

دراسة تأثير التعويض الجزئي والتلدين المتكرر على الخصائص التركيبية والكهربائية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10}$ الفائق التوصيل الكهربائي

نهاد علي شفيق¹ ، خالد حمدي رزيق² ، عبد الكريم دهش علي³

¹جامعة تكريت / كلية التربية / طوزخورماتو/ قسم الفيزياء

nihadshafeek@yahoo.com¹

^{2,3}جامعة تكريت / كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم الفيزياء

dr.khalid_hamdi@yahoo.com² , iccst@yahoo.com³

تاريخ قبول البحث : 2015 / 4 / 13

تاريخ استلام البحث : 2015 / 1 / 27

المخلص

تم تحضير العينات المركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ بطريقة تفاعل الحالة الصلبة وبتراكيز مختلفة لـ x, y حيث $(x, y = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5)$ وتم كبس العينات باستخدام مكبس هيدروليكي 8 ton/cm^2 ومن ثم تم تلدين النماذج بدرجة حرارة 850°C . لوحظ من خلالها ان افضل نسبة تعويض لـ x, y هي 0.3 حيث ان قيمة $a=b=5.391^\circ\text{A}$ وان $c=36.225^\circ\text{A}$ تبين ان التركيب من النوع الرباعي القائم وان افضل درجة حرارة تحول هي $T_c=135 \text{ K}$ اظهرت دراسة وفحص النماذج بواسطة مجهر القوة الذرية AFM بان افضل معدل البعد النانوي هي 91.75 nm عند نسبة التعويض 0.3 .

الكلمات الدالة : توصيلية فائقة ، درجة الحرارة الحرجة ، نانو تكنولوجيا ، رباعي قائم.

Study the partial substitution and annealing on Structure and Electrical Properties of compound $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ Superconductor

NIHAD A. Shafeek¹ , Khalid H. Razzeg² , Abdul K. Dahash Ali³

¹University of Tikrit / College of Education / tuzkhumatu

nihadshafeek@yahoo.com¹

^{2,3}University of Tikrit / College of Education for Science

dr.khalid_hamdi@yahoo.com² , issct@yahoo.com³

Received date : 27 / 1 / 2015

Accepted date : 13 / 4 / 2015

ABSTRACT

We have prepared samples of high temperature superconductors namely $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ using solid state reaction, for different concentration of $(x,y=0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5)$ and compressing by hydraulic at 8 ton/cm^2 also annealing samples at 850°C . The samples have been characterized resistivity measurements using the electrical resistivity measurement. At $x,y=0.3$ ratio of Ag,Ba give a best value of $T_c=141 \text{ K}$. The morphology of the samples obtained by AFM in three dimensions views four samples after annealing treatment. Also give a best Nano size value is 94.74 nm at $x,y=0.3$

Keywords: Superconductor, Critical temperature, Nanotechnology, Tetragonal

1. المقدمة (Introduction)

قبل عام 1911 كان الاعتقاد السائد ان جميع المواد تصبح فائقة التوصيل الكهرباء فقط عند درجة الحرارة الصفر المطلق اي 0°C . 273. ولكن قبل عام 1911 لوحظ ان الزئبق النقي تصبح مقاومته مساويه للصفر عند درجة حرارة 4.2°C [1] 269. ويمكن الحصول على هذه الدرجات المنخفضة بتسييل غاز الهيليوم . لقد كان هذا الاكتشاف مثيرا لاهتمام الكثير من العلماء لايجاد تفسير علمي لهذه الظاهرة وخاصة بعد ان وجد ان هناك مواد اخرى لها نفس الخاصية عندما تبرد وهذا ما كان مخالفا للاعتقاد السائد انذاك . ولكن تسييل غاز الهيليوم مكلف جدا من ناحية مادية . وذلك كان البحث في هذا المجال محدودا جدا الى ان تم التوصل في عام 1986 الى مركب فائق التوصيل الكهربائي ،رمزه الكيميائي هو $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ عند درجة حرارة 180°C ويمكن الحصول على هذه الدرجة بتسييل غاز النتروجين وهذا غير مكلف ومن هنا بدأت البحوث والتجارب العلمية تنشيط لمحاولة فهم هذه الظاهرة وكيفية استغلالها في تطبيقات صناعية . حرارة منخفضة [2] وتسمى هذه الدرجة الحرارية بالدرجة الحرارية الحرجة (Critical – Temperature) . ويرمز لها بالرمز (Tc) وتختلف قيمة درجة الحرارة الحرجة (Tc) من مادة الى اخرى . وفي عام 1957 وضعت نظرية باسم (BCS) وسميت بهذا الاسم نسبة الى مكتشفها وهم كل من (L.Cooper and N.Schrieffer ، J. Bardeen) . وقد فسرت هذه النظرية الية انتقال الالكترونات الفائقة التوصيل الكهربائي لتكوين أزواج من الالكترونات والتي تسمى بازدواج كوبر (Cooper Pairs).

بعد هذه النظرية استمرت جميع الأبحاث والدراسات التي كان هدفها الأساسي اكتشاف مواد لها درجة حرارة حرجة (Tc) قريبة جدا من درجة غليان النتروجين السائل (Liquid Nitrogen) والتي تساوي (77 K) [3] .

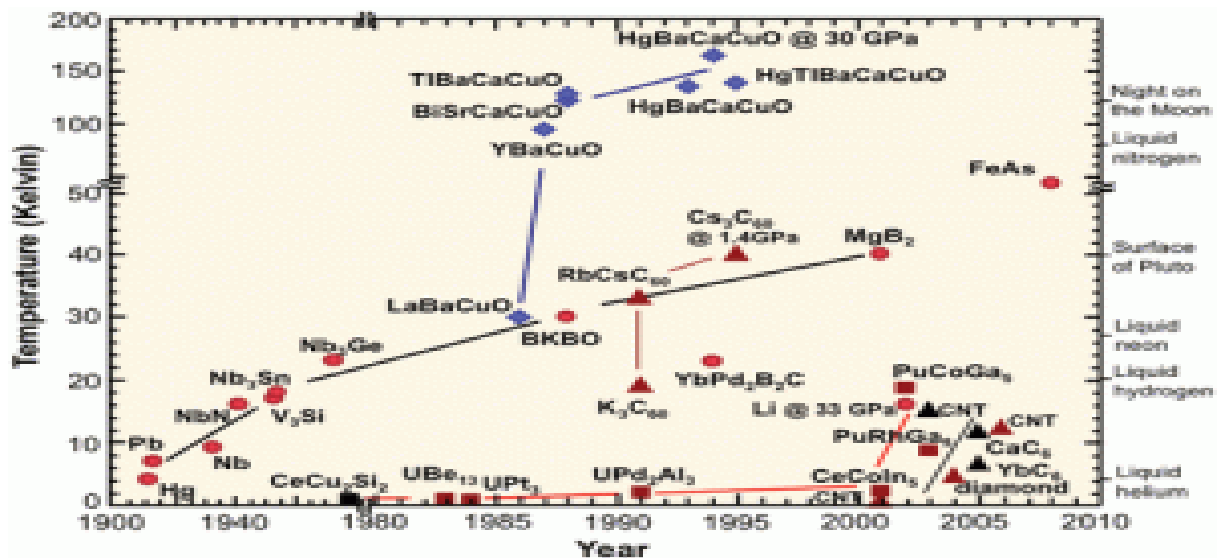
وفي عام 1988 استطاع [4] Meada et al. التوصل الى درجة حرارة حرجة K 110 من خلال دراسته للمركب (Bismuth, Strontium, Calcium, Copper and Oxygen) (BSCCO).

اما الباحث (Hazen) وجماعته عام 1988 [5] فدرسوا الخواص الكهربائية للمركب $\text{TL}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$ واستطاعوا الحصول على درجات حرارة حرجة $T_c = (80, 110, 125)\text{K}$ عندما $(n = 1, 2, 3)$ على التوالي ، و اشار (Malachershy) وجماعته عام 1989 [45] الى تأثير التعويض الجزئي للعناصر الارضية النادرة وعلى المركب $\text{Bi}_{2-x}\text{RE}_x\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ والتي حضرت بطريقة تفاعل المادة الطيفية

اذ كان (RE = Y, Tm , Sm) باستخدام حيود الاشعة السينية لدراسة التركيب البلوري وايضا درسوا التغيرات الحاصلة في الطور عند تغير تراكيز المواد المعرضة جزئيا على هذا المركب .

وفي عام 1993 Schilling et al. تم التوصل الى درجة حرارة حرجة تساوي 133K لمركب Hg Ba Ca Cu O وبهذا تحققت قفزة كبيرة في درجة الحرارة الحرجة لمركبات فائقة التوصيل الكهريائي عند درجات الحرارة العالية [6] .

