

دراسة كفاءة الأداء للبناء الجاهز دراسة تأثير ليزر النيديميوم- زجاج على خواص العزل الكهربائي للمواد السيراميكية

م.م. نادية محمد جاسم

كلية العلوم- جامعة ديالى

(الاستلام:- ٢٣/١٠/٢٠١١ ، القبول:- ١٩/٢/٢٠١٢)

الخلاصة

(ليزر النيديميوم- زجاج ، السيراميك، ثابت العزل الكهربائي) ان الهدف من إجراء هذا البحث هو دراسة تأثير ليزر النيديميوم- زجاج على خواص العزل الكهربائي للجسم السيراميكي ومقارنة نتائج ثابت العزل الكهربائي للجسم السيراميكي بدون تأثير أشعة الليزر. ان طريقة العمل تضمنت جزئين : الجزء الأول تم حساب ثابت العزل الكهربائي لجسم سيراميكي محضر من ثلاث مواد وهي (كاؤولين دويخله، رمل زجاج ارضمة وفلدسبار البوتاسيوم) ويسمك (3-3.5mm) باستخدام جهاز LCR meter من نوع Agilenty 4294Aparcil Imperlence حيث تم حساب قيمة ثابت العزل الكهربائي للجسم السيراميكي Dielectrically Constant من قيمة المتسعة الناتجة من تغير التردد. إما الجزء الثاني من البحث فقد تضمن تسليط اشعة ليزر النيديميوم زجاج وبطاقات مختلفة $E= 600, 700, 800mJ$ ، على النماذج السيراميكية وحساب ثابت العزل الكهربائي لها مرة أخرى ومن ثم مقارنة قيمة ثابت العزل الكهربائي للنماذج السيراميكية معه وبدون تأثير أشعة الليزر.

الكلمات الدالة: النماذج السيراميكية ،ليزر النيديميوم ،اشعة الليزر ،العزل الكهربائي.

المقدمة

تتميز معظم المواد السيراميكية بالمقاومة الكهربائية النوعية العالية، وذلك بسبب الترابط بين ذرات المواد التي تكون تلك الاجسام^(١) .ويعد ثابت العزل الكهربائي Dielectric Constant احد خواص العزل الكهربائي فأذا اخذنا لوحين معدنيين متوازيين مساحة كل منهما (A) فأنهما يكونان متسعة سعتها (Co) وتعتمد على سماحية الفراغ ϵ_0 او سماحية المادة العازلة وهذا يعتمد على الحيز الفارغ بين اللوحين^(٢) .ان قيمة ثابت العزل الكهربائي تتأثر بالتغيرات في التركيب وطريقة التصنيع والكثافة والمسامية ودرجة الحرارة وتردد الفولطية المسلطة^(٣,٤) في عام ١٩٩٤ قام الباحث F.SAURE بدراسة تأثير زيادة نسبة المادة الرابطة في الخواص العزلية الكهربائي^(٥) . كما قام الباحث Petre في عام ٢٠٠١ بدراسة تأثير المواد الملدنة ولمواد الرابطة والمواد المزيطة على خواص المواد السيراميكية حيث انه يمكن تنفيذ نظام القولية بالحقن في خطوط تشغيل متواصلة قادرة على انتاج وصناعة اجزاء سيراميكية مقولية بالحقن^(٦) .

في عام ٢٠٠٥ قام الباحث Almajmae بدراسة ثابت العزل الكهربائي لجسم سيراميكي ومحضر بثلاث خلطات (حيث كل خلطة تحتوي على نسبة وزنية معينة من المادة الرابطة Binder وكانت Polyvinybutyral ومادة

ملدنة pasticizer وكانت Phasthalie acid ester) وقد اكد الباحث على ان الخلطة التي تحتوي على نسبة المادة الرابطة اكثر هي التي اعطت اعلى ثابت عزل (٧).

