الفصل الأول

المقدمة والمسح المرجعي والهدف من البحث

Introduction, literature review and aim of the present work

(1-1) المقدمة

(1-1) Introduction

مع التقدم التكنولوجي العلمي الهائل والاتجاه الرامي إلى البحث عن مواد شبة موصلة غير تقليدية تتميز بالكفاءة العالية والصفات المميزة والخواص المحسنة لاستخدامها في التكنولوجيا المتطورة، في عصر ثورة المعلومات والاتصالات حيث أصبحت التكنولوجيا الإلكترونية غير قادرة على الوفاء بالاحتياجات المتزايدة والمتعددة والمعاصرة للمتطلبات التي يمليها عليها التطور التكنولوجي، لذا كان تطوير وتحديث التقنيات القائمة وابتكار تقنيات جديدة ضرورة ملحة سعت لها كل الدول المتقدمة .

تعد أشباه الموصلات بصفة عامة والبلورية منها بصفة خاصة حجر الزاوية للتقدم التكنولوجي الذي وصلت إليه الصناعات الإلكترونية حديثا من دايودات وترانزستورات بأنواعها، وكذلك الدوائر المتكاملة التي تعتبر بحق مقدمة الثورة الصناعية في عالم الإلكترونيات، وأصبحت هي القاطرة التي تقود التطور التكنولوجي، وأصبح الاستخدام المتزايد لأشباه الموصلات البلورية هو مطلب القرن الواحد والعشرون .

ولما كانت أشباه الموصلات البلورية تحظى باهتمام بالغ وتطبيقات عديدة ومتشعبة وتأتي دراستها في مقدمة علم أشباه الموصلات، حيث لاقت اهتماما كبيرا وتطورا ملموسا ومتزايدا

كما أن لها فوائد عظيمة أدت إلى تقدم تكنولوجيا أبحاث الفضاء والاتصالات والأجهزة العلمية والمنزلية الحديثة وبدائل الطاقة تقدما هائلا.

لذا اتجهت أنظار الفيزيائيين والمهندسين والكيميائيين وخبراء التكنولوجيا، كلٌ في مجال تخصصه للسعي في الكشف عن مركبات أشباه موصلات جديدة، مما يساعد على إحداث الطفرة التكنولوجية المطلوبة والمرغوبة. وتركزت اهتماماتهم وأبحاثهم في الفترة الأخيرة على مركبات شبة موصلة تحوي عناصر من المجموعة الثالثة والسادسة من الجدول الدوري سواء في صورة مركبات ثنائية binary compounds أو مركبات ثلاثية ternary compounds حيث أن هذه المركبات تبشر بالنجاح وبمستقبل واعد يؤهلها للدخول في العديد من المجالات التطبيقية وفي العديد من الأجهزة والمعدات الإلكترونية المتطورة وكعناصر محولة للطاقة وكعناصر مفاتيح وذاكرة في الدارات المتكاملة وغير ذلك من التطبيقات.

لذا كان الاهتمام موجهاً نحو تحضير مركبين من مركبات المجموعة الثنائية في صورة أحادية التبلر، ودراسة الخواص الفيزيائية لهما. ويتركز الاهتمام بصفة خاصة على المركبات الشالكوجنيدية، لما لها من صفات ومميزات وخواص تؤهلها للدخول في المجال التطبيقي الصناعي.

وقد تم اختيار بعض المركبات التي على الصورة $M_6^{III} X_7^{VI}$ من النظامين الثنائيين In-S، In-Se والتي يطلق عليها مركبات الإنديوم الشالكوجنيدية.

وهذا الاختيار ليس وليد الصدفة، ولم يكن عشوائيا ولكن عن دراسة وفحص وتأمل ويتضح ذلك من خلال استعراض الدراسات السابقة على هذين المركبين.

(2-1) المسح المرجعي

(1-2) Literature survey

حظيت المركبات المكونة من عناصر المجموعة الثالثة والسادسة من الجدول الدوري والتي

لها الصيغة $M_6^{III} X_7^{VI}$ باهتمام كبير من الباحثين في الآونة الأخيرة وعلى الأخص مركبات الإنديوم الشالكوجنيدية الثنائية، ويرجع هذا الاهتمام إلى خواصها المميزة وصفاتها المحسنة ومستقبلها الواعد بالعديد من التطبيقات التكنولوجية المعاصرة.

