

دراسة تأثير الليزر على الخصائص التركيبية والكهربائية للمركب $Tl_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ الفائق التوصيل الكهربائي عند درجات الحرارة العالية

عبد الكريم دهش علي¹، صباح جلال فتحي²، نور عبد الواحد احمد¹

¹قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت، تكريت، العراق

²قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة كركوك، كركوك، العراق

المخلص

تضمنت هذه الدراسة تحضير عينات المركب $(Tl_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta})$ ، وبتركيز مختلفة لـ x حيث $(x=0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5)$ بطريقة تفاعل الحالة الصلبة وتحت ضغط هيدروستاتيكي (8 ton/cm^2) ودرجة حرارة تليدين (850°C) ، ومعرفة مدى تأثير الليزر على الخواص التركيبية والكهربائية للمركب. حيث لوحظ من خلال فحص حيود الأشعة السينية (XRD) إن أفضل نسبة تعويض لـ x هي 0.2 حيث أن قيمة a (Å) ، $c = 36.21$ (Å) ، $b = 5.3899$ (Å) = إذ تبين إن التركيب من نوع الرباعي القائم، كما وجدت الدراسة ان للاوكسجين دور مهم في زيادة درجة الحرارة الحرجة. وعند تسليط ليزر CO_2 على النماذج ومعرفة تأثيره على هذه النماذج أظهرت دراسة حيود الأشعة السينية لهذه النماذج إن أفضل نسبة تعويض لـ x هي 0.2 حيث أظهرت زيادة في قيم ثوابت الشبيكة (Å) ، $c = 36.238$ (Å) ، $a = b = 5.3929$ (Å) ، وكذلك لوحظ انتظاما في التركيب البلوري للمركب واخذ المركب دور أفضل في التركيب البلوري. وعند دراسة الخصائص الكهربائية ويقوم مختلفة لقيم (x) وجد ان أفضل درجة حرارة حرجة عند $x=0.2$ هي $T_c = 142 \text{ K}$ وبعد تسليط ليزر CO_2 على النماذج المحضرة نلاحظ ازدياد في درجة الحرارة الحرجة عند $x=0.2$ هي $T_c = 14 \text{ K}$. كما تم فحص النماذج بواسطة مجهر القوة الذرية (AFM) (Atomic Force Microscope) ثلاثي الأبعاد، كما تمت دراسة وفحص التركيب البلوري للعينات بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) (Scanning Electron Microscope) ومعرفة نسب العناصر في المركب ومدى تأثير درجة حرارة التليدين والضغط المسلط، وتحديد نسبة التركيز الكمي للعناصر في المركب.

1- المقدمة

ومدى تأثير درجة حرارة التليدين والضغط الهيدروستاتيكي على هذه المركب ومن ثم دراسة تأثير الليزر CO_2 على المركب $Tl_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ للحصول على أفضل تركيب بلوري للمركب.

كذلك تمت دراسة الخصائص السطحية للمركب باستخدام جهاز مجهر القوة الذرية (AFM)، والمجهر الإلكتروني الماسح (Scanning electron microscopic) وذلك لمعرفة المناطق ذات الكثافة العالية والمناطق ذات الكثافة الواطئة التي تحتوي على مواد ذات توصيل فائق مثل (CuO, Ti_2O_3) [4-6]. علما ان التوصيل الكهربائي الفائق يحدث عادة عبر السطح وليس في عمق المادة. ومن اجل التعرف على قيمة درجة الحرارة الحرجة للمركب تمت دراسة الخصائص الكهربائية بوصفها دالة لدرجة الحرارة لهذه النماذج وذلك لحساب قيمة درجة الحرارة الحرجة (Critical temperature) (T_c) لها ولمعرفة مدى تأثير التركيب البلوري على هذه النماذج في زيادة قيمة درجة الحرارة الحرجة (T_c) .

2. الهدف من الدراسة

إن الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو تحسين المركب ذات التوصيل الكهربائي الفائق $Tl_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ من الناحية التركيبية والكهربائية، وقياس مدى تأثير الليزر على هذه الخواص. للحصول على أفضل تركيب بلوري وكذلك الحصول على أفضل درجة الحرارة الحرجة.

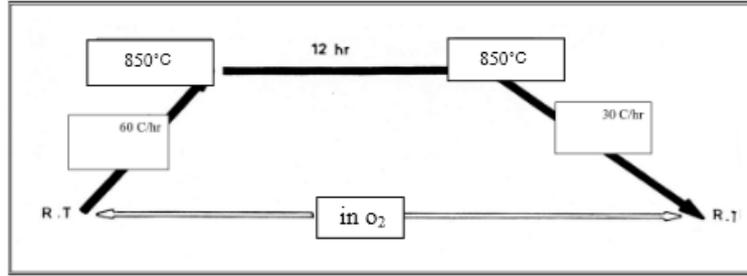
3. الجزء العملي

إن المواد فائقة التوصيل هي المواد التي تسمح للتيار الكهربائي بالسريان دون اي مقاومة، وكذلك تتميز بالغياب التام للفيض المغناطيسي، عندما يتم تبريد هذه المواد إلى درجة حرارة معينة تسمى بالدرجة الحرارية الحرجة (T_c) . هذه الميزة هي مهمة في كثير من التطبيقات في علم الالكترونيات والتوصيل، والمعدات الطبية. [1-2]. إن المواد فائقة التوصيل يمكن تقسيمها إلى عدة أقسام وفقا لـ (T_c) الخاصة بها، وهيكلها، وطبيعية مميزاتها الى: المواد فائقة التوصيل التقليدية مثل (Hg) ، والمواد فائقة التوصيل العضوية (K_3CO_6) ، الفيرميونات الثقيلة $(CeCu_2Si_2)$. المواد فائقة التوصيل غير مستندة على النحاس $BaPb_{1-x}Bi_xO_3$ ، المواد الفائقة التوصيل المستندة على أكسيد النحاس ذات درجات الحرارة العالية ومركبات الكريبد الرباعي الفائقة التوصيل $(LnNi_2B_2C)$ وفي السنوات الاخيرة تم اكتشاف عدد من المواد فائقة التوصيل الجديدة ولعل الاكتشاف الأكثر حداثة هو وجود مواد مستندة على زرنخيد الحديد. [3]

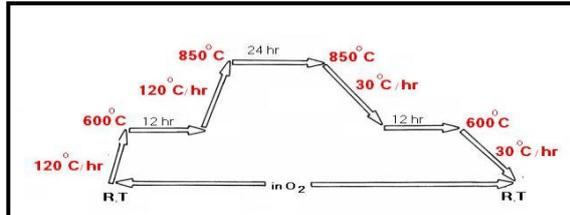
يتضمن هذا البحث دراسة الخواص التركيبية والحجمية والسطحية وكذلك نتائج الخواص الكهربائية للمركب $Tl_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ ، الفائقة التوصيل عند درجات الحرارة العالية والتي تم تحضيرها عند درجة حرارة تليدين (850°C) وتحت ضغط (8 ton/cm^2) حيث تمت الدراسة تحت هذا الضغط. بنسب تراكيز مختلفة لقيم X من 0 إلى 0.5 وقيم $y=0$.

