توهين الموجات المايكروية ذات التردد (10GHz) عن سطوح الأغشية البوليمرية المخضبة بالأكاسيد

يحيى نوري الجمال ضمياء حسن محسن الطائي

قسم الفيزياء – كلية العلوم

جامعة الموصل

تاريخ الاستلام تاريخ القبول

2005/1/16 2005/5/10

ABSTRACT

In this research , microwave ray absorbing coating materials had been prepared which work within (X – band) frequency i.e 3 cm wavelength . The coating materials were prepared from a mixture of pigmented materials such as metals oxides , carbon black and binding materials such as epoxy or unsaturated polyester .

The absorbitivity value for the prepared sample of mixing ratio 4% and by using epoxy as binding for the oxides , MgO , Al_2O_3 , ZnO , FeO and carbon black (C) were 26.9% , 23.4% , 15.9% , 15.5% and 22.6% respectively.

Moreover, it was found the absorbitivity values of the same ratio for the prepared sample mixture of (MgO + Al_2O_3 + C)and(MgO + SiO_2 + C) and their thickness (0.95mm) were by using epoxy as binding , 28.1 % and 29.6% . However , we have found these values , did not change a lot as changing the binding polymer material (i.e epoxy or the unsaturated polyester) .

We have interpreted the variance changing in absorbitivity value for all samples under study to the electronegativity for oxides , so whenever its value was for one oxide or the difference between any two oxides is big , so the absorbitivity values would be big also .

It had been taken into consideration in the sample prepared from (MgO + SiO_2 + C) because of great difference in electronegativity. So we noticed that the absorbitivity values increases as both of the mixture weight . The thickness increases at 4% mixing ratio , So when the mixture weight per unit area was(0.14 gm/cm^2) and thickness of (1.0mm) , the absorbitivity was(29.6%) with when the mixture weight per unit area was(0.21 gm/cm^2)

and thickness of (1.5mm) ,The absorbitivity was (61.24%) , but at weight per unit area was (0.28 gm/cm^2)with thickness of (0.21mm) the absorbitivity value became (73.1%) .

الخلاصة

تم في هذا البحث تحضير طلاءات موهنة للموجات المايكروية تعمل ضمن ترددات (X-band) وبطول موجي (3 cm) محضرة من مواد مخضبة وهي أكاسيد المعادن وأسود الكاربون ومن مواد رابطة بوليمرية من الأيبوكسي أو البولي استر غير المشبع .

كان معدل قيم الأمتصاص للعينات المحضرة بنسبة خلط 4% من الأكاسيد وباستخدام الأيبوكسي MgO و Al_2O_3 و ZnO و FeO وأسود الكاربون (C) هي 26.9% و 23.42% و 15.9% و 15.5% و 22.62% على التعاقب. ثم حساب معدل قيم امتصاصية خليط كل من ($MgO+Al_2O_3+C$) و ($MgO+SiO_2+C$) وبسمك (0.95mm) بأستخدام الايبوكسي وكانت 28.1% و 29.1% على التعاقب . ولقد وجدنا أن هذه القيم لم تتغير بشكل كبير بتغير المادة البوليمرية الرابطة من الأيبوكسي إلى البولي استر غير المشبع.

لقد تم تفسير التفاوت في قيم الامتصاصية لجميع العينات إلى السالبية الكهربائية للأكاسيد ، فكلما كانت قيمة السالبية الكهربائية للأوكسيد الواحد أو كان الفرق بين أي من الأوكسيدين كبيراً كانت قيم الامتصاصية كبيرة أيضا.

وقد تم الاهتمام بالعينات المحضرة من ($MgO+SiO_2+C$) بسبب الفرق الكبير في السالبية الكهربائية حيث لاحظنا أن قيم الامتصاصية تزداد بزيادة وزن الخليط والسمك عند نسبة خلط 4% . فعندما يكون وزن الخليط لوحده المساحة 0.14gm/cm^2 وبسمك (1mm) تكون قيمة الامتصاصية (29.6%) وعندما يكون وزن الخليط لوحدة المساحة (0.2 gm/cm^2) وبسمك (1.5mm) كانت الامتصاصية (61.2%) أما عند الوزن 0.28gm/cm^2 وبسمك (2.1mm) أصبحت الامتصاصية (73.1%). حيث زيادة وزن الخليط لوحدة المساحة تؤدي الزيادة السمك تلقائياً.

المقدمة

مما معروف في فيزياء الضوء والبصريات ان سقوط الأشعة الكهرومغناطيسية على المواد أو الأجسام ، سوف تعاني من تفاعلات ثلاثة وهي الانعكاس والامتصاص والتشتت [1] . وعلى الرغم من أن لكل آلية فوائد فلها اضرار أيضا فمن الاضرار على سبيل المثال ، تعمل ابراج الضغط العالي للكهرباء الموجودة بالقرب من المطارات أو مراكز الرادارات على

تشويه الموجات الرادارية المستلمة من قبل مراكز السيطرة وذلك لما تملكه تلك الأبراج من مواد لها القابلية على عكس الموجات الرادارية بصورة عالية ، بينما يصبح من السهل جداً تشخيص الأهداف العسكرية المتحركة أو الثابتة بشكل جيد وذلك للسبب نفسه وهو الانعكاسية العالية [2].

لقد انصبت جهود الباحثين على التوصل إلى آليات تعمل على تقليل انعكاسات الموجات الكهرومغناطيسية أي الموجات المايكروووية المحيطة والقريبة عند السطوح المعدنية أو المنظومات الرادارية فلقد قامت بحوثهم على ايجاد طرائق عديدة أهمها : (أ).استخدام مواد ماصة (ب).التحكم بزوايا الإنعكاس (ج).استخدام البلازما [3] .

ومنذ الخمسينات من القرن العشرين اتجهت انظار العاملين في هذا المجال الى التركيز على ايجاد مواد لها القابلية على امتصاص الموجات المايكروووية وذلك للتقليل الكبير من انعكاسات الموجات المايكروووية ، وشملت هذه المواد على سبيل المثال ، الخشب ، السيراميك ، الفيرايت ،.....الخ ، واطلق مصطلح المواد الماصة الرادارية عليها (RAM) Radar Absorbing Materials [4-6]. ولقد صنفت المواد الماصة (RAM) إلى صنفين أساسين وهما : الماص الحقيقي:وهو الذي تتحول فيه الطاقة الساقطة إلى حرارة والأخر يطلق عليه الماص الرنيني: والذي يستخدم مبدأ إلغاء طور وسعة الموجات الساقطة والمنعكسة عند السطح البيني [7] . وعلى ضوء التحري والاستقصاء توصل العلماء والباحثون [8,9] الى الأخذ بمجموعة من المتطلبات الأساسية التي لا بد من وجودها في المواد الماصة لموجات الرادارية فضلاً عن قابليتها على الامتصاص وهي : (أ).ان تكون المادة ذات كثافة منخفضة قدر الإمكان (ب).أن تؤدي المادة عملها بكفاءة عالية بأقل سمك (ج).أن تكون المادة ذات مقاومة ميكانيكية عالية (د).أن تكون خواص المادة مستقرة في درجات الحرارة المرتفعة (هـ).أن تكون المادة مقاومة للتآكل في الظروف الجوية(و).أن تؤدي عملها بكفاءة بمدى واسع من الترددات وأخيراً (ز).أن تكون المادة سهلة التصنيع والتطبيق واقتصادية بقدر مناسب .