يحتوي النظام In-S على العديد من المركبات التي تظهر بوضوح من خلال دراسات على منحنى الاتزان الطوري لهذا النظام، كما يحتوي النظام In-Se أيضا على العديد من المركبات، ونظرا لكبر عدد المركبات التي تحتويها أنظمة الإنديوم الشالكوجنيدية المحتوية على الكبريت أو السيلينيوم فإن هذه الدراسة ستقتصر على أحد مركبات النظام In-S وأحد مركبات النظام In-Se على الصورة $M_6^{III} X_7^{VI}$.

سنبدأ أولا باستعراض الدراسات السابقة على المركب In_6S_7 .

الدراسة التي أجريت بواسطة ستبس وزملاءه Stubbs et al (1952) على منحنيات الاتزان الطوري كانت هي أول دراسة على هذا النظام In-S حيث أوضحت أن النظام يحتوي على ثلاثة مركبات هي $In_2S_3, In_3S_4, In_5S_6$ بالإضافة إلى InS .

أعقبت هذه الدراسة البحث الذي أجراه شيبرت ومجموعته Schubert et al (1954) على منحنيات الاتزان الديناميكي الحراري وأكدت الدراسة وجود المركبات المشار إليها في مقال ستيبس وزملاءه Stubbs et al (1952) في هذا النظام

أعلن هوج وديفين Hogg and Duffin (1966) من خلال دراستهما على منحنيات الاتزان الطوري أن النظام إنديوم – كبريت يحتوي على المركبات التالية InS, In_2S_3 and In_4S_5 موضحين أن ما أشارت إليه الدراسات السابقة من وجود المركب In_5S_6 هو نفسه ذو الصيغة الكيمائية In_4S_5 وأن التركيب البلوري له ذو ثوابت شبيكة بلورية ,a=9.08Å b=3.87 Å, c=17.65 Å, β=108.15°

وفي العام التالي توصل هوج وديفين Hogg and Duffin (1967) إلى أن المركب الذي سبق الإشارة إليه في بحثهما السابق وأن صيغته الكيمائية In_4S_5 هو نفسه In_6S_7 وتأكدا من

ذلك من خلال دراسات قاما بها على التركيب البلوري وكان ذلك بمثابة أول إعلان عن وجود هذا المركب وارجعا عدم استطاعتهما التعرف عليه سابقا إلى عدم دقة الأجهزة المتوافرة في ذلك الوقت وذكرا أن ثوابت الشبيكة البلورية لهذا المركب هي ,a=9.090±0.005Å b=3.887±0.001Å, C=17.705±0.004Å, β =108.20±0.050° وأن كثافة المركب هي $\rho = 5.08 g/cm^3$

توصل انسيل وبورمان Ansell and Boorman (1971) إلى نفس النتيجة السابقة من وجود المركب In_6S_7 وأن تركيبية البلوري من النوع أحادي الميل monoclinic وله نفس ثوابت الشبيكة البلورية السابق الإشارة إليها ،كما أشارا إلى أن المركبات المستقرة في هذا النظام هي InS, In_2S_3 and In_6S_7 وأوجدا درجة انصهار المركب In_6S_7 على أنها 768°C وهي قريبة جدا من القيمة التي أوجدها ستيبس وزملاءه للمركب In_5S_6

وفي عام 1976 تمكن جاسنلي وفريقه البحثي Gasanly et al من إجراء دراسة على طيف الانعكاس reflectivity spectra للمركب البلوري In_6S_7 والمركب البلوري In_2S_3

وفي عام 1980 درس جافالشكو وزملائه Gavaleshko et al خواص الموصلية الضوئية للمركب أحادي التبلر In_6S_7 واستطاعوا تحديد طاقة الفجوة فوجدوها 0.89 eV

قام جاسانلي وفريقه البحثي Gasanly et al (1981) بالإعلان عن قيامهم بتحضير المركب البلوري الطبقي In_6S_7 وأجروا عليه دراسات بالموجات الضوئية الطويلة الفونونية Long-wave optical phonons in In_6S_7 layer crystal

أجرى جودسكي و شيبرت Godecke and Schubert (1985) دراسات مستفيضة على منحنى الاتزان الطوري للنظام إنديوم –كبريت وتوصلا منه إلى التأكيد على وجود المركب In_6S_7 ضمن المركبات التي يحتويها هذا النظام وحددا درجة انصهاره على أنها 780° C بالإضافة إلى تحديد درجة انصهار المركبات الأخرى ، كما ناقشا التركيب البلوري لمكونات النظام .

