

دراسة الخواص الفيزيائية لمكبوسات  $Ni_x CO_{1-x}$ 

ا.م.د. اسماعيل خليل جاسم الدهمشي

جامعة تكريت كلية التربية - قسم الفيزياء -

م.م. عدنان محمود خالد

جامعة تكريت كلية الصيدلة - قسم العلوم الصيدلانية

Study of the physical properties of  $Ni_x CO_{1-x}$  pistons

Dr. Ismail Khalil Jassim Al-Dahmashi

Tikrit University College of Education - Department of Physics-

Adnan Mahmoud Khaled

## Tikrit University College of Pharmacy - Department of Pharmaceutical Sciences

## summary

The research deals with the study of the physical properties of the ferromagnetic material of the binary system  $Ni_x CO_{1-x}$  - and for the weight ratios ( $x = 20,50,80$ ).

The models were prepared using a new technology instead of casting, which is powder technology, which is based on variables such as particle size, grinding and pressing. Structural and magnetic tests were carried out for the prepared models, and the research also included conducting a study of the effect of heat treatment on the mentioned properties. The research results proved that the faceted centered cubic phase (FCC) is dominant at ( $x = 20,50$ ) quickly changed to the hexagonal phase when ( $x = 80$ ) As for the results of the magnetic tests, they confirmed the presence of a strong and clear ferrous and magnetic phase, but the phase changed when the weight ratio was increased ( $x = 80$ ), corresponding to the structural change at the same weight ratio.

As for the results of the thermal treatment, it confirmed a uniform distribution of the phases with a homogeneous microstructure and good physical and magnetic properties when the temperature treatment was  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  and the time was 1 hour.

**Keywords:** powder technology, magnetic materials, hysteresis rings, engineering materials.

## ملخص

يتناول البحث دراسة الخواص الفيزيائية إلى المادة الفيرومغناطيسية ذات النظام الثنائي  $Ni_x CO_{1-x}$  - وللنسب الوزنية ( $x=20,50,80$ ).

حضرت النماذج باستخدام تقنية جديدة بدلا من السباكة وهي تكنولوجيا المساحيق ( Powder Technology ) والمعتمدة على متغيرات مثل الحجم الحبيبي ، الطحن والكبس . تم إجراء الفحوصات التركيبية والمغناطيسية للنماذج المحضرة ، كما تضمن البحث أيضا " إجراء دراسة تأثير المعاملة الحرارية على الخواص المذكورة. أثبتت النتائج البحثية بأن الطور المكعبي الممرکز الأوجه (FCC) هو السائد عند ( $x=20,50$ ) سرعان ماتغير إلى الطور السداسي عندما ( $x=80$ ) . أما نتائج الفحوص المغناطيسية فقد أكدت بوجود طور فير ومغناطيسي قوي وواضح إلا أن الطور تغير عند زيادة النسبة الوزنية ( $x=80$ ) متطابقة مع تغير البناء التركيبي عند نفس النسبة الوزنية.

أما نتائج المعاملة الحرارية فقد أكدت على توزيع منتظم للأطوار مع بنية مجهرية متجانسة وخواص فيزيائية ومغناطيسية جيدة عندما تكون درجة المعاملة الحرارية  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  وزمن 1hour.

**الكلمات المفتاحية:** تكنولوجيا المساحيق ، المواد المغناطيسية ، حلقات الهسترة، المواد الهندسية.

## 1- المقدمة:

تعتبر المواد المغناطيسية احد أنواع المواد الهندسية ذات التطبيقات التكنولوجية المختلفة خاصة في مجال صناعة قلوب المحولات الكهربائية ذات الترددات المختلفة إضافة إلى استخدامها في المولدات الكهربائية وكمواد ماصه للموجات الكهرومغناطيسية أو في تطبيقات حفظ الذاكرة في الحاسبات [١,٢] .

أن معظم المواد المغناطيسية سابقاً كانت تحضر بطريقة السباكه (Casting) والمعتمدة اساساً على العناصر الانتقالية (3d) مثل , Fe , Ni , Co وسبائكهما وذلك بغرض تحقيق الصفات المغناطيسية المطلوبة من تأثيرية مغناطيسية ، قوة قاهرة ، مغناطيسية متبقية والناجمة من حلقات الهسترة المغناطيسية بين H-B [3,4] . أن كثرة عيوب ومشاكل السباكه والتطور التكنولوجي في علم المواد أدى إلى التوجه باستخدام تقنيات حديثة لتحضير المغناط والتي تسمى بتكنولوجيا المساحيق (Powder Technology) [٥,٦] .

