مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (٨) العدد (٤) ٢٠٢٤

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies –Basic Sciences Series Vol. (8) No. (4) 2024

دراسة الخواص البنيوية والكهربائية للأكسيد $Sr_1Gd_1Co_{0.75}Cu_{0.25}O_4$ المنتمي لسلسلة رادلسدين وبوبير بطريقة سول جل فلاش باستخدام عدة عوامل معقدة.

الدكتورة :علا أمير الخوجه*

(تاريخ الإيداع ٢٥/٨/ ٢٠٢٤ – تاريخ النشر ٨/١٠/٢٠٢٤)

□ **ملخّص** □

تم في هذا البحث اصطناع الأكسيد $Sr_1Gd_1\ Co_{0.75}\ Cu_{0.25}\ O_4$ بطريقة السول جل فلاش ودراسة تأثير الاستبدال الجزئي للسترونسيوم في الشبكة البلورية بالجادولينيوم مع المحافظة على الاستبدال الجزئي للكوبالت بالنحاس. تم دراسة تأثير عامل البلمرة (المعقد) (حمض الستريك–الغليسرين–الإيثلين غليكول) على الخواص البنيوية والكهربائية للمركب المحضر حيث تظهر نتائج حيود الأشعة السينية أن الأكسيد المحضر يتبلور وفق البنية البلوريةTetragonal (ضمن النظام الفراغي I4/mmm عند n=1 وفق النموذج البنيوي للمركب K_2NiF_4) عند استخدام (حمض الستريك) بالمقارنة مع استخدام (الإيثلين غليكول و غليسيرين) الذي لايؤدي لتشكل المركب المحضر.

كما نلاحظ انخفاض ثوابت الشبكة a وb وازدياد c وبالتالي زيادة حجم وحدة الخلية بالمقارنة بالمركب الأساسي Sr_2CoO_4.

عند استخدام حمض الستريك والغليسرين والإيثلين غليكول كعامل معقد لاصطناع الأكسيد

$Sr_1Gd_1\ Co_{0.75}Cu_{0.25}O_4$ بطريقة السول جل فلاش انخفضت الناقلية الكهربائية وازدادت المقاومة الكهربائية بالمقارنة بالمركب الأساسي Sr_2CoO_4 . كما أظهرت نتائج المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) بأن أبعاد الجسيمات كان نانوياً عند استخدام حمض الستريك وماكروياً عند استخدام الإيثلين غليكول أو الغليسيرين.

كلمات مفتاحية: بيروفسكيت، رادلسدين وبوبير، الناقلية الكهربائية ، المقاومة الكهربائية ،انعراج الأشعة السينية.

*حاصلة على الدكتوراه في قسم الكيمياء –كلية العلوم – جامعة تشرين–اللاذقية–سوريا.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (٨) العدد (٤) ٢٠٢٤

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies –Basic Sciences Series Vol. (8) No. (4) 2024

Study of the structural and electrical properties of the oxide $Sr_1Gd_1Co_{0.75}Cu_{0.25}O_4$ belonging to the Ruddlesden and Popper series by Sol-Gel Flash method using several complexing agents.

Dr . Ola Ameer Alkhoja*

(Received 25/8/2024.Accepted 8 /10/2024)

□ABSTRACT □

In this research, the oxide $Sr_1Gd_1Co_{0.75}Cu_{0.25}O_4$ was synthesized by the Sol-Gel Flash method and the effect of partial replacement of Strontium in the crystal lattice with Gadolinium was studied while maintaining the partial replacement of Cobalt with Copper. The effect of the polymerizing agent (Citric Acid-Glycerin-Ethylene Glycol) on the structural and electrical properties of the prepared compound was studied, as the results of X-ray diffraction show that the prepared oxide crystallizes according to the Tetragonal crystal structure (within the spatial system I4/mmm at n=1 according to the structural model of the compound K_2NiF_4) when using (Citric Acid) compared to using (Ethylene Glycol and Glycerin) which does not lead to the formation of the prepared compound. We also note a decrease in the network constants a and b and an increase in c and thus an increase in the cell unit volume compared to the basic compound Sr_2CoO_4. When Citric Acid, Glycerin and Ethylene Glycol were used as a complexing agent to synthesize the oxide $Sr_1Gd_1Co_{0.75}Cu_{0.25}O_4$by the Sol-Gel Flash method, the electrical conductivity decreased and the electrical resistance increased compared to the basic compound Sr_2CoO_4. Scanning electron microscopy (SEM) results also showed that the particle dimensions were nano when using Citric Acid and macro when using Ethylene Glycol or Glycerin.