البحث الذي نشره جمال Gamal (1997) عن ميكانيكية التوصيل والظاهرة الكهروحرارية للمركب البلوري In_6S_7 أوضحت أن فجوة الطاقة لهذا المركب 0.67eV

قام ايبلي وزملاءه Epple et al(2000) بدراسة المركب In_6S_7 من الناحية التركيبية وأوضحوا أن ثوابت الشبكية البلورية له هي a=9.0904Å,b=3.8894Å,c=17.1662Å β=101.88°, وتم الإعلان عن ذلك في المقالة المنشورة عام 2000

وتكثفت الدراسات والبحوث في السنوات الأخيرة على هذا المركب حيث شهدت اهتماما متزايدا من الباحثين .فقد نشرت مقالة عن دراسة نظرية قام بها بن عبدالله وبناسير (2006) Abdullah and Bennaceur على التركيب الإلكتروني للمركب سداسي الإنديوم سباعي الكبريت وطبيعة الروابط فيه، كما أوضحا أن المركب له خواص أشباه الموصلات ذو فجوة طاقة 0.7eV

وفي نفس العام أعلن قصراوي وزميله جاسنلي Qasrawi and Gasanly (2006) عن قيامهما بدراسة تأثير الإضاءة light illumination effect على الخواص الكهربائية والفولتية الضوئية photovoltaic للمركب البلوري In_6S_7 حيث أوضحا أن المركب له فجوة طاقة 0.75 eV وفي نفس العام أيضا قام قصراوي ورفيقه جاسنلي Qasrawi and Gasanly (2006) بدراسات لتأثير تشتت الفونونات الصوتية على الإنسياقية وتركيز حوامل التيار والكتلة الفعالة للمركب In_6S_7 وفي نفس العام نشر مقال بواسطة زافراشنوف ورفاقه Zavrazhnov et al (2006) عن منحنيات الاتزان الطوري للنظام In-S وأوضحوا أن هذا النظام يحتوي على المركبات الآتية InS, In_2S_3,In_3S_4 and In_6S_7

تقدم رؤوف وزملاءه Raouf et al (2007) في اللقاء العلمي للجمعية الفيزيائية الأمريكية الذي انعقد في مارس 2007 بورقة علمية عن دراسة نظرية عن تعيين معاملات القساوة السطحية للمركب سداسي الإنديوم سباعي الكبريت roughness surfaces parameters كما حسبوا ثابت العزل dielectric constant

تمكن زافراتشنوف ومجموعته البحثية في نفس عام Zavrazhnov et al (2007) من

إجراء دراسة على النظام إنديوم-كبريت In-S لإيضاح اللبس والغموض في تواجد بعض المركبات وعدم تواجد البعض الآخر، وأوضحت نتيجة دراستهم تواجد المركبات التالية داخل النظام وهي InS, In_2S_3, In_6S_7 ولم تشر الدراسة إلى تواجد أي مركبات أخرى مستقرة داخل النظام.

في عام (2009) تم نشر مقالة حديثة عن التركيب الإلكتروني والخواص الضوئية للمركب البلوري سداسي الإنديوم سباعي الكبريت وتمت هذه الدراسة بواسطة عبدالله وبناسير Abdullah and Bennaceur وأوضحوا أن المركب ذو خصائص شبة موصلة وفجوة طاقة غير مباشرة وتتفق نتائجهما مع الدراسات التجريبية.

بعد استعراضنا لما توصلنا إليه من أبحاث منشورة على المركب In_6S_7 يمكن استخلاص الآتي:-

1- الدراسات الأولى لمنحنيات الاتزان الطوري لم توضح وجود هذا المركب والخلط بينه وبين مركب آخر في الصيغة الكيميائية ويعزى ذلك إلى التقارب الشديد في درجة الانصهار ونسبة المكونات مما أدى إلى عجز الإمكانيات المعملية المتاحة في ذلك الوقت من تحديد وجود هذا المركب.

