دراسة أسباب زيادة نسبة التلف في اللبن الجاف وظاهرة التزهر للطابوق الفخاري

هند باسل علي*

تاريخ الاستلام:2007/9/12
تاريخ القبول:2009/5/7

الخلاصة

بالنظر لظهور تشققات بنسبة عالية في اللبن المنتج ضمن مرحلة الانتاج النصف مصنع في معمل طابوق ابي نؤاس مما انعكس على زيادة التلف من الحدود المسموح بها وكذلك ارتفاع نسبة الاملاح القابلة لذوبان على السطوح الخارجية للمنتج مما يؤثر تاثيراً سلبياً على خواص الطابوق في المستقبل حيث يؤدي الى تفتت الجدران ويتحول الى قوام هش مما يؤثر على سلامة ومتانة المنشأ ولاجل معالجة هذه الظواهر السلبية والوقوف على اسبابها وتحسين خواص الطابوق المنتج ليكون ضمن المواصفة المعتمدة تم اجراء هذا البحث واتخاذ الخطوات العملية وذلك بوضع برنامج علمي لمتابعة مراحل العملية الانتاجية واجراء التعديلات المناسبة لها بدءاً بالمادة الاولية والنصف مصنعة وانتهاءاً بالمنتج النهائي.

تم التركيز على وضع برنامج لتعديل ظروف التجفيف والحرق واعتماد فترة زمنية في التجفيف لا تتجاوز 72 ساعة وباسلوب تدريجي للسيطرة على الاجهادات التي تتولد عن تبخر الماء بصورة مفاجئة. وكذلك تم اضافة اطيان الكاؤولين الى التراب وبنسب مختلفة وتم الحرق بدرجات حرارة مختلفة وتم التوصل الى افضل النتائج باضافة (30-40) % من اطيان الكاؤولين بدرجة حرق (950-1000) م الى التربة وباتباع اسلوب تجفيف تدريجي حيث لوحظ تحسن ملموس في خواص الطابوق من حيث القوة وامتصاص الماء والتزهر.

الكلمات المرشدة: الطابوق الفخاري، ظاهرة التزهر، أطيان الكاؤولين

Study The Reasons for The Increase in The Proportion of Damage in The Dry Clay and The Phenomenon of Effloresce for Pottery Brick

Abstract

Given the emergence of cracks in a high proportion of clay product in the production phase of the plant Blocks in the laboratory Abu- Nuass which was reflected in the increase of damage from the permissible limits, as well as the high proportion of soluble salts that are on the external surfaces of the product, which negatively affect the properties of bricks in the future lead to the break in the walls and turned into a fragile strength, which affects the safety and durability of origin and to address these negative phenomena and to identify causes and improve the properties of brick products to be within the specification has been adopted for this research and to take practical steps in the development of a scientific program for the follow-up stages of the process of production and make the appropriate adjustments to it, starting with the initial article and the semi-final and ending with the product.

The focus was on developing a program to modify the conditions of drying and burning and the adoption of the drying period of time not exceeding 72 hours and a gradual manner to control on the stresses generated by the sudden evaporation of water. As well as kaolin's clay been added to the soil and in different proportions

*قسم هندسة المواد ، الجامعة التكنولوجية/ بغداد

https://doi.org/10.30684/etj.27.12.19
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

were different burning temperature was reached by adding the best results (30-40)% of kaolin's clay degree burn (950-1000) m into the soil and following the step-by-step method of drying, where it was observed a significant improvement in the properties of bricks in terms of strength and absorption of water and effloresce phenomenon.

المقدمة

تعتبر صناعة الطابوق من اقدم صناعات المواد البنائية ولاتزال لها الصدارة في معظم اقطار العالم الغربي والشرقي واما بالنسبة لوطننا العربي فبالاضافة الى المغرب العربي يعتبر العراق والمملكة العربية السعودية واليمن من اكبر الدول المصنعة لهذه المادة في منطقة الخليج. ولعل اهم الاسباب الكاملة خلف رسوخ الجذور التاريخية لهذه الصناعة في العراق من ناحية الانتاج هو ان المواد الاولية اللازمة لصنع الطابوق موجودة في التربة ومتاحة بأعلى درجات الوفرة بالاضافة الى ان هذه المواد الاولية اثبتت مطاوعة عالية لمجاراة التطورات الجارية في عملية صناعة الطابوق على اختلاف مراحلها.[1]

يعتبر الطابوق احد منتجات السيراميك "ceramic products" حيث يمتاز السيراميك بانه عازل جيد للتيار الكهربائي والحرارة ومقاوم لدرجات الحرارة العالية مقارنة مع المعادن والبوليمرات. [2] يصنع من اطيان قليلة الكلفة المحتوية على السليكا ، ان التركيب الكيميائي الاساسي للطابوق هو $(Al_2Si_2O_5(OH)_4, SiO_4$ plus (fine stones). [3]

صناعة الطابوق الطيني

تتلخص صناعة الطابوق الطيني منذ القدم وحتى عصرنا هذا في حفر التربة وعجن خليطها مع الماء بالطرق الميكانيكية او حتى اليدوية البسيطة وثم تشكيل العجينة بقوالب خاصة وحسب الابعاد المطلوبة وبعدها يجفف بطرق بدائية تحت تاثير الشمس والرياح.[4] اما الطريقة الميكانيكية فيتم حفر التراب بواسطة حفارات خاصة ويتم نقله بواسطة السيارات القلابة ويجمع في ساحات مخصصة ويترك لفترة شهر على الاقل لغرض التخمير وذلك بتعريضه الى العوامل المناخية لتحسين مواصفاته من الناحية الفيزياوية والكيمياوية والبالوجية ومن ثم ادخاله الى الانتاج عن طريق صندوق التغذية وتستمر عملية تغذية الخطوط الانتاجية بهذا الاسلوب وتتم السيطرة على كمية التراب الداخل بواسطة فتحة البوابة.[5] اما عملية التجفيف فتتم اليا داخل غرف التجفيف باستخدام الهواء الحار وبوابات تتحكم بنسب الرطوبة ودرجة حرارة التبخر، ثم تتم عملية الحرق داخل افران حديثة يتم السيطرة فيها على الانتاج بطرق علمية ويكون عادةً معدل درجات حرارة الحرق بحدود (900-1000) م. [4]

الجانب العملي

المقدمة

بالنظر لظهور التشققات العالية في اللبن المنتج ولتقليل التزهر الحاصل في الطابوق المنتج للحصول على طابوق خالي من التزهر لمعمل طابوق ابي نؤاس ولاجل الوقوف على الاسباب فقد تم وضع خطة لدراسة الاسباب والمعالجات المطلوبة.

