

## دراسة الخصائص البصرية لمادة سيراميكية

زهراء صلاح أحمد

قسم العلوم التطبيقية / الجامعة التكنولوجية

### الخلاصة :

تم تحضير ستة نماذج من مادة سيراميكية وذلك بخلط نسب معينة من المواد الخام عراقية المنشأ ( الكاولين والفلنت وفلدسبار البوتاسيوم) ودراسة تأثير تغير النسبة الوزنية لمادة فلدسبار البوتاسيوم الداخلة في تركيب عينات المادة السيراميكية المحضرة من تلك النماذج في الخصائص البصرية ، وكانت نسب الاضافة لمادة فلدسبار البوتاسيوم (0%,10%,20%,30%,40%,50%) ، وقد تم تحضير عينات المادة السيراميكية من المواد الخام بحجم حبيبي مقداره ( $\leq 150 \mu\text{m}$ ) وبقوة كبس (10KN) ولقد استعمل قالب ذو قطر (2.5 mm) أما سمك العينة فمقداره (1mm) ، وتم حرق العينات بدرجة حرارة ( $1300^{\circ}\text{C}$ ) وبعدها تم دراسة الخصائص البصرية لهذه العينات . ولقد أشارت النتائج التي تم الحصول عليها الى امكانية تشكيل نماذج من مادة البورسلين المحضرة من الخامات العراقية المنشأ وبخصائص بصرية جيدة لاستعمالها في تطبيقات عديدة ومتنوعة.

### Abstract :

This paper contains the preparation of six specimens ceramics material mixed with a certain percentage of Iraqi origin raw materials(kaolin, flint,potash feldspar) and studying the effect of the change in the percentage of potash feldspar material include in the composition of the specimens of the ceramics materials, prepared from these specimens on the optical properties.

The addition percentage of potash feldspar are (0%,10%,20%,30%,40%,50%) . the specimens of ceramics material have been prepared from raw materials of granular size ( $\leq 150\mu\text{m}$ ) at pressing power (10 KN) with diameter (2.5 cm) and set them to fire at( $1300^{\circ}\text{C}$ ), and then study the optical properties of these specimens .

the results refer to the possibility of forming specimens of the porcelain materials, this specimens prepared from Iraqi raw materials of good quality to be used in several application.

### المقدمة:

يعد البورسلين مادة سيراميكية تصنع من مزيج من المواد الأولية وليس من مادة واحدة وهو يتميز بلونه الابيض وعندما يقل سمكه يصبح شفافا [1,2,3,4]. يتم انتاج البورسلين من خلط نسب معينة من الكاؤولين (Kaolin) المسؤول عن اللدونة (plasticity) [5] والفلدسبار (Feldspar) الذي يمثل المادة الرابطة (Binder Material) وهو من أهم الخامات الضرورية لتزجيج السيراميك اذ يعطي للتزجيج منظراً لامعاً ويعتبر الفلدسبار من المواد المساعدة على الصهر (Flux) في المنتج السيراميكي [6,7,8,9]، والفلنت (Flint) الذي يعتبر الصيغة المهمة المعبرة عن السيليكا ( $SiO_2$ ) التي تستعمل في صناعة الاجسام الفخارية البيضاء وفي صناعة البورسلين وهو عبارة عن بلورات صغيرة من الكوارتز (Quartz) التي تطحن وتنعم وهي ترتبط مع بعضها البعض بواسطة جزيئات الماء ويكون أكثر فعالية من الكوارتز اضافةً الى اسهامه في اعطاء اللون الابيض للاجسام المحروقة نتيجة لاحتراق المواد العضوية [1,10,11,12].

يعتبر البورسلين من المواد السيراميكية العازلة كهربائياً بسبب امتلاكه خصائص عزلية كهربائية جيدة من متانة عزل كهربائي عالية وثابت عزل كهربائي كبير [13].