لقد تمت دراسة الخصائص التركيبية الحجمية باستخدام جهاز الأشعة السينية (x-ray-diffraction) لدراسة التركيب البلوري لهذه المركب

مادة العقيق لمدة نصف ساعة لكي يصبح المزيج متجانساً مع إضافة محلول الأيزوبروبانول في أثناء عملية الطحن وذلك لتفادي تساقط أو فقدان أجزاء من المسحوق في أثناء عملية الطحن بعد ذلك توضع في فرن كهربائي وبدرجة حرارة تتراوح بين $50, 60^{\circ}\text{C}$ وذلك للتخلص من كحول الأيزوبروبانول، كذلك يتم مزج أوزان نترات الستروننتيوم $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ (W2) وكاربونات الكالسيوم CaCO_3 (W3) وأوكسيد النحاس CuO (W4) وكاربونات الباريوم BaCO_3 (W6) مع المزيج الناتج من الفقرة الأولى W1-5 لتحضير المركب $\text{Ti}_{2-x}\text{Hg}_x\text{Ba}_{2-y}\text{Sr}_y\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$ سابقاً من طحن المسحوق وإضافة كحول الأيزوبروبانول. وبعد ذلك يتم كبس المسحوق على شكل أقراص تحت ضغط $(8\text{ton}/\text{cm}^2)$ وكان قطر هذه الأقراص مساوياً إلى (12mm) وسمك (0.8 mm) إلى (1.2 mm) . توضع هذه الأقراص في الفرن الكهربائي ويتم رفع درجة الحرارة إلى (850°C) وبمعدل تسخين $(60^{\circ}\text{C}/\text{hr})$ وتترك هذه العينات عند هذه الدرجة لمدة (12) ساعة، بعد ذلك يتم خفض درجة الحرارة تدريجياً بمعدل $(30^{\circ}\text{C}/\text{hr})$ إلى أن تصل إلى درجة حرارة الغرفة تتم عملية التسخين والتبريد في جو مشبع بالأوكسجين وتسمى هذه العملية التليد وكما مبين في الشكل (3-1) .



الشكل (3-1) عملية التليد في جو مشبع بالأوكسجين [7]



الشكل (3-2) عملية التليدين في جو مشبع بالأوكسجين [7]

وبعد ذلك تم تسليط ليزر ثنائي أوكسيد الكربون (CO_2) على العينات الذي يتصف بفعاليتها العالية لليزر .
يبعد جهاز الليزر عن العينة (45 cm) وكانت المدة الزمنية للتسليط مقدارها (10 Sc) .

الفحوصات التي اجريت على العينات هي :

1- اجراء فحص التركيب البلوري الحجمي للعينات باستخدام تقنية حيود الأشعة السينية (XRD) قبل وبعد التشعيع بالليزر حيث تم عملية فحص التركيب البلوري للعينات (Samples) المدروسة وذلك بأخذ جزء من العينة وطحنها جيداً ثم يضاف إلى المسحوق قطرات من مادة الأيزوبروبانول ثم يوضع على شريحة زجاجية بصورة

تم تحضير العينات باستخدام تقنية تفاعل الحالة الصلبة وتم حساب النسب الوزنية للمواد التي تشترك في تكوين المركب $\text{Ti}_{2-x}\text{Ag}_x\text{Ba}_{2-y}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$ وذلك بأخذ الأوزان الجزيئية لهذه المواد نسبة إلى وزن العنصر في كل من المادة الأساسية والمركب (العينة) المراد تحضيره.

وبين الجدول (3-1) أوزان المواد الكيميائية التي أستخدمت في تحضير المركب عندما $x=0.2$.

الجدول (3-1) : : أوزان مساحيق المركب $\text{Ti}_{2-x}\text{Hg}_x\text{Ba}_{2-y}\text{Sr}_y\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$ عندما $x=0.2$.

المسحوق	وزن المسحوق/بالغرام	رمز الوزن
Ti_2O_3	0.411	W1
$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	0.2116	W2
CaCO_3	0.2001	W3
CuO	0.2386	W4
HgO	0.0433	W5
BaCO_3	0.197	W6

يتم مزج أوزان النترات والأوكسيد لكل من W5 و W1 من الجدول السابق والتي تشمل مادتي اوكسيد الزئبق HgO وأوكسيد التاليم Ti_2O_3 للحصول على المركب الجديد W1-5، ومن ثم توضع هذه المواد داخل بودقة ثم تطحن طحناً جيداً باستخدام طاحونة مصنعة من

بعد الحصول على العينات المحضرة بشكل أقراص من الفقرة السابقة. توضع في فرن كهربائي وترفع درجة حرارته من درجة حرارة الغرفة إلى (600°C) وبمعدل $(120^{\circ}\text{C}/\text{hr})$ ثم تبقى هذه العينة عند هذه الدرجة الحرارية ولمدة (12) ساعة، وبعدها يتم رفع درجة حرارة الفرن من (600°C) إلى (850°C) وبمعدل $(120^{\circ}\text{C}/\text{hr})$ ويبقى عند هذه الدرجة لمدة (24) ساعة في جو مشبع بالأوكسجين ثم يتم خفض درجة حرارة النموذج من (850°C) إلى (600°C) وبمعدل $(30^{\circ}\text{C}/\text{hr})$ ويبقى عند هذه الدرجة الحرارية أيضاً لمدة (12) ساعة، وبعد ذلك يتم خفض درجة الحرارة من (600°C) إلى درجة حرارة الغرفة وبمعدل $(30^{\circ}\text{C}/\text{hr})$ والشكل (3-2) يوضح عملية التليدين للمركب [7]. إن الغاية من هذه العملية هو الحصول على أكبر قدر من الانتظام في التركيب البلوري للمركب للحصول على التركيب الرباعي القائم Tetragonal.

