

## دراسة الخصائص التركيبية والكهربائية للمتراب

المحضرة بطريقة  $[x(\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19})(1-x)\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4]$

السول - جل

نبراس نوري عبدالله<sup>1</sup>، صباح جلال فتحي<sup>2</sup>، روثه برهان الدين عبدالرحمن<sup>3</sup>

<sup>3,2,1</sup> قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة كركوك، كركوك، العراق.

<sup>1</sup>nnebras234@gmail.com, <sup>2</sup>prof.sabahjalal@gmail.com, <sup>3</sup>rbabdulrahman@uokirkuk.edu.iq

### الملخص

حُضِرَت المركبات النانوية  $(\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19})$ ، وكذلك المتراب  $(\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4)$  و  $[x(\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19}) + (1-x)\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4]$  وينسب ( $x= 10, 25, 50, 75\%$ ) ومن ثم كبسها على هيئة اقراص تحت ضغط هيدروليكي  $7 \text{ ton/cm}^2$  وتم تلييد هذه الاقراص بدرجة حرارة  $900^\circ\text{C}$  ولمدة ساعتين (2h) ومن خلال دراسة الخصائص التركيبية اظهر ان المركب  $\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19}$  ذو طور سداسي، بينما المركب  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  ذو طور مكعب وذلك من خلال نتائج حيود الاشعة السينية تبين ان قيمة ثابت الشبكة للطور السداسي يكون ( $a = 5.879 \text{ \AA}$ ) ( $c = 23.109 \text{ \AA}$ ) وللطور المكعبي يساوي ( $a = 8.358 \text{ \AA}$ )، وجميع النماذج كانت لها حجم حبيبي يتراوح بين (25-35)nm تم حسابها من خلال نتائج المجهر الالكتروني الماسح (SEM)، اما الخصائص الكهربائية أظهرت انخفاض لقيم ثابت العزل الكهربائي ومعامل الفقد للمتراب من (282.4348)، (73.0997) الى (4.2752)، (0.4322) على التوالي مع زيادة التردد، وزيادة قيمة التوصيلية الكهربائية من  $(2.2023 * 10^{-7} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1})$  إلى  $(9.1754 * 10^{-7} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1})$  مع زيادة التردد.

الكلمات الدالة: المركبات النانوية؛ ثابت العزل الكهربائي؛ معامل الفقد؛ التوصيلية الكهربائية.

DOI: <http://doi.org/10.32894/kujss.2020.15.3.4>

## Studying the Structural and Electrical Properties of Composite $[x(\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19})(1-x)\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4]$ by Sol-gel Method

Nebras Noori Abdallah<sup>1</sup>, Sabah Jalal Fathi<sup>2</sup>, Rosure B. Abdulrahman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Department of physics, College of Science, Kirkuk University, Kirkuk, Iraq.

<sup>1</sup>[nnebras234@gmail.com](mailto:nnebras234@gmail.com), <sup>2</sup>[prof.sabahjalal@gmail.com](mailto:prof.sabahjalal@gmail.com), <sup>3</sup>[rbabdulrahman@uokirkuk.edu.iq](mailto:rbabdulrahman@uokirkuk.edu.iq)

### Abstract

Nanocompound of  $\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19}$ ,  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  and nanocomposite  $[x(\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19}) + (1-x)\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4]$  were prepared by Sol-gel method with a ratio  $x= 10, 25, 50, 75\%$ . The samples compressed as a tablet under  $7 \text{ ton/cm}^2$  hydraulic pressure, and these tablets were sintered at a temperature of  $900 \text{ }^\circ\text{C}$  for a period of two hours (2h). The X-ray diffraction revealed the hexagonal structure of  $\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19}$  with lattice parameters  $c = 23.109 \text{ \AA}$  and  $a = 5.879 \text{ \AA}$ , while  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  reveals the cubic structure with a lattice parameter  $a = 8.358 \text{ \AA}$ . The grain size of the samples has been calculated by SEM and it was between (25-35) nm. Electrical properties showed a decrease in the dielectric constant values, loss coefficient from (282.4348),(73.0997) to (4.2752),(0.4322) respectively, and increasing the electrical conductivity value from  $(2.2023 \times 10^{-7} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1})$  to  $(9.1754 \times 10^{-1} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1})$  with increasing the frequency.

**Keywords:** Nanocomposite; Dielectric constant; Loss coefficient; Electrical conductivity.

**DOI:** <http://doi.org/10.32894/kujss.2020.15.3.4>

## 1. المقدمة:

الفرايئات هي مواد فيرومغناطيسية شبه موصلة. وتعد الفرايئات ذات الكثافة العالية من المواد المهمة في التكنولوجيا والتطبيقات الحديثة، وتمتاز هذه المواد بامتلاكها نفاذية مغناطيسية عالية ومقاومة كهربائية عالية تصل الى  $(10^9 \Omega)$ ، وثابت عزل يتراوح بين (5-10)، وتستخدم في أجهزة الاتصالات وفي طلاء الأجهزة الإلكترونية لذا ازدادت أهمية هذه المواد الفرايئية في التطوير والتطبيقات الإلكترونية المتنوعة مع مرور الزمن [1] [2].

وللحصول على متراكب متجانس تتم اضافة نسب حجمية ووزنية معينة من مادة أو أكثر من المواد الداعمة إلى المادة الأساسية [3] ، قام الباحث (Neil) وجماعته [4] عام 2007 بتشويب فرايت الألمنيوم السداسي لجزيئات الباريوم  $BaAl_xFe_{12-x}O_{19}$  والسترونتيوم  $SrAl_xFe_{12-x}O_{19}$ ، إذ تم تحضير المركبات بطريقة السول - جل باستخدام حامض الستريك لتعقيد الايونات يعقبه تفاعل الاحتراق التلقائي للمركب. هذه الطريقة تُعد من الطرق الواعدة لتحضير مركبات مساحيق الفرايت المعقدة ذات حجوم جسيمات صغيرة. وقد وجد أنه يمكن استبدال حوالي نصف الحديد بالألمنيوم في مركب الباريوم فرايت مع الاحتفاظ بالهيكلية. وتتألف جميع المواد المركبة من جزيئات أصغر من  $1 \mu m$  والذي هو حجم المجال المغناطيسي الواحد. وفي عام 2010 قام الباحث (Sanjeev) وجماعته [5] بتكوين الفرايت النانوي للمركب  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  ودراسة سلوكه المغناطيسي في درجات حرارة مختلفة. إذ تم استخدام حيود الأشعة السينية (XRD) والمجهر الإلكتروني الماسح (TEM) ومقياس المغناطيس لعينة الاهتزاز لوصف الخصائص الهيكلية والمرفولوجية والمغناطيسية، وأظهر تحليل الأشعة السينية أنّ البلورات النانوية تمتلك بنية مكعبة الشكل وأنّ متوسط حجم الحبيبات يزداد من (2-5 nm) وتم تلدين العينات بدرجة حرارة  $(600^\circ C)$ . وفي عام 2011 درس الباحث (Sonal) وجماعته [6] الخواص الهيكلية والمغناطيسية لمتراكب  $BaCo_xFe_{12-x}O_{19}$  إذ كانت قيم  $(x=0.2, 0.4, 0.6 \& 1.0)$  وتمثل كمية المادة المستخدمة في المركب وتم تحضيرها بطريقة سول - جل وقد تم تلدين جميع العينات بدرجة حرارة  $(1100^\circ C)$  و لوصف العينات تم استخدام حيود الأشعة السينية (XRD) و (SEM) فتبين من خلال طيف FTIR أنّ العينات تمتلك مدى تردد  $(460-580 \text{ cm}^{-1})$  وتبين من خلال (XRD) أنّ حجم البلورة يقارب 55 nm.