إن أهم مميزات التكنولوجيا الجديدة هو القدرة على التحكم بالخواص المغناطيسية من خلال السيطرة على عمليات الخلط (Mixing) وعلى الحجم الحبيبي للمواد (Particle Size) من خلال عمليات التسبيك الميكانيكي (Mechanical Alloying) وبالتالي أتباع مسلك تكنولوجي مقترن بمعاملات حرارية مناسبة لكي يعطي الصفات المغناطيسية المطلوبة [٧,٨] . تعتبر دراسة الخواص التركيبية والمغناطيسية وتحديد نوعية مغنطتها الدائمة أو المؤقتة. ( Permanent or Soft ) من الصفات الهامة التي تحدد نوعية التطبيقات الصناعية [٩] .

الدراسة الحالية تشمل تحضير سبيكة ثنائية ( Binary Alloy ) من عناصر انتقالية متمثلة بالسلسلة  $Co_{1-x}Ni_x$  حيث  $x = ٢٠,٥٠,٨٠$  وباستخدام طريقة تكنولوجيا المساحيق .

## ٢- الجانب العملي :

تم استخدام مواد أولية معدنية عالية النقاوة للسلسلة الثنائية  $(Co_{1-x}Ni_x)$  ( ٩٩,٤% ) ( والمجهزة من شركة ( Metco) ألمانية المنشأ . إن وجود الشوائب في المواد الأولية يسبب نشوء أطوار غريبة قد تؤدي إلى تغير الخواص التركيبية والمغناطيسية حيث تعمل هذه الشوائب وخاصة (S, C, P) إلى إعاقه توجه العزوم المغناطيسية باتجاه المجال المغناطيسي المسلط وبالتالي تغير الخواص المغناطيسية

لقد استخدم مسلك تكنولوجي متسلسل يشمل عملية الطحن للمساحيق وذلك باستخدام طاحونة مختبريه ذات كرات فولاذية خلال فترة زمنية (١٠ hr) مع إجراء عملية الغرلة للمسحوق الناتج باستخدام مناخل قياسية مصنوعة من الفولاذ غير قابل للصدأ وبفتحات قياسية مقدارها (٧٥-١٠٠)  $\mu m$  . إن الدقائق له أهمية كبيرة في قابلية خلط المسحوق وعملية التشكيل أو الكبس والحصول على الأطوار بسهولة تم استخدام ميزان حساس نوع ( Satorius ) لقياس الأوزان إلى المواد الداخلة للنماذج المحضرة وبدقة تصل إلى  $(10^{-3} gm)$  . أما عمليات المزج والخلط إلى النسب الوزنية المقترحة إلى لقد تم استخدام مادة بولي فينول الكحول ( PVA ) بنسبة (١٥%wt) من وزن المزيج كمادة رابطة إضافة إلى مساعدتها على تشكيل السبيكة أثناء عملية الكبس مع المراعات على الحصول لمزيج متجانس وغير متكتل لكل نموذج من السلسلة المراد تحضيرها .

تم استخدام الكبس على البارد ( Cold Pressing ) لغرض التشكيل باستعمال مكبس هيدروليكي اعتيادي ياباني المنشأ تصل قيمة الضغط له إلى (٢٥) طن . أجريت عمليات الكبس لجميع النماذج تحت ضغط ( ٨ ) طن وباستخدام قالب معدني خاص للحصول على نماذج بأشكال اسطوانية ( Cylindrical ) بقطر ( ١٢ mm ) وارتفاع ( ٤٠ mm ) لغرض الفحوص المغناطيسية . جميع النماذج أجريت عليها عملية التجفيف في فرن نوع

(Hereus) عند درجة حرارة (  $150^{\circ}\text{C}$  ) ولمدة (1hr.) وذلك لإزالة بقايا الرطوبة والاجهادات المتولدة أثناء عملية الكبس . أجريت المعاملة الحرارية بدرجة حرارة اقل من درجة انصهار المادة ويحدود (  $0.9\text{ Tm} - 0.7$  ) ، حيث تم استخدام درجتي (  $850^{\circ}\text{C}$  ) مع (  $1000^{\circ}\text{C}$  ) وبمعدل (  $1\text{hr}/100^{\circ}\text{C}$  ) داخل حاوية خاصة داخل فرن كهربائي . تم ترك النماذج لمدة ساعة واحدة عند وصول درجات الحرارة المطلوبة مع إطفاء الفرن وإبقاء النماذج داخل الفرن لغرض التبريد البطيء إلى درجة حرارة المختبر .

