" دراسة الطواعية المغناطيسية للسيراميك المستخدم بمواد البناء في سوريا "

*رنا عدنان الخطيب ** معن سليم ***مدين عامر

(الإيداع: 1 تموز 2019 ، القبول: 31 تشرين الأول 2019)

ملخص :

يتناول هذا البحث قياس الطواعية المغناطيسية لعينات من السيراميك، حيث تم قياس الطواعية المغناطيسية بدلالة كل من الحقل المغناطيسي وتواتر الحقل المغناطيسي وكذلك دراسة تابعية الطواعية المغناطيسية لنوع وشكل العينة، حضرت العينات السابقة على شكل مكعبات واسطوانات بأبعاد مختلفة وتنوعت عينات السيراميك بين عينات سيراميك جدران وعينات سراميك أرضيات. بينت نتيجة القياسات باستخدام جهاز الطواعية المغناطيسية المتناوبة أن قيم الطواعية المغناطيسية لسيراميك الجدران تتراوح بين 0.009 و0.028 وقيم الطواعية المغناطيسسية لسيراميك الأرضيات تتراوح بين 0.003 و0.072 ويعزى هذا الفرق إلى الإختلاف في تركيب سيراميك الأرضيات عن تركيب سيراميك الجدران حيث أن نسبة سيلكات ألومينيوم مائية ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) في سيراميك الجدران أكبر منه في سيراميك الأرضيات ، كما أظهرت دراسة تابعية الطواعية المغناطيسية لشدة الحقل المغناطيسي ضمن المجال من 0.53mT حتى 1.5mT ولتواتر الحقل المغناطيسي ضمن المجال Hz(302– 65) أن الطواعية المغناطيسية لا تتأثر بشكل ملحوظ بتغيرات شدة الحقل المغناطيسي المطبق وتواتره وذلك في درجة حرارة المخبر، كما لا يظهر لشكل العينة تأثير على قيمة الطواعية المغناطيسية.

كلمات مفتاحية: طواعية مغناطيسية، سيراميك، سيراميك جدران، سيراميك أرضيات .

*طالبة ماجستير، ، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة دمشق

**أ.دكتور، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة دمشق.

*** دكتور، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة دمشق.

Studying the magnetic susceptibility of ceramic used in construction materials in Syria

Rana Adnan AL–Khatib * Maan Salim Medin Amer *****

(Received: 1 July 2019 , Accepted: 31 October 2019)

ABSTRACT:

The magnetic susceptibility of ceramics samples were measured in terms of the magnetic field ,the frequency of the magnetic field and the sample geometry.The samples were in the form of cubes and cylinders in different dimensions. The ceramic samples were taken from wall ceramics and floor ceramics. The result of the measurements using ac susceptometer showed that the magnetic susceptibility of the wall ceramics were in the range from 0.009 and 0.028 and the magnetic susceptibility of the floor ceramic were in the range from 0.003 and 0.0072. The difference between these two values is due to the chemical composition of wall ceramic and floor ceramic where the ratio of $(Al_2Si_2O_5(OH)_4)$ in the wall ceramic is greater than that of the floor ceramic. As a result of the research it was found the susceptibility of these samples is independent of the applied magnetic field in the range $(0.53 - 1.5)$ mT and also independent of the frequency in the rang $(65-302)$Hz. It was found that there is no effects of the sample geometry on the magnetic susceptibility.

Key words: Magnetism, Ceramic, wall ceramic, floor ceramic.

***Master student, Physics Department, Faculty of Science, Damascus University**

****Associate Doctor at Physics Department, Faculty of Science, Damascus University**

*****Doctor at Physics Department, Faculty of Science, Damascus University**

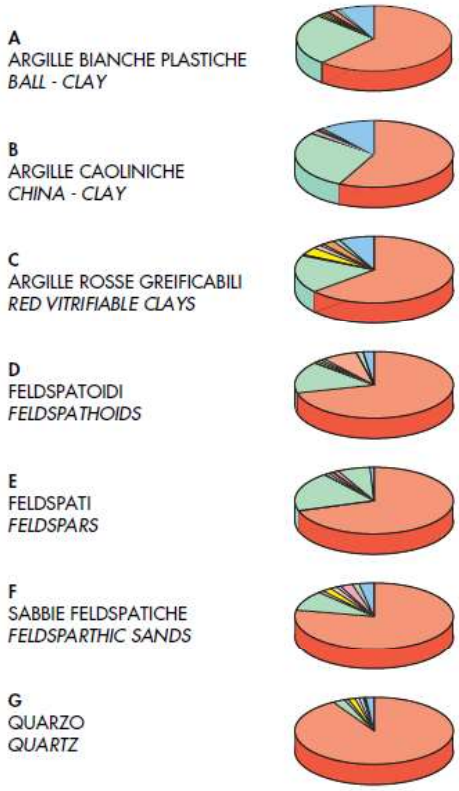
1. مقدمة:

1.1. **السيراميك:** انتشر السيراميك بكثرة في الفترة الأخيرة وتنوعت استخداماته بما فيها بلاط السيراميك سواء أرضيات ام جدران، ويتكون السيراميك (Dan ، Das ، 2003 ; Shipton، 2001) من مواد لدنة بنسبة 50 –60 % كاالغضاريات وهي سيلكات ألومينيوم مائية ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) وكاؤلين ومن مواد صلبة بنسبة 40– 50% كرمل الكوارتز (السليكا) والحجر الكلسي والفلدسبارات (Al2O3– SiO2)(Pelino،2000) وهي مجموعة من المعادن السيليكاتية تحتوي على نسب مختلفة من البوتاسيوم والصوديوم و الكالسيوم كعناصر أساسية) (CaAl2Si3O8), (KaLSiO3O8), NaAl2Si3O8) ويختلف سيراميك الأرضيات عن الجدران باختلاف نسب هذه المواد بالخلطة (El–Fadaly، وزملاؤه، 2010 ; Ceramic، 2007)، حيث أن المواد الداخلة في صناعة سيراميك الأرضيات (Yekta وزملاؤه، 2006) هي الغضاريات كالكاؤلين يمثل نسبة 25–35%، والبولكلاى ويمثل نسبة 10–20%، ورمل الكوارتز (السليكا) بنسبة 5–30%، وفلدسبار بنسبة 42–62%. أما المواد الداخلة في تركيب سيراميك الجدران فهي (Deqing، Ziyuan، 2003) غضار كالكاؤلين يمثل نسبة 25–35%، و سيليكات ألمنيوم مائية بنسبة 10–20%، ورمل الكوارتز بنسبة 15–35%، وفلدسبار بنسبة 4–15%.

