دراسة مقارنة لتأثير زمن التلبيد في درجة الحرارة الحرجة في المركبين $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ و $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ الفائقين للتوصيل

حيدر جواد مكطوف

جامعة القادسية / كلية التربية / قسم الفيزياء

الخلاصة

تتضمن الدراسة الحالية تحضير عينات فائقة التوصيل للمركبين $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ و$Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ الفائقين للتوصيل بطريقة تفاعل الحالة الصلبة (Solid State Reaction (SSR)). لقد أجريت عملية الكلسنة على المادة بدرجة 800° C ولزمن 20 ساعة , ثم أعيد طحنها وكبسها عند ضغط GPa (0.7) على شكل أقراص . وكانت درجة حرارة التلبيد (860°C) وبأزمان تلبيد مختلفة hr(140,160,180&200) .

لقد استخدمت تقنية حيود الأشعة السينية لتحديد الأطوار الفائقة التوصيل , وثوابت الشبيكة (a,b&c) للنظام المعيني.

ودرس تأثير زمن التلبيد في كل من المركبين والمقارنة بينهما و أظهرت حالة التوصيل الفائق للمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ النموذج (C) في زمن تلبيد (180 hr) أعلى درجة حرارة حرجة اذ بلغت (T_c=103 K) و(T_c=96K) بالنسبة للمركب , $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ وهي أعلى درجة حرارة حرجة عند زمن تلبيد (200 hr) .

وبينت الدراسة أفضلية المركب الأول $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ على من المركب الثاني $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ بتسجيل أعلى الدرجات الحرارية الحرجة لنفس أزمان التلبيد المناظرة وزيادة عدد قمم الطور الفائق العالي (2223) وقلة عرض قواعدها وارتفاع شدتها وانخفاض قيم المقاومة النوعية بالنسبة لهذا البحث.

Comparing Study of effect sintering time on critical temperature Superconductor compounds for the $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ and $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$

Hayder J.AL-Asedy
University of Al-Qadisiya – College of Education – Physics Dept.

Abstract

The present study includes preparation of high temperature superconductor $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ and $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ by solid state reaction (SSR) method. The prepared samples were calcinaed at 800°C for 20 hours ,then regrind and pressed at pressure (0.7 GPa) into pellets, then sintered at 860° C for sintering times (140,160,180 and 200) hr.

X-ray diffraction was used to determine the phases ,lattice constants (a,b&c) and density of orthorhombic systems.

Then study effect of sintering time on both two compounds and compare between them ,the highest T_c recorded with sample (C) (T_c=103 K) for the compound $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ at sintering time (ts=180 hr) ; and (T_c=96 K) sample (L) for the compound $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ at (ts=200 hr) it is the highest T_c recorded.

Also the study appeared prefer ability the first compound $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ on the other $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ because it records the highest T_c for same sintering times ,creasing number of peaks of HTS(2223),up rise intensity and drop value resistively for this search.

1-المقدمة

من المعرف انه توجد عدة أنظمة بلورية للمركبين الفائقين التوصيل $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ و $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ وذلك بالاعتماد على طبقات ($CaCuO_2$) لكل وحدة خلية يقابلها اختلاف في درجات الحرارة الحرجة ،فعندما تكون قيمة (n=1) يكون الطور واطئٍ جدا ويرمز له بالرمز (2201) وله درجة حرارة حرجة تتراوح بين K(22-7) ويحوي طبقة (CuO_2) فقط .

وعندما تكون قيمة (n=2) يحتوي المركب على طبقة واحدة من($CaCuO_2$) وبدرجة حرارة انتقالية K(T_c =85) ويسمى هذا الطور بالطور الواطئ ويرمز له بالرمز (2212) وعندما (n=3) يحتوي المركب على طبقتين من ($_2$ CaCuO)وثلاث مستويات من ($Cu-O_2$) وله درجة حرارة حرجة تبلغ K(T_c =110) ويرمز له بالرمز (2223) [1].

درس Quan وجماعته[2] باستخدام تقنية حيود الأشعة السينية التركيب البلوري للمركب $Bi_{1.84}Pb_{0.34}Sr_{1.91}Ca_{2.03}Cu_{3.06}O_y$ وبينت الدراسة امتلاك المركب للطور (2223) وذا درجة حرارة حرجة (Tc=110 K) .