تعد طريقة السول- جل من الطرق الكيميائية الذي بدأ استخدامها عام 1846م، وتستخدم في هذه الطريقة المركبات العضوية والأكاسيد المعدنية. إذ تتم عملية تحضير المركبات بعملية خلط نترات المواد بدرجة حرارة الغرفة ثم تدريجياً يتم رفع درجة الحرارة قليلاً مع مراقبة الدالة الحامضة PH بإضافة محلول قاعدي كالأمونيا أو محلول حامضي مثل حامض الستريك ومن فوائد هذه الطريقة إنها لا تحتاج إلى درجات حرارة عالية عند التحضير والتلييد وتكون هذه المواد ذات حجم حبيبي نانوي [7] .

ولحساب الحجم الحبيبي للمركبات النانوية تم استخدام طريقتين هما :

1 - باستخدام معادلة ديبيي - شيرر (Debye - Scherer) كما في المعادلة الآتية [8]:

$$D_{sh} = \frac{K \lambda}{\beta_{hkl} \cos \theta} \quad (1)$$

إذ إن

$D_{sh}$  : الحجم الحبيبي بوحدة nm،  $K$  : ثابت ويتراوح مقداره (0.89-0.94)،  $\lambda$  : الطول الموجي للأشعة السينية،  $\theta$  :

زاوية براك،  $\beta_{hkl}$  : أقصى عرض للقمم

2- باستخدام معادلة وليامسون - هول (Williamson - Hall) ويأخذ بنظر الاعتبار الانفعال المجهرية في هذه

المعادلة [9]:

$$\beta_{hkl} \cos \theta = \left( \frac{K \lambda}{D_{w-H}} \right) + 4 \varepsilon \sin \theta \quad (2)$$

حيث إن:  $K$  ثابت ويتراوح مقداره (0.89-0.94)،  $\lambda$  : الطول الموجي للأشعة السينية،  $\beta_{hkl}$  : أقصى عرض للقمم،  $\theta$  :

زاوية براك،  $\varepsilon$  : الانفعال المجهرية،  $D_{w-H}$  : الحجم الحبيبي بوحدة nm.

نظراً لكون مركبات الفرايت تُستخدم في المغناطيس الكبيرة كقلوب المحولات لذا كانت دراستنا في تحسين خواصها الكهربائية والتركيبية بإضافة مواد أخرى لها.

## 2. طريقة العمل:

### 2.1 المواد الأولية المستخدمة :

لتحضير العينات بطريقة سول - جل للاحتراق التلقائي تم استخدام المواد الأولية التالية والتي أدرجت أوصافها

بالكامل في الجدول أدناه:

جدول 1: المواد الأولية المستخدمة في تحضير العينات ومواصفاتها

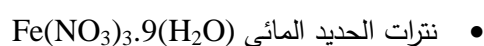
Materials	Chemical formula	Molar mass g/mole	Purity	Country company
Barium Nitrate	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	261.33	98%	BDH/England
Ferric Nitrate	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> .9H <sub>2</sub> O	404.99	98%	Hi media/India
Alumium Nitrate	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> .9H <sub>2</sub> O	375.12	99%	
Nickel Nitrate	Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	145.39	97%	Riedel/Germany
Zink Nitrate	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	148.73	99%	Hi media/India
Citric Acid	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	192.12	99%	Sunkoo Ltd/ South korea
Ammonia	NH <sub>3</sub>	17	99%	Thomas Baker/ India

### 2.2 تحضير النماذج:

تم تحضير المركبات النانوية (BaAl<sub>y</sub>Fe<sub>12-y</sub>O<sub>19</sub>)، (Ni<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) والمتراب (Ni<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) [xBaAl<sub>y</sub>Fe<sub>12-y</sub>O<sub>19</sub>] + (1 - x)Ni<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> من خلال استخدام نترات المواد ولتحضير المسحوق تم إذابة كمية من نترات المواد في الماء المقطر الخالي من الأيونات وإضافة حامض الستريك ومن ثم إضافة الأمونيا إلى المحلول مع ضبط دالة الحامض PH=7 ترفع درجة حرارة المحلول إلى 80°C مع الاستمرار بالتحريك حتى تتحول إلى جل كثيف وبعد الاحتراق

يصبح هلام جاف بعد طحن الهلام يتم كلسنتها بدرجة حرارة 900°C لمدة ساعتين، الجدول أدناه يوضح كمية المواد المحسوبة الداخلة في التحضير، ويتم خلط المركبات النانوية باستخدام النسب (x=10,25, 50, 75%).

وتم حساب نسبة المكونات للمول الواحد باستخدام الاوزان الذرية للعناصر من خلال حساب الكتل ونسبة المركبات المتفاعلة كما موضح:



$$55.845 + 3(14.007 + 3 \times 15.999) + 9(2 \times 1.0079 + 15.999) = 403.9902 \text{ g}$$



$$\frac{\text{الوزن الجزيئي } 12 * Fe(NO_3)_3 \cdot 9(H_2O)}{\text{مجموع الوزن الجزيئي لجميع مركبات الاملاح}} = \text{الكمية المراد تحضيرها}$$

$$\frac{4847.88 * 100}{5109.218} =$$

$$= 94.8849 \%$$

جدول 2: نسبة المواد الداخلة للمركب  $BaAl_yFe_{12-y}O_{19}$

y	Al Nitrate Mass (g)	Fe Nitrate Mass (g)	Ba Nitrate Mass (g)
0.0	0	47.4424	2.5575
0.2	0.7350	46.7045	2.5604
0.4	1.4717	45.9649	2.5633
0.6	2.2101	45.2236	2.6620
0.8	2.9501	44.4806	2.5691
1	3.6919	43.7360	2.572

### 2.3 حساب الحجم الحبيبي للمركبات النانوية:

تم حساب الحجم الحبيبي للعينات باستخدام معادلتَي ديبيي - شيرر ووليامسون - هول من خلال حساب عرض القمة عند منتصف الشدة (FWHM) والموقع الزاوي للقمة ( $2\theta$ ) ذات الشدة الكبيرة كما موضح في الجدول أدناه.

