

تأثير اضافة جسيمات أوكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) النانوي على الخواص التركيبية والكهربائية للمركب الفائق التوصيل ($\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10} + \delta$) عند درجات الحرارة العالية

فؤاد كمال توفيق محمد¹، حسين علي محمد²

¹ المديرية العامة لتربية كركوك، وزارة التربية، كركوك، العراق.

² قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة كركوك، كركوك، العراق.

¹Fuadtweeq1974@gmail.com, ²hm9321283@gmail.com

الملخص

لغرض تحسين الخصائص التركيبية لنماذج التوصيل الفائق تمت اضافة جسيمات اوكسيد الالمنيوم (Al_2O_3) النانوي الى نماذج قيد البحث. حضرت النماذج فائقة التوصيل ($\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10} + \delta$) + X(Al_2O_3) بقيم $X=0$ الى $X=1$ بترتيب 0.9 بطريقة تفاعل الحالة الصلبة عند درجات الحرارة العالية وتحت ضغط هيدروليكي 8ton/cm^2 ودرجة حرارة تلدين 800°C . الخصائص الكهربائية لهذه النماذج اظهرت بأن قيمة T_c تزداد من 126K الى 139K وكذلك يزداد محتوى الاوكسجين في النماذج مع زيادة قيم X من 0 الى 0.5، في حين انخفضت قيمة T_c الى اقل من 77K عند زيادة قيم X الى اكثر من 0.5. اظهرت الخواص التركيبية لحيود الأشعة السينية للنماذج وجود طور معيني قائم بحيث $a=4.2868\text{ Å}$ ، $b=5.4184\text{ Å}$ ، $c=35.3528\text{ Å}$ ، في حين لوحظ زيادة في قيم $c=35.9848\text{ Å}$ عند $X=0.5$. نتائج مجهر القوة الذرية AFM بينت ان معدل الحجم الحبيبي لافضل النماذج كان $(47.67)\text{nm}$ عند $(X=0.5)$. المجهر الالكتروني الماسح SEM للنماذج اظهرت بأن هنالك مناطق داكنة تعود للعناصر الثقيلة مثل Bi, Cu ومناطق فاتحة تعود للعناصر الخفيفة مثل Ca و Ba واعتماداً على اوزانها الذرية.

الكلمات الدالة: مركبات فائقة التوصيل؛ جسيمات النانو؛ الخواص الكهربائية والتركيبية.

DOI: 10.32894/kujss.2020.167506

The Effect of Addition of (Al₂O₃) Nano Particles on Structural and Electrical Properties of Bi₂Ba₂Ca₂Cu₃O_{10+δ} Superconductors at High Temperature

Fouad Kamal Tawfeeq¹, Hussein Ali Mohammed²

¹General Directorate of Kirkuk Education, Ministry of Education, Kirkuk, Iraq.

²Department of Physics, College of Education for Pure Sciences, Kirkuk University, Kirkuk, Iraq.

¹Fuadtawfeeq1974@gmail.com, ²hm9321283@gmail.com

Abstract

To enhancement the superconductor structural characteristics, nanoparticles of the Al₂O₃ were added to the samples under study. The Samples of high temperature superconductors 1-X (Bi₂Ba₂Ca₂Cu₃O_{10+δ}) + X(Al₂O₃) with X= (0-0.9) were prepared by solid state reaction method under hydraulic pressure 8 ton/cm² and annealing temperature 800°C. Electrical properties of the samples showed that T_c increases from 126 K to 139 K, and also oxygen content in samples increased with increasing X values from 0 to 0.5, while T_c decreased less than 77 K with increasing X at values more than 0.5. In Structural properties, the X-ray diffraction of the samples showed orthorhombic phase with a=4.286Å, b=5.4184Å, c=35.3528Å at X=0, while c-value is increased to 35.9848Å at X=0.5. AFM results shows that the average grain size of the best sample was 47.67 nm at X=0.5. SEM it showed that there are dark regions related to the heavier elements, such as Bi and Cu, and light regions related to lighter elements, such as Ba and Ca, depending on atomic weights

Keywords: Superconductors; Nano Particles; Electrical and Structural Properties.

DOI: 10.32894/kujss.2020.167506

1. المقدمة :

تُعرف التوصيلية الفائقة superconductivity بأنها ظاهرة انعدام المقاومة الكهربائية لبعض العناصر والمركبات وذلك عند تبريدها إلى درجات حرارة واطئة [1]، وتسمى درجة الحرارة التي يتحول بها إلى موصلات فائقة بدرجة حرارة التحول أو درجة الحرارة الحرجة critical temperature [2]. كما يمكن تعريفها بأنها ظاهرة طرد الفيض المغناطيسي لهذه المواد بحيث أن المجال المغناطيسي لا يمكنه الاختراق عند تسليط على هذه المواد مثلما يحدث في المواد الموصلة العادية [3].

توالت الأبحاث والدراسات منذ عام 1988 وذلك لأيجاد مركبات تمتلك درجة حرارة حرجة عالية وذلك بتبريدها بالنيتروجين السائل حيث درس Nasri وآخرون عام 2011 [4] تأثير إضافة جسيمات MgO النانوية على مركبات الفائقة $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$ التوصيل فوجدوا بأن عند إضافة 5% من جسيمات MgO تعطي أفضل خواص ميكانيكية وكهربائية، بينما حضر Asbullah وآخرون عام 2012 [5] مركبات Bi_{2223} بعد إضافة MgO النانوية لها وبنسب 10%، 8%، 6%، 4%، 2% بالترتيب فوجدوا بأن أفضل نسبة كانت تتراوح بين 6%، 4% والتي أعطت أفضل نتائج. درست Ghazala وآخرون عام 2014 [6] تأثير تعويض MnO جزئياً على Ca في مركبات $\text{Bi}_{1.7}\text{Pb}_{0.3}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ الفائقة التوصيل وبنسب 0.0، 0.1، 0.2، 0.3، 0.4، 0.5 فوجد بأن أفضل نسبة عند $X=0.3$ التي أعطت أفضل نتائج عند استخدام المجهر الإلكتروني الماسح.