ويظهر الشكل (1) المواد الخام الداخلة في تركيب خلطة سيراميك الأرضيات، وكما يظهر الجدول (1) التحليل الكيميائي للمواد الداخلة في تركيب خلطة سيراميك الأرضيات ونسبها.

الجدول (1) التحليل الكيميائي لسيراميك الأرضيات

	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P.F.
A	55/65	22/29	0,5/1	0,5/1	0,5/1	0,1/0,5	1/2	0,/1,5	6/8
B	50/60	25/30	0,/1	0,5/1	0,1/0,5	0,1/0,5	0,5/1	0,5/1	7/12
C	60/65	15/20	0,1/0,5	3/5	1/2	0,5/1	2/3	1/1,5	6/8
D	65/75	12/18	0,1/0,5	0,5/1	0,5/1	0,5/1	6/8	1/2	1,5/2,5
E	69/71	18/20	0,2/0,5	0,5/1	0,/1	0,1/0,5	1/1,5	6/7	0,5/1
F	80/82	9/11	1/1,5	1/3	1/2	0,5/1	2/3	1/2	2/4
G	92/96	2/3	0,5/1	1/2	0,5/1	0,5/1	0,1/0,5	0,1/0,5	1/3

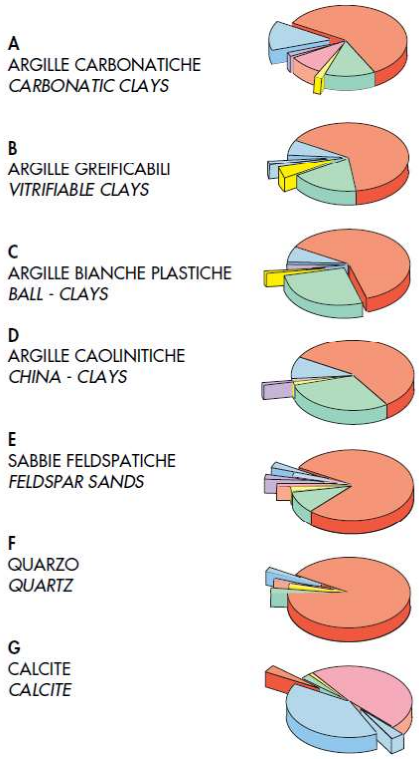


الشكل (1) المواد الخام الداخلة في خلطة سيراميك الأرضيات

ويظهر الشكل (2) المواد الخام الداخلة في تركيب خلطة سيراميك الجدران، وكما يظهر الجدول (2) التحليل الكيميائي للمواد الداخلة في تركيب خلطة سيراميك الجدران ونسبها.

الجدول (2) التحليل الكيميائي للمواد الداخلة في خلطة سيراميك الجدران

	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P.F.
A	55/65	12/15	0,1/0,5	1/3	8/10	1/2	1/2	0,5/1,5	12/15
B	60/65	15/20	0,1/0,5	3/5	1/2	0,5/1	2/3	1/1,5	6/8
C	55/65	22/29	0,5/1	0,5/1	0,5/1	0,1/0,5	1/2	0,5/1,5	6/8
D	50/60	25/30	0,5/1	0,5/1	0,1/0,5	0,1/0,5	0,5/1	0,5/1	7/12
E	80/82	9/11	1/1,5	1/3	1/2	0,5/1	2/3	1/2	2/4
F	92/96	2/3	0,5/1	1/2	0,5/1	0,5/1	0,1/0,5	0,1/0,5	1/3
G	2/5	1/3	0,5/1	0,5/1	46/50	2/5	0,5/1	0,5/1	40/42



الشكل (2) المواد الخام الداخلة في تركيب سيراميك الجدران

1.2.الطواعية المغناطيسية:

تعبر الطواعية المغناطيسية عن شدة استجابة المادة للحقل المغناطيسي المطبق، حيث أن التمغنط يتناسب طردا مع الحقل المغناطيسي المطبق لكثير من المواد $M = \chi \cdot H$ (Win وزملاؤه ، 1990)

حيث M: مغنطة المادة وهي العزم المغناطيسي لوحدة الحجم وتعطى بالعلاقة : $M = \frac{m}{V}$ (Youssif وزملاؤه، 2000)، χ: الطواعية المغناطيسية للمادة وهي مقدار بلا واحدة ويمثل استجابة المادة للحقل المغاطيسي الخارجي المطبق، H : الحقل المغناطيسي الخارجي المطبق.

وعند وضع المادة في حقل مغناطيسي خارجي H سوف تتمغنط وينشأ حقل التحريض المغناطيسي في المادة B الذي هو مجموع الحقل الخارجي المطبق والمغنطة المتشكلة ويعطى بالعلاقة : $B=\mu_0 .H+\mu_0 .M$ (Nikolo، 1995; Kittel، Harris ; 1958، Williams، 2009)، حيث $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ ثابت النفوذية المغناطيسية للخلاء. وبتعويض قيمة المغنطة M تصبح العلاقة بالشكل $B=\mu_0 .(1+\chi).H$ ، وبما أن $B_0= \mu_0 . H$ (Nikolo، 1995; Harris، Williams، 2009) يصبح شكل المعادلة

$$B=(1+\chi).B_0 \quad (1)$$

حيث B : الحقل المغناطيسي الداخلي المتحرض في العينة، B_0 : الحقل المغناطيسي الخارجي المتحرض في الوشيعة الثانوية والمطبق على العينة.