**جدول 3:** الحجم الحبيبي وفق معادلتَي ديبيي - شيرر ووليامسون - هول

Sample	$D_{sh}(nm)$	$D_{w-H}(nm)$
$BaFe_{12}O_{19}$	27.1350	27.1400
$BaAl_{0.2}Fe_{11.8}O_{19}$	26.6913	26.6964
$BaAl_{0.4}Fe_{11.6}O_{19}$	27.8799	27.8848
$BaAl_{0.6}Fe_{11.4}O_{19}$	25.3210	25.3264
$BaAl_{0.8}Fe_{11.2}O_{19}$	28.4231	28.4279
$BaAl_1Fe_{11}O_{19}$	30.1480	30.1525
$Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$	28.5593	28.5641

### 2.4 الخصائص التركيبية:

#### 2.4.1 قياسات حيود الأشعة السينية:

وهي من التقنيات التي تستخدم في تحديد مواقع الذرات بشكل دقيق في جميع أنواع المواد وأيضاً لوصف البنية البلورية ويعطينا معلومات عن الخواص التركيبية والحجم الحبيبي والكثافة الظاهرية. إذ تم استخدام جهاز (Shimadzu6000)، ومن مواصفاته ذات طول موجي ( $\lambda=1.5406nm$ ) ويستخدم المصدر المشع ( $CuK\alpha$ ) وفرق جهده (40kv) وبتيار قدره (30mA) يتم تشخيص مواقع القمم عند تسليط الأشعة السينية على سطح العينات بزوايا مداها ( $2\theta = 10^\circ - 80^\circ$ ) ونتيجة لانعكاسها من السطح البلوي يحدث تداخل بناء لموجات الأشعة السينية.

### 2.4.2 المجهر الإلكتروني الماسح:

تُعدُّ من أهم أجهزة التصوير المجهرية لدراسة الخواص التركيبية للعينات ويتميز بتكبير الصورة بدقة عالية الذي يصل إلى (100000) مرة ويعطينا صور لسطح العينة باللونين الأبيض والأسود، إذ يتم توجيه حزمة من الإلكترونات لسطح العينة الموضوع في الجهاز المفرغ من الهواء وذلك باستخدام مجموعة من العدسات المغناطيسية المصممة لهذا الغرض ونتيجة للتفاعل الذي يحدث بين الإلكترونات وسطح العينة سوف تنعكس بعض الأشعة وتعطينا خصائص مختلفة لكل ذرة ثم ينتقل من موقع إلى آخر إلى أن يتم مسح سطح العينة بالكامل وتكوين الصورة النهائية وتم استخدام مجهر نوعية (Inspect).

### 2.4.3 الخصائص الكهربائية:

تجهز العينات لدراسة خصائصه الكهربائية بعد أن يتم تشكيل العينات وتليدها إذ يستخدم جهاز (LCR-8105G) لدراسة خصائصها الكهربائية والمربوط بجهاز حاسوب فتظهر النتائج بصورة مباشرة على الحاسوب ومن خلال الجهاز يمكننا معرفة ظل زاوية الفقد ( $\tan\delta$ ) وقياس المقاومة المستمرة كدالة لتغيير فرق الجهد والمقاومة المتناوبة كدالة للتردد.

## 3. النتائج و المناقشة:

### 3.1 فحوصات XRD:

من خلال فحوصات الأشعة السينية (XRD) للمركبين ( $\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19}$ )، ( $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ) المحضرين بطريقة سول-جل للاحتراق التلقائي ومن مقارنة نتائج المركبين بالبطاقات العالمية تبين ان المركب ( $\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19}$ ) يطابق البطاقة (00-039-1433) للنسب المختلفة لـ (y) ويمتلك طور سداسي وتوافقت هذه النتائج مع الباحثين [6][10] بينما المركب ( $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ) يطابق البطاقة (00-052-0278) ويمتلك طور مكعبي وتوافقت النتائج مع نتائج الباحثين [5][11][12]، وان قيمة ثابت الشبكة للطور السداسي يكون ( $a = 5.879 \text{ \AA}$ ) وبالنسبة للطور المكعب يساوي ( $c = 23.109 \text{ \AA}$ ) ( $a = 8.358 \text{ \AA}$ ).



وتم حساب ثابت الشبكة حسب التركيب البلوري وحسب العلاقات التالية :

1- التركيب السداسي (Hexagonal)

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2 + hk + k^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2} \quad (3)$$

إذ ان (h,k,l) تمثل معاملات ميلر

ويتم حساب وحدة الخلية من المعادلة الاتية [13]:

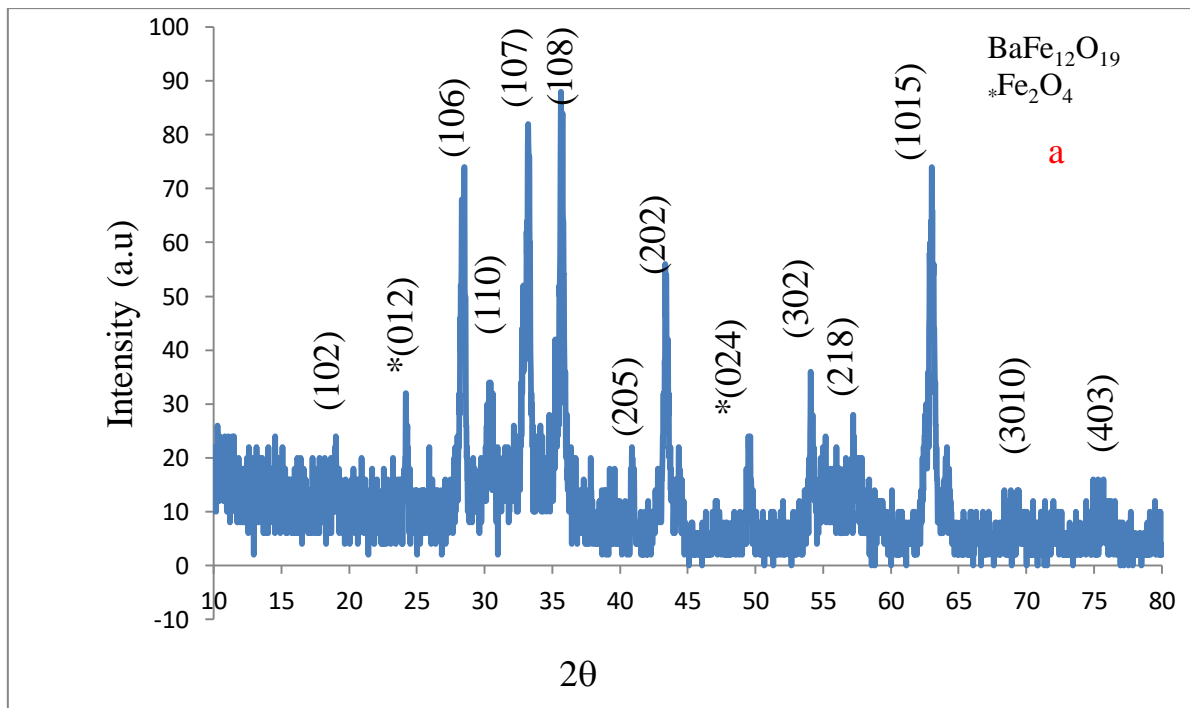
$$V = \frac{\sqrt{3}}{2} a^2 c \quad (4)$$