ويبين الشكل (1) استعراضا لتاريخ اكتشاف بعض المواد فائقة التوصيل الكهريائي ودرجات الحرارة الحرجة خلال السنوات الماضية [7].



الشكل (1): يبين استعراضا لتاريخ اكتشاف بعض المواد فائقة التوصيل الكهريائي ودرجة الحرارة الحرجة لها خلال الفترة

الماضية [7]

وقد استنتج Al Shirag et. (2011) [9] في بحثه على (Ag/Tl–Ba–Ca–Cu0/Cdse) ان المعادن الشبه موصل والتوصيل الفائق تشكل معا ثورة في عالم الاجهزة الالكترونية والاجهزة ذات القدرة الانتقالية العالية وذلك باستخدام طريقة dc electro–deposition باستخدام مركبات كيميائية مثل KOH بعيارية 1N . ان من اهم الدراسات التي ركزت على مركبات التوصيل الفائق تلك التي قام بها ثابت (2011)[10] على تأثير التعويض الجزئي للنikkel Ni على الخواص الميكانيكية (معامل يونك والصلادة)

لمركب $(\text{Bi}_{0.8}\text{Pb}_{0.2})_2(\text{Sr}_{0.9}\text{Ba}_{0.1})_2\text{Ca}_2(\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x)_3\text{O}_{10+s}$ فائق التوصيل وانتجت قوة وصلادة عالية وذات طاقة سطحية متميزة . اما دراسة Suzan et.al (2012) [11] فقد شملت تاثير التلدين للاغشية الرقيقة للمركب $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_{2.2}\text{Zn}_{0.8}\text{O}_{10}$ المحضر بطريقة النبضات الليزرية تحت درجات حرارية مختلفة $^{\circ}\text{C}$ (820,840,860,880) ويتوافر الاوكسجين بمعدل 2liter/min وبمعدل حرارة $15^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ، وتم فحص الاغشية الرقيقة بواسطة XRD(X-Ray diffraction) فضلا عن قياسات المقاومة الكهربائية والمقاسة بطريقة Four-Probe Technique .

تحضير العينات Sample preparation

من اجل تحضير العينات وجب توفير المواد والمستلزمات التالية :

المواد المستخدمة في تحضير العينات

تم استخدام المواد الاتية في تحضير العينات :

1. مواد كيميائية ذات نقاوة تصل الى 99.9% وهي اوكسيد التاليوم Tl_2O_3 واوكسيد النحاس CuO وكاربونات الباريوم Ba CO_3 وكاربونات الكالسيوم Ca CO_3 و نترات السترونيوم $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ واوكسيد الفضة Ag_2O_3 (المانى المنشأ).
2. كحول الايزوبروبانول Isopropanol ($\text{C}_3\text{H}_7\text{O}$) ويسمى ايضا 2-propanol .
3. غاز الاوكسجين O_2 وقد استخدم لتوفير الجو المشبع بهذا الغاز اثناء عملية التلدين.

الاجهزة المستخدمة في تحضير العينات :

تم استخدام الاجهزة الاتية اثناء عملية تحضير العينات وهي :

1. ميزان حساس نوع (G.M.B.A) ذو دقة مقدارها (0.0001) .
2. بودقة خزفية Ceramic Boat
3. هاون صغير من العقيق Gate mortar

4. فرن حراري المبطن بالخزف والفقار ذو درجة حرارية بحدود (1150⁰C) بريطاني الصنع من نوع Carbolite كما في

الشكل (2).



الشكل (2): فرن حراري من نوع Carbolite

5. منظم لدرجات الحرارة العالية (Furnace Controlling).

6. مكبس هيدروليكي (Hydraulic press) ذو مدى من 1 الى 15 طن / سم².

طريقة تحضير العينات:

تم تحضير العينات بطريقتين طريقة تفاعل الحالة الصلبة وطريقة نانوية باستخدام طاحونة نانوية المطلوبة لهذه الدراسة وذلك باخذ اوزان معينة ومناسبة وحسب الاوزان الذرية من المواد الاتية : مواد كيميائية ذات نقاوة تصل الى 99.9% وهي اوكسيد التالسيوم Tl_2O_3 واوكسيد النحاس CuO وكاربونات الباريوم $Ba CO_3$ وكاربونات الكالسيوم $Ca CO_3$ و نترات السنترونيوم $Sr(NO_3)_2$ واوكسيد الفضة Ag_2O_3 (الماني المنشأ) كما يلي.

$$W(Tl_2O_3) = ((2-x)/2)[2(204.383) + 3(15.999)] = 456.763 \text{ g/mole}$$

$$W(Ag_2O_3) = x/2[2(107.868) + 3(15.999)] = 263.673 \text{ g/mole}$$

$$W(Sr(NO_3)_2) = ((2-y)/2)[87.62 + 2(14.007) + 6(15.999)] = 211.61 \text{ g/mole}$$

$$W(BaCO_3) = y/2[137.33 + 3(15.999) + 12] = 197.327 \text{ g/mole}$$

$$W(CaCO_3) = 2[40.08 + 12.011 + 3(15.999)] = 200.176 \text{ g/mole}$$

$$W(\text{CuO})=3[63.546+15.999]=238.635 \text{ g/mole}$$

ويبين الجدول (1) اوزان المواد الكيماوية التي استخدمت في تحضير المركبات المختلفة .

الجدول (1): يبين الالوزان الذرية للعناصر حسب الوزن الذري للمركب $\text{Ti}_{2-x}\text{Ag}_x\text{Sr}_{2-y}\text{Ba}_y\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$ عندما $x = 0$

المسحوق	الوزن الذري	الوزن
Ti_2O_3	456.763 g/mole	W1
Ag_2O_3	0 g/mole	W2
$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	211.61 g/mole	W3
Ba CO_3	0 g/mole	W4
Ca CO_3	200.176 g/mole	W5
CuO	238.635 g/mole	W6

يتم مزج هذه المساحيق $W_1+W_2+W_3+W_4+W_5+W_6$ وذلك للحصول على المركبات المطلوبة للدراسة ، ومن ثم وضع هذه المواد داخل بودقة ثم تطحن طحنا جيدا لمدة نصف ساعة كي يتجانس باستخدام طاحونة مصنعة من مادة المرمز (gate motar) . يتم اضافة كحول الايزوبروبانول ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) اثناء عملية الطحن وذلك لتفادي تساقط او فقدان اجزاء من المسحوق اثناء عملية الطحن . وتوضع في داخل فرن كهربائي وبدرجة حرارة تتراوح بين ($50^0 - 60^0\text{C}$) وذلك للتخلص من كحول الايزوبروبانول ثم توضع داخل بودقة خزفية ويتم وزن المادة اولا (WG1) وتوضع هذه الاقراص في

فرن كهربائي منظم حراريا تصل مداها الى 1100°C بريطاني الصنع من نوع Carbolite في جو من الهواء وترفع درجة حرارتها الى (850°C) وبمعدل تسخين $(120^{\circ}\text{C} / \text{hr})$ يبقى هذا النموذج لمدة (12) ساعة مستمرة عند درجة حرارة (850°C) ثم ينزل النموذج ليبرد الى درجة حرارة الغرفة وبمعدل $(30^{\circ}\text{C} / \text{hr})$.

ويتم السيطرة على درجة حرارة الفرن باستخدام منظم حراري ومن ثم يتم اخراج النموذج من الفرن الحراري ثم يوزن المسحوق ويرمز له بالرمز (WH_1) .

ان الفرق بين الوزنين قبل التسخين وبعد التسخين يسمى بـ (W_1) ويعطى بالصيغة الاتية :

$$W_1 = WG_1 - WH_1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

وبعد ذلك يمزج ويطحن المسحوق مرة ثانية ولمدة نصف ساعة متواصلة مع اضافة قطرات من مسحوق الايزوبروبانول وللمحافظة على دقائق وذرات المسحوق من التطاير او الفقدان ومن ثم يتم رفع درجة حرارة المسحوق بواسطة فرن كهربائي الى درجة حرارة من $(50^{\circ}\text{C}$ الى $60^{\circ}\text{C})$ ثم يوزن مرة ثانية.

وبعد ذلك يتم وضع المسحوق في بودقة خزفية داخل الفرن الحراري في جو مشبع من الاوكسجين ذي المنظم الحراري ويتم رفع درجة الحرارة الى (850°C) وبمعدل $(120^{\circ}\text{C} / \text{hr})$ ويبقى النموذج عند هذه الدرجة الحرارية لمدة (12) ساعة للتخلص من ثاني اوكسيد الكربون (CO_2) الموجود في المركب ومن ثم يترك النموذج ليبرد وبمعدل $(30^{\circ}\text{C} / \text{hr})$ الى درجة حرارة الغرفة .

