

## تحضير مسحوق الباريوم فرايت ودراسة تأثير تراكيز الكلوكوز على معامل اللزوجة المغناطيسي

حسن جمعه عبد\* محمد عبيد كاظم\* أحمد علي عبد السادة\*\* صفا عبد الفتاح رحيم\*

\*وزارة العلوم والتكنولوجيا/ دائرة بحوث المواد

\*\*الجامعة المستنصرية/ كلية التربية الاساسية - قسم العلوم.

بغداد - العراق

## الخلاصة

حضرت عينات من الباريوم فرايت (  $BaFe_{12-2x}Co_xTi_xO_{19}$  ) المطعمة بشوائب من الكوبلت والتيتانيوم بنسبة (  $x=0.5$  ) بطريقة التبلور الزجاجي، درس تأثير تركيز الكلوكوز على معامل اللزوجة المغناطيسي لهذه العينات باستخدام جهاز المقياس المغناطيسي (VSM)، وقد تبين أن قيمة معامل اللزوجة المغناطيسي (S) تزداد مع زيادة المجال المغناطيسي المطبق ( $H_a$ ) ويصبح لها قيمة عظمى عند المجال المغناطيسي القسري المتبقي ( $H_{cr}$ ) ثم تبدأ بالتناقص بعد ذلك مع زيادة المجال المغناطيسي المطبق، كما تبين أن الزيادة بتركيز الكلوكوز تؤدي الى تناقص في قيمة معامل اللزوجة المغناطيسي بسبب انخفاض تركيز جسيمات الباريوم فرايت داخل النظام.

**الكلمات المفتاحية:** باريوم فرايت، معامل اللزوجة المغناطيسي والكلوكوز.

## Preparation of Barium Ferrite Powder and Studying the Effect of Glucose Concentration on the Coefficient of Magnetic Viscosity

Hassan Juma Abd\* Mohammed Obaid Kadhim\* Ahmed Ali Abd Alsada\*\* Safa Abdul Fattah Raheem\*

\*Ministry of Science and Technology/ Materials Researches Directorate.

\*\*AL-Mustansiriyah University/ College of Basic Education - Department of Science.

Baghdad-Iraq

E-mail: hsnphys@yahoo.com

### Abstract

The preparation of Barium Ferrite powder doped with Cobalt (Co) and Titanium (Ti) to produce  $BaFe_{12-2x}Co_xTi_xO_{19}$ , where (  $x= 0.5$  ), is made by using Glass crystallization method. The effect of the presence of Glucose, at different concentration, on the coefficient of magnetic viscosity (S) of the doped compound by using Vibrating Sample Magnetometer (VSM). The results indicated that the coefficient of magnetic viscosity (S) increased with the increase of the applied magnetic field ( $H_a$ ) and reached a maximum at the Remanence Coercivity magnetic field ( $H_{cr}$ ), and it started to decrease. Also, increasing of the Glucose concentration tends to decrease the coefficient of magnetic viscosity (S) due to the decline of Barium ferrite particles in the system.

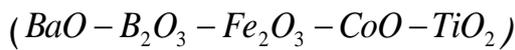
**Key words:** Barium Ferrite Powder, Coefficient of Magnetic Viscosity and Glucose.

صغير جدا وناعم Ultrafine أي مايقارب 100nm لذلك تعتمد الخواص المغناطيسية لهذه المواد بشكل كبير على التركيب المايكرووي microstructure والذي يعتمد على طريقة التحضير (Kanagesan, *et al.*, 2012).

الهدف من البحث هو دراسة تأثير تركيز مادة دايامغناطيسية مثل الكلوكونز على معامل اللزوجة المغناطيسي لجسيمات الباريوم فرايت السداسية باستخدام جهاز المقياس المغناطيسي ذو العينة المهترزة (VSM) (Vibrating Sample Magnetometer).