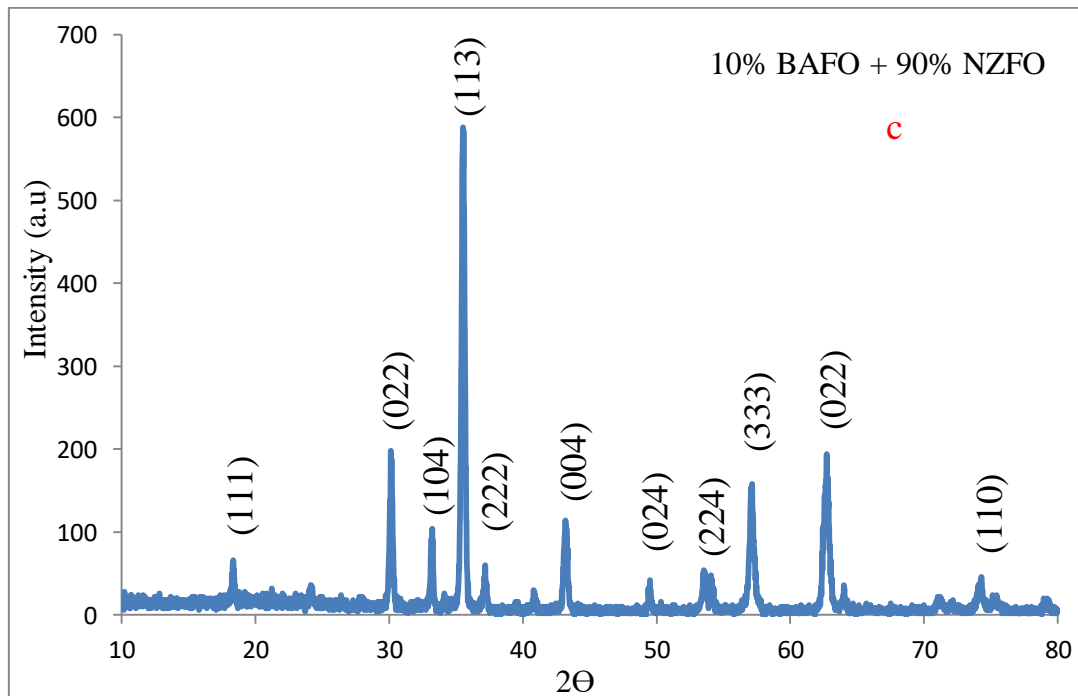
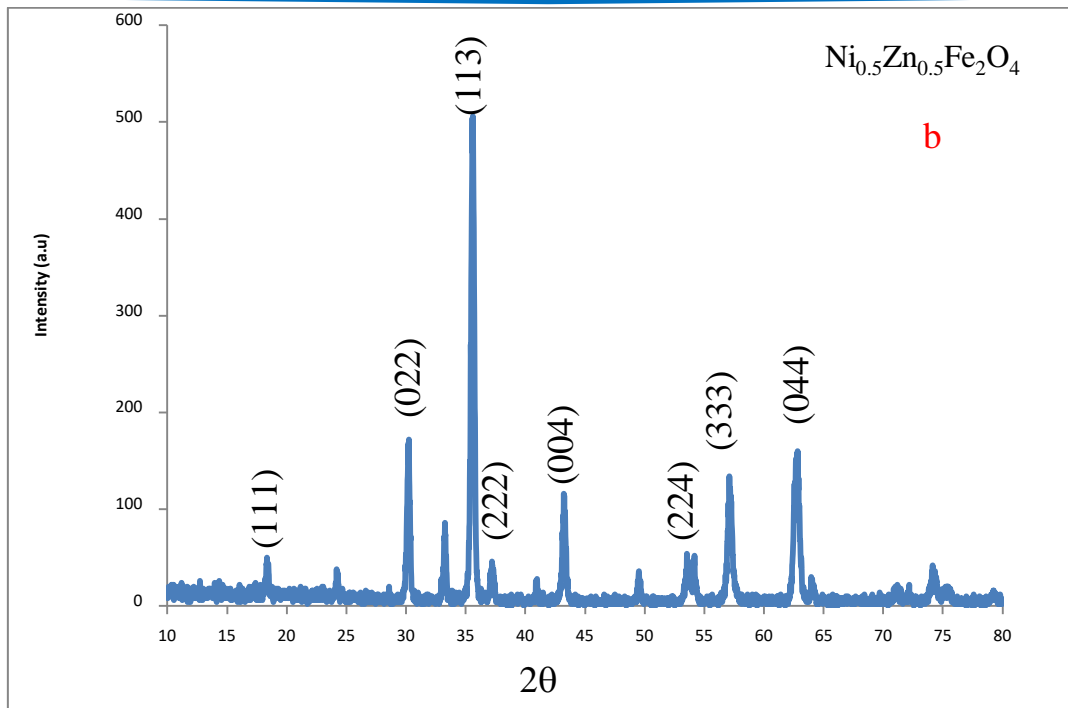
2- التركيب المكعب (Cubic)

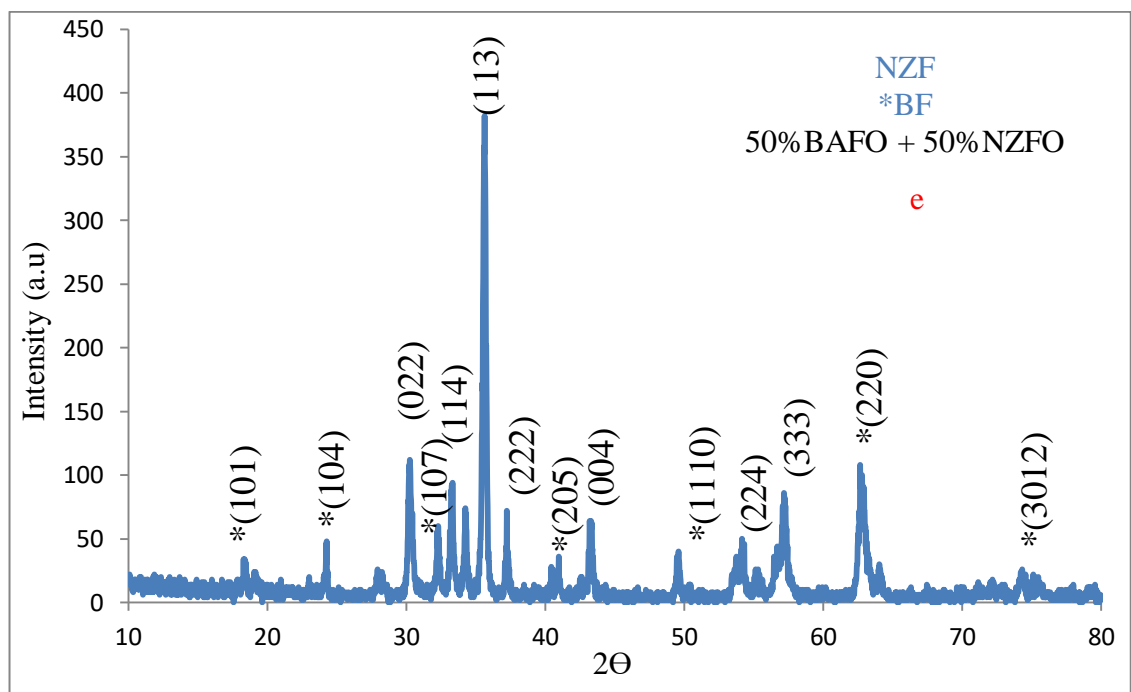
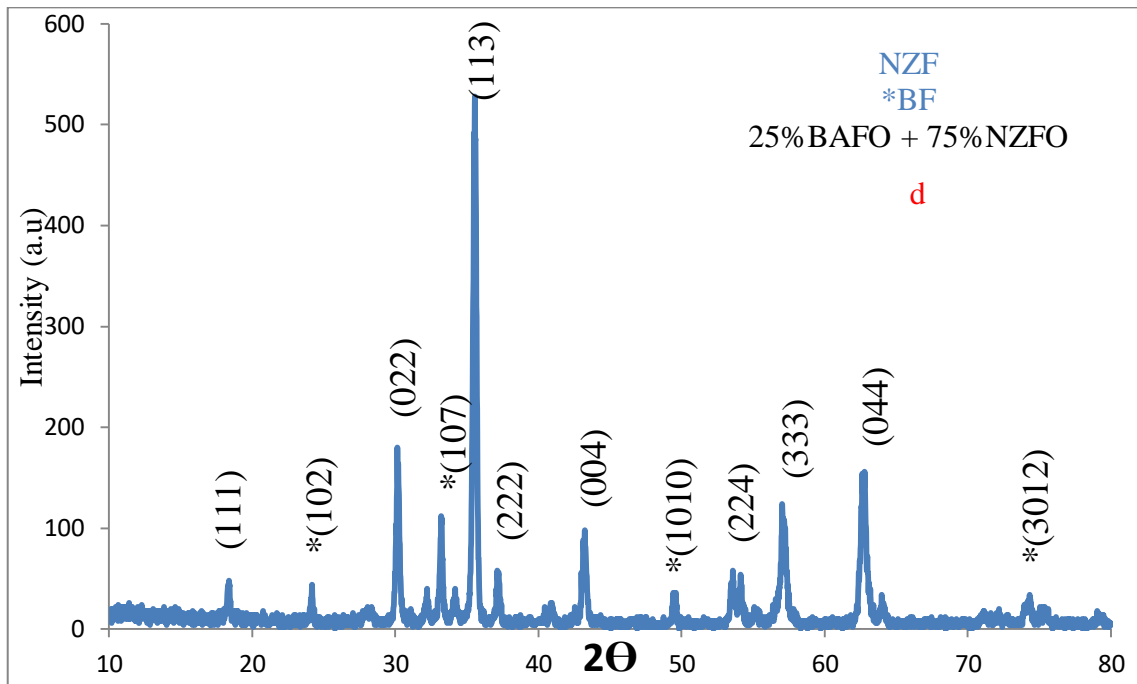
$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2} \quad (5)$$