بعد ذلك يوزن المسحوق مرة ثانية (WH_2) . وعلى هذا فان الفقدان الثاني في الكتلة يتمثل بالمعادلة الاتية :

$$W_2' = WG_2 - WH_2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

اما الفقدان الكلي خلال المعاملة الحرارية فتتمثل في المعادلة الاتية:

$$W_{Loss} = W_1' - W_2' \quad \dots\dots\dots(3)$$

ان الفقدان في الكتلة W_{Loss} يتمثل بفقدان غاز ثاني اوكسيد الكربون (CO_2) المتحرر من المركب نتيجة التفاعلات الكيميائية التي تحدث اثناء عملية التسخين والتبريد في الحالة الرابعة .

وبعدها يطحن مرة ثانية ومن ثم يجفف تحت درجة حرارة تتراوح بين 50°C الى 60°C وبعد ذلك يتم تحضير هذا المسحوق على شكل اقراص تحت ضغط ($8 \text{ ton} / \text{cm}^2$) وكان قطر هذه الاقراص مساويا الى (12 mm) وبسمك (0.8 mm) الى (1.2 mm) . وتوضع داخل فرن حراري مبرمج ويتم رفع درجة حرارتها الى (850°C) وبمعدل ($60^{\circ}\text{C} / \text{hr}$) وتترك هذه العينة عند هذه الدرجة الحرارية ولمدة (24) ساعة بعد ذلك يتم خفض درجة الحرارة تدريجيا وبمعدل ($30^{\circ}\text{C} / \text{hr}$) الى ان تصل الى درجة حرارة الغرفة تتم عملية التسخين والتبريد في جو مشبع من الاوكسجين وتسمى هذه العملية بعملية التلييد (sintering) .

الاجهزة المستخدمة لقياس المقاومة الكهربائية للعينات

استخدمت الاجهزة الاتية في قياس المقاومة الكهربائية .

1. جهاز تفريغ من نوع (Turbo) ومضخة دوارة المانية الصنع (Rotary Pump Type LTC 60) (تحت ضغط تفريغ 10^{-4} bar) .
2. مجهز قدرة من النوع الرقمي Digital Nano ، Digital power supply
3. فولتميتر رقمي الماني الصنع نوع Digital Nano Voltmeter type LTC 60 Germany
4. منظم لدرجات الحرارة المنخفضة الماني الصنع نوع Low Temperature control type LTC 60 (Germany)
5. منظومة تبريد مغلقة تستخدم غاز الهيليوم Closed cycle refrigerator
6. جهاز قياس درجات الحرارة المنخفضة. Critical temperature measurement.

قياس المقاومة الكهربائية بوصفها دالة لدرجة الحرارة للمركب $\text{Ti}_{2-x}\text{Ag}_x\text{Sr}_{2-y}\text{Ba}_y\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$.

تم تحضير العينات الخاصة بقياسات المقاومة الكهربائية وذلك بقطع الاقراص على شكل متوازي مستطيلات ذات ابعاد تقريبية ($1 \times 3 \times 12 \text{ mm}$) وقبل عملية القياس يتم صقل وتنعيم السطح بواسطة جهاز التنعيم (grinding) ثم يتم عمل اربع نقاط للتوصيلات الكهربائية على سطح العينة باستخدام معجون الفضة (Silver paste) تستخدم النقطتان في الداخل لقياس فرق الجهد (V) اما النقطتان القريبتان من الحافة فيستخدمان لمرار التيار الكهربائي (A). اذ يرتبطان بمجهز قدرة

millimeter digital power supply . وتجري عملية القياس تحت ضغط واطى بحدود

(10^{-4} mbar) والشكل (3) يوضح الدائرة الكهربائية المستخدمة في قياس فرق الجهد والتيار الكهربائي . ويمكن ايجاد

المقاومة الكهربائية من العلاقة الاتية :

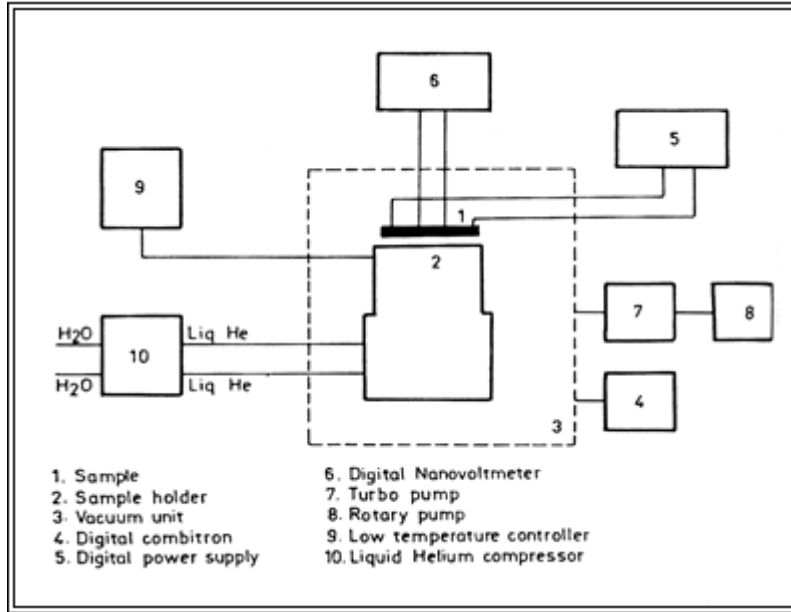
اما المقاومة النوعية فتعتمد على مساحة المقطع العرضي للعينة وطول العينة كما في العلاقة الاتية :

$$\rho = \frac{RA}{l} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$R = \frac{V}{I} \quad \dots\dots\dots(5)$$

اذ ان (R) تمثل مقاومة العينة ، (A) تمثل مساحة المقطع العرضي للنموذج ، (L) تمثل طول العينة الواقعة بين

نقطتي قياس فرق الجهد [12] .



الشكل (3): يبين الدائرة الكهربائية لقياس فرق الجهد والتيار للمركب في الدرجات الحرارية المنخفضة [12].

فحص التركيب البلوري الحجمي للعينات باستخدام تقنية حيود الأشعة السينية (x – ray diffraction)

تتم عملية فحص التركيب البلوري للعينات (Samples) المدروسة وذلك بأخذ جزء من العينة وطحنها جيدا ثم يضاف الى المسحوق قطرات من مادة الايزوبروبانول ثم يوضع على شريحة زجاجية بصورة متساوية . ثم يترك النموذج ليجف في محلول الايزوبروبانول . ومن ثم وضعه في جهاز الاشعة السينية لغرض الحصول على حيود الاشعة السينية وقياس زاويا الانعكاسات المختلفة ومن ثم الحصول على التركيب البلوري للعينة . وباستخدام قانون براك في الحيود والذي يتمثل بالمعادلة الآتية :

$$2d_{hkl} \sin \theta_2 = n\lambda \quad \dots\dots\dots(6)$$

ومن خلال العلاقة (3-6) يمكن ايجاد معاملات ميلر hkl .

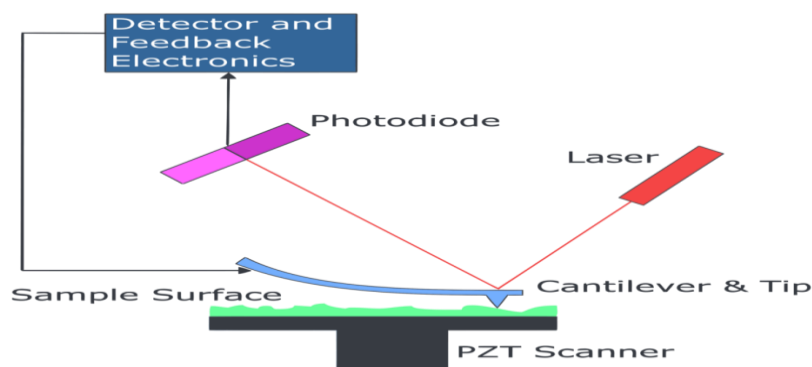
$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h_1^2}{a^2} + \frac{k_1^2}{b^2} + \frac{l_1^2}{c^2} \quad \text{-----}(7)$$

تم فحص التركيب البلوري بواسطة جهاز الاشعة السينية وباستخدام برنامج خاص في الحاسبة الالكترونية يمكن معرفة الابعاد الذرية للتركيب البلوري قيد الفحص . فاذا تحققت العلاقة $a = b \neq c$ فان هذا يعني ان التركيب البلوري للمركب من النوع الرباعي القائم Tetragonal اي يمتلك خاصية التوصيل الفائق [13] [14] [15].

مجهر القوة الذرية (Atomic Force Microscope. AFM)

مجهر الطاقة الذرية او مايسمى مجهر القوة الذرية AFM هو جهاز يستخدم في مجال تقنية النانو لمعرفة ورسم تضاريس السطوح ذات الابعاد النانوية والميكرونية. اخترع ميكروسكوب القوة الذرية AFM العالمين Gerber,Quate في عام 1986 . وتوفر اول جهاز للاستخدام في المختبرات العلمية في عام 1986 . ويعتبر هذا الميكروسكوب الاكثر شهرة كأداة تكبير وقياس وتحريك على المستوى النانوي[16].