الجزء العملي

حساب ثابت العزل الكهربائي للجسم السيراميكي بدون تأثير اشعة الليزر تضمن هذا الجزء حساب قيمة ثابت العزل الكهربائي للجسم السيراميكي المكون من ثلاث مواد وهي (كاؤولين دويخله، رمل زجاج ارضمة، وفلدسبار البوتاسيوم) حيث تم خلط المواد بطريقة الخلط الانتزاعي وحضرت ثلاث مجاميع للمواد (الملدنة، الرابطة، المزيتة) وكانت نسبة المادة المزيتة ثابتة للمجاميع كافة حيث استخدم في هذا البحث Polyvinyl Butyral كمادة رابطة و Phathlic acid ester كمادة ملدنة و Paraffin Wax pastilled كمادة مزيتة، والجدول (١) يوضح ذلك. حضرت هذه المجاميع بأذابة كل من المادة الرابطة والمادة الملدنة والمادة المزيتة ونسب وزنية مختلفة في (100ml) من مذيب Xylolzul analyse في حمام مائي بدرجة حرارة تصل الى 90 درجة مئوية مع استمرار الخلط وذلك باستخدام خلاط ذي الارياش الماني الصنع الى ان يتم الحصول على خلطات متجانسة وعدم وجود مواد غير ذائبة في الخلطة. وقد شكلت النماذج بطريقة مقارنة لطريقة القولبة بالحقن ولبدت في فرن كهربائي بدرجة حرارة تليد تصل الى 1100 درجة مئوية. تم حساب ثابت العزل الكهربائي للنماذج السيراميكية المحضرة ذات سمك (3-3.5mm) حيث تم قياس كل من المقاومة Resistance والسعة Capacity وباستخدام جهاز LCR meter وبتسليط فولتية مقدارها 500mV وبذلك تم حساب ثابت العزل الكهربائي Dielectric Constant من قيمة المتسعة الناتجة من تغيير التردد وحسب العلاقة التالية (٨):

$$C_o = \frac{\epsilon_o A}{d} \quad (1)$$

وتدعى (ϵ_o) بسماحية الفراغ وهي كمية ثابتة وتساوي (8.85×10^{-12} F/m) [10,9]. أم إذا استبدل الحيز الفراغ بين اللوحين بمادة عازلة فإن السعة تزداد إذ تصبح (١٠):

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \quad (2)$$

$$\epsilon = \frac{Cd}{A} \quad (3)$$

وتدعى (ϵ) بسماحية المادة العازلة التي تفصل اللوحين أو السماحية المطلقة ولها نفس وحدات (ϵ_o) (F/m). ومن المعادلتين (٢) و (٣) يمكن ملاحظة أن نسبة قيمة السعة عند وجود العازل هي (١٠):

$$\frac{C}{C_o} = \frac{\epsilon}{\epsilon_o} \quad (4)$$

وتدعى هذه النسبة بالسماحية النسبية (Relative Permittivity) أو ثابت العزل (Dielectric Constant) ويرمز له بالرمز ϵ' والتي يمكن تعريفها بأنها النسبة بين سماحية المادة إلى سماحية الفراغ، أي أن:

$$\epsilon' = \frac{\epsilon}{\epsilon_o} \quad (5)$$

بتعويض المعادلة (٤) و (٥) نحصل على (٩):

$$\epsilon' = \left(\frac{1}{\epsilon_o} \right) \left[\frac{d}{A} C \right] \quad (6)$$

حيث أن:

$$d = \text{سمك النموذج (mm)}.$$

$$A = \text{المساحة الفعالة للنموذج (mm)}.$$

$$C = \text{قيمة السعة المقاسة (PF)}.$$

ثانياً- حساب ثابت العزل الكهربائي للجسم السيراميكي بتأثير اشعة ليزر النيديميوم زجاج في الجزء الثاني من البحث تم تسليط شعاع ليزر النيديميوم- زجاج بطول موجي $1.06\mu\text{m}$ على النموذج (C) وبطاقات اشعاع مختلفة من الملي جول ($E= 600, 700, 800 \text{ mJ}$) على النموذج وحساب ثابت العزل الكهربائي لها والجداول (٧ و٦ و٥) توضح ذلك.

