

# تحضير متراكب بولي فاينيل كلورايد (PVC) باستعمال طين البنتونايت العراقي المعالج مادة ملء ودراسة خصائصه الميكانيكية والحرارية

فؤاد شاكر هاشم

قسم الفيزياء /كلية التربية /جامعة بابل/ص.ب ٤،العراق

E mail: [bur11111@yahoo.com](mailto:bur11111@yahoo.com)

## الخلاصة:

تم في هذا البحث استعمال طين البنتونايت العراقي مادة ملء لبوليمر بولي فاينيل كلورايد (PVC) حيث حضر مسحوق البنتونايت لمقاس حبيبي  $(75, 150) \mu m$  وأجريت عليه عمليات تحميص بدرجات حرارية مختلفة  $(300, 700, 900) ^\circ C$  ، ثم عولج بمادة البولي فاينيل الكحول (PVA) بوصفها طبقة رابطة لمادة الملء مع البوليمر. تم تحضير محلول بولي فاينيل كلورايد وذلك بإذابته بالسايكلوهكسانون تحت التسخين غير المباشر. بعد ذلك تمت إضافة البنتونايت المعالج مع المزج المستمر، ثم أضيفت ستيارات الكالسيوم بوصفه مثبتا حراريا ونسبة محددة. درس تأثير هذه المتغيرات في خاصية التوصيل الحراري وخاصية المتانة ومعامل المرونة للمترابك المحضر اذ حضرت عينات لهذا الغرض.

عمليا وجد أن استخدام البنتونايت العراقي المعالج بمادة PVA والمحمص لدرجة  $700^\circ C$  بوصفه مادة ملء لبوليمر PVC أعطى توصيلية حرارية بحدود  $0.25 W/m.k$  مقارنة بالقيمة لمادة PVC والتي تقع ضمن مدى  $0.36 W/m.K$  وهذا يعني تحسن العزلية الحرارية للمنتج بنسبة 30% أفضل منه لمادة PVC وحدها، وأعطى خاصية متانة إجهاد بمقدار ثلاثة أضعاف أعلى من القيمة القياسية.

## Preparation of PVC composite using reinforced Iraqi Bentoniet clay as a filler & study their mechanical and thermal properties

Fuaad Sh. Hashim

In this study , Iraqi Bentonite clay was used as a filler for polyvinyl chloride polymer. Bentonite clay was prepared as a powder for some certain particle size ,followed by calcinations process at  $(300, 700, 900) ^\circ C$  ,then milled and sieved. The selected sizes were  $D < 75 \mu m$  and  $D < 150 \mu m$  . After that polyvinyl Al-Cohool solution prepared and used as a coated layer covered the Bentonite powder before applied as a filler ,followed by drying , milling and sieving for limited recommend sizes. polyvinyl chloride solutions were prepared and adding of modified Bentonite power at certain quantities were followed .Sheet of these variables on the mechanical and thermal properties of the prepared reinforced particular polyvinyl chloride composite.

Experimentally, it was found that the composite prepared by adding modified Iraqi Bentonite powder , that calcined at  $700 ^\circ C$  as a filler have an advantage in heating insulator properties by 30% from that found for PVC as it is ,and the value of stress strength exceed by three times as that for original value.

## المقدمة:

وجد عمليا كفاءة عالية للمواد الحشوية (المالئة) في تقليل تقلص المصبوبة وكذلك في تحسين خصائص التمدد الحراري والزحف في المواد البلاستيكية المطاوعة للحرارة. كذلك فإن استعمال المالئات حسن درجة التشوه الحراري للراتنجات<sup>[1]</sup>. إذ استعملت المالئات غير الفعالة صناعيا (الأطيان، أسود الكربون، السيليكا) لتقليل كلفة المواد المتراكبة. حيث تعجن مثل هذه المالئات مع مواد ذات خصائص ربط مزدوج (coupling agents) لمنع حدوث انهيار الخصائص الميكانيكية بسبب التباين الشاسع بين الخصائص الميكانيكية للمواد المالئة والمواد البوليمرية<sup>[1]</sup>.

يوجد البولي فاينيل كلورايد (PVC) على هيئة مساحيق، وعجائن، وسوائل وألواح، ويتميز بخصائص متعددة منها انه ذو مدى واسع من الألوان، وانه مادة صلبة، ومتحجرة وقوية ذات لزوجة عالية) في درجة حرارة الغرفة، وخفيف الوزن وذو مقاومة جيدة للقواعد والحوامض والكحولات والزيوت والمركبات الهيدروكربونية الاليفاتية، وسهل التشكيل لذلك استعمل في صناعات مختلفة منها صناعة الأنابيب الصلبة وفي صناعة إطارات النوافذ والأبواب، وفي صناعة القناني والحاويات المستعملة لتعبئة المواد الغذائية، وفي التغليف وصناعة المعاطف المطرية، وصناعة الأحذية والجزم وكعوب الأحذية، وبوصفه مادة عازلة للأسلاك الكهربائية والقابلات وكأغطية للأرضيات وفي صناعة الأثاث ألبيتيه<sup>[2]</sup>. أجريت دراسات عديدة حول استعمال الطين مادة ملء مع البولي فاينيل كلورايد<sup>[3-7]</sup>، يهدف البحث دراسة تأثير استعمال طين البنتونايت العراقي المعالج بمادة (PVA) بوصفه مادة ملء مع البولي فاينيل كلورايد في الخصائص الميكانيكية والحرارية للمادة.

## الجانب العملي والفحوصات :

تم تحضير نماذج من مادة بولي فاينيل كلورايد المضاف إليها مسحوق البنتونايت العراقي لمقاس حبيبي  $\mu m$  ( ٧٥ , ١٥٠ ) وهما معالجتان بمادة بولي فاينيل الكحول بوصفها مادة ممتزة على سطح الطين بعد تحميص الطين لدرجات حرارية مختلفة. ودراسة تأثير ذلك في الخصائص الميكانيكية والحرارية لمتراكب بوليمر PVC - بنتونايت عراقي ممتز على سطحه مادة PVA.

## أولا:تحضير نماذج الفحص

### ■ تحضير البنتونايت العراقي الممتز على سطحه مادة PVA :

تم غسل مسحوق البنتونايت العراقي بالماء المقطر باعتماد آلية المزج والترشيح

للتخلص من الأملاح والشوائب العالقة، بعد ذلك جففت المادة بدرجة حرارة  $100^{\circ}\text{C}$  مدة 24hr باستعمال مجفف نوع ( F. G. BODE&CO- Laboratory- Equipment- . Hamburg-90)

يوضح الجدول (١) التحليل الكيماوي لخام البنتونايت العراقي لمعرفة تركيبة الأكاسيد المكونة له ونسبتها، فيما يوضح الجدول (٢) التحليل المعدني لخام البنتونايت العراقي.