Key words : perovskite; Ruddlesden-Popper; electrical conductivity, electrical resistance; X-ray diffraction.

*holds a Ph.D, Department of Chemistry-Faculty of Science-Tishreen University- Lattakia –Syria.

مقدمة:

تعد الأكاسيد البيروفسكيتية إحدى أهم المواد العملية على الإطلاق و التي لها خواص فيزيائية متنوعة مثل الخواص الفيروكهربائية و البيزوكهربائية ،إضافة إلى استخدامها في الالكترونيات البصرية و الخلايا الشمسية و الكواشف الضوئية . وتعد المركبات المشتقة من البنية البيروفسكيتيّة (بنية طبقية) التي تسمى بسلسلة رادلسدين وبوبير المكون الأساسي لخلايا الأكاسيد الصلبة.

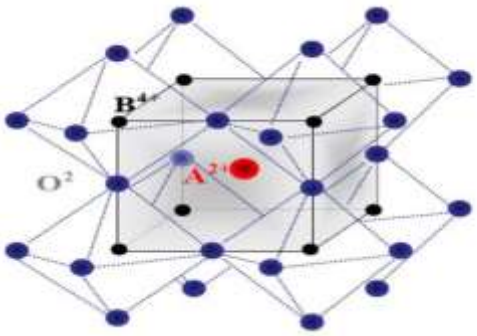
تعد الطاقة عصب الحضارة الحديثة وأحد طرفي معادلة التقدم والارتقاء الاقتصادي والاجتماعي [1]، ووسط التحديات التي يتعرض لها العلماء للبحث عن وقود المستقبل الجديد ظهرت في الآفاق مجدداً خلايا الوقود (fuel cell) كبديل شامل وعام عن الوقود الأحفوري، والتي يرجع تاريخ اختراعها إلى سنة 1839م من قبل وليام جروف(William Grove) [2, 3].

من أهم تلك الخلايا خلية وقود الأكسيد الصلب التي تتميز بكفاءتها العالية التي تصل إلى 70%، إلا أن درجة حرارة التشغيل العالية التي تصل إلى 1000°c ، تعد من العيوب، لأنها تستغرق وقتاً طويلاً للوصول إلى ظروف التشغيل النظامية كما تتطلب الحرارة العالية لخلايا الوقود مواداً أغلى لتصنيعها [4].

من بين المواد التي تدخل في تركيب خلية الوقود الأكسيد الصلب أكاسيد البيروفسكيت التي تعد المكون الأساسي لخلايا الأكاسيد الصلبة وأحد أهم الأكاسيد التي تثير الكثير من الانتباه بسبب التنوع الكبير في الظواهر الفيزيائية التي تظهرها كجسم صلب. لمركبات البيروفسكيت عدة تطبيقات صناعية هامة في مجال الطاقات المتجددة فهي تُستخدم في التطبيقات الكهربائية كالمعالجة الكهرضوئية للماء لانتاج االهيدروجين [5] .

بنية البيروفسكيت:

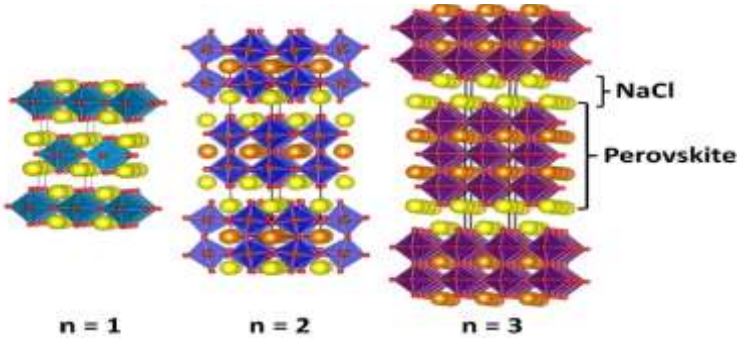
يعرف البيروفسكيت على أنه اسم لعائلة هيكلية بالإضافة إلى كونه اسم للمركب الطبيعي لأكسيد الكالسيوم والتيتانيوم $CaTiO_3$ [6,7] . توصف البنية المثالية للبيروفسكيت بالصيغة ABO_3 ذات البنية البلورية المكعبة وهي عبارة عن بنية يكون فيها الكاتيون الأصغر B موجود في بنية ثماني الوجوه، وثمانيات الوجوه هذه ترتبط مع بعضها البعض عن طريق القمم، كما أن الكاتيون A موجود في مركز متعدد الوجوه المكون من12ذرة من الأكسجين متصلة ببعضها البعض بواسطة وجوه مربعة [8,9] كما هو في الشكل (1) [10].