وعلى ضوء ما ذكر ، واستعراض المواد المتوفرة في الطبيعة ، وجدنا أن الطلاءات المتكونة من مواد بوليميرية رابطة (Binder) مثل(الايبوكسي ، والبولي استر غير المشبع .....الخ) ومن مواد مخضبة (Pigments) مثل (أوكسيد الحديد ، أوكسيد الخارصين

وأوكسيد الالمنيوم وكذلك أسود الكاربون) متطابقة بنسبة كبيرة لما ورد في المتطلبات الأساسية للمواد الماصة .

والبوليمر (Polymer) ماهو الا جزيئة كبيرة بنيت بوساطة تكرار وحدات كيميائية بسيطة ، وأحياناً يكون تكرار هذه الوحدات خطياً وتكون بذلك السلسلة التي تبنى بوساطة الربط

بين هذه الوحدات أو أحياناً تكون السلاسل متفرعة أو مرتبطة داخلياً فيما بينها لتكوين الشبيكات ذات ابعاد ثلاثة فالوحدة المتكررة في البوليمر تكافئ عادةً المونومر (Monomer). أن جزيئات البوليمر هي أكبر بعدة مرات من الجزيئات الاعتيادية لذلك فأن الخواص الشاذة المزعومة للمواد البوليمرية هي في الواقع طبيعية لمثل هذه المواد[10,11]. ولقد أظهر عدد من الدراسات أن استعمال المواد المخضبة من الأكاسيد عند خلطها مع المواد الرابطة يؤدي إلى نتائج مهمة ذات انعكاسية واطئة أي ذات امتصاصية عالية للموجات الكهرومغناطيسية ومنها الموجات المايكروووية وبهذا أصبحت تصلح للاستخدامات الصناعية والعسكرية والمختبرية[12]. ولقد قام العديد من الباحثين [13-20] بدراسة أنواع عديدة من الطلاءات وقوة إنعكاسيتها وامتصاصيتها. وأخر ما توصلت إليه المؤسسات البحثية العالمية في شؤون الطيران العسكري بهدف اخفاء الأهداف الجوية من قبل الرادارات الى طلاءات ماصة وبفعالية للتمويه عنها لاسيما إذا كان مقدار إنعكاسية هذه الحواجز للموجات الرادارية الساقطة عليها أقل بعشر مرات من إنعكاسية البدن بدون هذه الطلاءات . وقد طورت رقائق من المطاط بوصفها قادرة على امتصاص موجات تصل إلى 200GHZ حيث استخدمت لطلاء السفن البحرية للقضاء على التداخلات الرادارية[21].

إن الهدف الاساس من هذا البحث **أولا:** تحضير مواد ماصة مختلفة من أكاسيد متنوعة من الجدول الدوري فضلاً عن أسود الكاربون مع مواد بوليميرية رابطة مثل الأيبوكسي أو البولي استر غير المشبع. **وثانياً:** دراسة توهين الموجات المايكروووية ذات التردد 10GHZ (المنبعثة من الجهاز المتوفر مختبرياً) عند سطوح الأغشية البوليمرية المخضبة بالاكاسيد .

التقنية العملية وعملية تحضير النماذج

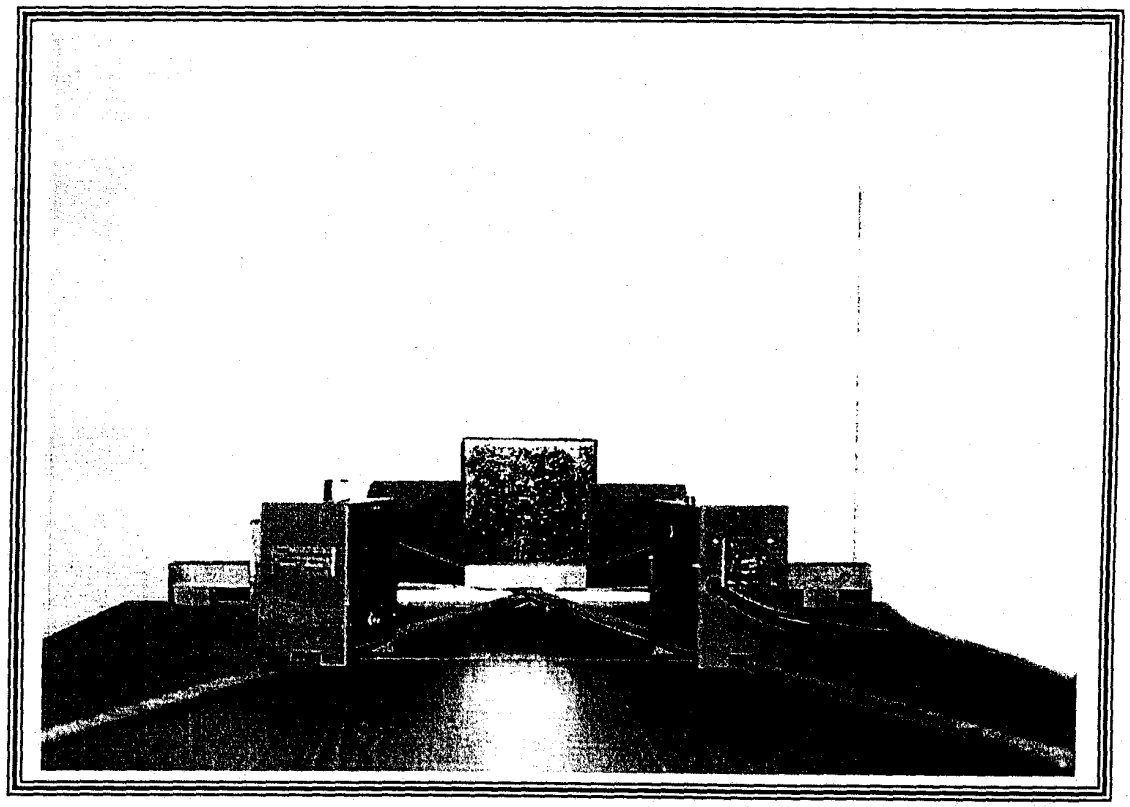
أولاً : تحضير النماذج :