أهم الفحوصات التي تم إجرائها هي التركيبية والمتمثلة بتشخيص البنية المجهرية للنماذج باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) مع فحوصات الأشعة السينية (XRD) إضافة إلى الفحوص المغناطيسية من خلال متابعة حلقات الهسترة المغناطيسية قبل وبعد إجراء المعاملة الحرارية . الشكل ( ١ ) يمثل المخطط التفصيلي لمنظومة الفحوصات المغناطيسية . حددت طبيعة التراكيب البلورية للنماذج من خلال تقنية حيود الأشعة السينية وذلك باستخدام معدن النحاس كهدف (Target) في أنبوب الأشعة السينية لغرض الحصول على طول موجي (  $1.541^{\circ}\text{A}$  )

إما فحوص التركيب المجهرية بالمجهر الضوئي للنماذج فقد أجريت أولاً عمليات النعيم (Grinding) باستخدام أوراق تعميم من حبيبات كاربيد التنكستن وبدرجات مختلفة من (  $120, 350, 500, 600, 800$  ) مايكرون على التوالي ، يتبعها غسل النماذج بالماء لغرض تحضيرها إلى عملية الصقل (Polishing) . إما عملية الإظهار فقد استخدم محلول أظهار من النيتال (Nital) والذي يتألف من (  $3\text{HNO}$  ٢% ) مع (  $98\%$  ) كحول .

### ٣- النتائج والمناقشة :

الشكل (٢) يوضح البنية المجهرية (Microstructure) للنموذج المحضر (  $\text{Co}_{50}\text{Ni}_{50}$  ) بعد إجراء عمليات الخلط والطحن حيث يلاحظ التجانس بين دقائق المسحوق فهي ذات أحجام مختلفة مما سيزيد متانة وصلادة النماذج بعد كبسها وتشكيلها حيث سيكون هناك تداخل إلى الدقائق الصغيرة وملئها الفراغات بين الدقائق الكبيرة . كما يلاحظ من الشكل بأن دقائق المساحيق النيكل مع الكوبلت هي كروية الشكل (Spherical Particles) مع توزيعات (Distribution) منتظمة بين الدقائق الحبيبية مما يسمح لها بالتجانس والتداخل عند إجراء عمليات التشكيل بالكبس . الشكل (٣) يوضح تأثير المعاملة الحرارية على البنية المجهرية للنموذجين (  $\text{Co}_{80}\text{Ni}_{20}$  ) مع (  $\text{Co}_{20}\text{Ni}_{80}$  ) المحضرين بطريقة تكنولوجيا المساحيق . يلاحظ من الشكلين بأن عملية الانتشار واضحة وبصورة متجانسة وهناك ترابط جيد بين الأطوار المتكونة. إن هذا الانتشار والتجانس وتكون الأطوار أيضاً يمكن معاينته من خلال فحص البنية المجهرية باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) كما في الشكل (٤) بالنسبة للنموذج (  $\text{Co}_{20}\text{Ni}_{80}$  ) .