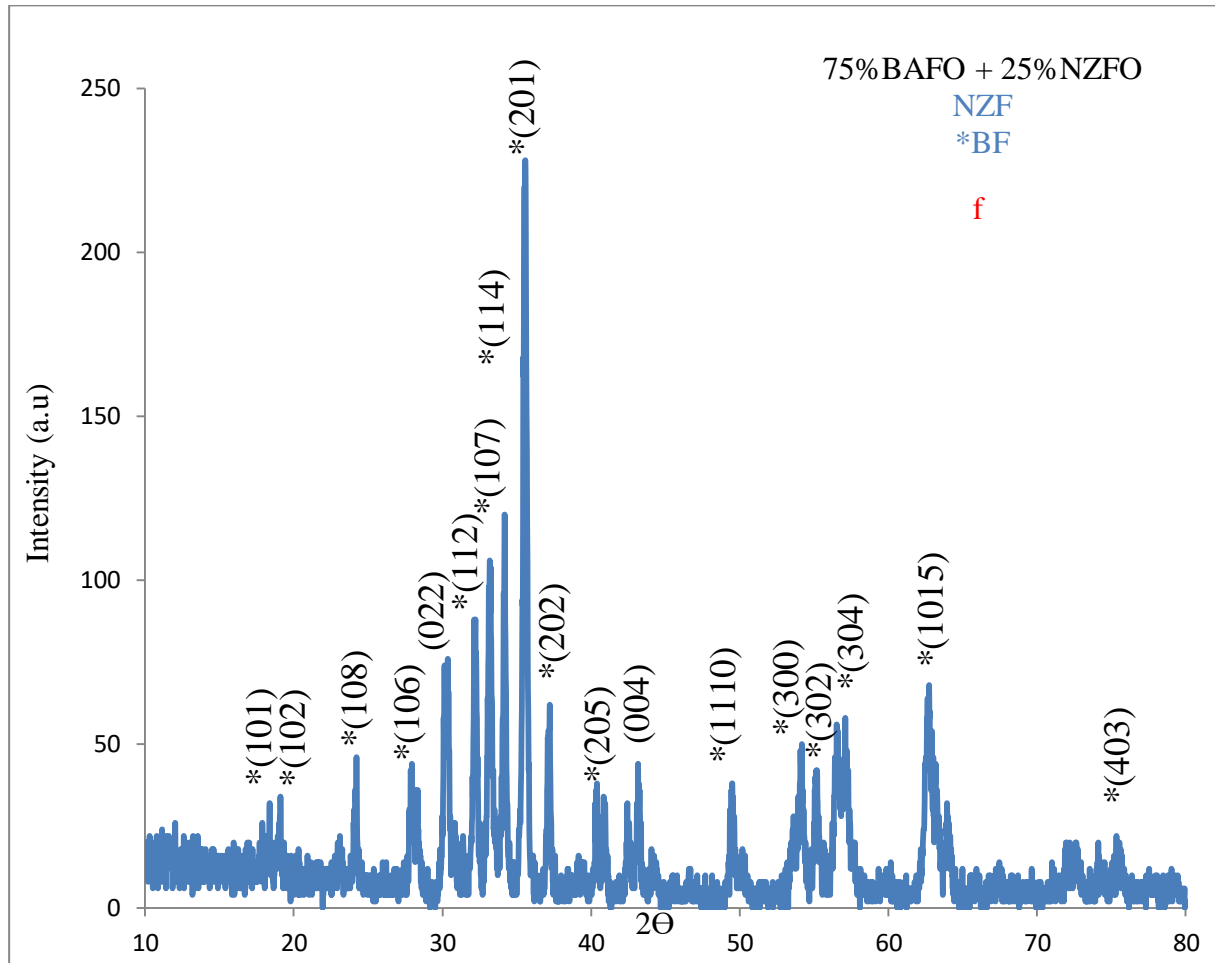
ويمكن حساب وحدة الخلية من المعادلة التالية [14]:

