دراسه تاثير الخواص الفيزيائيه للمتراكبات السيراميكيه للمعاملات المتغيرة

م.م حسن حامد عبد الحجامي/ قسم العلوم التطبيقيه

الجامعه التكنولوجيه ٢٠١١

الخلاصه.

جرى في هذا البحث تحضير مترا كبات سيراميكية ، بطريقة الكبس الاحادي في المساحيق واجراء عمليـــــــة التجفيف والحرق بدرجة 1100 ºC. اد تم قياس الخواص الفيزيائية لهذه المتراكبات بعد معاملتها ببعض المتغيرات مثل (تغير ضغط الكبس واستعمال مادة الزركونيا كمادة مضافة للخلطات).فان الزيادة المستمرة للكثافة الحجمية والكثافة الظاهرية تزداد بزيادة الاضافة لمادة الزركونيا وبعلاقة تكاد تكون خطية ويعود سبب ذلك الى ارتفاع كثافة مادة الزركونيا والتي تبلغ حوالي ($6\ gm/cm^3$).

Study of Effect Physical Properties at Composite Ceramic by Different Parameters

Assist.Tech. Hassan Hamed Abd Al-Hachami
The School of Applied Sciences
University of Technology2011

ABSTRACT

In This Work ,The producing composite materials to types of ceramic particles : by Die Compaction method and Samples prepared and fired at (1100 ^{0}C). It is measuring Physical properties after use different Parameters such (different pressing pressure and Zirconia has been added with different) By showed the increased the physical properties bulk density, apparent density whith increased Zirconia by method linear becuse higher density material Zirconia ($6\ gm/cm^3$).

١ - المقدمه.

ان مادة السيراميك عرفت اولا على إنها المواد المصنوعة جزئيا او كليا من اطيان تشكل وتحرق لدرجة حرارة معينة بهدف الوصول الى منتج صلب [١]، وتعرف المواد الـــسيراميكية بانهـــا مركبـــات لا عـــضوية

ولامعدنية ناتجة عن اتحاد العناصر المعدنية مع بعض العناصر اللامعدنية وتنتج بفعل الحرارة، وتصنف المواد السيراميكية بصورة عامة الى [2]:

١- السيراميك التقليدي (Traditional Ceramics).

٢- السيراميك المتقدم او الحديث (Advanced or New Ceramics).

السيراميك التقليدي يتميز بان معظمه سليكات والتركيب الدقيق له مسامي ويكون خشنا نوعا ما وغير منتظم ومتعدد الاطوار وهو يصنع عادة من مزج الاطيان مع الفلدسبار وتلبيدة وتزجيجة وهو يشمل منتجات الطين (Clay Products) وغيرها من المواد، اما السيراميك المتقدم او الحديث فيشير الى المواد السيراميكية المنتجة بتقنيات صناعية متقدمة وهو يتميز بالنقاوة العالية والحجم الحبيبي الصغير وتوزيع حجمي ضيق والتركيب الدقيق له اكثر تجانسا واقل مسامية من السيراميك التقليدي وهو يتضمن الكاربيدات ،النتريدات، البوريدات، الاوكسيدات، السليسيدات والفرايت وغيرها من المواد حيث تستعمل هذه المواد في صناعة ادوات القطع، اجزاء المحركات التوربينية، صناعة الالكترونيات وفي تطبيقات الفضاء [3]. معظم المواد السيراميكية تكون اخف من المعادن واثقل من البوليمرات (هنالك بعض المواد السيراميكية ذات كثافة عالية مثل كاربيد التنكستن) ودرجة انصهارها اعلى من معظم المواد المعدنية والسبائكية، وتكون التوصيلية الحرارية والكهربائية لمعظم المواد السيراميكية اقل من المعادن (هنالك بعض المواد السيراميكية الخاصة تكون فائقة التوصيل) ويكون معامل التمدد الحراري لهذه المواد بصورة عامة اقل من المعادن ولكن تاثيره على هذه المواد اكثر بسبب هشاشيتها [4].