الشكل (1) رسم يوضح ثماني الوجوه BO_6 في خلية البيروفسكيت.

كما أن هناك مركبات مشتقة من البنية البيروفسكيتيّة تسمى بسلسلة رادلسدين وبوبير وصيغتها العامة $A_{n+1}\ B_n\ O_{3n+1}$ ذات بنية صفائحيّة،وتفصل الصفائح عن بعضها البعض بطبقات ذات بنية مشابهة لبنية NaCl.

وتكون A و B هي الكاتيونات و n تدل على عدد الطبقات الفاصلة n= 1,2,3 [11,12] .



الشكل (2) يوضح بنية رادلدسن وبوبير من أجل n=1,2,3 .

في عام ٢٠١٧، أظهرت العديد من الدراسات في أمريكا خصائص نقل أيونات الأكسجين في أكاسيد RP التي يمكن أن تستوعب الأكسجين الزائد إذ وجد أن درجة الأكسجين الزائدة تؤثر بقوة على طاقة التنشيط لهجرة الأكسجين[13].

قام G.Nirala عام ٢٠٢٠ في الهند بإجراء دراسة على بنية وخواص أكاسيد طور رادلسدين وبوبير A_2BO_4 التي لها بنية K_2NiF_4 حيث يمكن اصطناع المركبات منقوصة الاكسجين وزائدة المحتوى الأكسجيني عن طريق تغيير شروط عمليات المعالجة [14].

أهمية البحث وأهدافه:

- أهمية البحث :

تلعب أكاسيد البيروفسكيت دوراً هاماً في تكنولوجيا الصناعة ، يتم استخدامها في المكثفات ،وأجهزة الميكروويف، والالكترونيات الدقيقة إضافة إلى المواد فائقة الناقلية في درجة الحرارة العالية، وفي المجال الطبي التي تستخدم في قياس الجرعة أثناء العلاج الإشعاعي ،والتي يمكن استخدامها أيضاً في تصنيع لوحات التصوير الشعاعي للأشعة السينية ، ولها المزيد من التطبيقات في السيراميك الشفاف، والخلايا الكهروضوئية ، وخلايا الوقود[15] .

- أهداف البحث:

أولاً: اصطناع الأكسيد $Sr_1Gd_1\ Co_{0.75}\ Cu_{0.25}\ O_4$ بالاستبدال الجزئي للسترونسيوم بالجادولينيوم مع المحافظة على الاستبدال الجزئي للكوبالت بالنحاس.

ثانياً: بعد تحضير هذا الأكسيد سوف يتم دراسته بتقنية XRD للتأكد من بنيته إن كانت تنتمي لسلسة رادلسدين وبوبير.

ثالثاً: دراسة تأثيرعوامل المعقدة (حمض الستريك $H_3C_6H_5O_7$ والغليسرين $C_3H_8O_3$ والإيتلين غليكول$C_2H_6O_2$) على الخواص البنيوية للمركب$Sr_1Gd_1\ Co_{0.75}\ Cu_{0.25}\ O_4$ بطريقة السول جل فلاش.

رابعاً: دراسة تأثير عوامل البلمرة السابقة على الخواص الكهربائية للمركب المحضر.

خامساً: دراسة الأكسيد الناتج بالمجهر الإلكتروني الماسحSEM مع العوامل المعقدة الثلاثة.

المواد والتجهيزات وطرائق الدراسة:

-الأجهزة والأدوات المستخدمة:

١- ميزان وزني حساس (TE 64 – Sartorius) مجال حساسيته (10 mg – 60 g) .

٢- هاون صغير من العقيق Gate Mortar.

٣- فرن ترميد (Carbolite, BAMFORD,SHEFFIEJD, ENGLAND,S30 2AU)،

في مخبر العمل المهني -كلية العلوم-جامعة تشرين.

٤- جهاز XRD جهاز انعراج الأشعة السينية (X-ray diffractometer) في المعهد العالي للعلوم والتكنولوجيا في دمشق.

٥-جهاز قياس الناقلية الكهربائية (Signatone) في المعهد العالي للعلوم والتكنولوجيا - دمشق.

٦-المجهر الإلكتروني الماسح (VEGAII TESCAN) Scanning Electron Microscope (SEM) في هيئة الطاقة الذرية - دمشق.

المواد المستخدمة:

نترات السترونسيوم- نترات الكوبالت- نترات النحاس-أكسيد الكوبالت- أكسيد النحاس-أكسيد الجادولينيوم.