الباحث Abdul Jabbar عام 2015 [7] درس تأثير إضافة حبيبات Au النانوية على مركبات Bi_{2223} فائق التوصيل فلاحظ بأنها احتفظت بتركيبها الرباعي القائم كلما ازداد التعويض مع زيادة بـ T_c . قاما Jannah & Abdshukor عام 2017 [8] بدراسة الخصائص التركيبية عند إضافة جسيمات Co_3O_4 النانوية إلى مركب $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ الفائقة التوصيل فوجدوا أنه عند إضافة 0.1 من هذه الجسيمات تعطي أفضل خواص تركيبية تؤدي إلى زيادة قيم T_c إلى 102K. Alyaa وآخرون عام 2019 [9] درسوا تأثير تعويض Ag_2O النانوي على مركبات $\text{Hg}_{0.4}\text{Ag}_x\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ الفائقة التوصيل عند $X=0, 0.05, 0.1, 0.2$ فزادت قيمة T_c من 120K إلى 130K.

يهدف البحث المقدم الى ايجاد افضل نسبة تعويض لجسيمات Al_2O_3 النانوية على المركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$ الفائق التوصيل وعلى هيئة مترابك وذلك لتحسين خواصها التركيبية والكهربائية ولحصول على اعلى قيمة لدرجة الحرارة الحرجة.

2.1 تحضير العينات:

حضرت العينات وذلك باستخدام كاربونات البزموت $BiCO_3$ ، وكاربونات الباريوم $BaCO_3$ ، وكاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ، واوكسيد النحاس CuO و اوكسيد الالمنيوم Al_2O_3 النانوية بعد وزنها بميزان حساس واعتمادا على وزنها الذرية مع مراعاة اضافة اوكسيد الالمنيوم ونسب X من (0 الى 0.9) وذلك للحصول على مركب $(\delta)+X(Al_2O_3)$ $1-X(Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10})$. يتم مزج هذه المساحيق وذلك بعد وضعها في هاون من العقيق Agate mortar ويستمر الطحن ويتم اضافة كحول ايزوبروبانول 2-propanol تفاديا من تساقط اجزاء المسحوق اثناء الطحن الى ان نحصل على مسحوق متجانس، وللتخلص من الكحول والكاربونات الموجودة في المركب توضع داخل فرن كهربائي لمدة ساعة واحدة وبدرجة $100^\circ C$ ، ثم يتم وزن العينات بعد التسخين فالفرق الناتج في الوزن يمثل وزن الكاربونات الموجود في المركب.

تكبس العينات على هيئة اقراص وذلك باستخدام مكبس هيدروليكي وبضغط 8 ton / cm^2 وذلك اعتماداً على الخواص الميكانيكية لهذا المركب حيث وجد عملياً بأن اقل من هذه القيمة كانت الأقراص او النماذج هشة وهناك احتمالية تهشمها، بينما عند استخدام اكثر من هذه القيمة بدأت النماذج بالتكسر وهذا الاستنتاج يطابق الأبحاث كثيرة كما في المصادر [9] [11] [12]. ثم توضع الاقراص في فرن كهربائي ويتم اختيار درجة $800^\circ C$ مراعاة لدرجة انصهار المواد المكونة للمركب. ويستمر التسخين من درجة حرارة الغرفة وبمعدل $120^\circ C / \text{hr}^{-1}$ الى ان تصل الى درجة $600^\circ C$ لتسمى هذه العملية بعملية التلبد sintering، بعدها يتم ضخ الاوكسجين في الفرن ويتم رفع درجة الحرارة من $600^\circ C$ الى $800^\circ C$ وبمعدل $20^\circ C / \text{hr}$ لتسمى هذه العملية بالتلدين Annealing. تبقى العينات بهذه الدرجة داخل الفرن لمدة 24hr مع الاستمرار بضخ الاوكسجين بعدها يبرد وبمعدل $5^\circ C / \text{hr}$ الى ان تصل لدرجة حرارة الغرفة. ان عمليتي التلبد والتلدين لها دور كبير للتخلص من العيوب التركيبية والتصنيعية للمركبات وكذلك تقوم هذه المركبات بأخذ قالبها التركيبية ويبطأ لتأخذ الأواصر اماكنها اثناء عملية التحضير وخلال التلدين.

2.2 القياسات الكهربائية للعينات:

تستخدم هذه القياسات لحساب درجة حرارة التحول T_c وذلك بعد قياس مقاومة العينات. وباستخدام الأجهزة التالية : منظومة تبريد (Cryostat System) تعمل بالنتروجين السائل، مجهز قدرة مستمر (D.C power supply)، فولتميتر رقمي نانوي (Digital Nano voltmeter)، أميتر (Ammeter)، جهاز قياس درجات الحرارة (Digital thermometer) و مضخة مفرغة (Rotary Pump).

حيث يتم دراسة تغير المقاومة مع درجة الحرارة و باستخدام المنظومة والتي تعمل بالنتروجين السائل وبذلك يتم حساب T_c على أساس أنها منتصف المسافة بين بداية هبوط المقاومة ونهاية هبوط المقاومة أي أن :

$$T_c = \frac{T_{c\ on} + T_{c\ off}}{2} \quad (1)$$

تم حساب نسبة الاوكسجين باستخدام طريقة التسحيح والموجودة خطواتها بالتفصيل في المصدر [10]

2.3 القياسات التركيبية للعينات:

تم استخدام جهاز حيود الاشعة السينية (XRD) وباستخدام المعادلة التالية :-

$$2d_{hkl} \sin\theta = n\lambda \quad (2)$$

d : المسافة بين المستويات البلورية

θ : زاوية الحيود

n : مرتبة الحيود

λ : الطول الموجي المستخدم

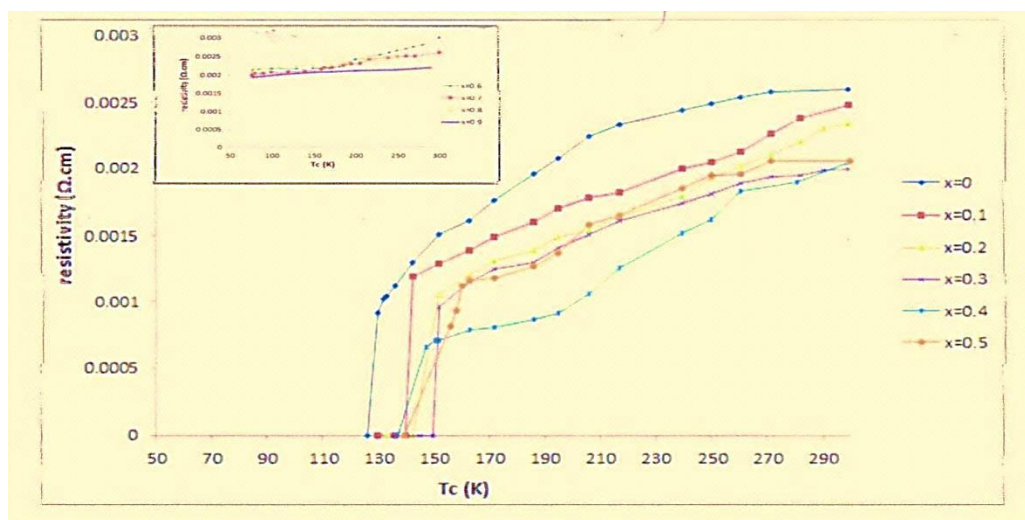
ان النتائج تم مقارنتها باستخدام نماذج مرجعية قياسية للمركب Bi_{2223} وذلك بايجاد افضل تطابق بين النماذج واطهر بان جميع النماذج من النوع المعيني القائم (Orthorhombic) وكما مشار اليه في مصدر [13].