#### المواد وطريقة العمل

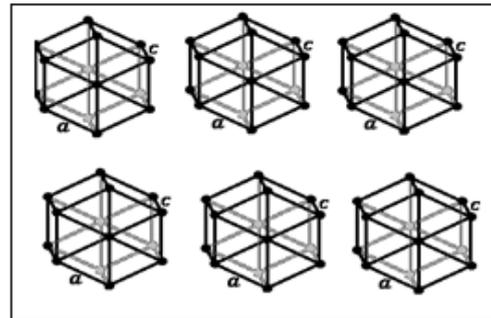
يمكن تحضير مسحوق الباريوم فرايت  $BaFe_{12}$  Co- $2xCo_xTi_xO_{19}$  بطرائق مختلفة ومنها precipitation Tempering Method وطريقة (Fucheng Glass-crystallization method (Kubota *et al.*, 1987 and Asti, *et al.*, 1965) وكذلك بطريقة (Kanagesana *et al.* Sol-gel Method (Kanagesana *et al.*, 2012) ، وفي هذا البحث حضرت أنظمة الباريوم فرايت المطعمة بطريقة (Kubo *et al.* Crystallization التبلور الزجاجي، (Kubo *et al.*, 1982) حيث تتم من خلال التبريد السريع لخليط من مصهور



بين اسطوانتين دواريتين للحصول على مسحوق غير متبلور باستخدام تقنية

(XRD) X-Ray Diffraction ، وباستخدام المعالجة الحرارية لهذا المسحوق يتم النمو البلوري لجسيمات الباريوم فرايت على شكل مصفوفة زجاجية، ثم تتم إذابة المصفوفة في حامض الخليك (Acetic Acid) للحصول على مسحوق من بلورات جسيمات الباريوم فرايت ذات التركيب الكيميائي  $(BaFe_{12-2x}Co_xTi_xO_{19})$  حيث تمثل (x) نسبة الشوائب المضافة في جسيمات النظام.

الباريوم فرايت معروف بانه مادة مغناطيسية دائمية، ويكون على شكل صفائح ذات تركيب سداسي منتظم Hexagonal Barium ferrite وكما في الشكل (1) وله الصيغة الكيميائية  $BaFe_{12}O_{19}$  (BaM) ويعرف تجاريا Hexa Ferrite ويستخدم بشكل واسع في اوساط التسجيل المغناطيسية وأجهزة المايكرويف، وقد جذب الكثير من الباحثين علمياً وتقنياً بسبب أملاكه درجة حرارة عالية نسبياً  $Temperatur = 450^{\circ}C$  ، ويكون المحور (C) هو المحور المغناطيسي، ويكون ثابت التباين البلوري  $K_p = 3.3 \times 10^6 \text{ erg/m}^3$  ، وقيمة مغنطة الإشباع لها عالية وقوة قسرية عالية high coercive force ومجال مغناطيسي قسري عالي (Chantrell, *et al.*, 1992) ، بالإضافة الى الاستقرار الكيميائي ومقاومة التآكل.



شكل (1) جسيمات الباريوم فرايت السداسية (Birchall, *et al.*, 1986)

والفرايت لا زال يستعمل بشكل واسع بالرغم من أملاكه قوة شد مغناطيسي أقل من المغناط الطبيعية، لذلك تطورت الطرق العلمية للحصول على أقل كلفة أنتاج لمساحيق الباريوم فرايت (Nowosielski, *et al.*, 2007) ، وينتج عادة بالطرق التقليدية وذلك بمزج الأكاسيد السيراميكية  $Fe_2O_3$  و  $BaCO_3$  وحرقتها بدرجة حرارة  $1200^{\circ}C$  (Nowosielski, *et al.*, 2007) أن الخواص المغناطيسية المتميزة لهذه المادة يمكن ملاحظتها عندما يكون حجم الجسيمات