طرائق العمل:

تحضير المركب بطريقة السول جل فلاش وفق الخطوات الآتية :

❖ **طريقة السول-جل فلاش Sol Gel Flash method:**

يتم فيها خلط وإذابة جميع المواد الأولية في المرحلة السائلة مما يسمح للأيونات أن تختلط وتتجانس بشكل أفضل من طريقة تفاعلات الحالة الصلبة وتقل فيها مشكلة عدم التجانس و معدلات الانتشار البطيئة المرتبطة بخلط المواد في الحالة الصلبة ، فنحصل على محلول متجانس(sol).ثُمَّ يتم تعديل الوسط للوصول لحالة الجل(gel) (تتحول الأيونات بعد ذلك بشكل تسلسلي إلى شكل هلام)، بعد ذلك يُسخّن الناتج حتى الوصول لمرحلة الجفاف للحصول على المنتج النهائي أما طريقة السول-جل فلاش تعتمد على إضافة مادة عضوية التي تساعد على ضبط الpH والوصول لحالة الجل[16].

تم تحضير العينات بطريقة السول جل فلاش وفق الخطوات الآتية :

١- تم استخدام المواد الأولية التالية:

$Sr(NO_3)_2$,Gd_2O_3 ، $Co(NO_3)_2.6H_2O$،$Cu(NO_3)_2.2H2O$.

٢-تم إذابة هذه المواد بالكميات الموافقة بالنسب الستكيومترية للحصول على المركب المطلوب في دورق الإذابة بحيث يصبح الحجم ٢٥٠ مل.

٣- يتم تسخين المحلول وفق البرنامج الحراري الوارد بعد إضافة(حمض الستريك -غليسرين- إيثلين غليكول) بأوزان محددة كلاً على حدا وضبط درجة الحموضة pH على ٤.٦ لحمض الستريك و٨.٩ للغليسرين والإيثلين غليكول.

٤- يبدأ المذيب بالتبخر عند الدرجة ١٠٠ درجة مئوية.

٥-يتم طحن المركب المتشكل باستخدام هاون العقيق بعد الوصول إلى نقطة الوميض.

٦-يتم تسخين المسحوق وفق البرنامج الحراري الوارد في النتائج والمناقشة في الجدول (١).

٧-يتم طحن عينة السول-جل فلاش بشكل جيد جدا" من أجل اجراء قياسات الانعراج بالأشعة السينية.

-دراسة بعض الخصائص الكهربائية:2

تم استعمال جهاز قياس المقاومة الكهربائية النوعية بطريقة المسابر الأربعة ،(صنع شركة Signatone) حيث يستخدم في قياس المقاومة الكهربائية النوعية للمواد اعتماداً على طريقة المسابر الأربعة، حيث نقوم بتمرير تيار في المسبرين الخارجيين ثم نقيس الجهد بين المسبرين الداخليين .نكرر هذه العملية من أجل عدة قيم للتيار.

٣- المجهر الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope (SEM)

صنع شركة (VEGAII TESCAN) وهو نوع من أنواع المجاهر الإلكترونية التي تنتج صور مجهرية للعينات عن طريق مسح تلك العينات بحزمة مركزة من الإلكترونات.

إن طريقة المجهر الإلكتروني الماسح الأكثر شيوعاً هو الكشف عن الإلكترونات الثانوية المنبعثة من ذرات مثارة بحزمة الكترونية، يعتمد عدد الإلكترونات الثانوية التي يمكن اكتشافها على تضاريس العينة .

النتائج والمناقشة:

1:اصطناع العينات المدروسة:

تم تحضير المركب بطريقة السول-جل فلاش بعد الإضافات عوامل البلمرة (حمض الستريك -غليسرين- إيثلين غليكول) كلاً على حدا وفق البرنامج الحراري الوارد في الجدول(١).

- تم استخدام حمض الستريك $H_3C_6H_5O_7$ والغليسرين $C_3H_8O_3$ والإيتلين غليكول$C_2H_6O_2$ لكونهم عبارة عن مركبات تحوي زمرة ال OH فتميل لتشكيل معقدات وبوليمرات بالمحلول فتزيد من كثافة ولزوجة و تجانس المحلول.

الجدول(١): شروط تحضير المركبات بطريقة السول-جل فلاش.