2- الجزء العملي

١- تحضير الخلطات السيراميكيه

تم تحضير ثلاثة خلطات سيراميكية (A,B,C) وان نسب مكوناتها موضحة في الجدول (1)، تم اجراء عملية الخلط للمواد الاولية بإتباع طريقة الخلط الجاف باستعمال طاحونة الكرات ولمدة ٣٠ دقيقة.جرى في هذا البحث التعامل مع متغيرات هي (ضغط التشكيل والإضافات).اذ تم تغيير ضغط التشكيل للنمادج السيراميكية حيث استعملت خمسة ضغوط وهي MPa(١٥-٢٠-٢٥-٣٠-٣٥)، وقد تم تلبيد النمادج بدرجة حرارة مقدرها (١١٠٠°C).

اما بالنسبة للاضافات تم اضافة تم استخدام مادة الزركونيا (ZrO_2) والمتبتة جزئيا باليانتريا (Y_2O_3) وبنسبة (٥.٤Wt%) يانتريا كمادة إضافة للخلطات السيراميكية (A,B,C) حيث كانت نسب الاضافة هي %(٥،١٠،١٥،٢٠) ولقد تم استعمال ضغط للتشكيل مقداره (٢٥MPa) وتم تلبيد النمادج بدرجة حرارة (١١٠٠°C).

ب - مرحله التشكيل

الخلطات السيراميكية شكلت باتباع طريقة الكبس شبه الجاف ودلك لتقليل المسامية الناشئة من خروج جزيئات الماء من الجسم السيراميكي اثناء عملية الحرق، حيث تم اخذ من كل خلطة عينات بوزن (8gm) واضيف اليها كمية من الماء المقطر بنسبة تراوحت بين %(٧-١٢) وخلطت بشكل جيد، ثم كبست بواسطة مكبس هيدروليكي مستخدمين قالب مصنوع من مادة الفولاد المقاوم للصدا بقطر (mm٢٥) حيث تم تزييت القالب ودلك لتقليل الاحتكاك بين دقائق المسحوق وجدران القالب، وقد تم تسليط ضغوط كبس مختلفة تراوحت بين MPa (١٥-٣٥) ، واخذ زمن الكبس (3 min) لضمان حصول انسياب للحبيبات فيما بينها، وقد شكلت (٣) عينات لكل انموذج من كل خلطة لاخذ المعدل لها عند اجراء الفحوصات الفيزيائية عليها.

ج - القياسات الفيزيائيه للنماذج الملبده

- التقلص

تم قياس التقلص الخطي (الطولي) (Linear Shrinkage) للنماذج باستخدام (Digital Vernia) وتم قياس ابعاد النموذج قبل وبعد عملية التلبيد وحسب التقلص الخطي من العلاقة التالية [5]:

$$\text{Linear Shrinkage (\%)} = \frac{D_o - D}{D_o} \times ١٠٠ \qquad (١)$$

حيث ان :

D_o: قطر الانموذج قبل التلبيد (mm).

D: قطر الانموذج بعد التلبيد (mm).

- الكثافه

تم قياس الكثافة الحجمية والكثافة الظاهرية للنماذج الملبدة باستخدام طريقة ارخميدس حيث تم حساب وزن النماذج الملبدة وهي جافه بميزان حساس وبحساسية (0.0001gm)، بعدها تم غمر النماذج في ماء مقطر مغلي لمدة (6 hr) ثم تركت النماذج مغمورة بالماء لمدة (24 hr) بعدها تم حساب وزن كل نموذج وهو معلق في سلة مغمورة بالماء المقطر ومربوطة بالميزان الحساس وبعد دلك يتم اخراج النموذج ويزال الماء من سطح النموذج ويوزن مباشرة بالميزان الحساس ويجب انجاز عملية اخراج النماذج وتنظيفها ووزنها بسرعة، ودلك

لتقليل من نسبة الخطا الناشئة نتيجة لتبخر الماء من السطح، وقد تم حساب الكثافة الحجمية من العلاقة التالية [6]:

$$\text{Bulk Density (gm/cm}^3) = \frac{W_d}{W_s - W_n} \times D' \qquad (٢)$$

حيث ان:

D': كثافة الماء المقطر ($1\ gm/cm^3$).

W_d: وزن الانموذج وهو جاف (gm).

W_n: وزن الانموذج وهو معلق ومغمور بالماء المقطر (gm).

Ws: وزن الانموذج وهو مشبع بالماء (gm).