حيث تصل حساسيته إلى  $(5\mu \text{ emu/s})$ . وتم التحكم وإجراء القياسات بهذا الجهاز بواسطة جهاز حاسوب متصل معه. يتكون جهاز المقياس المغناطيسي من ملفي مغناطيس كهربائي يعمل على توليد مجال مغناطيسي منتظم بين الملفين حيث تصل أقصى قيمة للمجال الذي يمكن توليده إلى  $(10 \text{ KOe})$  عندما تكون المسافة الفاصلة بين ملفي المغناطيس  $(20 \text{ mm})$ ، ومن قضيب يثبت على أحد طرفيه العينة المراد إجراء القياسات لها، ويتصل الطرف المقابل للقضيب بنظام تحريك يعمل على اهتزاز القضيب بالاتجاه العمودي لاتجاه المجال المغناطيسي المولد. وتتم عملية معايرة الجهاز (Calibration) باستخدام عينة من مادة النيكل (Ni) لها عزم إشباع  $(46.55 \text{ Memu})$  عند درجة حرارة الغرفة، قيس منحنى حلقة المغنطة الرئيسي ويقوم جهاز الحاسوب بعد ذلك بعملية المعايرة مباشرة عند إدخال قيمة عزم الإشباع الصحيح لعينة النيكل.



شكل (2) جهاز المقياس

المغناطيسي  $(\text{MicroMag}^{\text{TM}}3900)$ 

## النتائج والمناقشة

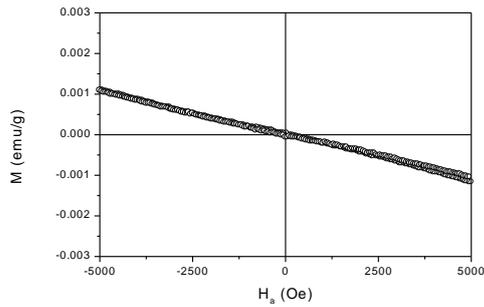
قيس منحنى حلقة المغنطة الرئيسي Hysteresis loop لجسيمات الباريوم فرايت وذلك بتطبيق مجال مغناطيسي خارجي  $H_a$  بالاتجاه

لقد حضرت ستة نماذج مختلفة التركيز عن طريق خلط مسحوق جسيمات الباريوم فرايت المطعمة بنسبة شوائب  $(X=0.5)$  من التيتانيوم والكوبالت مع مسحوق مادة دايامغناطيسية وهي الكلوكوز (Glucose) صيغتها  $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$  ودرجة غليانها عالية وشديدة الذوبان في الماء وينسب مختلفة وكما مبين في الجدول (1).

جدول (1) نسب التراكيز الوزنية لعينات أنظمة الباريوم فرايت المطعمة.

Sample	Concentration BaFe : Glucose
A	1:0
B	1:5
C	1:10
D	1:20
E	1:50
F	1:100

وبعد ذلك طحن المزيج لمدة ساعة باستخدام طاحونة رابعة بسرعة  $500 \text{ rpm}$  وكبس على شكل أقراص (بقطر 1 سم وسمك 2 ملم) بحجم حبيبي 200 مايكروميتر باستخدام مكبس هيدروليكي تحت ضغط مقداره  $(6 \times 10^6 \text{ mbar})$ . ثم وضعت النماذج بجهاز المقياس المغناطيسي واحدة تلو الأخرى وتحت نفس الظروف وبدرجة حرارة الغرفة وتم إجراء القياسات عليها والحصول على النتائج عن طريق جهاز المقياس المغناطيسي ذي العينة المهتزة (Vibrating Sample Magnetometer) (VSM) المبين في الشكل (2) حيث يتميز هذا الجهاز بدقة الحساسية في قياس مقدار محصلة العزوم المغناطيسية الموجودة في النظام،



شكل (4) منحنى تغير قيمة مغنطة مادة الكلوكوز (Glucose) مع المجال المطبق ( $H_a$ )

ومن اشتقاق العلاقة السابقة تم قياس معامل اللزوجة المغناطيسي (S) إتماداً على العلاقة التالية:

$$S = \frac{dM_{tot}}{d \ln(t)} = \frac{dM_{irr}}{d \ln(t)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

حيث (S) معامل اللزوجة المغناطيسي.