جدول (١) التحليل الكيماوي لخام البنتونايت العراقي.					
النسبة المئوية	نوع الاوكسيد	النسبة المئوية	نوع الاوكسيد	النسبة المئوية	نوع الاوكسيد
٠.٥٩	$\text{SO}_3$	٣.٤٢	$\text{MgO}$	٥٦.٧٧	$\text{SiO}_2$
٠.٥٧	$\text{Cl}$	١.١١	$\text{Na}_2\text{O}$	٢٦.٢	$\text{Al}_2\text{O}_3$
٠.٤٩	$\text{L.O.I}^*$	٠.٦	$\text{K}_2\text{O}$	٨.١٢	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
		٠.٦٥	$\text{P}_2\text{O}_5$	٤.٤٨	$\text{CaO}$

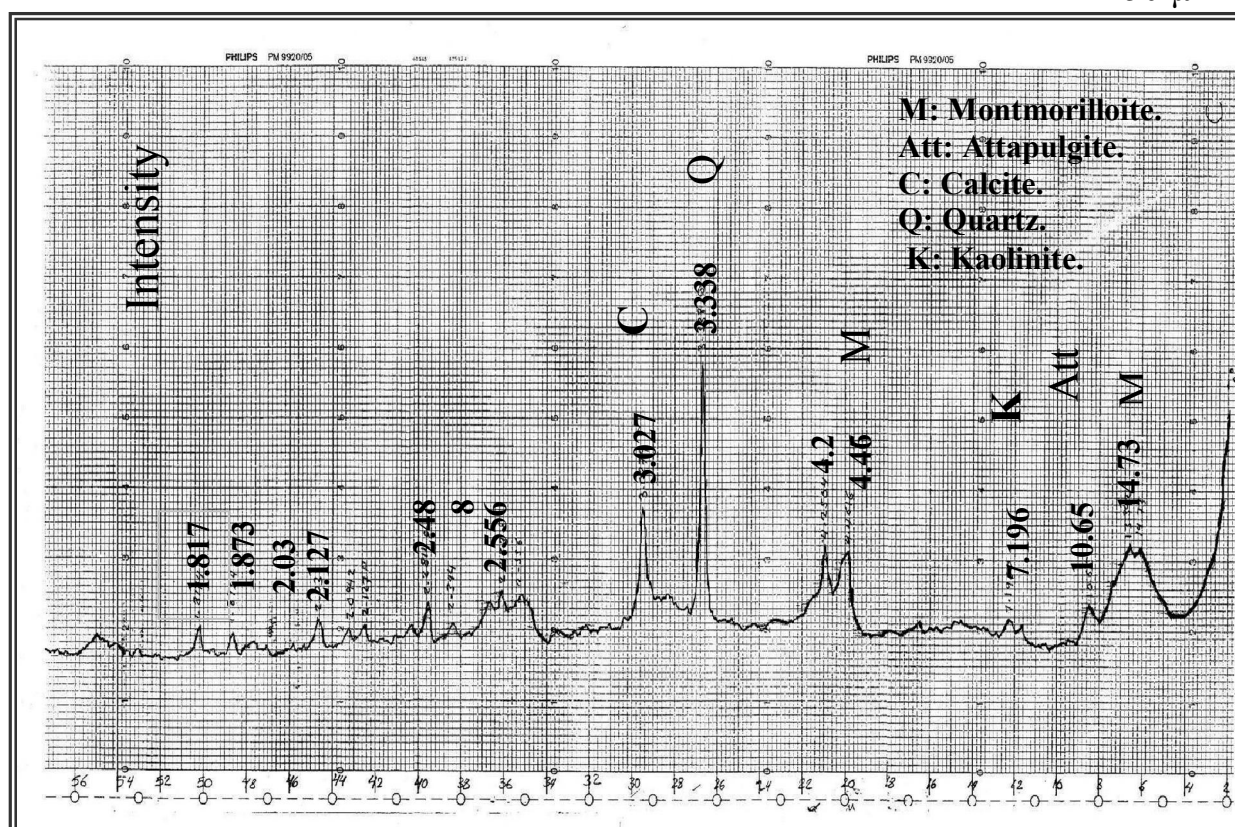
- Loss on ignition (الفقدان بسبب الحرق)

جدول (٢) التحليل المعدني الخام البنتونايت العراقي .		
نوع المعدن		النسبة المئوية
المعادن الطينية Clay minerals	Montmorillonite	٧٩
	Plygorsktite	٧
المعادن غير الطينية Non- clay minerals	Apatite	٥
	Calcite	٥
	Gypsum	٢
	Halite	١
	Quartz	١

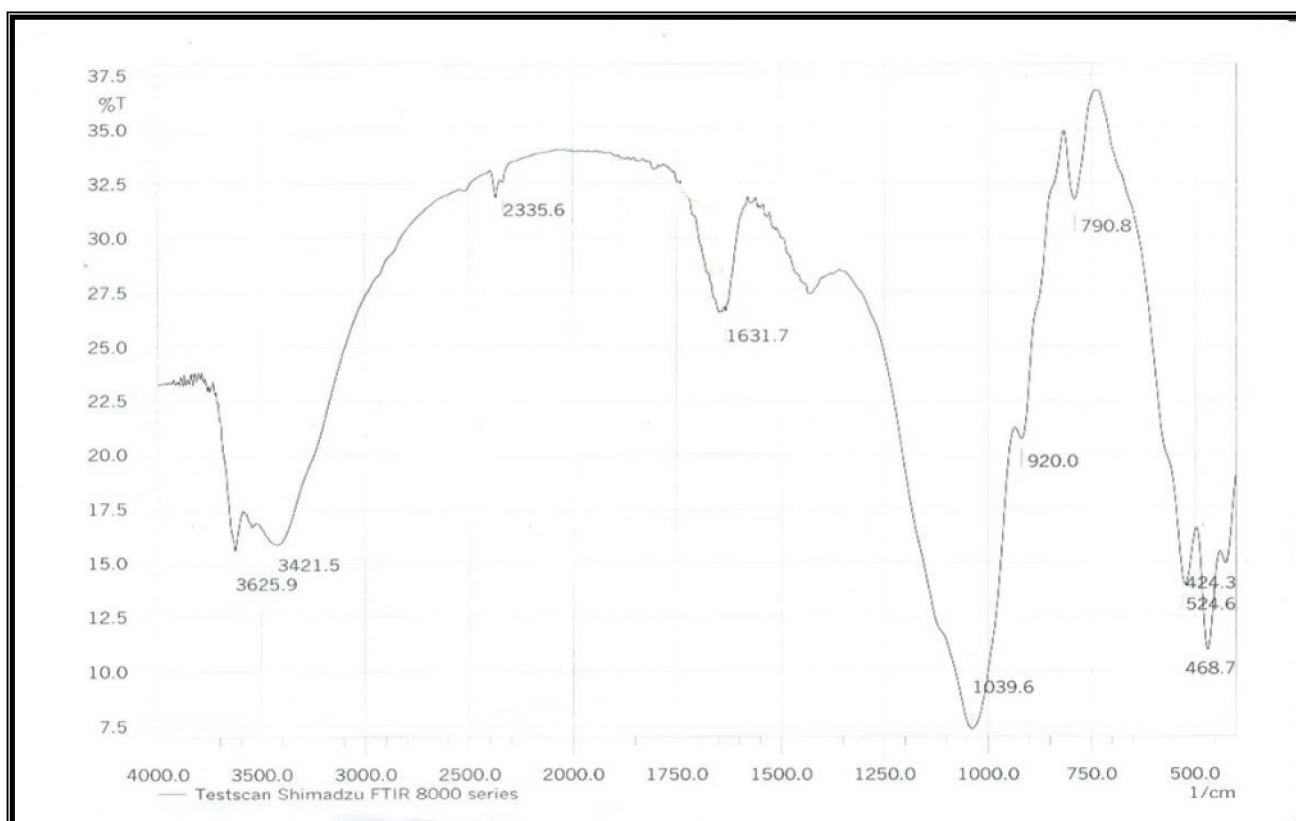
يوضح الشكل (١) العلاقة بين ضعف زاوية الحيود) على المحور السيني والشدة على المحور الصادي ، وذلك لتحديد التركيب المعدني لمادة مسحوق البنتونايت العراقي بواسطة حيود

الاشعة السينية (XRD) . والشكل (٢) يوضح تحليل الاشعة تحت الحمراء (IR) لمادة مسحوق البنتونايت العراقي .