مناقشة النتائج

١- حساب ثابت العزل الكهربائي للجسم السيراميكي بدون تأثير اشعة الليزر. من خلال النظر الى الجداول(والاشكال (1-3) نلاحظ ان قيمة ثابت العزل الكهربائي يزداد بزيادة نسبة المادة الرابطة (Binder) وقد اعطى النموذج السيراميكي (C) اعلى قيمة لثابت العزل الكهربائي حيث كانت نسبة المادة الرابطة فيها اعلى نسبة وكانت 85% ويليها النموذج السيراميكي (B) وكانت نسبة المادة الرابطة 75%، فيما اعطى النموذج السيراميكي (A) اقل قيمة لثابت العزل الكهربائي لان نسبة المادة الرابطة فيها اقل وكانت 65%، حيث ان المادة الرابطة تقوم بمليء المسامات الموجودة في التركيب البلوري مما يؤدي الى نقصان المسامية التي تساهم في عملية التوصيل الكهربائي وبالتالي سوف تؤدي الى زيادة الكثافة وهذا بدوره يؤدي الى تحسين الخواص العزلية الكهربائية للنموذج السيراميكي، وقد يعزى سبب الزيادة في قيمة ثابت العزل الكهربائي الى تزايد الاستقطابية البيئية الناشئة بين الاطوار والمسامات داخل الجسم السيراميكي^(١٠).

٢- حساب قيمة ثابت العزل الكهربائي للجسم السيراميكي بتأثير اشعة ليزر النيديميوم-زجاج. تم اختيار النموذج السيراميكي (C) لانه اعطى اعلى قيمة لثابت العزل الكهربائي ومن خلال النظر الى الجداول(5-7) والاشكال(4-6) نلاحظ ان قيمة ثابت العزل الكهربائي يزداد بزيادة الطاقة الليزرية المسلطة عليه وهذا بدوره يؤدي الى تقليل مسامية المادة ويؤدي الى تحسين الخواص العزلية الكهربائية والمتمثلة بزيادة قيمة ثابت العزل الكهربائي ونقصان قيمة التوصيلية الكهربائية وزيادة قيمة المقاومة الكهربائية. كما نلاحظ ان قيمة ثابت العزل الكهربائي يقل مع زيادة التردد لان ثابت العزل الكهربائي يعتمد على حركة الشحنات وثنائيات الاقطاب في العازل فتأثير هذه الحركة يؤدي الى تغير اتجاه ثنائيات الاقطاب في المادة^(١١،١٢) ان تأثير اشعة الليزر المسلطة على الجسم السيراميكي يؤدي الى الحصول على جسم صلب ومتماسك متحولا بذلك الجسم السيراميكي من جسم مسامي الى جسم قوي وكثيف وذلك لغرض تحسين الخواص الكهربائية^(١٣). ان الزيادة في طاقة الاشعاع الليزري تؤدي الى زيادة فاعلية اندماج المسامات وتقارب الحبيبات الى الدرجة ان يتوقع ان تتحول فيها المسامات الكبيرة الى مسامات صغيرة جدا. لقد اعطت افضل النتائج عند تأثير اشعة الليزر بطاقة $E=600 \text{ mJ}$ لكن عند الطاقات $E= 700,800 \text{ mJ}$ وعند اخذ القيم لثابت العزل الكهربائي نلاحظ حصول الخطأ عند قراءة الجهاز ذلك لحصول التشققات في الجسم السيراميكي حيث ادى التقصص عالي جدا وظهور التشققات لذلك يجب ان تكون الطاقة الليزرية المسلطة اقل من هذه القيم لتجنب انكماش الجسم السيراميكي الى درجة كبيرة وظهور التشققات وهذا بدوره لا يؤثر فقط على الخواص الكهربائية للجسم السيراميكي بل يؤثر ايضا على الخواص الميكانيكية ومنها متانة الجسم السيراميكي.

الاستنتاجات

- ١- كلما زادت نسبة المانة الرابطة في المادة السيراميكية (Binder) كلما تحسنت الخواص العزلية الكهربائية وقلت التوصيلية الكهربائية. وهذا ما لاحظناه في الجدول (١) حيث كانت نسبة المادة الرابطة في النموذج السيراميكي (C) 85% وهي اعلى نسبة وقد اعطت اعلى قيمة لثابت العزل الكهربائي وكان 6.05
- ٢- ان تأثير اشعة ليزر النيديميوم- زجاج على الجسم السيراميكي يؤدي الى تحسين خواص العزل الكهربائي حيث يزداد قيمة ثابت العزل الكهربائي بتأثير اشعة الليزر حيث كان 6.8 وكذلك تزداد قيمة ثابت العزل الكهربائي بزيادة الطاقة الليزرية لكن يجب الانتباه أن لا تؤدي زيادة الطاقة إلى حدوث تشققات في الجسم السيراميكي وهذا ما حصل عند تسليط اشعة الليزر بطاقات 700,800 Mj.
- ٣- ان وجود الفراغات (المسامات) في الجسم السيراميكي وبإحجام كبيرة يؤدي إلى نقصان في قيمة ثابت العزل الكهربائي وزيادة التوصيلية الكهربائية وهذا بدوره يؤثر سلبيا على الخواص العزلية الكهربائية.