يعتمد مقياس الطواعية المغناطيسية المتناوبة على مبدأ التحريض المتبادل التأثير بين الوشائع الأولية والوشائع الثانوية (Youssif وزملاؤه، 2000 ; Shahabuddin ، Alzayed، 2006)، حيث نمرر تيار متناوب في الوشيعة الأولية الأولى فينشأ فرق كمون المتحرض في الوشيعة الثانوية الأولى يساوي فرق الكمون المتحرض في الوشيعة الثانوية الثانية ويعاكسها بالإشارة، بالتالي مجموع فرقي الكمون في الوشيعتين يكون معدوماً وعند وضع العينة في الوشيعة الثانوية الأولى يتغير التدفق الذي يجتاز الوشيعة وينشأ فرق كمون بين طرفي الوشيعتين ناتج عن تحريض العينة و يتم قياس فرق الكمون هذا باستخدام المضخم الطوري (lock–in amplifier).

ويلخص الجدول (3) و (4) تفاصيل ومميزات الوشائع الأولية والثانوية المستخدمة في الدارة

الجدول (3) تفاصيل الوشائع المستخدمة في الدارة

	الوشيعة الأولية	الوشيعة الثانوية الأولى	الوشيعة الثانوية الثانية
عدد اللفات	10000	3000	3000
عدد اللفات في الطبقة الواحدة	540 *لفة*	176 *لفة*	176 *لفة*
طول الوشيعة	100mm	22mm	22mm
نصف القطر الخارجي للوشيعة	21.5mm	17.5mm	17.5mm
نصف القطر الداخلي	13.5mm	7.5mm	7.5mm
نصف القطر الوسطي	17.5mm	12.5mm	12.5mm
قطر السلك المستخدم	0.185mm	0.125mm	0.125mm
مقاومة الوشيعة	623Ω	201Ω	201Ω
التحريضية	1.209	0.252	0.252
الممانعة عند التواتر (*50Hz*)	625.01	201.39	201.39

الجدول (4) مميزات الوشائع المستخدمة في دارة الموازنة

	الوشيعة الاولية الثانية	الوشيعة الثانوية الثالثة
عدد اللفات	*285*	*260*
نصف القطر الخارجي	*26mm*	*16mm*
القطر الداخلي	*16mm*	*16mm*
طول الوشيعة	*45mm*	*85mm*
قطر السلك المستخدم	*0.125mm*	*0.125mm*

وتم حساب الطواعية المغناطيسية للعينات باستخدام العلاقة (Raven، Salim، 2001 ; El–Bialy، Streck، 2009)

$$\chi = \frac{V}{\alpha\, n_s \omega V_m B_0} \qquad (2)$$

حيث χ الطواعية المغناطيسية، α معامل المعايرة، $n_S = \frac{N}{L}$ عدد لفات الوشيعة الثانوية N بواحدة الطول L ، ω تردد الحقل المغناطيسي المطبق $\omega = 2\pi f$ حيث f تواتر الحقل المغناطيسي المطبق، V_mحجم العينة المدروسة، V الفولط الحقيقي المتحرض في الوشيعة Sec_1 ، B_0 الحقل المغناطيسي المطبق.

2. هدف البحث:

وبمأن السيراميك من المواد التي يمكن استخدامها كعوازل في المنشآت لذلك هدف هذا البحث إلى دراسة الطواعية المغناطيسية لعينات من سيراميك الجدران و سيراميك الأرضيات بدلالة كل من الحقل المغناطيسي المطبق و تواتر الحقل المغناطيسي بالإضافة لدراسة تابعية الطواعية المغناطيسية لشكل العينة.

3. مواد وطرائق البحث:

1- العينات المدروسة: تم قص ألواح السيراميك على شكل مكعبات واسطوانات بأبعاد مختلفة، حيث تم جمع 11 عينة من السيراميك تنوعت بين سيراميك أرضيات ($A_1, A_4, A_6, A_9, A_{10}$) وسيراميك جدران ($A_2, A_3, A_5, A_7, A_8, A_{11}$).

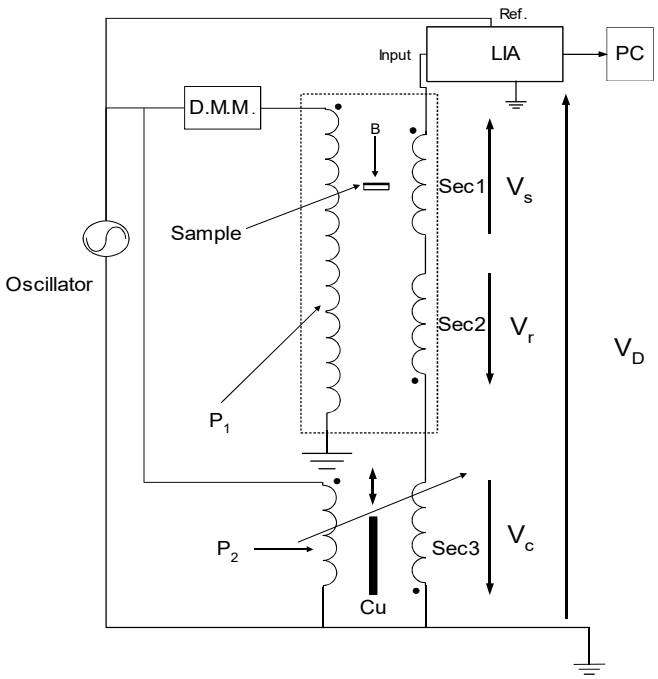
تم عرض وصف لعينات السيراميك المدروسة من حيث الشكل والأبعاده ولون العينات وتنوع هذه العينات بين سيراميك أرضيات وسيراميك جدران، حيث يظهر الجدول (5) وصفا للعينات المدروسة