العمل والمعالجات

دراسة نسبة التلف في اللبن

تم دراسة الظروف الحرارية المستخدمة لدى المعمل من حيث درجة الحرارة والرطوبة ومقدار درجة التبخر والفترة الزمنية المطلوبة لكل مرحلة من مراحل التجفيف عن طريق مقاييس خاصة بذلك ومن ثم اجراء الفحوصات والمثبتة في الجدول (1).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بعدها تم تسقيط النتائج على مخطط بياني في الشكل (2) ومقارنته مع الشكل (1) ويمثل الاخير برنامج التجفيف المطلوب والملائم لصناعة الطابوق والمحدد اعتماداً على حساسية التربة الرسوبية المستخدمة . وتم اجراء التعديل الاول والمشار اليه في الجدول (1) تسلسل (2) وبعد اجراء الفحوصات كانت النتائج غير مشجعة لبقاء التشققات بنسبة اقل بقليل مقارنة مع البرنامج المتبع لدى المعمل عند بدء الدراسة وزيادة الفترة الزمنية الكلية للتجفيف (24) ساعة ولتصبح (96) ساعة ، وبعدها تم وضع تعديل ثاني والمبين في الجدول (1) تسلسل (3) ومن خلاله تم الحصول على نتائج ايجابية بانتاج لبن خالي من التشققات مع الحفاظ على نفس الفترة الزمنية المستخدمة (72) ساعة مع تقارب كبير للظروف الحرارية للتجفيف وتجانسها داخل تجويف الغرفة الواحدة مع البرنامج الاصلي المتبع عند نشوء المعمل والمبين في الشكل (3) مقارنة مع الشكل الاول.

دراسة حالة التزهر في الطابوق

التزهر هو عبارة عن الترسبات الملحية على السطح الخارجي الظاهرة على الطابوق وتحدث بسبب نفاذية الطابوق وقابلية حركة الاملاح الذائبة بفعل الرطوبة المكتسبة ، اذ تتحرك الأملاح نحو السطح عبر المساحات وتعتمد على مقدار ذوبانها وامتصاص الطابوق للماء وعدد المساحات الموجودة فيه وكمية الرطوبة ومعدل التبخر السطحي[6]. ان معظم أملاح التزهر هي املاح الفلزات القلوية او الكبريتات وكاربونات الاتربة القلوية رغم ان الكلويدات تظهر احيانا قدر قليل من التزهر ، وان تاثير هذه الاملاح سلبيا مستقبلاً على خواص الطابوق مما يؤدي الى حصول التشقق والتفتت للجدران نتيجة ذلك وتحويلها الى قوام هش. [5]

تم اجراء التجارب المختبرية والفحوصات على المواد الاولية والانتاج الجاهز كما مبين ادناه:

أ- المواد الاولية:

اولاً: التجربة الاعتيادية

تحتوي الترب العراقية على نسب عالية من معدن الكلسايت وعند تعاملها حراريا يتفكك هذا المعدن الى اوكسيد الكالسيوم الحر محرراً ثاني اوكسيد الكاربون ويؤدي الاخير الى توليد اجهادات داخلية ومسالك وقنوات مما يتسبب عن ذلك حصول التشقق احياناً معتمداً على نسبة كاربونات الكالسيوم ونعومتها في التربة في حين ان اوكسيد الكالسيوم الحر يتفاعل مع بخار الماء الموجود في الجو الممتص من قبل الطابوق مكوناً هيدروكسيد الكالسيوم لكون ان المركب الاخير تمتاز حجم جزيئاته ضعف حجم جزيئات اوكسيد الكالسيوم الحر مسبباً ايضاً الاجهادات والتي تؤدي الى حصول التشقق والتكسر في مواقع وجودها كما ان تحلل جزيئات اوكسيد الكالسيوم الحر الناعمة تؤدي الى زيادة الفقدان في الوزن اثناء الحرق بالاضافة الى انخفاض المدى الحراري لمرحلة تلبيد التربة مسبباً ذلك انخفاض الكثافة وزيادة المسامية وامتصاص الماء وانخفاض قوة التحمل وعلية فان زيادة النفاذية تسهل مهمة امتصاص الماء وبالتالي ذوبان الاملاح القابلة للذوبان المتواجدة في تجويف الطابوق وتتحرك نحو السطح مسببة ما يعرف بظاهرة التزهر.

ثانياً: اطيان الكاؤولين

توجد اطيان الكاؤولين في منطقة الكعرة لقضاء الرطبة في محافظة الانبار وتم جلب هذه الاطيان من المسح الجيولوجي ، ومن الناحية الاقتصادية فان كلفة الطابوقة المصنعة من الكاؤولين فيها زيادة قليلة وتعتبر طفيفة مقارنة مع التحسن الملحوظ في نوعية الطابوق في جميع الخواص.

تمتاز هذه الاطيان عند تعاملها حراريا بفقدان ماء تبلورها والذي يشكل تقريباً (15%) من تركيبها حيث تتحول الى مركبات الميتاكاؤولين بين درجتي (450-600) م وان هذا النوع من التفاعلات يسمى بالتفاعلات الماصة للحرارة وفوق (900) م يبدأ تكوين مركب مولايت والكرستويلايت وان هذا النوع من

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التفاعلات يسمى بالتفاعلات الباعثة للحرارة اي ان عملية التلبيد لهذه الاطيان تبدأ عند (900) م.

ان اضافة هذه الاطيان للتربة الاعتيادية لها تاثير كبير على التركيب المعدني للتربة حيث تقلل حساسيتها اثناء معملتها حراريا بالاضافة الى تحسين خواص المنتجات الفخارية حيث تعمل على زيادة الكثافة ومقاومة الانضغاط بشكل كبير مع انخفاض في النفاذية وامتصاص الماء مع زيادة حرارة الحرق التي تساعد على انخفاض نسبة التزهر لكون الاخير يرتبط بنفاذية الطابوق بالاضافة الى ارتباطه بتركيز الاملاح الذائبة.

ان اضافة اطيان الكاؤولين تساعد على تحسين المظهر العام للطابوق وتقليل الشقوق الشعرية . الفحوصات الفيزياوية والكيمياوية لهذه الاطيان في الجدول (2).