واستطاع Tatsumisago وآخرون[3] من قياس المقاومة النوعية للمركب $Bi_{2-x}\ Pb_x\ Ca_2\ Sr_2\ Cu_3\ O_y$ وتمكن من إضافة نسب مختلفة من Pb عندما تكون x=0 , 0.2 , 0.4 , 0.6 فتوصل إلى إن درجة حرارة التحول تصل إلى أقصى قيمة لها عندما x = 0.4 وخاصة بعد تحضير العينات بدرجة حرارية (1128 C ^{o}) ولأكثر من h 20 التي تعمل على ظهور الطور (2223) .

وحصل Maede و جماعته [4] على درجة حرارة تحول أعلى من درجة غليان النتروجين السائل وذلك من خلال إضافة عنصر Ca لهذا المركب اذ حصل على T_c = 79 K للمركب $Bi_2Sr_2\ Cu_1O_6$ والذي عرف بالنظام (2021)– Bi وحصل أيضا على T_c = 85 K للمركب $Bi_2Ca_1Sr_2\ Cu_2O_8$ والذي عرف بالنظام (2122)– Bi وأخيرا حصل على T_c = 110 K للمركب $Bi_2Ca_2\ Sr_2\ Cu_3O_{10}$ ذات نظام (2223) – Bi على التوالي وفسرت هذه المركبات فيما بعد إن هناك (1,2,3)=n لمستويات متداخلة من CuO مع المستويات Bi-O.

درس Hazen وجماعته[5] الخواص الكهربائية للمركب $Tl_2\ Ba_2\ Ca_{n-1}\ Cu_n\ O_{2n+4}$ واستطاع الحصول على درجات حرارة حرجة K(80, 110 , 125) =T_C n=1,2,3 على التوالي .

لقد اهتمت الدراسة الحالية بأمرين أساسيين الأول أيجاد عنصر أخر غير عنصر السترونتيوم (Sr)

وبديلاً عنه مثل عنصر البار يوم (Ba) ومن نفس الزمرة ذي خصائص تختلف عن العنصر الأول ويحقق نتائج أفضل من ناحية تحسين تواجد قمم الطور العالي الفائق التوصيل (2223) بغزارة وبالطبع زيادة درجة الحرارة الحرجة T_c والمقارنة بين النتائج المستحصلة والثاني للتوصل إلى أفضل زمن للتلبيد (Sintering time) من بين تلك الأزمان hr(140,160,180&200) لعينات المركبين الفائقي التوصيل مع بقاء

نفس ظروف التحضير الأخرى من درجة حرارة تلبيد(Sintering temperature) والبالغة (860˚C) وباقي الظروف من ضغط تحضير ووجود الأوكسجين الجوي دون تغير .

2-الجانب العملي

لقد حضرت عينات من المركبين $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ و $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ وبالنسب الآتية 2:2:2:3 لكل من العناصر الكيميائية التالية Bi:Sr:Ca:Cu , Bi:Ba:Ca:Cu على التوالي بخلط الاكاسيد والكربونات والنترات(Bi_2O_3, Pb_3O_4, $Sr(NO_3)_2$, $CaCO_3$, CuO) وحسب الأوزان الجزيئية المكافئة بنسبة نقاوة عالية للمساحيق تصل إلى (99.9%).

ويصبح المزيج متجانساً بإضافة كميات متساوية من الايزوبروبانول عالي النقاوة لتكوين عجينة خلال عملية الطحن التي تستمر لمدة ساعة واحدة.

ثم يوضع في جفنه مصنوعة من الالومينا لإجراء عملية الكلسنة في فرن أنبوبي لمدة 15 hr بدرجة حرارة 800˚ C قابل للبرمجة من نوع (Eurotherm 818 P).

هذه العملية تستخدم لإزالة غازي CO_2,NO_2 من المزيج بمعدل تسخين يصل إلى 1˚ C/min .ثم يبرد إلى درجة حرارة الغرفة بنفس المعدل المذكور سابقا.

وللحصول على مسحوق ناعم جدا ومتجانس تماما نقوم بإعادة طحن المزيج ثم يكبس على شكل أقراص بواسطة مكبس بضغط قدره 0.7 GPa . وتوضع الأقراص في فرن أنبوبي لإجراء عملية التلبيد بدرجة حرارة 860˚C وبفترات زمنية (140,160,180 &200) hr بمعدل تسخين يصل إلى 1˚ C/min لجعل جزيئات المواد المتفاعلة تترابط تدريجيا ولتقليل الفراغات البينية فيما بينها ,وبعد انتهاء الفترة المخصصة لكل عينة تبرد العينات إلى درجة حرارة الغرفة بمعدل تبريد يصل إلى 1˚ C/min.