المصادر

1. شروق صباح عبد العباس، دراسة الخواص الفيزيائية للعازل الكهربائي السيراميكي ذي الجهد العالي"، رسالة ماجستير، جامعة بابل، (٢٠٠٢).
2. W. D. Kingery, (1960) "Thermal Conductivity of Ceramic Dielectric Progress in Ceramic Science", Vol. 2, J. E. Burke ed. Pergamon on Press).
3. Blumethal, R. N. and Setiz. M. A., (1989) "Experimental Techniques Electrical Conductivity in Ceramic and Glass, Part (A), (N. M. Tallened), Mrcel Dekker Inc., New York.
4. Tareev, B., (1979) "Physics of Dielectric materials", Mir Publishers, Moscow, pp. 13 – 16, 44 – 48.
5. F. Saure., (1994), shwand of Federal republic of Germany" Injection moulding" Inter ceramic, vol.33, pp.[1-2].
6. Peter R,(2001) ," An approach to cost Efficient preparation of ceramic injection – moulding compounds", Inter ceramic , vol.23, No.1.
7. Al- Majmaee , A,M, 2005 "The Use of Plastic Component Pyramid for Forming a Ceramic body and Studying some physical properties",thesis,Msc, Al- Mustansiria University.
8. Harrop, P. J., (1972) "Dielectrics Butter Worth and Co., Publishers, Ltd. London, Butter Worths.
9. [www.ceramic materials](http://www.ceramicmaterials.com) (2011).
10. Omar, M. A., (1975) "Elementary Solid State physics: Principles and Applications: Addition Wesley Publishing Company Inc., London.
11. Smyth, Ch. Ph., (1955) "Dielectric Behavior and Structure", McGraw – Hill Book Company Inc., New York.

12. -Kinsler, D. L., (1971) "Electrical Conduction in Glass and Glass Ceramics. Physics of Electronic Ceramics, Part A, (L. L. hench and D. B. Dove ed.), Marcel Dekker, Inc., New York.
13. Gone folgen, (2005) " Laser material processing" Hand Book, New York.

جدول (١): يوضح نسب مكونات النماذج السيراميكية (الملدنة، الرابطة، المزيتة) والمواد الداخلة في تكوين النموذج السيراميكي.

رمز النموذج	المادة الرابطة Binder	المادة الملدنة Pasticizer	المادة المزيتة Lubricant	المادة المذيبة Solvent	كاؤولين دويخلة	رمل زجاج ارضمة	فلدسبار البوتاسيوم
	Polyvinyl butyral	Phathalie acidester	Paraffin pastillated	Xylolzul Analyse	النسبة الوزنية%	النسبة الوزنية%	النسبة الوزنية%
	النسبة الوزنية%	النسبة الوزنية%	النسبة الوزنية%	النسبة ml			
A	65	25	10	100	20	25	30
B	75	15	10	100	30	25	30
C	85	5	10	100	40	25	30

جدول (٢): يوضح مقدار ثابت العزل الكهربائي للنموذج السيراميكي (A).

Dielectric constant ϵ'	Rp	Frequency F
4.47	$1.9 \cdot 10^7$	40
4.37	$2.13 \cdot 10^6$	$7.5 \cdot 10^4$
4.3	$8.65 \cdot 10^5$	$1.5 \cdot 10^5$
4.23	$4.98 \cdot 10^5$	$2.26 \cdot 10^5$
4.18	$3.76 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$
4.05	$3.3 \cdot 10^5$	$3.82 \cdot 10^5$

جدول (٣): يوضح مقدار ثابت العزل الكهربائي للنموذج السيراميكي (B).