إن النماذج المستخدمة في القياس تم تصنيعها باستخدام قطع متساوية البعد (15 ×15×0.1)cm من معدن الألمنيوم،وذلك لكونه يمتلك إنعكاسية جيدة للموجات المايكروووية. تم صقل الحافات الحادة الناتجة من التقطيع وبعدها غسلت بشكل جيد بالمنظفات ومن ثم بكاربونات الصوديوم بتركيز (1gm/100ml). أعقب ذلك غسلها بالكحول. ثم تم طلاء القطع بطريقة السكب (الصب) ، حيث تم تحديد نسب الخلط المناسبة والمطلوبة من المواد الرابطة البوليمرية الايبوكسي (Banar) أو البولي استر غير المشبع (Dupont) والمواد المخضبة من الأكاسيد واسود الكاربون (الاكاسيد Fluka واسود الكاربون من الاسواق المحلية). تم مزج مادة الايبوكسي السائلة مع المصلب السائل ايضا بنسبة وزنية (1:4) (تكون النسبة الوزنية للايبوكسي اربعة اضعاف المصلب المستخدم) ، بينما تم مزج البولي استر غير المشبع السائل مع الصلب وبنسبة وزنية (1:3) وبعد ضم المزيج والمواد المخضبة بالاوزان المطلوبة ، تم

خلطها بصورة مستمرة ولفترة زمنية معينة حتى نحصل على خليط متجانس يعقب ذلك صب (سكب) الخليط على قطعة الالمنيوم . ومن اجل التعرف على تجانس سمك العينات تم استخدام تقنية توهين الاشعة النووية [22] . ولقياسات سمك الغشاء تم استخدام طريقتين وهما:طريقة الوزن والثانية استعمال القدمة او المايكروميتر.حيث كانت النتائج متطابقة الى حد معقول .

ثانياً: منظومة العمل المختبري:-

على الرغم من توفر عدد غير قليل من منظومات تثبيت اجهزة الارسال والاستقبال ومنظومات قياس زوايا وابعاد التسديد والاستلام ، الا ان استخدام هذه الانواع من المنظومات كان مقروناً بحدوث انعكاسات اضافية تحدث عن المنظومة ذاتها او عن محيطها الخارجي ، وذلك ان هذه المنظومات تصنع عادة من مواد معدنية وتكون هذه المعادن عاكسة للموجات الساقطة عليها مما يضيف بعض الاخطاء الى النتائج المستحصلة. لقد قام صوفيا [18] بتصميم منظومة خاصة مستخدماً مادة الخشب التي لا تعكس الموجات الساقطة عليها ولقد قمنا بتطوير هذه المنظومة حيث تمت معالجة بعض المشكلات التصميمية من حيث شاقولية النموذج وكما موضح ادناه للتوصل الى منظمة متكاملة اجريت بوساطتها القياسات الاساسية لهذا البحث لتحديد طبيعة سلوك تفاعل الموجات المايكروية مع المواد الطلائية ولتحديد التغيير الناتج عن اختلاف زوايا او مسافات السقوط والتسديد[23].



ثالثاً: قياس امتصاصية الطلاء:-

توضع العينة بحيث يكون السطح المطلي مقابل جهازي المرسل والمستقبل (Transmitter and Receiver) وبصورة شاقولية .

ان المرسل المستخدم يعمل على ارسال موجات مايكروية ذات طول موجي بحدود 3 cm وتردد بحدود 10GHz وهو من نوع :

(2643 A – 10 Transmitter, Mark 2B, ED- SET, Microwave Optics Kit)

اما المستقبل فهو مصمم للعمل على تحسس الموجات ضمن منطقة توليد المرسل ، كما انه مجهز بموهن (gain control) للتحكم بمدى تكبير الاشارة المستلمة مما يتيح الفرصة لاستلام مدى واسع من الاشارات المنعكسة وهو من نوع :

(2643 A – 10 Receive, Mark 2B, ED – SET Microwave Optics Kit).

يوضع المرسل والمستقبل على مسافات مختلفة عن العينة ويلي ذلك تغيير زوايا السقوط والانعكاس لهذه المسافات ويتم تسجيل قيم الكسب للنماذج في حالة وجود او عدم وجود الطلاء للمسافة نفسها والزاوية الواحدة ويمكن حساب قيمة النسبة المئوية لامتصاص الطلاء من المعادلة (1) والتي وردت في المصدر[24].

$$\text{Absorbitivity (A)} = \left[\frac{R\chi - Ry}{R\chi}\right] \times 100\% \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث ان:

Rx تمثل شدة الموجة المنعكسة عن السطح العاكس (المعدن) .

Ry تمثل شدة الموجة المنعكسة عن السطح المطلي .

أما حساب قيم الأنحراف المعياري (S.D) Standard division فلقد تم بأستخدام المعادلة (2) والواردة في المصدر[25].

$$S.D = \frac{\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2 / n}{n-1} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث أن :

x : تمثل قيمة A% عند كل زاوية .

n : تمثل عدد قيم A% التي تم حسابها لكل زاوية .

النتائج والمناقشة

يتضمن هذا البحث نتائج ومناقشة قياسات الامتصاصية لخليط من الأكاسيد وأسود الكاربون بأستخدام مادة الايبوكسي بعد أن تبين لنا وجود اختلافات صغيرة جداً في قيم الامتصاصية عند استخدام مادة البولي استر غير المشبع .

أولاً: الامتصاصية لعينات اكاسيد الدورة الثالثة (Al_2O_3 , MgO) باستخدام الايبوكسي :

تم تحضير عينات لكل اوكسيد وبحسب نسب الخلط الموضحة في الشكلين(1) و (2) اللذين دونت فيهما قيم الامتصاصية مقابل زوايا السقوط والانعكاس (Φ) وللاوكسيدين (MgO) و (Al_2O_3) على التعاقب .

نلاحظ أن قيم أمتصاصية أوكسيد المغنسيوم قد أزدادت عند النسبة % 4 إلى الضعف تقريباً وهي (26,9) عما كانت عليه عند النسبة 1% وهي (14.02) وكذلك في أوكسيد الالمنيوم حيث عند النسبة 1% كانت قيمة الامتصاصية (12.8) أما عند النسبة 4% فأصبحت الضعف تقريباً وهي (23.4) فضلاً عن ذلك فأن الخليط ذو نسبة الأوكسيد 3% يعطي قيمة للامتصاصية مقاربة إلى الخليط ذي نسبة الاوكسيد 4% ولكنها بعيدة عن النسبتين 1% و 2% لذلك فأن النسبة الأفضل تنحصر بين 3% و 4% وهذا واضح من الشكلين (1) و(2). ومما تجدر الاشارة اليه هنا ، ان النسبة هذه ملائمة من الناحية التطبيقية والتكاليف ايضاً حيث تم تحضير خلطات لاكثر من اوكسيد وكما يوضح لاحقاً.