نحصل على التركيب البلوري للنماذج المحضرة بواسطة جهاز حيود الأشعة السينية من نوع (Philips-$Cu_{k\alpha}$)وبفرق جهد قدره (V=40 KV) وبتيار قدره (I=20 mAmp) وطول موجي (λ=1.54 A˚) وثابت زمن (5 sec) وبسرعة مسح 3 (degree/min) وبواسطة برنامج بالحاسبة الالكترونية تم إيجاد ثوابت الشبكية (a,b&c) .تم قياس المقاومة النوعية في المدى (77-300 K) بطريقة المجسات الأربعة الخطية لحساب المقاومية الصفرية ومن ثم حساب درجة الحرارة الحرجة (T_c).

جدول (1): ثوابت الشبكية,محتوى الاوكسيجين ودرجة الحرارة الحرجة مع زمن التلبيد للمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$

Sample	ts(hr)	a(A˚)	b(A˚)	c(A˚)	Tc(K)	Oxygen content (δ)
A	140	5.421	5.389	37.108	90	0.104
B	160	5.507	5.411	37.121	97	0.211
C	180	5.501	5.272	37.380	103	0.257
D	200	5.451	5.436	37.325	100	0.194

جدول (2): ثوابت الشبكية,محتوى الاوكسيجين ودرجة الحرارة الحرجة مع زمن التلبيد للمركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$

Sample	ts(hr)	a(A˚)	b(A˚)	c(A˚)	Tc(K)	Oxygen content(δ)
I	140	5.098	5.112	37.218	88	0.115
J	160	5.208	5.336	37.219	91	0.107
K	180	5.418	5.532	37.119	93	0.165
L	200	5.381	5.202	37.244	96	0.125

حيث أن

A العينة الأولى من المركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ ذات زمن تلبيد قدره ts=140 hr .

B العينة الثانية من المركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ ذات زمن تلبيد قدره ts=160 hr .

C العينة الثالثة من المركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ ذات زمن تلبيد قدره ts=180 hr .

D العينة الرابعة من المركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ ذات زمن تلبيد قدره ts=200 hr.

I العينة الأولى من المركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ ذات زمن تلبيد قدره ts=140 hr.

J العينة الثانية من المركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ ذات زمن تلبيد قدره ts=160 hr.

K العينة الثالثة من المركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ ذات زمن تلبيد قدره ts=180 hr.

L العينة الرابعة من المركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ ذات زمن تلبيد قدره ts=200 hr

3-النتائج والمناقشة:

من ملاحظة الشكلين (1)و(5) الخاص بحيود الأشعة السينية للمركبين فائقي التوصيل عند زمن تلبيد قدره (t_s=140 hr) للنموذجين (A,I) على التوالي نستطيع ملاحظة كون المركب مكوناً من طورين طور ذي درجة الحرارة الواطئة (LTP)بعدد قمم قليلة وطور ذي درجة الحرارة العالية (HTP) مع تسيد هذا الطور ظهور قمم قليلة العدد جدا تعود للشوائب . ومن الجدير بالذكر أن الشكلين يظهران تداخل بعض قمم الحيود للطورين الأنفي الذكر فيما بينهما مع حصول إزاحة لمواقعهما وتزداد هذه الحالة وضوحاً مع زيادة زمن التلبيد وتشير إلى انخفاض درجة انتظام البلورات وحصول نمو بيني بين الطورين .تحدث هذه الظاهرة بسبب تماثل البنى البلورية الطورية وتقارب أبعاد شبيكتهما .

كذلك نلاحظ أن مستوى القمم عالي (Intensity) في النموذج(A)مع وفرة وجودهما للطور العالي التوصيل(2223) أكثر مما هو عليه في النموذج(I)لنفس الطور مع انخفاض شدتها فيه ولهما درجة حرارة حرجة تبلغ K (90,88) على التوالي.

وبالرجوع إلى الشكلين (2) و(6) والنموذجين (B,J) على التوالي العائدين للمركبين عند زمن تلبيد قدره (t_s=160 hr) حيث أظهرت الدراسة زيادة في قيمة T_c وللمركبين على الحد سواء وأصبحت K (97,91) على التوالي بسبب الزيادة في زمن التلبيد .كذلك يمكن ملاحظة زيادة القمم للطور الفائق التوصيل وارتفاع شدتها عن مثيلاتهما السابقتين .وهذه النتيجة تفسر على أساس الانتظام العالي والجيد في البنية البلورية

للمركب الفائق التوصيل وهذا الانتظام يساعد على مرور أزواج كوبر (Cooper pairs) الذي بدوره ارتفعت قيمة درجة الحرارة الانتقالية T_c .