$$V = a^3 \quad (6)$$

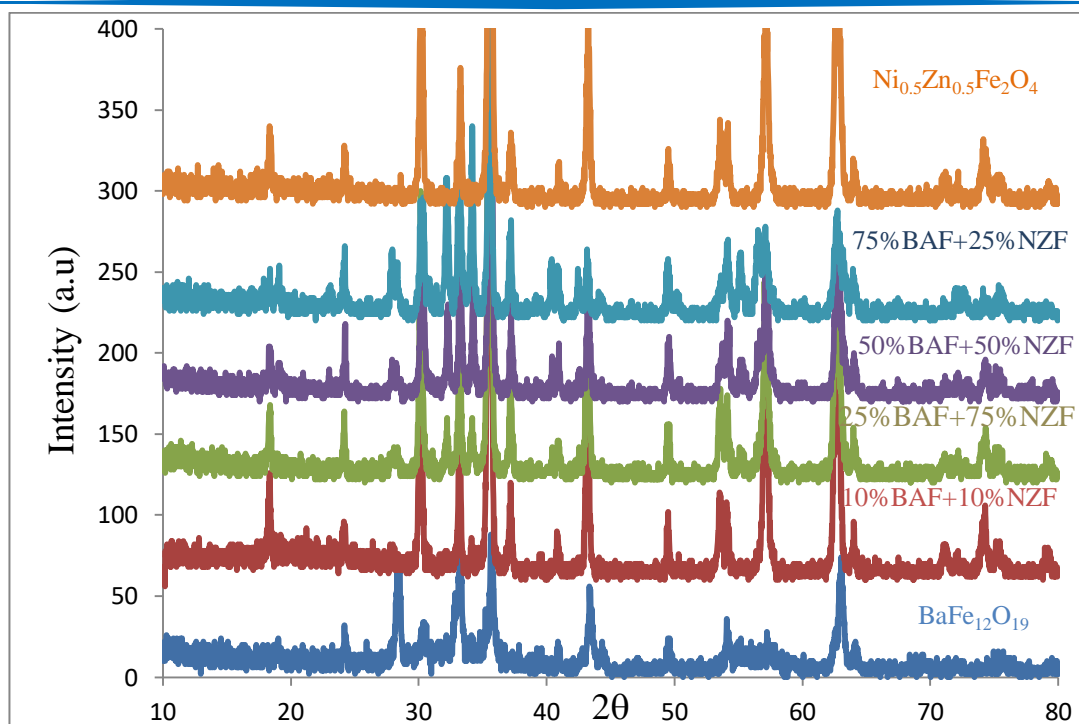




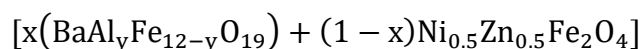




شكل 1: يوضح فحوصات (X-ray) للمركبات  $(\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19})$ ،  $(\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4)$  وللمترابك النانوية  $[\text{xBaAl}_{0.4}\text{Fe}_{11.6}\text{O}_{19}] + (1 - \text{x})\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  للنسب  $(\text{x}=10, 25, 50, 75)$  وتشير القمم المحددة الحادة للعينات إلى تكوين المركب النانوي و الجودة الجيدة للبلورة.

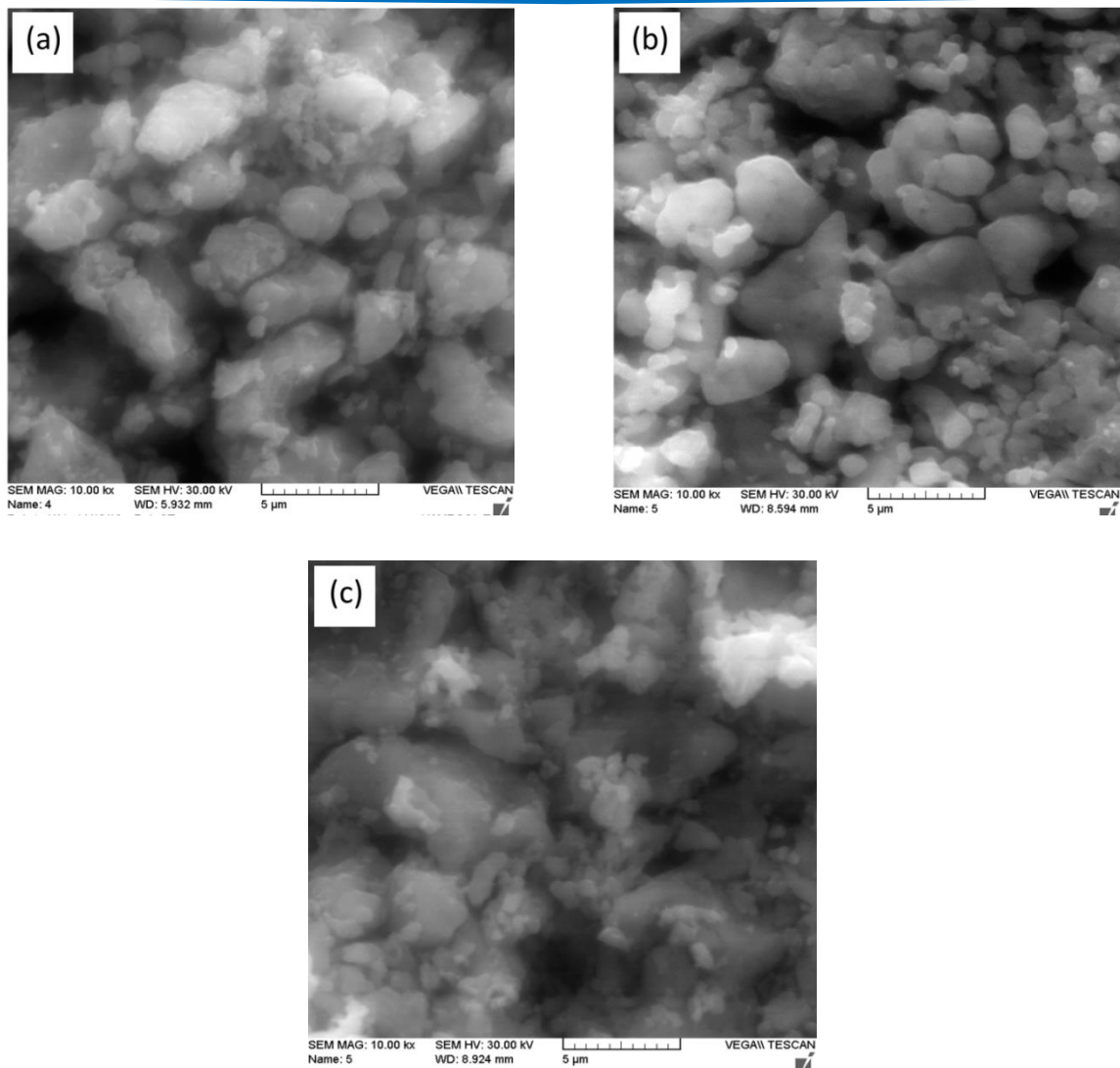


شكل 2: طيف حيود الأشعة السينية لجميع النسب للمترابك

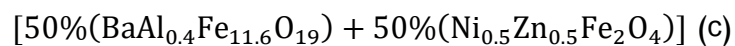
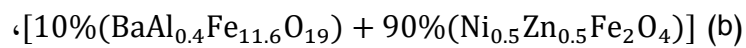
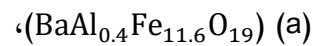


### 3.2 فحوصات المجهر الالكتروني (SEM):

تم استخدام تقنية المجهر الالكتروني الماسح (SEM) في تصوير وفحص المترابك النانوي  $[x\text{BaAl}_{0.4}\text{Fe}_{11.6}\text{O}_{19}) + (1 - x)\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4]$  وتكون شكل المركبات شبه كروية وهي صفة من صفات المركبات النانوية، ومن خلال مقارنة نتائج الحجم الحبيبي المقاس بطريقة (SEM) مع نتائج الحجم الحبيبي المقاس بطريقة (X-ray) وجد تقارب النتائج بكلتا الحالتين.