حديثاً تمكن علماء فيزيائيون في جامعة اوساكا في اليابان من استخدام ميكروسكوب القوة الذرية في التعرف على هوية التركيب الكيميائي وتحديد نوع كل ذرة ومكان تواجدها على المخطط ثلاثي الابعاد لتضاريس سطح المادة على المستوى الذري. وقد اكتشف هؤلاء العلماء ان التفاعلات تشكل بصمة لتمييز الذرات باستخدام ميكروسكوب AFM .



الشكل(4): يبين تركيب جهاز مجهر القوة الذرية AFM

2. النتائج والمناقشة (Results & Discussion)

دراسة الخصائص التركيبية الحجمية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ الفائق التوصيل الكهربائي.

لقد تمت دراسة الخصائص التركيبية الحجمية للمركب تحت درجة حرارة تليدين (850^0C) . وضغط هيدروستاتيكي 8 ton/cm^2 واطهرت دراسة حيود الاشعة السينية لهذه العينات عند تحضير النماذج بنسب مختلفة ل x,y عندما تم تعويض نسبة x,y بنسبة 0.1 تبين انتظاما في التركيب البلوري وظهور قمم واضحة كما مبين في الشكل(5) . ومن خلال استخدامنا لقانون براك في الحيود تم حساب قيم d_{hkl} من خلال القانون ($2d \sin\theta = n\lambda$) وهي المسافة بين المستويات المتوازية ومن خلال زوايا الانعكاس (2θ) تم ايجاد معاملات ميلر (hkl) وباستخدام برنامج بلغة بييسك تم ايجاد قيم ابعاد وحدة الخلية حيث كانت $a = b = 5.543^0A$, أي انها من النوع الرباعي القائم Tetragonal والجدول(2) يبين قيم ابعاد الشبكة ومن ملاحظة الشكل(6) تبين بانه عند زيادة نسبة تعويض Ag,Ba على المركب نلاحظ بان قيم الحيود وتكون ذات

قواعد اقل عرضا وتكون واضحة اكثر مما يدل على زيادة تحسين التركيب البلوري او البنية البلورية كما قام في بحثه
[11] (2012) Suzan et.al.

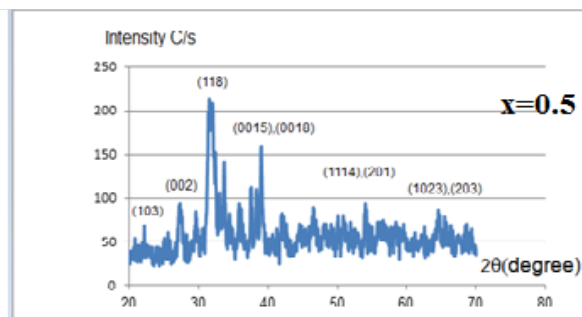
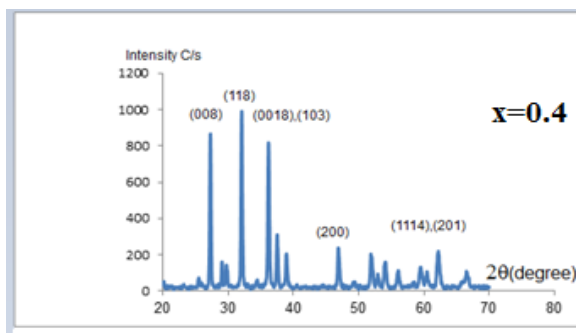
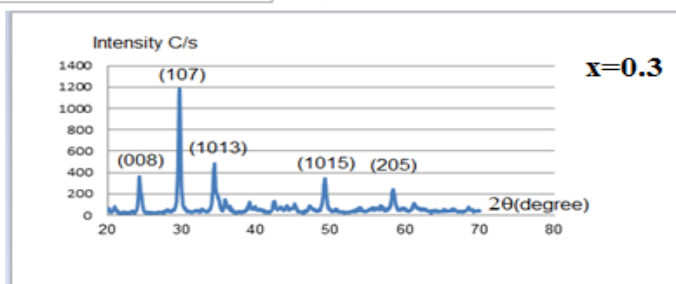
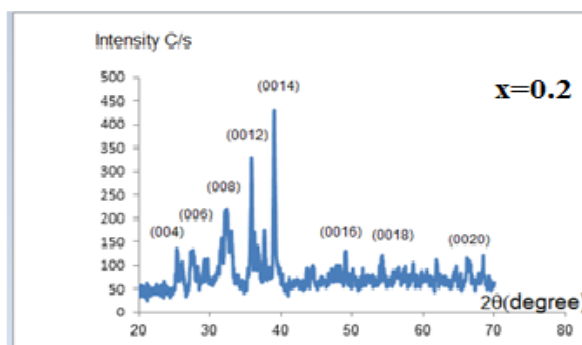
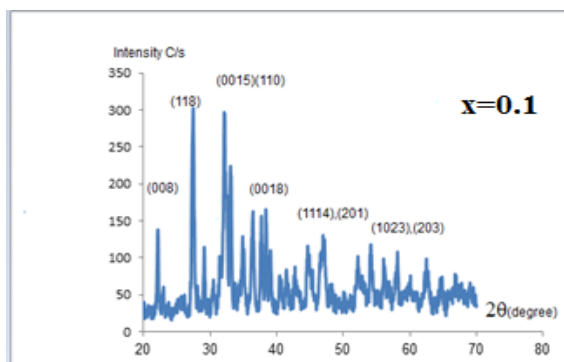
وباستخدام قانون يراك لها تبين ان النموذج يبقى محافظا على النوع (Tetragonal) ولكن اظهر زيادة في البعد (c)
مما يدل على ازدياد في الانتظام في التركيب البلوري وأصبحت اكثر انتظاما وقيم $a = b = 5.458^0A$, $c = 36.161^0A$.

وعند زيادة نسبة التعويض الى 0.3 ظهرت زيادة في القياس و انتظامها مع زيادة في ابعاد وحدة الخلية
 $a = b = 5.391^0A$, $c = 36.225^0A$ وكما مبين في الشكل (7) فقد لاحظنا انتظاما في التركيب البلوري للمركب عند
زيادة نسبة التعويض واخذ المركب دور الكمال في التركيب البلوري .

بينما عند زيادة نسبة التعويض الى 0.4 كما مبين في الشكل (8) تبين انخفاض في شدة القيم وبشكل واضح مع
اختفاء بعض القيم مما يشير الى حالة عدم الانتظام الذي حدث وذلك بسبب زيادة نسبة التعويض على العينة وكانت ابعاد
الشبيكة تساوي $a = b = 5.441^0A$, $c = 34.249.11^0A$ مع انخفاض واضح في البعد (c) .

بينما عند زيادة نسبة التعويض الى 0.5 كما مبين في الشكل (9) تبين انخفاض في شدة قيم الحيود وبشكل واضح
مع اختفاء بعض القيم مما يشير الى حالة عدم الانتظام الذي حدث وذلك بسبب زيادة نسبة التعويض على العينة وكانت
ابعاد الشبيكة تساوي $a=5.326^0A$ $b=4.926^0A$ $c=33.249^0A$ مع انخفاض واضح في البعد (c) وتحول
المركب الى معيني قائم (orthorhombic).

ونستنتج من ذلك بان افضل نسبة تعويض الذي يجب استخدامه هي 0.3 . ان هذه النتائج تتفق مع
دراسات وبحوث سابقة باستخدام بيزموث بدل الثاليوم [17][18] .



الاشكال (5),(6),(7),(8),(9) : حيود الاشعة السينية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ عند تعويض الجزئي

لـ Ag,Ba بنسبة 0.1,0.2,0.3,0.4,0.5 .