تم تحضير ثلاث عينات من البنتونايت العراقي وذلك بإجراء معاملته حرارية لدرجات  $^{\circ}\text{C}$  (900,700,300) مدة 2hr في فرن كهربائي نوع (Naber therm) مصنوع في المانية الغربية [8] . ثم أجريت عملية الطحن باستعمال تقنية الطحن بالكرات مدة 7hr لكل عينة، ثم جففت بدرجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  100 مدة 2hr، أجريت عملية النخل وذلك لأجراء تصنيف المقاس الحبيبي لها وقد استعملت مناخل ألمانية الصنع نوع (Micro-Prazisossieb) حيث اعتمد مديان من المقاس الحبيبي  $D < 75 \mu\text{m}$  و  $D < 150 \mu\text{m}$  لكل عينه. حضر محلول بولي فاينيل الكحول بإضافة 0.0125g منه لكل 100 ml ماء مقطر وبمزجه جيدا باستعمال خلاط مغناطيسي (Magnetic sterar) بدرجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  80 عند دالة أس هيدروجيني 3 ~ وذلك بإضافة قطرات من حامض الهيدروكلوريك [9,8] . ثم أضيفت 25gm من البنتونايت العراقي المحمص بشكل تدريجي إلى محلول بولي فاينيل الكحول واستمر المزج والتسخين لحين الحصول على محلول متجانس على شكل طين رقيق القوام ذي لزوجته عاليه (تمت عملية المزج على وفق الطريقة المعتمدة من Greenland) [10] . بعدها جففت المادة وطحنت و أجريت عملية النخل للحصول على المقاس الحبيبي  $D < 75 \mu\text{m}$  .  $D < 150 \mu\text{m}$



الشكل (١) حيود الأشعة السينية لمادة مسحوق البنتونايت العراقي



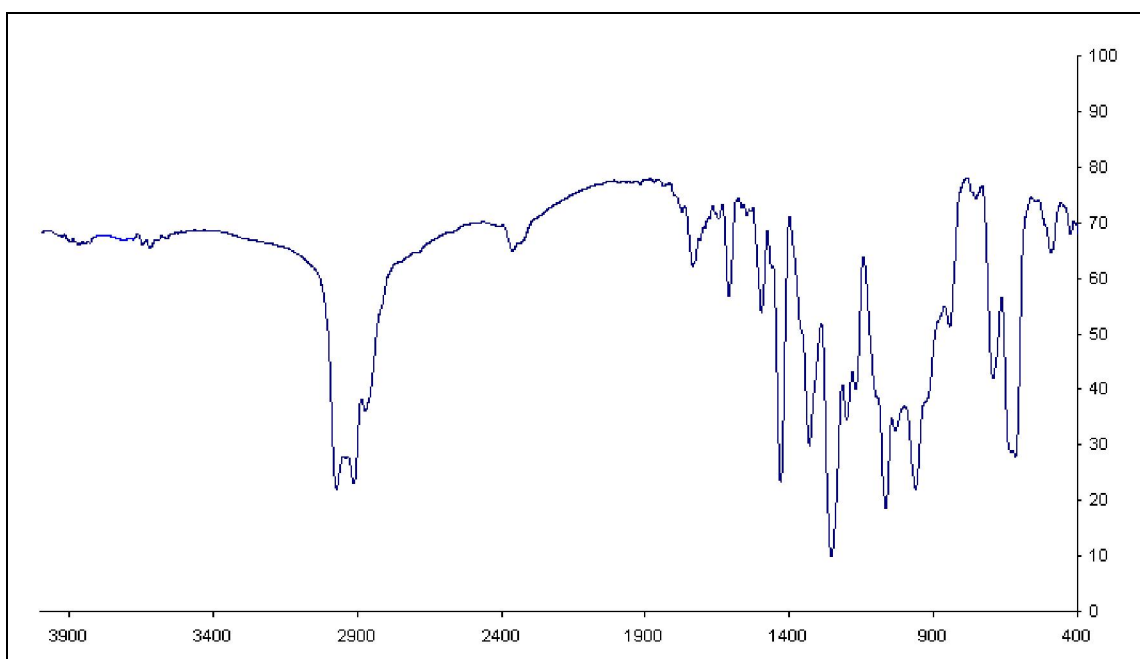
الشكل (٢) تحليل الأشعة تحت الحمراء (IR) لمادة مسحوق البنتونايت العراقي

### تحضير متراكب بولي فاينيل كلورايد . بنتونايت معالج.

تم توصيف مادة PVC المستعملة من خلال تحليل (IR) الموضحة في الشكل (٣)، وبعد ذلك تم استعمالها بوصفها مادة الأساس. إذ تم اخذ 25g منها وأذيت باستعمال مذيب سايكلو هكسانون، وتمت الأذابه بدرجة حرارة 80°C وذلك باستخدام حمام ماء وخلط ميكانيكي ذي ريشة زجاجية نوع ( Heidolph RZR 2050 electronic ) يدور بسرعة 450 rpm ، وباستمرار المزج أصبح لدينا مستحلب حليبي اللون متجانس. إن إضافة كمية اكبر من المذيب متأتية لمعالجة مشكلة طبيعة توزيع حبيبات مادة الملء المستعملة لكونها تحتوي على عدد كبير من مقاسات الحبيبات التي هي اقل من 150 µm أو التي هي أقل من 75 µm ومن ثم فان إضافتها إلى مكون ذي لزوجة واطئة بادئ الأمر هو لتمكين المسحوق من سهولة انتشاره في الوسط البوليمري والتحكم في السيطرة على ثباته في

مواقعه من خلال عملية التسخين والمزج المستمر الذي يقوم بمهمة تبخير المذيب إلى أعلى نسبة وتحقق متراكب ذو لزوجة بأعلى قيمة ممكنة عمليا وتسهل عملية الصب .