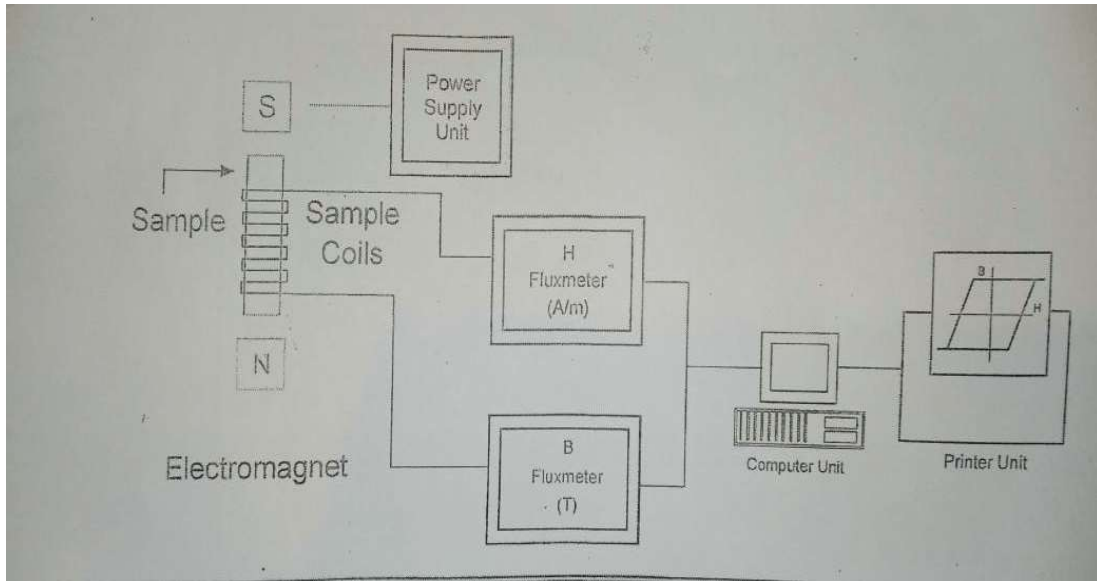
أظهرت فحوص حيود الأشعة السينية للنموذج (  $\text{Co}_{80}\text{Ni}_{20}$  ) والذي تم معاملته حرارياً عند (  $1000^{\circ}\text{C}$  ) بوجود طور غاما (Gamma Phase) وهو يحمل بناءً مكعباً متمركز الأوجه (Fcc) وكما في الشكل (a-٥) عند زيادة نسبة إضافة النيكل كما في النموذج (  $\text{Co}_{20}\text{Ni}_{80}$  ) فقد لوحظ تغيراً واضحاً بتواجد عدد من القمم النووية في موقع (2theta) واحد مقارنة مع النموذج (  $\text{Co}_{80}\text{Ni}_{20}$  ) وكما في الشكل (b-٥) . إن الذي حصل هو تشوه (Splitting) وتغير في قيم ثوابت الشبكية (Lattice constants) متحولاً من طور (Fcc) إلى الطور السداسي (Hexagonal) . إن النتائج المستحصلة للفحوص التركيبية تتفق تماماً مع ما وجدته الباحث (Bendick)

( ومجموعته من خلال تجارب حيود النيوترونات ( Neutron Diffraction ) والتي من خلالها تم تحديد البناء البلوري والأطوار للنماذج ( Co - Ni ) والمحصرة بتقنية السباكة [ Casting ] ( ٧ ) .  
كما أن هذه النتائج أيضا لوحظت الى النظام الثلاثي ( Pd<sub>2</sub> Mn In ) الذي تم دراسته من قبل الباحث (Jassim) ومجموعته ، حيث لوحظ بوجود تشوه وتحول في البنية التركيبية من الطور المكعبي إلى الطور السداسي بعد إضافة (Au) الذهب [٨].

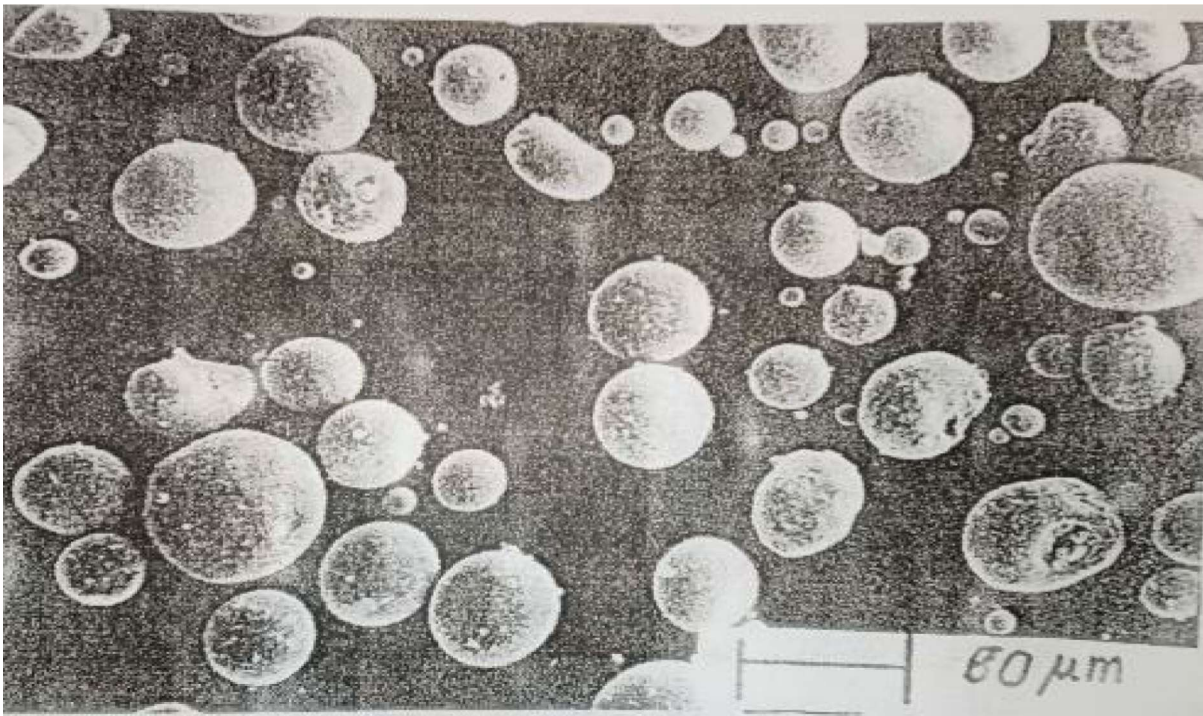
اما نتائج الفحوص المغناطيسية فيمكن ملاحظتها من الشكل ( ٦ ) للنماذج ( Co<sub>80</sub> Ni<sub>20</sub> ) ( Co<sub>50</sub> Ni<sub>50</sub> ) ( Co<sub>20</sub> Ni<sub>80</sub> ) بعد إجراء المعاملة الحرارية عند ( ١٠٠٠ °C ) النتائج المستحصلة من الشكل توضح زيادة مساحة مقطع حلقات الهسترة مع زيادة قيم النيكل مقرونة بزيادة واضحة في قيم القوى القاهرة ( Hc ) أو المغناطيسية المتبقية (Br) . أن هذه النتائج تنطبق مع ما توصل إليه الباحثان ( Brown ) مع ( Jassim ) بدراسة استطارة النيوترونات غير المرنة ( In Elastic Neutron Scattering ) على سبائك النظام ( Fe-Ni ) وعند مديات درجات حرارية مختلفة [٩].  
لقد تمكنت هذه الدراسة من تحديد الصفات الفيرومغناطيسية والتي وجد بأنها تزداد مع زيادة نسبة اضافة عنصر النيكل والتي اقترنت خلالها زيادة في قيم درجات حرارة كوري ( Tc ) ايضا مع إضافة عنصر النيكل .