الجدول(2): قيم المحاور a , b , c لشبيكة العينات تحت درجة تليدين 850⁰C للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$

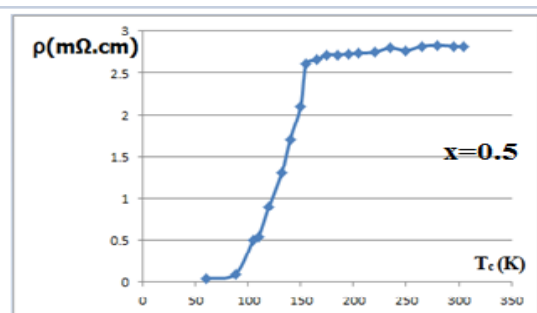
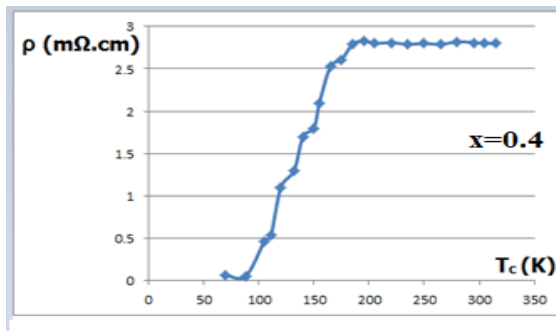
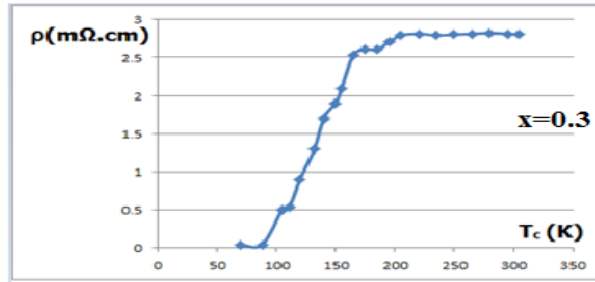
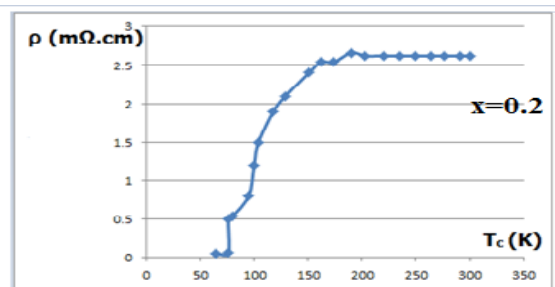
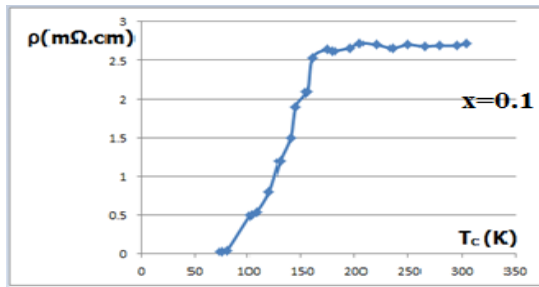


X,y	a(A°)	b(A°)	C(A°)	Tc(K)	Volume (Å) ³
0.1	5.543	5.543	36.238	122	1113.407
0.2	5.458	5.458	36.161	128	1077.227
0.3	5.391	5.391	36.225	141	1052.802
0.4	5.441	5.441	34.249	131	1013.923
0.5	5.326	4.926	33.249	110	872.316

دراسة الخصائص الكهربائية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$

تمت دراسة تأثير الخصائص الكهربائية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ بنسب مختلفة لـ x,y ، بينت الدراسات للنماذج المحضرة بطريقة تفاعل الحالة الصلبة وتحت ضغط هيدروستاتيكي 8 ton/cm² ، ودرجة حرارة تليدين 850⁰C حيث تبين عند نسبة تعويض لـ x,y (0.1) بان درجة حرارة التحول T_c للعينة تساوي (T_c=122 K) كما مبين في الشكل(10) وعند زيادة نسبة التعويض الى (0.2) ازدادت درجة حرارة التحول للعينة الى (T_c=128 K) كما مبين في الشكل(11) كذلك ازدادت درجة الحرارة الحرجة للمركب عند زيادة نسبة التعويض الى (0.3) فاصبحت درجة الحرارة الحرجة تساوي (T_c=141 K) كما مبين في الشكل(12) ، ان هذه النتيجة يمكن تفسيرها على اساس ان المركب يستمر في حالة الانتظام في البنية البلورية . ولكن عند زيادة نسبة تعويض الى (0.4) انخفضت درجة الحرارة الحرجة من (T_c=135 K) الى (T_c=131 K) كما مبين في الشكل(13) .

ويعود السبب الى عدم الانتظام وتحول المركب الى معيني قائم (Orthorhombic) في البنية البلورية التي ادت بدورها الى انخفاض قيمة محور (c) . وعند زيادة نسبة تعويض الى (0.5) انخفضت درجة الحرارة الحرجة الى $T_c=104$ K) كما مبين في الشكل (14) ويعود السبب الى عدم الانتظام في البنية البلورية التي ادت بدورها الى انخفاض قيمة محور (c) وعدم تطابق قيمة (a) و (b) حيث تحول المركب عندها من التركيب رباعي قائم الى معيني قائم ان هذه الدراسة تتطابق مع دراسات سابقة [19] [20] .



الاشكال(10),(11),(12),(13),(14): علاقة بين درجة الحرارة والمقاومية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_2$

عند نسبة تعويض $yBa_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ $X=0.1,0.2,0.3,0.4,0.5$.

الخصائص التركيبية النانوية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ باستخدام مجهر القوة الذرية (AFM)

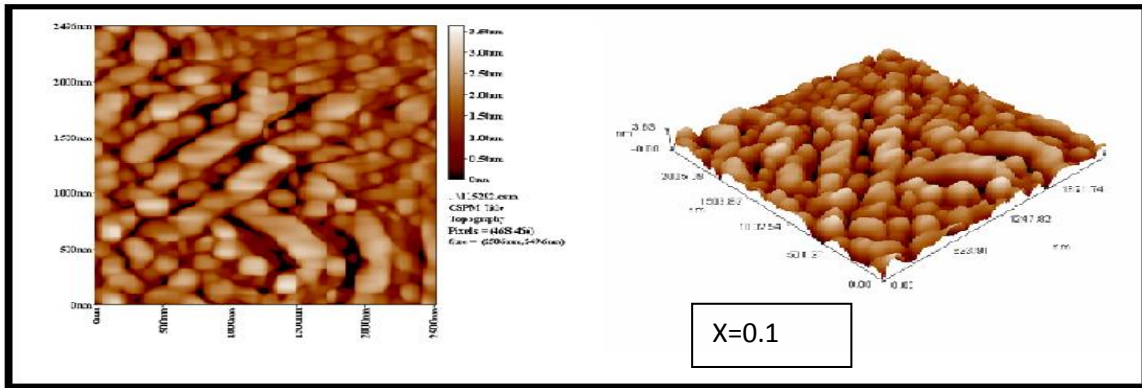
لقد تم تصوير العينات بواسطة المجهر القوة الذرية بعد تحضير العينات بطريقة تفاعل الحالة الصلبة وباستخدام طاحونة نانوية تم تحويل عناصر النماذج الى ابعاد صغيرة ومن ملاحظة الاشكال من (15) الى (24) تم تصوير المركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ بنسبة تعويض $x=0.1,0.2,0.3,0.4,0.5$ نلاحظ ان هنالك تعرجات ومناطق ذات الكثافة العالية ومناطق ذات الكثافة القليلة وابعاد نانوية مختلقة من موقع داخل العينة الى موقع اخر وبشكل اوضح ويتحقق من ذلك بواسطة المجهر التحقيقي [23].

نلاحظ عند تعويض الجزئي لـ x,y بنسبة 0.1 للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ ان معدل البعد النانوي باستخدام المجهر التحقيقي هي 139.28 nm كما في الشكل (16) . اما عند تعويض الجزئي لـ x,y بنسبة 0.2 للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ لاحظنا من خلال استخدام المجهر التحقيقي ان معدل البعد النانوي هي 104.58 nm كما في الشكل (18) وهذا يدل على تحسين المركب يعتمد على البعد النانوي بالمقارنة مع نتائج اشعة اكس حيث ادت الى زيادة ثابت الشبيكة c والمركب احتفظ بتركيبها الرباعي القائم.