أضيفت كميات تدريجية من مسحوق البنتونايت المعالج بمادة PVA إلى مادة الأساس المحضرة بعد تحقيق حالة المستحلب المتجانس وخلال عملية التسخين والمزج وحسب الجدول (٣) . استعمل المزج مدة نصف ساعة أضيفت بعدها ستيارات الكالسيوم المثبت حراريا بالنسبة المحددة والمعرفة بالجدول (٣) ، اذ تعد الستيارات ولمدى واسع مادة مزيّنة أساسية في الاستعمالات التجارية وان اختيار الستيارات عاملا مزيّنا داخليا يمكن أن يتحكم بالخصائص الفيزيائية للمركب الناتج<sup>[11]</sup> . ان تحديد ستيارات الكالسيوم لكونها مادة مزيّنة داخلية غير سامة في ضمن حدود ٠.٥% من أصل المادة المحضرة<sup>[12]</sup> واستمر المزج إلى أن أصبح لدينا مستحلب بني اللون . بعدها صبت المادة في نموذج زجاجي عبارة عن قالب متوازي الأضلاع مثبتة أطرافه صنع محليا لهذا الغرض، بعد تزييته من الداخل بمادة زيت البرافين لمنع التصاق النموذج ترك النموذج المحضر في حاضنة  $30^{\circ}\text{C}$  مدة ثلاثة أيام بعدها وضع في حاوية تجفيف وقد اعتمدت هذه الطريقة لتحضير النماذج الأخرى .بعد ذلك تم تحضير نماذج على شكل أقراص ذات قطر 40mm لأغراض فحص التوصيلية الحرارية ونماذج خاصة لأغراض فحص الإجهاد على وفق المواصفة (ASTM D647-٦٨)<sup>[13]</sup> .



الشكل (٣) تحليل الأشعة تحت الحمراء (IR) للبولي فاينيل كلورايد (PVC).

جدول (٣) نسب المكونات ونوع المكونات مع درجة حرارة التحميص والمقاس الحبيبي لمسحوق مادة الملئ

Group NO.	Sample NO.	Filler treatment condition					PVC treatment condition (matrit)				
		Particle size (µm)	Calcination Temp. °C	Calcination time (hr)	Filler(Bentonite) wt%	PVA wt%	PVC wt%	Ratio Solvent (gm:ml)	Stabilizer %	Mixing temp.°C	*Mixing time (hr)
A1	A11	150	900	2	5	0.5	95	1: 2.5	0.5	85	3.5
	A12	150	900	2	5	0.5	95	1: 2.5	0.5	85	3.5
A2	A21	75	900	2	5	0.5	95	1: 2	0.5	85	2.5
	A22	75	900	2	5	0.5	95	1: 2	0.5	85	2.5
B1	B11	150	700	2	5	0.5	95	1: 2.5	1	85	3.5
	B12	150	700	2	5	0.5	95	1: 3	1	85	4
B2	B21	75	700	2	5	0.5	95	1: 3	1	85	4
	B22	75	700	2	5	0.5	95	1: 2	1	85	2.5
D1	D11	150	300	2	5	0.5	95	1:2	1	85	2.5
	D12	150	300	2	5	0.5	95	1: 2.5	1	85	3.5
D2		75	300	2	5	0.5	95	1: 2.5	1	85	3.5

\* **زمن المزج:** هو الزمن المطلوب لتسخين المذيب (سايكلوهكسانون) من درجة حرارة الغرفة إلى درجة حرارة ٨٥ °C، يتبعها إضافة مادة PVC، وبعد نصف ساعة تضاف مادة الملء ( بنتونايت معالج بمادة PVA) وبعد نصف ساعة أخرى من المزج المستمر يضاف المثبت الحراري ( ستيارات الكالسيوم ) ويستمر المزج لحين الحصول على مستحلب بني اللون .



## ثانيا : الفحوصات

### ▪ فحص التوصيلية الحرارية .

تم تحضير نماذج على شكل أقراص بقطر 40mm وسمك (2-5)mm لأغراض فحص التوصيلية الحرارية (Thermal Conductivity) K باستخدام منظومة قرص لي وباعتماد العلاقات الرياضية الآتية: [14]

$$K = \frac{e[T_A + \frac{2(d_A + \frac{d_s}{4})T_A}{r} + \frac{d_s T_B}{2r}]}{\frac{T_B - T_A}{d_s}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

اذ يمكن حساب قيمة e وهي معدل الطاقة الحرارية المارة خلال نموذج الفحص من الطاقة المجهزة لملف التسخين (P=IV) فيكون :

$$e = \frac{VI}{\pi r^2 (T_B + T_A) + 2\pi r[d_A T_A + \frac{d_s (T_A + T_B)}{2} + d_B T_B + d_C T_C]} \quad \dots\dots\dots (2)$$

حيث I التيار المجهز لملف التسخين وهو ثابت لكل القياسات وقيمته A. 0.25 و V تمثل فولتية مستمرة قيمتها V. 6 وان  $d_A, d_B, d_C$  تمثل سمك الأقراص وتساوي 1.3mm و  $d_s$  سمك النموذج (mm) الواقع بين القرصين A و B .

$r = r_C = r_B = r_A$  تمثل نصف قطر الأقراص A, B, C على التوالي وتساوي 2.06 mm . اما  $T_A, T_B, T_C$  فهيه تمثل درجة حرارة الأقراص A, B, C على التوالي بوحدات K علما ان المسخن الكهربائي المستخدم في قرص لي يقع بين القرصين B و C .

بعد حساب e نعوض في المعادلة ١- لنحصل على قيمة التوصيلية الحرارية (k) للعينة المراد فحصها بوحدات (W/m K) . وقد تم قياس النماذج في ظروف درجة حرارة الغرفة وبزمن ثابت يقدر بحدود ساعتين لكل نموذج علما انه تم طلاء النماذج بزيت البرافين عند الفحص .

### ▪ فحص المتانة ومعامل المرونة :

تم فحص متانة الإجهاد  $\sigma$  (Stress Strength) ومعامل المرونة (Modulus of Elasticity) Y باستخدام جهاز (Test metrics) وباعتماد العلاقات الرياضية الآتية [15] :

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots (3)$$

حيث  $\sigma$  تمثل إجهاد الشد ( $N/m^2$ ) .

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \quad \dots\dots\dots (4)$$

حيث  $\epsilon$  تمثل مطاوعة الشد

$$Y = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/A}{\Delta L/L_0} \quad \dots\dots\dots (5)$$

حيث Y يمثل معامل يونك للمرونة ( $N/m^2$ ) وهو يعتمد على نوع المادة وليس على أبعادها .

#### ▪ فحص المسامية الظاهرية، الكثافة الحجمية وامتصاصية الماء .

تم قياس المسامية الظاهرية A.P (Apparent Porosity) طبقاً للطريقة المعتمدة بموجب المواصفة (ASTM C 373) [16] . إذ توضع النماذج في فرن تجفيف مدة 24 hr بدرجة حرارة  $100^\circ C$  وبعد ذلك تترك داخل الفرن لتبرد . ثم توزن مباشرة وهي جافة  $W_d$  بواسطة ميزان حساس نوع (METELER AE 200) وبعد ذلك تغمر النماذج في الماء وتسخن لدرجة حرارة  $100^\circ C$  ثم تترك مدة 24hr . تؤخذ النماذج وتجفف سطوحها مباشرة وتوزن مرة ثانية  $W_s$  وبعدها يتم قياس وزن النماذج وهي مغمورة بالماء  $W_i$  . تحسب المسامية الظاهرية A.P من خلال تطبيق المعادلة الآتية: [17]

$$A.P\% = \left[ \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \right] \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

وتم حساب الكثافة الحجمية B.D وامتصاصية الماء W.A من خلال الأوزان المستخرجة بتطبيق العلاقات الآتية:-

$$B.D\% = \left[ \frac{W_d}{W_s - W_i} \right] \times \rho \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$W.A\% = \left[ \frac{W_s - W_d}{W_d} \right] \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

حيث  $\rho$  تمثل كثافة السائل.