لمعرفة نسبة العناصر ونعومة السطح العينات تم استخدام المجهر الالكتروني الماسح من نوع TESCAN MIRA3 (LTESCAN MIRA3 LMH Schottky FE-SEM) والموجود في جامعة كاشان - ايران .

ولمعرفة مدى وجود تضاريس السطح تم استخدام جهاز مجهر القوة الذرية (AFM).

3. النتائج والمناقشة:

تم دراسة الخصائص الكهربائية للمركب $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})+X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ وذلك لحساب قيم درجة حرارة التحول T_c لها وبنسب تعويض لقيم X من (0.9-0) وذلك باستخدام منظومة تبريد تعمل بالنتروجين السائل فوجد بأنه عند $X=0$ فإن $T_c=126\text{K}$ واخذت بالزيادة مع زيادة قيم X لغاية 0.5 لتصبح $T_c = 139\text{ K}$ ، ويمكن ملاحظة الشكل 1 والذي يبين تغير المقاومة مع درجة الحرارة ويعزى هذه الزيادة في درجة الحرارة التحول (T_c) الى مايلي :-
من ملاحظة الجدول 1 والذي يظهر كيفية زيادة نسبة الاوكسجين من 0.1884 الى 0.4453، والتي تم حسابها بطريقة التسحيح والتي بدورها ادت الى زيادة قيم T_c ، وكذلك تم اختيار $X=0.5$ كافضل نموذج وذلك لتحسن خواص الكهربائية وذلك لان عند زيادة قيم X الى 0.9 لاحظنا هبوط قيم درجة الحرارة الحرجة الى اقل من 77K فتعذر قياسها بالأجهزة المتاحة لنا .



شكل 1: يبين تغير المقاومة مع درجة الحرارة للمركب $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})+X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ عند

$X=0$ الى $X=0.9$.

جدول 1: علاقة زيادة نسبة الأوكسجين مع درجة حرارة الحرجة للمركب

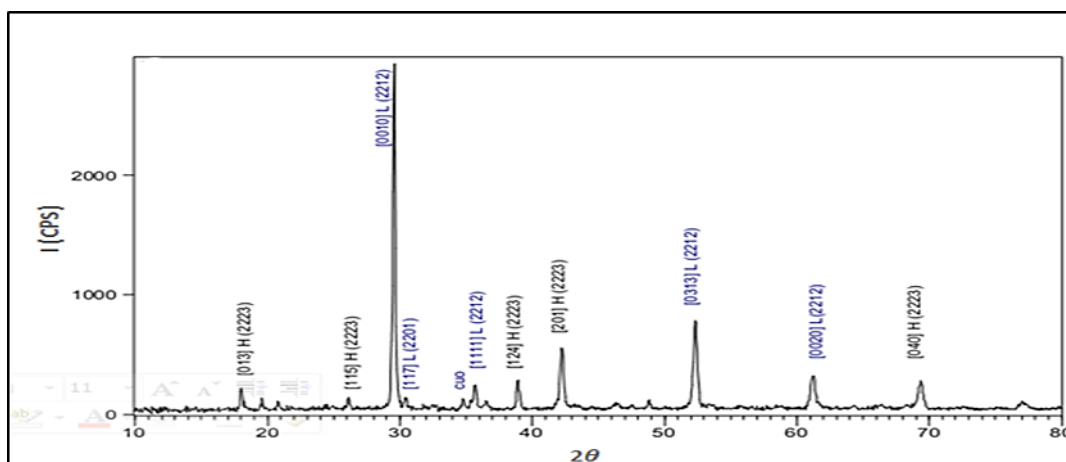
$X=0.9$ الى $X=0$ عند $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})+ X(\text{Al}_2\text{O}_3)$

X	T_c (K)	Oxygen content
0	126	0.1884465
0.1	130	0.196579
0.2	133	0.328853
0.3	135	0.406764
0.4	137	0.419768
0.5	139	0.445320
0.6		
0.7		
0.8		
0.9		

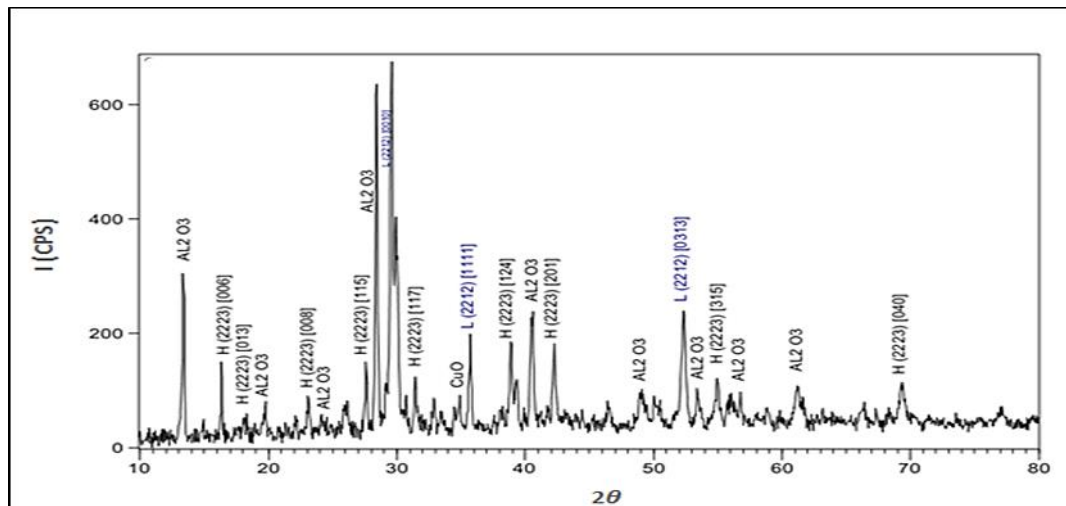
ان تحسن الخواص الكهربائية يعزى الى تحسن الخواص التركيبية ايضا والتي يمكن ملاحظتها في دراسة الخواص التركيبية لها ومدى تأثيرها على زيادة محور C ولافضل قيمة للتعويض والتي سيتم شرحها لاحقا، وهذه النتائج تطابق نتائج ماتوصل اليه الباحثون [11][12].

