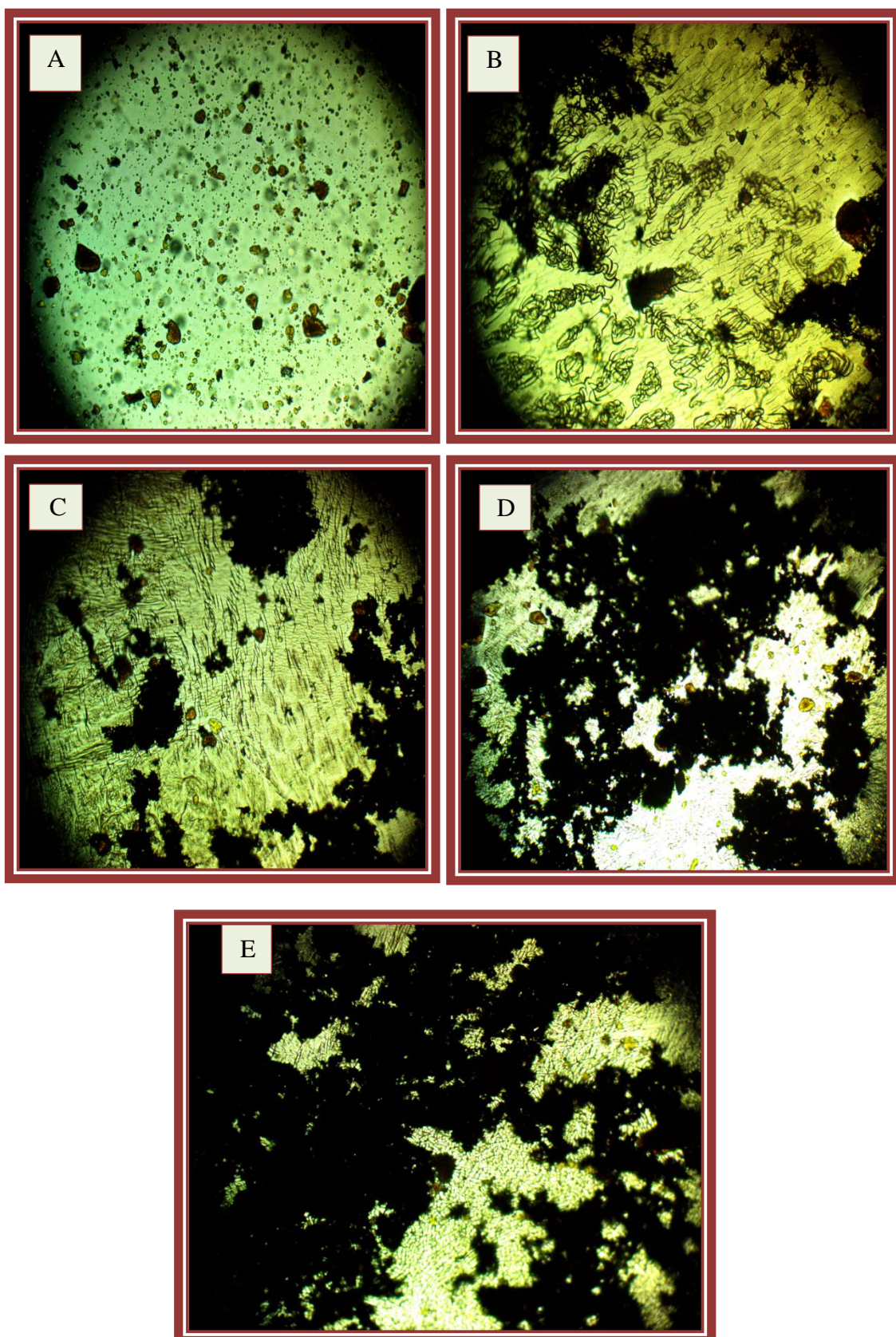


## الادعاءات

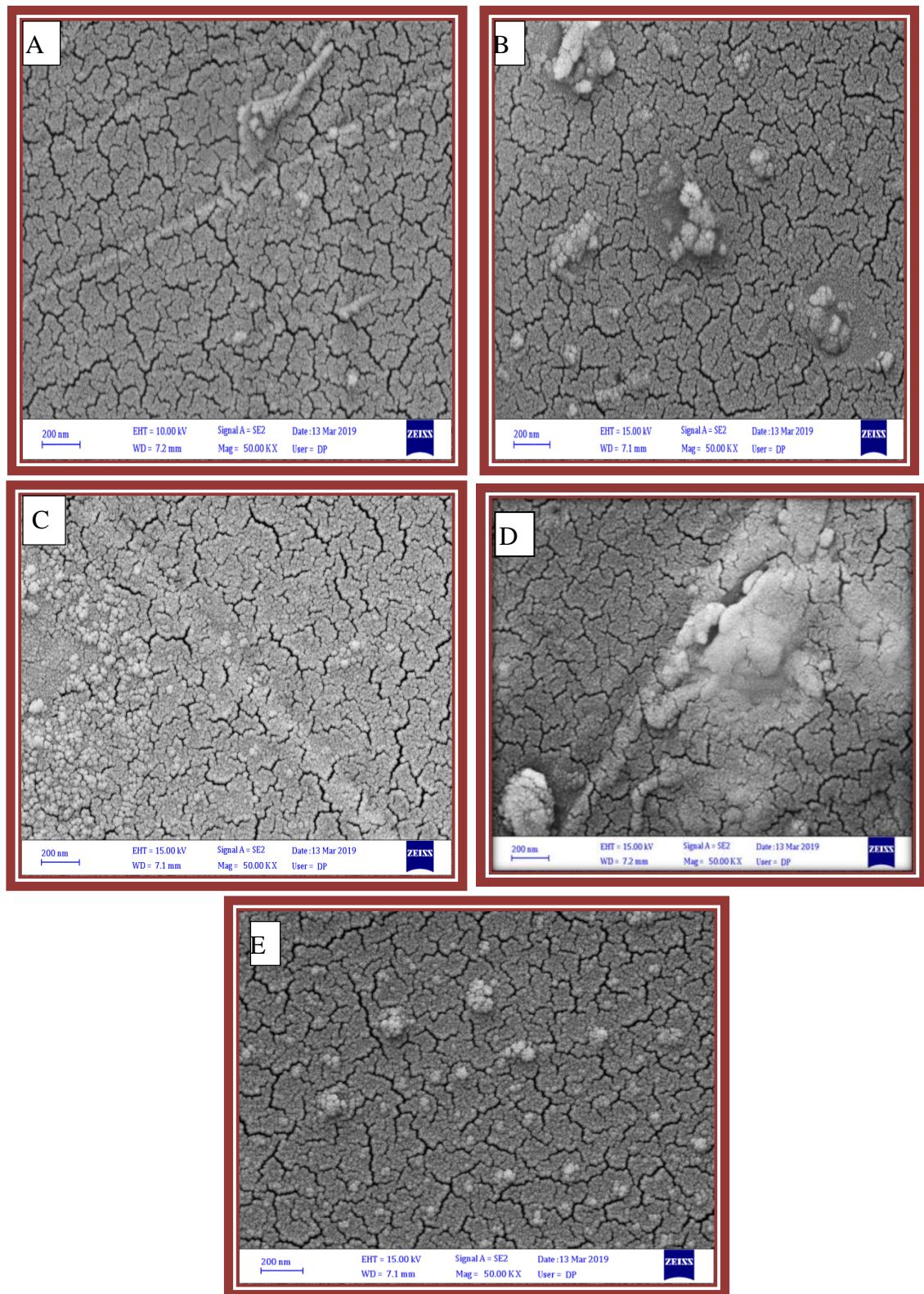
1. تصنيع دروع جديدة واقية من الاشعاع ومضادة للبكتريا من مواد متراكبة نانوية ثلاثية التركيب بكلفة قليلة وكفاءة عالية.
2. اشارة الى عنصر الحماية رقم (1) ان المتراكبات النانوية (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) و (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) حضرت بنسب وزنية مختلفة من جسيمات ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> النانوية وتتضمن (2,0، 4، 6 و 8) نسبة وزنية بحيث يتم تطبيقها كمواد مضادة للبكتريا بنوعها موجبة الغرام وسالبة الغرام في التطبيقات الطبية كمواد مضادة للبكتريا.
3. اشارة الى عنصر الحماية رقم (1) تم تطبيقها كمواد طلاء مضادة لانعكاسية الموجات الراديوية وبكلفة قليلة وكفاءة عالية.



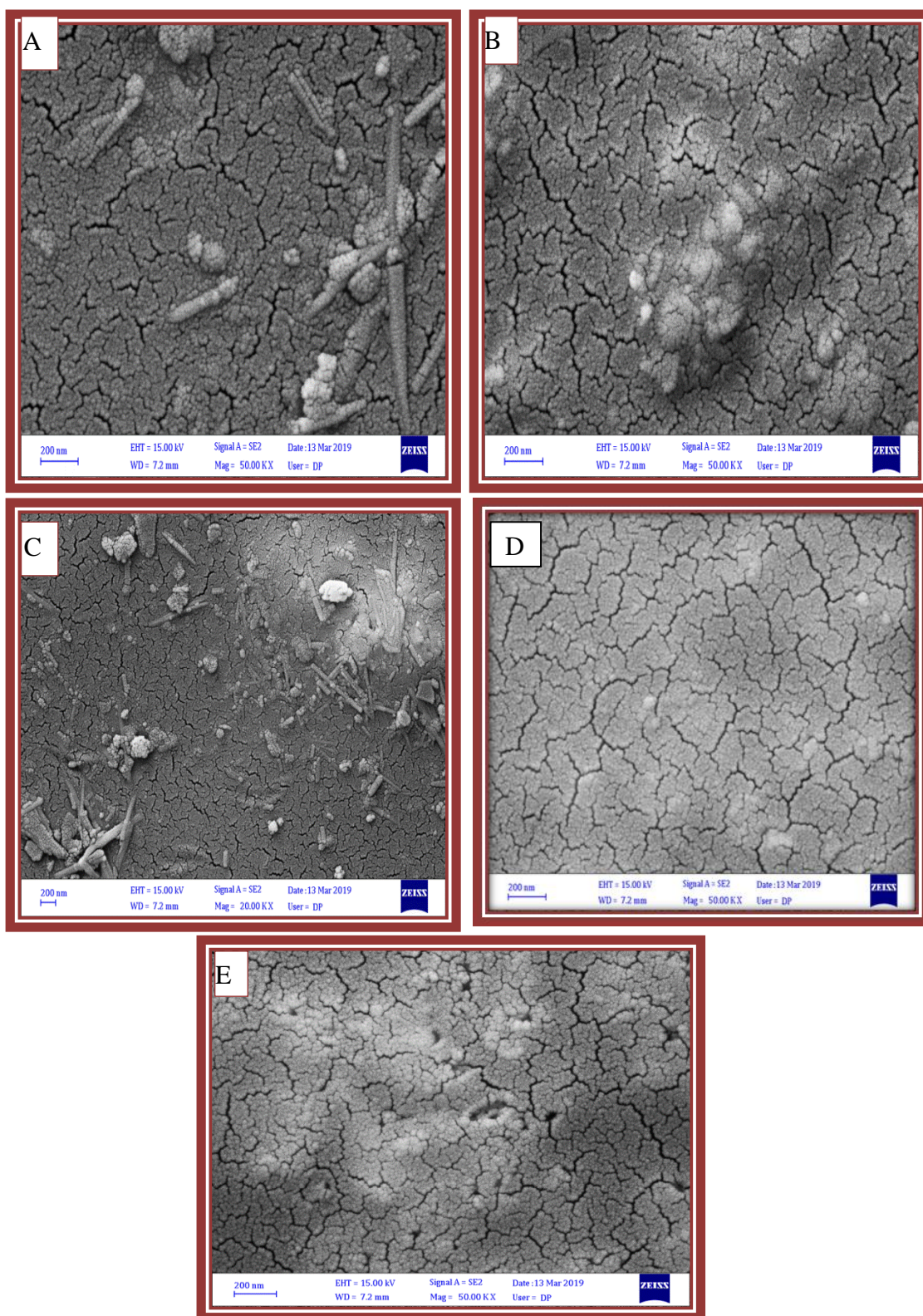
**Figure (1). Photomicrographs (10X) for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites (A) for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (B) for 2wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles, (C) 4wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles, (D) for 6wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles, (E) for 8wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles.**



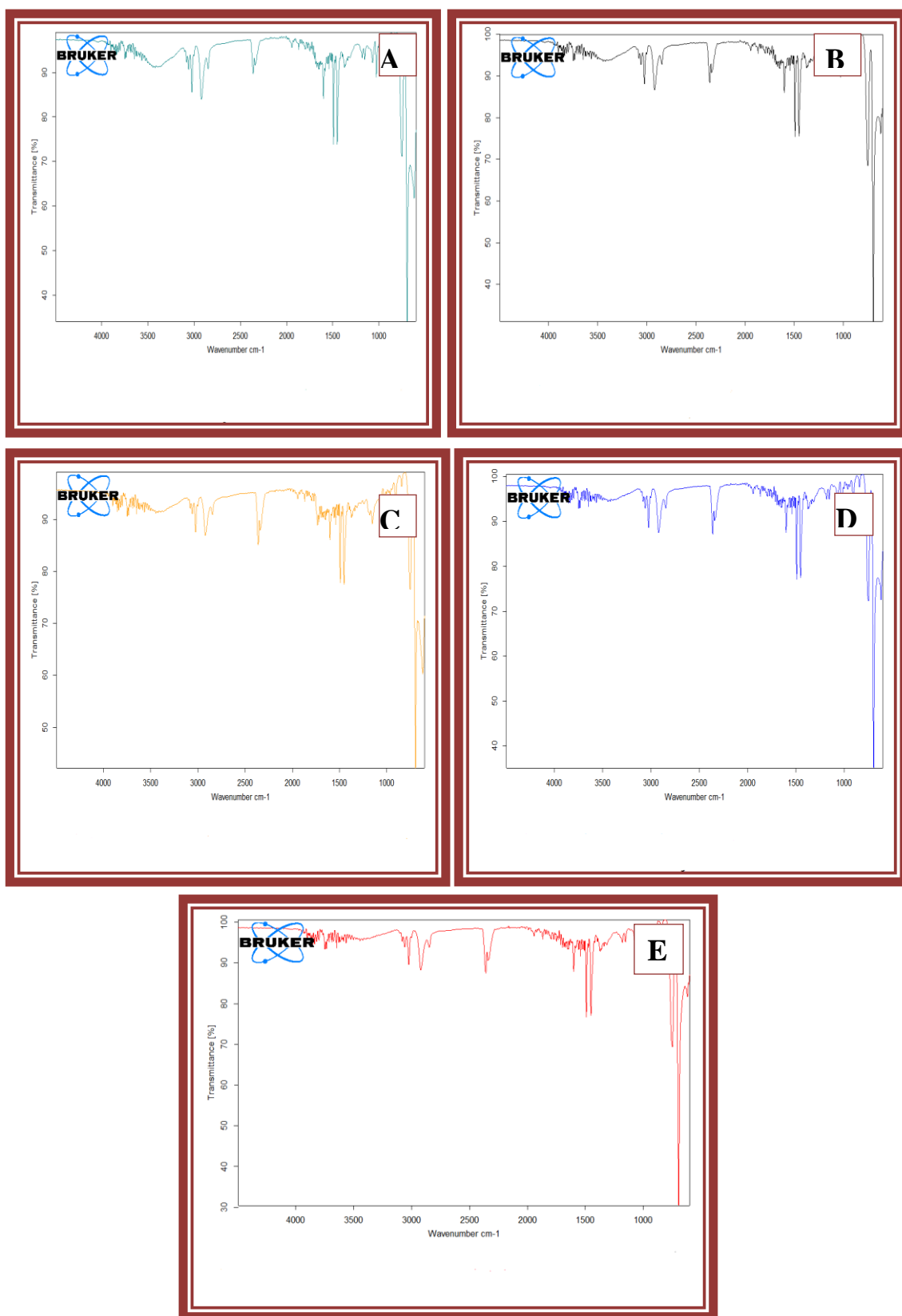
**Figure (2). Photomicrographs (10X) for (PS-  $\text{In}_2\text{O}_3$ /  $\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ ) nanocomposites (A) for (PS-  $\text{In}_2\text{O}_3$ ) (B) for 2wt.%  $\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$  nanoparticles, (C) for 4wt.%  $\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$  nanoparticles, (D) for 6wt.%  $\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$  nanoparticles, (E) for 8wt.%  $\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$  nanoparticles.**