الجدول (5) وصفا للعينات المدروسة من حيث الشكل والأبعاد والنوع

العينة المدروسة	شكل العينة	لون العينة	نوع عينة السيراميك	أبعاد العينة
A1 C	مكعب	فاتح	جدران	11.1*mm*10.5*mm*9.1*mm*
A2 C	مكعب	غامق	أرضيات	8.1*mm*7.1*mm*8*mm*
A3 C	مكعب	فاتح	أرضيات	6.2*mm*6*mm*8.35*mm*
A4 C	مكعب	فاتح	جدران	7.4*mm*6.4*mm*6.6*mm*
A5 C	مكعب	فاتح	جدران	10*mm*8.1*mm*8*mm*
A6 C	مكعب	فاتح	أرضيات	10.5*mm*10.3*mm*8.4*mm*
A7 C	مكعب	غامق	أرضيات	10.2*mm*9.4*mm*8.4*mm*
A8 C	مكعب	فاتح	أرضيات	10.2*mm*6.4*mm*12.2*mm*
A9 C	مكعب	فاتح	جدران	9.4*mm*7.55*mm*8.25*mm*
A10 C	مكعب	فاتح	جدران	10.7*mm*9*mm*7.5*mm*
A11 C	مكعب	فاتح	أرضيات	10.25*mm*10*mm*9*mm*
A1 S	اسطوانة	فاتح	جدران	8.4*mm*8.8*mm*
A2 S	اسطوانة	غامق	أرضيات	9.8*mm*8.1*mm*
A3 S	اسطوانة	فاتح	أرضيات	8.8*mm*9*mm*
A4 S	اسطوانة	غامق	جدران	8*mm*8.1*mm*
A5 S	اسطوانة	فاتح	جدران	7.1*mm*8.4*mm*
A6 S	اسطوانة	فاتح	أرضيات	9.5*mm*7*mm*
A7 S	اسطوانة	فاتح	أرضيات	11*mm*8.4*mm*
A8 S	اسطوانة	غامق	أرضيات	10.3*mm*8.4*mm*
A9 S	اسطوانة	فاتح	جدران	10.7*mm*8.3*mm*
A10 S	اسطوانة	فاتح	جدران	9.3*mm*8.25*mm*
A11 S	اسطوانة	فاتح	أرضيات	7.1*mm*8.2*mm*

2- الأجهزة المستخدمة:

تم قياس الطواعية المغناطيسية باستخدام مقياس الطواعية المغناطيسية المتناوبة (قاسم، 2014) الذي يتألف من دارة أولى تحتوي على الوشيعة الأولية الأولى P_1 موصولة على التسلسل مع الوشيعة الأولية الثانية P_2 الموجودة في دارة الموازنة والهدف من الوشائع الأولية توليد حقل مغناطيسي متناوب، وتوصلان من خلال مقياس أمبير مع هزازة (مولد تيار متناوب)، ودارة ثانية تتألف من الوشائع الثانوية الأولى والثانية والثالثة (Sec_1, Sec_2, Sec_3) وتوصل على التسلسل مع بعضها البعض والتي توصل مع المضخم الطوري المستخدم لقياس فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثلاثة (Sec_1, Sec_2, Sec_3) الناتج عن العينة، ويظهر الشكل (3) طريقة توصيل جهاز الطواعية المغناطيسية مع المضخم الطوري والمنبع [15]



الشكل (3) طريقة توصيل جهاز الطواعية المغناطيسية مع المضخم الطوري والمنبع

لإجراء القياس يتم وضع العينة المراد دراستها في نهاية حامل العينة ومن ثم إدخال العينة في الوشيعة الثانوية الأولى (Sec1) وتحريكها على طول المحور المشترك للوشيعة الأولية الأولى والوشائع الثانوية حتى نحصل على أكبر قيمة لفرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثلاثة الناتج عن العينة.

4. النتائج ومناقشتها:

تم قياس فرق الكمون المتحرض في الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة كتابع للحقول المغناطيسية المطبقة ولتواترات تلك الحقول من أجل عينات بأشكال مختلفة، ولوحظ من نتائج القياس أن العلاقة بين فرق الكمون المتحرض الناتج عن العينة والحقول المغناطيسية المطبقة هي علاقة طردية، ومن هذه النتائج تم حساب الطواعية المغناطيسية للعينات المدروسة باستخدام العلاقة (2).

4 .1 عينة سيراميك جدران مكعبة الشكل A_{1c}:

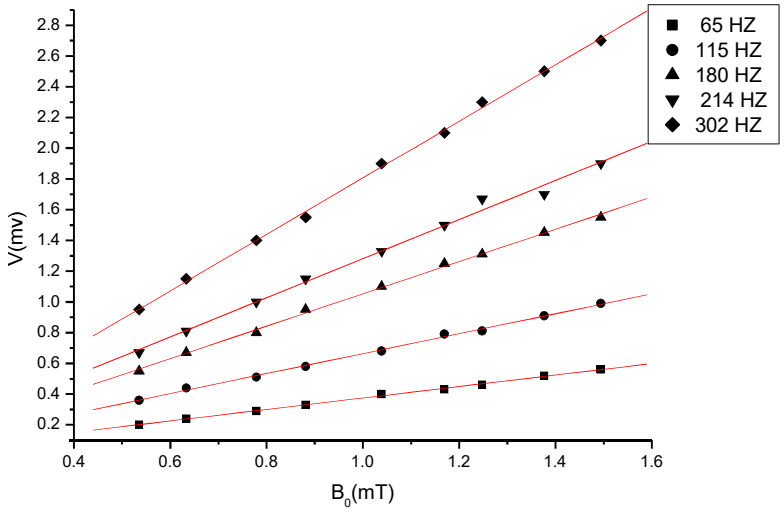
4 .1 .1 قياس فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينات:

تم قياس فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة كتابع للحقول المغناطيسية المطبقة حيث يظهر الشكل (4) قيم فرق الكمون المتحرض بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق من أجل تواترات مختلفة 65Hz, 115Hz, 180Hz, 214Hz , 302Hz , وذلك من أجل عينة سيراميك جدران مكعبة الشكل A1c

نلاحظ من هذا الشكل تزايد فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية بصورة خطية مع تزايد شدة الحقل المغناطيسي المطبق حيث يأخذ القيمة v=0.2mv عند قيمة للحقل B0=0.535mT ويأخذ القيمة v=0.56mv عند قيمة للحقل B0=1.494mT وذلك من أجل تواتر قدرة f=65Hz

كما يأخذ القيمة v=0.95mv عند قيمة للحقل B0=0.535mT ويأخذ القيمة v=2.7 mv عند قيمة للحقل B0=1.494mT وذلك من أجل تواتر قدرة f=302 Hz