T: زمن القياس (10 sec.).

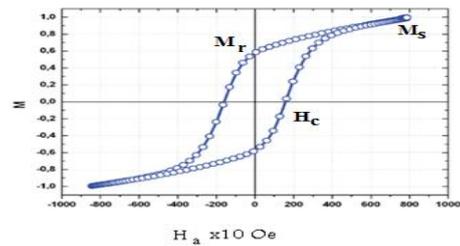
Mtot: مركبة المغنطة العكسية (الكلية).

Mirr: مركبة المغنطة غير العكسية.

بعد تطبيق مجال مغناطيسي خارجي على العينات مختلفة التراكيز عن طريق جهاز المقياس المغناطيسي والحصول على النتائج عن طريق جهاز الحاسوب المرتبط معه ، تم رسم العلاقات البيانية بين كل من المجال المغناطيسي المطبق ( $H_a$ ) ومعامل اللزوجة المغناطيسي (S) لجميع العينات مختلفة التراكيز. حيث تبين الأشكال (5-a, b, c, d, e and f) تغير معامل اللزوجة المغناطيسي مع المجال المطبق للعينات المحضرة (A, B, C, D, E and F) على التوالي وكما موضح بالرسوم البيانية.

من خلال هذه المنحنيات نلاحظ تغير معامل اللزوجة المغناطيسي (S) مع المجال المغناطيسي المطبق ( $H_a$ ) للتراكيز المختلفة والمبينة في الجدول (1) ، حيث نلاحظ أن قيمة معامل اللزوجة المغناطيسي تزداد مع زيادة المجال المطبق ويصبح

الموجب والسالب ليتم قياس المغنطة عن طريق الحاسوب المربوط بجهاز المقياس المغناطيسي VSM وكما في الشكل (3). ويحتوي هذا المنحنى على نقطتين أساسيتين، الأولى هي قيمة المغنطة المتبقية للمادة (Remanance Magnetization ( $M_r$ )) بعد ازالة مجال الاشباع المطبق، والثانية هي قيمة المجال القسري ( $H_c$ ) Coercive Field وهو المجال المطبق بالاتجاه السالب والذي تفقد عنده المادة مغنطتها ( $M=0$ ).



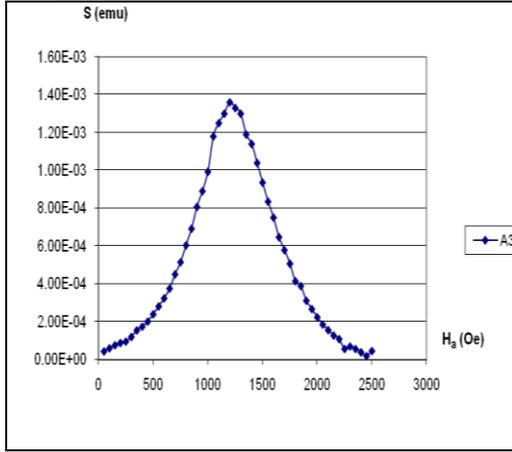
شكل (3) حلقة الهستيرة لمسحوق الباريوم فرايت

لقد تمت دراسة مدى تأثير إضافة مسحوق مادة الكلوكوز (Glucose) الدايا مغناطيسية على معامل اللزوجة المغناطيسي للتراكيز المحضرة من نظام الباريوم فرايت لتقليل تركيز الجسيمات في النظام، ويلاحظ من الشكل (4) الذي يبين منحنى تغير مغنطة مادة الكلوكوز مع المجال المغناطيسي الخارجي المطبق أن مادة الكلوكوز هي مادة دايا مغناطيسية، حيث تزداد قيمة مغنطة النظام باتجاه الاشباع السالب ( $-M_s$ ) مع زيادة تطبيق المجال المغناطيسي بالاتجاه الموجب. وكما يلاحظ أن القيمة المطلقة لمغنطة نظام الكلوكوز عند المجال ( $H_a = 5000 Oe$ ) تساوي ( $M = 0.0011 \text{ emu/g}$ )، وهي قيمة صغيرة.