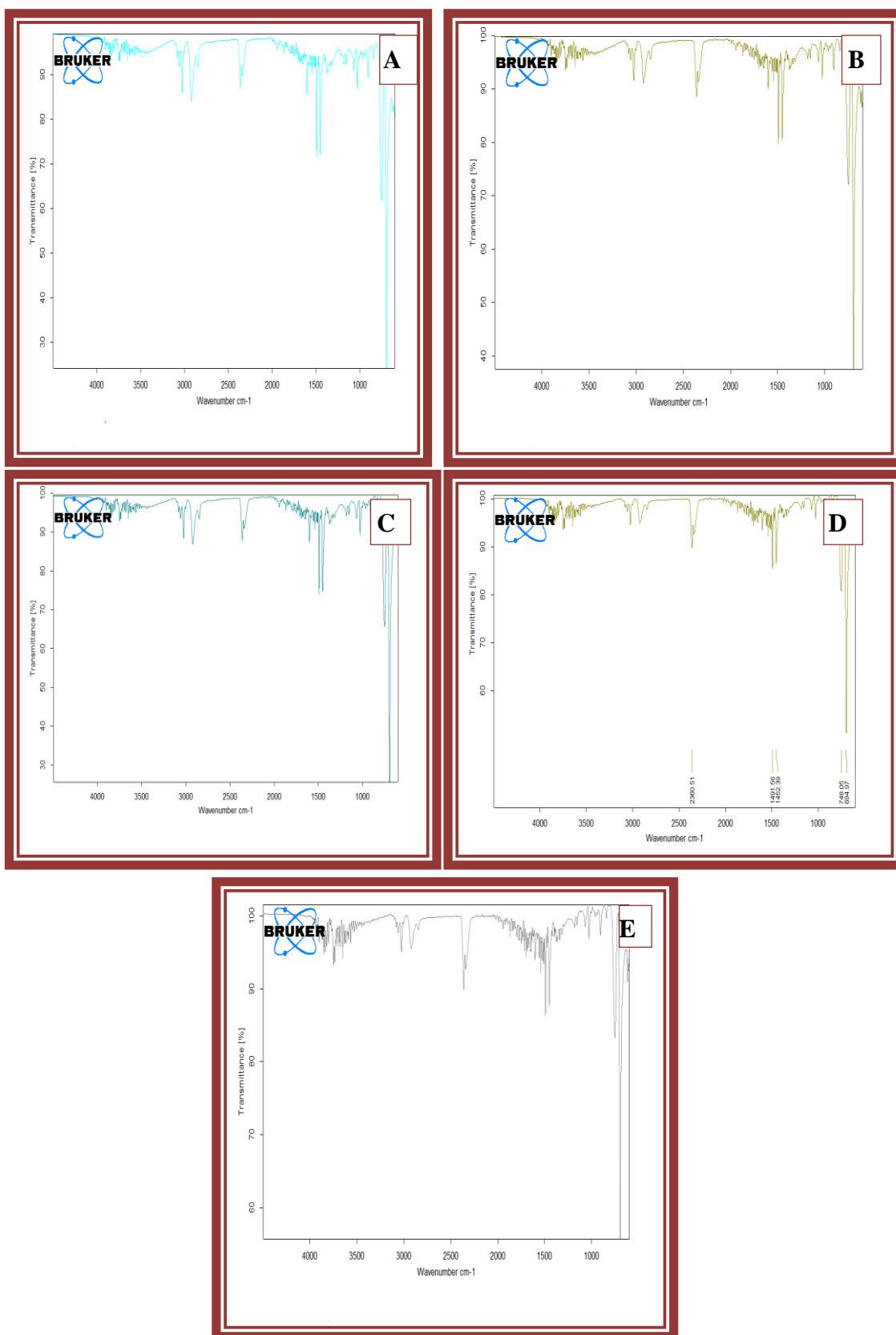
**Figure (3). SEM images of (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites, (A) for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), (B) 2wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles, (C) 4 wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles, (D) 6 wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles, (E) 8 wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles.**



**Figure (4). SEM images of (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites, (A) for (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), (B) 2wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles, (C) 4 wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles, (D) 6 wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles, (E) 8 wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles.**



**Figure (5). FTIR spectra for (PS-  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ /  $\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ ) nanocomposites (A) for (PS-  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), (B) 2 wt.%  $\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ , (C) 4 wt.%  $\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ , (D) 6wt.%  $\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ , (E) 8 wt.%  $\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ .**



**Figure (6). FTIR spectra for (PS- In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites (A) for (PS- In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), (B) 2 wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, (C) 4 wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, (D) 6 wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, (E) 8 wt.% ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.**

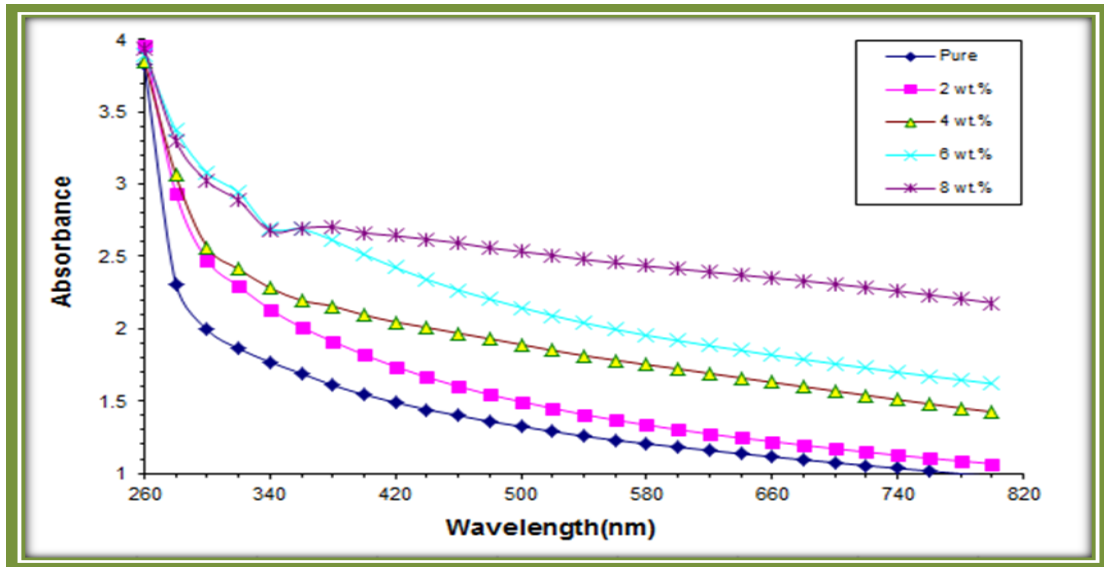


Figure (7) . Variation of absorbance for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with wavelength.

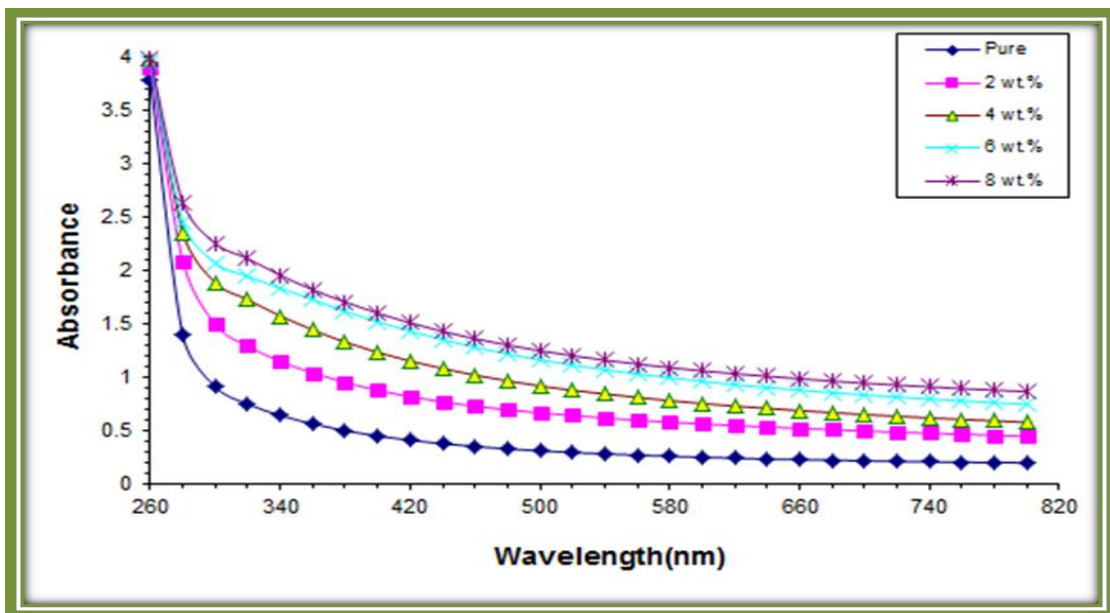


Figure (8) . Variation of absorbance for (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with wavelength



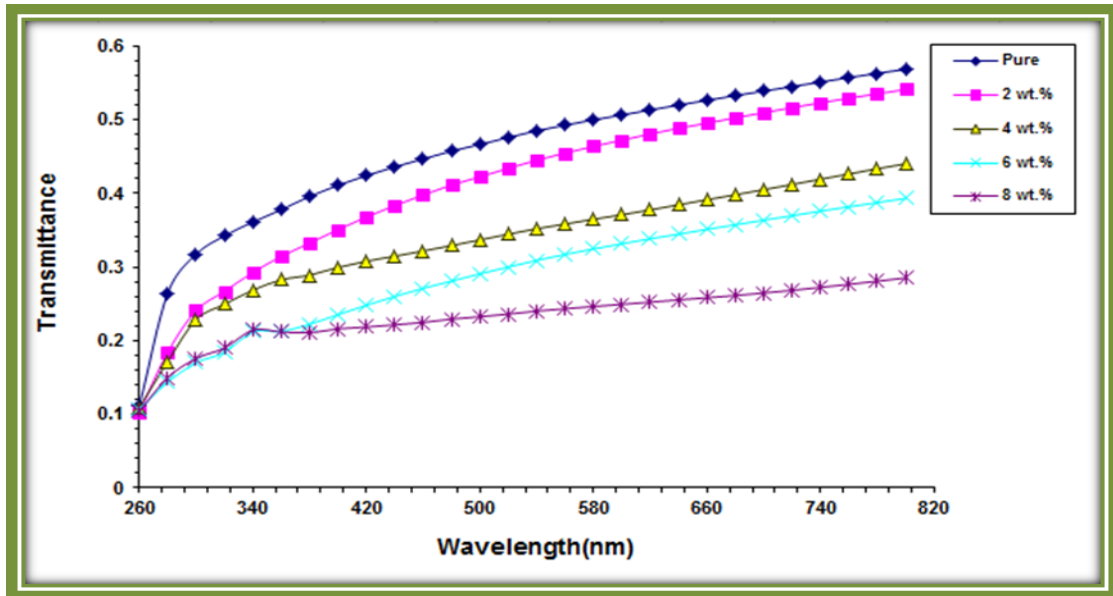


Figure (9). Variation of transmittance for (PS -Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with wavelength.

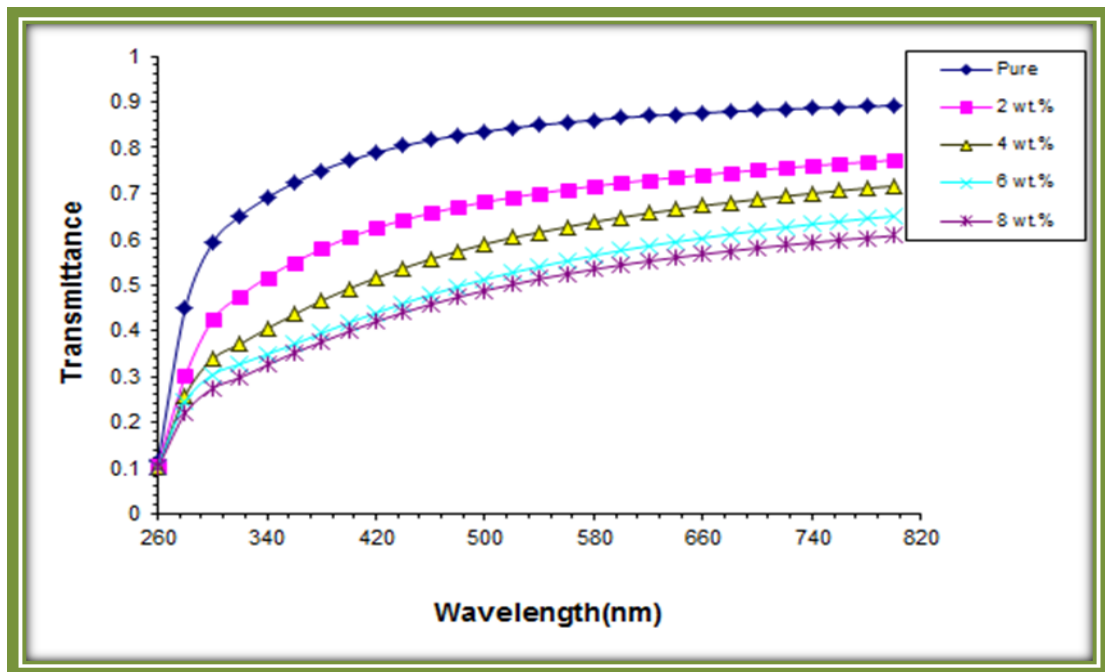


Figure (10). Variation of transmittance for (PS -In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with wavelength.

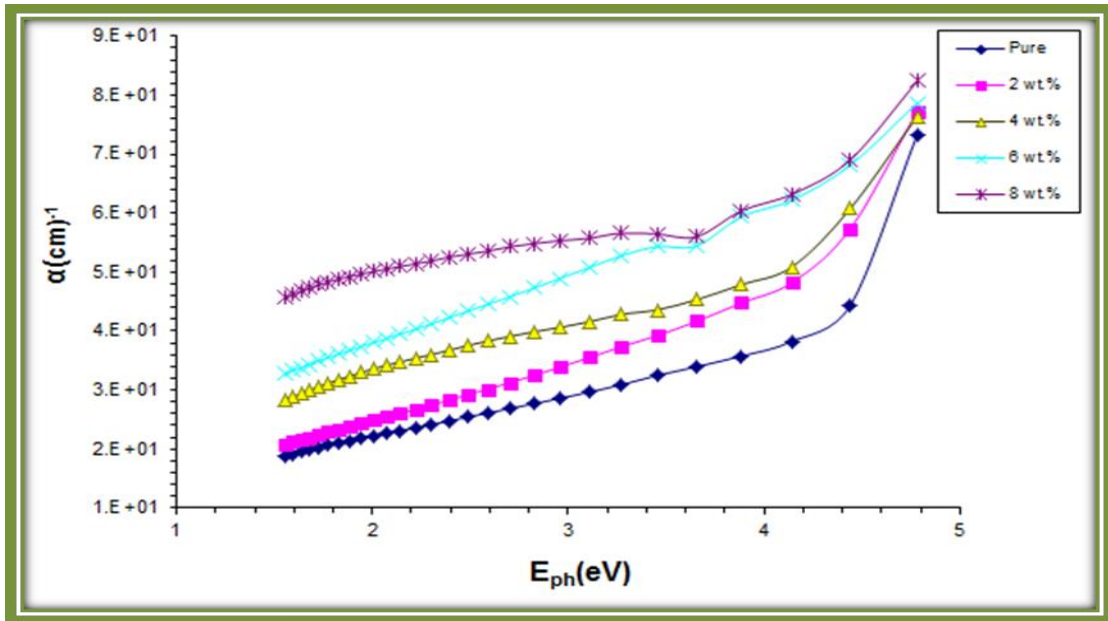


Figure (11). Variation of absorption coefficient ( $\alpha$ ) for (PS -Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with photon energy.