### ٣- النتائج والمناقشة.

من ملاحظة الشكلين (٤ و ٥) اللذين يمثلان علاقة تغير قيم التوصيلية الحرارية لمركب بوليمر -بنتونايت عراقي معالج بمادة PVA مع تغير درجة حرارة التحميص لمسحوق البنتونايت بمقاس حبيبي  $150 \mu m$  و  $75 \mu m$  (قبل التجفيف بدرجة حرارة  $120^\circ C$  مدة ساعتين وبعده) على التوالي، نجد أن النماذج ذات المقاس الحبيبي  $150 \mu m$  أعطت توصيلية حرارية أعلى من النماذج ذات المقاس الحبيبي  $75 \mu m$  سواء قبل التجفيف أو بعده ولمختلف مدى التحميص الحراري. وللمجموعه نفسها كانت التوصيلية الحرارية للنماذج قبل التجفيف بصورة عامة أعلى للنماذج مما هي بعد التجفيف سواء باستخدام المقاس الحبيبي  $150 \mu m$  أو  $75 \mu m$  . كذلك

وجد ان درجة حرارة التخميص  $700^{\circ}\text{C}$  أعطت حالة تحول بقيمة التوصيلية الحرارية إذ بعد هذه القيمة انخفضت التوصيلية الحرارية سواء قبل التجفيف او بعده . ويمكن تفسير ذلك في ضوء طبيعة المادة المستعملة ومقارنة النتائج الفيزيائية مع الحرارية للنماذج.

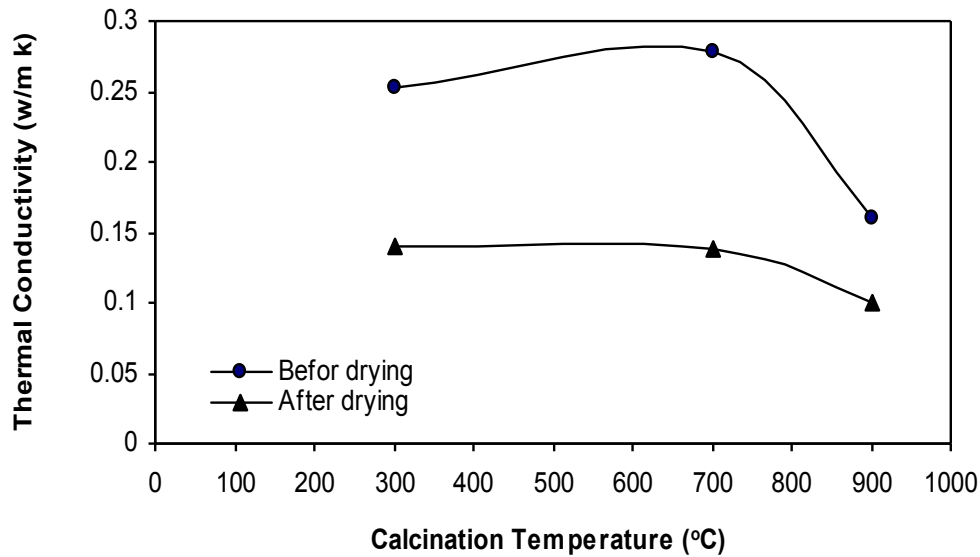
توضح الأشكال (٦ و ٧ و ٨) تغير قيم المسامية الظاهرية والكثافة الحجمية وامتصاصية الماء مع تغير درجة حرارة التخميص لمسحوق البنطونايت بمقاس حبيبي  $150\ \mu\text{m}$  و  $75\ \mu\text{m}$ . يمكن تفسير التغيرات الحاصلة في سلوك الخصائص الفيزيائية للمترابك المشكل من PVC وبنطونايت معالج بمادة PVA على وفق ما يأتي :

الحبيبات بمقاس حبيبي  $150\ \mu\text{m}$  عبارة عن حبيبات متكتلة وهذه تحتوي على مسامات بداخل تكوينها مما يجعلها خزاناً حرارياً يمتص الحرارة وبدوره يغذي المحيط الذي حوله ، ولتركيز نفسه المستعمل من كمية المسحوق نحصل على نسبة مسامية في الجسم المشكل من مسحوق ذي مقاس حبيبي  $150\ \mu\text{m}$  مع البوليمر أعلى ، وهذا خلق نوعاً من الموصل وانتقال الحرارة عبر الوسط في حين الحبيبات المتكتلة ذات المقاس الحبيبي  $75\ \mu\text{m}$  تكون نسبة المسامات فيها أقل ومن ثم تكون التوصيلية الحرارية أقل. ويمكن استقراء هذا الاستنتاج من الجدول الآتي :-

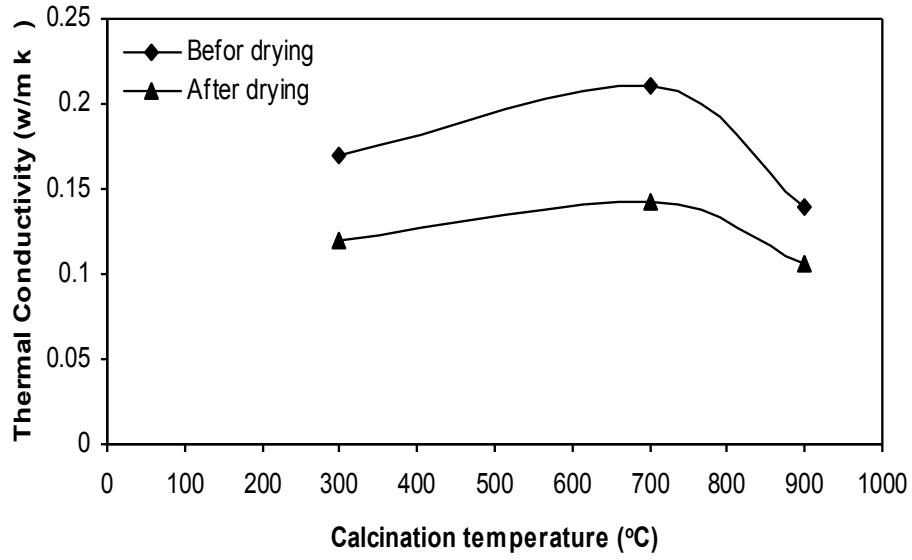
جدول ٤ - النتائج العملية المقاسة للتوصيلية الحرارية والمسامية الظاهرية كدالة للمقاس الحبيبي ودرجة حرارة التجفيف				
150	150	75	75	المقاس الحبيبي ( $\mu\text{m}$ )
120	R.T.	120	R.T.	درجة حرارة التجفيف ( $^{\circ}\text{C}$ )
0.14	0.278	0.13	0.211	التوصيلية الحرارية W/m.K (عند استعمال مادة ملء محمصة بدرجة حرارة $700^{\circ}\text{C}$ )
3	-	2.4	-	المسامية الظاهرية % (عند استعمال مادة ملء محمصة بدرجة حرارة $700^{\circ}\text{C}$ )