ان الخصائص البصرية تصف لنا بصورة عامة طريقة تفاعل المادة مع الضوء الساقط عليها أو الاشعة الكهرومغناطيسية الساقطة عليها وذلك لان جزء من الاشعة أو الضوء سوف ينفذ خلال المادة والجزء الاخر سوف يمتص من قبل المادة أما الجزء الاخر فسوف ينعكس من المادة [5,14]:

$$T+R+A=1\text{-----}1)$$

حيث ان (T) حزه الضوء أو الاشعة النافذة ، (R) جزء الضوء أو الاشعة المنعكسة ، (A) جزء الضوء أو الاشعة الممتصة، فعند انعكاس أشعة الضوء الساقطة بزواوية مساوية لزواوية سقوطها فان جزء الضوء المنعكس يعبر عنه رياضياً [5,14]:

$$R = \frac{K^2}{(n+1)^2} \text{-----} (2)$$

$$R = (n-1)^2 + K^2$$

وفي المنطقة البصرية للطفيف فان معامل الامتصاص يكون أقل بكثير من معامل الانكسار ولمعظم المواد السيراميكية والزجاجية يكون ( $k \ll 1$ ) لذلك فان المعادلة (2) تصبح أما<sup>[14]</sup> :

$$R \text{-----} (3)$$

$$R = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2}$$

$$n = \frac{(1+R^{1/2})}{(1-R^{1/2})} \text{-----} (4)$$

أو

فالمواد السيراميكية تمتلك خصائص بصرية عديدة مما أدى الى استخدامها في مجالات متنوعة من أهمها صناعة النوافذ والعدسات والمواشير والمرشحات وغيرها والتي تتطلب خصائص بصرية جيدة والتي تعتبر من الخصائص المهمة لمعظم المواد السيراميكية التي تستخدم في مجالات الاتصالات البصرية حيث تصنع منها الالياف البصرية ومكونات المذياع والتلفاز ومكبرات الصوت وفي أنظمة اتصالات الليزر وغيرها من المجالات الأخرى<sup>[5,14]</sup>.

ان الخصائص البصرية للمواد العازلة كهربائياً تكون مهمة بسبب خاصية النفاذية الجيدة لهذه المواد في المنطقة البصرية للطفيف مقارنةً بالمواد الأخرى ، فعند الأطوال الموجية القصيرة فان منطقة النفاذية الجيدة للعوازل تنتهي عند حافة الامتصاص للأشعة فوق البنفسجية الذي يتطابق مع طاقات الأشعة وتردداتها:

$$E = h \nu = h c / \lambda \text{-----} (5)$$

حيث أن (E) طاقة الأشعة، ( $\nu$ ) تردد الأشعة ، (h) ثابت بلانك ، ( $\lambda$ ) الطول الموجي للأشعة.

ان امتصاص الطاقة يرتفع نتيجة الانتقالات الالكترونية بين المستويات من حزمة التكافؤ الى المستويات الغير مملوؤة في حزمة التوصيل. أما عد الأطوال الموجية الطويلة فان النفاذية الجيدة للعوازل تنتهي عند الاهتزازات المرنة للأيونات في حالة الرنين، على فرض ان الإشعاع يعطي تردد لاعلى قيمة امتصاص<sup>[13]</sup>:

$$v^2 = 2 v [ 1/Mc + 1/Ma ] \text{ ----- 6)}$$

حيث ان (v) ثابت القوة ، (Mc) الكتلة الايونية للكيتون ، (Ma) الكتلة الايونية للانيون.

### تحضير العينات:

تم اختيار ستة نماذج من خلطات مادة سيراميكية بنسب وزنية معينة ومختلفة حيث كانت خلطة الانموذج الاول تتكون من الكاولين والفلنت فقط وبدون اضافة اي نسبة من مادة الفلدسبار ، أما نماذج الخلطات الاخرى فتم اضافة فلدسبار البوتاسيوم اليها بنسب وزنية مختلفة وهي ( 10%, 20%, 30%, 40%, 50% ) ، حيث ان تحضير مادة البورسلين تتم بعملية الخلط للكاولين والفلنت والفلدسبار بنسب وزنية معينة ولقد تم استعمال مواد خام عراقية المنشأ وأول خطوة في عملية تحضير العينات كانت عملية النخل (الغربلة) لهذه المواد وباستعمال منخل ذو حجم حبيبي أصغر أو يساوي (150 μm) أي ( ≤ 150 μm ) وبعد ذلك تم حساب النسب الوزنية للمواد الثلاثة ( الكاولين، الفلنت ، فلدسبار البوتاسيوم ) التي تكون نماذج خلطات المادة السيراميكية وبعدها تم طحن كل خلطة باستعمال المطحنة ذات الكرات المصنوعة من مادة البورسلين ولمدة أربع وعشرين ساعة وذلك للحصول على خليط متجانس بصورة جيدة، وبعدها تتم عملية تشكيل عينات المادة السيراميكية بعد اخراج كل خلطة من المطحنة ذات الكرات المصنوعة من البورسلين بطريقة الكبس شبه الجاف وباستعمال قالب ذو قطر ( 2.5cm ) وبقوة كبس ( 10kN ) ، وتم استعمال الماء المقطر في عملية الكبس شبه الجاف وبعد ذلك تم حرق العينات بدرجة حرارة (1300°C) وبمعدل زمني (7 °C/ min) لغاية الوصول الى درجة الحرق المطلوبة وهي (1300°C) مع بقاء النماذج عند هذه الدرجة داخل الفرن لمدة ساعتين وبعدها تم اخراج العينات من الفرن لدراسة خصائصها.