Dielectric constant ϵ'	Rp	Frequency F
5.62	$2.47*10^5$	$3.75*10^5$
5.58	$1.86*10^5$	$4.5*10^5$
5.41	$1.47*10^5$	$5.25*10^5$
5.32	$1.22*10^5$	$6.00*10^5$
5.22	$1.00*10^5$	$6.78*10^5$
5.03	$9.97*10^4$	$6.91*10^5$

جدول (٤): يوضح مقدار ثابت العزل الكهربائي للنموذج السيراميكي (C).

Dielectric constant ϵ'	Rp	Frequency F
6.05	$8.59*10^4$	$7.5*10^5$
5.88	$7.67*10^4$	$8.25*10^5$
5.78	$6.57*10^4$	$9.00*10^5$
5.60	$5.86*10^4$	$9.76*10^5$
5.51	$5.53*10^4$	$1.05*10^6$
5.33	$5.18*10^4$	$1.14*10^6$

جدول (٥): يوضح قيمة ثابت العزل الكهربائي للنموذج السيراميكي (C) عند تسليط اشعة ليزر النيديميوم- زجاج بطاقة E=600mJ

Dielectric constant ϵ'	Rp	Frequency F
6.82	$8.90 \cdot 10^3$	$3.40 \cdot 10^6$
6.50	$8.22 \cdot 10^3$	$3.55 \cdot 10^6$
6.42	$7.71 \cdot 10^3$	$3.80 \cdot 10^6$
6.30	$7.10 \cdot 10^3$	$3.90 \cdot 10^6$
6.18	$6.89 \cdot 10^3$	$4.00 \cdot 10^6$
5.91	$6.50 \cdot 10^3$	$4.20 \cdot 10^6$

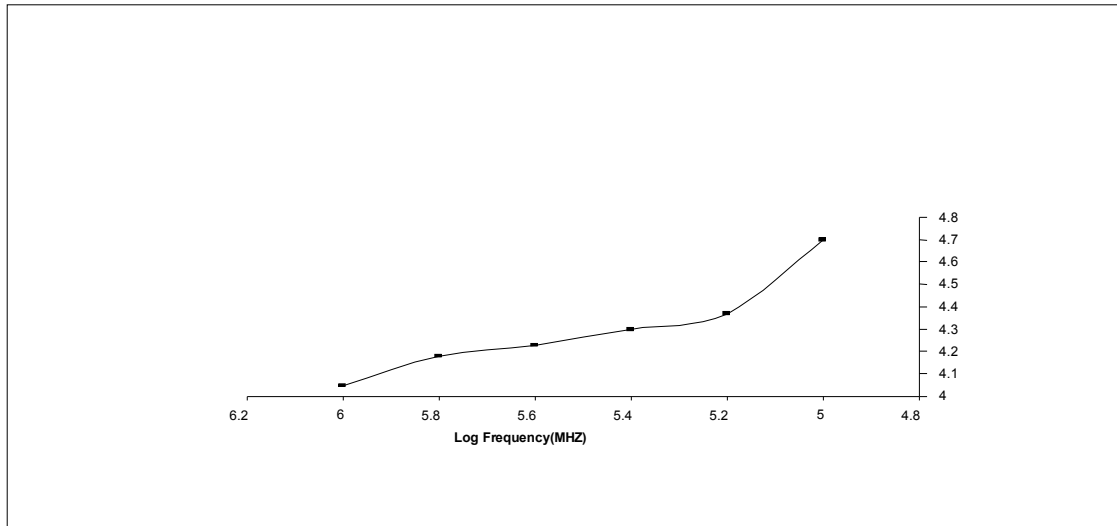
جدول (٦): يوضح قيمة ثابت العزل الكهربائي للنموذج السيراميكي (C) عند تسليط اشعة ليزر النيديميوم- زجاج بطاقة E=700mJ

Dielectric constant ϵ'	Rp	Frequency F
6.63	$8.85 \cdot 10^4$	$7.80 \cdot 10^5$
6.30	$7.98 \cdot 10^4$	$8.11 \cdot 10^5$
6.23	$7.36 \cdot 10^4$	$8.30 \cdot 10^5$
6.07	$7.22 \cdot 10^4$	$8.98 \cdot 10^5$
5.73	$6.43 \cdot 10^4$	$4.59 \cdot 10^6$
4.30	$8.65 \cdot 10^5$	$9.03 \cdot 10^6$