ب- خلط المواد وتصنيع طابوق مختبري

على ضوء نتائج الفحوصات للمواد الاولية المشار اليها في الفقرة اعلاه تم خلط المواد المبينة ادناه :

النموذج	نسبة المضاف% التربة الاعتيادية	اطيان الكاؤولين
A	100	0
B	85	15
C	80	20
D	70	30
E	60	40

تم تصنيع طابوق مختبري بعدد 12 طابوقة لكل خلطة من الخلطات بحجم (7.5 * 3.5 * 2.5) سم باستخدام جهاز التشكيل المختبري بطريقة البثق واجراء تجفيفها لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة الغرفة ومن ثم تجفيفها بدرجة (110) م ولمدة 24 ساعة اخرى وباستخدام الاسلوب التدريجي في التجفيف وفي مجفف مختبري كهربائي ومن ثم تم حرقها بدرجات حرارة الحرق (900، 950، 1000) م باستخدام الفرن الكهربائي المختبري لغرض تحديد الدرجة الملائمة للغرض المطلوب في هذا البحث.

ج- فحوصات الطابوق المنتج

اجريت الفحوصات اللازمة على الطابوق المنتج ولجميع النماذج من حيث الكثافة وامتصاص الماء وقوة التحمل والمظهر العام ونسبة التزهر ، تم اجراء جميع الفحوصات اللازمة ولجميع النماذج ومقارنة النتائج بالاعتماد على المواصفة العراقية رقم 25 لسنة 1993 من حيث المظهر وقوة التحمل وامتصاص الماء ونسبة التزهر في حين ان طرق الفحص المعتمدة تمت بموجب المواصفة العراقية رقم 24 لسنة 1988 وكما يلي :

فحص التزهر :

توضع كل طابوقة على نهايتها في اناء مسطح يحتوي على ماء مقطر بعمق 2.5 سم وتترك في حجرة التجفيف لمدة سبعة ايام مع اضافة الماء المقطر كلما جف الاناء. يجفف الطابوق في نفس الحجرة لمدة لاتقل عن ثلاثة ايام اخرى في نفس الاواني ولكنها خالية من الماء المقطر، حيث ان نتائج الفحص تعبر عنها بالدرجات التالية [7]:

***معدوم**: عندما لايظهر تزهر

***خفيف**: عندما تكون مساحة السطح المغطاة بطبقة خفيفة من الملح لاتزيد عن 10% من مجموع سطح الطابوقة

***متوسط**: عندما تكون الطبقة الملحية اكثر من السابقة (الخفيفة) ولاتزيد على 50% من مساحة سطح الطابوق على ان لايصاحب ذلك تفتت او تقشر في السطح.

***كثيف جداً**: عندما تكون الطبقة الملحية كثيفة جداً ويصحب ذلك تفتت او تقشر بالسطح او كلاهما.

فحص قوة التحمل :

تؤخذ عينات من النموذج بشكل عفوي ويغمر الطابوق بدرجة حرارة الغرفة لمدة لاتقل عن 24 ساعة بطريقة الغليان قبل اجراء الفحص حيث ترفع العينة من الماء بقطعة قماش ثم توضع بين لوحين من الخشب الرقائقي بسمك 3 ملم ويوضع بين لوحي ماكنة الانضغاط بحيث محور العينة على مركز اللوح المرتكز على القاعدة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الكروية. يسلط الضغط ويزداد بمعدل 140 كغم/ سم2 في الدقيقة الواحدة لحين اخفاق العينة ثم يسجل مجموع الحمل المسلط. ويتم استخدام القانون ادناه لحساب قوة التحمل:

قوة التحمل= مجموع الحمل المسلط عند الاخفاق (كغم) / مساحة سطح الطابوقة المسلط عليه الحمل (سم2) (كغم/سم2)

فحص امتصاص الماء :

لفحص امتصاص الماء تؤخذ عينات من الطابوق بشكل عفوي وتوزن بميزان حساس وتغمر في حوض مائي بطريقة تضمن دوران الماء بين الطابوق والقعر. ويسخن الماء بحيث يصل الى درجة الغليان في ظرف ساعة تقريباً ويستمر الغليان لمدة خمسة ساعات اخرى ثم يترك ليبرد بصورة طبيعية الى درجة حرارة الغرفة لمدة تتراوح بين 16-19 ساعة ، ثم ترفع العينات وتمسح سطوحها بقماش رطب وتوزن في ظرف 3 دقائق . اما طريقة الحساب فتكون كالاتي :

نسبة امتصاص الماء= (ب – أ / أ) * 100 %

حيث ان أ : وزن الطابوقة الجافة

ب : وزن الطابوقة بعد غمرها في ماء يغلي لمدة خمس ساعات

حساب الكثافة :

يتم حساب الكثافة من ابعاد العينات بحجم (7.5 * 3.5 * 2.5) سم وان القانون المستخدم هو: الكتلة

الكثافة = الكتلة / الحجم

النتائج

النماذج المستخدمة

النموذج	نسبة المضاف% التربة الاعتيادية	اطيان الكاؤولين
A	100	0
B	85	15
C	80	20
D	70	30
E	60	40

اولاً: نتائج الفحوصات الفيزياوية ونسبة التزهر للنماذج المختبرية المحروقة وبدرجة حرارة حرق 900 م°.كما في الجدول (3)

ثانياً: نتائج الفحوصات الفيزياوية ونسبة التزهر للنماذج المختبرية المحروقة وبدرجة حرارة حرق 950 م°.كما مبين في جدول (4)

ثالثاً: نتائج الفحوصات الفيزياوية ونسبة التزهر للنماذج المختبرية المحروقة وبدرجة حرارة حرق 1000م°. كما مبين في جدول (5)

المناقشة

من خلال متابعة كافة المراحل للعملية الانتاجية واجراء التعديلات المناسبة للظروف المصاحبة لعملية الانتاج وتثبيت برنامج للتجفيف يتم فيه مراعاة الاسلوب التدريجي وضمان التجانس الحراري في غرفة التجفيف الواحدة وتحديد الفترة الزمنية المطلوبة لكل مرحلة من مراحل التجفيف عن طريق مقاييس خاصة واجراء مقارنة بين برنامج التجفيف اثناء حصول الانحراف في المعمل وبرنامج التجفيف المقترح والملائم لصناعة الطابوق والذي اعطى نتائج مشجعة وانخفاض ملحوظ في نسبة التشققات وتحسن في المظهر العام للطابوق وذلك من خلال مقارنة شكل (2) مع شكل (1) وتراوحت نسبة التشققات كما مبين في الجدول (1) تسلسل (1). وعلى ضوء ذلك تم اجراء التعديل الاول والمبين في الجدول (1) تسلسل (2) مع زيادة في فترة التجفيف لمدة (24) ساعة اضافية اي تصبح الفترة الكلية للتجفيف للبن المهيء للدخول للافران (96) ساعة وتم الحصول على نتائج مقبولة وذلك بانخفاض نسبة التشققات، ولاجل الحصول على لبن خالي من التشققات تقريباً واعتماد الفترة الزمنية المقررة (72) ساعة تم اجراء التعديل الثاني والمبين في الجدول (1) تسلسل (3) وتم

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الحصول على لبن خالي من التشققات وبالفترة ذاتها وانصب العمل على الاحتفاظ بهذه الفترة الزمنية من اجل عدم التاثير على كمية الانتاج المطلوبة مع ملاحظة حصول تجانس كبير في عملية التجفيف تقريباً في جميع انحاء الغرفة ويمكن ملاحظة ذلك من خلال مقارنة شكل (1) مع شكل (2).