وفي الشكلين (3)و(7) الخاص بالنموذجين (C,K) على التوالي وعند زمن تلبيد قدره (t_s=180 hr) مرة أخرى نلاحظ إن الزيادة في زمن التلبيد الى هذا الحد يؤدي إلى تكوين نسب أعلى من الطور (2223) مع حصول زيادة واضحة في درجة الانتظام للأطوار والذي دفع بدرجة الحرارة الحرجة بالارتفاع الى (103,93)K مع وصول شدة القمم إلى أعلى مستوي لها عما هو عليها في سابقاتها من النماذج مع الانتباه إلى التقارب في العدد وحدة القمم في النموذجين إي عرض قاعدتيهما .

أما النماذج المحضرة بزمن تلبيد و البالغ (t_s=200 hr) فقد أظهرت دراسة حيود الأشعة السينية لها قمم عالية وذات عرض قواعد قليل كما في الشكلين (4) و(8) للنموذجين الأخيرين (D,L) على التوالي و الانخفاض النسبي للشدة في النموذج (D) بينما الزيادة الواضحة جدا في النموذج (L) بسب زيادة في زمن التلبيد مع الانخفاض في درجة حرارة التحول الملحوظ للنموذج (D) حيث أصبحت (T_c=100 K) وهذا بدوره يؤدي إلى نقصان في طول المحور(c) وتفسر هذه النتيجة على أساس عدم الانتظام في البنية البلورية بسبب ظهور الشوائب في المركب بالمقابل ارتفاعها وزيادة طول المحور(c) للنموذج (L) وأصبحت T_c=96 (K) .

ومن النتائج أعلاه وجد أن زمن التلبيد يلعب دوراً هاماً وأساسياً في زيادة درجة حرارة التحول T_c وأظهرت بأن لها علاقة وثيقة مع زيادة المحور(c) وبالتالي الحصول على أفضل بنية بلورية وتوفير المسارات الآمنة لحاملات الشحنة أزواج كوبر (Cooper pairs).

وحسبت قيم المقاومة النوعية للعينات باستخدام العلاقة الرياضية التالية (6) :

$$\rho\ (\Omega.cm) \quad \frac{V}{I} = 4.532$$

حيث لايستفاد من دراسة المقاومية الكهربائية للموصلات الفائقة في تحديد درجة الحرارة الانتقالT_c فحسب بل تحديد نوعية الموصل الفائق .لقد أجريت قياسات الموصلية الكهربائية على عينات المركبين وكما مبين في الشكلين (9,10) اللذان يبينان تغير المقاومة النوعية مع درجة الحرارة ضمن المدى (-77 300 K) فيشير إلى انخفاض مقدار المقاومية على طول مدى القياس للمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ حيث يبدأ منحني المقاومية بقيمة أقل من (0.0008 Ω.cm) في حين أن منحني المقاومية للمركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ يبدأ بقيمة أقل من (0.001Ω.cm)وهي أعلى من القيمة الأولى كذلك انتظام الانخفاض وقصر المدى في منحنيات المركب الأول مقارنة بعدم الانتظام وطول المدى في منحنيات المركب الثاني.يلاحظ من الشكلين أن الصفة العامة هي حصول انتقال تدريجي مع انخفاض درجة حرارة القياس وكذلك وجود أكثر من أنتقالة بالخصائص الفيزيائية في المنحني ؛ويبين الشكل (9) أن أفضل زمن تلبيد هو (t_s=180 hr) إذ يتم الحصول على أقل عرض انتقال ΔT_c وأعلى درجة حرارة حرجة تبلغ (T_c =103 K) وبالمقارنة تم تسجيل أفضل زمن تلبيد (t_s=200 hr) ذا أقل عرض انتقال وأعلى درجة حرارة حرجة (T_c =96 K) .

وأخيرا يتضح من الشكلين (11,12) اللذين يمثلان تغير زمن التلبيد مع درجة الحرارة الحرجة حيث يوجد أسلوبان مختلفان

لأول الخاص بالمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ وهو ازدياد درجة الحرارة الحرجة مع زيادة زمن التلبيد ووصوله إلى أعلى حد عند زمن تلبيد (180hr) وبدرجة حرارة حرجة كانت (103 K)بسبب زيادة نسبة الطور 2223 الذي أدى إلى ارتفاع T_c ومن ثم هبوط تلك الدرجة إلى مقدار (100 K) عند زمن تلبيد (200 hr) ويعزى السبب في ذلك النقصان في طول المحور (c) بزيادة تركيز الاشابة وبالتالي تدمير حالة التوصيل الفائق.