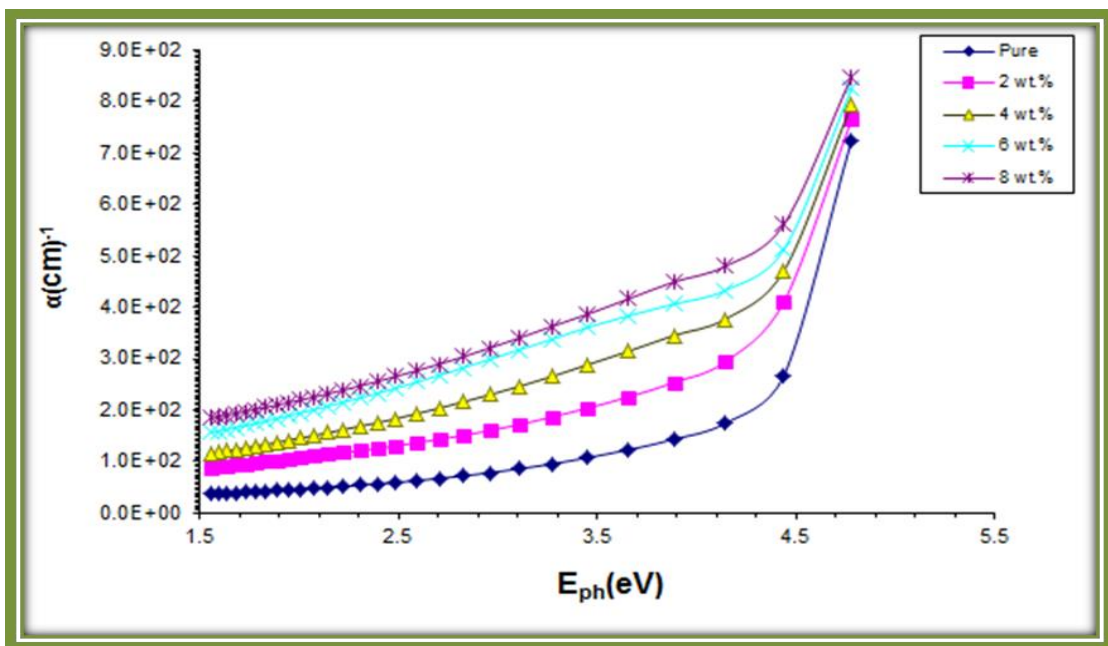


Figure (12). Variation of absorption coefficient ( $\alpha$ ) for (PS -In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with photon energy.

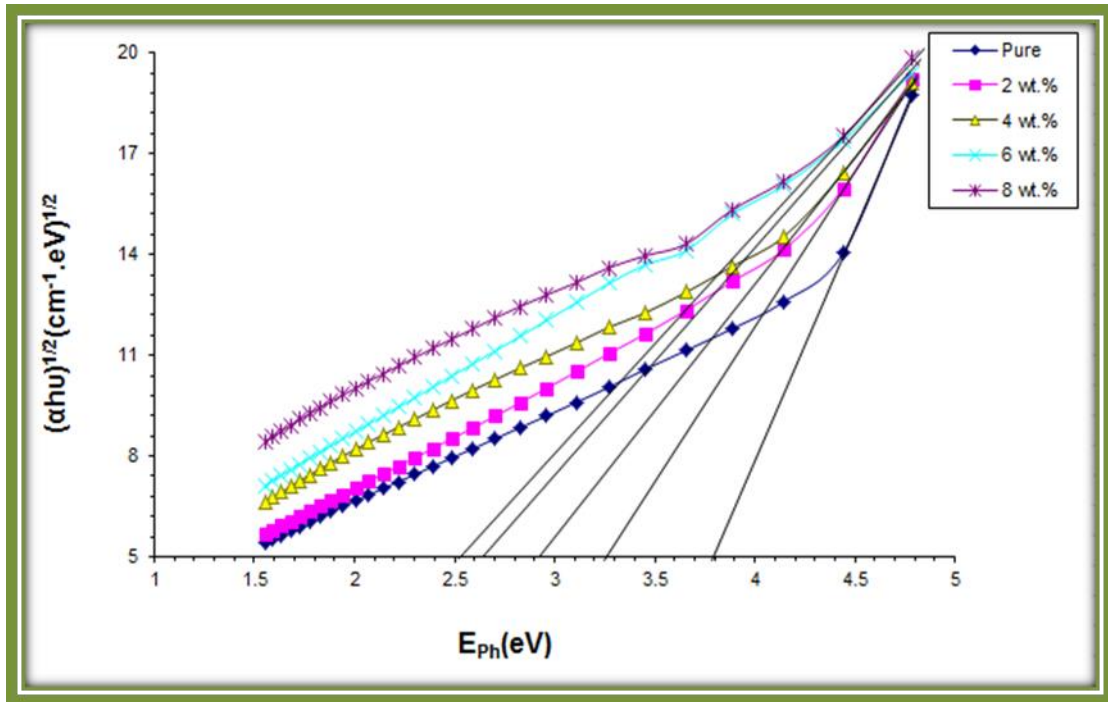


Figure (13). Variation of  $(\alpha h\nu)^{1/2}$  for (PS -Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with photon energy.

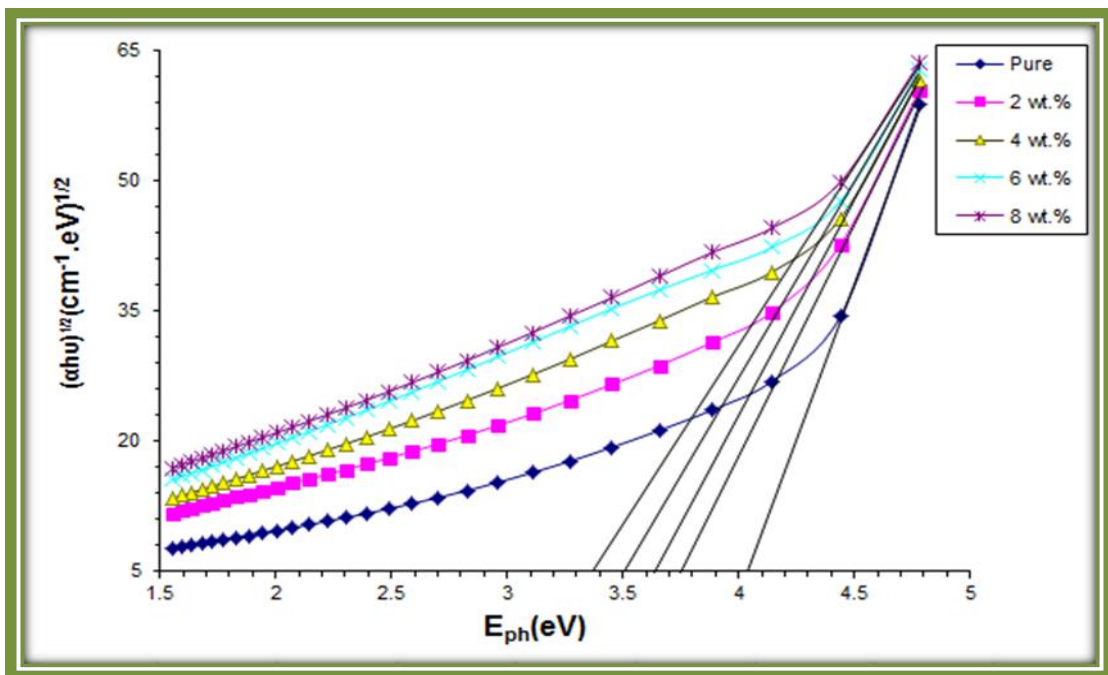


Figure (14). Variation of  $(\alpha h\nu)^{1/2}$  for (PS -In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with photon energy.

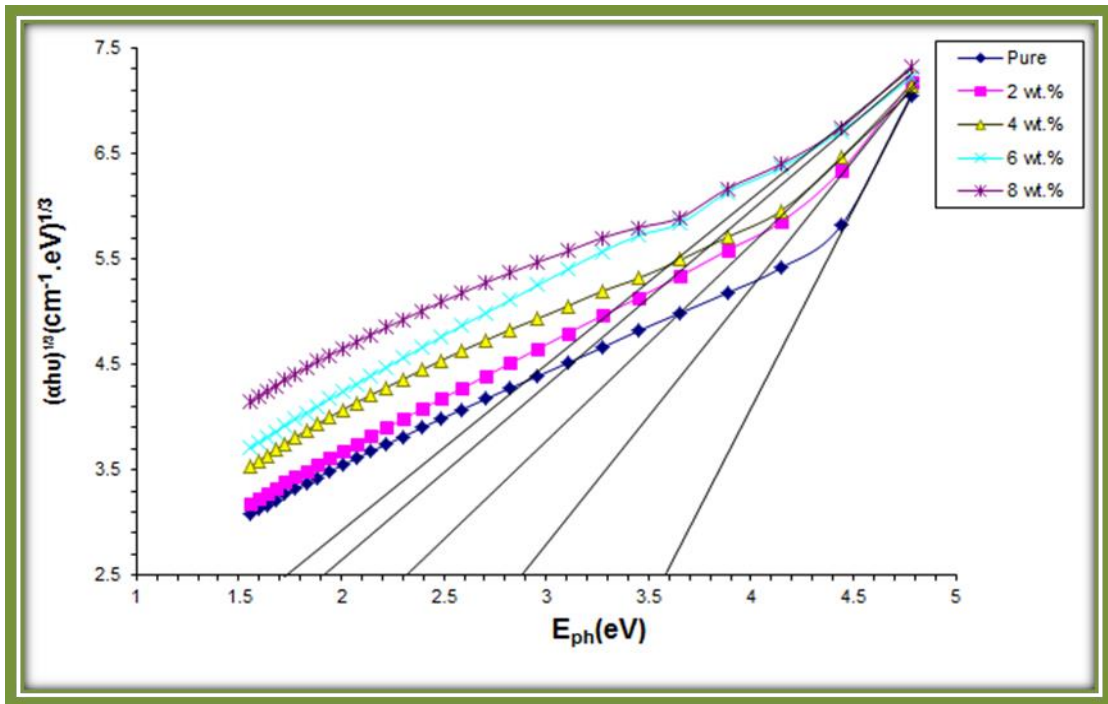


Figure (15). Variation of  $(\alpha h\nu)^{1/3}$  for (PS -Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with photon energy.

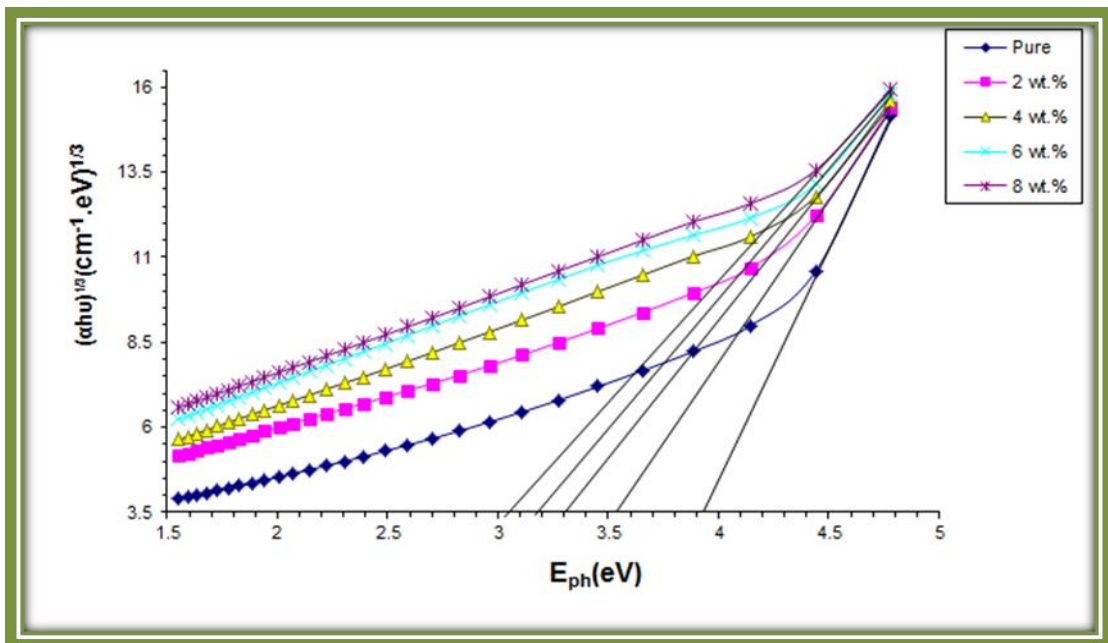


Figure (16). Variation of  $(\alpha h\nu)^{1/3}$  for (PS -In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with photon energy.

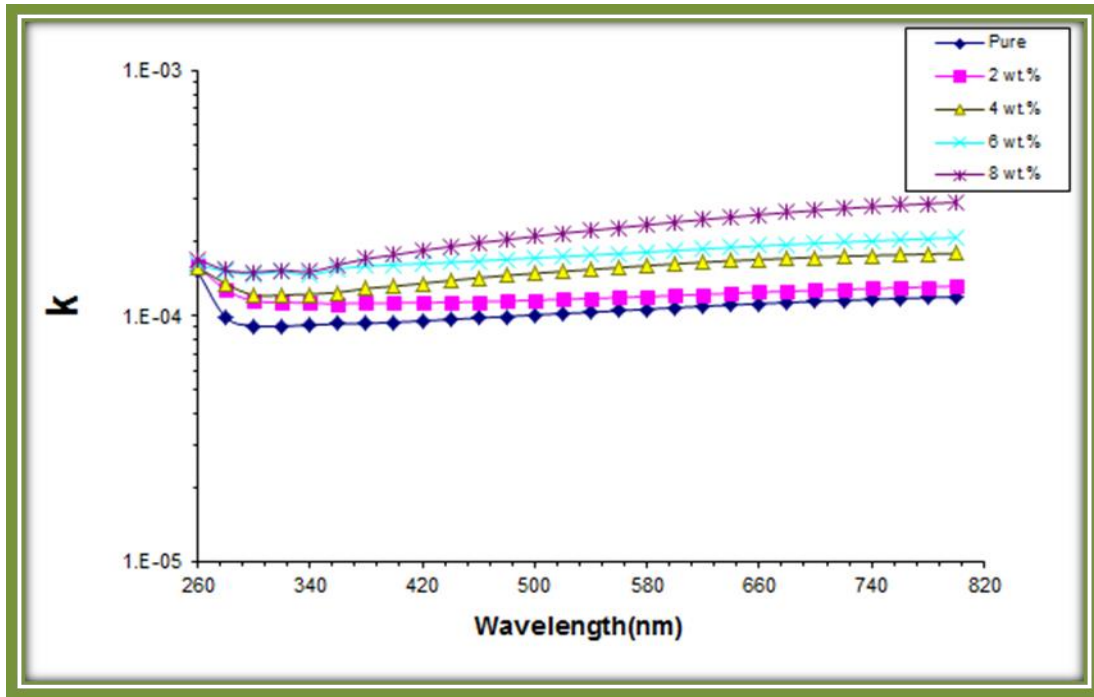


Figure (17). Variation of extinction coefficient for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with wavelength.