وقد تم حساب الكثافة الظاهرية من العلاقة التالية [7]

$$\text{Apparent Density (gm/cm}^3) = \frac{W_d}{W_d - W_n} \times D' \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٣)$$

- المساميه وامتصاصيه الماء

المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء تم احتسابها باتباع قاعدة ارخميدس الموضحة في الفقرة السابقة، وحسبت المسامية الظاهرية من العلاقة التالية [7]:

$$\text{Apparent Porosity (\%)} = \frac{W_s - W_d}{W_s - W_n} \times 100 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٤)$$

اما بالنسبة الى امتصاصية الماء فحسبت من العلاقة التالية [8]:

$$\text{Water Absorption (\%)} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times ١٠٠ \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٥)$$

٣ -النتائج والمناقشه

- تاثير ضغط التشكيل على الخواص الفيزيائيه

يوضح الشكل (1) العلاقة بين ضغط التشكيل والتقلص الخطي للخلطات (A,B,C). حيث بالنسبة للخلطة (A) و (B) ادى زيادة ضغط التشكيل الى نقصان في مقدار التقلص وذلك بسبب ان بزياد الضغط المسلط ادى الى رص اكثر لدقائق الكاؤولين والسليكا مع بعضها وسد الفراغات بينها، اما بالنسبة للخلطة (C) فنلاحظ ان التقلص الخطي يزداد تدريجيا مع زيادة ضغط التشكيل ولغاية ضغط (٣٠ MPa) ويعزى سبب ذلك الى ان زيادة الضغط المسلط ادى الى تقارب دقائق السليكا اكثر وكلما كانت الدقائق متقاربة اكثر كانت التفاعلات المؤدية للتكثيف اسرع وهذا مما سبب زيادة في كمية الطور الزجاجي وبالتالي زيادة في مقدار التقلص [9]، وعند ضغط تشكيل (35 MPa) فقد انخفض مقدار التقلص وذلك لان الضغط العالي المسلط سبب غلق مبكر للمسامات وقبل اكتمال تحلل الكاربونات مما سبب ضغط الغازات المحصورة الى خفض مقدار التقلص.

ويوضح الشكلان (2) و (3) العلاقة بين الكثافة الحجمية والكثافة الظاهرية على التوالي مع تغير ضغط التشكيل للخلطات (A,B,C)، حيث نلاحظ ان الخلطة (A) تعرضت لزيادة في مقدار الكثافة الحجمية والكثافة الظاهرية عند زيادة ضغط التشكيل من (١٥ MPa) الى (٢٠ MPa) وذلك بسبب النقصان في حجم الانموذج الناتج من تقارب الدقائق وسد الفراغات بينها، ونلاحظ عند زيادة الضغط اكثر وصولا الى (25 MPa) فان كل من الكثافة الحجمية والكثافة الظاهرية تعرضت لانخفاض وسبب ذلك يعود الى ان هذه الزيادة في الضغط المسلط ادى الى تكوين الشقوق في الانموذج نتيجة لحصول عملية إزاحة نسبية للدقائق مع بعضها وتشويه الدقائق وجرشها وهذا بدوره ادى الى زيادة في حجم المسامات المغلقة وايضا زيادة في حجم الانموذج [10]، وعند زيادة الضغط اكثر ووصولا الى (35 MPa) سوف تزداد الكثافة الحجمية والظاهرية مرة ثانية وبصورة تدريجية وذلك بسبب ازاحة الدقائق نحو ملىء المسامات والشقوق ومما ادى دلك الى تقارب الدقائق مرة ثانية ونقصان في المسامية، واما بالنسبة للخلطة (B,C) فان زيادة ضغط التشكيل ادى الى زيادة في الكثافة الحجمية والكثافة الظاهرية وبعلاقة تكاد تكون خطية حيث لم يحصل تشويه وجرش للدقائق كما في الخلطة (A) وذلك لان الخلطة (B) تحتوي على كمية عالية من اطيان الكاؤولين والتي تمتاز باللدونة العالية وبقابليتها للتشكيل باستمرار مع زيادة الضغط المسلط. واما الخلطة (C) فانها تحتوي على نسبة عالية من السليكا والتي تمتاز بصلادة عالية مقدارها (7 Mohs).