#### ٤ - الأستنتاجات :

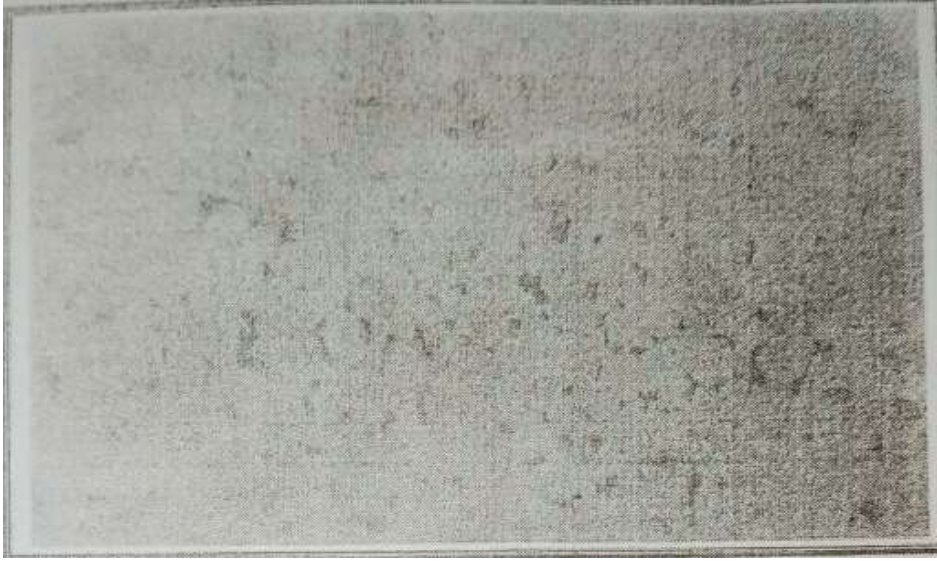
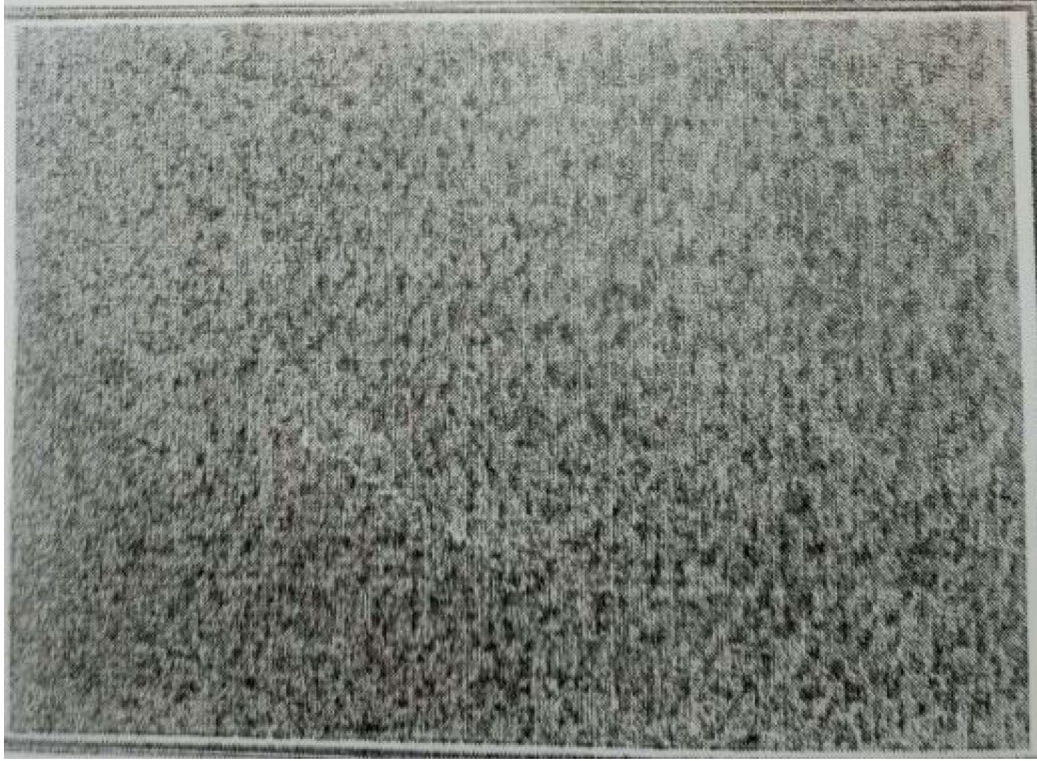
- أ - تم تحضير مكبوسات من النظام الثنائي Co - Ni وباستخدام طريقة تكنولوجيا المساحيق ( Powder Technology ) بدلاً من طريقة السباكة ( Casting ) .
- ب - وجود طور مكعبي متمركز الأوجه ( FCC ) عند ( Co<sub>80</sub> Ni<sub>20</sub> ) و ( Co<sub>50</sub> Ni<sub>50</sub> ) سرعان ما تحول إلى الطور السداسي بعد زيادة نسبة عنصر النيكل وكما موضح في النموذج (Co<sub>20</sub> Ni<sub>80</sub>) .