ومن الجدير بالذكر ان مشكلة ظاهرة التزهر درست على نطاق واسع ومن عدة جهات باستخدام طرق فيها استخدام مواد كيمياوية مختلفة وطرق اخرى جميعها كانت طرق غير اقتصادية ومكلفة جداً في حين ان الطريقة المتبعة في استخدام الكاؤولين وبنسب محددة وخلطها مع التراب يعتبر طريقة اقتصادية لتوفر هذه المادة محلياً وبكثرة (كما ذكر سابقاً) ، ومن الناحية الاقتصادية فان كلفة الطابوقة المصنعة من الكاؤولين فيها زيادة قليلة حيث تعتبر طفيفة مقارنة مع التحسن الملحوظ في نوعية الطابوق في جميع الخواص من حيث المظهر العام وقوة الامتصاص ونسبة التزهر.

يمكن ملاحظة ظاهرة التزهر على العينات المحروقة بدرجة حرارة (900،950،1000) م° عند استخدام التربة الاعتيادية بدون مضافات حيث ظهرت الاملاح على سطح الطابوق وتراوحت نسبة التزهر بين متوسط الى متوسط – كثيف . بينما جاءت نسبة التزهر معدوم عند اضافة اطيان الكاؤولين وبنسبة (30-40)% مع حصول تحسن في خواص الطابوق المنتج حيث زادت قوة التحمل لزيادة الكثافة وانخفاض المسامية وامتصاص الماء ويعود السبب الى انخفاض كمية كاربونات الكالسيوم والاملاح الذائبة وهذا بدوره ينعكس على انخفاض نسبة (Co2) المتحرر وبالتالي سيؤدي الى انخفاض مسامية الطابوق وذوبان الاملاح وكمية الشقوق الشعرية، اضافة الى ان التغير في اضافة اطيان الكاؤولين يؤدي الى تقليل حساسيتها تجاه التجفيف والحرق وهذا مما يساعد على انخفاض نسبة التزهر. لقد تم الحصول على درجة تزهر معدوم بدرجتي (950،1000) م° وبالنسب الواطئة من الكاؤولين المضاف في البحث ويعود السبب الى تكوين الاطوار الزجاجية نتيجة درجة التلبيد لهذه الاطيان بعد درجة (900) م° مؤدياً الى انخفاض نفاذية الطابوق والتي تعتبر العامل الرئيسي في زيادة ذوبان وحركة الاملاح الى السطح بشكل تزهر.

الاستنتاجات

يتطلب من المعمل الالتزام والمتابعة المستمرة باعتماد الظروف الحرارية المحددة في برنامج التجفيف المثبت في التعديل الثاني في الجدول (1) تسلسل (3) لتفادي حصول التشققات في اللبن الجاف وعدم حصول تلف بالانتاج من خلال زيادة نسبة التلف.

امكانية انتاج طابوق خالي من التزهر من الترب الاعتيادية بموجب المواصفات التي تم الحصول عليها في هذا البحث بعد اضافة (30-40) % من اطيان الكاؤولين وبدرجة حرارة حرق لاتقل عن (950) م° وحصول تحسن في خواص الطابوق المنتج بعد اضافة اطيان الكاؤولين من حيث المظهر العام وزيادة الكثافة وقوة التحمل وانخفاض في نفاذية الطابوق المنتج وكذلك انخفاض نسبة امتصاص الماء والذي يعتبر العامل الرئيسي في ذوبان الاملاح وحركتها. وان استخدام اطيان الكاؤولين لايتطلب اضافة كلف عالية وذلك لتوفره محلياً.

المصادر

[1] Brownell, W.E, "Efflorescence Resulting From Sulphates In Clay Raw Materials", journal of The American Ceramic Society, vol.41, p310, 1985.

[2] Callister, W.D., "Materials Science and Engineering, An Introduction", 5th edition, John Wiley & Sons. Inc., 2000.

[3] Groover, M.P., "Fundamentals of Modern Manufacturing, Material,

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Processes, and Systems", 2nd edition, John Wiley & Sons. Inc., 2002.
[4] المهندس علي اشرف قدوري، الفيزياوي هاني يوسف رزوقي، الكيمياوية ايمان محمد سلطان، "صناعة الطابوق ماضيها وحاضرها في القطر"، بغداد، 1995
[5] Sigh, R., "Efflorescence, It's Cause and Control", T.I.1170, August, 1978.
[6] Hooker, K. A., "Reducing efflorescence potential, Understand how efflorescence occurs, select materials to minimize soluble salts, and detail to control water penetration", The Aberdeen Group, All rights reserved, 2004.
[7] "Efflorescence - Causes and Prevention", Technical Notes on Brick Construction 23A, June 2006. www.gobrick.com