اظهرت دراسة حيود الاشعة السينية للمركب $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})+ X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ عند $X=0$ بأن تركيبها البلوري يظهر انتظاما مع ظهور قمم واضحة وكما مبين في شكل 2. تم حساب قيم d_{hkl} من قانون براك في الحيود ومن ثم تم حساب معاملات ميلر (hkl) وباستخدام برنامج حاسوبي تم حساب قيم ابعاد وحدة الخلية حيث كانت $a=4.2868\text{\AA}$, $b=5.4184\text{\AA}$, $C=35.3528\text{\AA}$ ومن ملاحظة القيم وهي ذات تركيب من النوع المعيني القائم Orthorhombic وذلك عند $X=0$ ، اما عند اضافة اوكسيد الألمنيوم النانوية ونسبة $X=0.5$ اظهرت الخصائص التركيبية بتحسن واضح وانتظاما في تركيبها البلوري وكانت افضل واظهرت الكمال في التنظيم بحيث ان $a=4.2884\text{\AA}$, $b=5.4201\text{\AA}$, $C=35.9848\text{\AA}$ وكما مبين في الشكل 3.

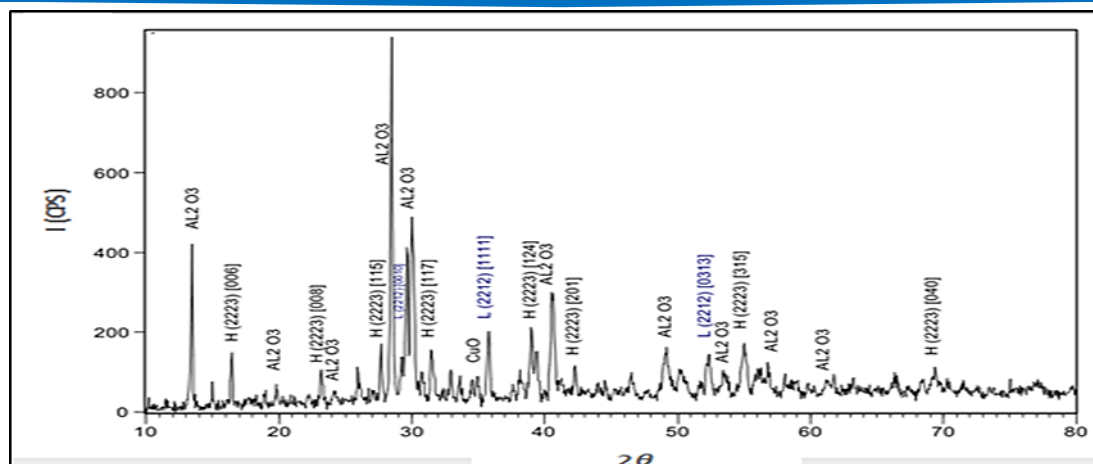
في حين عند اضافة $X=0.6$ فان النموذج بقي محافظا على التركيب البلوري ومن نوع المعيني القائم مع انخفاض في شدة القمم مع انخفاض في قيمة C فكانت ابعاد الشبكية $a = 4.2869\text{\AA}$, $b=5.4192\text{\AA}$, $C=30.9853\text{\AA}$ مبين في الشكل 4.



شكل 2: حيود الاشعة السينية لنموذج $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})+X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ عند $(X=0)$.



شكل 3 : حيود الاشعة السينية لنموذج $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})+X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ عند $(X=0.5)$.



شكل 4: حيود الأشعة السينية لنموذج $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})+X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ الفائق التوصيل عند $(X=0.6)$

أن تحسن في قيم T_c عند $X=0.5$ يعزى الى تحسن خواص التركيبية بالإضافة الى زيادة قيم C والتي بدورها

تعمل على تحسن خواصها الكهربائية ورفع درجة حرارة تحولها من $K(126)$ الى $K(139)$.

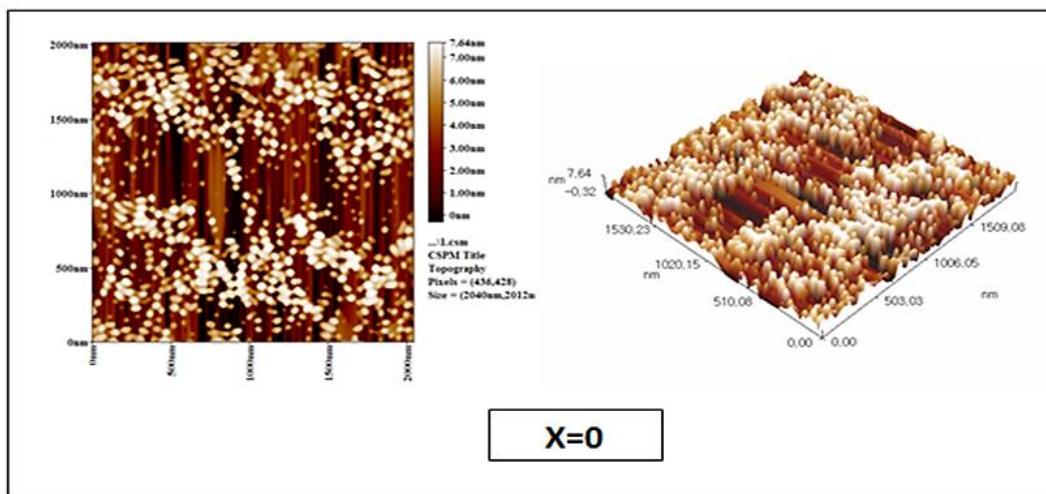
تم استخدام مجهر القوة الذرية لتصوير النماذج التي اعطت افضل نتائج عند دراستنا للخواص التركيبية للمركب

$1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})+X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ والتي كانت عند $X=0.5$ وذلك للتأكد من ابعادها النانوية قبل وبعد

الأضافة، فتبين من ملاحظة الأشكال من الشكل 5 الى الشكل 8 عند تعويض $X=0$ ، و $X=0.5$ لوحظ هناك تعرجات

ومناطق ذات كثافة عالية ومناطق ذات كثافة قليلة وابعاد نانوية بحدود 53.91 nm عند $X=0$ الى ان يصل 47.67 nm

عند $X=0.5$ مما يدل على تحسن خواصها عند هذه النسبة وهذه النتائج تتطابق نتائج حيود الأشعة السينية.