يوضح الشكلان (4) و (5) تاثير ضغط التشكيل على المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء للخلطات (A,B,C) على التوالي، حيث نلاحظ ان كلا من الخلطة (A,B) تصرفت بسلوك متشابه حيث ابدت انخفاضا طفيفا لكل من المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء مع زيادة ضغط التشكيل. اما الخلطة (C) فان زيادة الضغط المسلط ايضا ادى الى انخفاض نسبة المسامية وامتصاصية الماء ولكن لغاية ضغط تشكيل (25 MPa) ويعود

سبب هذا الانخفاض الى ان بزيادة الضغط ادى الى تقليل حجوم المسامات وعددها وكمياتها داخل النموذج، ويلاحظ ان الخلطة (C) تعرضت لزيادة في مقدار كل من المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء عند ضغط تشكيل اكبر من (25 MPa)، وسبب ذلك هو تكون المسارات الشعرية داخل النموذج والناتجة عن ارتفاع ضغط الغازات المحصورة داخل المسامات المغلقة الصغيرة مما ادى الى تحويل المسامات المغلقة الى مسامات مفتوحة.

- تاثير اضافه الزركونيا على الخواص الفيزيائيه

الشكل (6) يوضح التقلص الخطي للخلطات (A,B,C) مع تغير نسبة الاضافة لمادة الزركونيا. ويظهر من الشكل حصول زيادة طفيفة بمقدار التقلص الخطي مع زيادة نسبة الاضافة لمادة الزركونيا ولجميع الخلطات (A,B,C) وسبب دلك ان مادة الزركونيا تمتلك حجم حبيبي صغير جدا وبزيادة الاضافة لمادة الزركونيا في الخلطات (A,B,C) يؤدي الى زيادة في محتوى الدقائق الناعمة التي تعمل على ملىء الفراغات بين الدقائق وحصول تقارب لمراكز الحبيبات مع بعضها وبالتالي زيادة في مقدار التقلص.ويوضح الشكلان (7) و (8) تاثير اضافة مادة الزركونيا على الكثافة الحجمية والكثافة الظاهرية على التوالي للخلطات (A,B,C). ونلاحظ من الشكل حصول زيادة مستمرة للكثافة الحجمية والكثافة الظاهرية مع زيادة الاضافة لمادة الزركونيا وبعلاقة تكاد تكون خطية ويعود سبب ذلك الى ارتفاع كثافة مادة الزركونيا والتي تبلغ حوالي ($6\ gm/cm^3$) وكلما زادت نسبة الزركونيا في الخلطات فانها تؤدي الى زيادة الكثافة علاوة على زيادة محتوى الدقائق الناعمة نتيجة الاضافة والتي تؤدي الى حدوث نقصان في الحجم وزيادة في الكثافة.

ويوضح الشكلان (9) و (10) تاثير اضافة مادة الزركونيا على المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء على التوالي للخلطات (A,B,C)، حيث نلاحظ ان عند اضافة (٥%) من مادة الزركونيا للخلطة (A) فان المسامية الظاهرية سوف تنخفض من (٤%) الى (٠.٨%) وكذلك امتصاصية الماء سوف تنخفض من (١.٦%) الى (٠.٣%). اما بالنسبة للخلطة (B,C) فان النسبة القليلة من الاضافة لمادة الزركونيا ولغاية (١٠%) ادت الى خفض المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء حيث بالنسبة للخلطة (B) لقد انخفضت المسامية الظاهرية من (٤.٦%) الى (٣.٩%) وامتصاصية الماء من (١.٨%) الى (١.٥%) وبالنسبة للخلطة (C) فقد انخفضت المسامية الظاهرية من (١٧.٦%) الى (١٦.٦%) وامتصاصية الماء من (٨.٥%) الى (٧.٥%) ويعزى سبب هذا الانخفاض في المسامية وامتصاصية الماء للخلطات الثلاثة (A,B,C) الى تكوين اطوار جديدة متمثلة بظهور طور الزركون ($ZrSiO_4$) الذي يتكون بدرجة حرارة (1100 ^oC) وهذه الاطوار من شانها ان تعمل في تقليل اعداد المسامية وزيادة التماسك بين الدقائق للانموذج [11]. عند زيادة نسبة الزركونيا الى اكثر من (٥%) في الخلطة (A) والى اكثر من (١٠%) في الخلطة (B,C) نلاحظ ان كل من المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء

سوف تزدادان وقد يعزى سبب ذلك الى نقصان في محتوى السليكا والمواد المساعدة على الـصهر (الفلدسـبار وكاربونات الكالسيوم) والتي سببت انخفاض في محتوى الطور السائل الزجاجي علاوة على ان درجة حـرارة التلبيد (1100 ºC) اصبحت غير كافية لتلبيد الخـلطات (A,B,C) ودلك لارتفاع نسبة الزركونيا التـي تمتـاز بدرجة انصهار عالية مقدارها (2680 ºC).