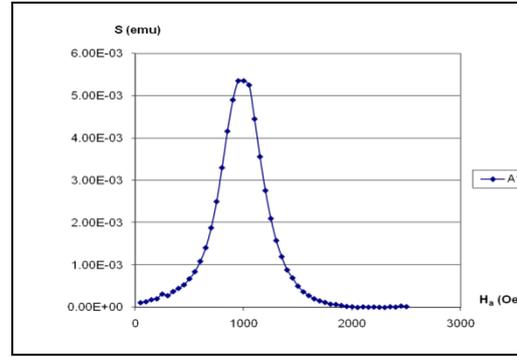
ان التغير في مغنطة النظام يكون ناتجا عن المجموع للمغنطة لكافة جسيمات النظام حسب العلاقة التالية (Street et al., 1949).

$$M(t) = M(0) \pm S \ln(t) \quad \dots\dots\dots (1)$$

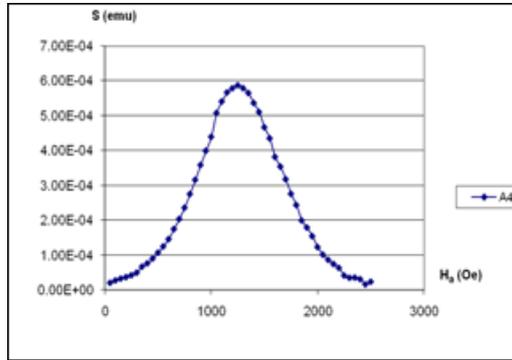
لها قيمة عظمى عند المجال القسري المتبقي ( $H_{cr}$ ) (المجال القسري coercive field هو المجال المغناطيسي المطبق بالاتجاه السالب والذي تفقد عنده المادة مغنطتها  $M=0$ ) ثم يبدأ معامل اللزوجة المغناطيسي بالتناقص بعد ذلك مع زيادة المجال المغناطيسي المطبق الخارجي .



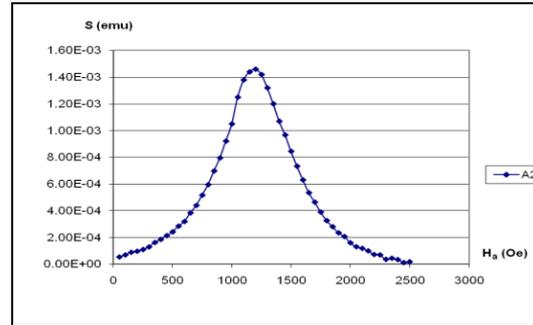
شكل ( 5-c ) تغير معامل اللزوجة المغناطيسي للعيينة C.



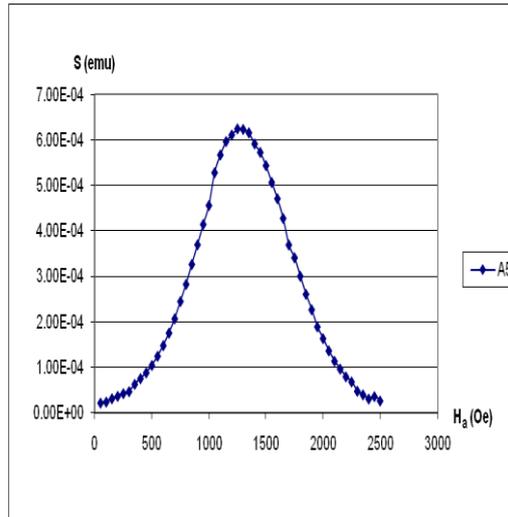
شكل (5-a) تغير معامل اللزوجة المغناطيسي للعيينة A.