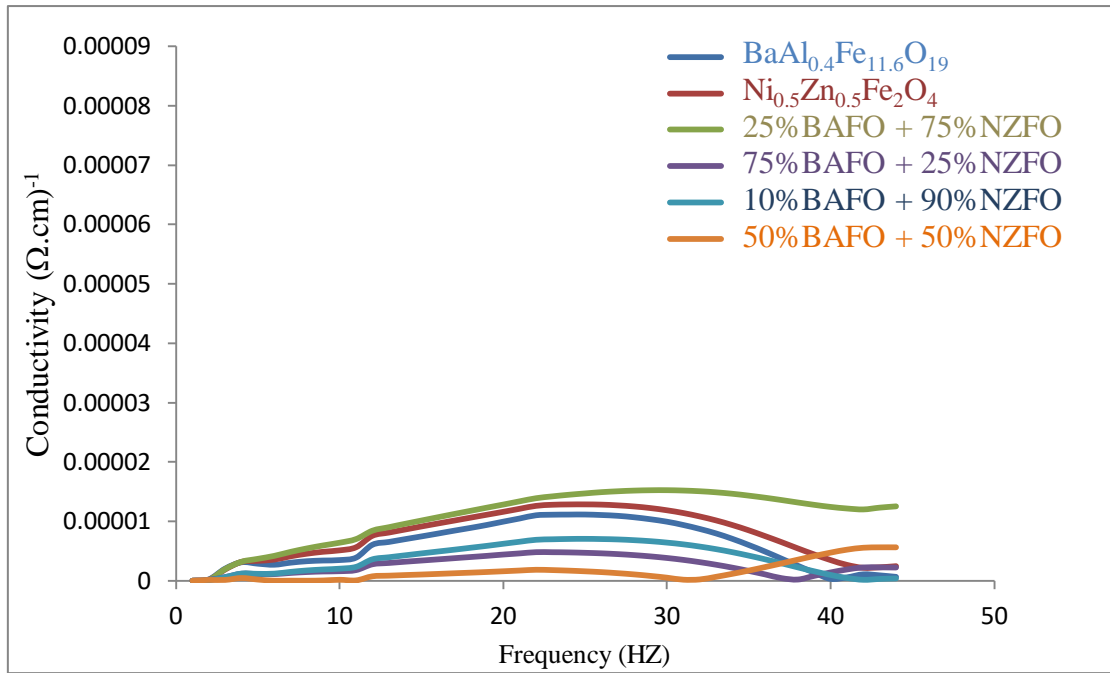


شكل 3: يوضح صور المجهر الالكتروني الماسح للمركبات النانوية



### 3.3 التوصيلية الكهربائية المتناوبة ( $\sigma_{a.c}$ ):

تعد التوصيلية مقياس للقدرة المفقودة في المواد العازلة وهي مقياس للحرارة التي تتولد نتيجة دوران ثنائيات الأقطاب من مواقعها أو اهتزاز الشحنات بتغير اتجاه المجال المتناوب [15]. والشكل 4 يبين تغير قيم التوصيلية الكهربائية مع تغير تردد المجال الكهربائي، إذ لوحظت زيادة قيم التوصيلية الكهربائية مع زيادة التردد لجميع النماذج ووجد أن أحسن قيمة للتوصيلية الكهربائية كانت عند نسبة ( $y=0.4$ ) وذلك بعد اضافة المادة الاخرى ممكن ان تعمل كمستويات ثانوية داخل فجوة الطاقة والتي تعمل على تقليل الفجوة وبالتالي تعمل على زيادة التوصيلية و هذا يعزز ما توصلنا اليه وهي تحسين الخواص التركيبية عند تلك النسبة للمركب ( $BaAl_yFe_{12-y}O_{19}$ ) حتى تصل إلى أعلى قيمة لها عند التردد (1 MHz).

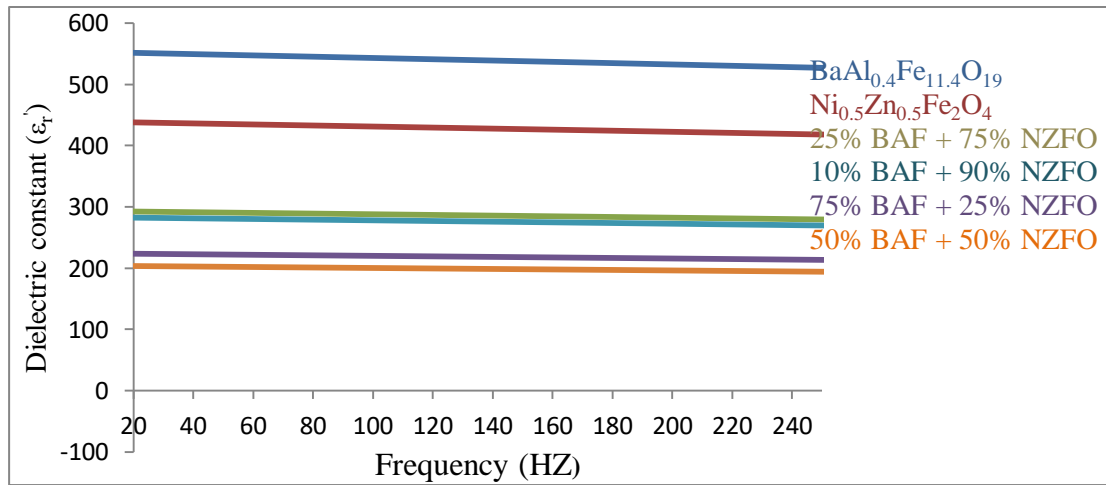


شكل 4: التوصيلية الكهربائية المتناوبة للمركبات ( $BaAl_{0.4}Fe_{11.6}O_{19}$ ) و ( $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ) وللمتراب

[  $x(BaAl_{0.4}Fe_{11.6}O_{19}) + (1 - x)Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  ] ضمن الترددات (20HZ, 500KHZ, 1MHZ)

### 3.4 ثابت العزل الكهربائي ( $\epsilon_r'$ ):

الشكل 5 يبين أن قيمة ثابت العزل الكهربائي ( $\epsilon_r'$ ) تكون عالية عند الترددات المنخفضة ومن ثم يتناقص مع زيادة التردد لكل النسب، وذلك لان زيادة التردد يؤثر على حركة ثنائية القطب الكهربائي للمركب مما يؤدي الى عدم قدرة ثنائية القطب على مواكبة التغير في حركة المجال الكهربائي المسلط مما يؤدي إلى نقصان الاستقطاب الكهربائي وتبعاً لذلك ينقص ثابت العزل وهذه النتائج التي تم التوصل إليها تطابق ما توصل إليها الباحث [12].