- ج - أكدت فحوص البنية المجهرية بان المعاملة الحرارية عند ( ١٠٠٠ °C ) تعمل على حدوث تجانس وانتشار واضح بين الأطوار الناتجة .
- ء - الفحوصات المغناطيسية لحلقات الهسترة أوضحت بزيادة في مساحة حلقات الهسترة المغناطيسية مقرونة مع زيادة القوى القاهرة ( Hc ) والمغناطيسية المتبقية ( Br ) مع زيادة نسبة عنصر النيكل وهي ذات صفات فيرومغناطيسية .



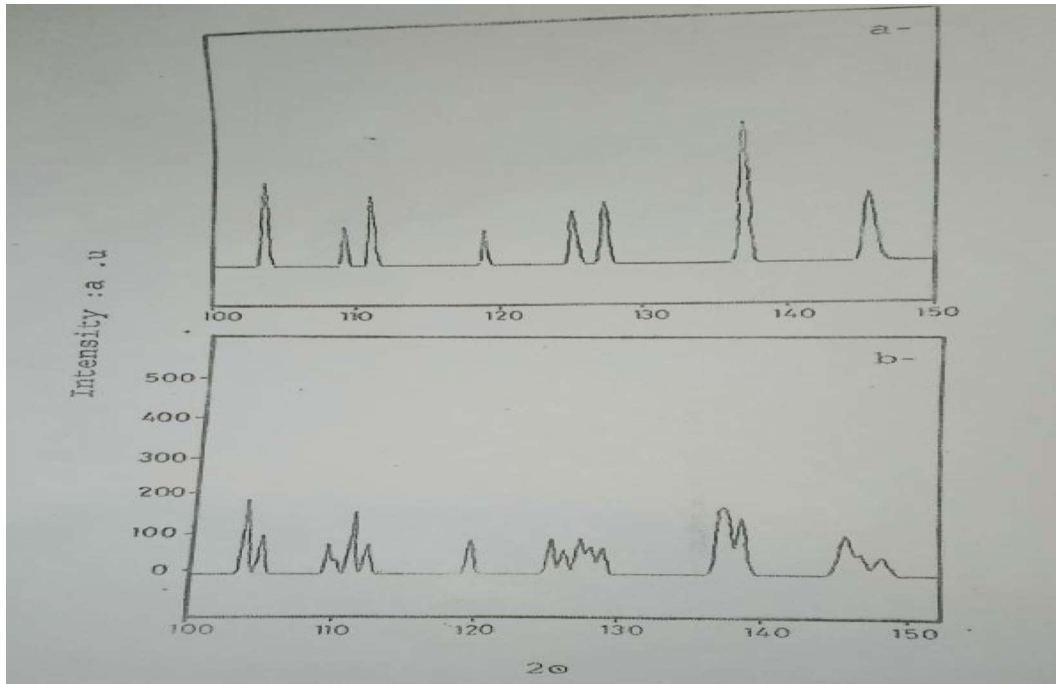
شكل (١): المخطط التفصيلي لمنظومة اختبار الخواص المغناطيسية