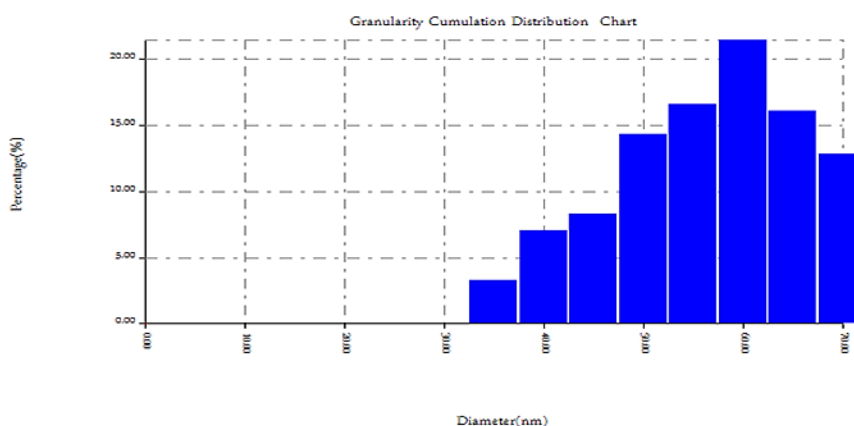


شكل 5: صورة فوتوغرافية للمركب $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}) + X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ باستخدام مجهر القوة الذرية

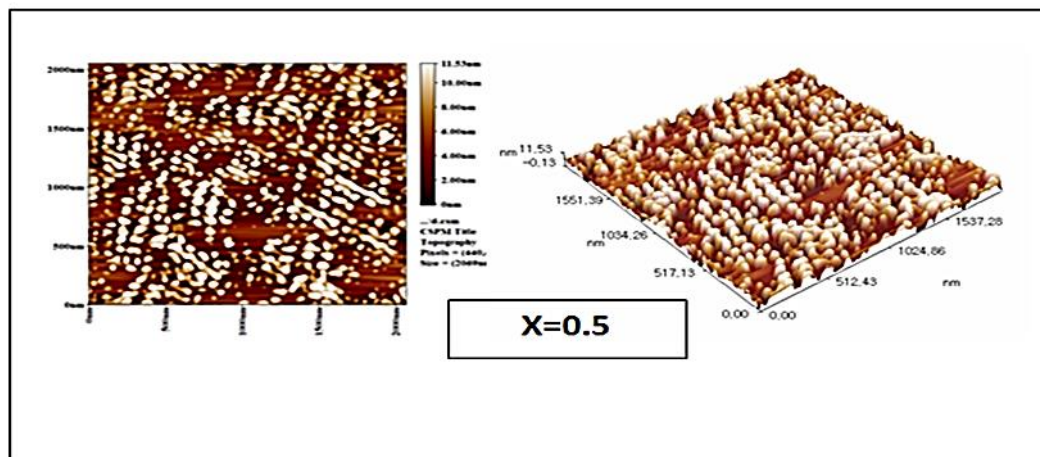
(AFM) عندما $x=0$

Avg. Diameter: 53.91 nm

Diameter (nm)<	Volume (%)	Cumulation (%)	Diameter (nm) <	Volume (%)	Cumulation (%)	Diameter (nm)<	Volume (%)	Cumulation (%)
35.00	3.27	3.27	50.00	14.36	33.00	65.00	16.12	87.15
40.00	7.05	10.33	55.00	16.62	49.62	70.00	12.85	100.00
45.00	8.31	18.64	60.00	21.41	71.03			



شكل 6: رسم البياني للمركب $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}) + X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ باستخدام المجهر التحقيقي عندما $X=0$.