فالعلاقة بين فرق الكمون المتحرض والحقل المغناطيسي الخارجي المطبق هي علاقة طردية والمنحنيات عبارة عن مستقيم من الدرجة الأولى حيث أنه بمواءمة هذه المنحنيات باستخدام المعادلة V=c*B0+d حصلنا على الثوابت c و d المبينة في الجدول (6)



الشكل (4) المنحني البياني لفرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة A1c بدلالة شدة الحقل المغناطيسي الخارجي المطبق عند التواترات 65Hz, 115Hz, 180Hz, , 214Hz , 302Hz

الجدول (6) ثوابت المعادلة عند قيم مختلفة لتواتر الحقل المغناطيسي المطبق

F0(Hz)	65Hz	115Hz	180Hz	214Hz	302Hz
c	0.0373	0.6505	1.0514	1.2723	1.323
d	0.0014	0.0126	0.0003	0.0088	−0.03122

2. 1. 4 تأثير تغير الحقل المغناطيسي على الطواعية المغناطيسية:

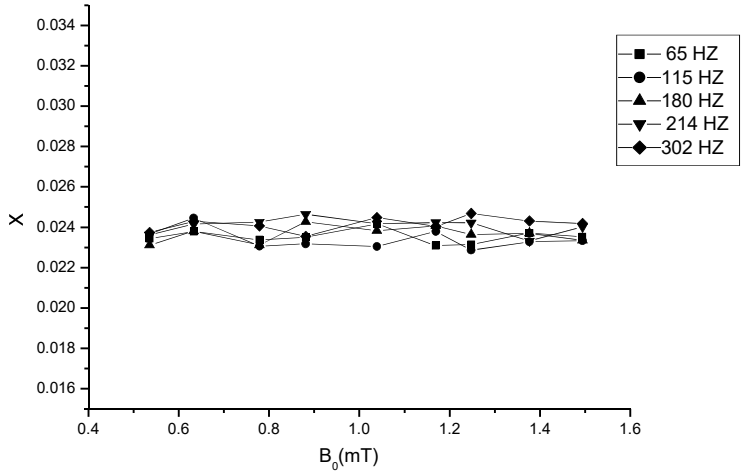
يظهر الشكل (5) قيم الطواعية المغناطيسية بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق من أجل تواترات مختلفة 65Hz, 115Hz, 180Hz, 214Hz , 302Hz , وذلك من أجل عينة سيراميك جدران مكعبة الشكل A_{1c} ومن أجل قيمة لمعامل المعايرة $\alpha=0.6229$، وعدد لفات $n=136000$ لفة بواحدة الطول، ومن أجل حجوم مختلفة للعينات.

نلاحظ من الشكل (5) أن قيم الطواعية المغناطيسية لا تتأثر بالحقل المغناطيسي المطبق وإن هذا التغير إن وجد هو من مستوى ضجيج أجهزة القياس حيث أن الارتياب المطلق في قياس الطواعية المغناطيسية هو من مرتبة (10^{-4}) وإن وسطي قيمة الطواعية المغناطيسية لهذه العينة هي 0.024، وبناءً على هذه القيمة تصنف هذه المواد ضمن الطواعية المغناطيسية

المسايرة حيث تأخذ الطواعية المغناطيسية للمواد المغناطيسية المسايرة قيمة تمتد من : (Harris, Williams. 2009 ; Kittel. 1958)

$$\chi \sim 10^{-2} - 10^{-5}$$

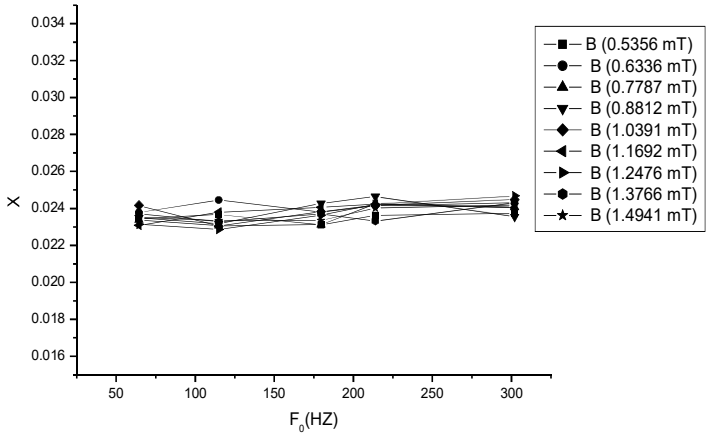
وكذلك نلاحظ من هذا الشكل أن قيمة الطواعية المغناطيسية لهذه العينة لا تتأثر بتواتر الحقل المغناطيسي المطبق وإن التغيرات في قيمة الطواعية من مستوى الضجيج في الأجهزة.



الشكل (5) المنحني البياني للطواعية المغناطيسية لعينة السيراميك A_{1c} مكعبة الشكل بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق عند التواترات 65HZ, 115HZ, 180HZ, 214HZ, 302HZ

3 .1 .4 تأثير تغير تواتر الحقل المغناطيسي على قيمة الطواعية المغناطيسية:

يظهر الشكل (6) تغيرات قيمة الطواعية المغناطيسية بدلالة تواتر الحقل المغناطيسي المطبق من أجل حقول مغناطيسية مختلفة mT (0.53, 0.63, 0.78, 0.88, 1.04, 1.17, 1.25, 1.38, 1.5) وذلك من أجل عينة سيراميك جدران مكعبة الشكل A_{1c} ، نلاحظ من هذا الشكل أن قيم الطواعية المغناطيسية لا تتأثر بالحقل المغناطيسي المطبق وأن مستوى التغير من مستوى ضجيج أجهزة القياس وكذلك نلاحظ من هذا الشكل أن قيمة الطواعية المغناطيسية لهذه العينة لا تتأثر بتغيير شدة الحقل المغناطيسي المطبق وذلك في درجة حرارة المخبر.