الشكل (٢): البنية المجهرية للمساحيق للنموذج Ni<sub>50</sub> Co<sub>50</sub>



3-a المعاملة حراريا عند ١٠٠٠°C للنموذج Ni<sub>80</sub> Co<sub>20</sub>3-b المعاملة حراريا عند ١٠٠٠°C للنموذج Ni<sub>20</sub> Co<sub>80</sub>

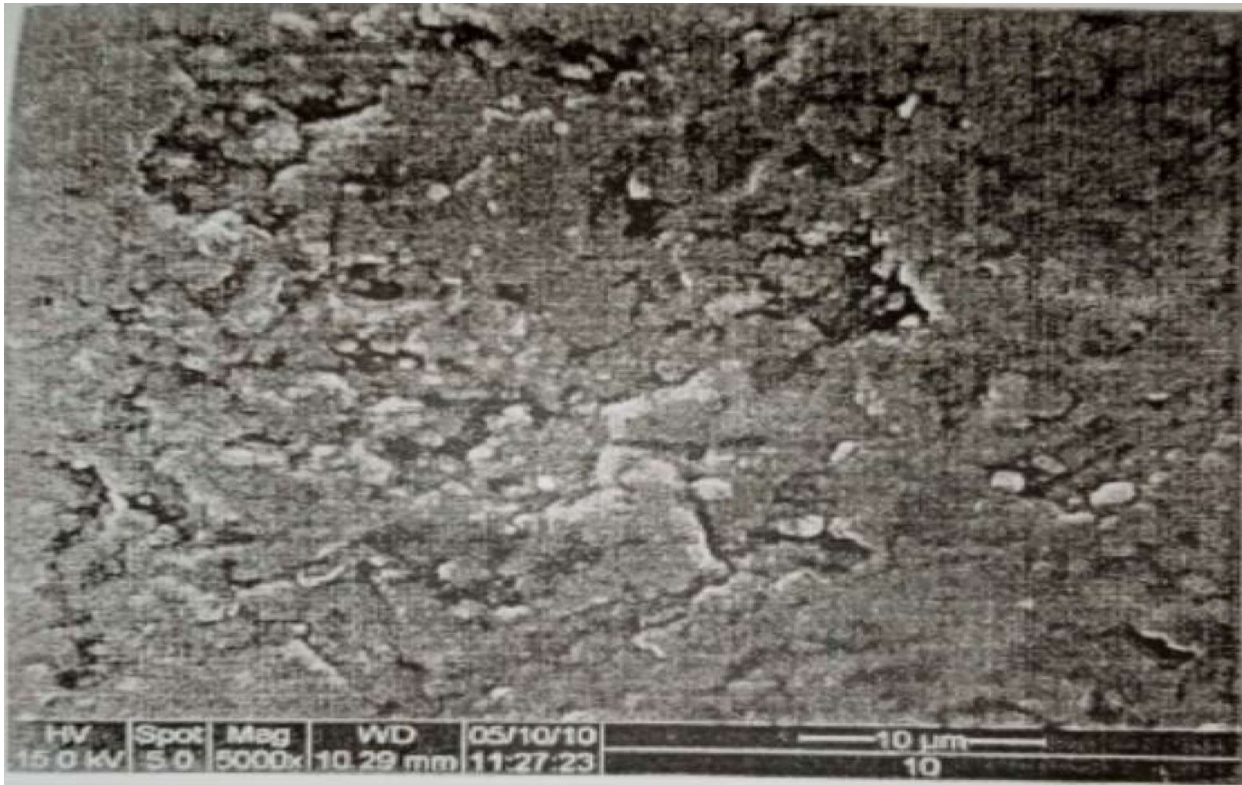
الشكل ٣ : يوضح تأثير المعاملة الحرارية على البنية المجهرية لسبيكة (Co-Ni) المغناطيسية (xi=٢٠٠)