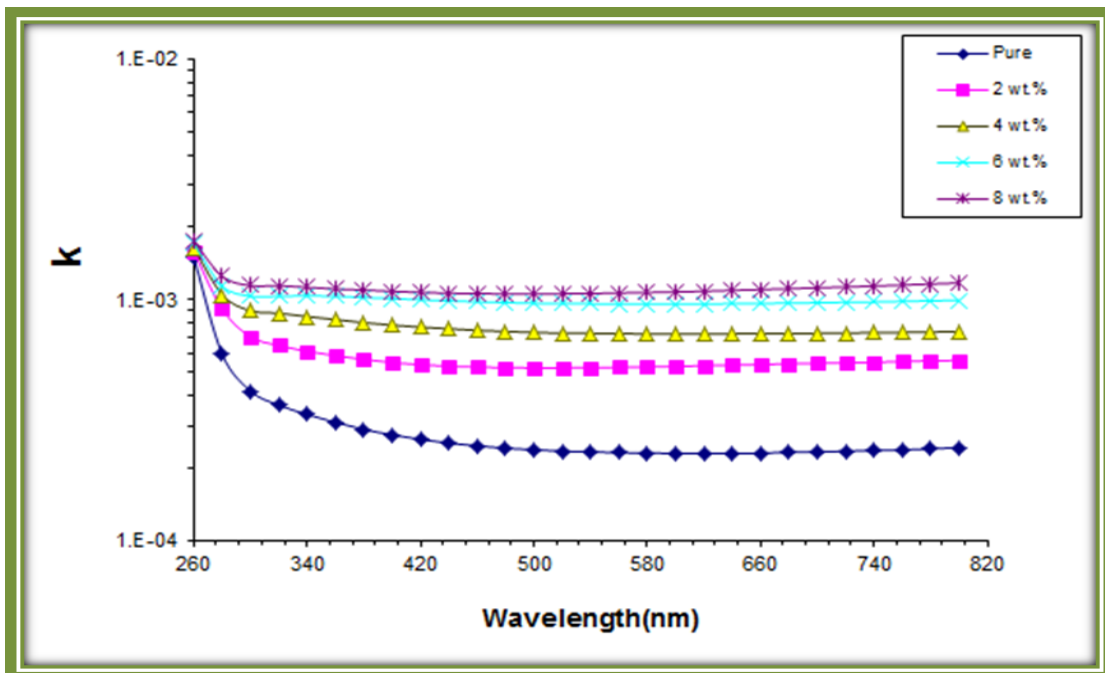


Figure (18). Variation of extinction coefficient for (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with wavelength.

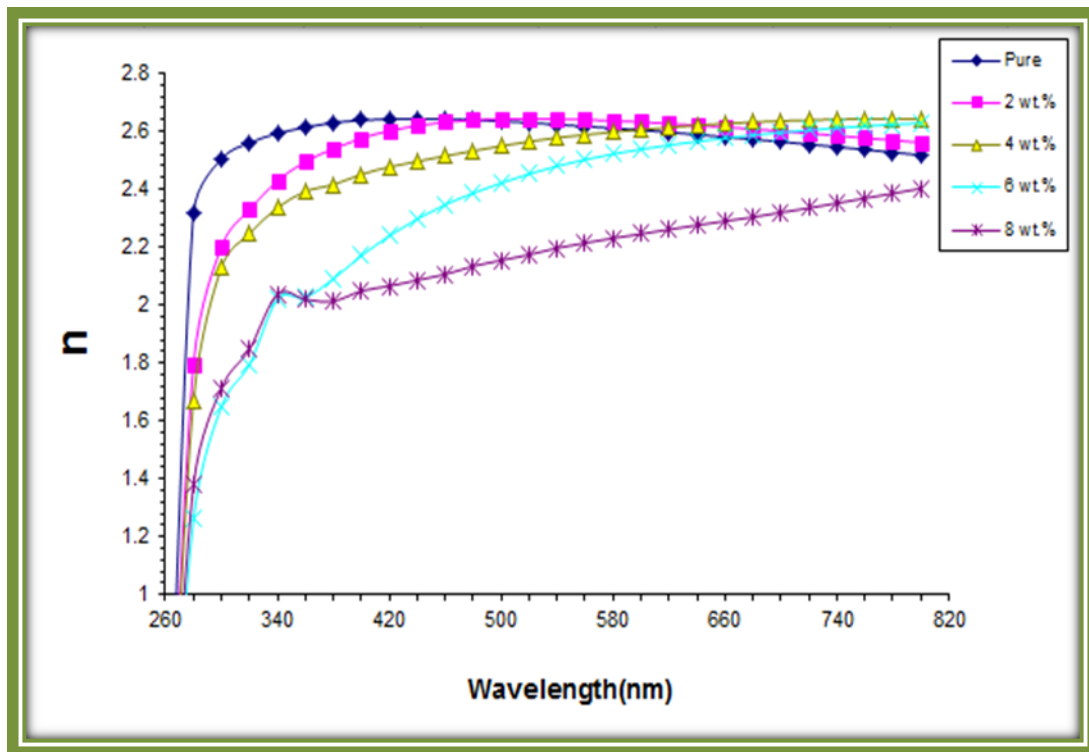


Figure (19). Variation of refractive index for (PS-  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ ) nanocomposites with wavelength.

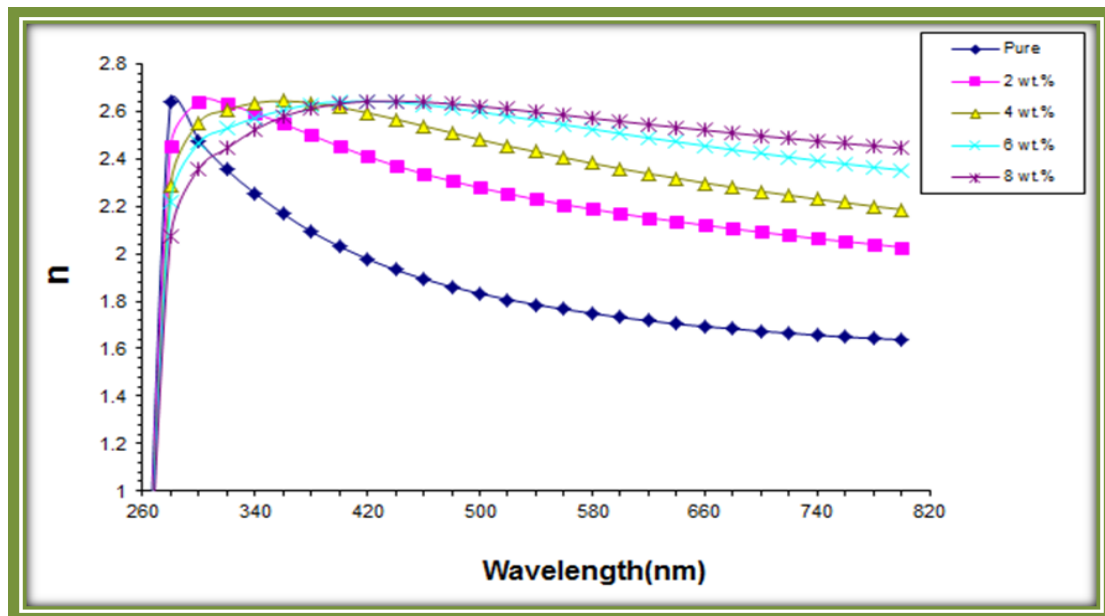


Figure (20). Variation of refractive index for (PS-  $\text{In}_2\text{O}_3/\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ ) nanocomposites with wavelength.

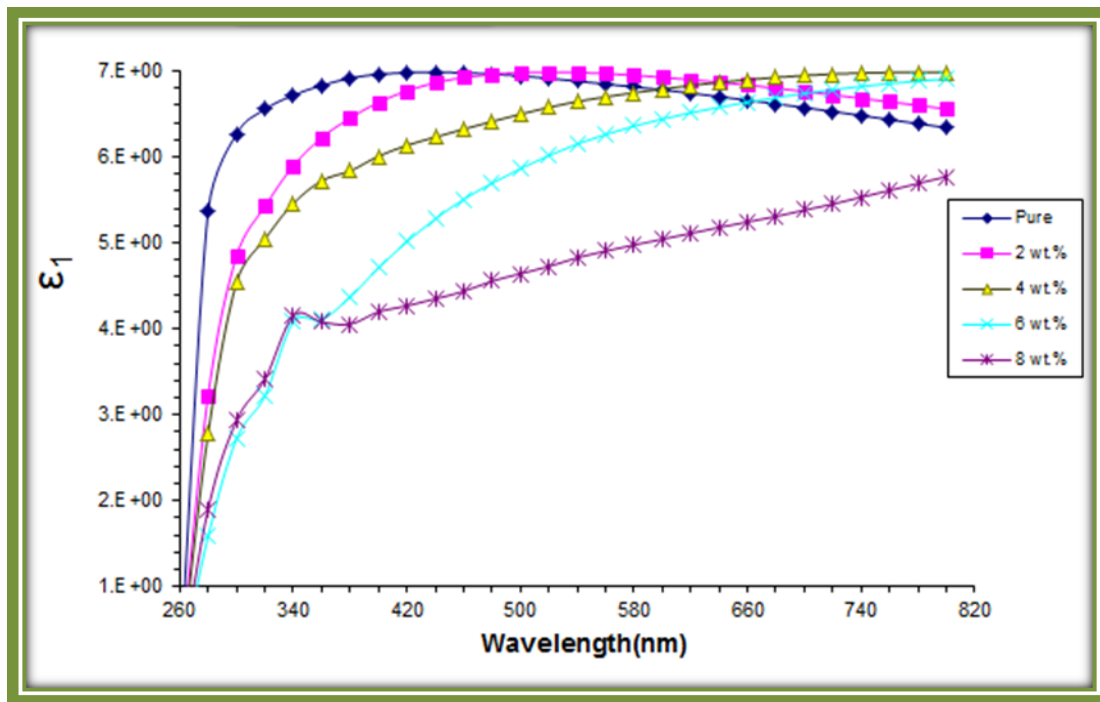


Figure (21). Variation of real part of dielectric constant for (PS -  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ ) nanocomposites with wavelength.

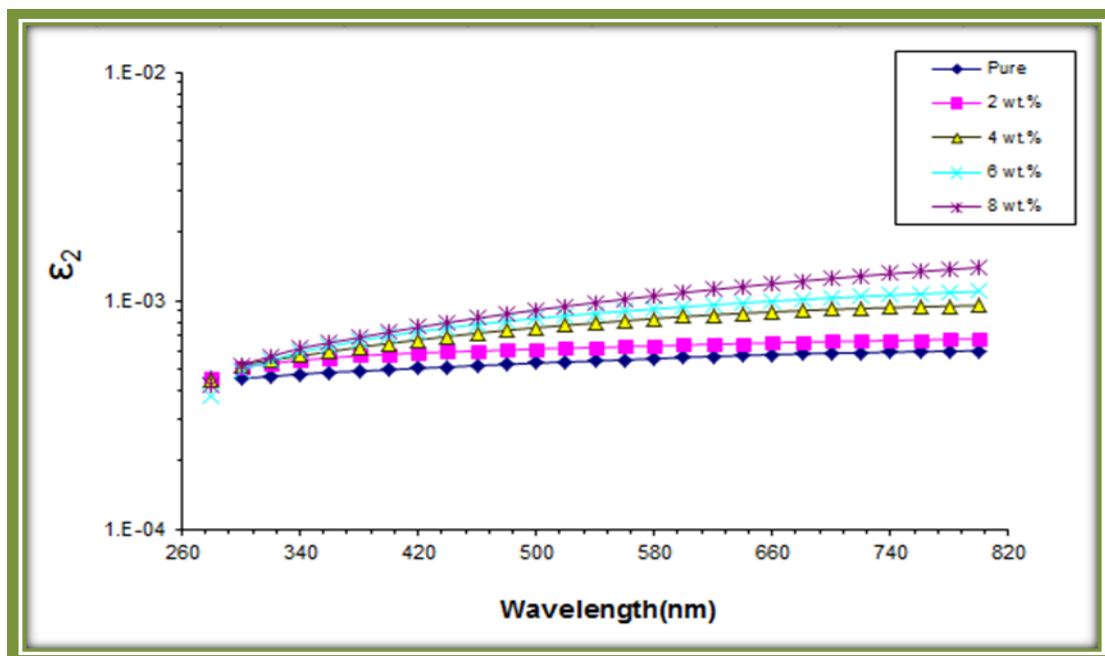


Figure (22). Variation of imaginary part of dielectric constant for (PS-  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ ) nanocomposites with wavelength

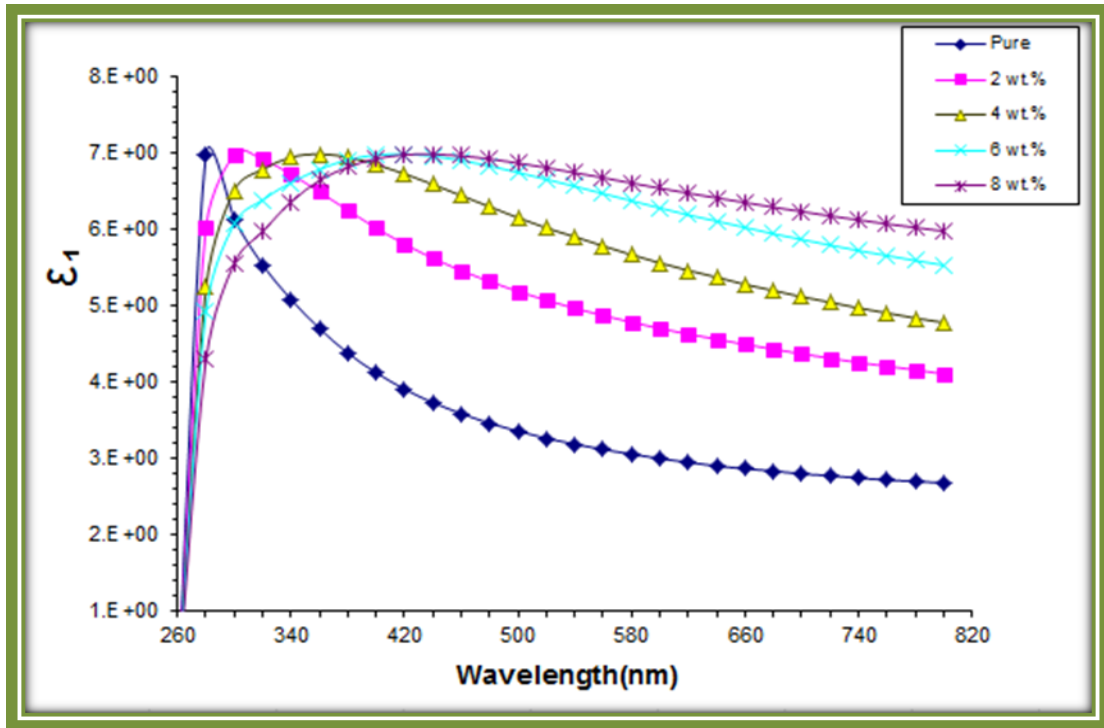


Figure (23). Variation of real part of dielectric constant for (PS-  $\text{In}_2\text{O}_3/\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ ) nanocomposites with wavelength.