الشكل (6) المنحني البياني للطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران A_{1c} مكعبة الشكل بدلالة تواتر الحقل المغناطيسي المطبق عند قيم مختلفة للحقل المغناطيسي تبدأ من 0.5356 mT وحتى 1.4941 mT

4. 2 عينة سيراميك جدران اسطوانية الشكل A_{1s}:

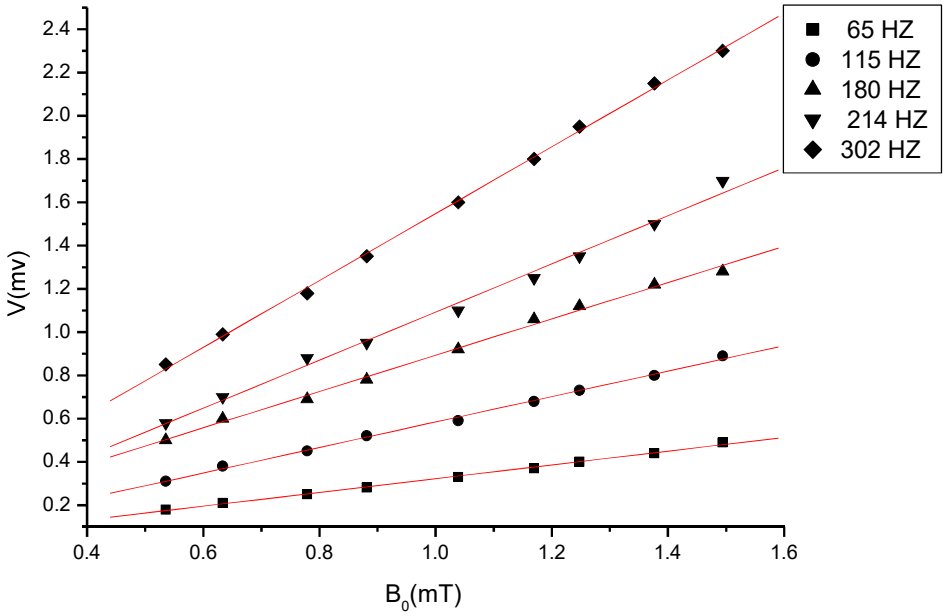
4 .2 .1 قياس فرق الكمون المتحرض الناتج عن العينة:

يظهر الشكل (7) قيم فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق من أجل تواترات مختلفة 65Hz, 115Hz, 180Hz 302Hz , 214Hz , وذلك من أجل عينة سيراميك جدران اسطوانية الشكل A1S

نلاحظ من هذا الشكل تزايد فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية بصورة خطية مع تزايد الحقل المغناطيسي المطبق حيث يأخذ القيمة v=0.18mv عند قيمة للحقل B0=0.535mT ويأخذ القيمة v=0.49mv عند قيمة للحقل B0=1.494mT وذلك من أجل تواتر قدرة f=65Hz

كما يأخذ القيمة v=0.85mv عند قيمة للحقل B0=0.535mT ويأخذ القيمة v=2.3 mv عند قيمة للحقل B0=1.494mT وذلك من أجل تواتر قدرة f=302 Hz

فالعلاقة بين فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة والحقل المغناطيسي الخارجي هي علاقة طردية والمنحنيات عبارة عن مستقيم من الدرجة الأولى حيث أنه بمواءمة هذه المنحنيات باستخدام الشكل V=c*B0+d حصلنا على الثوابت c و d المبينة في الجدول (7)



الشكل (7) المنحني البياني لفرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة A1S بدلالة شدة الحقل المغناطيسي الخارجي المطبق عند التواترات 65Hz, 115Hz, 180Hz, , 214Hz , 302Hz

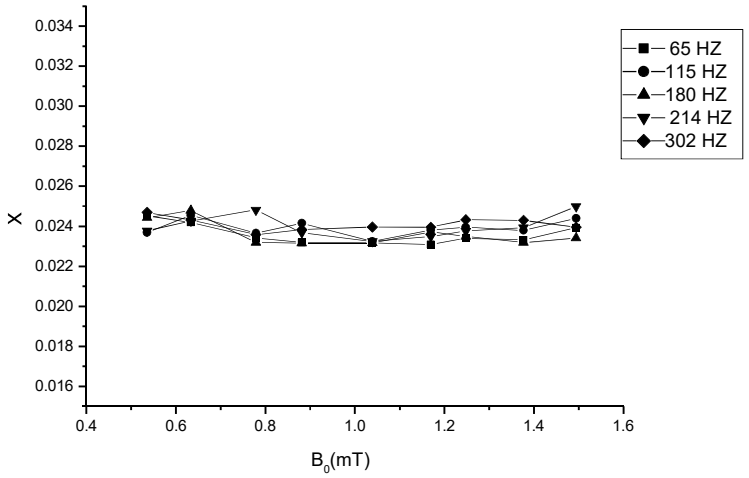
والجدول (7) يبين ثوابت تلك المعادلات عند كل تواتر

التواتر	65Hz	115Hz	180Hz	214Hz	302Hz
c	0.03189	0.58891	0.84012	1.11187	1.5454
d	0.00437	−0.00468	0.05309	−0.01893	0.0022

4. 2. 2 تأثير تغير الحقل المغناطيسي على الطواعية المغناطيسية:

يظهر الشكل (8) تغير قيمة الطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران اسطوانية الشكل A_{1s} بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق من أل قيم مختلفة لتواتر الحقل المغناطيسي 65Hz, 115Hz, 180Hz, 214Hz, 302Hz

نلاحظ من الشكل السابق أن قيمة الطواعية المغناطيسية لعينة السيراميك اسطوانية الشكل A_{1s} لا تتأثر بتغير شدة الحقل المغناطيسي المطبق ووسطي قيمة الطواعية المغناطيسية لهذه العينة 0.024 وهي تتوافق مع (Gleizes، 1993 ; Boulos، 1972) وذلك من أجل كافة تواترات الحقل المغناطيسي المدروسة والتغير الموجود ناتج عن ضجيج أجهزة القياس .