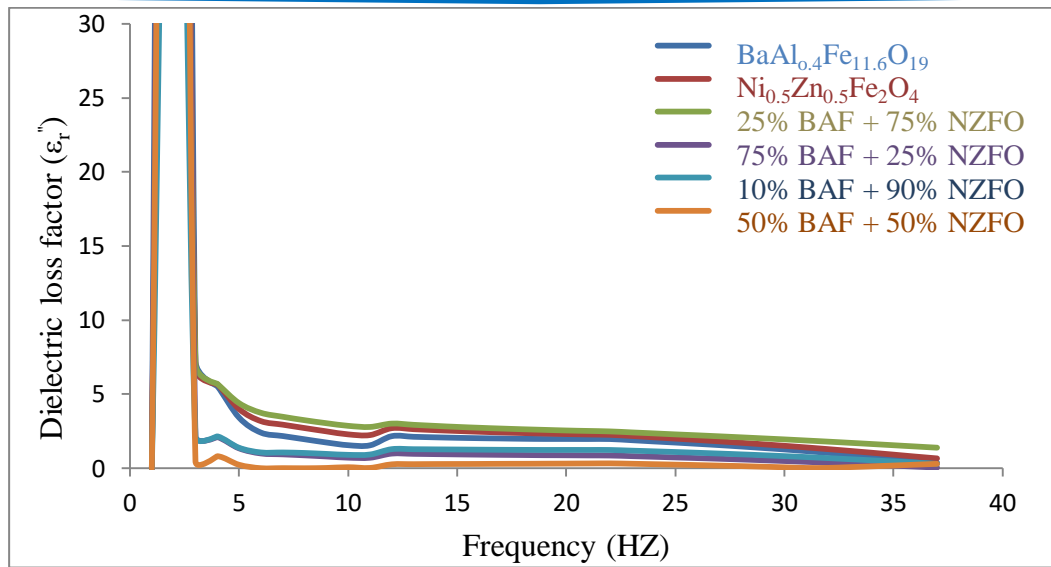
شكل 5: ثابت العزل الكهربائي ( $\epsilon_r'$ ) للمركبات ( $\text{BaAl}_{0.4}\text{Fe}_{11.6}\text{O}_{19}$ ) و ( $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ) وللمركب

$[\text{x}(\text{BaAl}_{0.4}\text{Fe}_{11.6}\text{O}_{19}) + (1 - \text{x})\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4]$  ضمن الترددات (20HZ, 500KHZ, 1MHZ)

### 3.5 معامل الفقد العزلي ( $\epsilon_r''$ )

عامل الفقد هو مقياس فقدان الطاقة داخل الوسط العازل. لذلك فان معامل الفقد يتناسب عكسيا مع التردد فان قيم معامل الفقد تقل بزيادة التردد وتبين أن أقل قيمة لمعامل الفقد العزلي تكون في المتراكبات عند النسبة ( $x=50\%$ ) كما موضح في الشكل 6.





شكل 6: معامل الفقد العزلي ( $\epsilon''$ ) للمركبات ( $\text{BaAl}_{0.4}\text{Fe}_{11.6}\text{O}_{19}$ ) و ( $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ) وللمركب

$[\text{x}(\text{BaAl}_{0.4}\text{Fe}_{11.6}\text{O}_{19}) + (1 - \text{x})\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4]$  ضمن الترددات (20HZ, 500KHZ, 1MHZ)

#### 4. الاستنتاجات:

بعد دراسة ومناقشة نتائج المركبات والمركبات النانوية تم التوصل الى الاستنتاجات الآتية :-

تم تحضير المركبات النانوية بطريقة سول - جل للاحتراق التلقائي، ووجد من خلال فحوصات XRD ان المركب

( $\text{BaAl}_y\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19}$ ) ذات تركيب سداسي وان المركب ( $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ) ذات تركيب مكعبي وان القيم المحددة

للعينات تظهر الجودة الجيدة للبلورة، وان الحجم الحبيبي للعينات تتراوح بين (25-31 nm) تم قياسها بواسطة معادلتى

ديباي - شيرر ووليامسون - هول، وان المجهر الالكتروني الماسح يبين الشكل الكروي للبلورات، ولوحظت زيادة قيم

التوصيلية الكهربائية بزيادة التردد لجميع النماذج وان افضل نسبة كانت عند النسبة ( $y=0.4$ )، وتبين ان ثابت العزل

الكهربائي ومعامل الفقد العزلي تتناسب عكسياً مع زيادة التردد من (20 Hz) الى (1 MHz).

- [1] P. S. Aghav, V. N. Dhage, M. L. Mane, D. R. Shengule, R. G. Dorik, and K. M. Jadhav, "*Effect of aluminum substitution on the structural and magnetic properties of cobalt ferrite synthesized by solgel auto combustion process*", Physica B: Condensed Matter, 406(23), 4350 (2011).
- [2] M. Sugimoto, "*Past, Present, and Future of Ferrites*", Journal of American Ceramic Society, 82, 1 (1999).
- [3] Nikhilesh Chawla & Krishan K. Chawla, "*Metal Matrix Composites*", Journal of Material Science, 2(3), 1 (1986).
- [4] N. J. Shirtcliffe, S. Thompson, E. S. O. Keefe, S. Appleton, and C. C. Perry, "*Highly aluminium doped barium and strontium ferrite nanoparticles prepared by citrate auto-combustion synthesis*", Materials Research Bulletin, 42, 281 (2007).
- [5] S. Kumar, V. Singh, S. Aggarwal, U. Kumar, and R. K. Kotnala, "*Synthesis of nanocrystalline Ni<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ferrite and study of its magnetic behavior at different temperatures*", Material Science and Engineering: B, 166, 76 (2010).
- [6] S. Singhal, K. Kaur, S. Jauhar, S. Bhukal, and S. Bansal, "*Structural and Magnetic Properties of BaCo<sub>x</sub>Fe<sub>12-x</sub>O<sub>19</sub> (x = 0.2, 0.4, 0.6, & 1.0) Nanoferrites Synthesized Via Citrate Sol-Gel Method*", World Journal of Condensed. Matter Physics, 1, 101 (2011).
- [7] Y. Dimitriev, Y. Ivanova, and R. Iordanova, "*History of Sol-Gel Science and Technology*", Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, 43(2), 181 (2008).
- [8] M. Augustin and T. Balu, "*Estimation of Lattice Stress and Strain in Zinc and Manganese Ferrite Nanoparticles by Williamson-Hall and Size-Strain Plot*

- 
- Methods*", International Journal of Nanoscience, 15(4), 1 (2017).
- [9] Y. T. Prabhu, K. V. Rao, V. S. S. Kumar, and B. S. Kumari, "*X-Ray Analysis by Williamson-Hall and Size-Strain Plot Methods of ZnO Nanoparticles with Fuel Variation*", World Journal of Nano Scienc Engineering, 04(01), 21 (2014).
- [10] S. Abedini, R. Islampour, H. Bakhtlari, and Q. S. M. Naeini, "*The effect of molar ratio on structural and magnetic properties of BaFe12O19 nanoparticles prepared by sol-gel auto-combustion method*", Internnational Journal of Nano Dimension, 3(3), 191 (2012).
- [11] C. Jiang, R. Liu, X. Shen, L. Zhu, and F. Song, "*Ni<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles and their magnetic properties and adsorption of bovine serum albumin*", Powder Technology, 211(1), 90 (2011).
- [12] A. Thakur, P. Kumar, and P. Thaku, "*Enhancement of magnetic properties of Ni<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles prepared by the co-precipitation method*", J. Ceramica International, 173, 0 (2016).
- [13] P. G.-C. and J. M.-A. B.J. Palla1, D.O. Shah1, "*Preparation of nanoparticles of barium ferrite from precipitation in microemulsions*", Journal of Nanoparticle Research, 1(3), 215 (1999).
- [14] Falak Sher, "*Crystal Structure Determination I*", National Workshop on Crystal Structure Determination using Powder XRD, organized by the Khwarzimid Science Society, 15 – 17 August 2007.
- [15] F. Yakuphanoglu, Y. Aydogdu, U. Schatzschneider, and E. Rentschler, "*DC and AC conductivity and dielectric properties of the metal-radical compound: Aqua[bis(2-dimethylaminomethyl-4-NIT-phenolato)]copper(II)*", Solid State Communcations, 128(2–3), 63 (2003).