جدول (1) يبين برنامج التجفيف ونتائجه على نوعية اللبن

ت	البرنامج	عدد الساعات	طريقة التشغيل	نسبة اللبن السليم
1	المعمل اثناء حصول الانحراف	3-5 25-28 40-44 مدة التجفيف الكلية	-تشغيل المراوح الداخلية فقط -ضخ الهواء بكميات يتم التحكم بها بواسطة البوابات وتفتح لمدة 3 دقائق وتغلق لمدة نصف ساعة. - ضخ الهواء الحار بصورة مستمرة وتكون البوابات تتحكم بكمية الهواء ومفتوحة بصورة مستمرة -72 ساعة	تراوحت بين 33-46 %
2	التعديل الاول	18 30 42 مدة التجفيف الكلية	-تشغيل المراوح الداخلية فقط -ضخ الهواء الحار عن طريق البوابات وتفتح لمدة دقيقة وتغلق لمدة نصف ساعة - ضخ الهواء الحار بصورة مستمرة وتكون البوابات مفتوحة -72 ساعة	عدم اكتمال التجفيف للبن وعلى ضوء ذلك تم تعديل فترة التجفيف 24 ساعة اضافية فاصبحت فترة التجفيف الكلية 96 ساعة مع حصول تشقق.
3	التعديل الثاني	10 10 28 24 مدة التجفيف الكلية	-تشغيل المراوح الداخلية وبوابات تسريب الهواء داخل المجففة مغلقة باستمرار. -تشغيل المراوح الداخلية وبوابات تسريب الهواء داخل المجففة مفتوحة باستمرار. -ضخ الهواء الحار عن طريق البوابات تفتح 3 دقائق وتغلق نصف ساعة -ضخ الهواء والبوابات مفتوحة -72 ساعة	100%

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول(2)

الفحص	التربة الاعتيادية %	اطيان الكاؤولين%
التحليل الفيزياوي		
نسبة الرمل	18	8.5
نسبة الغرين *	42	17
نسبة الطين	40	74.5
التحليل الكيمياوي		
نسبة اوكسيد السليكون	39.85	49.40
نسبة اوكسيد الالمنيوم	10.04	35.33
نسبة اوكسيد الحديد	4.72	1.24
نسبة اوكسيد الكالسيوم	19.87	لاتذكر
نسبة اوكسيد المغنيسيوم	3.14	لاتذكر
نسبة الكبيريتات	1.02	0.14
نسبة الفقدان بالحرق	19.43	14.2
نسبة الاملاح الذائبة	1.93	—

*الغرين : مقاسه الحبيبي بين الرمل والطين وصفاته مزيج من الرمل والطين ويسمى بالزميج

جدول (3)

النموذج	الكثافة نت/مم^2	امتصاص الماء %	قوة التحمل نت/مم^2	نسبة التزهر
A	153	19.7	10.5	متوسط – كثيف
B	162	18.5	12.8	متوسط
C	168	17.9	14.5	متوسط– خفيف
D	172	17.3	16.3	خفيف
E	175	16.8	17.9	خفيف

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

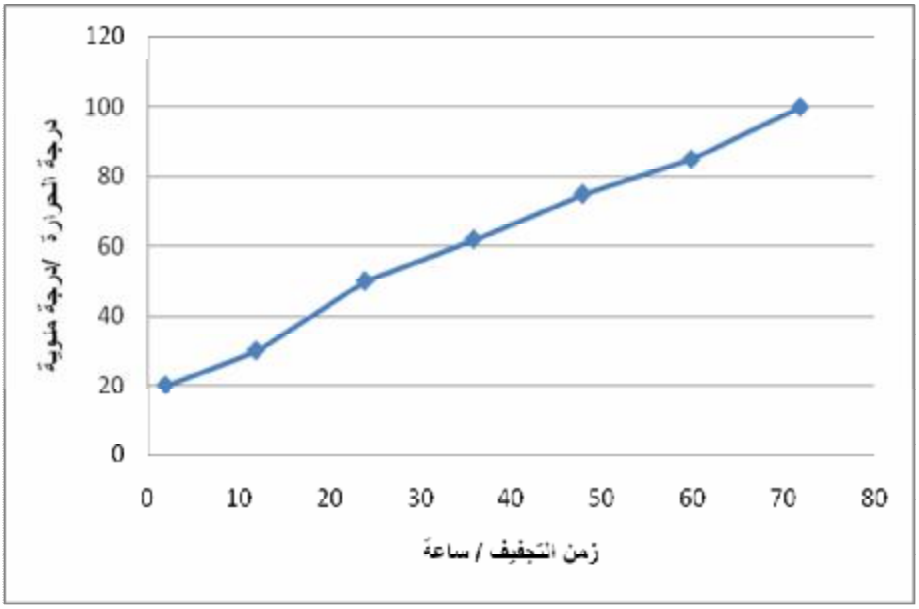
جدول (4)

النموذج	الكثافة نت/مم^2	امتصاص الماء %	قوة التحمل نت/مم^2	نسبة التزهر
A	153	19.8	11.0	متوسط
B	164	18.3	14.2	متوسط– خفيف
C	169	17.7	15.9	خفيف
D	173	17.1	17.1	معدوم
E	176	16.1	19.1	معدوم

جدول (5)

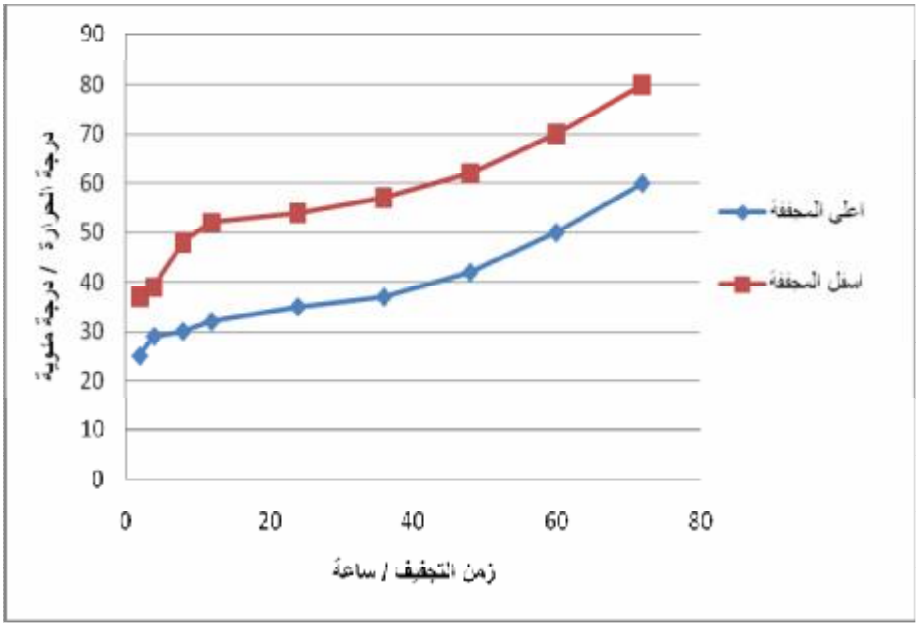
النموذج	الكثافة نت/مم^2	امتصاص الماء %	قوة التحمل نت/مم^2	نسبة التزهر
A	154	19.6	11.2	متوسط
B	166	17.9	15.5	خفيف
C	171	17.1	17.3	معدوم
D	175	16.8	18.5	معدوم
E	177	16.00	21.4	معدوم