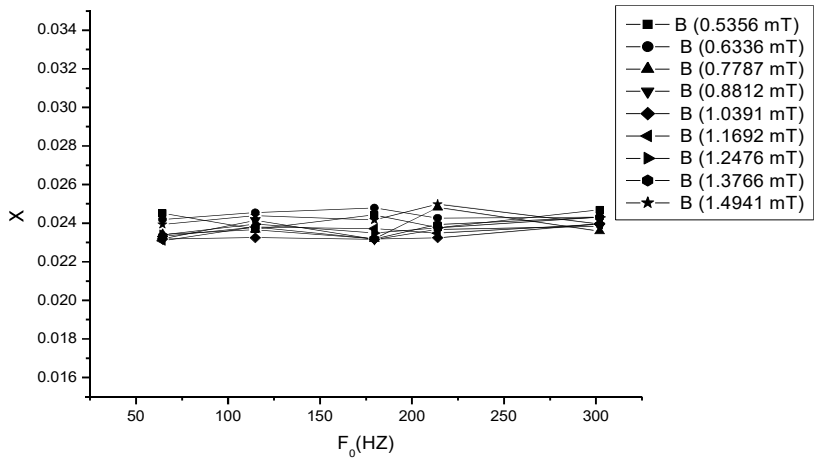


الشكل (8) المنحني البياني للطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران A_{1s} اسطوانية الشكل بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق عند التواترات 65HZ, 115HZ, 180HZ, 214HZ, 302HZ

4. 2 .2. تأثير تغير تواتر الحقل المغناطيسي على قيمة الطواعية المغناطيسية:

يظهر الشكل (9) تغيرات قيمة الطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران اسطوانية الشكل بدلالة تواتر الحقل المغناطيسي المطبق عند قيم مختلفة لشدة الحقل المغناطيسي المطبق تتراوح بين 0.53 mT و 1.5 mT

نلاحظ من الشكل السابق أن قيمة الطواعية المغناطيسية لعينة السيراميك اسطوانية الشكل A_{1s} لا تتأثر بتغير تواتر الحقل المغناطيسي المطبق وذلك من أجل كافة تواترات الحقل المغناطيسي المدروسة والتغير الموجود ناتج عن ضجيج أجهزة القياس .



الشكل (9) المنحني البياني للطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران A_{1s} اسطوانية الشكل بدلالة تواتر الحقل المغناطيسي المطبق عند قيم مختلفة للحقل المغناطيسي تبدأ من 0.5356 mT وحتى 1.4941 mT

وتم قياس الطواعية المغناطيسية لعينات أخرى مكعبية واسطوانية الشكل ولم نضع كافة الأشكال هنا بهدف الاختصار إنما قمنا بتلخيص قيم الطواعية المغناطيسية لهذه العينات في الجدول (6) حيث كانت قيم الحقل المغناطيسي المطبق تتراوح بين 0.5356 mT و 1.4941 mT عند تواترات الحقل المغناطيسي 65Hz, 115Hz, 180Hz, 214Hz, 302Hz

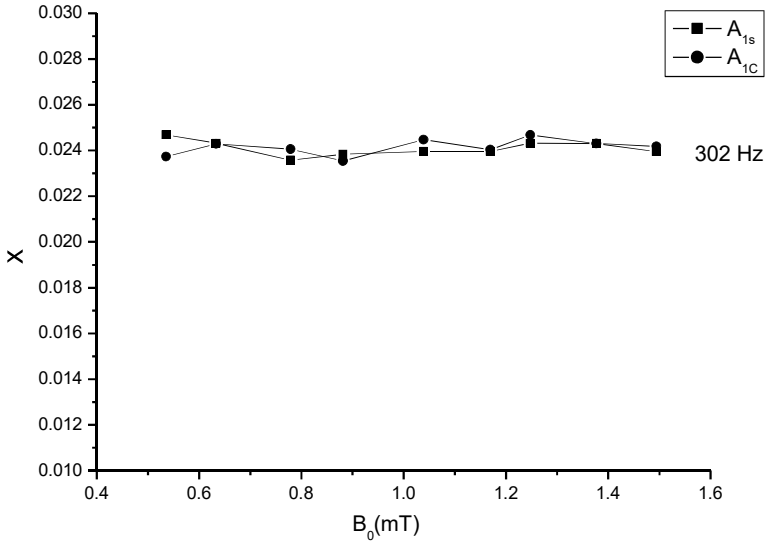
الجدول (8) قيم الطواعية المغناطيسية للعينات من أجل قيم مختلفة للحقل المغناطيسي المطبق

الشكل	مكعب	اسطوانة
العينة	وسطي قيمة الطواعية المغناطيسية	وسطي قيمة الطواعية المغناطيسية
عينة سيراميك جدران A_1	0.024	0.024
عينة سيراميك أرضيات A_2	0.0032	0.0032
عينة سيراميك أرضيات A_3	0.003	0.003
عينة سيراميك جدران A_4	0.019	0.019
عينة سيراميك جدران A_5	0.028	0.028
عينة سيراميك أرضيات A_6	0.004	0.004
عينة سيراميك أرضيات A_7	0.0035	0.0035
عينة سيراميك أرضيات A_8	0.0055	0.0055
عينة سيراميك جدران A_9	0.015	0.015
عينة سيراميك جدران A_{10}	0.009	0.009
عينة سيراميك أرضيات A_{11}	0.0072	0.0072

4. 3. تأثير شكل العينة على الطواعية المغناطيسية:

بغية دراسة تأثير شكل العينة على الطواعية المغناطيسية و باستخدام الأشكال (5) و(8) قمنا بمقارنة الطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران مكعبة الشكل A_{1c} مع عينة سيراميك الجدران اسطوانية الشكل A_{1s} بدلالة الحقل المغناطيسي عند التواتر 302Hz كما هو مبين في الشكل (10)

نلاحظ من هذا الشكل أن أنه لا يوجد تأثير لشكل العينة على قيمة الطواعية المغناطيسية ضمن مجال الحقل المغناطيسي المطبق ومن أجل التواترات Hz(65, 115, 180, 214, 302) وهذا ينطبق على كافة العينات في الجدول (4) ومن أجل مجال شدات الحقول المغناطيسية المدروسة وتواتراتها. ومن هنا نستنتج أن الحقل المغناطيسي يخترق العينات كافة وأن قيمة الحقل داخل العينة مساوية تقريباً لقيمة الحقل الخارجي المطبق حيث نلاحظ أن قيمة χ صغيرة جداً من رتبة 10^{-3} وهذا يتوافق مع العلاقة $B=(1+\chi).B_0$ (Nikolo، 1995؛ Harris، Williams، 2009)