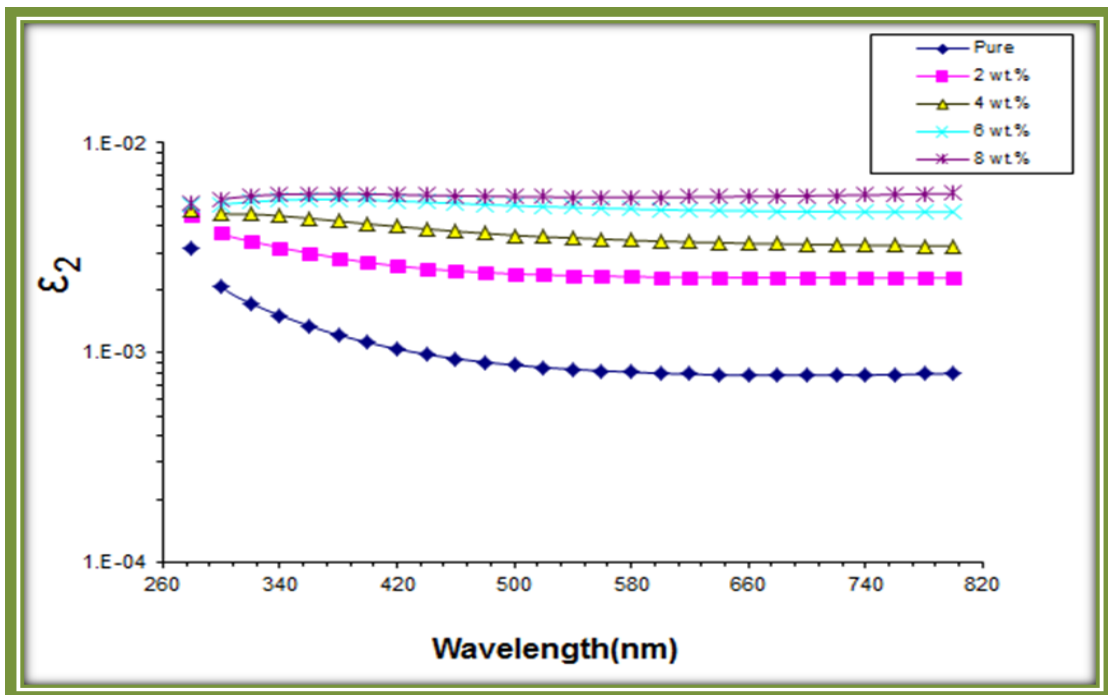


Figure (24). Variation of imaginary part of dielectric constant for (PS-  $\text{In}_2\text{O}_3/\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ ) nanocomposites with wavelength.



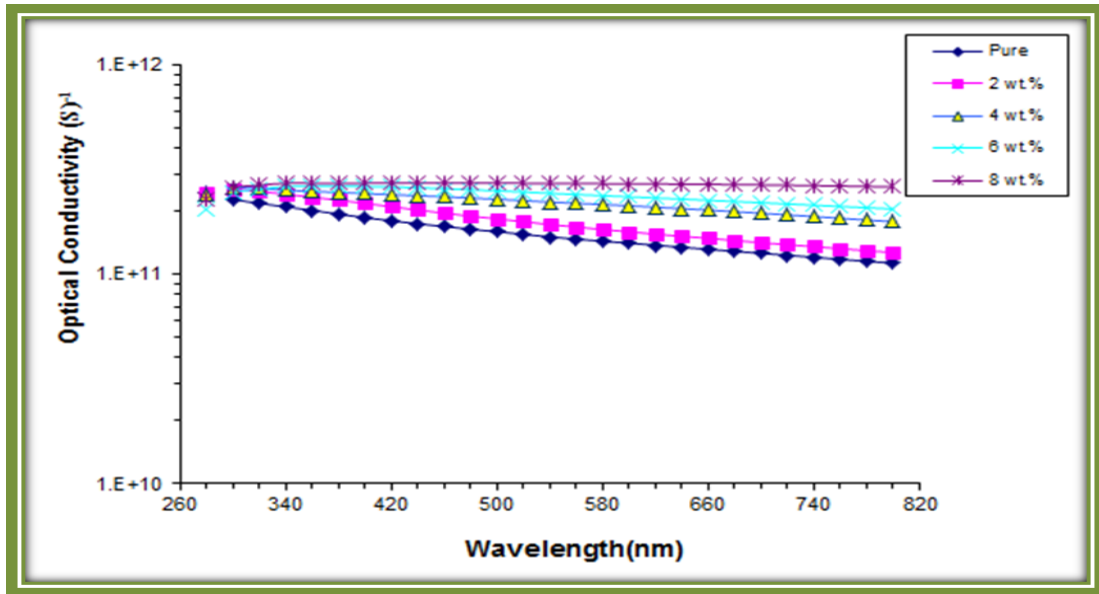


Figure (25). Variation of optical conductivity for (PS -Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with wavelength.

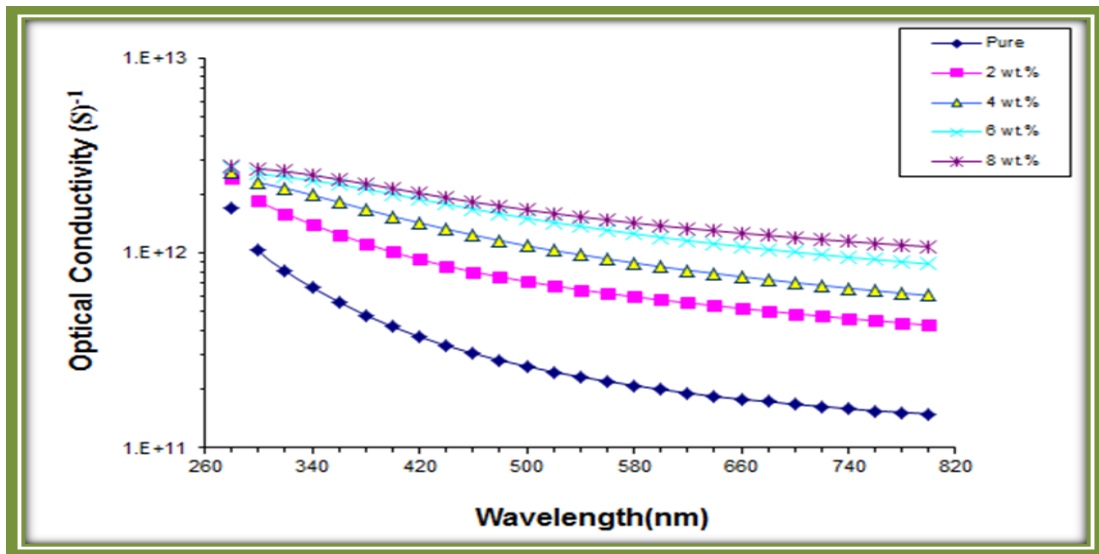


Figure (26). Variation of optical conductivity for (PS- In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with wavelength.

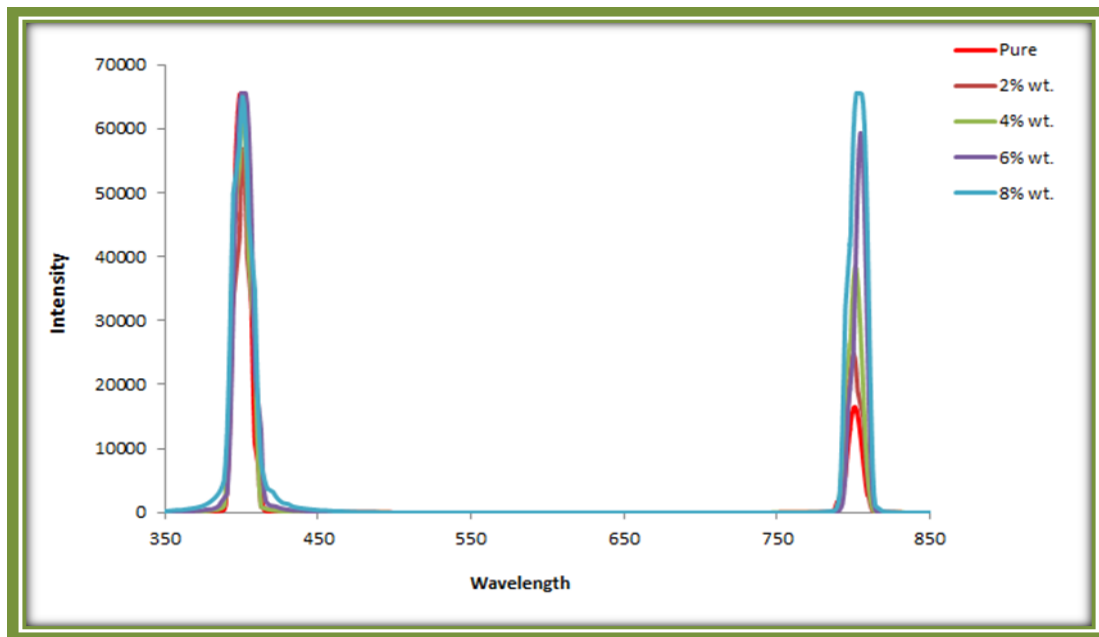


Figure (27). The Fluorescent spectra of (PS-  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ ) nanocomposites.

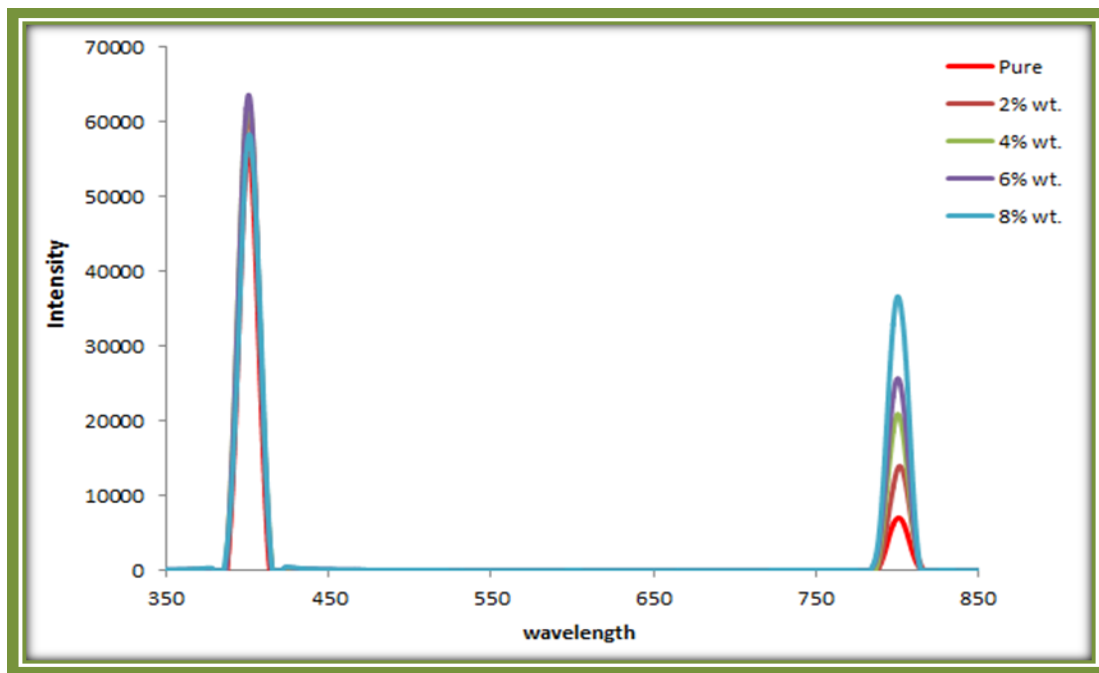


Figure (28). The Fluorescent spectra of (PS-  $\text{In}_2\text{O}_3/\text{ZnCoFe}_2\text{O}_4$ ) nanocomposites.

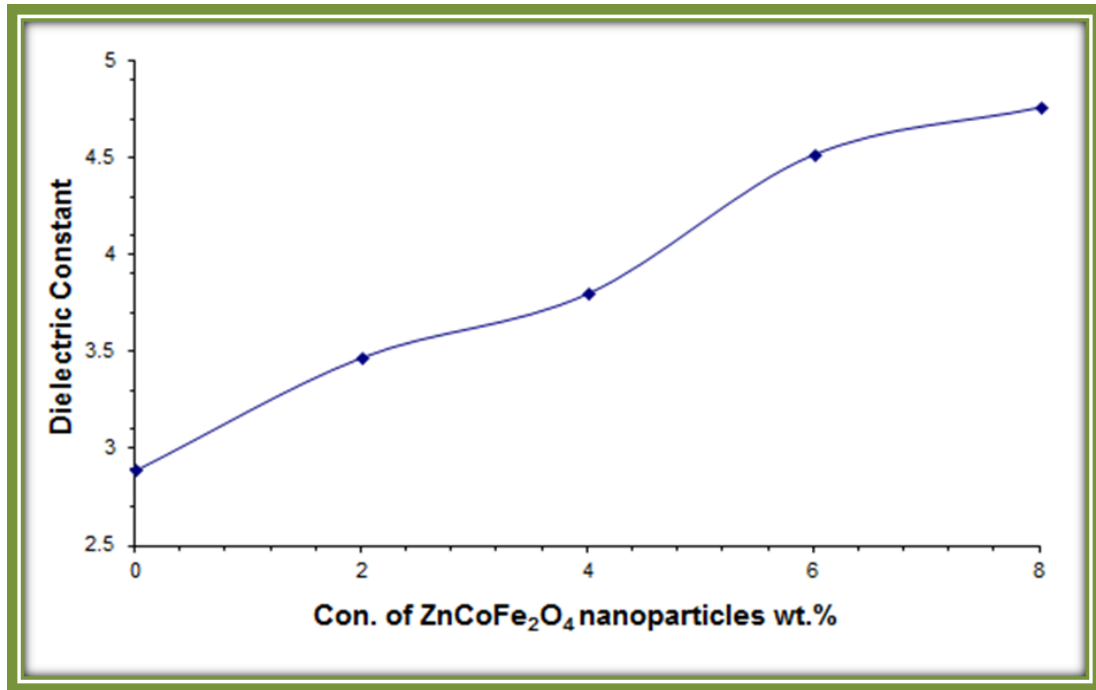


Figure (29). Effect of ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles concentrations on dielectric constant for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) at 100Hz.

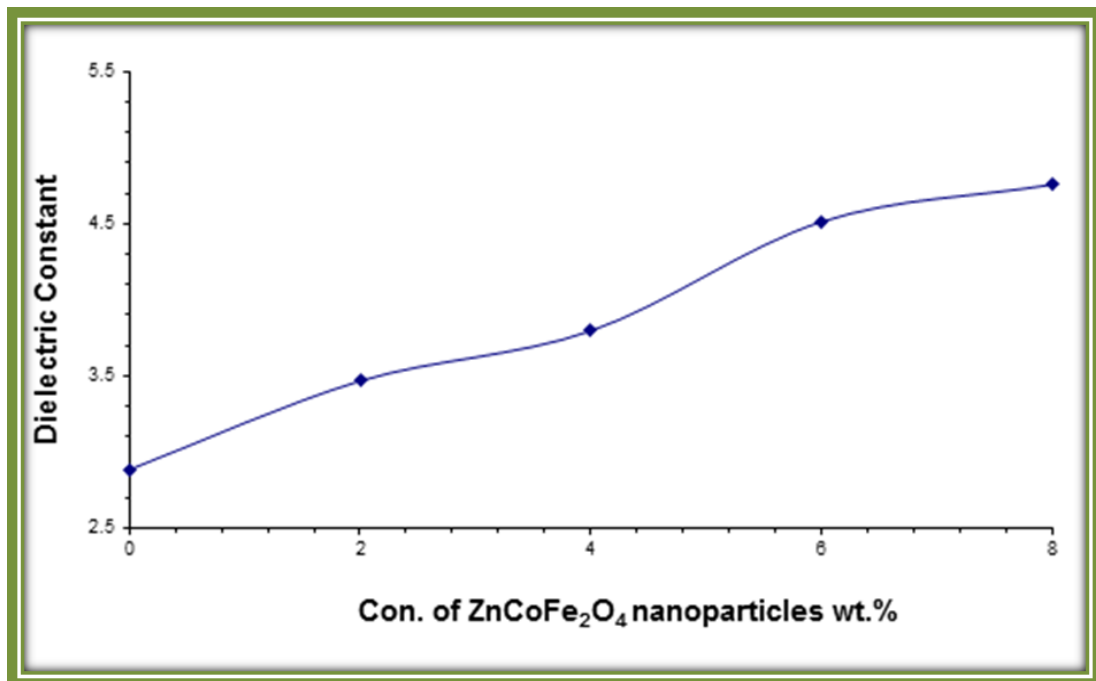


Figure (30). Effect of ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles concentrations on dielectric constant for (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) at 100Hz.