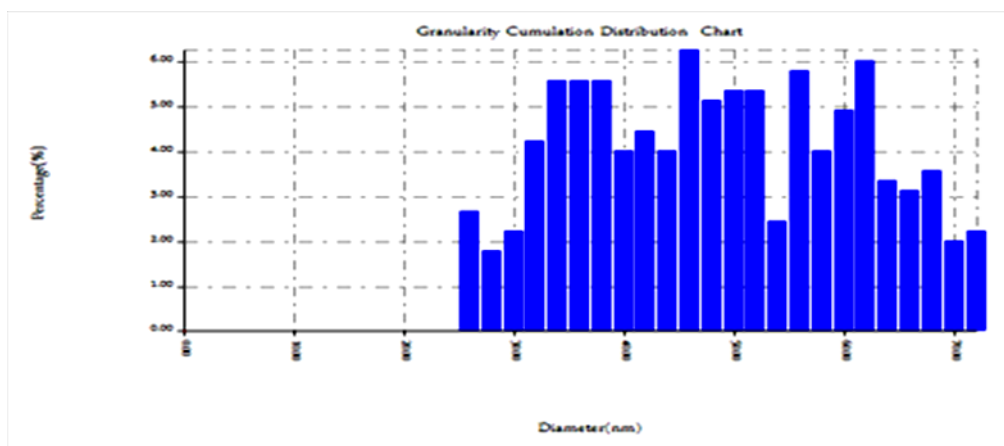


شكل 7: صورة فوتوغرافية للمركب

.X=0.5 (AFM) باستخدام مجهر القوة الذرية (AFM) عند X=0.5

Avg. Diameter: 47.67 nm

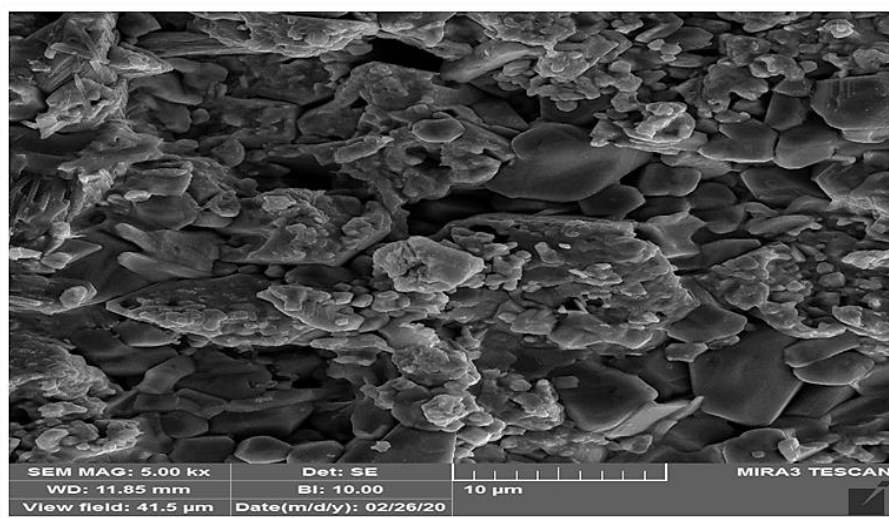
Diameter (nm)<	Volume (%)	Cumulation (%)	Diameter (nm)<	Volume (%)	Cumulation (%)	Diameter (nm)<	Volume (%)	Cumulation (%)
26.00	2.68	2.68	42.00	4.47	36.24	58.00	4.03	74.72
28.00	1.79	4.47	44.00	4.03	40.27	60.00	4.92	79.64
30.00	2.24	6.71	46.00	6.26	46.53	62.00	6.04	85.68
32.00	4.25	10.96	48.00	5.15	51.68	64.00	3.36	89.04
34.00	5.59	16.55	50.00	5.37	57.05	66.00	3.13	92.17
36.00	5.59	22.15	52.00	5.37	62.42	68.00	3.58	95.75
38.00	5.59	27.74	54.00	2.46	64.88	70.00	2.01	97.76
40.00	4.03	31.77	56.00	5.82	70.69	72.00	2.24	100.00



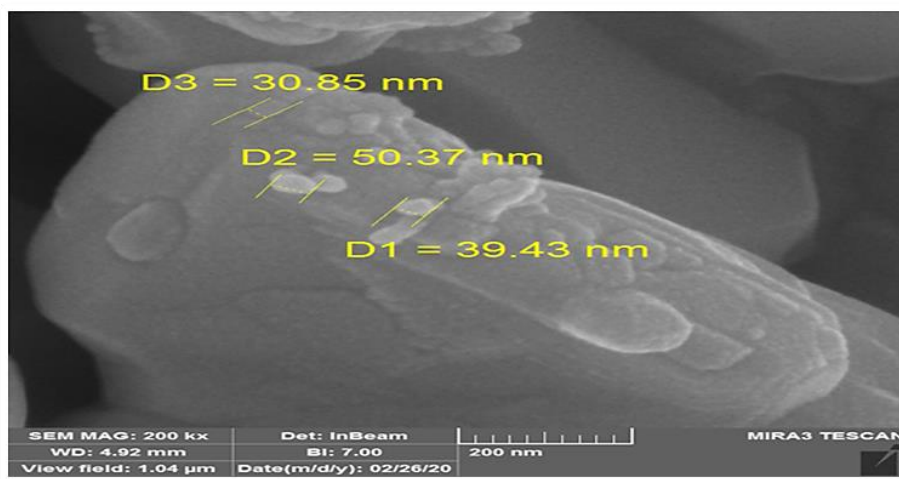
شكل 8: رسم البياني للمركب 1-X(Bi₂Ba₂Ca₂Cu₃O₁₀+ δ)+X(Al₂O₃) باستخدام المجهر التحقيقي عند X=0.5

.X=0.5

تم تصوير النماذج للمركبات $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10} + \delta) + X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ باستخدام جهاز المجهر الالكتروني الماسح (SEM) وذلك لقيم تعويض $X=0$ و $X=0.5$ وبقوة تكبير $5000X$ و $200000X$ تبين ان المناطق الداكنة تعود للعناصر الثقيلة مثل Bi وكذلك النحاس Cu واما المناطق الفاتحة فتشير للعناصر الخفيفة مثل Ba,Ca واعتمادا على اوزانها الذرية، وان زيادة نسب العناصر الثقيلة مثل CuO و Bi_2O_3 لها دور كبير في زيادة درجة الحرارة الحرجة للمركبات الفائقة. وكما مبين من الشكل 9 الى شكل 12.

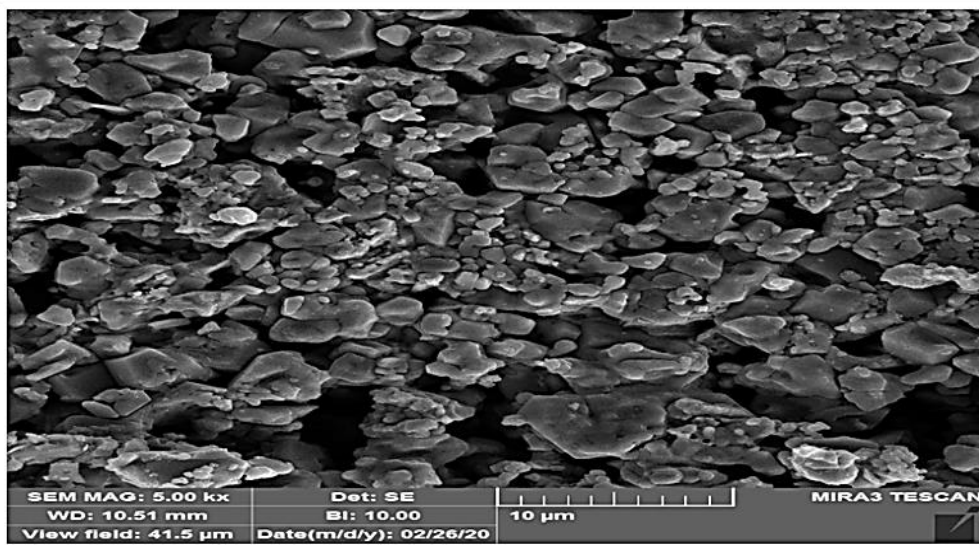


شكل 9: صورة فوتوغرافية للمركب $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10} + \delta) + X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ بقوة تكبير $5000x$ عندما $X=0$.