والأسلوب الثاني العائد للمركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ وهو يكاد أن يكون ذا شكل خطي أي تزداد درجة الحرارة الحرجة فيه مع زيادة زمن التلبيد ووصوله إلى أعلى درجة حرارة حرجة (96 K)عند زمن تلبيد يبلغ (200 hr) للسبب نفسه.

4-الاستنتاجات

بعد عرض النتائج وتحليلها يمكن استنتاج النقاط الآتية :-

1- من مقارنة أزمان التلبيد لكل مركب وبملاحظة الشكلين (11و12):

ا- يتضح تماما أن أفضل زمن للتلبيد هو (180 hr) لأنه سجل أعلى درجة حرارة حرجة بلغت(103 K) بالنسبة للمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ في هذا البحث.

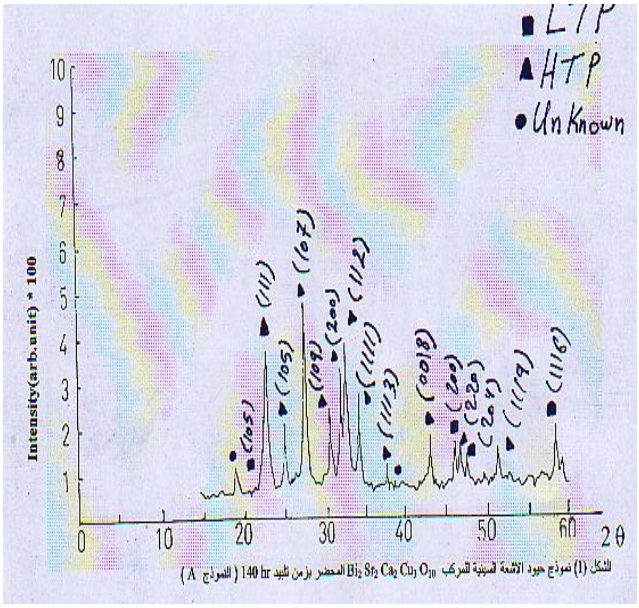
ب- أما بالنسبة للمركب$Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ فان أفضل زمن تلبيد هو (200 hr) لأنه سجل أعلى درجة حرارة حرجة بلغت (96 K) في هذا البحث.

2 – من هذه الدراسة يمكن الاستنتاج أن المركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ وبتسجيل أعلى مدى من درجات الحرارة الحرجة عند نفس أزمان التلبيد المختلفة في المركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ هو أفضل إضافة إلى كون المركب الأول ذا مقاومة نوعية أوطئ من المقاومة النوعية للمركب الثاني في هذا البحث.

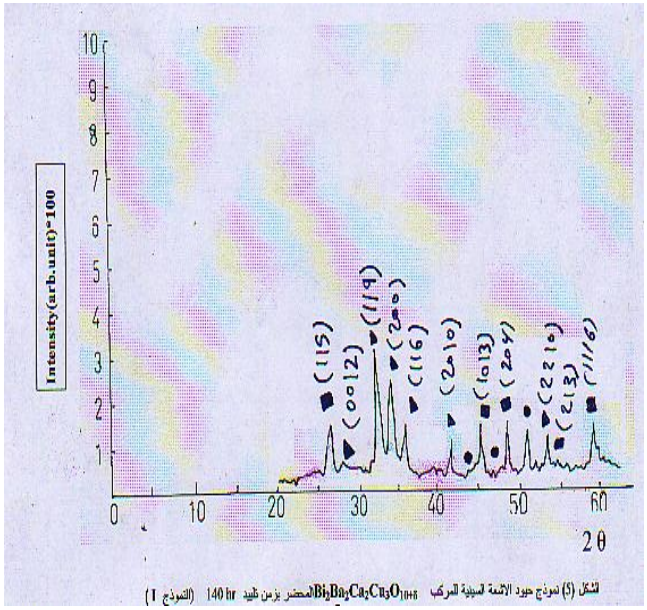
3- في أشكال حيود الأشعة السينية نجد تمايز قمم الطور الفائق العالي للتوصيل(2223) وكثرة العدد وارتفاع الشدة للمركب الأول ,وقلة العدد وانخفاض الشدة لتلك القمم بالنسبة للمركب الثاني في هذا البحث .