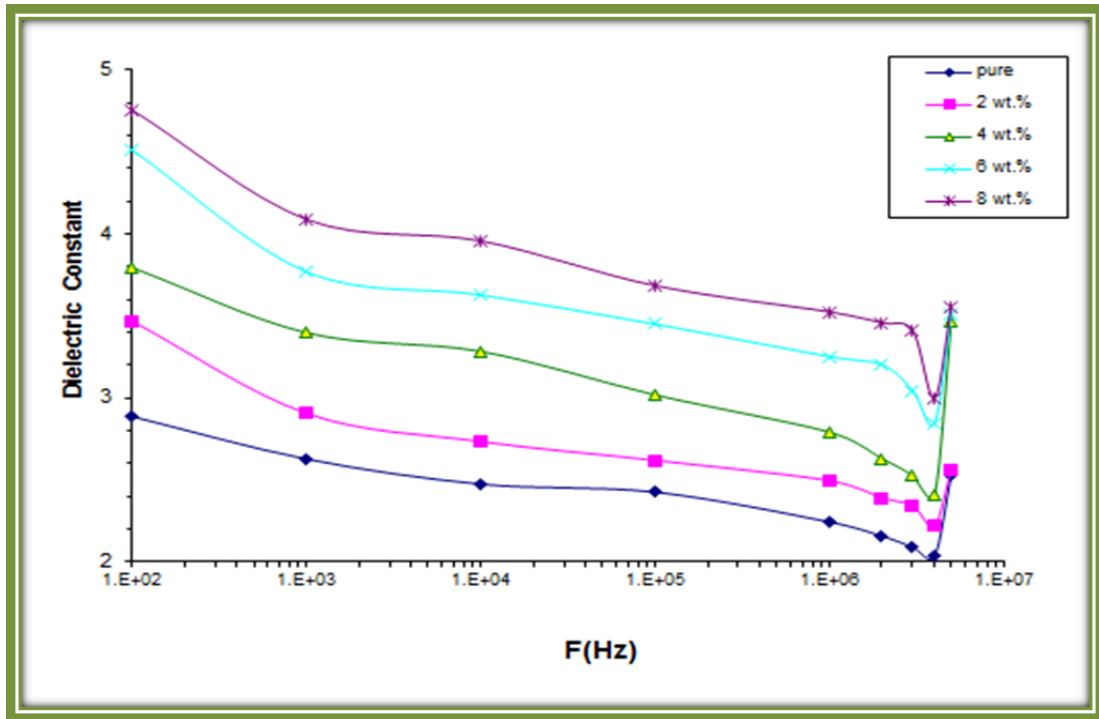


Figure (31). Variation of dielectric constant for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) and nanocomposites with frequency at room temperature.

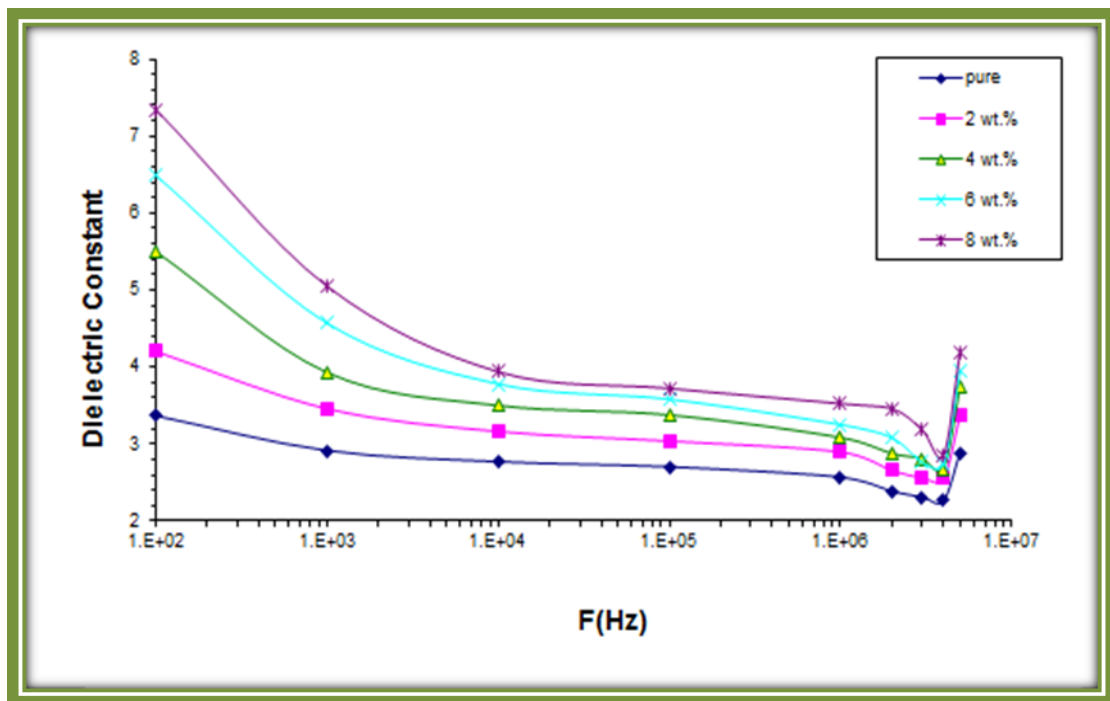


Figure (32). Variation of dielectric constant for (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) and nanocomposites with frequency at room temperature.

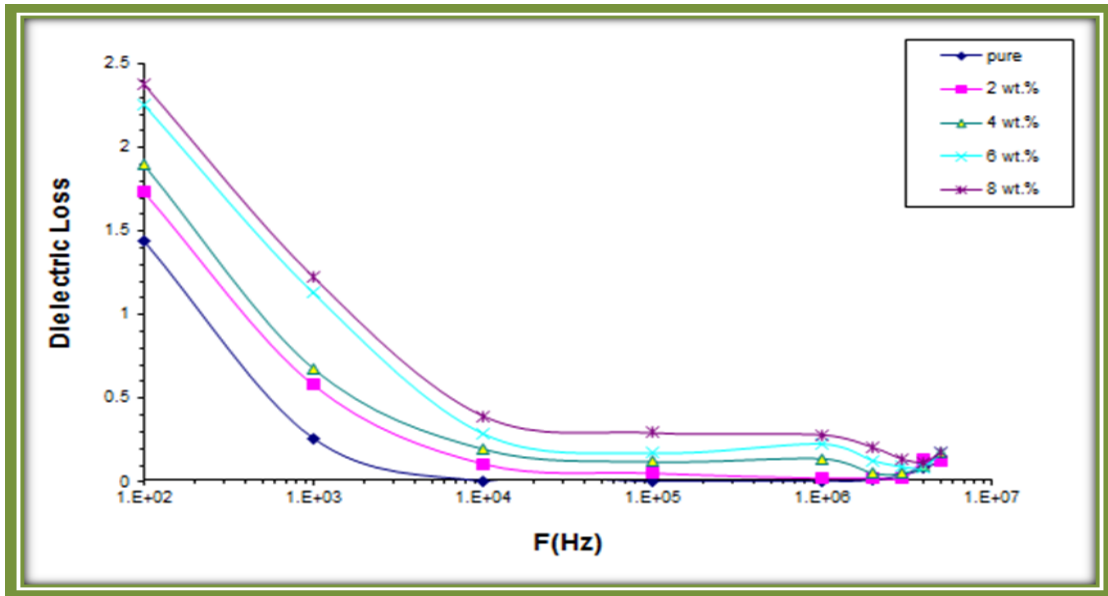


Figure (33). Variation of dielectric loss for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with frequency at room temperature.

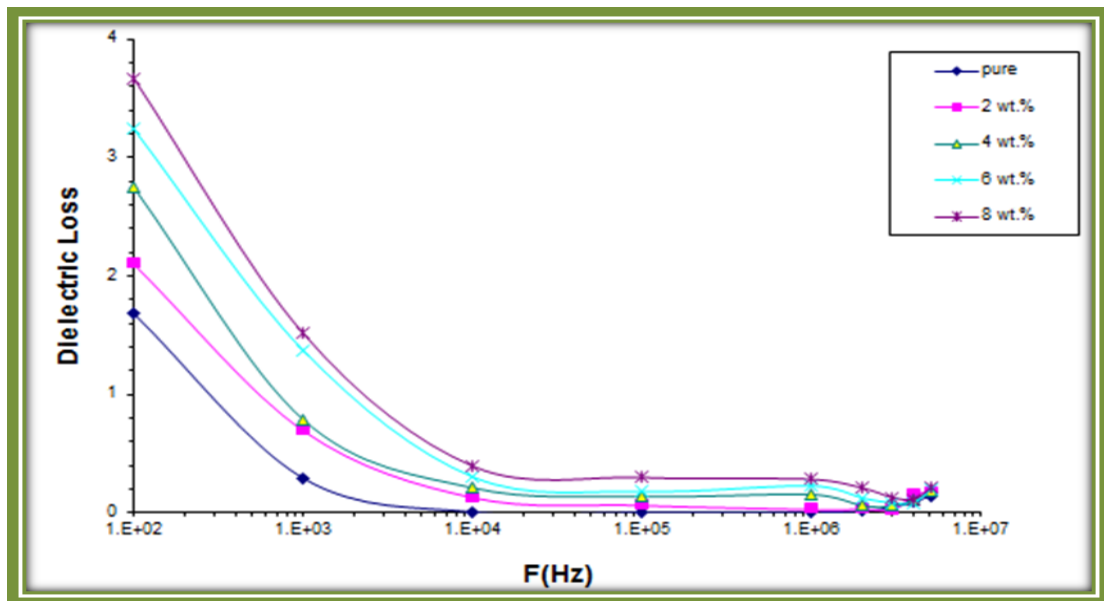
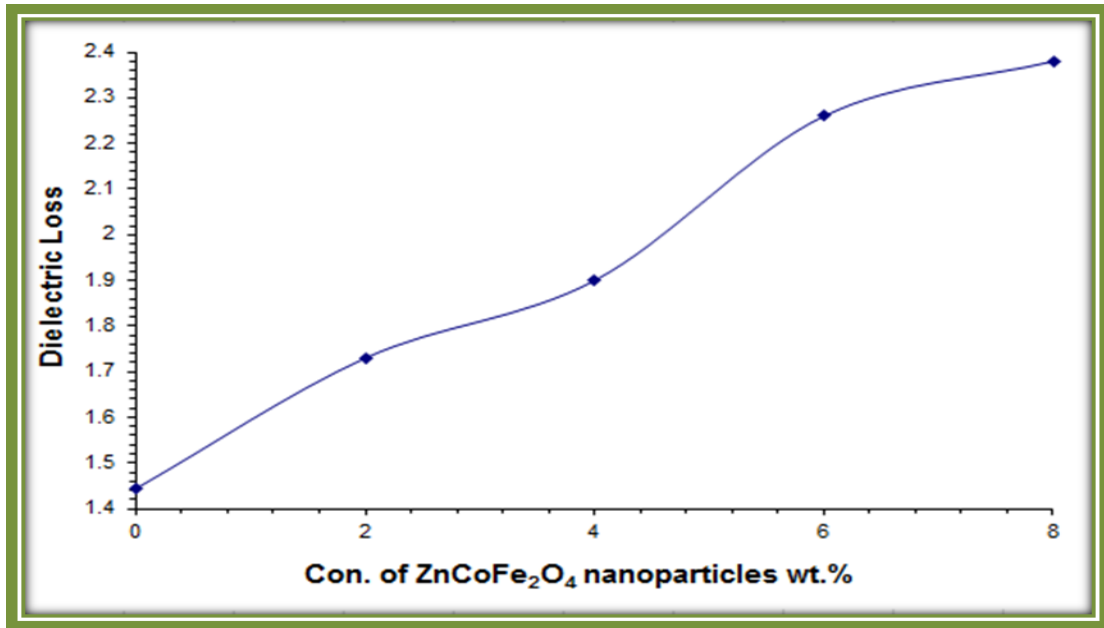
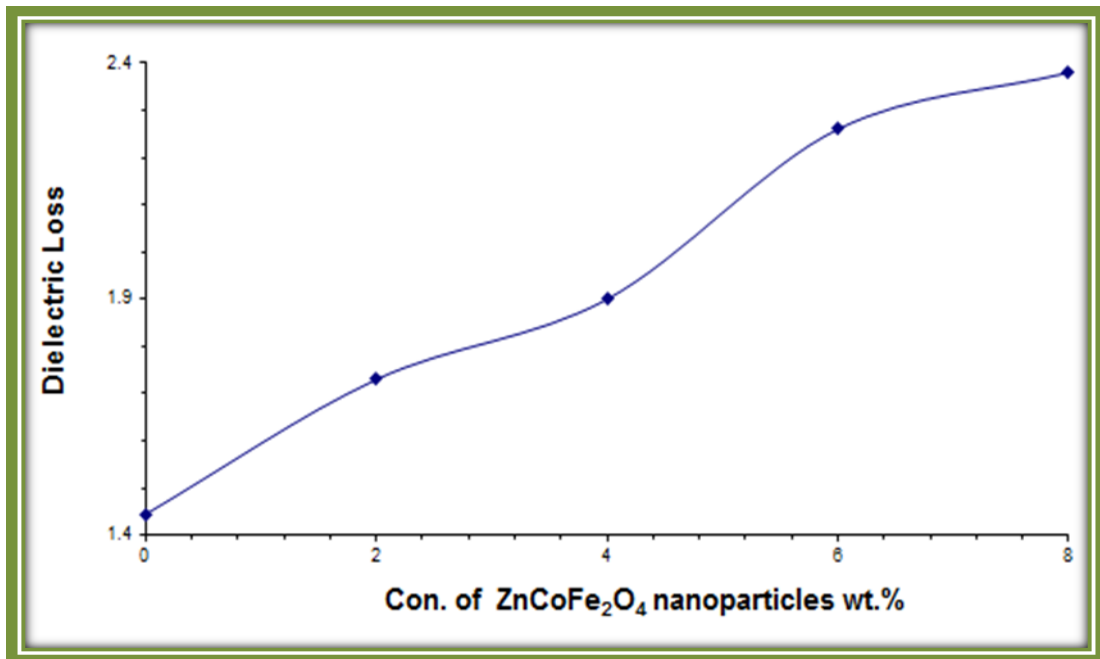


Figure (34). Variation of dielectric loss for (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with frequency at room temperature.



**Figure (35).** Effect of ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles concentrations on dielectric loss for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) at 100Hz.



**Figure (36).** Effect of ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles concentrations on dielectric loss for (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) at 100Hz.