كما تبين أن أوكسيد المغنسيوم MgO أعطى قيماً للامتصاصية أفضل من أوكسيد الالمنيوم Al_2O_3 ، وقد يعزى ذلك إلى كون السالبية الكهربائية لـ MgO (2.3) أي أكبر من السالبية الكهربائية لـ Al_2O_3 (2.0). فكلما كان الفرق كبيراً بين السالبية الكهربائية للذرتين المرتبطتين زادت قدرة الذرة الموجودة في جزيئة ما على اجتذاب الكترونات الآصرة نحوها. وهذا من تعريف السالبية الكهربائية.

ثانياً : الامتصاصية لعينات أكاسيد العناصر الانتقالية (FeO و ZnO) باستخدام الايبوكسي :

إن نتائج امتصاصية الاوكسيدين موضحه في الشكلين (3) و (4) لأوكسيد (ZnO) و (FeO) على التعاقب.كما ويتضح من الشكلين أن قيم الامتصاصية منخفضة بشكل عام بالمقارنة مع الشكلين (1) و (2) لعينات (MgO) و (Al_2O_3). ومن الشكلين (3) و (4) نلاحظ تداخل قيم الامتصاصية مع بعضها والسبب في ذلك الى أن لأكاسيد العناصر الانتقالية

سلوكية خاصة من حيث الخواص الكيميائية المختلفة (التفاعلات ،التأكسد،درجة الغليان والانجماد ،قابليتها على تكوين الأواصر...الخ.) مختلفة عن أكاسيد بقية عناصر الجدول الدوري .

وعلى ضوء ما ورد سابقاً نلاحظ أن لقيم السالبية الكهربائية للأكاسيد تأثيراً على تفسير النتائج وللتأكد من ذلك تم رسم العلاقة بين السالبية الكهربائية للأوكسيد مع معدل الامتصاصية عند أفضل نسبة وهي 4% وكما يتضح في الشكل (5) حيث نلاحظ انه كلما كان الفرق في السالبية الكهربائية كبيراً كان الامتصاص أكثر.

ثالثاً : الامتصاصية لعينات اسود الكاربون باستخدام الايبوكسي :

يبين الشكل (6) قيم امتصاصية اسود الكاربون وبنسب مختلفة . تنحصر قيم الامتصاصية بين (19.1–15.5) لأقلها امتصاصاً عند النسب 1% و 2% بينما تنحصر القيم بين (22.6–21.1) لأفضلها امتصاصا عند النسبتين 3% و 4% والشكل (6) يوضح العلاقة بين قيم الامتصاصية وزوايا السقوط والانعكاس لعينات اسود الكاربون حيث أن النسبة 4% اعطت قيماً جيدة للامتصاص مع اختلاف قليل في تلك القيم مع زوايا السقوط والانعكاس المختلفة.

رابعاً : الامتصاصية لعينات ذات نسب خلط مختلفة لكل من ($MgO+Al_2O_3+C$) و ($MgO+SiO_2+C$) باستخدام الايبوكسي

تم في هذه الدراسة تحضير عدة عينات من خلطات من الأكاسيد واسود الكاربون ، حيث تم الاعتماد على الفرق في السالبية الكهربائية للعناصر من الدورة الثالثة [26] .

Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7
2.6	2.3	2.0	1.7	1.4	1.0	0.5

وكما يبدو في الشكلين (7) و (8) اللذان يوضحان شكل العلاقة بين الامتصاصية وزوايا السقوط والانعكاس لنسب الخلط المختلفة ويمكن ملاحظة أن قيم الامتصاصية عند نسبة الخلط 4% أفضل من قيم الامتصاصية عند النسبتين 6% و 8% وعلى العموم نرى أن قيم الامتصاصية في حالة تحسن في عملية الخلط هذه ، ويرجع السبب في ذلك إلى أن خلط هذه الأكاسيد يؤدي إلى تكوين معقد ناقل للشحنة ، لأن أحد هذه الأكاسيد ذو السالبية الكهربائية القليلة يتصرف بوصفه معطياً للالكترون والاخر ذو السالبية الكهربائية العالية قابلاً له. ويتم نقل جزئي للشحنة بوساطة هذا المعقد ، وهذا يسهم في عملية اعطاء الالكترون بسرعة وفقده بسرعة أيضا وذلك بوجود أسود الكاربون الموصل الجيد للكهربائية ما يزيد في التوصيلة الكهربائية وبالتالي الحصول على امتصاصية أكبر. ويمكن تفسير ذلك إلى أن الوسط الناقل للموجة في المواد الصلبة

ليس متصلاً بل متقطع ويتألف من عدد هائل من الذرات والجزيئات وان هذه الذرات أو الجزئيات التي تتألف منها المادة الصلبة لا تنقل الموجة بل تهتز موضعياً حول نقاط توازنها وعلى هذا الأساس يمكن اعتبار الذرات عبارة عن مهتز يهتز بحركات توافقية بسيطة اهتزازاً طولياً حول مواقع اتزانها أما الجزيئات فيمكن وصف الذرات في الجزيئة كأنها كتل متمركزة متماسكة مع بعضها بواسطة أواصر تعمل عمل اللولب وذلك لأن الجزيئات ليست صلبة وحركتها الاهتزازية تنتج بسبب مرونتها .

ومن الطبيعي أن جميع المهتزات لا تهتز بالطور نفسه بل بأطوار مختلفة تتغير دورياً وأن اختلاف طور حركة هذه المهتزات هو الذي نلاحظه على شكل موجات . فعند مرور نبضة أو موجة خلال الشبيكة في المادة الصلبة تحدث إزاحة لكل ذرة عن موضعها بمقدار صغير ، أو دوران الجزيئة باتجاه معين ، وبذلك تكون الموجات الناتجة من هذه الازاحة أو الدوران ذات طول موجي معين [27-29] .

وعلى ضوء ما ورد سابقاً يمكن تفسير أن قيمة الامتصاصية عند النسبة 4% أفضل من بقية النسب ويمكن القول أن توافق الموجات الساقطة ضمن (X-band) مع الموجات الناتجة من دوران الجزيئات لاكسابها طاقة من الأشعة الساقطة يكون كبيراً عند النسبة 4% وأقل عند النسبتين 6% و 8% .

خامساً : الامتصاصية لـ($MgO+SiO_2+C$)مع الايبوكسي بتغير وزن الخليط لوحدة المساحة .