4- تتطلب عملية تحضير الطور الأحادي (2223)استخدام درجة حرارة تلبيد عالية جداً والتحكم الدقيق بزمن التلبيد؛ إذ كما مر سابقاً بزيادة زمن التلبيد للمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ من hr(200-180) أدى إلى انخفاض في درجة الحرارة الحرجة من K(103) إلى K(100) والسبب يعود إلى نمو أطوار أخرى مثل الطورين (2212)و(2021) وترسيب شوائب مثل (CuO) و(CaO) وأخرى غير معروفة في هذا البحث.

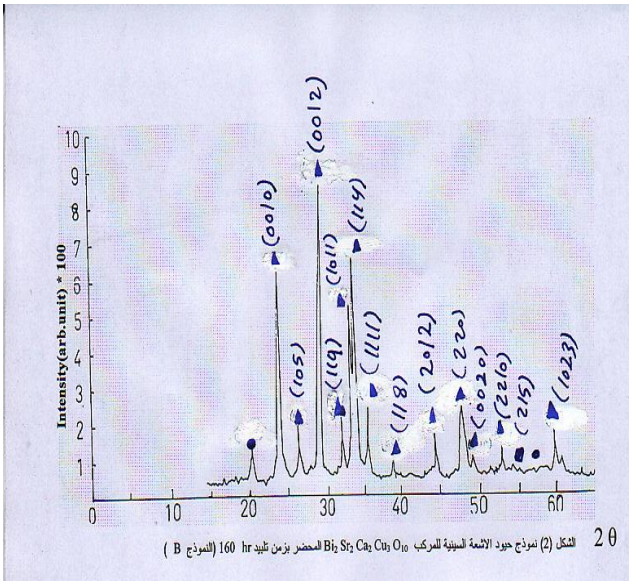
5- بسبب اختلاف في الأقطار الأيونية لكل من السترونتيوم والباريوم أدى إلى اختلاف النتائج وتمايز السلوك لكل منهما في المركبين .



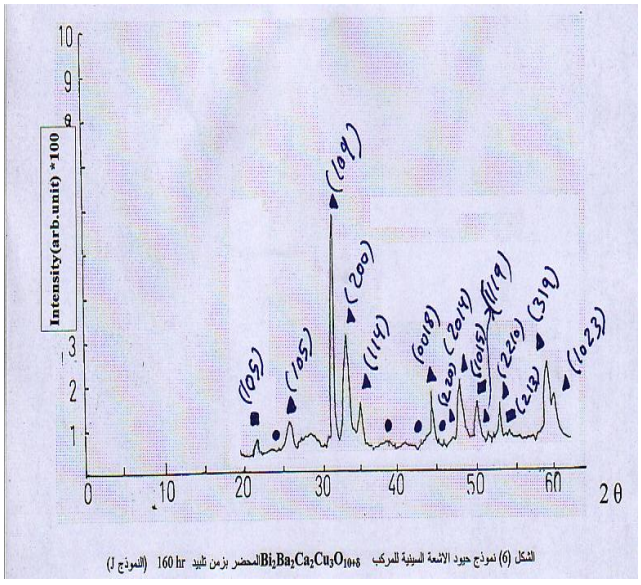
الشكل (1) نموذج حيود الاشعة السينية للمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ المحضر بزمن تلبيد 140 hr (النموذج A)



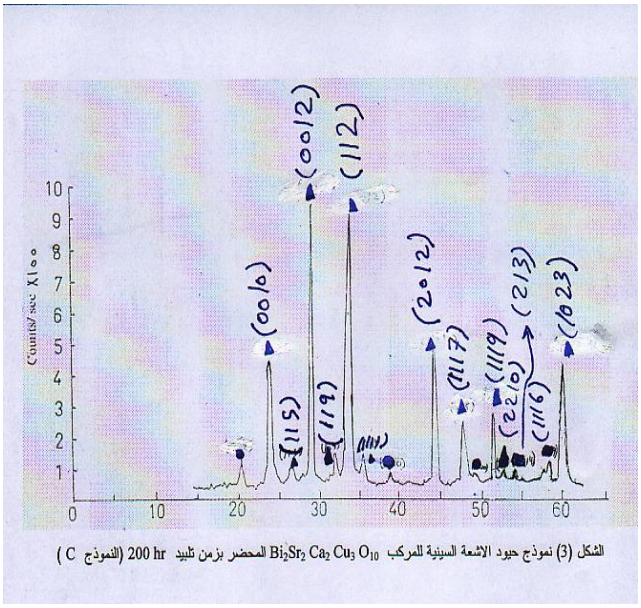
الشكل (5) نموذج حيود الاشعة السينية للمركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ المحضر بزمن تلبيد 140 hr (النموذج I)