إذ إن المسامية الظاهرية تقاس للجسم المترابك الذي مصفوفته البوليمر والذي أبدى أنه جسم غير مسامي. ومن ثم فإن مصدر التوصيلية الحرارية هو يتحكم به نسبة المسامات داخل الحبيبات المتكتلة والذي امتص حرارة بكمية أكبر نتيجة وجود هذه المسامات المتخللة الهواء. ان لظروف المعاملة الحرارية لغاية  $700^{\circ}\text{C}$  أدت إلى تحرر الغازات الممتزة على سطح حبيبات الطين ولكنها لم تندفع إلى خارج النموذج وهذه مشاهدة عيانية للنماذج ذات السمك الأكبر قد

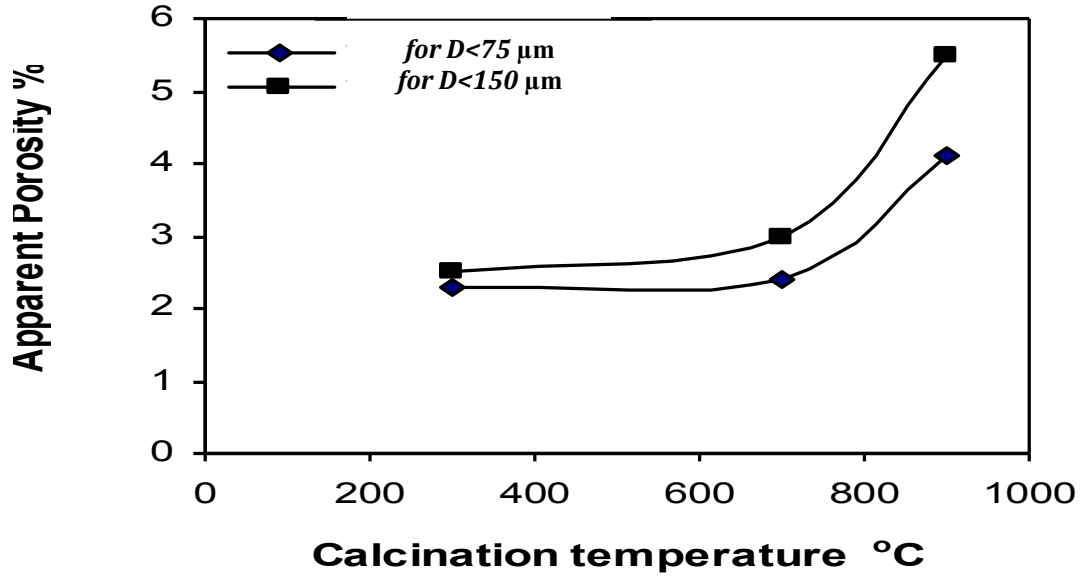
أدى إلى ثبوت قيمة المسامية الظاهرية معززا ذلك بنتائج الامتصاصية حيث أظهرت ثبوتا بالقيم تقريبا كما في الشكل (٨) . إن هذا السلوك سبب زيادة في التوصيلية الحرارية وكذلك تمدد النموذج وما انعكس في نتائج الكثافة الحجمية حيث قلت. أما حصول الانقلاب بعد درجة حرارة التحميص  $700^{\circ}\text{C}$  متأتي من عدة أسباب : فدرجة  $700^{\circ}\text{C}$  تكون مسؤولة عن خروج الرطوبة وحتى الماء البلوري بنسبة كبيرة جدا وهذا يترك فراغات داخل المكون الطين، وهناك فراغات صفيحية تحصل نتيجة تركيب المونتمورلينايت في البنتونايت. بعد هذه الدرجة تحصل تحولات طورية في المونتمورلينايت والكلسايت والمعادن المصاحبة، أي تقوم بعملية تحول مثل  $\alpha$ -Quartz إلى  $\gamma$ -Tridmate ذي الكثافة الأعلى التي تسبب تقلص مما يؤدي إلى نقصان المسامية الحجمية<sup>[18]</sup> وزيادة في قيمة المسامية الظاهرية بحيث تكون مسامات مفتوحة على سطح النموذج ، وما يعزز هذا الاستنتاج النتائج التي أعطتها الامتصاصية حيث زادت. إن خروج الفقاعات من جسم النموذج سبب في انكماش النموذج وبالتالي زيادة في الكثافة الحجمية وهذا ما انعكس على التوصيلية الحرارية حيث قلت .



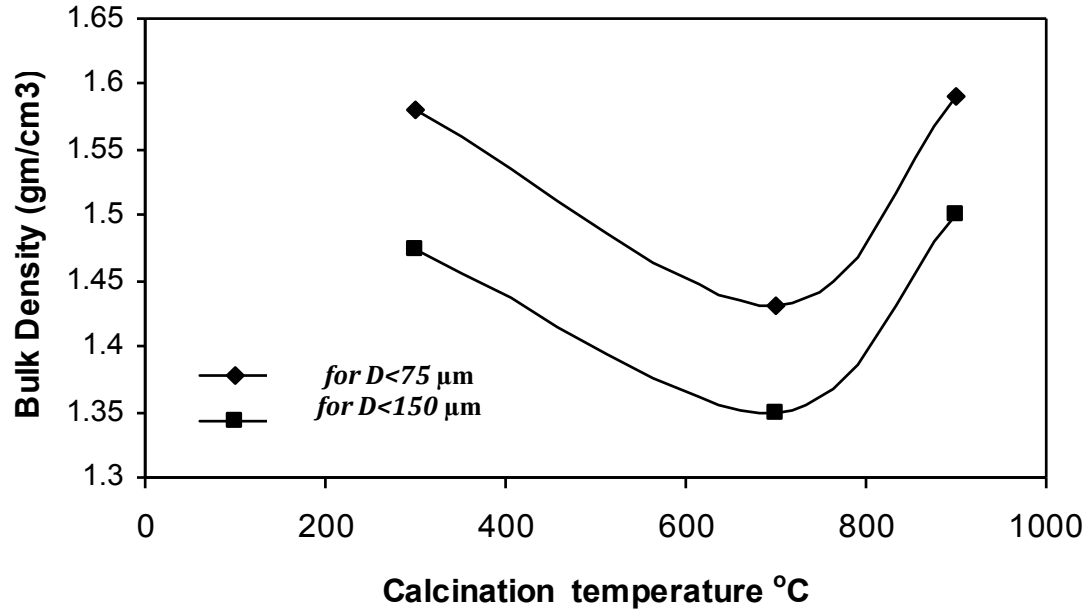
الشكل (4) التوصيلية الحرارية لمترابك بوليمر. بنتونايت معالج بمادة PVA بوصفها دالة لدرجة حرارة التحميص (المقاس الحبيبي لمسحوق البنتونايت  $150\ \mu\text{m}$ ).