MA : تمثل الوزن المولي للنموذج TI-Ba-Ca-Cu-O
MB : تمثل الوزن المولي لثايوسلفات الصوديوم $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
ma : تمثل وزن النموذج .
mb : تمثل محلول ثايوسلفات الصوديوم والذي نحصل عليه من تركيز ثايوسلفات الصوديوم $c=0.015 \text{ gm/mol}$.

$$mb = cv$$

v = تمثل حجم ثايوسلفات الصوديوم المستخدم في عملية التسحيح .
c = التركيز لثايوسلفات الصوديوم .

إن الحجم (V) للمحلول ثايوسلفات الصوديوم ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) الذي استخدم في عملية التسحيح (الكتلة = الكثافة × الحجم) .

$$V / \text{ml} \times m_B = C \text{ (gm / ml)}$$

تم تحضيره بإذابة حبيبات من المركب ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) في ماء مقطر بنسبة (0.015 mg / ml) في هذه الحالة يتم قياس الكثافة (C) ومن ثم إيجاد قيمة (δ) من المعادلة التالية [10]:

$$\delta = \frac{[M_A / M_B] - (3 m_A / m_B)}{[(2 m_A / m_B)] - (m_0 / MB)}$$

3- فحص التركيب المجهرى السطحي للعينات باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح حيث يعد المجهر الإلكتروني الماسح ذا تقنية عالية جدا في عملية حساب نسبة العناصر الوزنية والذرية في المركبات والسبائك وتحديد نوعية المركبات وما تحويها من خلال تحليل النتائج وله قدرة على اخذ الصور المجهرية وبتكبير عال جدا ولأية نقطة على سطح النموذج [11]. وإن جهاز المجهر الإلكتروني الماسح الذي استخدم في فحص التركيب البلوري السطحي يتصف بالخصائص والمواصفات الآتية :-

HV= High voltage, KV= Kilo volt, Mag= Magnification, WD= Working distance, Det= Detector, SSD= Solid state detectors , BSE= Back scattered electrons , Sig = Signal

4- فحص التركيب المجهرى السطحي للعينات باستخدام ومجهر القوة الذرية حيث يتصف بانها ميكروسكوب ذو قدرة تحليلية عالية , وهو جهاز يستخدم في مجال تقنية النانو لمعرفة ورسم تضاريس السطح ذات الأبعاد النانوية والميكرونية . ويعتبر هذا الميكروسكوب الأكثر شهرة كأداة تكبير وقياس وتحريك على المستوى النانوي [12]. من موصفات هذا الجهاز قوة التمييز تصل الى 0.2 نانو متر (افقيا) و 0.5 نانو متر (عموديا) ويتميز بالقدرة على العمل في الفراغ وكذلك قدرته على دراسة عدد كبير من العينات التي تشمل العينات الموصلة والغير الموصلة

Measurement environment=Air
Op. mode=Static Force
Cantilever type=CONTR
Scan head=59-13-010.hed
Laser working point=0.0%
Deflection offset=0.0%
Software ver.=2.1.1.10
Firmware ver.=3.1.3.16
Controller S/N=059-13-010

متساوية. ثم يترك النموذج ليحفظ في محلول الايزوبروبانول. ومن ثم يوضع في جهاز الأشعة السينية لغرض الحصول على حيود الأشعة السينية وقياس زوايا الانعكاسات المختلفة ومن ثم الحصول على التركيب البلوري للعينة . وباستخدام قانون براك في الحيود والذي يتمثل بالمعادلة الآتية [8] :

$$2 d_{hkl} \text{ Sin } \theta = n \lambda \text{(3 - 1)}$$

ومن خلال العلاقة (2 - 3) التي تطبق على نظام الرباعي القائم يمكن إيجاد معاملات ميلر (hkl) .

$$\frac{1}{d_{hkl}} = \frac{h_1^2}{a^2} + \frac{k_1^2}{b^2} + \frac{l_1^2}{c^2} \text{(3 - 2)}$$

وباستخدام برنامج خاص في الحاسبة الالكترونية يمكن معرفة الأبعاد الذرية للتركيب البلوري قيد الفحص . فإذا تحققت العلاقة $a = b \neq c$ فان هذا يعني أن التركيب البلوري للمركب من النوع الرباعي القائم Tetragonal أي يمتلك خاصية التوصيل الفائق [8-9].

2- اجراء عملية التسحيح لتحديد نسبة الأوكسجين (δ) حيث تؤخذ كمية من العينة 100 ملغم وتطحن جيدا باستخدام هاون صغير من العقيق للحصول على مسحوق متجانس وبإضافة محلول الايزوبروبانول ومن ثم يتم تجفيف المسحوق جيدا من كحول الايزوبروبانول. ويوضع في دورق زجاجي (Conical flask) بعد تنظيف الدورق جيدا من أية مواد كيميائية أخرى. ومن ثم يضاف إلى المسحوق (10 ml) من محلول ايوديد اليوتاسيوم (KI) و (5 ml) من محلول حامض الهيدروكلوريك (HCl) . يتم خلط هذه المحاليل مع المسحوق جيدا وذلك بوضع ثنائي قطب مغناطيسي صغير (Magnetic bar) في الدورق ومن ثم وضعه في جهاز (Magnetic sterrier) ومن ثم تشغيل الجهاز ليتحرك الثنائي داخل المحلول ويعمل على مزجه جيدا. بعد ذلك يتم تحضير محلول ثايوسلفات الصوديوم وبنسبة (0.015 ml). وعند إضافة المحاليل (KI) و (HCl) يتغير لون المحلول إلى البني. ثم تضاف قطرات من محلول ثايوسلفات الصوديوم إلى أن يصبح لون المحلول بنيا غامقا. وفي هذه الحالة يتم إيقاف إضافة قطرات محلول ثايوسلفات الصوديوم. ثم تضاف مادة النشأ المخففة في الماء (نشأ حديث الصنع) في هذه الحالة سوف يتغير لون المحلول من البني الغامق إلى الأزرق الداكن. مما يدل على تحرر اليود. وبعد ذلك يتم إضافة قطرات من محلول ثايوسلفات الصوديوم ببطء إلى إن يتغير لون المحلول ويصبح عديم اللون (Colourless) يتم إيقاف إضافة محلول ثايوسلفات الصوديوم في اللحظة التي يتغير لون المحلول الى عديم اللون وفي هذه الحالة تنتهي عملية التسحيح للعينة. ويسجل حجم المحلول الذي تمت إضافته إلى الدورق من محلول ثايوسلفات الصوديوم الذي استخدم في هذه العملية.