الشكل (10) المنحني البياني للطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران مكعبة واسطوانية الشكل بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق وذلك عند التواتر 302Hz

5. الاستنتاجات:

نلاحظ من الأشكال السابقة أن قيمة الطواعية المغناطيسية لعينات سيراميك الأرضيات وسيراميك الجدران المدروسة لا تتأثر بتغيرات شدة الحقل المغناطيسي وتواتراته وذلك عند مجال شدات الحقل المغناطيسي المدروسة وتواتراتها في درجة حرارة المخبر والتغير إن وجد من مستوى ضجيج أجهزة القياس، كما تبين من خلال نتائج البحث أن الحقل المغناطيسي يخترق كامل العينة و أن قيمة الحقل المغناطيسي الداخلي مساو تقريبا لقيمة الحقل المغناطيسي الخارجي ذلك لأن قيمة الطواعية المغناطيسية صغيرة جداً من رتبة 10^{-3}

و أنه لا يوجد تأثير لشكل العينة على قيمة الطواعية المغناطيسية، وهذا يمكننا من استنتاج أنه لا يوجد تيارات سطحية اهذه العينات تحجب الحقل المغناطيسي المطبق وبالتالي يمكننا القول أن هذه المواد عازلة ضمن الحقول والتواترات المطبقة مما يجعلها مؤهلة لاستخدامها كعوازل كهربائية في المنشآت، كما نلاحظ أن قيم الطواعية المغناطيسية لسيراميك الجدران تراوحت

بين 0.009 و 0.028 بينما قيم الطواعية المغناطيسية لسيراميك الأرضيات تراوحت بين 0.003 و 0.0072 ويعزى هذا الإختلاف إلى طبيعة تركيب كل من سيراميك الأرضيات وسيراميك الجدران ، حيث أن تركيب كل من سيراميك الأرضيات والجدران هو ذاته لكن الإختلاف في نسبة هذه المواد في الخلطة.

وكذلك تأتي أهمية نتائج ها البحث من دراسة سلوك هذه المواد بالحقول المغناطيسية الضعيفة القريبة من الحقول المغناطيسية الناتجة عن تيارات المدينة وبدلالة تواترات حقول مغناطيسية قريبة من تواتر المدينة فإن له أهمية كبيرة لمعرفة عازلية هذه المواد ضمن هذه الشروط.

6. التوصيات:

كنا نأمل أن تتم دراسة سلوك هذه المواد بتطبيق حقول مغناطيسية عالية ودرجات حرارة منخفضة ولكن لعدم الإمكانية التجريبية حاليا نقترح أن تكون هذه الدراسة ضمن توصيات لأبحاث مستقبلية.

7. المراجع:

1. قاسم، نسرين. (2014). تصميم وبناء جهاز الطواعية المغناطيسية المتناوبة ومعايرته في درجة حرارة الغرفة. (أطروحة ماجستير)، جامعة دمشق، كلية العلوم، قسم الفيزياء.
2. Boulos, K., Mohamed, N., & Ismail, T. (1972). Densities, magnetic susceptibilities and radioactivity of the different rocks in the northern parts of ElShayib and Safaga areas of eastern desert. Egyptian Geological Survey and Mining Authority (EGMSA). an internal report.
3. Ceramic, B. R. E. F. (2007). Reference document on the best available techniques in the ceramic manufacturing industry.
4. Dana, K., & Das, S. K. (2003). High strength ceramic floor tile compositions containing Indian metallurgical slags. Journal of materials science letters, 22(5), 387-389
5. Deqing, W., & Ziyuan, S. (2003). Effect of ceramic particles on cell size and wall thickness of aluminum foam. Materials Science and Engineering: A, 361(1-2), 45-49.
6. El-Bialy, M. Z., & Streck, M. J. (2009). Late Neoproterozoic alkaline magmatism in the Arabian–Nubian Shield: the postcollisional A-type granite of Sahara–Umm Adawi pluton, Sinai, Egypt. Arabian Journal of Geosciences, 2(2); 151-174.
7. El-Fadaly, E., Bakr, I. M., & Breka, M. A. (2010). Recycling of ceramic industry wastes in floor tiles recipes. Journal of American Science, 6(10); 241-247
8. Gleizes, G., Nédélec, A., Bouchez, J. L., Autran, A., & Rochette, P. (1993). Magnetic susceptibility of the Mont Louis andorra ilmenite type granite (Pyrenees): A new tool for the petrographic characterization and regional mapping of zoned granite plutons. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 98(B3); 4317-4331

9. Harris, I. R., & Williams, A. J. (2009). Magnetic materials. Material science and engineering, 2; 49-84.

10. Kittel, C., (1958) introduction to solid state physics ,8th ed . Wiley.

11. Nikolo, M. (1995). Superconductivity: A guide to alternating current susceptibility measurements and alternating current susceptometer design. American Journal of Physics, 63(1); 57-65.

12. Pelino, M. (2000). Recycling of zinc-hydrometallurgy wastes in glass and glass ceramic materials. Waste Management, 20(7); 561-568.

13. Raven, M. S., & Salim, M. (2001). Design aspects of a differential magnetic susceptometer for high temperature superconductors. Measurement Science and Technology, 12(6); 744.

14. Shahabuddin, M., & Alzayed, N. S. (2006). Design of ac susceptometer using closed cycle helium cryostat. physica status solidi c, 3(9); 3002-3006.

15. Shipton, S. (2001). U.S. Patent No. 6,282,855. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

16. Win, W., Wenger, L. E., Chen, J. T., Logothetis, E. M., & Soltis, R. E. (1990). Nonlinear magnetic response of the complex AC susceptibility in the YBa2Cu3O7 superconductors. Physica C: Superconductivity, 172(3-4); 233-241.

17. Yekta, B. E., Alizadeh, P., & Rezazadeh, L. (2006). Floor tile glass-ceramic glaze for improvement of glaze surface properties. Journal of the European Ceramic Society, 26(16), 3809-3812.

18. Youssif, M. I., Bahgat, A. A., & Ali, I. A. (2000). AC magnetic susceptibility technique for the characterization of high temperature superconductors. Egyptian Journal of Solids, 23(2); 231-250