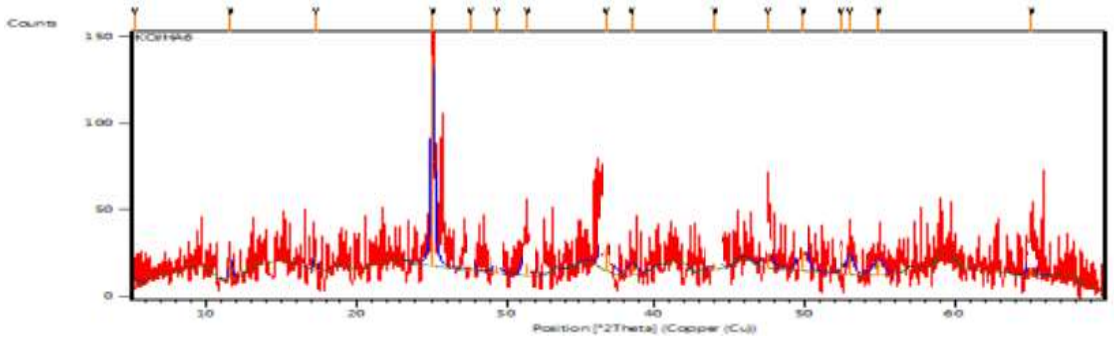
درجة الحرارة المئوية	الزمن
90	2 ساعة
100/105	8 ساعة
250	2 ساعة
930	32 ساعة

2: أظهرت نتائج الدراسة من خلال مخططات حيود الأشعة السينية (الشكل٣-٤) للمركب المحضر بإضافة (الغليسرين والايثلين غليكول) كلاً على حدا عدم تشكل المركب مقارنة مع تحضيره بطريقة السول جل فلاش بإضافة (حمض الستريك) الذي يظهر بشكل واضح تبلور وتشكل المركب الشكل (٥) وقد يرجح ذلك إلى أن الوسط الحمضي هو الأفضل لتشكل مثل هذه الأنواع من المركبات مقارنة بالأوساط القلوية التي قد تؤدي لترسيبها.

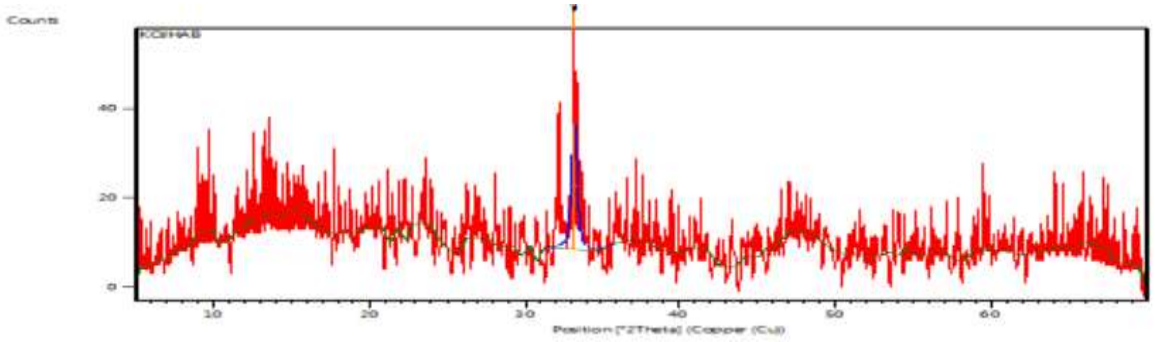
تبيَن بالاعتماد على برنامج High Score Plus بالأبعاد والمعطيات الواردة (قرائن ميلر، والبعد البلوري d، وعرض القمة عند المنتصف (FWHM)، والحجم الحبيبيD) في الجدول(٢) أن هذا المركب يتبلور وفق البنية الرباعية(Tetragonal I4/mmm) مقارنة بالمركبات المحضرة $NdSrCo_{1-x}\ Cu_x\ O_{4-Y}$[١٧] ، $La_{n+1}Ni_nO_{3N+1}$ [١٨] ، Sr_2CuO_4 (Hg,Cr)[١٩] التي تتبلور وفق نفس البنية ولكن بأبعاد مختلفة.

عندما يتم الاستبدال الجزئي للسترونسيوم بالجادولينيوم وبنفس الوقت الاستبدال الجزئي للكوبالت بالنحاس نلاحظ انخفاض بارامترات الخلية الأولية(b،a) وازدياد c مع الأخذ بعين الاعتبار أن Gd^{3+}(radius 1.24Å) و radius Sr^{2+}(1.58Å) .