2- الدراسات التي أجريت على منحنيات الاتزان الطوري أكدت في مجملها على وجود المركب In_6S_7 في صورة صلبة مستقرة .

3- الدراسات التي أجريت على هذا المركب تناولت تركيبه البلوري وشملت الخواص التركيبية الأخرى له.

4- هناك قصور شديد بل يمكن الحديث عن ندرة في الأبحاث التي تتناول معظم الخواص الفيزيائية لهذا المركب وهناك تناقض في البيانات.

5- الأبحاث والدراسات مستمرة ومتواصلة حتى وقتنا الحاضر على هذا المركب مما يعكس اهتمام العلماء والباحثين بالدراسة في هذا المجال.

6- ليس هناك وضوح في السلوك الفيزيائي لهذا المركب كما أن هناك نقصا حادا في تحديد الثوابت الرئيسية التي تحدد ملامح هذا المركب.

7- هذا المركب يعتبر مادة خصبة للباحث ويحتاج إلى الدراسة والبحث لمعظم خواصه الفيزيائية بهدف إلقاء الضوء وتحديد ملامحه المميزة التي تؤهله للدخول في المجال التطبيقي المناسب.

ننتقل الآن إلى استعراض الدراسات التي أجريت على المركب In_6Se_7

أول دراسة على منحنيات الاتزان الطوري Phase diagram للنظام In-Se أجريت في عام 1957 بواسطة مايازاوا وسيجيكي Miyazawa and Suguike وأكدها برايس وآخرون (1958) Brice et al في العام التالي ، حيث أشاروا إلى أن النظام In-Se يحتوي على ثلاث مركبات هي $InSe, In_2Se_3, and\ In_4Se_3$ فقط ، ولم يذكروا أي مركبات أخرى يحتويها النظام، ولكن في عام 1963 أوضح سلافنوفا وآخرون Slavnova et al في دراسته على منحنيات الاتزان الطوري وجود المركب In_6Se_7 وبعدها بعامين أجرى جوليف ورفيقه ميدفيدفا Guliev and Medvedeva دراسات ديناميكية حرارية على النظام In-Se وأوضحا وجود المركبات التالية داخل هذا النظام وهي $InSe, In_2Se_3,$ $In_4Se_3\ and\ In_6Se_7$ وهو ما يؤكد الدراسة التي أجراها سلافنوفا.

أول دراسة على التركيب البلوري للمركب In_6Se_7 قام بها هوج Hogg في عام 1971 حيث قام بتحضيره في صورة متبلرة وناقش التركيب البلوري له. ثم تلتها الدراسة المستفيضة التي أجراها ماري (1973) Mari على المركب In_6Se_7 حيث قام بتحضيره في صورة أحادية التبلر ودرس طيف الأشعة السينية وحدد نوع الشبيكة البلورية فوجدها من النوع أحادي الميل monoclinic وعين عناصر الشبيكة البلورية كالتالي $a=9.441Å,$ $b=4.07Å,\ c=18.40Å,\ \beta=109°19$ وفي نفس العام أجري سيجازي (1973) Sigeyasu دراسات على بعض الخواص الكهربائية للمركب In_6Se_7 عند درجات حرارة مختلفة وعين قيمة فجوة الطاقة لهذا المركب وأوجد أنها تساوي 0.13eV

اجري كتسا وزميله جافا ليشكو Kitsa and Gavaleshko (1978) قياسات على بعض الظواهر الكهربائية والكهروحرارية وعينا فجوة الطاقة ووجدا أنها متطابقة مع القيمة التي أوجدها سيجازي.

وفي نفس العام اجري كتسا ومجموعته البحثية Kitsa et al (1978) قياسات للامتصاص الضوئي للمركب In_6Se_7 وتم حساب اتساع النطاق المحظور على أنه 0.71eV

وقد نشر بحث عن الموصلية الضوئية للمركب البلوري In_6Se_7 قام به جافالشكو وزملاءه Gavaleshko et al (1980) حيث عينوا قيمة اتساع النطاق المحظور على أنه 0.715 eV متفقا بذلك مع نتائج قياسات كتسا.

قام شيفي Chevy (1981) في بحثه بتحضير المركب InSe في صورة بلورة أحادية عن طريق التحول الكيميائي chemical transport وعند فحص الناتج تبين له أنه بجانب هذا المركب تم التعرف على المركب In_2Se_3 and In_6Se_7 .