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (1)

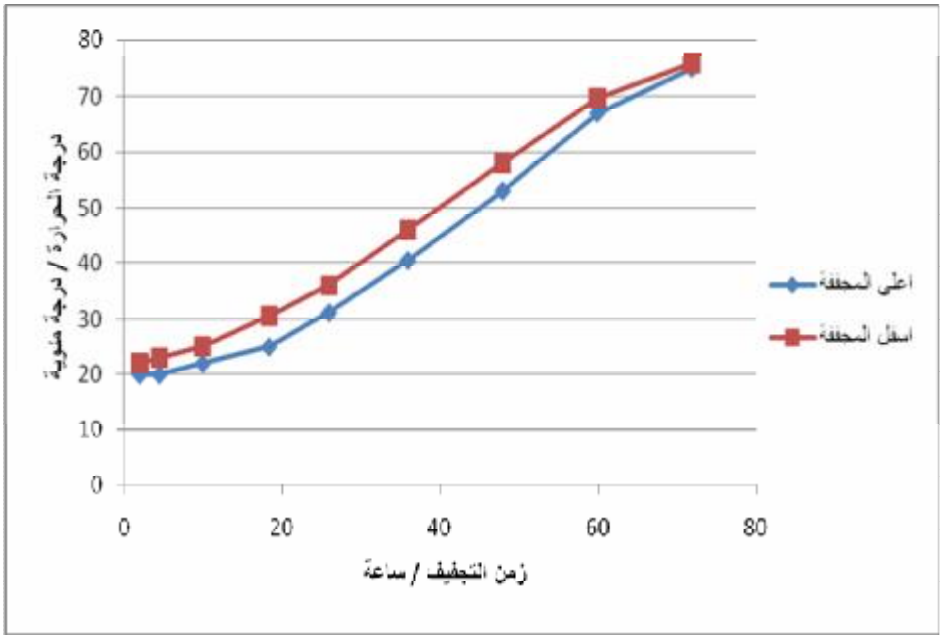
يمثل برنامج التجفيف المطلوب لدرجات الحرارة اللازمة لمقدار الماء المفقود



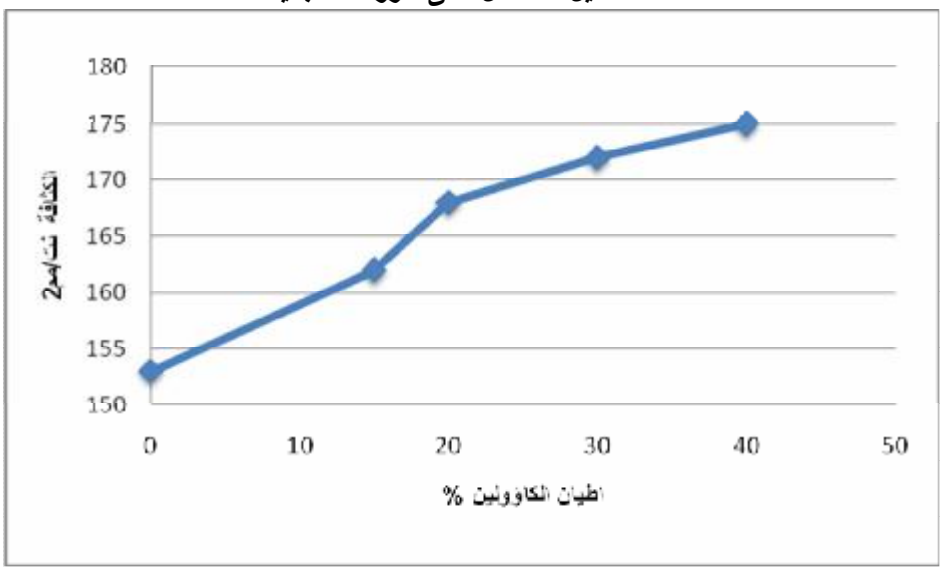
شكل (2)