ويتم حساب نسبة الأوكسجين (δ) كما مبين في المعادلة التالية [10]:

$$\delta = \frac{[MA / MB] - (3 ma / cv)}{[(2 ma / cv)] - (M_0 / MB)}$$

إذ أن (δ) تمثل نسبة الأوكسجين في النموذج

4 . النتائج والمناقشة

4-1 : دراسة الخصائص التركيبية الحجمية

لقد تمت دراسة الخصائص التركيبية الحجمية للمركب Tl_2 تحت درجة حرارة تليدين (850 °C). وتحت ضغط (8 ton/cm²) وأظهرت دراسة حيود الأشعة السينية لهذه النماذج عند تحضير النماذج بنسب مختلفة لقيم X. عندما تم التعويض بقيمة X=0 تبين انتظاما في التركيب البلوري وظهر قمع واضحة. 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 بيبيك تم ايجاد قيم أبعاد وحدة الخلية حيث كانت $a = b = 5.442(\text{Å})$, $c = 34.81(\text{Å})$ أي إنها من النوع الرباعي القائم (Tetragonal) , إن هذه القيمة تتفق مع الباحث [13].

وتبين بأنه عند زيادة نسبة قيمة X إلى 0.1 نلاحظ بان قيم الحيود تكون ذات قواعد اقل عرضا وتكون واضحة أكثر مما يدل على زيادة تحسين التركيب البلوري أو البنية البلورية .

وباستخدام قانون براك لها تبين إن النموذج يبقى محافظا على النوع الرباعي القائم (Tetragonal) ولكن اظهر نقصان في البعدين (a,b) وزيادة في البعد (c) مما يدل على ازدياد في الانتظام في التركيب البلوري وأصبحت قيم, $a = b = 5.432(\text{Å})$, $c = 35.16(\text{Å})$ وعند زيادة نسبة التعويض إلى 0.2 ظهرت نقصان في البعدين (a,b) وزيادة في البعد (c) $a = b = 5.3899(\text{Å})$, $c = 36.21(\text{Å})$ وكما مبين في الشكل(4-1) فقد لاحظنا انتظاما في التركيب البلوري للمركب عند زيادة نسبة التعويض واخذ المركب دور أفضل في التركيب البلوري.

بينما تبين انخفاض في شدة القمم وبشكل واضح عند زيادة نسبة التعويض إلى 0.3 مما يشير إلى حالة عدم الانتظام الذي حدث وذلك بسبب زيادة نسبة التعويض على العينة وكانت أبعاد الشبكة تساوي $a = b = 5.532(\text{Å})$, $c = 35.98(\text{Å})$ (c) .

بينما عند زيادة نسبة التعويض إلى 0.4 تبين انخفاض في شدة قيم الحيود وبشكل مما يشير إلى حالة عدم الانتظام الذي حدث وذلك بسبب زيادة نسبة التعويض على العينة وكانت أبعاد الشبكة تساوي $a = b = 5.582(\text{Å})$, $c = 34.21(\text{Å})$ (c) .

ونستنتج من ذلك أن أفضل نسبة تعويض الذي يجب استخدامها هي 0.2 .

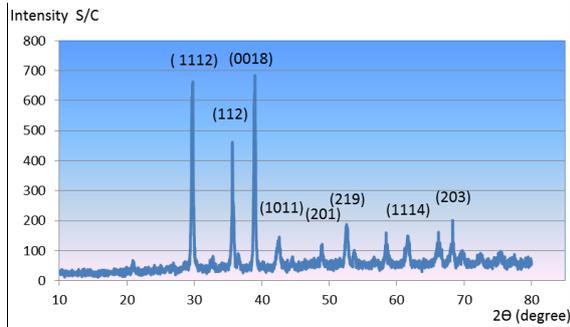
ان هذه النتائج تتفق مع دراسات وبحوث سابقة [14-16].

وقد تم تسليط ليزر CO₂ على النماذج وذلك لمعرفة تأثير الليزر على هذه النماذج وأظهرت دراسة حيود الأشعة السينية لهذه العينات عند تحضير النماذج بنسب مختلفة لقيم X. عندما تم التعويض بقيمة

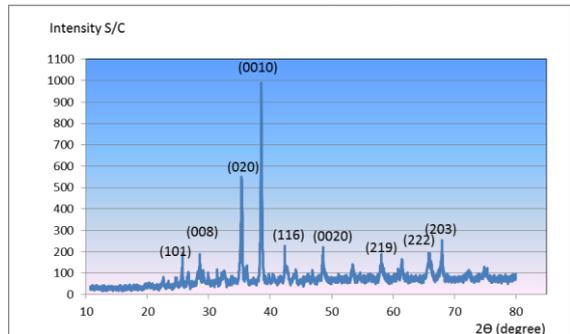
X=0 تبين انتظاما في التركيب البلوري وظهر قمع واضحة. وقد تم إيجاد قيم أبعاد وحدة الخلية حيث كانت $a = b = 5.468(\text{Å})$, $c = 36.171(\text{Å})$, أي إنها من النوع الرباعي القائم. تبين بأنه عند زيادة نسبة قيمة X إلى 0.1 نلاحظ بان قيم الحيود تكون ذات قواعد اقل عرضا وتكون واضحة أكثر مما يدل على زيادة تحسين التركيب البلوري أو البنية البلورية. ولكن اظهر زيادة في البعد (c) مما يدل على ازدياد في الانتظام في التركيب البلوري وأصبحت قيم $a = b = 5.411(\text{Å})$, $c = 36.211(\text{Å})$.