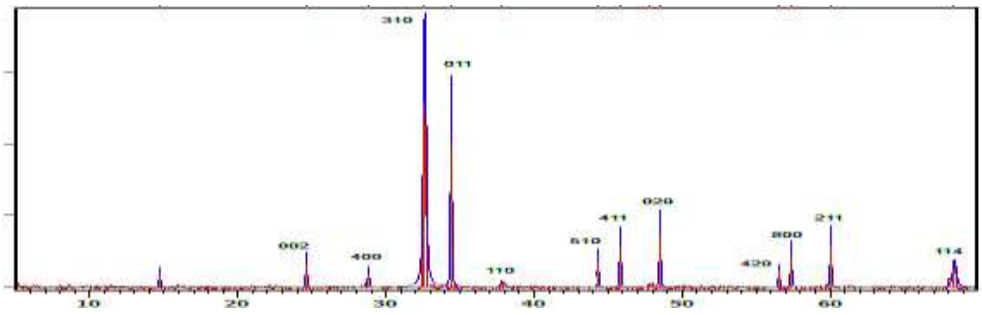
ويعود سبب ذلك الى أن:على الرغم من الحجم الذري الأصغر للجادولينيوم مقارنة بالسترونسيوم والتقلص اللانتنيدي الذي يعمل على تخفيض c وبالتالي تقليل الحجم و ولكن هناك أيضا" مفعول جان تيلر الذي يؤدي الى استطالة المحور c وتقلص(b،a) وزيادة الحجم بالاضافة لذلك عند الانتقال من درجة الأكسدة الثنائية للسترونسيوم الى الثلاثية للجادولينيوم سيحدث فراغات تدخل فيها ذرات الأكسجين وتسمى في هذه الحالة فراغات بينية ستؤدي لزيادة الحجم مقارنة بالمركبات $NdSrCo_{1-x}Cu_xO_{4-Y}$[١٧]، $GdSrFeO_4$ [٢٠] والمركبين المحضرين Sr_2CoO_4 , $Sr_2Co_{0.75}Cu_{0.25}O_4$ [٢١].



الشكل(3): طيف XRD للمركب المحضر بطريقة السول–جل فلاش بعد إضافة الغليسرين.



الشكل(٤): طيف XRD للمركب المحضر بطريقة السول–جل فلاش بعد إضافة الإيتلين غليكول.



الشكل(5): طيف XRD للمركب المحضر بطريقة السول–جل فلاش بعد إضافة حمض الستريك.

الجدول(٢):قرائن ميلر،وبارامترات وحدة الخلية،وعرض القمةعندالمنتصف،والحجم الحبيبي للمركب $Sr_1Gd_1Co_{0.75}Cu_{0.25}O_4$

Sample	2θ (deg)	(hkl)	d (A°)	Rel.int. [%]	β (deg)	D (nm)	Average D(nm)	a(Å) =b(Å)	c(Å)
$Sr_1Gd_1Co_{0.75}Cu_{0.25}O_4$	24.816	(002)	3.5792	27.37	0.2367	6.264	7.168	3.7720	12.5321
	29.344	(400)	3.0562	24.21	0.2362	6.333			
	32.448	(310)	2.7573	100.00	0.3541	4.259			
	33.835	(011)	2.6470	55.42	0.0900	16.818			
	38.155	(110)	2.3555	6.23	0.2592	5.9122			
	44.300	(510)	2.0122	20.55	0.2362	6.37261			
	45.342	(411)	1.9879	31.72	0.2362	6.6447			
	48.165	(020)	1.8371	45.36	0.2952	5.373			
	55.435	(420)	1.6502	4.88	0.2362	6.9262			
	57.148	(800)	1.6145	8.99	0.2367	6.966			
	59.615	(211)	1.5796	27.49	0.2367	7.0509			
	68.058	(114)	1.3781	12.32	0.2367	7.382			

٢-الخصائص الكهربائية:

تمت دراسة الخصائص الفيزيائية لهذه المركبات. إذ تمّ قياس المقاومة الكهربائية والناقلية الكهربائية باستخدام جهاز المسابر الأربعة.

يوضح الجدول التالي قيم الموصلية والمقاومة الكهربائية للمركبات المحضرة.