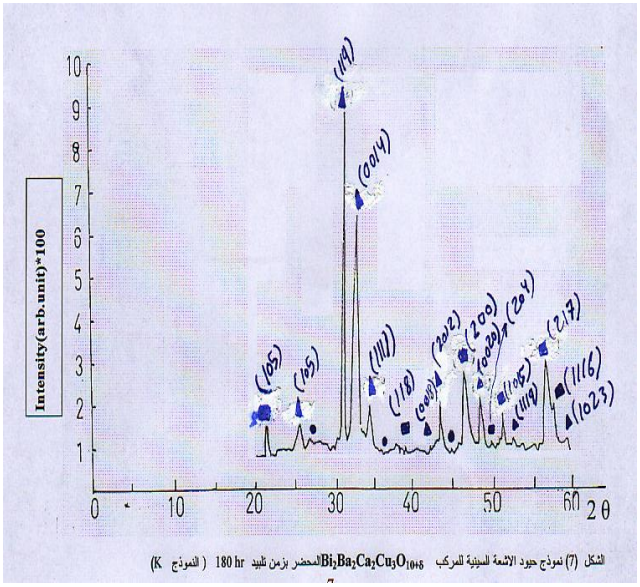
الشكل (2) نموذج حيود الاشعة السينية للمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ المحضر بزمن تلبيد 160 hr (النموذج B)



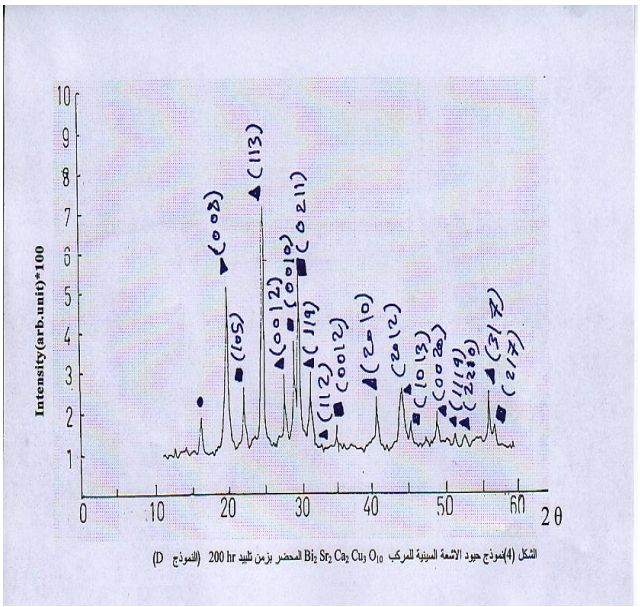
الشكل (6) نموذج حيود الاشعة السينية للمركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ المحضر بزمن تلبيد 160 hr (النموذج J)



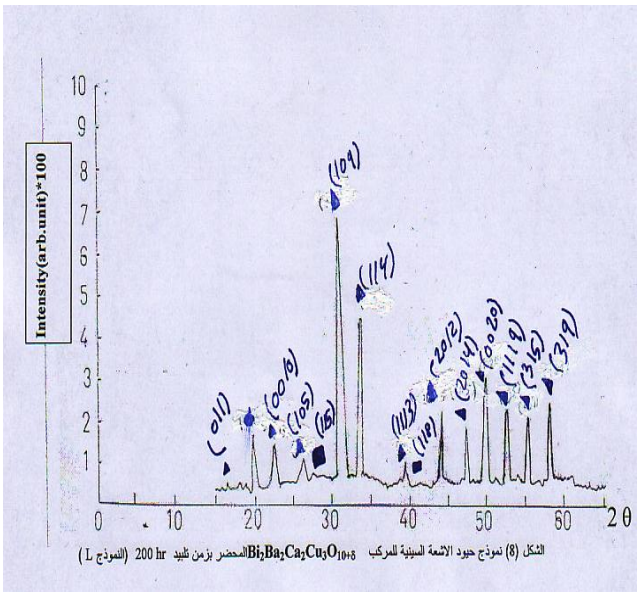
الشكل (3) نموذج حيود الاشعة السينية للمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ المحضر بزمن تلبيد 200 hr (النموذج C)



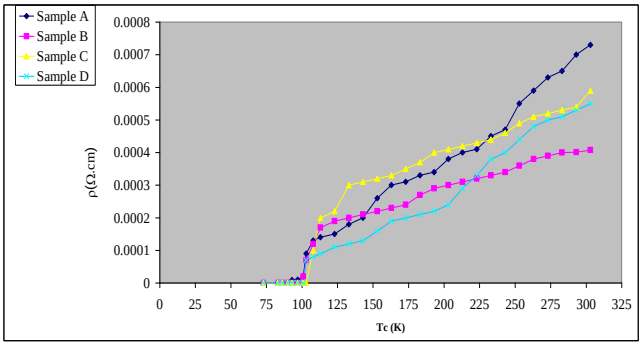
الشكل (7) نموذج حيود الاشعة السينية للمركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ المحضر بزمن تلبيد 180 hr (النموذج K)