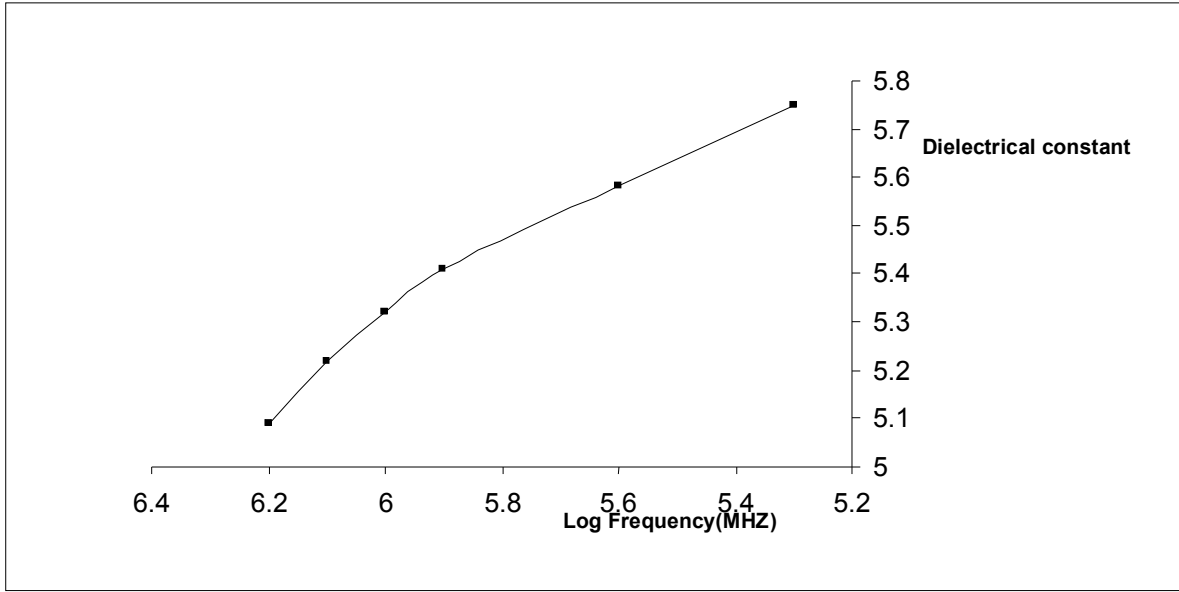
جدول (٧): يوضح قيمة ثابت العزل الكهربائي للنموذج السيراميكي (C) عند تسليط اشعة ليزر النيديميوم-زجاج

بطاقة E=800mJ

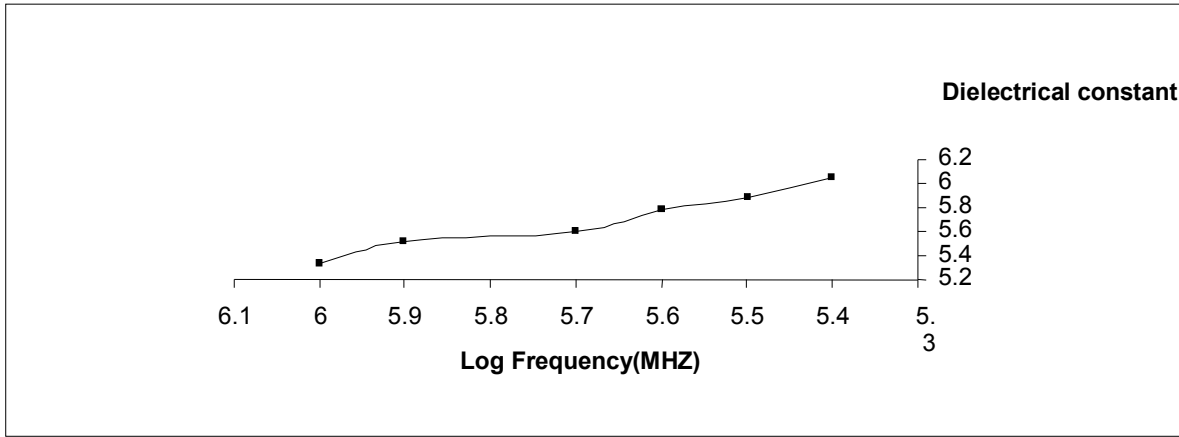
Dielectric constant ϵ'	Rp	Frequency F
6.76	$8.89 \cdot 10^4$	$7.9 \cdot 10^5$
6.16	$7.82 \cdot 10^4$	$8.34 \cdot 10^5$
4.40	$2.13 \cdot 10^6$	$7.5 \cdot 10^4$
6.03	$8.59 \cdot 10^4$	$7.3 \cdot 10^5$
4.18	$3.3 \cdot 10^5$	$3.0 \cdot 10^5$
5.75	$6.23 \cdot 10^4$	$9.0 \cdot 10^5$