الجدول(٣) قيم الناقلية الكهربائية والمقاومة الكهربائية للأكاسيد

Sr_2CoO_4 ،$Sr_1Gd_1\ Co_{0.75}\ Cu_{0.25}\ O_4$

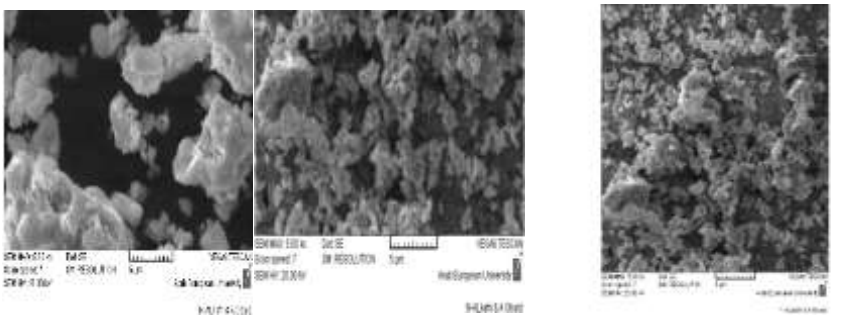
العينات	المقاومة الكهربائية $(\cap/cm)$	الناقلية الكهربائية (s/cm)
Sr_2CoO_4(للمقارنة)	899	0.00110
$Sr_1Gd_1\ Co_{0.75}\ Cu_{0.25}\ O_4$ستريك	٣٤٩٧	٠.٠٠٠٢٩
$Sr_1Gd_1\ Co_{0.75}\ Cu_{0.25}\ O_4$غليسرين	٤٥٠٠	٠.٠٠٠١٥
$Sr_1Gd_1\ Co_{0.75}\ Cu_{0.25}\ O_4$ إيثلين غايكول	٤٨٦٢	٠.٠٠٠٢٣

نلاحظ من الجدول السابق أثناء استخدام حمض الستريك في طريقة السول جل فلاش و بالنسبة لإدخال Gd^{3+} بالإضافة إلى النحاس ، زيادة المقاومة بشكل واضح والنقص في الناقلية والسبب يرجع إلى حقيقة أن Gd لديه رقم الأكسدة +3 مما يؤدي إلى عدم وجود إلكترونات حرة بحيث تصبح المقاومة عالية جداً. وتنخفض الناقلية ، مما يعني أن الزيادة في المقاومة ترجع إلى حركة الإلكترونات.

أما عند تحضير الأكسيد بإضافة الغليسرين والإيثلين غليكول نلاحظ انخفاض كبير في قيم الناقلية الكهربائية وازدياد بالمقاومة الكهربائية . وقد يعزى ذلك لعدم تشكل المركب عند استخدام عاملي البلمرة السابقين مقارنة بحمض الستريك الذي يتشكل لديه المركب المحضر.

٣- نتائج تحاليل المجهر الالكتروني الماسح (SEM)

استعملت تقانة المجهر الالكتروني الماسح (SEM) لإجراء عملية الفحص وتصوير الأكسيد المحضر بطريقة السول –جل فلاش وذلك لمقارنة معدل الحجم الحبيبي للأكسيد عند إضافة عوامل البلمرة الثلاثة ويوضح الشكل (٦) صور الأكسيد باستعمال المجهر الالكتروني الماسح حيث يشير الرمز(a) إلى استخدام حمض الستريك والرمز (b) إلى الغليسرين والرمز(c) إلى الإيثلين غليكول .



(c) (b) (a)

الشكل (٦) : صور المجهر الإلكتروني الماسح للمركب المحضر.

بالمقارنة بين عوامل المعقدة الثلاثة المستخدمة نلاحظ ظهور المركب المحضر بأبعاد نانوية(٥٢.٤٥nm) عند استخدام حمض الستريك وبأبعاد ماكروية (μ٧٦.١٤) عند استخدام الغليسرين والإيثلين غليكول.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1-يتشكل المركب $Sr_1Gd_1Co0_{.75}Cu_{0.25}O_4$ بطريقة السول جل فلاش عند درجة الحرارة ٩٣٠ لمدة ٣٢ ساعة مع وجود عامل مبلمر (حمض الستريك) وفق البنية الرباعية (I4/mmm Tetragonal).

2- إن وجود عامل معقد مثل الإيثلين غليكول أو غليسيرين لايؤدي لتشكل المركب المحضر.

٣-عند استخدام حمض الستريك والغليسرين والإيثلين غليكول كعامل معقد لاصطناع الأكسيد $Sr_1Gd_1Co_{0.75}Cu_{0.25}O_4$ بطريقة السول جل فلاش انخفضت الناقلية الكهربائية وازدادت المقاومة الكهربائية .

٤-إن الحجم الحبيبي للأكسيد المحضر عند استخدام حمض الستريك كعامل بلمرة نانوي بينما الحجم الحبيبي عند استخدام الإيتلين غليكول أو غليسيرين ماكروي.

التوصيات:

١- إمكانية إجراء موسباور للكوبالت الذي يحدد درجات الأكسدة للكوبالت بالموقع B بالاضافة للخواص المغناطيسية والكهربائية.