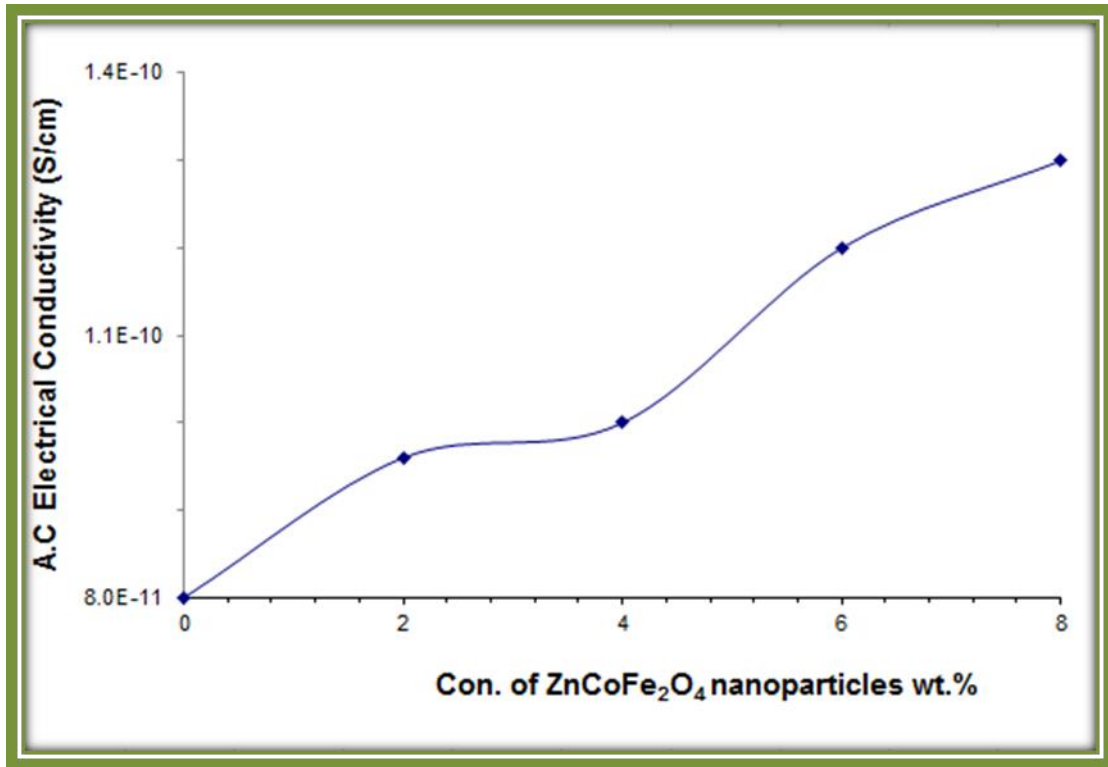


Figure (37). Effect of ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles concentrations on A.C electrical conductivity for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) at 100Hz.

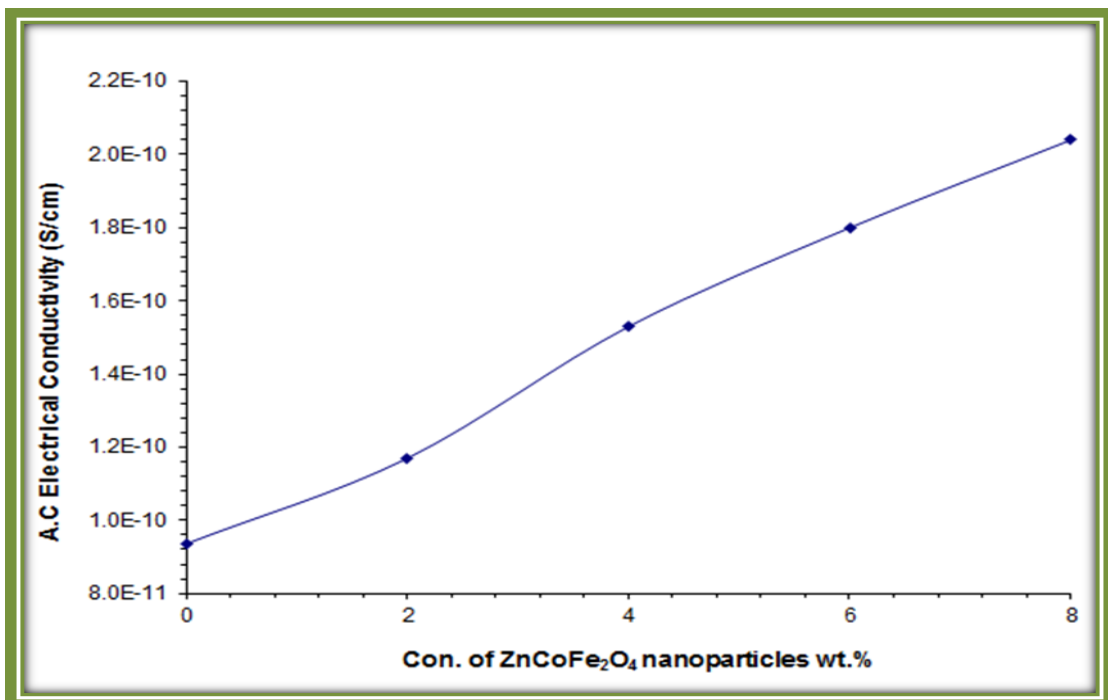


Figure (38). Effect of ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles concentrations on A.C electrical conductivity for (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) at 100Hz.

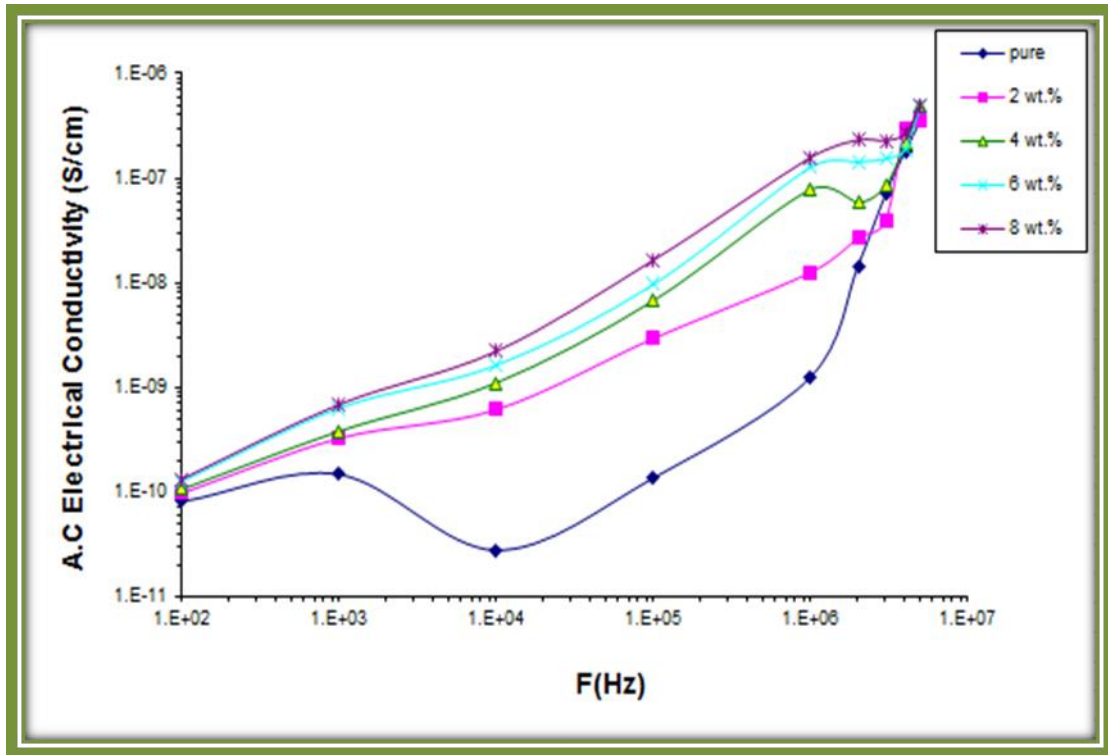


Figure (39). Variation of A.C electrical conductivity for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with frequency at room temperature.

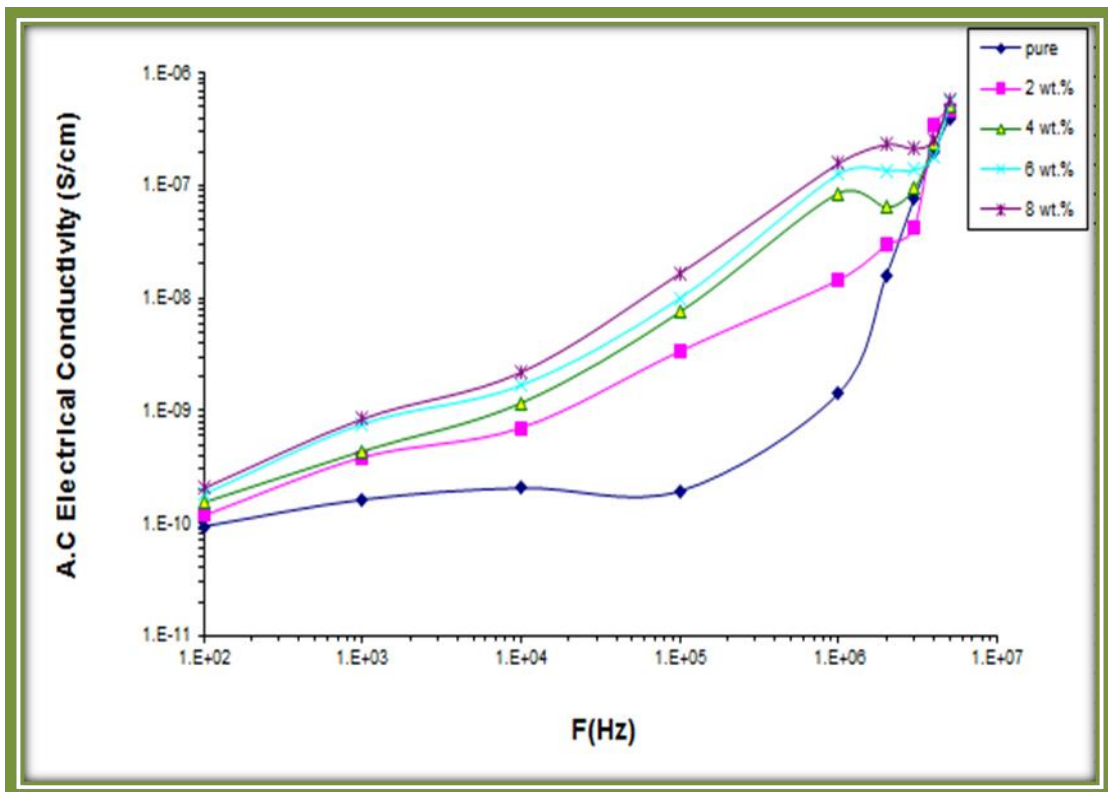


Figure (40). Variation of A.C electrical conductivity for (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with frequency at room temperature.



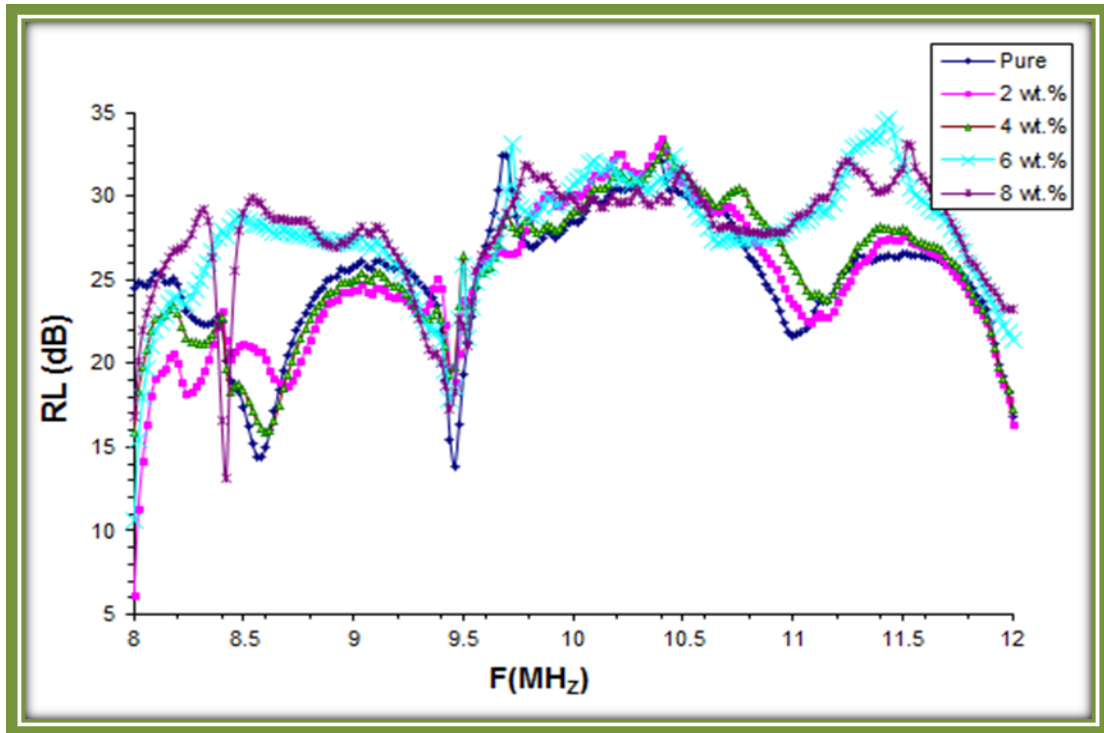


Figure (41). Reflection loss curves for (PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with frequency.