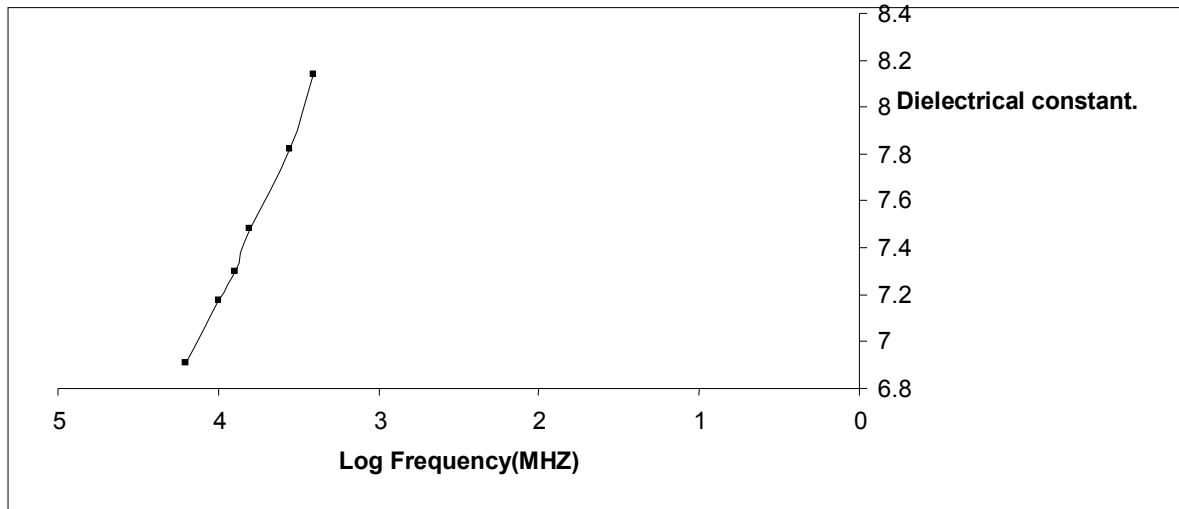
شكل (١): يوضح مقدار التغير الحاصل في مقدار قيمة ثابت العزل الكهربائي للنموذج السيراميكي A



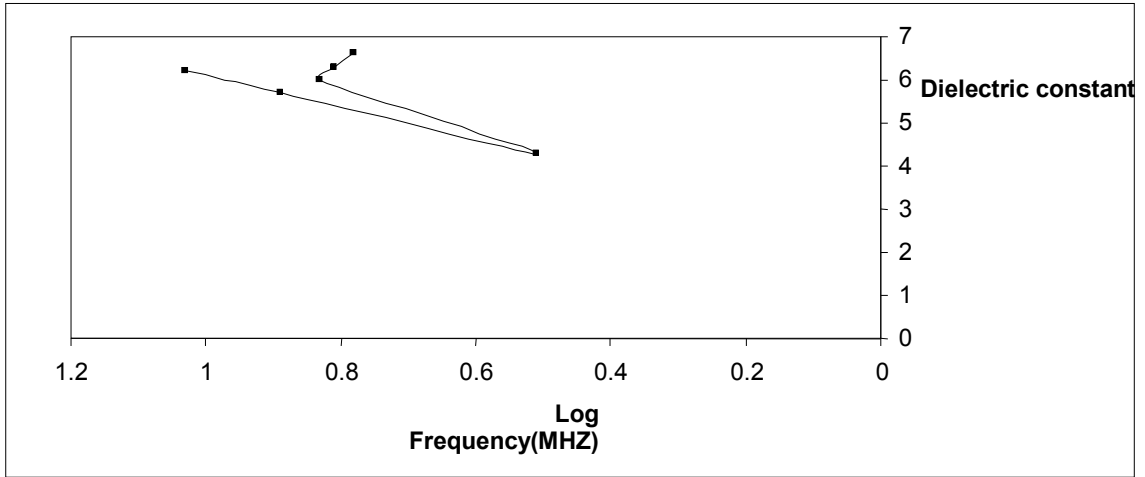
شكل (٢) : يوضح مقدار التغير الحاصل في مقدار قيمة ثابت العزل الكهربائي للنموذج B .