### القياسات:

#### 1 - معامل الامتصاص (Absorption Index):

يعتبر معامل الامتصاص مهم لوصف ودراسة الخصائص البصرية للمواد السيراميكية وهو دالة للطول الموجي [5,14]:

$$\alpha = 4\pi K/\lambda \quad (7)$$

حيث ان ( $\alpha$ ) معامل الامتصاص ووحدة قياسه  $(\text{cm})^{-1}$ ، ( $\lambda$ ) الطول الموجي، ( $K$ ) معامل الخمود. ويتم حساب معامل الامتصاص وفق المعادلة الآتية:

$$\alpha = \frac{1}{d} \ln \frac{1}{T} \quad (8)$$

حيث أن ( $d$ ) السمك، ( $T$ ) النفاذية.

## 2- معامل الانكسار (Refractive Index):

ان الخصائص البصرية للمواد الصلبة ومنها المواد السيراميكية يمكن دراستها بوساطة معامل الانكسار المركب ( $n^*$ ) [5,14,15]:

$$n^* = n + ik \quad (9)$$

حيث ان ( $n$ ) تمثل الجزء الحقيقي لمعامل الانكسار، ( $k$ ) معامل الخمود.

وان معامل الانكسار يرتبط مع ثابت العزل الكهربائي المركب ( $k^*$ ) بالعلاقة [15]:

$$n^* = \sqrt{K^*} \quad (10)$$

## 4- ثابت العزل الكهربائي (Dielectric constant):

ان ثابت العزل الكهربائي للبلورات والزجاجيات ينتج من مساهمة كل من الالكترونات والايونات وثنائيات القطب في عملية الاستقطاب وتعتبر المساهمة الالكترونية ذات أهمية اساسية ورئيسة في المدى البصري و يعطى ثابت العزل الكهربائي بالعلاقة الآتية [16]:

$$\epsilon = \epsilon_r + \epsilon_i = (n + ik)^2 \quad (11)$$

حيث أن ( $\epsilon_r$ ) الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي، ( $\epsilon_i$ ) الجزء التخيلي لثابت العزل الكهربائي، ( $n + ik$ ) معامل الانكسار المركب وحساب ثابت العزل الكهربائي الحقيقي والتخيلي نستخدم العلاقات الآتية [16]:

$$\epsilon_r = n^2 + K^2, \quad \epsilon_i = 2nk \quad (12)$$



## النتائج والمناقشة:

### 1 - النفاذية (Transmission):

ان تغير النفاذية مع الطول الموجي ولنسب مختلفة من الفلدسبار المضاف تم توضيحه بالشكل (1) حيث نلاحظ زيادة النفاذية مع زيادة النسبة المئوية الوزنية للفلدسبار المضاف وللأطوال الموجية المرئية وتحت الحمراء وذلك لانه بعد عملية الحرق للبورسلين فان التركيب الدقيق للمادة يتكون بصورة عامة من طور زجاجي وطور بلوري مع شبكة من المسامات وعند زيادة نسبة الفلدسبار فان الطور الزجاجي سوف يزداد وذلك لان الفلدسبار من المواد المساعدة على التزجيج وبالتالي فان المسامات سوف تقل ويؤدي هذا الى زيادة النفاذية.

### 2- معامل الامتصاص (Absorption Coefficient):

تغير معامل الامتصاص مع الطول الموجي ولنسب مختلفة من الفلدسبار المضاف تم توضيحه بالشكل (2) حيث نلاحظ نقصان معامل الامتصاص مع زيادة النسبة المئوية الوزنية للفلدسبار المضاف وللأطوال الموجية المرئية وتحت الحمراء ويحدث هذا بسبب زيادة المحتوى الزجاجي للبورسلين ويحدث هذا عند زيادة نسبة الفلدسبار الى الطين.