لما كانت العينة المخضبة ($MgO+SiO_2+C$) عند نسبة الخلط 4% أفضل العينات من حيث الامتصاصية ، لذا تم الاتجاه إلى تغير وزن الخليط لوحدة المساحة (Mg/cm^2) حيث يتغير سمك العينة بشكل ملحوظ ولقد تم تحضير عدة عينات تبقى نسبة الخلط ثابتة (4%).

وكما هو واضح من الشكل(9) أن قيم الامتصاصية قد أظهرت نتائج أفضل بكثير من العينات السابقة لاسيما عندما يكون وزن الخليط لوحده المساحة ($0.28gm/cm^2$) .أما الشكل (10) فيبين قيم الامتصاصية للخليط نفسه عندما يكون الوزن ($0.28\ gm/cm^2$) عند مسافات مختلفة ، والشكل (10) يبين لنا ان المسافة (40cm) تقع في متوسط قيم امتصاصية المسافات الأخرى مع اعطاء نسب امتصاصية تتراوح بين (69.8 –74.8) .

ومما تجدر الإشارة اليه هنا ان سمك هذه العينة هو(2.1mm)أما العينتان الأخريان(1mm) و (1.5mm) فأن الفرق في السمك (0.5mm) أدى إلى فرق في معدل الامتصاصية الى الضعف . إن هذه النتائج لا تحتاج إلى تفسير حيث أن زيادة السمك أدت إلى توهين أكبر في أشعة الموجات المايكروية . حيث عندما كان السمك (1mm) كان معدل الامتصاصية

(29.61%) وعند السمك(1.5mm) معدل الامتصاصية(61.24%)وعند السمك (2.1mm) معدل الامتصاصية (73.12%)..

الاستنتاجات

1. ليس لنوعية المادة الرابطة البوليمرية تأثير كبير على قيم الامتصاصية ،حيث عند استبدال المادة الرابطة الايبوكسي بمادة البولي استر غير المشبع لم يؤثر ذلك على قيم الامتصاصية بشكل كبير .
2. تمثل نسبة الخلط 4% لعدة أكاسيد من الجدول الدوري مع الايبوكسي نسبة جيدة من الناحية التطبيقية .
3. كلما كان الفرق في السالبية الكهربائية للأوكسيد الواحد أو الفرق بين أوكسيدين كبيراً كلما كانت قيم الامتصاصية كبيرة .
4. كلما تغير وزن الخليط لوحدة المساحة تتغير قيم الامتصاصية من 30% إلى 75% .حيث ان الزيادة في السمك تؤدي الى زيادة في الامتصاصية.

شكر وتقدير

الشكر والتقدير للدكتور أسعد فيصل خطاب الاستاذ المساعد في قسم الكيمياء في كلية العلوم – جامعة الموصل على المساعدة التي ابداها لنا من الناحيتين العلمية والعملية لإنجاز هذا البحث.

المصادر

1. صالح ، سامي مظلوم. "فيزياء الحيود" الجامعة التكنولوجية – بغداد (1982).
2. Free man E.R., "Interference Suppression Techniques for Microwave" Artech House Inc (1982).
3. الربيعي ، رعد عزاوي خميس. " امتصاص وتشتيت البلازما للموجات الكهرومغناطيسية ". وقائع الندوة الثانية للعلوم الجايرومغناطيسية ، جامعة بغداد (1999).
4. جيرجين ، ر . مابرارندت. " مقدمة للبصريات الكلاسيكية والحديثة " منشورات مجمع اللغة العربية الاردنية ، عمان (1983).
5. Jonr, A.A., "How to Design an invisible Air craft IEEE Sputrum" pp.26.31(1988).
6. Harmuth H.F "IEEE Trans. Electromagnetic Compat" Vol. EMC-28 (2) :112 (1986).

7. Harmuth H.F ., "IEEE Trans. Electromagnetic Compat" Vol.Emc-25 (1) : 32 and 3 : 323 (1989).
8. Egene F.k. , John F.S and Michael T.T., "Radar Cross Section its Predication Measurements and Readuction" Book mart press, P.367 (1985).
9. Vinoy K.J and Jha R.M., "Radar Absorbing Material From Theory to Design and characterization" Kluwer Academic publishers P.176 (1996).
10. محمد ، اكرم عزيز "كيمياء اللدائن". مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل – العراق (1993).
11. أدم ، كوركيس عبد آل ، الغطاء ، حسين علي كاشف "تكنولوجيا وكيمياء البوليمرات" مديرية مطبعة الجامعة ، جامعة البصرة ، العراق (1983).
12. Tokuse M., "Microwave Absorbers" 110(10) : 800 (1989).
13. Rolfs John C. , Brecht and Leopold "High -loss Factor Materials for Microwave Attenuators" 53,(1-4) : 1-3784 (Abstract) (1959).
14. Mccaughua James R. and Todesea Roger R., "Microwave Absorbing Coating" 63(5-7) : 4913-9028 (Abstract) (1965).
15. Ramey R.L and Lowis T.S., "Absorption and Reflection and Transmission of by Iron and Nickel and Silver Films" 68 (19-22) : 84191-101694 (Abstract) (1968).
16. Gates Louis E., "Magnesium Oxide – Silicon Carbide Lossy Dielectric for High – Power Electrical Microwave Energy" 80 (4) : 15215 – 22368 (Abstract) (1974).
17. Liao Sam Y., "Light Transmittance and Microwave Attenuation of A Gold Film Coating on A Plastic Substrate" 83(26): 319 (Abstract) (1975).
18. صوفيا ، فارس بشير عبد الأحد. رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، قسم الفيزياء ، جامعة الموصل ، العراق (1999).
19. رضا ، صباح محمد علي. اطروحة دكتوراه ، قسم العلوم التطبيقية ، الجامعة التكنولوجية ، العراق (2000).
20. Abdull J. M.Sc. Thesis , Al- Mustansariaa un . Baghdad, Iraq (1999).
21. Asaad M. , Jassim and Abdul – Noor S., Internal Report No Rp 95122 , Space Research Centre , Baghdad , Iraq (2000).
22. الصوفي , ليث رابح. رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة الموصل ، العراق (1997).
23. الطائي ، ضمياء حسن. رسالة ماجستير ، قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ، العراق (2004).
24. Ishino K. and Watanoble T., "Coating for Preventing Reflection of Electromagnetic Wave and Coating Material for Forming Said Coating" US Pateat 4, 116, 906 (1978).