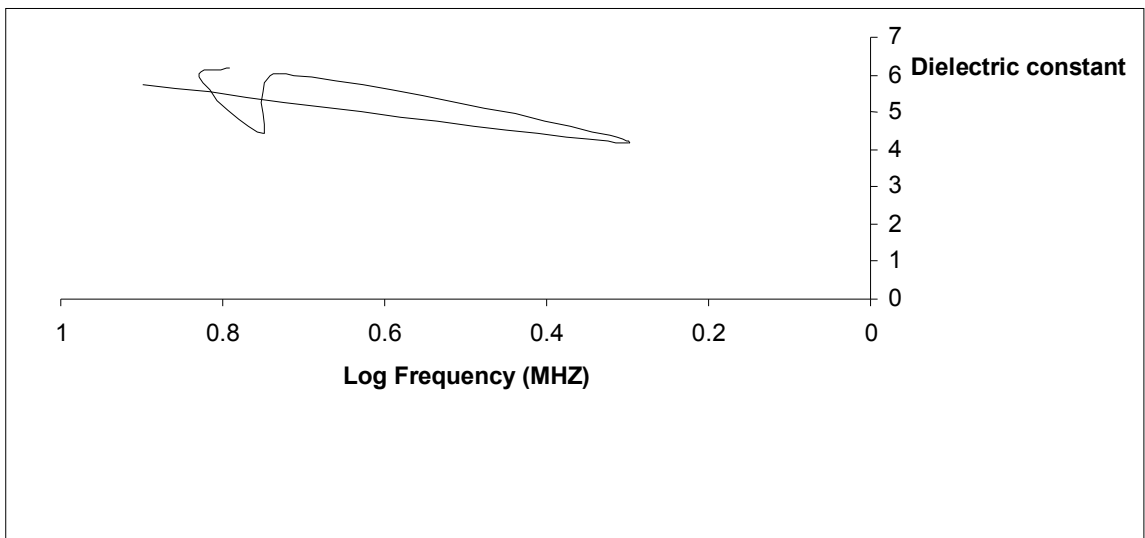
شكل (٣) : يوضح مقدار التغير الحاصل في مقدار قيمة ثابت العزل الكهربائي للنموذج C .



شكل (٤): يوضح تأثير اشعة ليزر النيديميوم زجاج على مقدار التغير الحاصل في مقدار قيمة ثابت العزل الكهربائي للنموذج C بطاقة E = 600 mJ



شكل (٥): يوضح تأثير اشعة ليزر النيديميوم زجاج على مقدار التغير الحاصل في مقدار قيمة ثابت العزل الكهربائي للنموذج C بطاقة $E = 700 \text{ mJ}$



شكل (٦): يوضح تأثير اشعة ليزر النيديميوم زجاج على مقدار التغير الحاصل في مقدار قيمة ثابت العزل الكهربائي للنموذج C بطاقة $E = 800 \text{ mJ}$

STUDYING THE EFFECT OF ND-GLASS LASER ON THE DIELECTRICALLY PROPERTIES OF CERAMIC MATERIALS

Nadia Mohammed Jassim
College of Science, Diyala University

ABSTRACT:- (Nd – Glass laser. Ceramic, dielectrically constant) The aim of the present research is to study the effect of Nd-glass laser to the dielectrically properties of the ceramic body and compare the results with and without the effect of laser. The experimental method includes two part: part one includes the calculation of the dielectrically constant of the ceramic body that's formed from three materials(kaolin Dukala, Quartz, potassium fildspar) with thickness 3-3.5mm by using LCR meter, type Agilenty 4294Aparcil Imperlence. So we calculation the value of the dielectrically constant from the value of the produced amplitude from the changeable frequency. Part two from the research includes the effect of Nd-glass laser radiation with different energies $E= 600, 700, 800Mj$, to the ceramic sample and calculation the dielectrically constant too, and then compare this value for the ceramic samples with and without the effect of laser radiation.