### 3- معامل الانكسار (The refractive index):

الشكل (3) يوضح تغير معامل الانكسار مع الطول الموجي ولنسب مختلفة من الفلدسبار المضاف ونلاحظ من الشكل زيادة معامل الانكسار مع زيادة النسبة المئوية الوزنية للفلدسبار المضاف وللأطوال الموجية المرئية وتحت الحمراء ويرجع سبب ذلك الى أن الأطوار التي تكون موجودة بعد عملية حرق البورسلين هي طور الزجاج الذي معامل انكساره تقريباً (1.5) و طور المولاييت معامل انكساره تقريباً (1.64) و طور الكوارتز ذو معامل انكسار تقريباً (1.55) وبسبب الاختلاف الموجود في معامل الانكسار لطور المولاييت والكوارتز فان طور المولاييت يساهم في تقليل النفاذية ويعمل على تشتيت الضوء لذلك يتم تقليل كمية المولاييت المتكونة وهذا يحدث بزيادة نسبة الفلدسبار الى الطين .

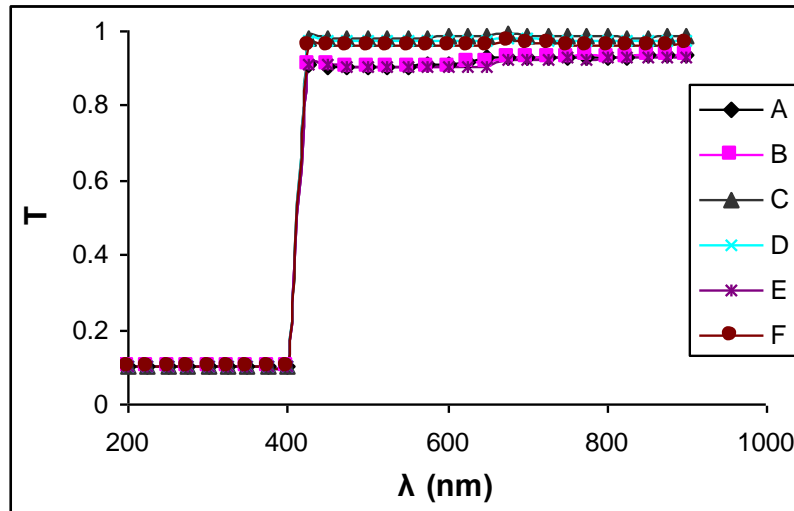
### 5- ثابت العزل الكهربائي (Dielectric constant):

الشكلين (4,5) يوضحان تغير ثابت العزل الكهربائي الحقيقي والتخليبي على التوالي مع الطول الموجي ولنسب مختلفة من الفلدسبار المضاف حيث تم ملاحظة زيادة ثابت العزل الكهربائي الحقيقي والتخليبي مع زيادة النسبة المئوية الوزنية للفلدسبار المضاف وللأطوال الموجية المرئية وتحت الحمراء ويرجع ذلك الى ان زيادة نسبة الفلدسبار تؤدي الى انخفاض المسامية وبسبب احتواء الفلدسبار الى اكاسيد مساعدة على الصهر ( Fluxing Oxides ) والتي تؤدي الى حالة التزجيج (Glazing).

### المصادر:

- 1- Ryan W., Radford C."White wares" production , Testing and Quality control, The Institute of ceramics pergamon press.u.k.(1987),pp(60,197,232).
- 2- Sladek R."Bone chine- Ahigh- Quality soft porcelain as an Eurichment of modern" interceram. ,vol.42, No. 2, (1993),pp(100-102).
- 3 - خالدة عبد القادر العبيدي " امكانية تكوين جسم بورسليني من مواد محلية لغرض الانتاجين الفني والصناعي " اطروحة ماجستير (1992) ، كلية الفنون الجميلة / جامعة بغداد، pp(41-43)
- 4- Rhodes D. " Clay and glaze for the potter" London, pitman publishing (1975),pp(62-66).
- 5- Kingery W.D. "Introduction to ceramics' Massachusetts Institute of Tectnology, (1976),pp(646-648,654-656,672-677).
- 6- Silva L.E.G., Ribeier os."Micro structural analysis of clay ceramics by SEM, vol.12, No,1, 2003-Acta microscopica.
- 7- داليا خالد الدهان "دراسة العوامل المؤثرة على تركيز الفلدسبار العراقي " اطروحة ماجستير / قسم هندسة الانتاج والمعادن/الجامعة التكنولوجية (2004)، pp(2-11) .
- 8- Sikalidis A. ,Kassoli- Fournaraki A. , Filippidis A., " Feldspars from the paranesti pegmatite veins for the ceramics and glass Industry "Interceram."White ware" vol.46,No.4,(1997),pp(227-229).
- 9- Allen. M.Alper "High Temperature Oxides" John wiely and sons, part IV ,(1971),pp(18,22).