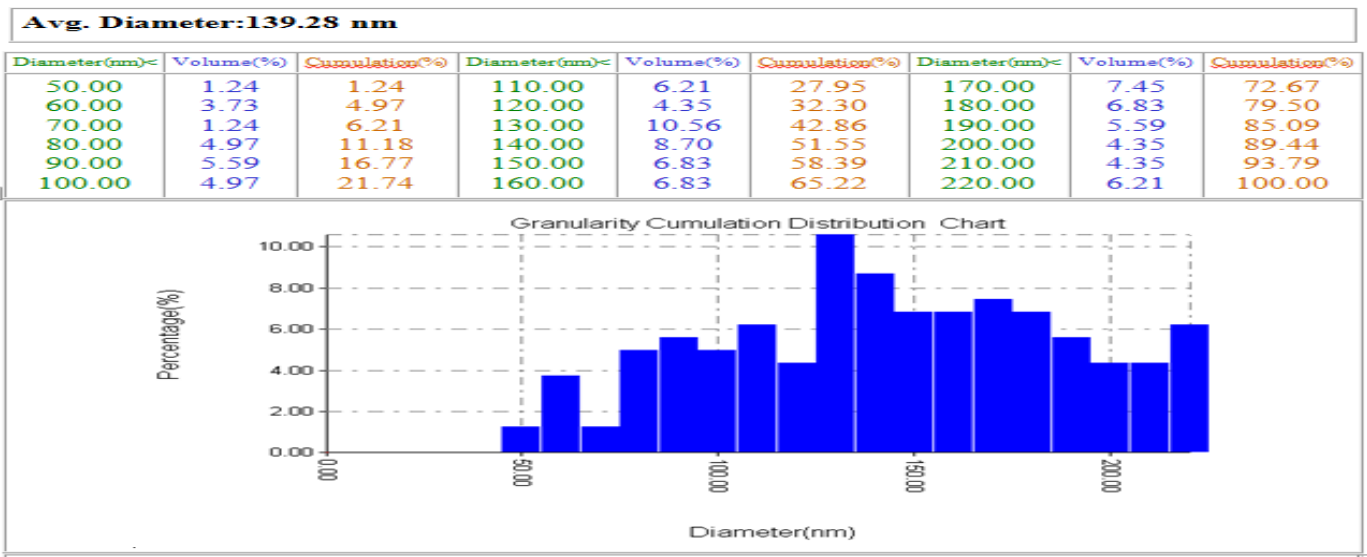
اما عند تعويض الجزئي لـ x,y بنسبة 0.3 للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ لاحظنا من خلال استخدام المجهر التحقيقي ان معدل البعد النانوي هي 91.75 nm كما في الشكل (20) وهذا يدل على تحسين المركب يعتمد على البعد النانوي بالمقارنة مع نتائج اشعة اكس حيث ادت الى زيادة ثابت الشبيكة c والمركب احتفظ بتركيبها الرباعي القائم.

اما عند تعويض الجزئي لـ x,y بنسبة 0.4 للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ لاحظنا من خلال استخدام المجهر التحقيقي ان معدل البعد النانوي هي 107.70 nm كما في الشكل (22) وهذا يدل على ان البعد النانوي قد ازداد عند زيادة نسبة تعويض وهذا يفسر بان احسن تعويض جزئي لـ x,y هي 0.3.

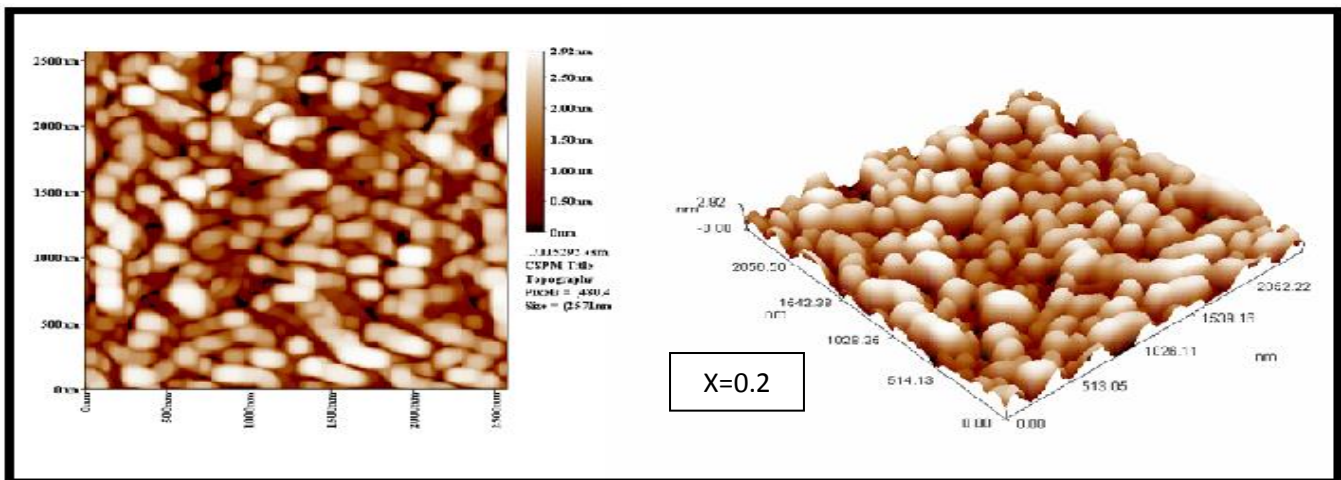
وعند تعويض الجزئي لـ x,y بنسبة 0.5 للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ لاحظنا من خلال استخدام المجهر التحقيقي ان معدل البعد النانوي هي 124.96 nm كما في الشكل (24) وهذا يدل على ان البعد النانوي قد ازداد عند زيادة نسبة تعويض وهذا يفسر بان احسن تعويض جزئي لـ x,y هي 0.3 [21].



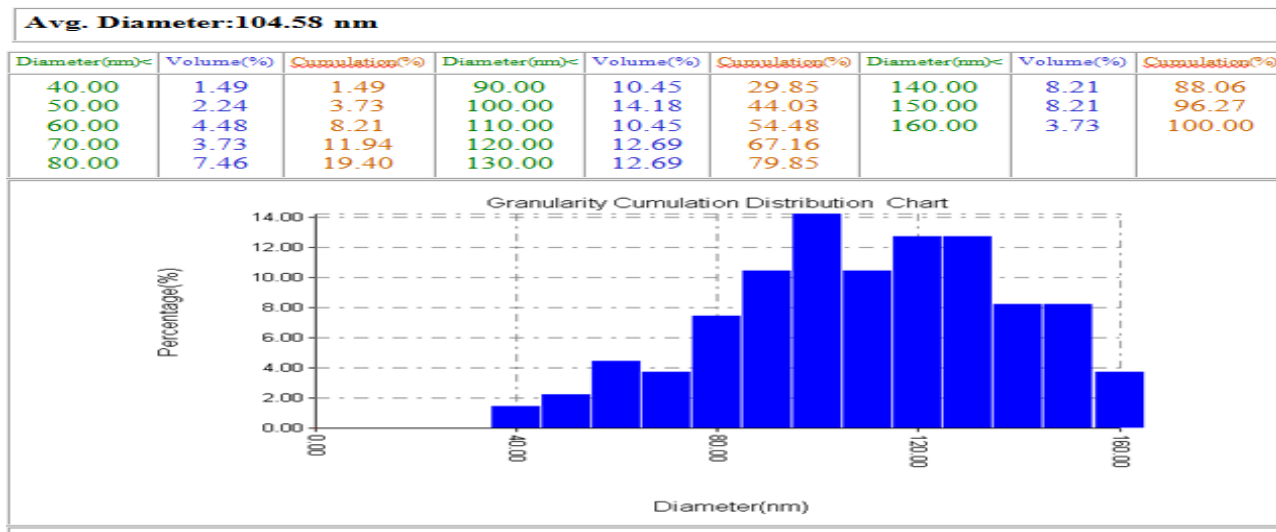
الشكل (15): صورة فوتوغرافية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ باستخدام مجهر القوة الذرية (AFM) عندما $x=0.1$



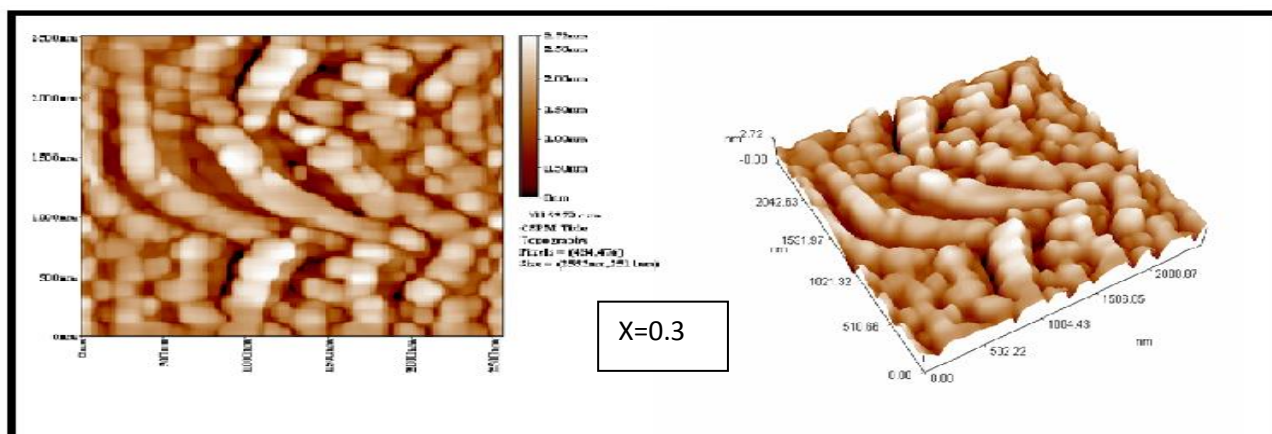
الشكل (16): رسم البياني للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ باستخدام المجهر التحقيقي عندما $x=0.1$