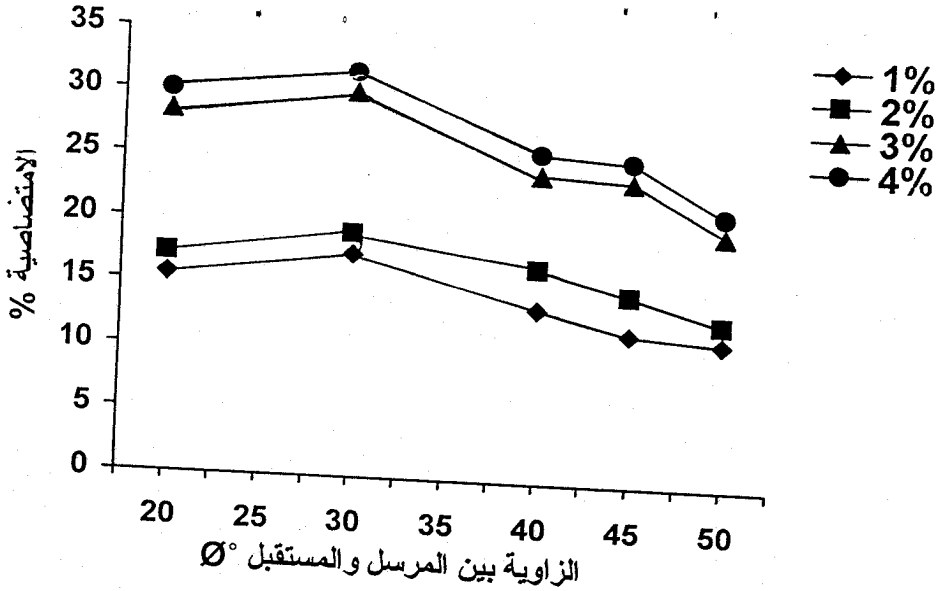
25. المشهداني ، محمود حسن وأمير حنا هرمز. "مبادئ الإحصاء " المكتبة الوطنية ببغداد / العراق (1989).

26. الزكوم ، مهدي ناجي ، سلومي ؛ عصام جرجيس ، العبيدي ؛ كاظم ، أوغسطين ؛ حبيب عبد الأحد. " الكيمياء اللاعضوية كيمياء العناصر المتماثلة " دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل – العراق (1982).

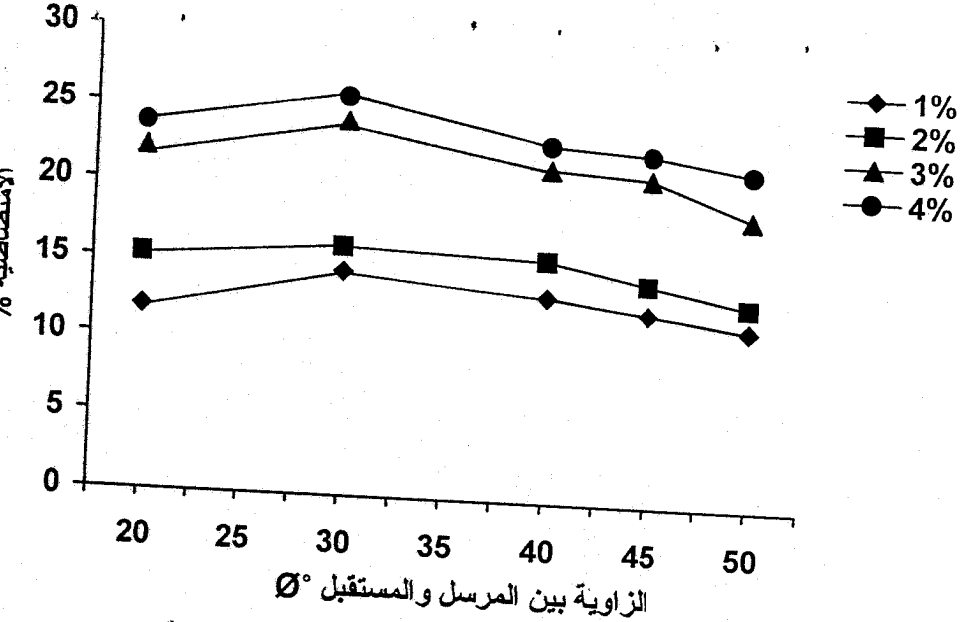
27. الجمال ، يحيى نوري. " فيزياء الحالة الصلبة " دار الكتب للطباعة والنشر – الموصل– العراق (2000).

28. Omer M.A., "Elementary Solid State Physics" 1st Edn , Addison – Wesley Pub.co (1975).

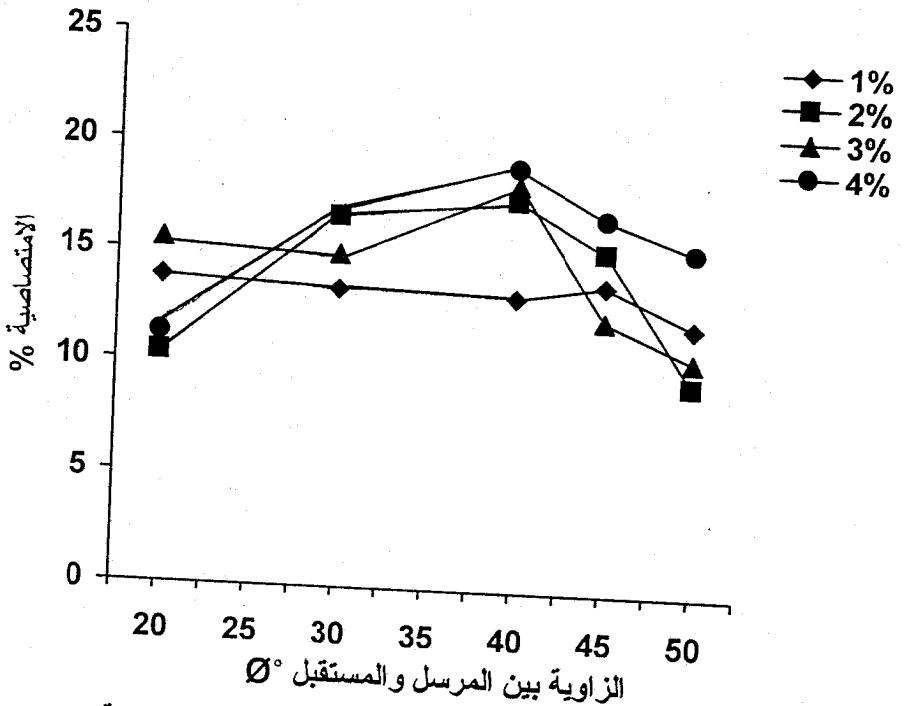
29. سلومي ، عصام جرجيس. "البنية والتآصر في كيمياء الحالة الصلبة ". مديرية دار الكتب للطباعة والنشر،جامعة الموصل ، العراق (1983).