- 10-Deer W.A. ,Howie R.A. , Zussman J." An Introduction to the rock forming minerals", Longman, London,(1978),pp(431-442).
- 11- Norton F.H. "element of ceramics" Massachuselt,Institute of Technology,(1974),pp(24-27,38-42,283).
- 12- Worrall W.E. "Ceramics Raw Materials",Institute of ceramics Text book series , pergamon press U.K.,(1982),pp(5-12,16-27,86-88,94).
- 13- د. صالح امين كرجي ، د. وليد محمد صالح ، د. طالب حسين الشريفى "خواص المواد الهندسية" ، 1980 ، pp(328,359,364).
- 14- Barsoum, M.W. "Fundamentals of ceramics" ,Drexel university,(1997),pp(10,613,618).
- 15- James F. Shack Alford. Robert H. Doremus Editors "ceramics and Glass Materials" structure, properties and processing , 2008 Springer science and Business media, llc.
- 16- B.D. Cullity and S.R.S tock, "Elements of X- Ray Diffraction",Third edition, prentice-Hall in the United States of America,2001.

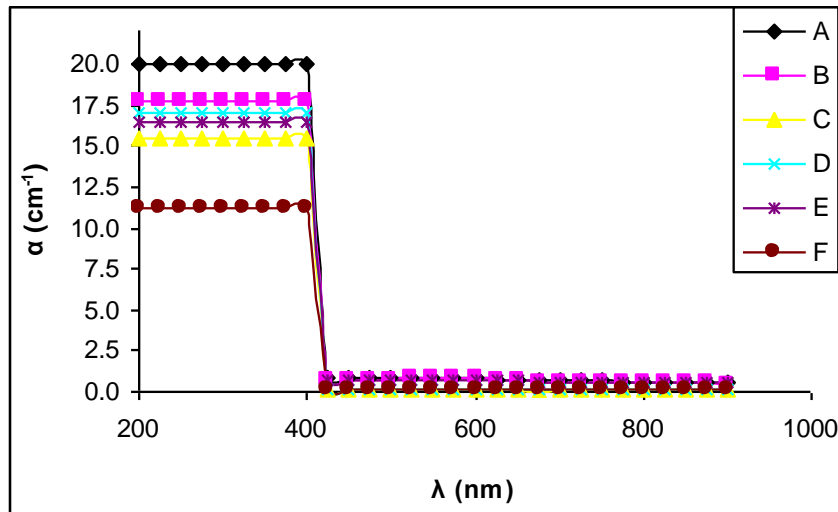




الشكل (1) يوضح تغير النفاذية مع الطول الموجي و لنسب مختلفة من الفلدسبار

المضاف.

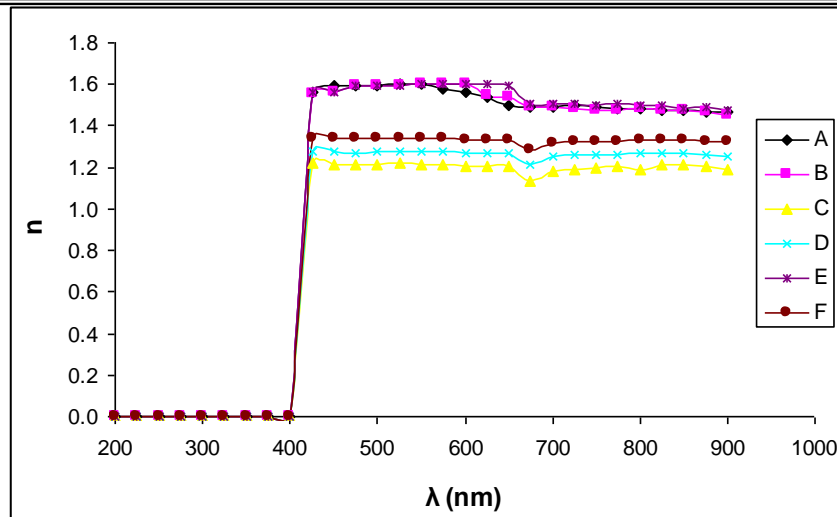
- |                |                |
|----------------|----------------|
| A 0% Feldspar  | D 30% Feldspar |
| B 10% Feldspar | E 40% Feldspar |
| C 20% Feldspar | F 50% Feldspar |