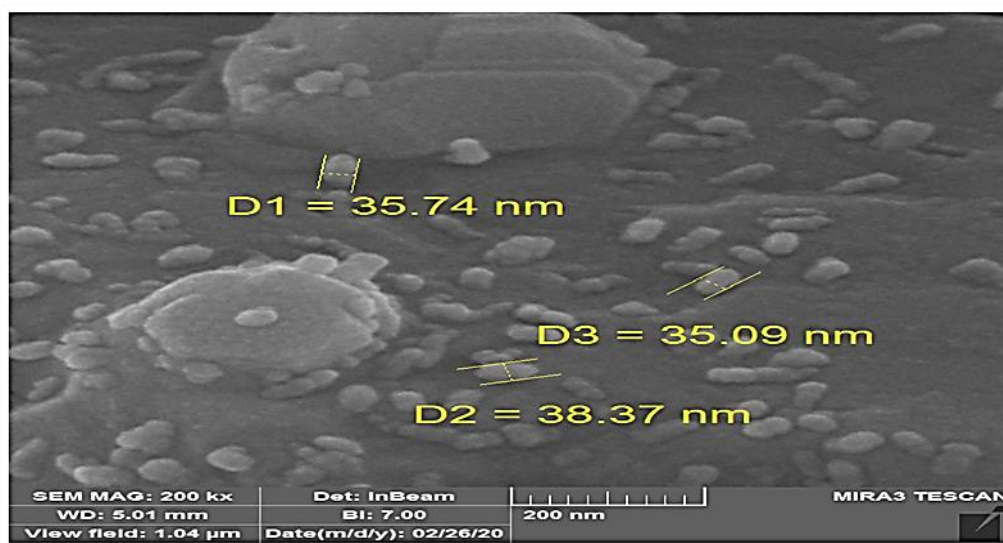


شكل 10: صورة فوتوغرافية للمركب $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10} + \delta) + X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ بقوة تكبير

$200000x$ عندما $X=0$.



شكل 11: صورة فوتوغرافية للمركب $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}) + X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ بقوة تكبير 5000x عندما $X=0.5$.

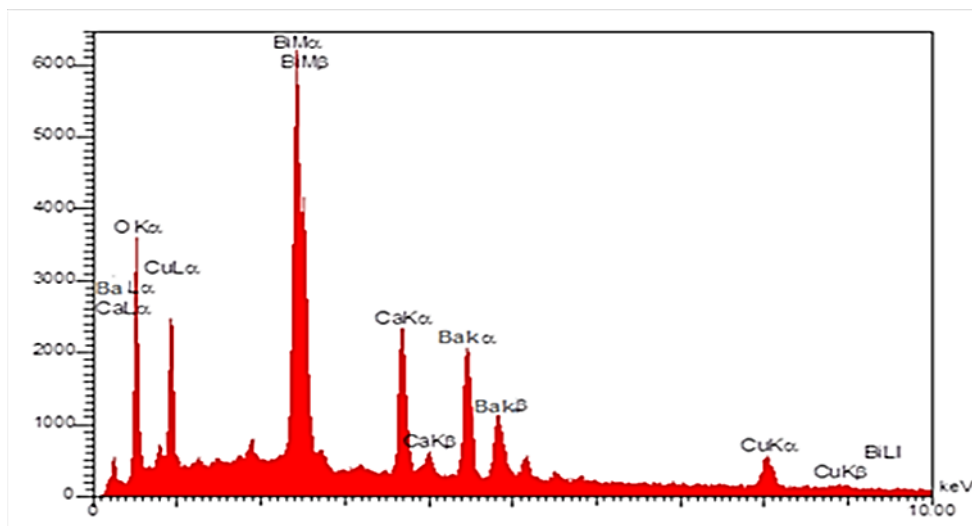


شكل 12: صورة فوتوغرافية للمركب $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}) + X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ بقوة تكبير 200000x عندما $X=0.5$.

تم استخدام تحليل العناصر باستخدام EDX ان هذه التقنية الحديثة تستخدم لقياس تراكيز المواد المتواجدة بالعينات قيد البحث ويمكن مراجعة تفاصيل هذه التقنية في مصدر [11] والتي يوضح فيها آلية هذه التقنية بالتفصيل.

ومن ملاحظة الأشكال البيانية في الشكل 13 والتي هي العلاقة بين الشدة والطاقة باستخدام EDX عند $X=0$

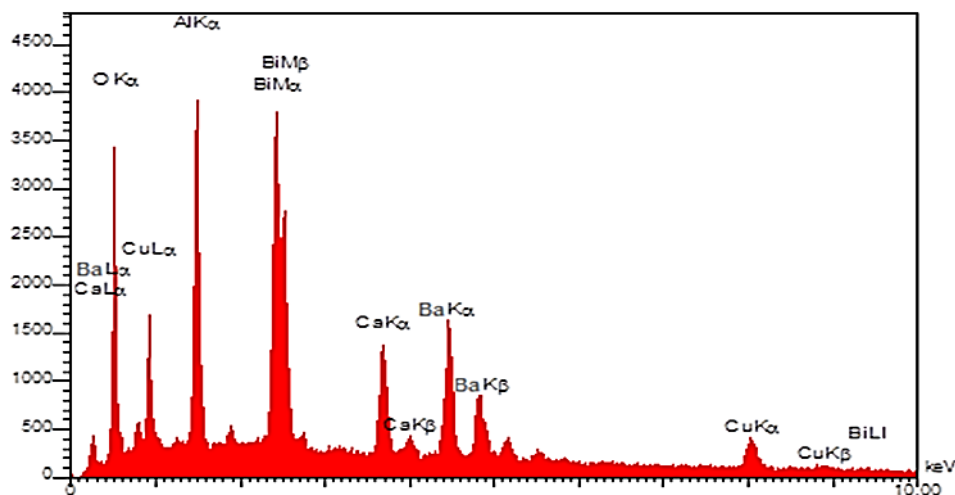
وكذلك الجدول 2 والشكل 14 والجدول 3 عند $X=0.5$.



شكل 13: العلاقة بين الطاقة والشدة باستخدام (EDX) عندما $X=0$.

جدول 2: نسب العناصر للمركب $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})+X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ عندما $X=0$.

Elt	Line	Int	Error	K	Kr	W%	A%	ZAF	Ox%	Pl/Bg	Class	LConf	HConf	Cat#
O	Ka	393.3	178.6961	0.1327	0.0864	34.82	71.47	0.2482	0.00	250.19	A	34.18	35.46	0.00
Ca	Ka	501.5	59.6242	0.2041	0.1329	14.13	11.58	0.9405	0.00	18.72	A	13.90	14.36	0.00
Ba	Ka	453.7	59.6242	0.1928	0.1255	14.33	9.82	0.8759	0.00	14.56	A	14.09	14.58	0.00
Cu	Ka	106.4	0.2992	0.0535	0.0348	3.76	1.95	0.9253	0.00	4.61	A	3.63	3.90	0.00
Bi	Ma	1100.2	177.0568	0.4170	0.2716	32.95	5.18	0.8242	0.00	54.55	A	32.59	33.31	0.00
				1.0000	0.6512	100.00	100.00		0.00					0.00



شكل 14: العلاقة بين الطاقة والشدة باستخدام (EDX) عندما $X=0.5$.