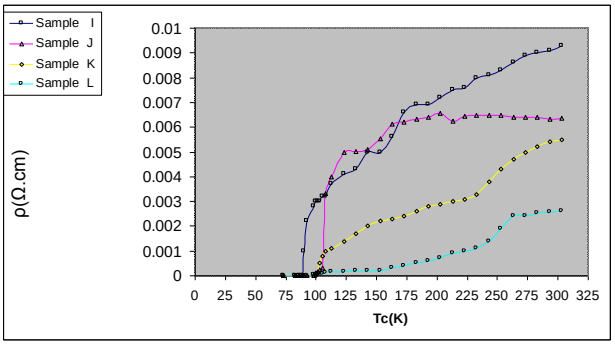
الشكل (4)نموذج حيود الاشعة السينية للمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ المحضر بزمن تلبيد 200 hr (النموذج D)



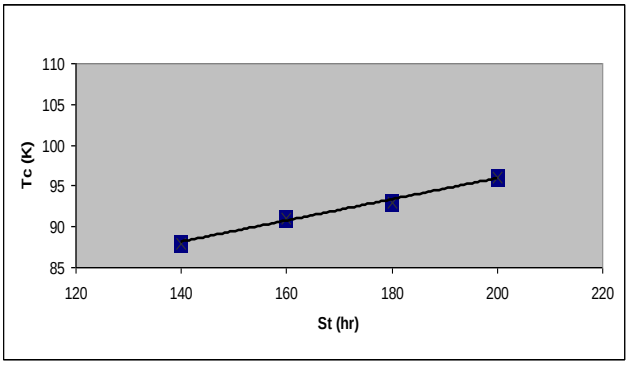
الشكل (8) نموذج حيود الاشعة السينية للمركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ المحضر بزمن تلبيد 200 hr (النموذج L)



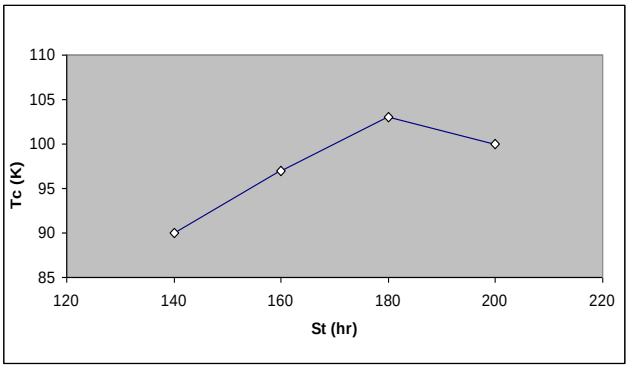
الشكل (9) المقاومة النوعية مقابل درجة الحرارة للمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ عند أزمان تلبيد مختلفة (A=140 hr,B=160 hr,C=180 hr&D=200 hr)



الشكل (10) المقاومة النوعية مقابل درجة الحرارة للمركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ عند أزمان تلبيد مختلفة (I=140 hr,J=160 hr,K=180 hr & L=200 hr)



الشكل (11) تغير درجة الحرارة الحرجة مع زمن التلبيد للمركب $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$



الشكل (12) تغير درجة الحرارة الحرجة مع زمن التلبيد للمركب $Bi_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$

REFERENCES

[1] J.M. Tarascon, W.R. Mckinon, Y. Lepage, N. Stoffel, M. Giroud, Phys.Rev.B38 (1988).
[2] Z. Quan Li, H. Shen, Y.Qin, J. Yi Jiang, Jia – Ju Du, philosophical magazine letters. 60, 123–130, (1989).
[3] M. Tatsumisago, S. Tsuboi, N, Tohge, T.Minami, J,Non–cry. Solids. 124,167, (1990).
[4] M.Meade .Y . Teanka and Asano Jpnj "Apply . Phy" 27 L, 209, (1988).
[5] R.M Hazen The Raco for S.C (Submmit books), (1988).
[6]- Hayder J.AL-Asedy; (Some Elastic Properties of HTSC $(Bi_{1-x}Pb_x)_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ M.Sc. thesis, Baghdad University, College of Science (2005).