وعند زيادة نسبة التعويض إلى 0.2 ظهرت زيادة في القيم وانتظامها مع نقصان في البعدين (a,b) وزيادة في البعد (c) $a = b = 5.3929(\text{Å})$, $c = 36.238(\text{Å})$ وكما مبين في الشكل (2-4) فقد لاحظنا انتظاما في التركيب البلوري للمركب عند زيادة نسبة التعويض واخذ المركب دور أفضل في التركيب البلوري.

بينما تبين انخفاض في شدة القمم وبشكل واضح عند زيادة نسبة التعويض إلى 0.3 مما يشير إلى حالة عدم الانتظام الذي حدث وذلك بسبب زيادة نسبة التعويض على العينة وكانت أبعاد الشبكة تساوي $a = b = 5.562(\text{Å})$, $c = 35.71(\text{Å})$ (c) . بينما عند زيادة نسبة التعويض إلى 0.4 تبين انخفاض في شدة قيم الحيود وبشكل واضح مما يشير إلى حالة عدم الانتظام الذي حدث وذلك بسبب زيادة نسبة التعويض على العينة وكانت أبعاد الشبكة تساوي $a = b = 5.596(\text{Å})$, $c = 34.121(\text{Å})$ ونستنتج من ذلك أن أفضل نسبة تعويض الذي يجب استخدامها هي 0.2 .

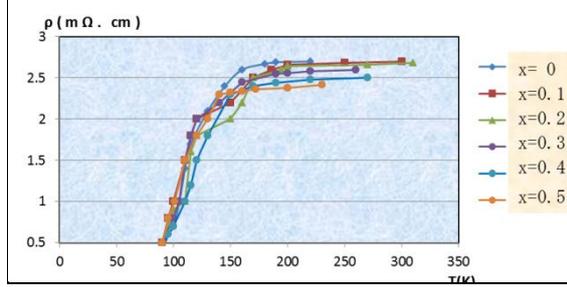


الشكل(4-1) حيود الاشعة الاسينية للمركب $Tl_2-xHgxBa_2-ySryCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ عندما $X=0.2$



الشكل(4-2) حيود الاشعة الاسينية للمركب $Tl_2-xHgxBa_2-ySryCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ بعد التشعيع بليزر CO₂ عندما $X=0.2$

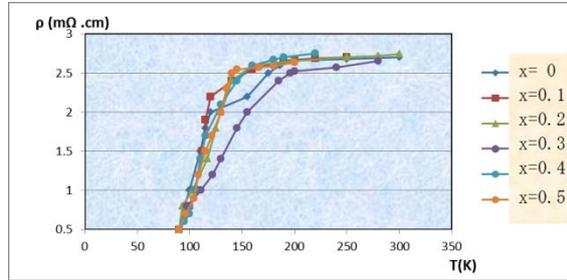
ولكن عند زيادة نسبة التعويض إلى 0.3, 0.4, 0.5 انخفضت درجة الحرارة الحرجة إلى (128K, 135K, 143K) ويعود السبب إلى عدم الانتظام في البنية البلورية التي بدورها أدت إلى انخفاض قيمة المحور (c) وان هذه الدراسة تتطابق مع الباحثين [21].



الشكل (4-3) العلاقة بين المقاومة ودرجة الحرارة الحرجة للمركب $Tl_2-xHg_xBa_2$ عندما تكون (x) تساوي 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5

الجدول (4-1) العلاقة بين نسبة التعويض ودرجة الحرارة الحرجة ونسبة الأوكسجين

نسبة التعويض X ↓	T _c (K)	نسبة الأوكسجين δ
0	135	10.23
0.1	138	10.26
0.2	142	10.30
0.3	140	10.40
0.4	130	10.43
0.5	120	10.55



الشكل (4-4) العلاقة بين المقاومة ودرجة الحرارة الحرجة للمركب $Tl_2-xHgxBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ عندما تكون (x) تساوي 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 بعد التشعيع بليزر CO_2

الجدول (4-2) العلاقة بين نسبة التعويض ودرجة الحرارة الحرجة ونسبة الأوكسجين

نسبة التعويض X ↓	T _c (K)	نسبة الأوكسجين δ
0	138	10.26
0.1	140	10.35
0.2	144	10.45
0.3	143	10.52
0.4	135	10.58
0.5	128	10.65

4-2- الخصائص الكهربائية

تمت دراسة الخصائص الكهربائية للمركب $Tl_2-xHg_xBa_2$ و $Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ وينسب مختلفة لـ (x) إذ كانت قيمة $x=0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$ كما مبين في الشكل (4-3).

وبينت الدراسة للنماذج المحضرة عندما كانت نسبة التعويض (x=0) ازدياد درجة الحرارة إلى (135 K) وعند زيادة نسبة التعويض إلى x=0.1 = ازدادت درجة الحرارة الحرجة إلى (138 K), وإن هذه النتيجة يمكن تفسيرها على إن المركب اخذ دور الكمال في التركيب البلوري وهذه النسبة من التعويض أدت إلى زيادة درجة الحرارة الحرجة وكذلك زيادة نسبة الأوكسجين مع زيادة التركيز مما أدى إلى زيادة درجة الحرارة الحرجة وكما مبين في الجدول (4-1).

كذلك ازدادت درجة الحرارة الحرجة للمركب عند زيادة نسبة التعويض إلى x=0.2 فأصبحت درجة الحرارة الحرجة تساوي (142 K). بينما لاحظنا هبوطاً في درجة الحرارة الحرجة عندما ازدادت نسبة التعويض بنسبة 0.3, 0.4, 0.5, فقد انخفضت درجة الحرارة الحرجة للمركب إلى (20K, 130K, 140K) والسبب في انخفاض درجة الحرارة الحرجة يعود إلى نقصان طول المحور (c) والذي بدوره يؤدي إلى انخفاض في قيمة درجة الحرارة الحرجة Tc أي زيادة نسبة التعويض لـ (x) أكبر في 0.2 يسبب تغيير في التركيب البلوري للمركب، إن هذه القيمة تتفق مع الباحث [17]. إن هذه النتائج تفسر على أساس الانتظام العالي والجيد في البنية البلورية للمركب الفائق التوصيل الكهربائي. إن هذه النتائج تتطابق مع الباحثين [18-19].