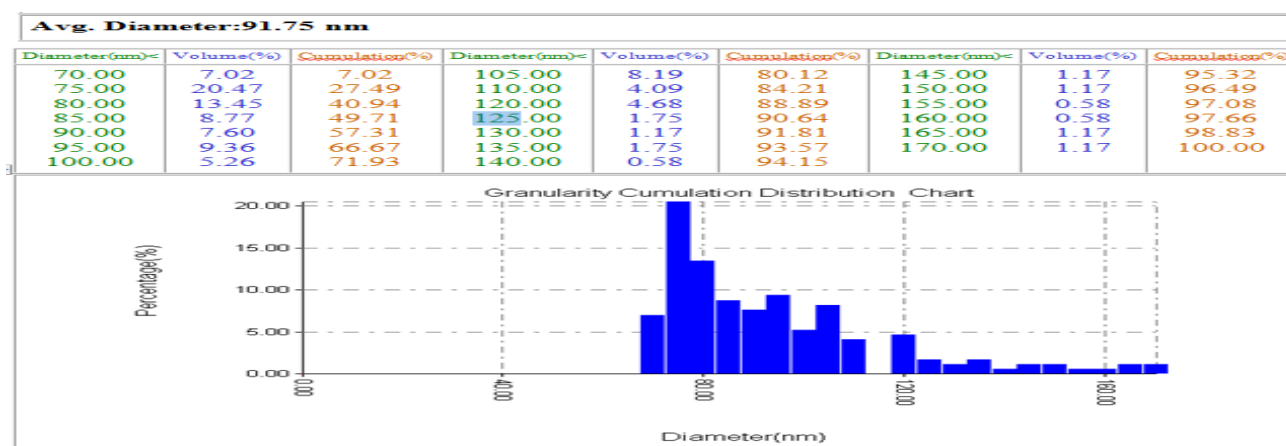
الشكل (17): صورة فوتوغرافية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ باستخدام مجهر القوة الذرية (AFM) عندما $x=0.2$



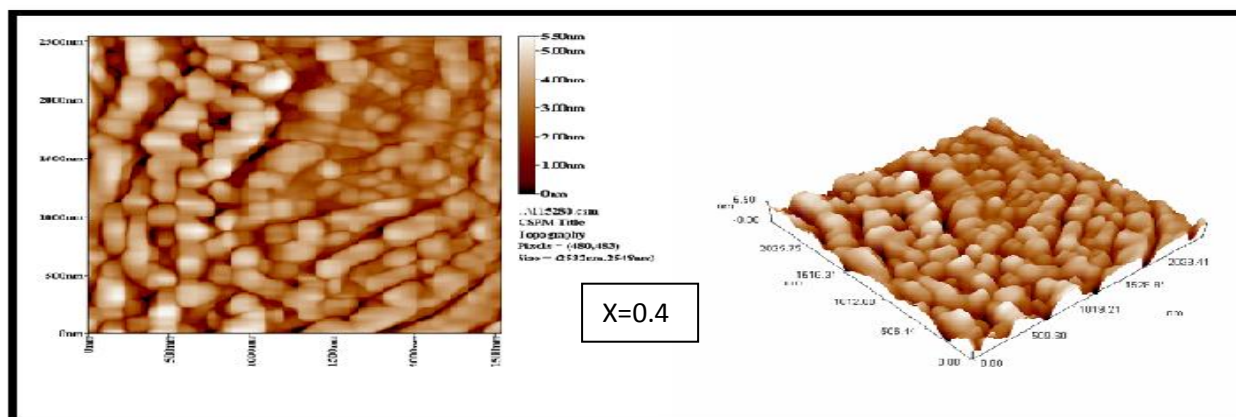
الشكل(18): رسم البياني للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ باستخدام المجهر التحقيقي عندما $x=0.2$



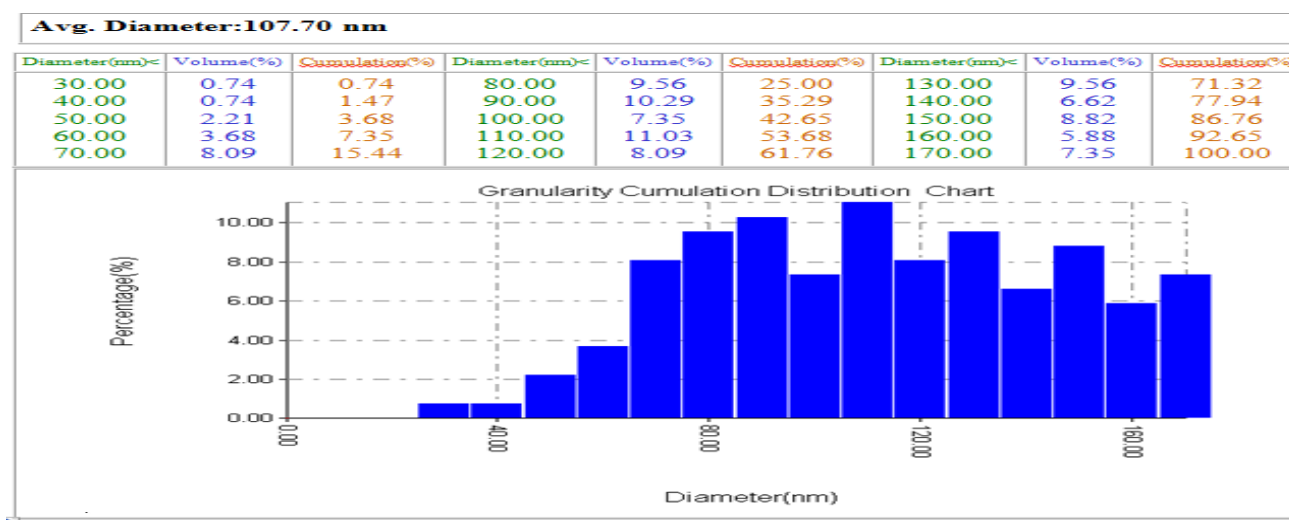
الشكل(19): صورة فوتوغرافية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ باستخدام مجهر القوة الذرية (AFM) عندما $x=0.3$



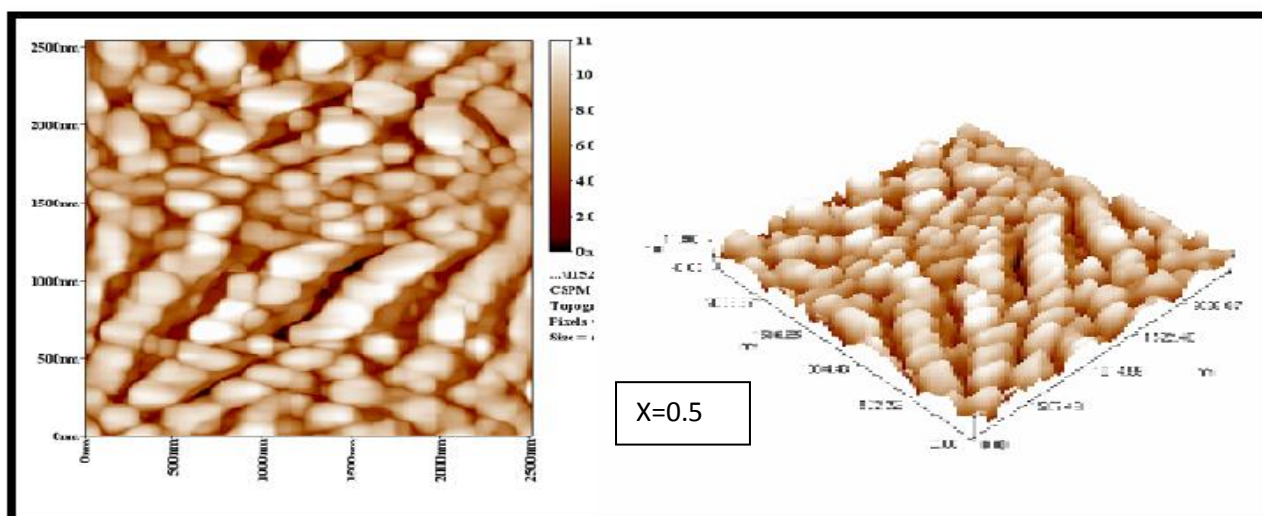
الشكل(20) : الرسم البياني للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ باستخدام المجهر التحقيقي عندما $x=0.3$