الشكل (2) يوضح تغير معامل الامتصاص مع الطول الموجي و لنسب مختلفة من

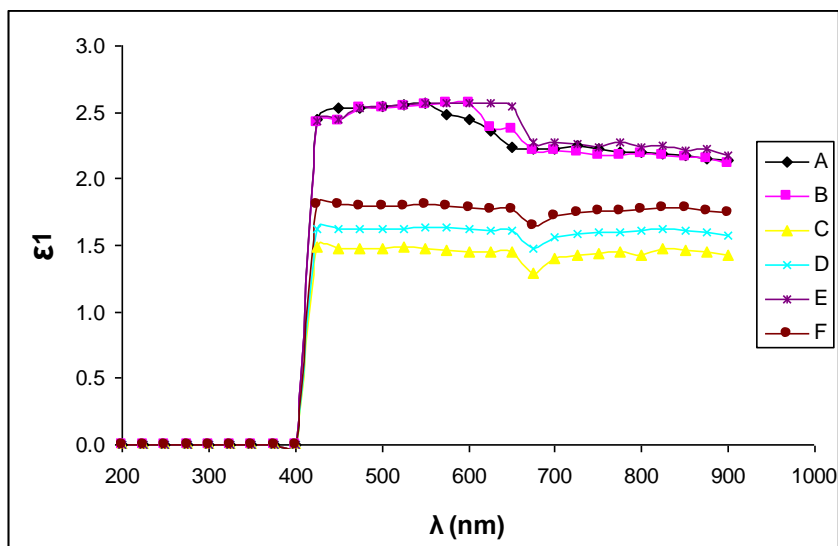
الفلدسبار المضاف.

- |                |                |
|----------------|----------------|
| A 0% Feldspar  | D 30% Feldspar |
| B 10% Feldspar | E 40% Feldspar |
| C 20% Feldspar | F 50% Feldspar |



الشكل (3) يوضح تغير معامل الانكسار مع الطول الموجي و لنسب مختلفة من الفلدسبار المضاف.

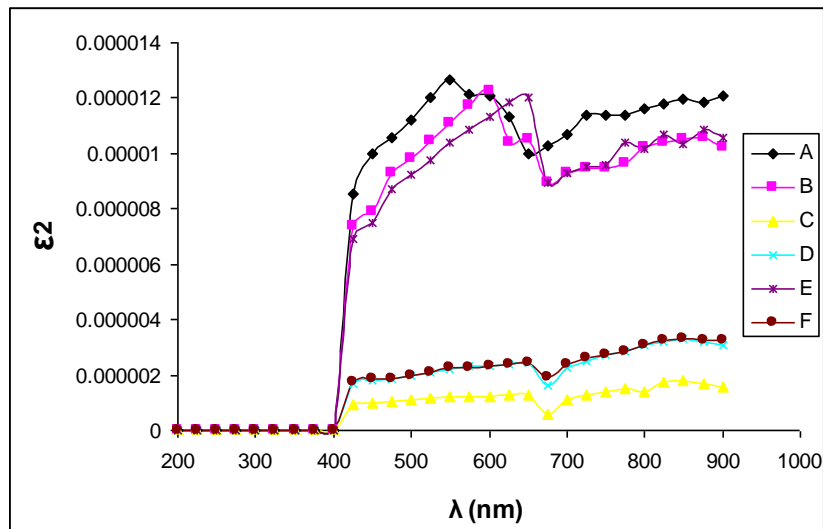
A 0% Feldspar      D 30% Feldspar  
 B 10% Feldspar    E 40% Feldspar  
 C 20% Feldspar    F 50% Feldspar



الشكل (4) يوضح ثابت العزل الكهربائي الحقيقي مع الطول الموجي و لنسب مختلفة من

الفلدسبار المضاف.

- |                |                |
|----------------|----------------|
| A 0% Feldspar  | D 30% Feldspar |
| B 10% Feldspar | E 40% Feldspar |
| C 20% Feldspar | F 50% Feldspar |



الشكل (5) يوضح ثابت العزل الكهربائي التخلي مع الطول الموجي و نسب مختلفة من

الفلدسبار المضاف.

A 0% Feldspar      D 30% Feldspar

B 10% Feldspar     E 40% Feldspar

C 20% Feldspar     F 50% Feldspar