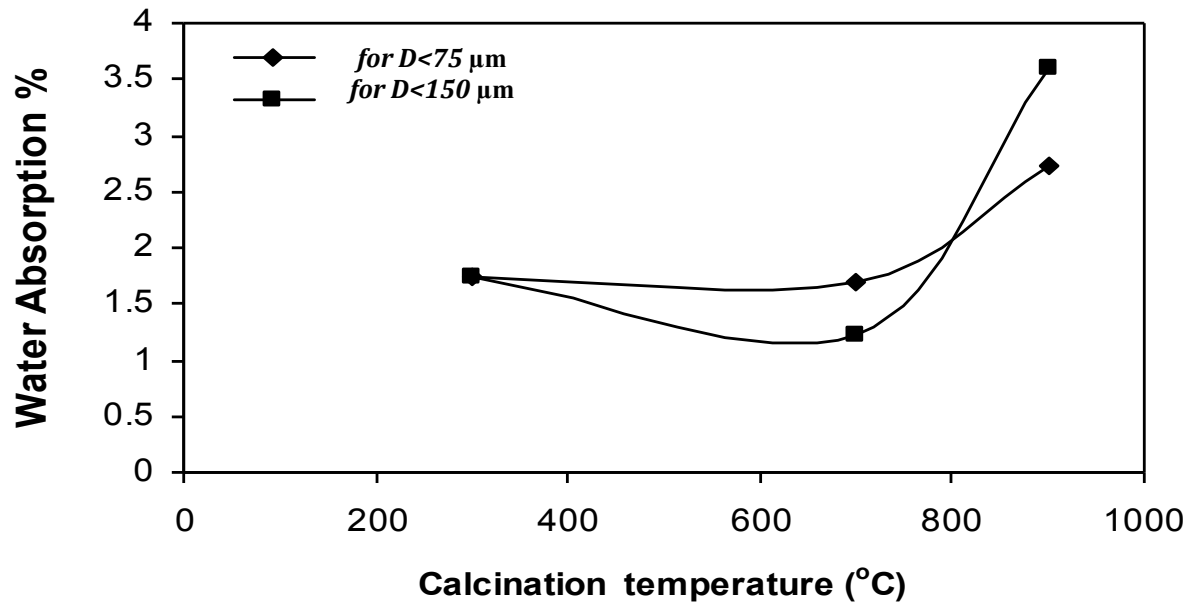
الشكل (٥) التوصيلية الحرارية لمتراكب بوليمر. بنتونايت معالج بمادة PVA بوصفها دالة لدرجة حرارة التحميص (المقاس الحبيبي لمسحوق البنتونايت  $75 \mu\text{m}$ ).



الشكل (٦) المسامية الظاهرية لمتراكب بوليمر. بنتونايت معالج بمادة PVA بوصفها دالة لدرجة حرارة التحميص.



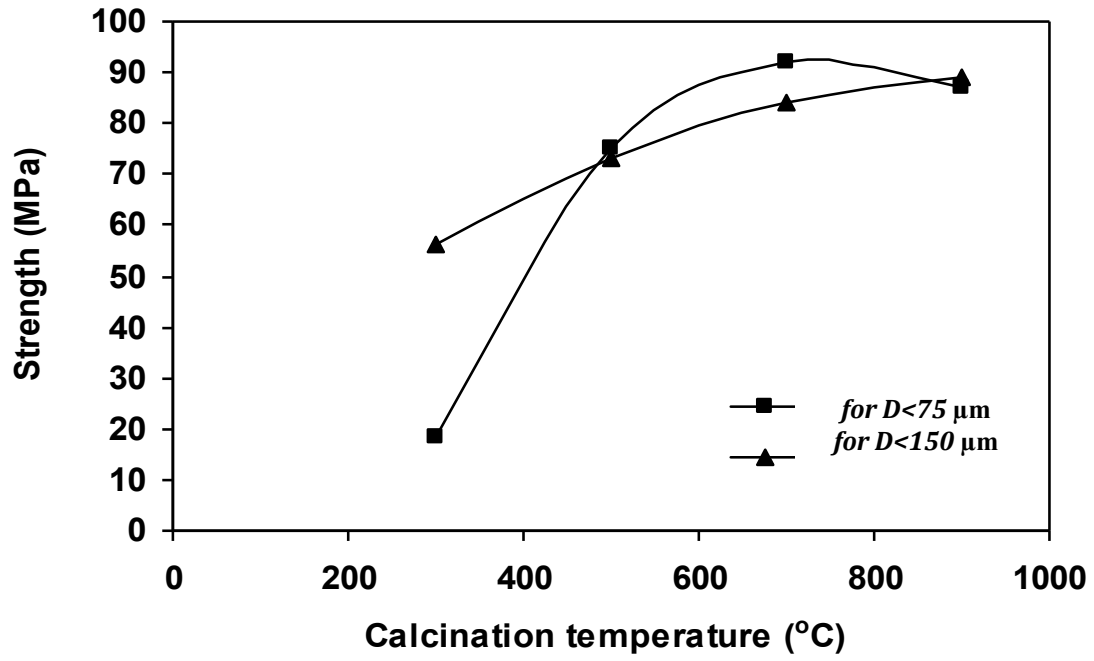
الشكل (٧) الكثافة الحجمية لمتراكب بوليمر- بنتونايت معالج بمادة PVA بوصفها دالة لدرجة حرارة التحميص.



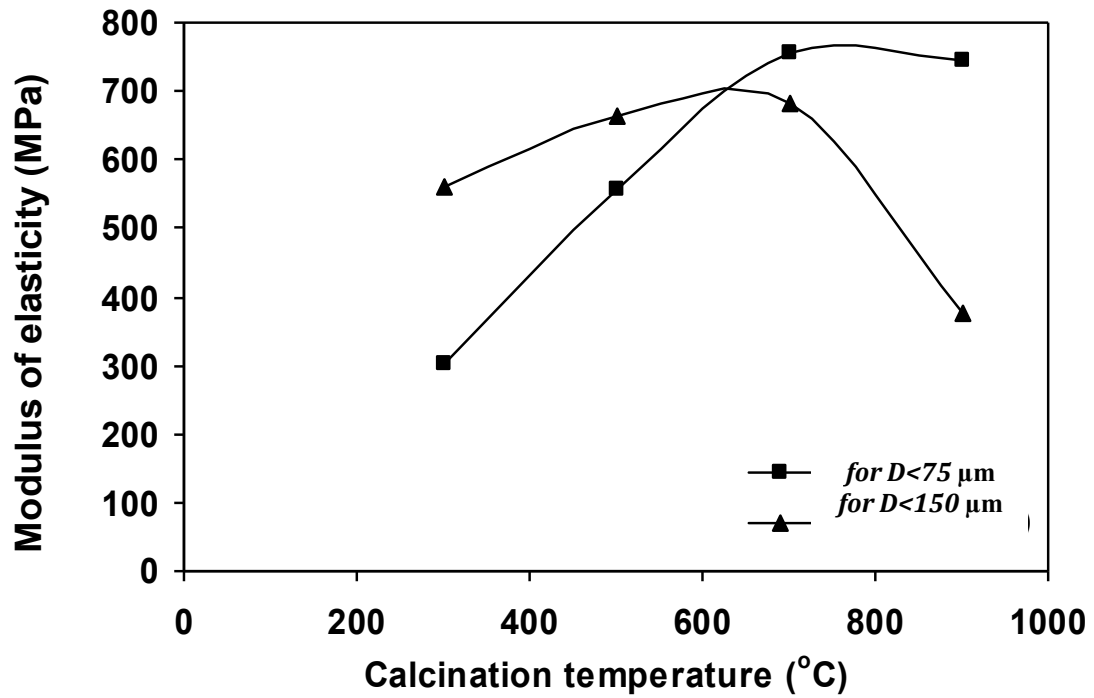
الشكل (٨) امتصاصية الماء لمتراكب بوليمر- بنتونايت معالج بمادة PVA بوصفها دالة لدرجة حرارة التحميص