دراسة ميكانيكية التوصل للخليط InSe - In_6Se_7 في صورة متبلرة، قام بها فيتا (Vitta1992) حيث بحث تأثير درجة الحرارة على المقاومة النوعية في المدى الحراري من 77 K حتى 190 K .

أعلن شاتيللون Chatillon (1993) عن قيامه بإجراء دراسة تحليلية للخواص الديناميكية الحرارية للأطوار الصلبة والغازية للنظام In-Se حيث أشار إلى وجود المركبات التالية InSe, In_2Se_3, In_4Se_3 and In_6Se_7 في المقالة العلمية المنشورة في نفس العام قام كل من شاتيللون وزميله إيماري (Chatillon and Emary (1993 بإجراء دراسة ديناميكية تحليلية لتأكيد ما سبق أن توصل إليه بمفرده باستخدام شعاع النفث الجزيئي molecular beam epitaxy على المركبات الموجودة في النظام In-Se واثبتا بما لا يدع مجالا للشك وجود المركبات التالية InSe, In_2Se_3, In_4Se_3 and In_6Se_7 في هذا النظام

اجري نصاري وزملاءه (1994) Nassary et al دراسات على سلوك الظاهرة الكهروحرارية في المر كب In_6Se_7.

في المرجع الصادر في عام 1996 بواسطة ماساسكي (1996) Massaccesi أوضح أن النظام الثنائي إنديوم– سيلينيوم درس بواسطة مجموعة من الباحثين وعلى الرغم من ذلك فان هناك بعض الغموض ويحتاج إلى مزيد من الدراسة وفي العام التالي نشرت دراسة على النظام In-Se قام بها تيديناك ومجموعته (1997) Tedenac et al حيث لاحظوا أن النظام الثنائي إنديوم سيلينيوم يحوي أربعة مركبات هي InSe, In_2Se_3, In_4Se_3 and In_6Se_7.

في الدراسة التي أجراها فاسيلوف ومجموعته Vassilev et al في بحثهم المنشور عام 1998 عن دراسة دينامكية حرارية للنظام In-Se حيث أكدوا على ما أشار إليه ماسالسكي من أن منحني الاتزان الطوري للنظام In-Se قد درس في عدة مقالات إلا أنه ما زال غير مكتمل الدراسة ويحتاج إلى مزيد من البحث وتمكنوا من إثبات وجود المركبات التالية InSe, In_2Se_3, In_4Se_3 and In_6Se_7 وحددوا بدقة درجة انصهار كل مركب.

وفي نفس العام نشر بحث أجراه بارلاك وايرسيلبي (1998) Parlak and Ercelebi ناقشا فيه تأثير الطبقة التحتية السفلية substrate ودرجة حرارة التلدين على الخواص التركيبية والضوئية للأغشية الرقيقة المتعددة واثبتا في بحثهما أن النظام In-Se يحتوي على أربعه أطوار هم InSe, In_2Se_3, In_4Se_3 and In_6Se_7 واستخدما لذلك الميكروسكوب الإلكتروني الماسح scanning electron microscope (SEM) وحيود الأشعة السينية x-ray diffraction (XRD).

اجري إيبلي وفريقه البحثي (2000) Epple et al دراسات على بعض المركبات الشالكوجنيدية ومنهم المركب In_6Se_7 باستخدام طيف الامتصاص للأشعة السينية x-ray absorption spectroscopy ودرسوا التركيب لهذا المركب حيث أشاروا إلى أن ثوابت الشبيكة البلورية لهذا المركب هي :-

a=9.429Å, b=4.0641Å, c=17.654 Å, β =100.95°

في الدراسة الديناميكية الحرارية thermodynamic study التي أجراها بالتسكي وسافشون Balitskii and Savchyn المنشورة في عام 2004 على النظام In-Se اثبتا وجود أربعة مركبات مستقرة يحتويها النظام هي $InSe, In_2Se_3, In_4Se_3$ and In_6Se_7

في الدراسة المعلنة على المركب In_6Se_7 قام بها باثان وفريقه البحثـي Pathan et al (2005) حيث حضروا هذا المركب في صورة غشاء رقيق من بلورات متناهية الصغر monocrystalline وذلك باستخدام طريقة الترسيب الكيميائية المطورة modified chemical deposition method واجروا عليه بعض القياسات الفيزيائية.