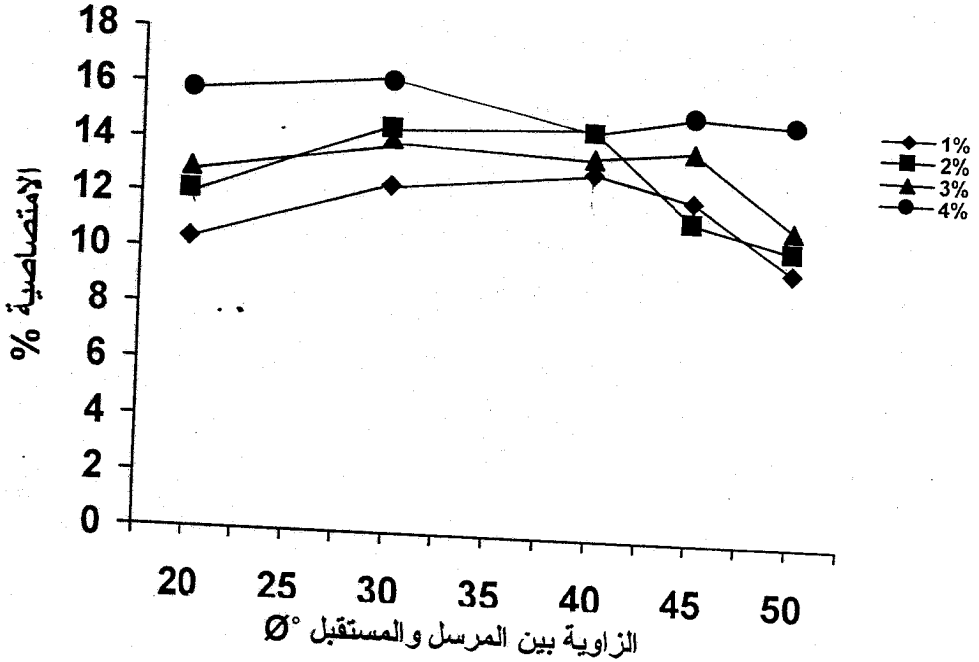
الشكل (1) قيم امتصاصية اوكسيد المغنيسيوم دالة للزاوية



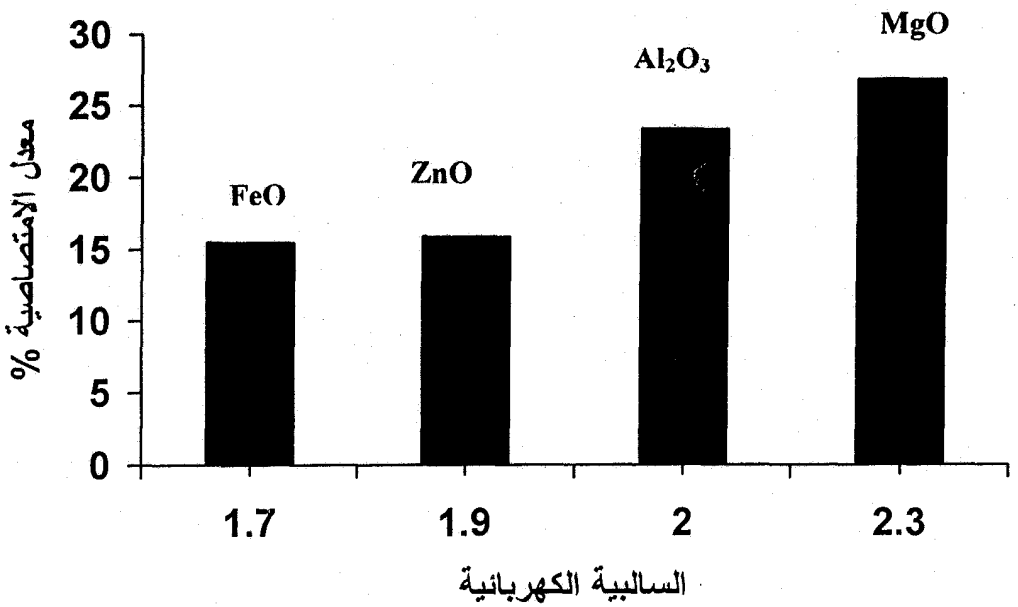
الشكل (2) قيم امتصاصية اوكسيد الالمنيوم دالة للزاوية



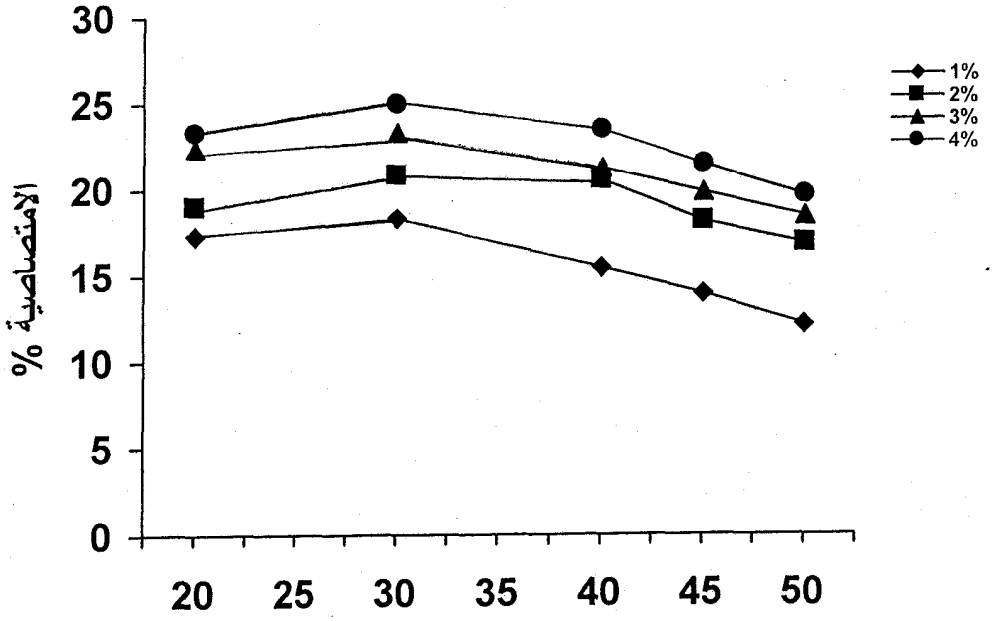
الشكل (3) قيم امتصاصية اوكسيد الخارصين دالة للزاوية