4. الاستنتاجات :

عند تحضير النماذج $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})+X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ عند $X=0$ الى $X=0.9$ وبطريقة التفاعل الحالة الصلبة وجد بأن افضل ضغط هيدروليكي مستخدم هو 8 ton/cm^2 والذي يعطي افضل خصائص تركيبية وكهربائية.

جدول 3: نسب العناصر للمركب $1-X(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})+X(\text{Al}_2\text{O}_3)$ عندما $X=0.5$

Elt	Line	Int	Error	K	Kr	W%	A%	ZAF	Ox%	Pk/Bg	Class	LConf	HConf	Cat#
O	Ka	415.2	130.3214	0.1455	0.0906	2.76	59.67	0.2766	0.00	372.51	A	32.18	33.35	0.00
Al	Ka	641.5	128.5159	0.2389	0.1488	20.82	22.48	0.7148	0.00	61.66	A	20.51	21.12	0.00
Ca	Ka	318.1	47.8786	0.1344	0.0837	9.06	6.59	0.9239	0.00	15.34	A	8.88	9.25	0.00
Ba	Ka	349.6	47.8786	0.1543	0.0961	11.13	6.77	0.8636	0.00	14.50	A	10.91	11.35	0.00
Cu	Ka	71.7	0.3232	0.0374	0.0233	2.63	1.21	0.8869	0.00	4.37	A	2.52	2.74	0.00
Bi	Ma	735.3	128.5159	0.2895	0.1803	23.60	3.29	0.7640	0.00	51.45	A	23.28	23.92	0.00
				1.0000	0.6229	100.00	100.00		0.00					0.00

وكذلك فإن لدرجة حرارة التلدين والتي هي 800°C اعطت افضل نتائج وتعطي الطور المطلوب عند التحضير. وجد بأن الحرارة التلدين والتليد والتبريد البطيء كان له اثر كبير في تحديد طور المركبات وتحسن خواصها التركيبية والكهربائية وكذلك لتوفر جو الأوكسجين المشبع داخل الفرن ادى الى اعطاء افضل خواص للمركبات. عند دراسة الخواص التركيبية باستخدام جهاز الاشعة السينية وجد بأن التركيب من النوع المعيني القائم وأعطت افضل نتائج عند تعويض $X=0.5$ ولكون هذا الترتيب البلوري اعطت مجالاً للمسارات أمنة للحاملات الشحنة لأزواج كوبر وان طبقة CuO تكون هي المسؤولة على تكوين هذه الأزواج والتي بدورها ترفع درجة الحرارة الحرجة.

عند استخدام جهاز مجهر القوة الذرية AFM لفحص النماذج $(1-X)(\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{\delta_{10+}} + X(\text{Al}_2\text{O}_3))$, عند تعويض من $X=0$ و $X=0.5$ لوحظ انخفاض في قيم معدل البعد البؤري من 53.91 nm الى 47.67 nm مما يشير الى تحسن الخواص التركيبية. عند استخدام المجهر الالكتروني الماسح SEM لاحظنا هناك مناطق داكنة ومناطق فاتحة والتي تشير الى تواجد عناصر ذات كثافة عالية وكذلك عناصر ذات كثافة واطئة معتمدة على العناصر الموجودة في المركب.

المصادر

- [1] C. Kittel, " *Introduction to solid state*", 6th Ed., John Wiley and Sons, New York (1986).
- [2] H. K. Onnes, " *Further experiments with liquid helium. D. On the charge of electric resistance of pure metals at very low temperature, etc.V. the disappearance of the resistance of mercury*", KNAW, Proceedings, Amsterdam, (14), 113 (1911).
- [3] Meissner W. and Dchsenfeld R., " *Higher Temperature Superconductor*", Nature Science, 21, 787 (1933).
- [4] Nasri A. Hamid, Mohd Y, Abd Rahman and Noor F. Shamsudin, " *Mechanical and Superconducting proprieties of Nano size MgO added dip-coated $\text{Bi}_2 \text{Sr}_2 \text{Ca Cu}_2\text{O}_8$ Superconducting Tape*", Natural Science, 3(6), 484 (2011).

- [5] Asbullah M., Hamid N., Yahya S. and Azhan H., "**Optimization of Flux pinning Centers in Bi-2212 MgO Added Superconductor**", 4th International Conference on Solid State Science and Technology, (2012).
- [6] Ghazala Y. Hermiz, Bushra A. Aljuranim Md. and Ali H. Al-Beayaty, "**Effect of Mn Substitution on the Superconducting Properties of $Bi_{1.7}Pb_{0.3}Sr_2Ca_{2-x}Mn_xCu_3O_{10+\delta}$** ", International Journal of Engineering and Advanced Technology, 3(4), 2249 (2014).
- [7] Abdul Jabbar, Irfan Q., Khalid M. Khan, Zulqurnain A., Nadeem K., Mumtaz M., "**Synthesis and superconducting properties of (Au)_x/ CuTi-1223 Composites**", Journal of Alloys and Compound, 618, 110 (2015).
- [8] Abd shukor R. and Jannah A, "**Advances in Superconductivity and CO3O4 Nano Particles as flux pinning center in (Bi-Pb) 2223/Ag superconductor Tapes**", Alp conference proceeding, AIP Publishing LLC, USA, 1877(1), 020003 (2017).
- [9] Alyaa H., Abdu Kareem A. and Kareem J, "**Influence of Simultaneous doping of Ag on the wircal Temperature and Laitice conslout of $Ti_{1.6}Hg_{0.4-x}Ag_xBa_2Ca_2Cu_3O_{10}$ Superconductors**", Alp Conference Proceedings, AIP Pupliching LLC, USA, 2123, 020079 (2019).
- [10] S. Fathi, "**Isovalent Substitution of Re in high temperature**", PhD Thesis, Baghdad University, Iraq (1993).
- [11] A. Nihad, "**The partial substitution and annealing on Structural and Electrical Properties of compound $Ti_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ Superconductor Synthesized by Nano technique**", PhD Thesis, Tikrit University, Iraq (2015).
- [12] Abbas M. and Razzaq A., "**The effect of Nd Nano particles on (Bi, Pb)2223 Superconductivity**", Journal of chemical and pharmaceutical science, 10, 10111(2017).



-
- [13] Sh. Mahdi, " *Synthesis and structural, electrical and mechanical properties of composite superconductor* ", PhD Thesis, Baghdad University, Iraq (2015).