٢-إمكانية إجراء مسح ضوئي بواسطة المجهر الالكتروني الماسح SEM لتأكيد البنية واعطاء معلومات عن العينة وخصائصها مثل السطح وتضاريس السطح وتكوينها.

٣-دراسة تأثير درجات الحرارة الأعلى وزمن التسخين في تحضير أكاسيد جديدة بوجود عاملي البلمرة (الغليسرين والإيثلين غليكول).

المراجع:

[1] LEE, K. T, MANTHIRAM. A ., 2006, *$LaSr_3Fe_{3-y}CoyO_{10-ä}$ (0 < y <1.5) Intergrowth Oxide Cathodes for Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cells*. chem. Matar, Austin, pp. 1621-1626.

[2] A.B. Sambouli, E. Traversa, 2002,Solid oxide fuel cells (SOFCs): a review of an environmentally clean and efficient source of energy, Renwable and Sustainable EnergyReviews ,pp. 6433-455.

[3] LIGHTSEY; P. A. 1973,Phys. Rev., pp. 8-3586.

[4] EG& G. ,2004,*Technical Services*, Inc, Fuel Cell Handbook, Morgantown, West Virginia, pp. 26507-0880.

[5] E. C. C. Souza, R. Muccillo.,2010, *Properties and Application of Perovskite Proton Conductors* , Materials Research, 13(3): pp.385-394.

[6] PARIJ; B.,2012 *Study of Structral, Electrical and Optical Properties of Lead- Free (Bi0.5Na0.5)TiO3 Ceramic Oxides*, NIT Rourkela, India.

[7]KIM; Y., 2005 "*Syntheses, Crystal Structures, and Dielectric property of Perovskites*". Ph.D Thesis, The Ohio State University.

[8] SAHU, N. 2011,"*Study of Crystal Structure and Electrical Properties on Lead Titanate and Lead Zirconate Titanate Based Ceramic Oxides*", Ph.D Thesis,NIT Rourkela, India, pp.5-8.

[9] VENKATACHALAM; V.,2011, " *Microwave Assisted Proceaaing of Nanocrystalline Barium Titanate Based Capacitor Devices*". Ph.D Thesis, Loughborough University, British.

[10]BOROWSKI; M.,2010, "Perovskites;*Structure,Properties and Uses*". Nova Science , Publishers, Inc. New York.

[11] MIKKO; M.,2007, "*Synthesis And Characterization Of Some Ruddlesden-Popper And Spinel Type Oxides*", Inorganic Chemistry Publication Series.Espoo .

[12] M. Seppanen and M. H. Tikkanen, 1976,Acta Chem. Scand., pp. 30-389 .

[13] LEE; D. and et, 2017 "*Controlling Oxygen Mobility in Ruddlesden–Popper Oxides material s*",U.S.A, 31 March.

[14]NIRALA,Gurudeo,YADAV,Dharmendra and UPADHYAY,Shail.(2020) .Ruddlesden–Popper phase A2BO4 oxides: Recent studies on structure, electrical, dielectric, and optical properties.Journal of Advanced Ceramics,9(2),129-143.

[15]LEE; D. and et, 2017, "*Controlling Oxygen Mobility in Ruddlesden–Popper Oxides material s*",U.S.A, 31 March.

[16] GRANDJEAN; ١٩٩٣ ,*STRUCTURE AND OXYGEN In Complex Neodymium Strontium Cobalt Copper Oxides:[Ndsrcol Xcu ~O4.V]* D. and et al, *STOICHIOMETRY Stoichiometry*", Department of chemistry,U.S.A, 28, PP. 685-692.

[17] AMOW; G. and et al , 2006,"*A comparative study of the Ruddlesden-Popper series, Lan+1NinO3n+1 (n=1, 2 and 3), for solid-oxide fuel-cell cathode Applications*", Science direct, Canada., pp. 1205-1210.

[18] BALAMURUGAN; S.,2001, "*Magnetization Study of (Hg,Cr)Sr2CuO4 Superconductor*",*journal of superconductivity*, India.

[19] MITCHELL.R.H., 2002, "*Perovsakites(Modern And Ancient)",* ALmaz press Inc., Canada., pp. 41-44.

[20] Kelzyeh; A. and et al,2020,Synthesis and study the physical properties of perovskite (Sr2-x/Gdx)(C01.y/Cuy)O4 that belongs to the series RUDDLESDEN-POPPER (RP), "Chemistry Research Journal ,India, .5(1):92-98.