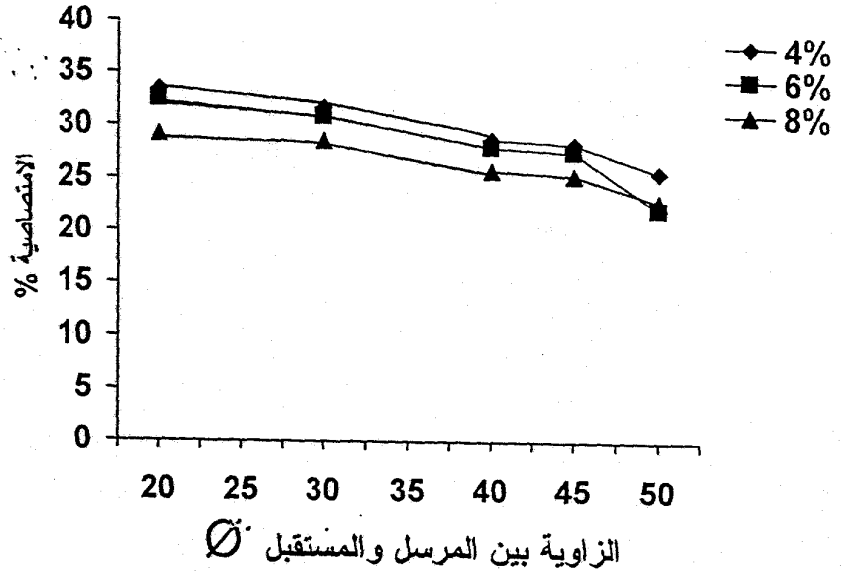
الشكل (4) قيم امتصاصية اوكسيد الحديدوز دالة للزاوية



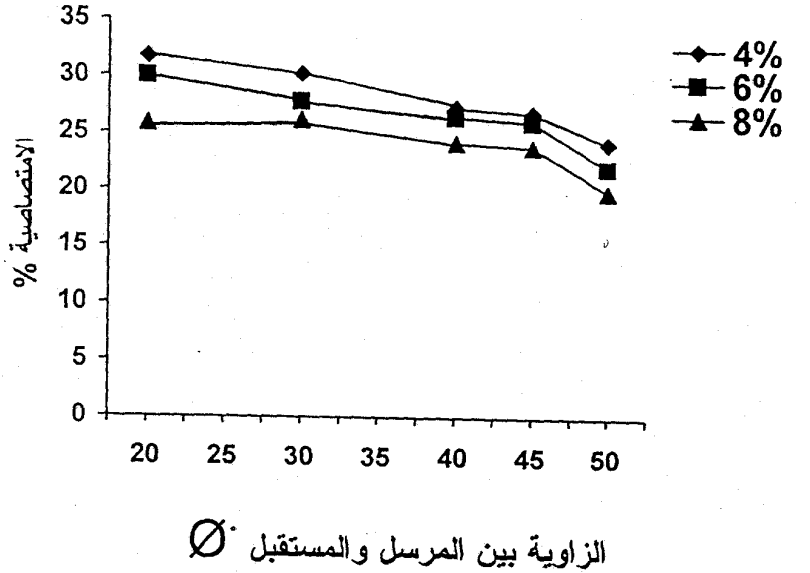
الشكل (5) العلاقة بين معدل الامتصاصية والسالبية الكهربائية



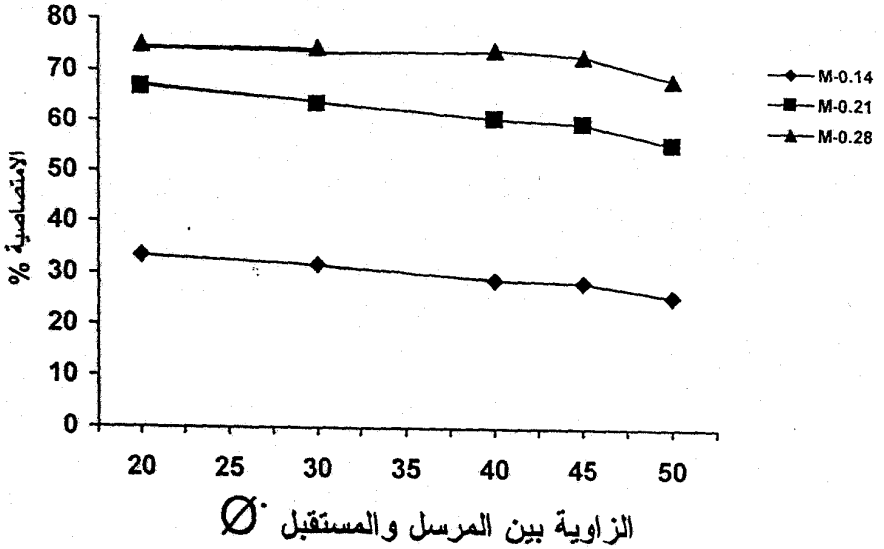
الشكل (6) قيم الامتصاصية لاسود الكاربون



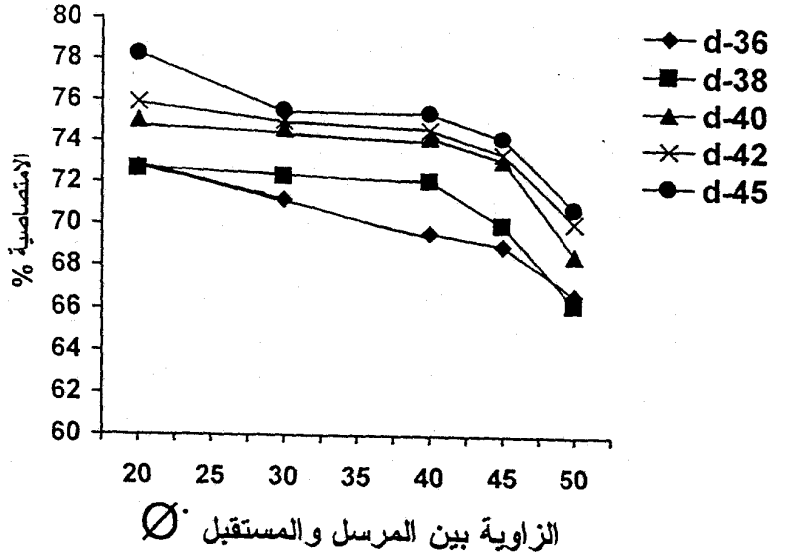
الشكل (8) قيم الامتصاصية عند تغير قيم نسب الخلط للعينة ($MgO+SiO_2+C$)



الشكل (7) قيم الامتصاصية عند تغير قيم نسب الخلط للعينة ($MgO+Al_2O_3+C$)



الشكل (9) قيم امتصاصية العينة ($MgO+SiO_2+C$) عند تغير وزن الخليط لوحدة المساحة



الشكل (10) قيم الامتصاصية للعينة ($MgO+SiO_2+C$) عندما $M=0.28\ gm/cm^2$