إن القيمة المقاسة لمتانة الإجهاد للبولي فاينيل كلورا يد هي 24.6 MPa عند نقطة الخضوع 100%<sup>[19]</sup>. ان النتائج التي تم الحصول عليها نتيجة إضافة طين البنتونايت العراقي المعالج بمادة PVA سواء باستعمال مقاس حبيبي 75 µm أو 150 µm كانت ضمن حدود متانة إجهاد (70-75) MPa وهذا مصدره بسبب معالجة أطيان البنتونايت وكذلك باستعمال تراكيز في ضمن حدود المواصفة التي ترفع قيمة الخصائص الميكانيكية لهذه القيم كما يوضحه الشكل (9). وهذا يتفق مع ما حصل عليه من اخرون<sup>[20]</sup> ، اذ وجد انه تزداد خاصية متانة الإجهاد للمونتي مورلينايت عندما تعالج (سطحا مازا) مع مادة PVA. إن استعمال وزن جزيئي mw (70000-80000) من مادة PVA يؤدي إلى زيادة متانة الإجهاد ونسبه اكبر مما لو استعمل وزن جزيئي واطئ mw (40000). إن متانة الإجهاد للطين تزداد من 1.2 MPa إلى 5.6 MPa عند إضافة 30 g من مادة PVA إلى 100 g من الطين الصوديومي (Na-clay) وعند استعمال 0.5 g لكل 100 g من الطين الكالسيومي (Ca-clay) فإن متانة الإجهاد ستتضاعف قيمتها.

اظهرت قيم تغير معامل المرونة للمترابك مع تغير درجة حرارة التخميص للبنتونايت تزايد قيمة معامل المرونة كلما ازدادت قيمة التخميص لغاية 700°C في حين كان التزايد تباطئيا للنماذج المعززة بطين بنتونايت ذي مقاس حبيبي 150µm كما يوضحه الشكل (10). عمليا وجد أنه كلما زاد تبلور المادة السيراميكية أدى إلى زيادة معامل المرونة لها ومن ثم يحصل فشل في الأجسام دائما بعد نقطة الخضوع أو بعدها بقليل و يصاحب ذلك تشوه يظهر جليا كأنما النموذج حصل فيه انزلاق على أسطحه وبما أن درجة الحرارة لحدود من 700°C تؤدي إلى تحول بلوري للمركب (البنتونايت) فهذا يعني حصول زيادة في معامل المرونة وعند اكتمال التحولات الطورية في ضمن مكون المضاف (بنتونايت) يبدأ تأثير عامل الربط للمترابك في الخصائص الميكانيكية التي أظهرت سلوك تأثير قيمة المتانة للبوليمر بوصفه مصفوفة للمترابك .



الشكل (٩) متانة الاجهاد لمتراكب بوليمر. بنتونايت معالج بمادة PVA بوصفها دالة لدرجة حرارة التحميص.



الشكل (١٠) معامل المرونة لمتراكب بوليمر. بنتونايت معالج بمادة PVA بوصفه دالة لدرجة حرارة التحميص.



## الاستنتاجات:

إن استعمال البنتونايت العراقي المعالج بمادة PVA والمحمص لدرجة حرارة  $700^{\circ}\text{C}$  كمادة ملء لبوليمر PVC أعطى توصيلية حرارية بحدود  $0.25 \text{ W/m.k}$  مقارنة بالقيمة لمادة PVC ضمن مدى  $0.36 \text{ W/m.K}$  وهذا يعني تحسن العزلية الحرارية للمنتج بنسبة 30% أفضل منه لمادة PVC وحدها. كما أعطى خاصية متانة إجهاد بمقدار ثلاثة أضعاف أعلى من القيمة القياسية للمادة PVC . ولقد لوحظ أيضا انه كلما كان المقاس الحبيبي انعم كلما تحسنت الخصائص العزلية الحرارية و الخصائص الميكانيكية.

## المصادر:

- 1- Thomas, P. Murphy (1966) "Reinforced and filled Thermoplastics " Industrial and Engineering chemistry ,58(5): 41-49
- 2- Plastic properties .htm (2004)" Plastic properties and uses of common thermoplastics and thermosetting plastics table.
- 3- Mortland , M.M. (1970) "Clay-organic complexes and interactions" , 22 : 75-117.
- 4- آل آدم، كوركيس عبد ،كاشف الغطاء، حسين على(١٩٨٣) "تكنولوجيا وكيمياء البوليمرات - جامعة البصرة / كلية العلوم .
- 5- Hawthorne ,D.G., at.el.,(1974) "Journal of macromolecular science chemistry " , 8 : 659 -671.
- 6- Khudiar Sh.H., (2005) "Study of thermal conductivity and Tensile Stress for polymer-kaolin composite", M.Sc., thesis, AL-Kufa University.
- 7- Hussain W.A. ,(2006)"The thermal conductivity and dielectric properties of (Alumina, Aluminum, and Resole)-Epoxy composites prepared for industrial Application", Ph.D., thesis ,AL-Basrah University.
- 8- U.S., Patent, (1978), 4, 091, 164 .
- 9-Theng , B.K.G., (1982) "Clay and clay minerals", 10: 1-10.

- 10- Green Land ,D.J.,(1963)"Adsorption of polyvinyl Alcohols by Montmorillonite" ,J. of colloid science, 18: 647-664.
- 11- Oliesky, S.S. and Mohr, V.G. (1964) "Handbook of reinforced plastics" New York, Chap. VI-I.
- 12-- Bunring , C.R. and Spielman ,H.R. (1966) " plastics Technol.", 12 (6) : 43.
- 13-ASTM D 647-68:Standard practice for Design of molds for test specimens of plastic molding material.
- 14- Hasselman ,P.H.& Thomas, J.R.,(1983) "Thermal conductivity ", 20, plenum press .New York.
- 15- Malkin, A.Ya& Askadsky, A.A.,(1970) "Methods of polymer physics".
- 16- ASTM, part 17(p373),Water Absorption, Bulk Density ,Apparent specific gravity of fired white ware products.
- 17- Kingery ,W., (1976)"Introduction to Ceramic", John Wiley & Sons ,Inc., New York.
- 18- Fadhil A. ,Rasin,(1998),"The use of Iraqi silicon rocks as Electrical insulators in industry " Ph.D. thesis, AL-Nahreen University, College of Science.
- 19- A : \ Mechanical % 20AND% 20 Chemical % 20 Properties % 20 OF % 20 Plastics (2004) " Mechanical and chemical properties of plastics materials "
- 20- Dowdy, R.H. (1972) "Effects of Hydroxyl-Containing organics on the strength energy characterization of montmorillonite " Sold., Sci-Soc. Amer. Proc. , 36 : 162-166.