برنامج التجفيف لدى المعمل عند حصول الانحراف وحالة التشققات

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

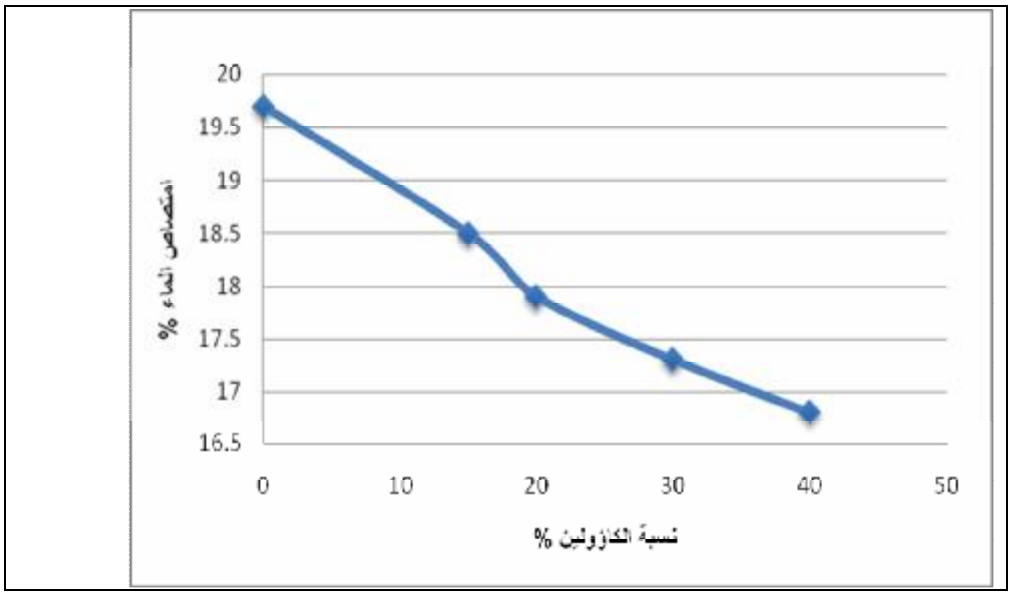


شكل (3)
التعديل الحاصل على ظروف التجفيف



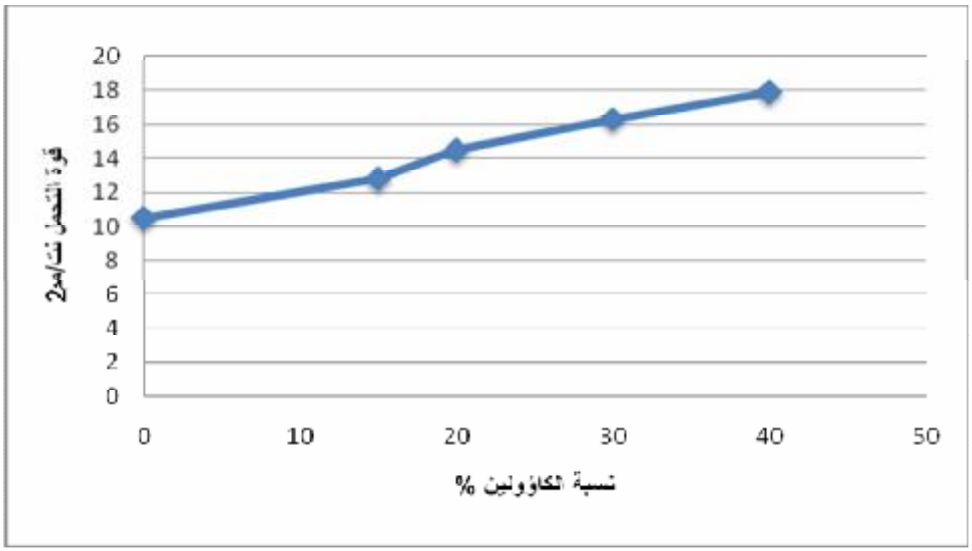
شكل (4)
العلاقة البيانية بين الكثافة واطيان الكاؤولين عند درجة حرارة 900 مْ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (5)

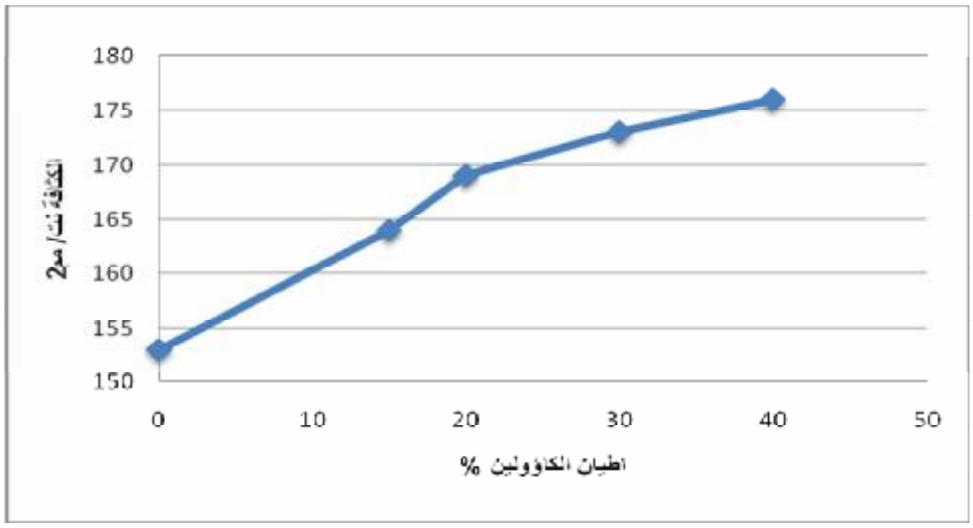
العلاقة البيانية بين امتصاص الماء واطيان الكاؤولين عند درجة حرارة 900 مْ



شكل (6)

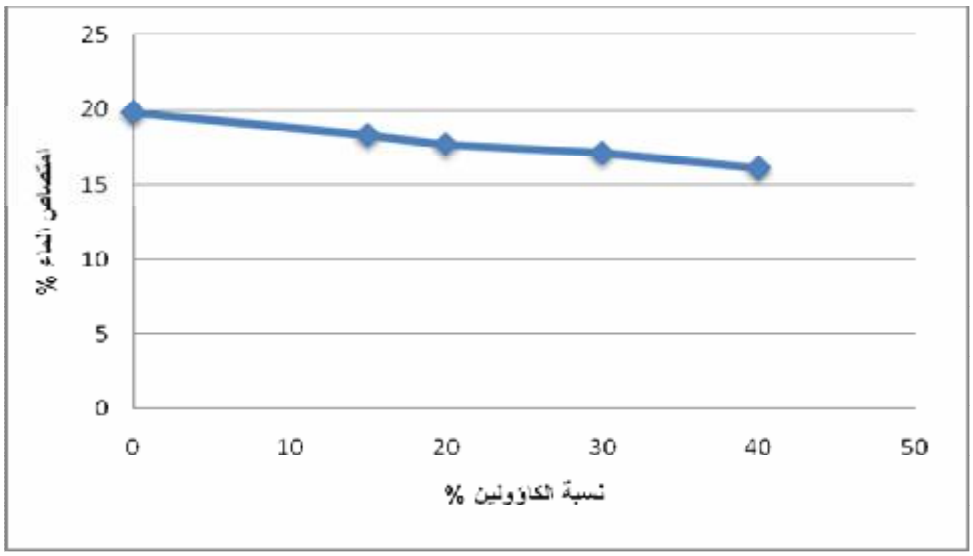
العلاقة البيانية بين قوة التحمل واطيان الكاؤولين عند درجة حرارة 900 مْ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (7)

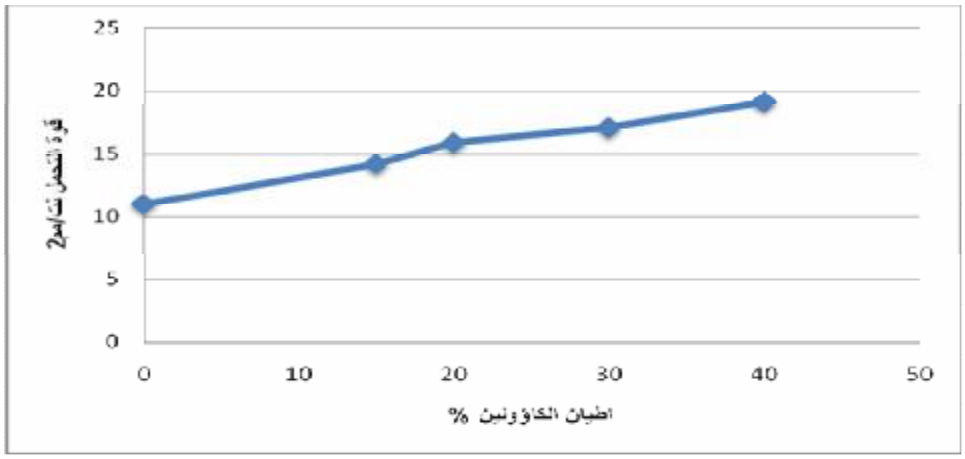
العلاقة البيانية بين الكثافة واطيان الكاؤولين عند درجة حرارة 950 مْ