أما عند انخفاض درجة الحرارة الحرجة للمركب فتفسر هذه القيمة على أساس عدم الانتظام في البنية البلورية بسبب ظهور شوائب لأكاسيد النحاس (CuO) في المركب مما أدى إلى انخفاض قيمة (Tc) أي انخفاض في قيمة (c) وكما مبين في الشكل (4-3) والجدول (4-1) [18-20]. وعند تسليط ليزر CO_2 على النماذج المحضرة وينسب تعويض مختلفة لقيمة X نلاحظ ازدياد درجة الحرارة الحرجة، حيث تبين عند نسبة التعويض لـ x=0 بان درجة الحرارة الحرجة تساوي (135K) وعند زيادة نسبة التعويض إلى x=0.1 ازدادت درجة الحرارة الحرجة إلى (140K) كذلك ازدادت درجة الحرارة الحرجة للمركب عند زيادة نسبة التعويض لـ x=0.2 فأصبحت درجة الحرارة الحرجة تساوي (144K) كما مبين في الشكل (4-4). أن هذه النتيجة يمكن تفسيرها على الأساس أن المركب يستمر في حالة الانتظام في البنية البلورية وإن هذه البنية البلورية عن ازدياد نسبة الأوكسجين في المركب.

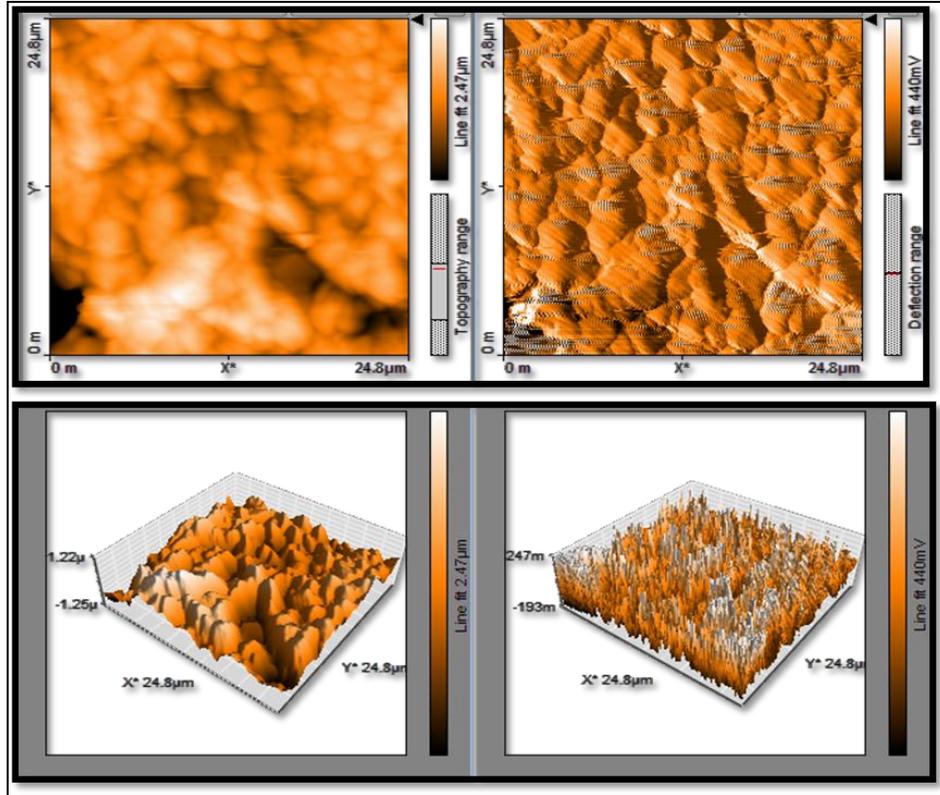
كذلك نسبة التعويض أثرت على تحسين درجة الحرارة الحرجة كما مبين في الجدول (4-2) الذي يوضح تغير قيمة درجة الحرارة الحرجة وكمية الأوكسجين مع تغير نسب التعويض والذي أدى بدوره إلى تحسين البنية البلورية مما أدى إلى زيادة طول المحور (c) وبالتالي زيادة قيمة درجة الحرارة الحرجة.

وتم تصوير نماذج المركب $Tl_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ بواسطة مجهر القوة الذرية بنسب تعويض مختلفة $X=0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5$ نلاحظ من الشكل (4-5) أن هناك تعرجات ومناطق ذات الكثافة العالية ومناطق ذات الكثافة القليلة من مواقع داخل العينة إلى مواقع أخرى وبشكل واضح [22].

4-3 : الخصائص التركيبية السطحية

4-3-a : باستخدام مجهر القوة الذرية (AFM)

لقد تم تصوير العينات بواسطة مجهر القوة الذرية بعد تحضير العينات بطريقة تفاعل الحالة الصلبة .



الشكل (4-5) صور فوتوغرافية للمركب $Tl_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ باستخدام مجهر القوة الذرية (AFM) عندما $X=0.2$

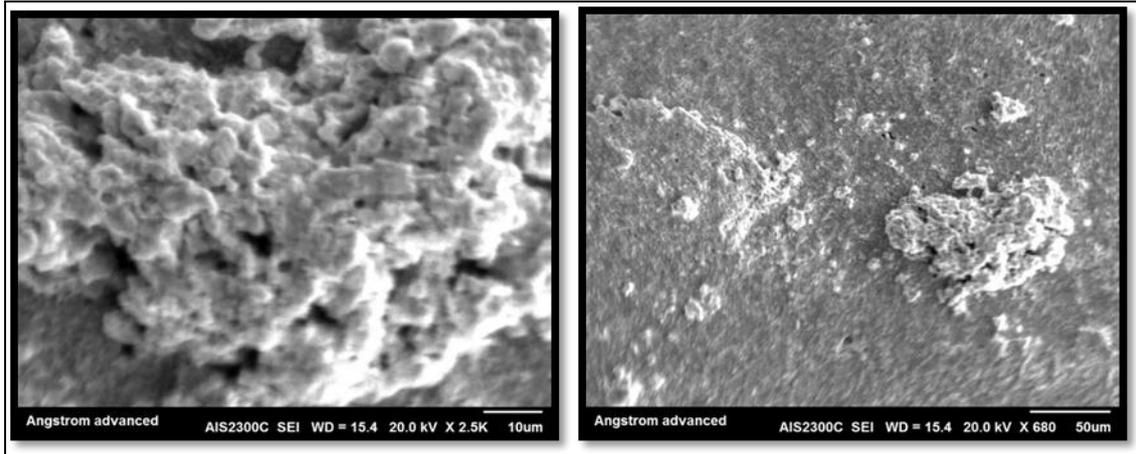
لاحظنا من خلال دراسة التركيب البلوري ودرجة الحرارة الحرجة ان زيادة درجة الحرارة الحرجة لهذا المركب تعود إلى زيادة نسبة تركيز العناصر الثقيلة مثل التاليوم (TI) واولكسيد النحاس (CuO) وزيادة نسبة الأوكسجين.