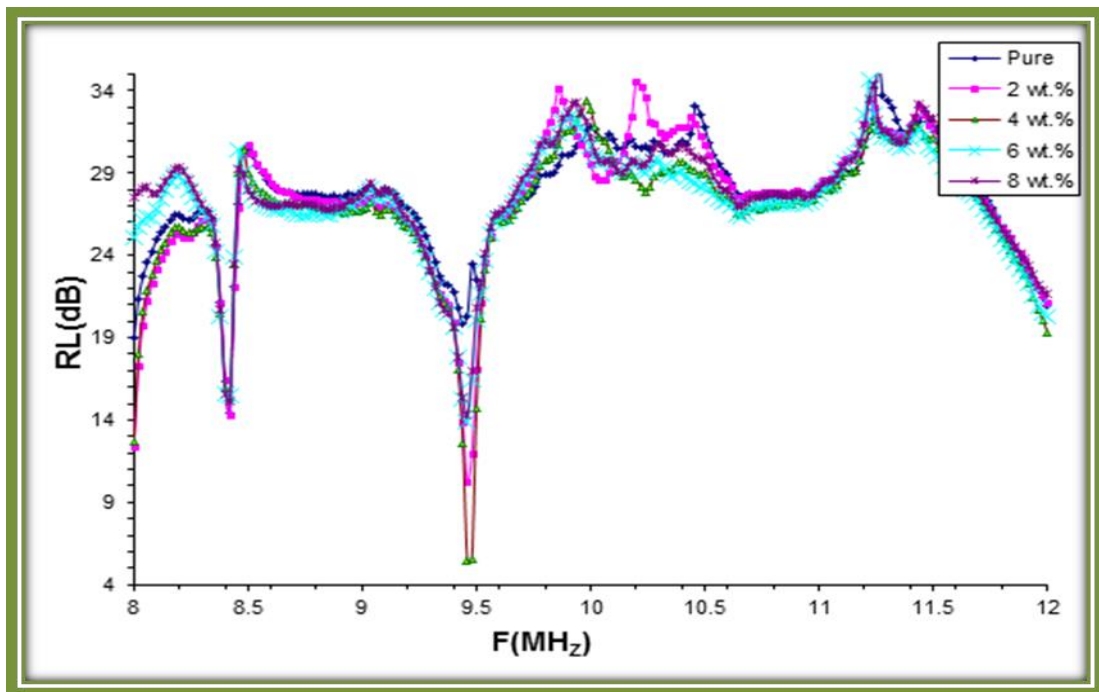
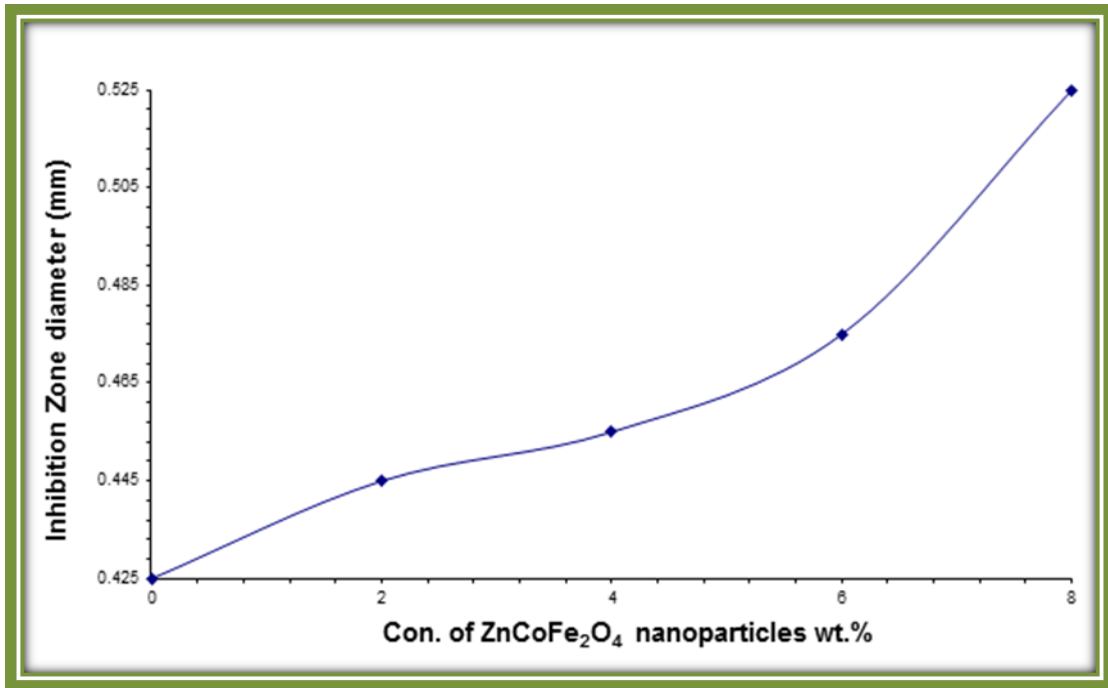
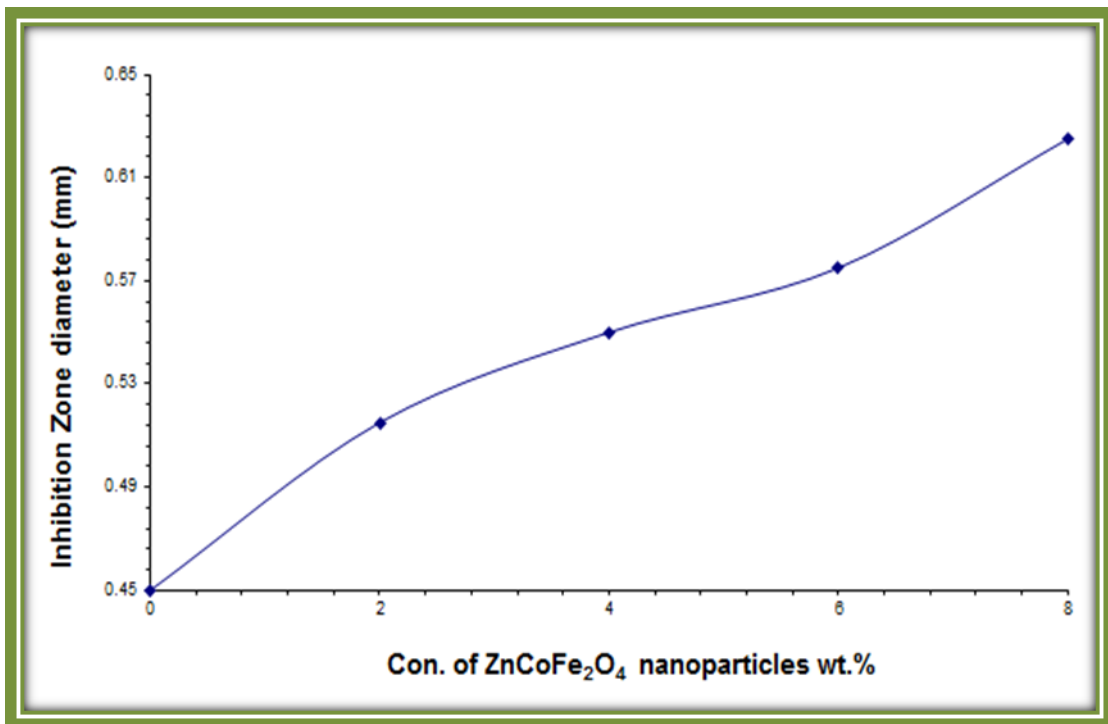


Figure (42). Reflection loss curves for (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanocomposites with frequency.



**Figure (43).** Variation of inhibition zone diameter with ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles concentrations against Escherichia coli for(PS-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).



**Figure (44).** Variation of inhibition zone diameter with ZnCoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles concentrations against Escherichia coli for (PS-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

- [1] A. N. Alias, Z. M. Zabidi, A.M.M. Ali and M. K. Harun, Optical Characterization and Properties of Polymeric Materials for Optoelectronic and Photonic Applications, International Journal of Applied Science and Technology, 3 , 5. (2013).
- [2] V. Sangawar and M. Golchha, "Evolution of the optical properties of Polystyrene thin films filled with Zinc Oxide nanoparticles", International Journal of Scientific & Engineering Research, 4, 6, (2013).
- [3] A. Nathan, A. Onoja, A. N. Amah, "Influence of PVA, PVP on Crystal and Optical Properties of Europium Doped Strontium Aluminate Nanoparticles", American Journal of Engineering Research, 4, 4, 85-91,(2015).
- [4] A. Begum, A. Hussain and A. Rahman, 2011, "Optical and Electrical Properties of Doped and Un doped Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-PVA Films Prepared by Chemical Drop Method", Journal of Materials Sciences and Applications, 2, 163-168, (2011).
- [5] J. H. Nahida, "Spectrophotometric Analysis for the UV- Irradiated (PMMA)", International Journal of Basic & Applied Sciences, 12 ,2, 58-67, (2012).
- [6] A. Nathan, A. Onoja, A. N. Amah, "Influence of PVA, PVP on Crystal and Optical Properties of Europium Doped Strontium Aluminate Nanoparticles", American Journal of Engineering Research, 4, 85-91, (2015).
- [7] S. Prasher, M. Kumer and S. Singh, "Analysis of Electrical Properties of Li<sup>3+</sup> ion Beam Irradiated Lexan Polycarbonate", Asian Journal of Chemistry, 21, 10, 43-46, (2009).
- [8] N . H. Sahib , " Spectroscopic Study for Some Organic Dyes " , A Thesis , Al-Mustansiriya University , College of Sciences(2005).

- [9] Y. Naito and K. Suetake, *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.* 19, 65 (1971).
- [10] M. Ali Habeeb, K. Salih Jassim and A. Hashim, "Publisher Economic and Social Society Study of Electrical Properties of ( PS-Cu O) Composites", *Asian Economic and Social Society*, 2, 1, 1-5, (2011).
- [11] B. H. Rabee, M. A.Habeeb and A. Hashim, "Preparation of (PS-PMMA-ZnCl<sub>2</sub>) Composites and Study their Electrical and Optical Properties", *International Journal of Science and Research*, 3, 10, 1593-1596, (2014).
- [12] T. A. Xuan Chu, N. Bach Ta, T. H. Le Ngo, H. Manh Do, X. Phuc Nguyen, and N. H. Dao Nam, "Microwav Absorption Properties of Iron Nanoparticles Prepared by Ball-Milling", *Journal of Electronic materials* DOI: 10.1007/s11664-015-4248-9,(2015).
- [13] Y. Wang, Y. Du, P. Xu, R. Qiang and X. Han," Recent Advances in Conjugated Polymer-Based Microwave Absorbing Materials", *Polymers*, 9, 29,(2017).
- [14] A. Hashim and Zinah Sattar Hamad, "Synthesis of Biopolymer Blend- Metal Nitride Nanoparticles for Antibacterial Activity against E. coli", *Global Journal of Medicinal Plant Research*, 6(2), 1-5, (2018).
- [15] H. M. Alhusaiki-Alghamdi, "The spectroscopic and physical properties of PMMA/PCL blend incorporated with graphene oxide," *Results Phys.*, vol. 24, no. March, p. 104125, 2021, doi: 10.1016/j.rinp.2021.104125.
- [16] A. Blyth, "Electrical properties of polymers", John Wily and sons, New York, (1979).

- [17] Z. K. Heiba, M. Bakr Mohamed, and S. I. Ahmed, "Exploring the physical properties of PVA/PEG polymeric material upon doping with nano gadolinium oxide: Exploring the physical properties of PVA/PEG polymeric material," *Alexandria Eng. J.*, vol. 61, no. 5, pp. 3375–3383, 2022, doi: 10.1016/j.aej.2021.08.051.
- [18] Q. M. Al-Bataineh, A. A. Ahmad, A. M. Alsaad, and A. D. Telfah, "Optical characterizations of PMMA/metal oxide nanoparticles thin films: bandgap engineering using a novel derived model," *Heliyon*, vol. 7, no. 1, p. e05952, 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e05952.
- [19] F. Momtaz, "Study of the Electrical Properties of (PMMA-Ag) and (PMMA-Ti) nanocomposites", M.Sc. thesis, Babylon University College of Education for Pure Sciences, (2013).
- [20] L. H. Gaabour, "Analysis of Spectroscopic, Optical and Magnetic Behaviour of PVDF/PMMA Blend Embedded by Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) Nanoparticles," *Opt. Photonics J.*, vol. 10, no. 08, pp. 197–209, 2020, doi: 10.4236/opj.2020.108021.
- [21] A. Abdul munaim and A. Hashim, "Electronic Transitions For (PS – LiF) Composites" 6<sup>th</sup> Science Conference of College of Science, University of Mustansiriah, (2010).
- [22] C. Tyagi and A. Devi, "Alteration of structural, optical and electrical properties of CdSe incorporated polyvinyl pyrrolidone nanocomposite for memory devices," *J. Adv. Dielectr.*, vol. 8, no. 3, pp. 1–15, 2018, doi: 10.1142/S2010135X18500200.
- [23] Y. Feng, N. Dong, G. Wang, Y. Li, S. Zhang K. Wang, L. Zhang, W. J. Blau, and J. Wang, "Storable absorption behavior of free-standing graphene polymer composite films over broad wavelength and time ranges", *Journal of Optics Express*, 23, 1, 559-569,( 2015).

- [24] E. Fortunati, F. Luzi, D. Puglia, R. Petrucci, J. Kenny and L. Torre, "Processing of PLA nanocomposites with cellulose nanocrystals extracted from *Posidonia oceanica* waste: Innovative reuse of coastal plant", *Journal of Industrial Crops and Products*, 67, 439 – 447, (2015).
- [25] A. M. A. Henaish and A. S. Abouhaswa, "Effect of WO<sub>3</sub> nanoparticle doping on the physical properties of PVC polymer," *Bull. Mater. Sci.*, vol. 43, no. 1, 2020, doi: 10.1007/s12034-020-02109-3.
- [26] G. A. AL-Dahash, H. N. Najeeb, A. Baqer and R. Tiama, "The Effect of Bismuth Oxide Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on Some Optical Properties of Poly vinyl Alcohol", *British Journal of Science*, 4, 117-124, (2012).
- [27] E. Yousif, M. Abdallah, H. Hashim, N. Salih, J. Salimon, B. M. Abdullah, "Optical properties of pure and modified poly (Vinyl chloride)", *International Journal of Industrial Chemistry*, 4, 4, 1-8, (2013).
- [28] K. Khurana, A. K. Patel and K. Das, "Refractive Indices Studies on PVA and PVP Blends", *International Journal for Scientific Research & Development*, 4, (2016).
- [29] N. Mahfoudh, K. Karoui, and A. BenRhaiem, "Optical studies and dielectric response of [DMA]<sub>2</sub>MCl<sub>4</sub>(M = Zn and Co) and [DMA]<sub>2</sub>ZnBr<sub>4</sub>," *RSC Adv.*, vol. 11, no. 40, pp. 24526–24535, 2021, doi: 10.1039/d1ra03652a
- [30] M. A. Habeeb, " Dielectric and Optical Properties of (PVAC-PEG - Ber) Biocomposites", *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9, 102-108, (2014).

- [31] W. A. Al-Dulaimi," Study the Optical Properties of Methyl Blue Doped Polyvinyl Alcohol" International Journal of Physics and Applications, 8, 1, 25-31, (2016).
- [32] K. Mahalakshmi, V. Lakshmi, S. Dhivya, and R. Maryjenila, "Optical , Structural and Morphological Analysis of rGO Decorated CoSe<sub>2</sub> Nanocomposites," vol. 8, no. 2, pp. 180–192, 2021.
- [33] Md J. Uddina, B. Chaudhurib, K. Pramanikb, T. R. Middyac and B. Chaudhuria ," Black tea leaf extract derived Ag nanoparticle-PVA composite film: Structural and dielectric properties", J. Materials science and Engineering , 177 , 20, 1741- 1747, (2012).
- [34] P. O. Amin et al., "Synthesis, spectroscopic, electrochemical and photophysical properties of high band gap polymers for potential applications in semi-transparent solar cells," BMC Chem., vol. 15, no. 1, pp. 1–15, 2021, doi: 10.1186/s13065-021-00751-4.
- [35] H.N. Najeeb, " Study of Some Electrical and Optical Properties for Thin Films Prepared from Polymeric Composites ", M.Sc. thesis ,College of sciences, University of Babylon ,(2011) .
- [36] B.H. Rabee, M. A. Habeeb and A. Hashim, "Preparation of (PS-PMMA-ZnCl<sub>2</sub>) Composites and Study their Electrical and Optical Properties", International Journal of Science and Research, 3, 10, 1593-1596, (2014).
- [37] A. Abdul Muniam and A. Hashim, "Effect of Addition Lithium Fluoride on Some Electrical Properties of Polystyrene" , Journal of College of Education, Babylon University, 1, 5,(2010).
- [38] S. Devikala, P. Kamaraj and M. Arthanareeswari, "Conductivity and Dielectric Studies of PMMA Composites", Chemical Science Transactions, 2, 129-134,( 2013).

- [39] L. H. Gaabour, "Effect of addition of TiO<sub>2</sub>nanoparticles on structural and dielectric properties of polystyrene/polyvinyl chloride polymer blend," AIP Adv., vol. 11, no. 10, 2021, doi: 10.1063/5.0062445.
- [40] D.K. Pradhan, R. N. P. Choudharya and B. K. Samantaray, " Studies of Dielectric Relaxation and AC Conductivity Behavior of Plasticized Polymer Nanocomposite Electrolytes", International Journal Electrochemical. Science, 3, 597 – 608, (2008).
- [41] S.C. Mishra, "Dielectric Behavior of Bio-Waste Reinforced Polymer Composites", Global Journal of Engineering Science, 1, 9, 32-44, (2014).
- [42] S. Satapathy, P. K. Gupta, K. B. R. Varma, P. Tiwari and V. Ganeshan, "Study on Dielectric Behavior of Lithium Tantalate (LT) Nano Particle Filled Poly(Vinylidene Fluoride) (PVDF) Nano Composites", Institute of Science, (2008).
- [43] J. T. Bendler et al., "Dielectric properties of bisphenol A polycarbonate and its tethered nitrile analogue," Macromolecules, vol. 46, no. 10, pp. 4024–4033, 2013, doi: 10.1021/ma4002269.
- [44] S. Karmakar, H. Nagar, J. P. Jog, S. V. Bhoraskar and K. Das, "A.C conductivity of polymer composites: an efficient confirmatory tool for qualifying crude multi-walled carbon nanotube-samples", J. App. Phys. lett., 77, 3458, (2008).
- [45] Y. T. Prabhu, K. V. Rao, B. Siva Kumari, V. S. S. Kumar, T. Pavani, "synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles and its antibacterial application", International Nano Letters, 5, 2, 85-92, (2015).



- [46] S. R. Kumar, R. G. Krishnan, "The inhibitory effect of metal oxide nanoparticles against poultry pathogens", *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, 4, 2, 157-159, (2012).
- [47] R. Khandanlou, M. B. Ahmed, K. Shameli, E. Saki, K. Kalantari, "studies on properties of rice straw/polymer nanocomposites based on polycaprolactone and  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticles and evaluation of antibacterial activity", *International Journal of Molecular Sciences*, 15, 18466-18483, (2014).