الاتزان الطوري والكيمياء الحرارية للنظام إنديوم – سيلينيوم (In-Se) The phase diagram and thermochemistry درس بواسطة ماليكا وآخرون Mallika et al(2006) حيث أوضحوا أن المركبات التالية $InSe, In_2Se_3, In_4Se_3$ and In_6Se_7 هي التي يحتويها النظام.

وفي أحدث دراسة على منحنيات الاتزان الطوري نشرت بواسطة جودسيكي ورفاقه Godecke et al (2007) حيث أعيد دراسته باستخدام transmission electron microscope(TEM), optical microscopy(OM), x-ray analysis(XRA), diffraction thermal analysis(DTA) and scanning electron microscopy حيث أوضحوا أن المركبات التالية $InSe, In_2Se_3$ and In_6Se_7 موجودة ومستقرة في حالة صلبة وأشاروا إلى وجود أطوار شبة مستقرة metastable phases هي In_5Se_7 and In_9Se_{11} دون الإشارة إلى وجود المركب In_4Se_3.

قام الغامدي AL-Ghamdi (2007) بتحضير هذا المركب في صورة أحادية التبلرثم أجرى عليه بعض القياسات بهدف تحديد الملامح المميزة حيث حدد نوعية التوصيل الكهربائي الحادث واتساع فجوة الطاقة.

يتضح من هذا العرض الموجز مما توصلت إليه الأبحاث المنشورة على المركب سداسي الإنديوم سباعي السيلينيوم hexaindium heptaselenide الملاحظات الآتية :

1- معظم الدراسات التي أجريت على منحنيات الاتزان الطوري للنظام In-Se استقرت على وجود المركب In_6Se_7 في طور صلب مستقر.
2- معظم الدراسات والبحوث التي أجريت على هذا المركب كانت على منحنيات الاتزان الطوري والمعالجة الديناميكية الحرارية والتركيب البنائي والبلوري له.
3- البحوث التي نشرت عن هذا المركب توضح أن هناك قصور شديد في دراسة خواصه الفيزيائية وهناك جدل علمي لم يحسم بعد في تحديد الملامح المميزة لهذا المركب.
4- استمرارية البحث وتواصله في دراسة هذا المركب ودخوله مجال التقنيات متناهية الصغر(nano) تدل على أهمية وإمكانية استخدامه في العديد من المجالات التطبيقية.
5- هناك دراسات مستمرة حتى وقتنا هذا على منحنيات الاتزان الطوري مما يؤكد ما ذكره بعض المؤلفين من أن هناك بعض الغموض ويحتاج إلى مزيد من الدراسة بالرغم من دراسته من قبل العديد من الباحثين، وإعادة دراسته يعكس اهتمام العلماء والباحثين به.

(3-1) الهدف من البحث

(1-3) Aim of the present work

بعد الفحص والتدقيق والملاحظة لما توصلنا إليه من أبحاث منشورة على احد مركبات النظام In-S وهو المركب الثنائي الشالكوجنيدي سداسي الإنديوم- سباعي الكبريت In_6S_7 وأحد مركبات النظام In-Se وهو المركب الثنائي الشالكوجنيدي سداسي الإنديوم – سباعي السيلينيوم In_6Se_7 أمكن تحديد الهدف من البحث على النحو التالي :-

1- الدراسات التي أجريت على منحنيات الاتزان الطوري لكلا النظامين أوضحت وجود كلا المركبين In_6S_7 , In_6Se_7 في صورة ثابتة ومستقرة وانه لا خلاف بين الباحثين على وجودهما في صورة صلبة مستقرة، على الرغم من وجود جدل علمي واسع لم يحسم بعد

بالنسبة لبعض مركبات هذين النظامين .

2- معظم الدراسات انصبت على دراسة التركيب البلوري والخواص التركيبية الأخرى للمركبين وهناك قصور شديد في الدراسات التي تختص بالخواص الفيزيائية لهذين المركبين مما يجعل هناك عدم وضوح رؤية للسلوك الفيزيائي الحقيقي لهما نظرا لعدم تحديد معظم الثوابت الفيزيائية الرئيسية لهما .