المصادر (References)

1.Kingery, W.D., "Introduction to Ceramics", 2nd edition, by A Wiley Interscience Publication, (1975).

2.Rahaman, M.N., "Ceramic Processing", CRC Press by Taylor & Francis Group, New York, (2007).

3.Barsoum, M.W., "Fundamentals of Ceramics", Drexel University, (1997).

4.Ashby, F.M., "Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructure, Processing and Design", (1998).

5.Andrews, A.l., "Ceramic Tests and Calculation", 9th edition, by John Wiley & Sons, INC., (1957).

6.Van, V., L.H., "Materials For Engineering: Concepts and Application", Addison Wesley pub. Com. INC., U.S.A , (1982).

7.Singer, F. & Singer, S., "Industrial Ceramic", Chapman and Hall LTD, Published, (1979).

8.Ryan, W., Radford, C., "White Wares", Production, Testing and Quality control, The Institute of Ceramics pergamon press. U.K., (1987).

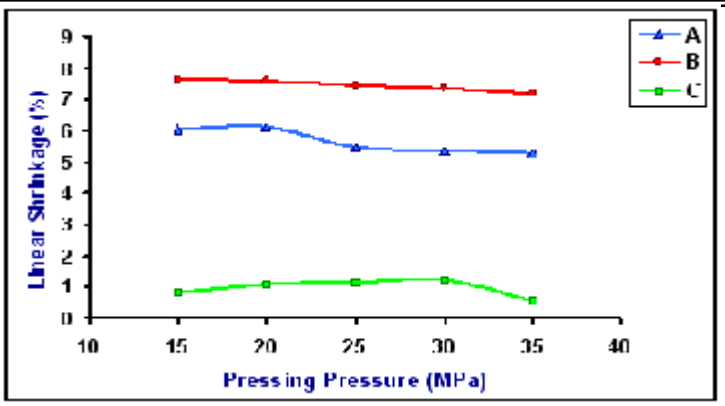
9.Pampuch Roman, "Ceramic Materials an Introduction To Their Properties", Elsevier scientific publishing com., (1979).

10.Internet, "Sintering of ceramics", http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=sintering_of_ceramics.htm, (2008).

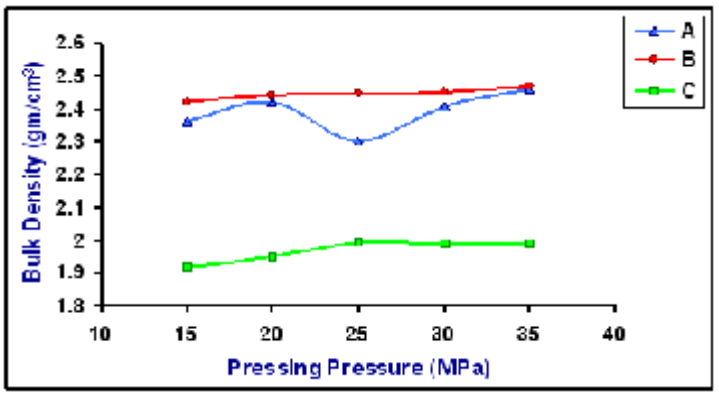
11-K.H.Min, B.Lee, and S.Chang, Mat.Letters, 16(2007), p2544.

جدول (1) يوضح نسب الخلطات السيراميكية.