شكل (8)

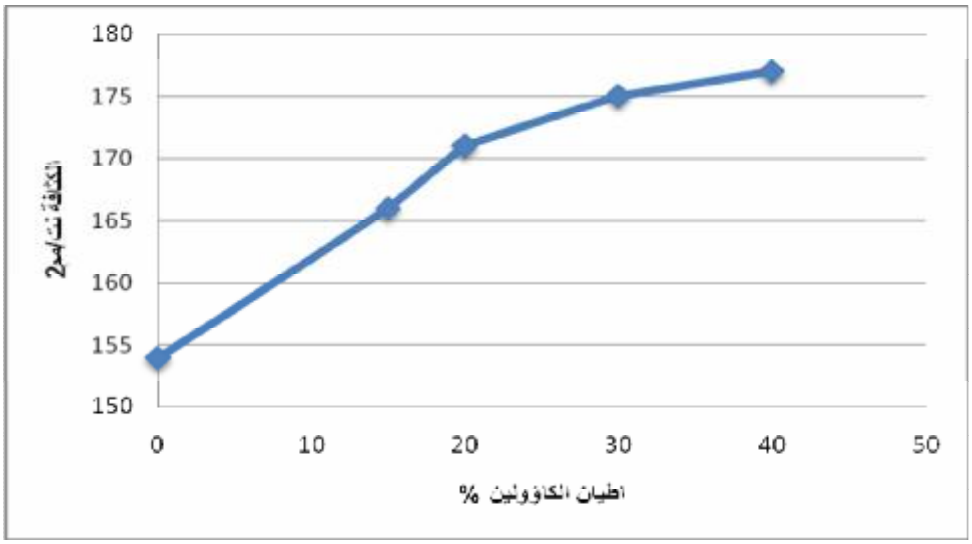
العلاقة البيانية بين امتصاص الماء واطيان الكاؤولين عند درجة حرارة 950 مْ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (9)

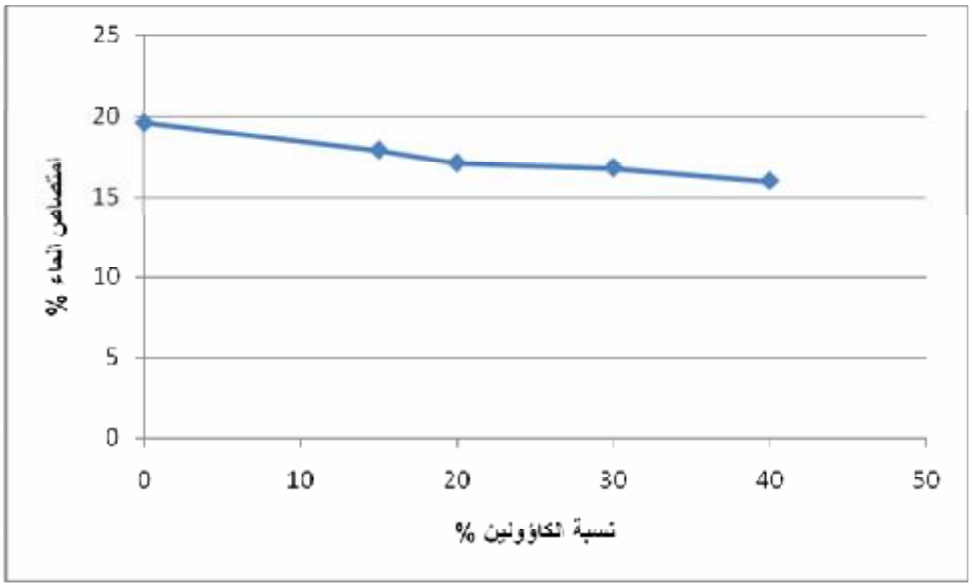
العلاقة البيانية بين قوة التحمل واطيان الكاؤولين عند درجة حرارة 950 مْ



شكل (10)

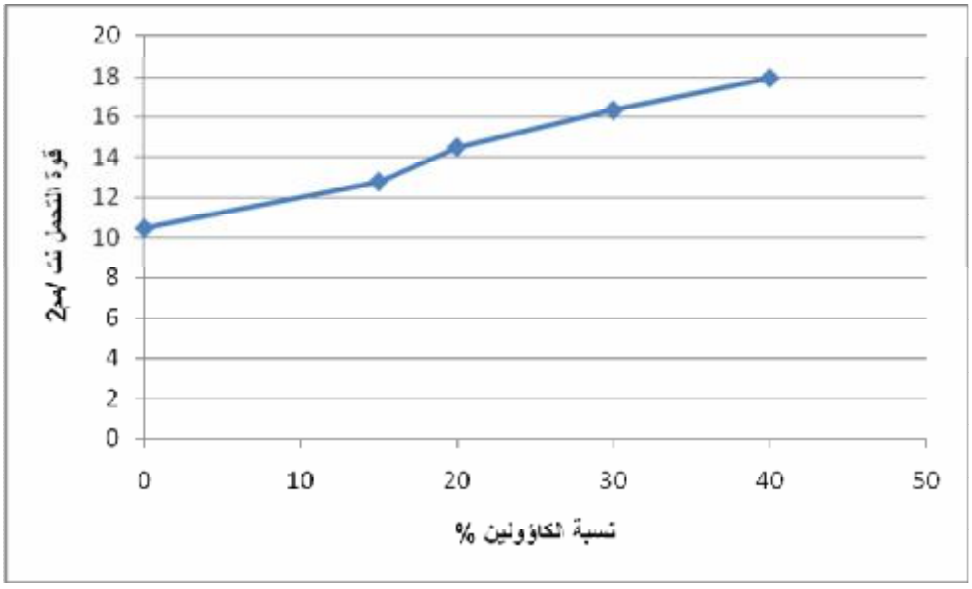
العلاقة البيانية بين الكثافة واطيان الكاؤولين عند درجة حرارة 1000 مْ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (11)

العلاقة البيانية بين امتصاص الماء واطيان الكاؤولين عند درجة حرارة 1000 مْ



شكل (12)

العلاقة البيانية بين قوة التحمل واطيان الكاؤولين عند درجة حرارة 1000 مْ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com