3- استمرارية البحوث والدراسات على هذين المركبين حتى وقتنا هذا ودخولهما مجال التقنيات المتناهية الصغر يعكس اهتمام العلماء والباحثين وخبراء التكنولوجيا بهذين المركبين .

4- الصفات المبدئية التي تناولتها الدراسات السابقة تشير إلى إمكانية دخول هذين المركبين في العديد من المجالات التطبيقية مما يبشر بمستقبل واعد لهما .

ومن منطلق إستراتيجية دخول علم إنماء البلورات شبة الموصلة من المصهور باستخدام أشهر وأدق تقنية للإنماء البلوري وهي تقنية بريجمان Bridgman technique حيز التنفيذ لمواكبة التطور العلمي والتكنولوجي ولتلبية الاحتياجات المتزايدة للحصول على بلورات شبة موصلة غير تقليدية كان لا بد من إعداد كوادر قادرة على الدخول في هذا المجال ،فبعد أن كان حلم بعيد المنال القيام بعملية ناجحة للإنماء البلوري ،أصبح الآن حقيقة واقعة ،وبعد أن كان معظم الدارسين والدارسات يكتفون بالإطلاع على طرق تحضير البلورات سواء في المراجع أو الدوريات العلمية أمكن جعل هذه الدراسة النظرية واقع ملموس .

فلا شك أن المنظومة التي قام بها فريق البحث في معمل الإنماء البلوري ودراسة الخواص الفيزيائية لبلورات أشباه الموصلات تحت إشراف مباشر ومتابعة مستمرة من رائد هذا المجال البحثي الأستاذة الدكتورة نجات توفيق عباس لانجاز تصميم مختبري بسيط ورخيص وذو كفاءة عالية بالإضافة إلى سهولة استخدامه في الإنماء البلوري من المصهور وكان قمة التفكير العلمي السليم الذي يعبر عن جهد وصبر وإتقان ومهارة لانجازه، حيث شمل اختيار المكان المناسب وإمداده بالطاقة الكهربائية المطلوبة والقيام بإجراءات التصنيع والتركيب

والتنفيذ ثم الاختبار والمعايرة، وقيام مجموعة من الباحثات المتميزات بتحضير العديد من المركبات البلورية شبة الموصلة الثنائية والثلاثية كل هذه العوامل والمؤشرات شجعتنا للدخول إلى هذا المجال، بالإضافة إلى ما ظهر من خلال البحث المرجعي اتضح أن هدفنا هو تحضير المركب الثنائي الشالكوجنيدي سداسي الإنديوم سباعي الكبريت والمركب الثنائي الشالكوجنيدي سداسي الإنديوم سباعي السيلينيوم في صورة أحادية التبلر ودراسة الخواص الفيزيائية لهما مثل الموصلية الكهربائية المستمرة، وظاهرة هول، ودراسة القدرة الكهروحرارية وتأثرها بالظروف المحيطة بها، ثم تتبع واستقصاء حدوث ظاهرة القطع والتوصيل والعوامل المؤثرة عليها. وتعتبر هذه الدراسة ضرورة ملحة لإعطاء بيانات كاملة وواضحة وتعيين البارامترات الأساسية لإعطاء صورة واضحة وجلية للكشف عن السلوك الفيزيائي الحقيقي، وتحديد الخصائص المميزة والصفات المطلوبة مما يؤدي إلى تعميق فهمها وبالتالي دخولهما إلى المجال التطبيقي .

وهذه الدراسة على تلك البلورات المنماة بالطريقة الخاصة بذلك تعتبر دراسة جيدة وفريدة من نوعها فبالإضافة إلى إجراء عملية التحضير لهاتين المادتين في صورة بلورية باستخدام تقنية محلية بسيطة ورخيصة للمحافظة على انخفاض تكلفة الحصول على بلورات أحادية Local and simple cheap technique in order to keep the coasts low وهو أمر بالغ الأهمية فإن دراستنا والتي شملت بعض الخصائص الانتقالية transport properties والتي تعتبر إحدى أهم الطرق وأكثرها جدوى لدراسة السلوك الفيزيائي الحقيقي ولأجل استكمال الملامح المميزة فإن دراستنا ستمتد لتشمل ظاهرة القطع والتوصيل switching phenomena والعوامل المؤثرة عليها.