تمت عملية المسح الالكتروني للمناطق الداكنة والمناطق المضيئة باستخدام المجهر الالكتروني الماسح بقوة تكبير مختلفة وتحليل العناصر بواسطة (EDS)، وكما في الشكل (4-7) للمركب Tl_2 $Tl_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ عندما $X=0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5$. [25-23].

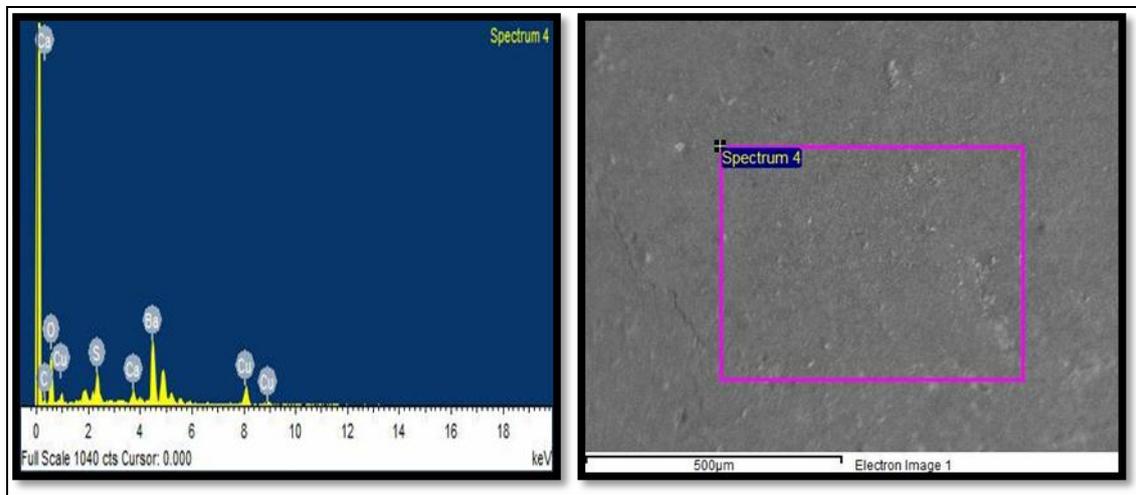
4-3-b : باستخدام المجهر الالكتروني الماسح (SEM)

لقد تمت دراسة المسح الالكتروني للمركب تحت ضغط هيدروستاتيكي 8 طن ودرجة حرارة تليدين ($850^\circ C$). إذ لاحظنا من خلال دراسة المسح الالكتروني للعينة وعند درجات التكبير المختلفة المناطق المضيئة او الفاتحة والمناطق الداكنة المظلمة ونسبة التجانس بالنسبة لهذا المركب. وكما في الشكل (4-6).

إن المناطق الداكنة تمثل زيادة نسبة العناصر الثقيلة مثل التاليوم TI واولكسيد النحاس CuO أما المناطق الفاتحة فتمثل نسبة العناصر الخفيفة مثل (Ca) و (Ba). والسبب في ذلك يعود إلى الوزن الذري لهذه العناصر.



الشكل (4-6) صور فوتوغرافية للمركب $Ti_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ باستخدام مجهر الالكترونوني الماسح (SEM) عندما $X=0.2$



الشكل (4-7) العلاقة بين الطاقة والشدة باستخدام (EDS) عندما $X=0.2$

المسارات الآمنة لحاملات الشحنة أزواج كوبر Cooper pairs في المواد ذات التوصيلية الفائقة.

- ونلاحظ إن قيمة درجة الحرارة الحرجة للمركب تزداد وينسب مختلفة x ل x من (135K) إلى (142K) عندما تكون نسبة التعويض ل $x=0.1, 0.2$ ولكن عند زيادة نسبة التعويض أكثر من ذلك أي $x=0.3, 0.4, 0.5$ تنخفض قيمة درجة الحرارة الحرجة، وبعد التشبع بالليزر تبين حدوث زيادة في قيمة درجة الحرارة الحرجة تبدأ من (138K) إلى (144K) عندما تكون نسبة التعويض ل $x=0.1, 0.2$.

ولكن عند زيادة نسبة التعويض أكثر من ذلك أي $x=0.3, 0.4, 0.5$ تنخفض قيمة درجة الحرارة الحرجة، إي إن التركيب البلوري أصبح أكثر انتظاما بعد التشبع.

- تم فحص العينات بواسطة المجهر القوة الذرية (AFM) للمركب $Ti_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ وينسب مختلفة ل X وتبين من خلالها هناك مناطق داكنة ومناطق فاتحة وهذا يدل على

5. الاستنتاجات

تضمنت هذه الدراسة تحضير عينات المركب $Ti_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ باستخدام طريقة تفاعل الحالة الصلبة وتحت درجة حرارة تلدين ($850^\circ C$) وضغط هيدروستاتيكي (8 Ton). وهما أفضل ظروف للحصول على عينات المركب المذكورة، فقد كان لها دور أساسي ومهم في عملية التنظيم البلوري.

- أن استخدام الضغط في كبس النماذج له دور أساسي في عملية انتظام التركيب البلوري فقد أعطى أفضل خواص للتركيب البلوري عند ضغط 8 Ton.