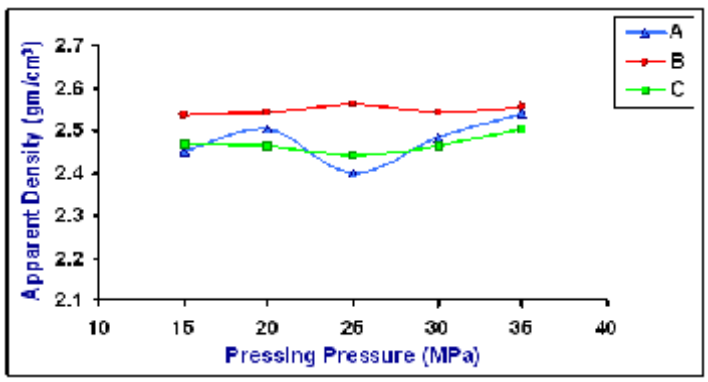
رمز الخلطه	كاؤولين %	سليكا %	فلدسبار البوتاسيوم %	كاربونات الكالسيوم %
A	٤٠	30	30	-
B	75	١2.5	١2.5	-
C	٥٠	٤٠	-	١٠



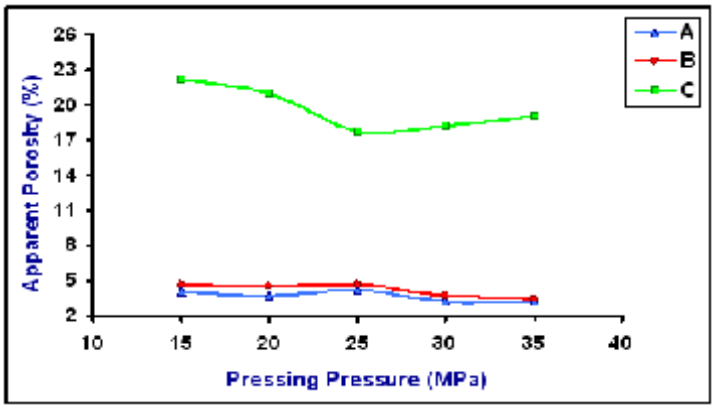
شكل (1) يوضح العلاقة بين ضغط التشكيل والتقلص الخطي للخلطات (A,B,C).



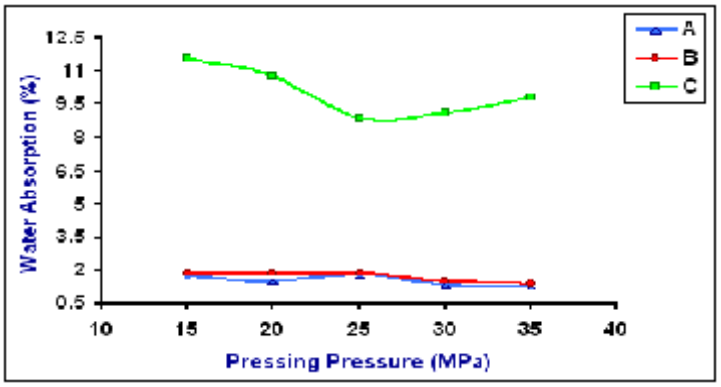
شكل (2) يوضح العلاقة بين الكثافة الحجمية وضغط التشكيل للخلطات (A,B,C).



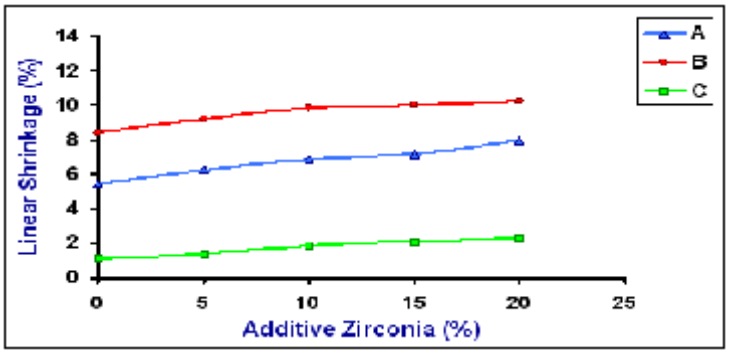
شكل (3) يوضح العلاقة بين الكثافة الظاهرية وضغط التشكيل للخلطات (A,B,C).