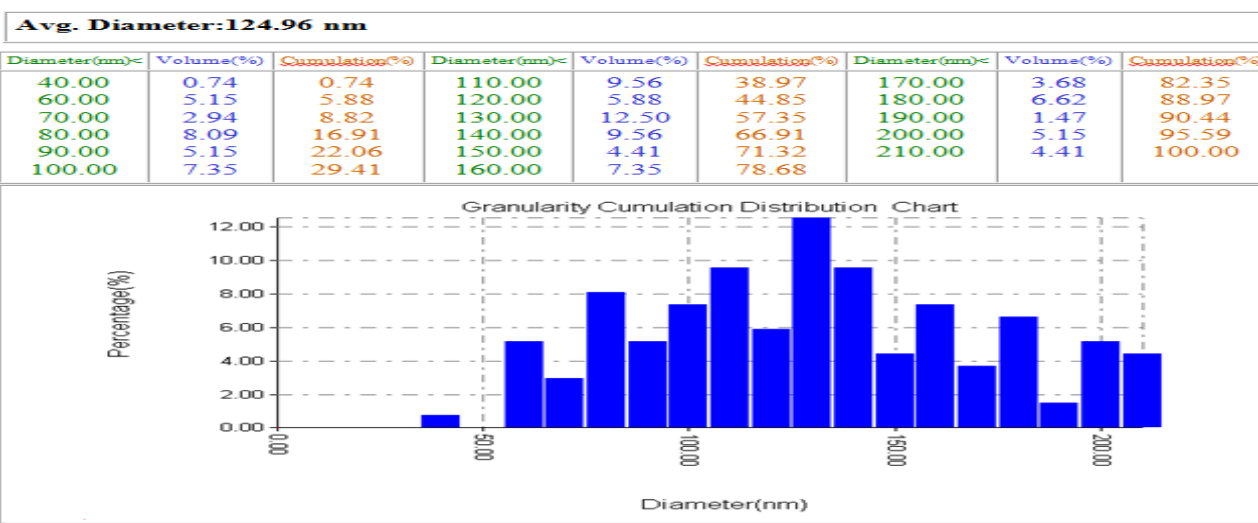
الشكل (21): صورة فوتوغرافية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10}$ باستخدام مجهر القوة الذرية (AFM) عندما $x=0.4$



الشكل (22): رسم البياني للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10}$ باستخدام المجهر التحقيقي عندما $x=0.4$



الشكل (23): صورة فوتوغرافية للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10}$ باستخدام مجهر القوة الذرية (AFM) عندما $x=0.5$



الشكل (24): رسم البياني للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ باستخدام المجهر التحقيقي عندما $x=0.5$

3.الاستنتاجات (Conclusions)

عند التعويض الجزئي للعنصر Al في العنصر Tl و Ba في العنصر Sr للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ وينسب مختلفة لـ x,y لقد ازداد قيمة درجة الحرارة الحرجة من (122 k – 128 k) عندما كانت نسبة التعويض لـ $x = 0.1, 0.2$ وتحسن درجة الحرارة الحرجة واصبح 135 K عند نسبة تعويض 0.3 ولكن عند زيادة نسبة التعويض اكثر من ذلك أي $x = 0.4, 0.5$ انخفضت قيمة درجة الحرارة الحرجة وتحول الطور من (Tetragonal) الى (Orthorhombic) عند نسبة تعويض 0.5 فقد اظهرت دراسة فحص التركيب البلوري بان التركيب يبقى محافظا على صيغة الرباعي القائم عند نسبة التعويض (0.1,0.2,0.3,0.4) ولكن عند زيادة نسبة التعويض اكثر من (0.4) أي نسبة 0.5 تغير التركيب البلوري من الرباعي القائم الى المعيني القائم .

وتم فحص العينات بواسطة المجهر القوة الذرية AFM للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ وينسب مختلفة لـ x,y وتبين ان معدل البعد النانوي عندما $x,y=0.1$ باستخدام المجهر التحقيقي هي 139.28 nm. اما عند تعويض الجزئي لـ x,y بنسبة 0.2 للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ لاحظنا من خلال استخدام المجهر التحقيقي ان

معدل البعد النانوي هي 104.58 nm وهذا يدل على تحسين المركب يعتمد على البعد النانوي بالمقارنة مع نتائج اشعة اكس حيث ادت الى زيادة ثابت الشبيكة C والمركب احتفظ بتركيبها الرباعي القائم وتحسن قيمة درجة الحرارة الحرجة.

اما عند تعويض الجزئي كل من Al و Ba لـ x,y بنسبة 0.3 للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ لاحظنا من خلال استخدام المجهر التحقيقي ان معدل البعد النانوي هي 91.75 nm وهذا يدل على تحسين المركب يعتمد على البعد النانوي بالمقارنة مع نتائج اشعة اكس حيث ادت الى زيادة ثابت الشبيكة C والمركب احتفظ بتركيبها الرباعي القائم وكانت افضل قيمة درجة الحرارة الحرجة عند هذه النسبة.

اما عند تعويض الجزئي لـ x,y بنسبة 0.4 للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ لاحظنا من خلال استخدام المجهر التحقيقي ان معدل البعد النانوي هي 107.70 nm وهذا يدل على ان البعد النانوي قد ازداد عند زيادة نسبة تعويض وهذا يفسر بان احسن تعويض جزئي لـ x,y هي 0.3.

وعند تعويض الجزئي لـ x,y بنسبة 0.5 للمركب $Tl_{2-x}Ag_xSr_{2-y}Ba_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ لاحظنا من خلال استخدام المجهر التحقيقي ان معدل البعد النانوي هي 124.96 nm وهذا يدل على ان افضل نسبة تعويض هي 0.3 .

المصادر (References)

- [1] 1. K. Onnes, A .V. w. chppen 14 818.(1911)
- [2] A.U Hag, “*The Advant of Higher Temperature Super Conducting Materials*”. Science Technology and Development Vol.7, 3, (1988).
- [3] J . Barden, L.N. Cooperpair and J.R. Schrieffer “*Theory of Super Conductivity*” Phys. Rev. 108, 1175 (1957).
- [4] H.Maeda,Y.Tanaka,Fukatomi,T.Asano, J.Jap. Appl.Phys.27(1988)L209.
- [5] R.M Hazen, S.C. The Racofor (submit books), (1988).



- [6] A. Schilling, M.Gantoni, H.V. Niessen and H.R. Otl: Phys.V215N P11(1993).
- [7] C.W . Chu, “**Science new**” Vol.148. Issue 12 page, 183, (1995).
- [8] P.M.Shirage,; D.D.Shivagan,; L.A.Ekal,; N.V.Desai,; S.B.Mane,; S.H.D
(2011).Fabrication of (Ag/Tl–Ba–Ca–Cu₀/Cdse) .**Applied Surface Science**,Vol.182:403–406.
- [9] H.A.Thabit" **Mechanical properties of super conductor** (Bi_{0.8}Pb_{0.2})₂ (Sr_{0.9} Ba_{0.1})₂ Ca₂ (Cu_{1-x} Ni_x)₃ O_{10+s} " Msc, Thesis , Baghdad university college of science ,(2011).
- [10] Suzan malike, Y.Ghazala Hermiz and H.Mahdi
- [11] M.M. Abbass" **effect of the electron beam and laser radiation on Tc of Y_{1-x}**
(Gd,Br)_x Ba_{2-y}Sr_y Cu_{3.7-s} compound.2003.
- [12] S.S.P. Parkin., V.Y.Lee, A.L Nazzal., R.Savoy, S.J.Beyers and Laplace, Rev. Phys. Lett., 61, 750, (1988).
- [13] A.M. G. Saleh. Schindler, C. Sama, Al King on, **Received super conduction** (1997).
- [14] A.M. Kadham., A.D.Ali, Phy's., No. 13, page (7–13) (2000).
- [15]. <http://www.hazemsakeek.com/> [موقع الفيزياء التعليمي]
- [16] A.D. Ali., M.Sc. Thesis , University of Mosul (1998).
- [17] A. Bian Coni., **Solid State Commune**, 65, 1135, (1988).
- [18] L.E. Ferguson., Rogeron “**Computer Physics Communication** 321, 95 (1984[19] B. Chesca., Annalen der, phys, 8 5117 , (1990).
- [20] Y.Suzan malike, H.Ghazala Hermiz and Mahdi Suhail.university of Baghdad. Dep Of Physics. (2012). Iraq journal of physics no:328,.

[21] A.N.Jannah, S.A.Halim, H.Abdullahsuperconducting properties of BSCCO thin films by pulsed laser deposition . Euro.J,Vol.29,No.4,438–446 . (2009).

المؤلف

نهاد علي شفيق عباس القاضي: بكالوريوس : جامعة الموصل / كلية العلوم / قسم الفيزياء سنة
تخرج 1988/ تاريخ اول تعيين : 17-1-1993 في جامعة تكريت/ كلية الهندسة / ماجستير :
جامعة تكريت/ كلية التربية / قسم الفيزياء - اختصاص (توصيل فائق)، طالب دكتوراه/ رئيس قسم
الفيزياء في جامعة تكريت كلية التربية/ طوزخورماتو .