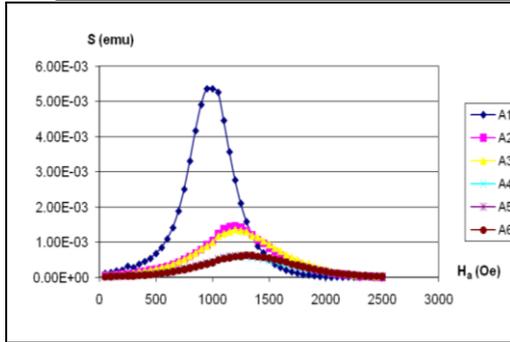
شكل (5-d) تغير معامل اللزوجة المغناطيسي مع للعيينة D.



شكل (5-b) تغير معامل اللزوجة المغناطيسي للعيينة B.



شكل (5-e) تغير معامل اللزوجة المغناطيسي مع للعيينة E.

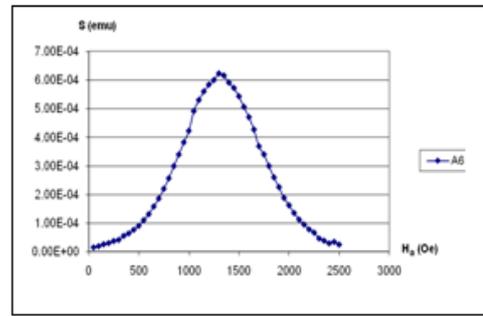


شكل (6) تغير معامل اللزوجة المغناطيسي لجميع العينات.

وذلك بسبب تغير تركيز النظام المستخدم ، حيث نلاحظ أن مقدار هذا الفرق يتناقص بشكل غير خطي مع تقليل تركيز جسيمات الباريوم فرايت داخل النظام أي بزيادة مادة الكلوكوز داخل العينة وهي مادة ديامغناطيسية ، وذلك يدل على أنه نتيجة لتباعد الجسيمات مع تقليل تركيز جسيمات الباريوم فرايت وتداخل مادة الكلوكوز بينها أدى إلى انخفاض قيمة معامل اللزوجة المغناطيسي في العينة (F) ، بينما أزدادت قيمته في العينة الأولى (A) وأصبح لها قيمة عظمى عن بقية العينات. من هذا نستنتج أن وجود مادة الكلوكوز وتداخلها في جسيمات الباريوم فرايت أدى إلى انخفاض في قيمة معامل اللزوجة المغناطيسية لها بسبب تناقص العزوم التي تعكس مغنطتها عندما يقترب المجال المغناطيسي المطبق من المجال المغناطيسي القسري المتبقي.

#### الاستنتاجات

اعلى قيمة لمعامل اللزوجة المغناطيسي عند المجال القسري المتبقي ( $H_{cr}$ ) تناقص قيمة معامل اللزوجة المغناطيسي بزيادة تركيز الكلوكوز.



شكل (5-f) تغير معامل اللزوجة المغناطيسي للعينة F .