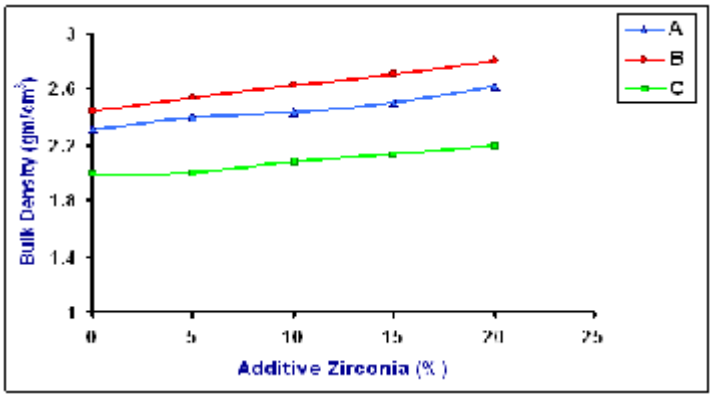
شكل (4) يوضح العلاقة بين المسامية الظاهرية وضغط التشكيل للخلطات (A,B,C).



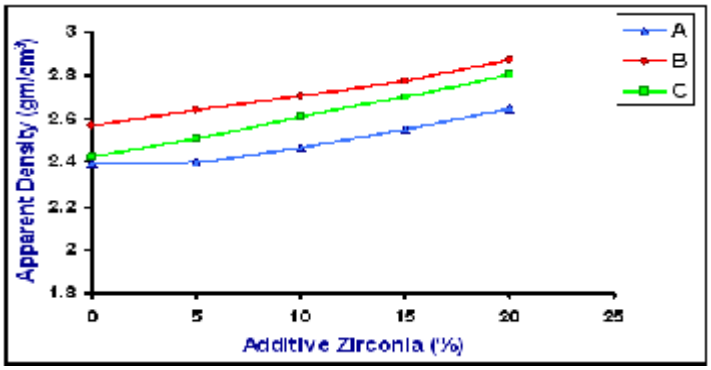
شكل (5) يوضح العلاقة بين امتصاصية الماء وضغط التشكيل للخلطات (A,B,C).



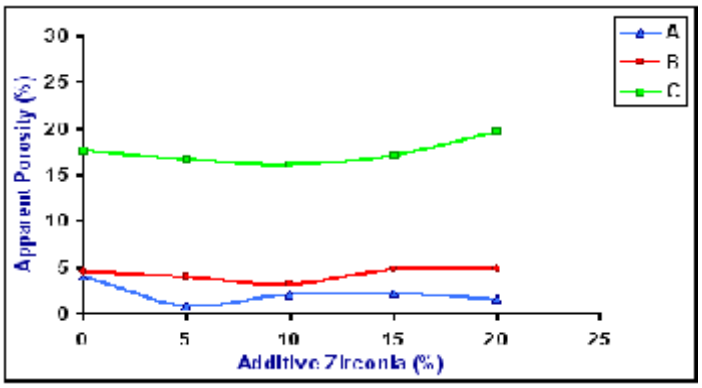
شكل (6) يوضح تغير التقلص الخطي مع نسبة اضافة الزركونيا للخلطات (A,B,C).



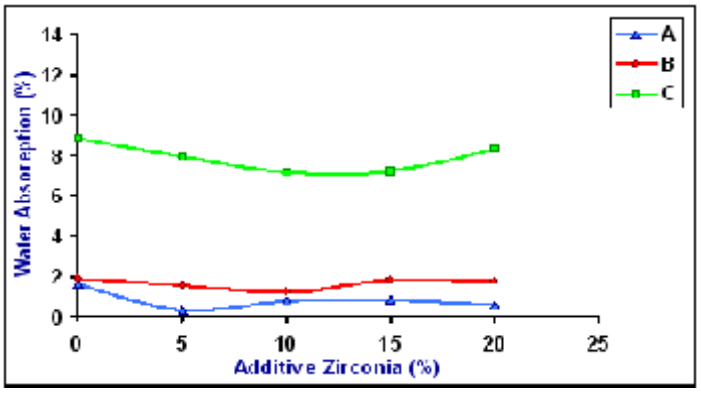
شكل (7) يوضح تغير الكثافة الحجمية مع نسبة اضافة الزركونيا للخلطات (A,B,C).



شكل (8) يوضح تغير الكثافة الظاهرية مع نسبة اضافة الزركونيا للخلطات (A,B,C).



شكل (9) يوضح تغير المسامية الظاهرية مع نسبة اضافة الزركونيا للخلطات (A,B,C)



شكل (10) يوضح تغير امتصاصية الماء مع نسبة اضافة الزركونيا للخلطات (A,B,C).