- إن دراسة حيود الأشعة السينية للمركب $Ti_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ أظهرت إن المركب يمتلك تركيب رباعياً قائماً وهناك زيادة في المحور C مع زيادة في قيمة Tc، ولكن الزيادة تقل مع زيادة تطعيم الزئبق. ومن ثم تم إجراء الفحص للعينات بواسطة حيود الأشعة السينية (XRD) بعد تشبع بالليزر فوجدنا من خلالها أبعاد الشبكة حيث تبين إن التركيب البلوري أصبح أكثر انتظاما وبالتالي الحصول على نظام بلوري أكثر كمالاً وتنسيقاً وهذا الانتظام البلوري يوفر

ان المركبات تحتوي على عناصر ذات الكثافة العالية وذات الكثافة الواثئة.
- وتم تحديد نسبة التركيز الكمي للعناصر بواسطة المجهر الالكتروني الماسح (SEM) وفحص النماذج بقوة تكبير مختلفة في المركب Tl_2 .

ان المركبات تحتوي على عناصر ذات الكثافة العالية وذات الكثافة الواثئة.
- وتم تحديد نسبة التركيز الكمي للعناصر بواسطة المجهر الالكتروني الماسح (SEM) وفحص النماذج بقوة تكبير مختلفة في المركب Tl_2 .

المصادر

- [1] K.A. Gschneidner, Jr. L. Exring and M.B. Mapale, "Hand book on The physics and chemistry of . Rare Earths", Elsevier science. 30,(2000).
- [2] W.E. Hat Field. and Miller, J.H., Jr. Marcel Dekker, Inc., 37, (1988).
- [3] R. abd - shukor "High - Temperature Superconductors: Materials, Mechanisms and Applications" Akdemi Sains Malaysia, (2009).
- [4] S.S.P Parkin., E.M. Engler, A.L. Nazzal, Phy. Rev. Lett., 60, (1988) , 2539.
- [5] A.M. Kadham, A.D Ali., Phy's., 13,) (2000) page (7-13).
- [6] S.J Fathi. and Al-Jobouri J. Edu. And Science 19-1, (1999).
- [7] Muller P., Gerseuberg H. and Fischer M., 'Solid State Communicatios', V.65,No.3,P.223-225,(1988).
- [8] A.M. Kadham, Ali A.D., Phy's., No. 13, page (7-13) (2000).
- [9] K.A. Jasim; Makki S.A.; Abdul Almohsin A. Superconducting compounds $Tl_{0.9}Cr_{0.1}Ba_2Ca_2Cu_3O_9$. & $Tl_{0.9}Sb_{0.1}Ba_2Ca_2Cu_3O_9$. & $Tl_{0.9}Pb_{0.1}Ba_2Ca_2Cu_3O_9$. & J. of Phy. Procedia: Vol 55, pages 336-341 (2014) .
- [10] N.A. Shafeeq, Ph.D. Thesis, University of Tikrit, (2015).
- [11] Barhoum S.A. M.Sc. "thesis University of Science and Technology, Jordan December" (2005).
- [12] موقع الفيزياء التعليمي / [http:// www.hazemsakeek.com](http://www.hazemsakeek.com)
- [13] N.A. Shafeeq, M.SC, University of Tikrit, (2008).
- [14] A.D. Ali, M.Sc. Thesis, University of Mosul (1998).
- [15] A Bian Coni., Solid State Commune, 65, 1135, (1988).
- [16] M.N. Fathulua, Ph.D. Thesis University of Baghdad (1997).
- [17] R. Beyers, S. S .P. Parkin, V. Y. Lee and T. C. Hnawg, 'Appl. Phys. Leet.' ,53,(1988)..432.
- [18] P. Purenr, J. Schaf, 'M. A. Gusmao and J.V.C. Kunzler Physican ', 176,(1991),357.
- [19] R. M. Hazen, 'Phys. Rev. Lett.', 60, 1657,(1988).
- [20] N. Môri, C. Murayama, H. Takahashi, H. Kaneko, K. 168awabata, Y. Iye, S. Uchida, H. Takagi, Y. Tokura, Y. Kubo, H. Sasakura, and K. Yamaya, Physica C, 40 (1991) 185-189.
- [21] Chesca. B, Annalen der , phys, 8511, (1990) .
- [22] S. malike, Ghazala Y. Hermiz and Mahdi H. Suhail. Iraq journal of physics 328,2012 .
- [23] Horn S., 'Phys. Rev. B.36', (1988).3895-3898,.
- [24] Nat' Academic Press, Opportunities in High Magnatic Field Science, (2005).
- [25] M.N. Fatulla, Ph.D. Thesis, University of Baghdad (1997).

Study the Effect of the Laser on the Structural and Electrical Properties of the Compound $Tl_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$ Superior Electrical Conductivity at High Temperatures

Abdul Kareem Dahas Ali¹, Sabah Jalal Fathi², Noor Abdul Wahed Ahmed¹

¹ Department of Physics , College of Education for Sciences , Tikrit University , Tikrit , Iraq

² Department of Physics , College of Science , Kirkuk University , Kirkuk , Iraq

Abstract

This study included the preparation of composite samples ($Tl_{2-x}Hg_xBa_{2-y}Sr_yCa_2Cu_3O_{10+\delta}$) in various concentrations of x where ($x=0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5$). by solid state reaction method and under hydrostatic pressure (ton/cm^2 8 interaction) and temperature annealing ($850^\circ C$), and determine the effect of the laser on the structural and electrical properties elements in the compound, Observed by examining the XRD The best ratio of compensation for x is 0.2 as the value of $a = b = 5.3899$ (Å), $c = 36.21$ (Å) show that the installation of Teragonal structure, the study found that oxygen played an important role in increasing the critical temperature. When you shine a CO_2 laser on the samples in order to recognize the effect of the laser on these samples showed the study of X-ray diffraction of these samples when preparing samples with different concentrations of the values of x, the best value of compensation is 0.2 which showed an increase in the values of the dimensions of the unit cell $a = b = 5.3929$ (Å), $c = 36.238$ (Å) as well as we have noticed in the Teragonal structure of the compound and took the boat the best role in the crystal structure. When examining the electrical characteristics for different values of the values of (x) found that the best degree of critical temperature at $x = 0.2$ is $T_C = 142$ K and after shedding CO_2 laser on the prepared forms note the increase in the critical temperature at $x = 0.2$ is $T_C = 144$ K. The screening samples by atomic force microscopy three-dimensional (AFM), and also has a study and examination of the crystal structure of the samples by scanning electron microscope (SEM) and know the percentages elements in the compound and, the effect of annealing temperature .the pressure applied, and to quantify the concentration of elements in the composite.