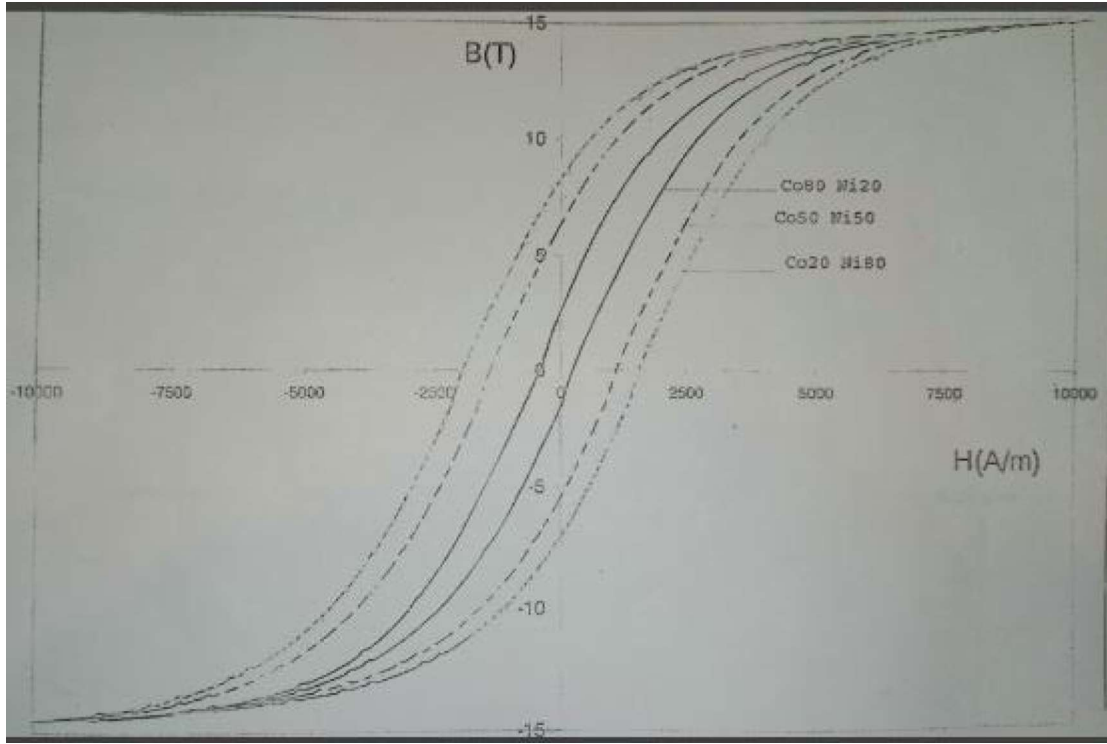
الشكل (٤) : حيود الأشعة السينية للنموذجين :

a- Fcc  $\text{Co}_{80}\text{Ni}_{20}$

b-Hexagonal  $\text{Co}_{20}\text{Ni}_{80}$



الشكل (٥) : يوضح البنية المجهرية (SEM) للنموذج ( $\text{Co}_{20}\text{Ni}_{80}$ )



الشكل (٦) : حلقات الهسترة (H-B) لسلسلة النظام الثنائي

##### 5 – References:

- [1] Yosida, k, Theory of Magnetism, chapman and hall, London (2005).
- [2] Bolton, w, Engineering Materials Technology, Butterwoth pub.co (2008).
- [3] Wohlfarth, E.P, Ferromagnetic Materials, North Holand publishing company (2007).
- [4] Calister, J, Materials Science and Engineering, John Wiley, New York (2003).
- [5] Diver, H.B, Modern Permanent Magnet Materials, Metal and Materials, October (2001).
- [6] Hadfield, D, History of the development of sintered Permanent Magnet, Powder Metallurgy, No3 (1979).
- [7] Bendick, W. and W.Pepperhoff, J.phys.F: Metal Phys, 9,2185 (1979).
- [8] Jassim .I.k. Neumann .k.u, Visser.D and Webster P.J. , J.Magnetic and Magnetic Materials, 104, 2072 (1992).
- [9] Brown, P.J, Jassim .I.K and Mankikar . R.M, Journal De Physica.