يمكن تفسير سلوك معامل اللزوجة المغناطيسي (S) بأنه يعتمد على توزيع حواجز الطاقة في النظام (Stoner, *et al.*, 1948, and El-hilo *et al.*, 1992)، أي بزيادة المجال المغناطيسي المطبق (Ha) فإنه يعمل على خفض إرتفاع حاجز الطاقة الذي تدور من فوقه العزوم ، وبالتالي فإن العزوم التي تعكس اتجاهاتها عند قيمة ثابتة من المجال المغناطيسي المطبق (Ha) تصبح أكبر كلما زاد المجال المغناطيسي المطبق (Ha) وبالتالي نلاحظ إزدیاد في قيمة معامل اللزوجة المغناطيسي (S) وتستمر هذه الزيادة في قيمة (S) حتى يصبح المجال المغناطيسي المطبق (Ha) مقارباً للمجال القسري المتبقي ( $H_{cr}$ ) ، ولكن بعد أن يصبح المجال المغناطيسي المطبق (Ha) أعلى من المجال المغناطيسي القسري المتبقي ( $H_{cr}$ ) تتناقص نسبة العزوم التي تعكس اتجاه مغنطتها فنلاحظ التناقص في قيمة معامل اللزوجة المغناطيسي (S). كذلك نلاحظ تغير في مقدار الفرق بين القيمتين العظمتين الكبرى والصغرى لمنحنيات (Ha) و (S) لجميع العينات وخاصةً ما بين العينة (A) والعينة (F) وكما في الشكل (6).

## References

- Asti, G.;** Colombo, M.; Giudici, M. And Levialdit A. (1965). Magnetization Dynamics in BaO·6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Single Crystals Using Pulsed Magnetic Fields. Journal of Applied Physics, (36), Issue 11, pp.3581-3585
- Birchall, T.;** Hallett, C. and Hanzel, D. (1986). Study of Hexagonal R-Type BaFe<sub>4</sub>Sn<sub>2</sub>O<sub>11</sub> by <sup>57</sup>Fe and <sup>119</sup>Sn Mossbauer Spectroscopy. Hyperfine Interactions, February, (28), Issue 1-4, pp 455-458.
- Chantrell, R. W. and** Grady, K. (1992). Magnetic Characterization of Recording Media. J. Phys. D: Appl. Phys., 25, pp.1-23.
- El-Hilo, M.;** O'Grady, K. and Chantrell, R. W. (1992). The Origin of Non-linear ln(t) Behavior in the Time Dependence of Magnetization, J. Magn. Mater. 109, pp.1161-1168.
- Fucheng, C.;** Xiaofeng, F.; Jun, L. and Yin, L. (1987). Magnetic Properties of BaFe<sub>12-2x</sub>CoxTixO<sub>19</sub> Fine Particles Prepared by Coprecipitation Tempering. J. Appl. Phys. 61 (8).15 April, pp. 3881-3882.
- Kubo, O.;** Ido, T. and Yokoyama, H. (1982), Properties of Ba Ferrite Particles Perpendicular Magnetic Recording Media IEEE Trans. Magn, 18, pp.1122 - 1124.
- Kanagesan, S.;** Jesurani, S.; Velmurugan, R., Sivakumar, M.; Thirupathi, C. and Kalaivani, T. (2012). Synthesis and Magnetic Properties of Conventional and Microwave Calcined Barium Hexaferrite Powder. J Mater Sci: Mater Electron 23, pp.635-639
- Kanagesana, S.;** Hashima, M.; Jesurani, S.; Kalaivanid, T; Ismaila, I. and Shafiea, M.S.E. (2012). Particle Morphology and Magnetic Properties of Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>Fe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> Powder Calcined Conventionally and by Microwave Heating. Journal of Alloys and Compounds, (543), 5, pp. 49-52.
- Nowosielski, R.;** Babilas, R. and Wrona, J. (2007). Microstructure and Magnetic Properties of Commercial Barium Ferrite Powders. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, (20) ISSUES 1-2, pp. 307-310, January-february
- Nowosielski, R.;** Babilas, R.; Dercz, G.; Pajak, L. And Wrona, J. (2007). Structure and Properties of Barium Ferrite Powders Prepared by Milling and Annealing. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, (28), Issue 12, pp. 735-742
- Street, R. and** Woolley, J. C. (1949). A Study of Magnetic Viscosity. Proc. Phys. Soc., A26, pp.562-572.
- Stoner, E. C. and** Wohlfarth, E. P. (1948). A Mechanism of Magnetic Hysteresis in Heterogeneous Alloys. Philos. Trans. Roy. Soc. London, A240, pp.599-648