مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (4) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (4) 2015

انخفاض مقاومة البيتون عالي المقاومة باستخدام إحضارات محلية و رماد السيليكا على الضغط عند تعرضه لدرجات حرارة عالية

الدكتور منير الأطرش*
الدكتور زكائي طريفي**
مطيع محمد عبشي***

(تاريخ الإيداع 3 / 6 / 2015. قُبِل للنشر في 2/ 8 / 2015)

□ ملخّص □

يضم هذا البحث لمحة عن الاختبارات القياسية العالمية لعينات بيتونية معرضة لدرجات حرارة عالية، و دراسة تغير مقاومة البيتون المحلي عالي المقاومة عند تعرضه لدرجات حرارة عالية، وذلك بعد إنتاج خلطة بيتونية محلية، وتسخين العينات في فرن خاص تم تصنيعه لهذه الغاية، ومن ثم اختبار العينات المسخنة وغير المسخنة، والتعرف على نسب الانخفاض في المقاومة وقيمها، والحصول على بيانات خاصة بهذه الإحضارات.

حيث تم في هذا البحث تصميم خلطة بيتونية من الاحضارات المحلية واستخدام مادة رماد السيليكا والمدن عالي الفعالية وذلك وفق طرق تصميم الخلطات المعتمدة وتعريضها إلى درجات حرارة عالية في فرن كهربائي صنع خصيصا لهذا البحث وبما ينسجم مع تجارب سابقة تم كسر العينات على الضغط والتعرف على تأثير ارتفاع الحرارة

* أستاذ– قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.
** أستاذ– قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.
*** طالب دراسات عليا (دكتوراه)– قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (4) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (4) 2015

The reduction of high resistance Concrete using local aggregate and silica fume for compression during high temperature effect

Dr. Munir Alatrach[*]
Dr. Zukai Toreife[**]
Motee Abshi[***]

(Received 3 / 6 / 2015. Accepted 2 / 8 / 2015)

□ ABSTRACT □

This paper is devoted to investigate the effect of high temperatures on the behavior and compression resistance of rectangular high-resistance concrete samples.

In this study, rectangular samples with dimensions of (15X15X15 cm) have been made and after 28 days they have been burned in a special oven, then cooled down in the air.

The exposition of high-resistance concrete samples which made of local sand and aggregate and use silica fumeoiiuk to high temperatures has led to a reduction and lose in the compressive resistance of this samples.

When the temperature was 350 c, the reduction in the compressive resistance was about 13%, and at the temperature of 450c, the reduction was about 36%, and at the temperature of 850c, the reduction was about 72%.

Therefore, we have to take this reduction of compressive resistance in the concrete elements seriously when they exposed to fire, so we can take the right decisions about rehabilitation or conservation or replacement of this elements.

[*] **Professor , Department of Structural Engineering- Faculty of Civil Engineering-Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**] **Professor , Department of Structural Engineering- Faculty of Civil Engineering- Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[***] **Postgraduate, Department of Structural Engineering- Faculty of Civil Engineering- Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

إن تعرض العناصر البيتونية بشكل عام إلى درجات حرارة عالية كالحريق مثلاً، سيؤثر على متانة و مقاومة هذه العناصر وقدرتها على تأدية الوظيفة المناطه بها، الأمر الذي يستدعي دراسة هذه الحالة لمعرفة مدى التأثير و علاقته بدرجات الحرارة المعرض لها.

أهمية البحث وأهدافه:

إن الغرض من هذا البحث هو التحري عن سلوك و قدرة التحمل لعينات مكعبية من البيتون عالي المقاومة والمصنوع من احضارات محلية عند تعريضها إلى درجات حرارة عالية.

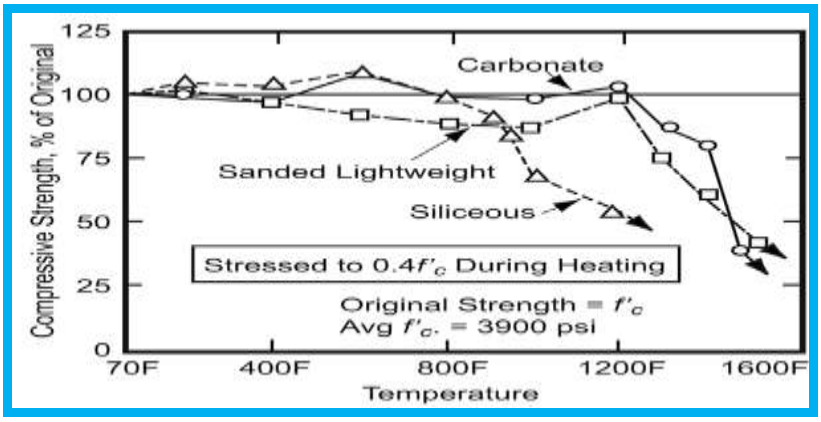
والتعرف على سلوك البيتون المحلي عالي المقاومة المشكل من إحضارات منطقة حسياء في سوريا عند تعرضه للحرارة العالية، والحصول على بيانات خاصة به تفيد في البناء عليها عند دراسة المنشآت تحت تأثير الحرارة، و كذلك في أعمال الترميم والتدعيم للمنشات المعرضة للحرارة العالية، واتخاذ القرار المناسب على ضوء مقدار الفاقد في المقاومة واثر وجود مادة رماد السيلكا في الخلطة.

النتائج والمناقشة:

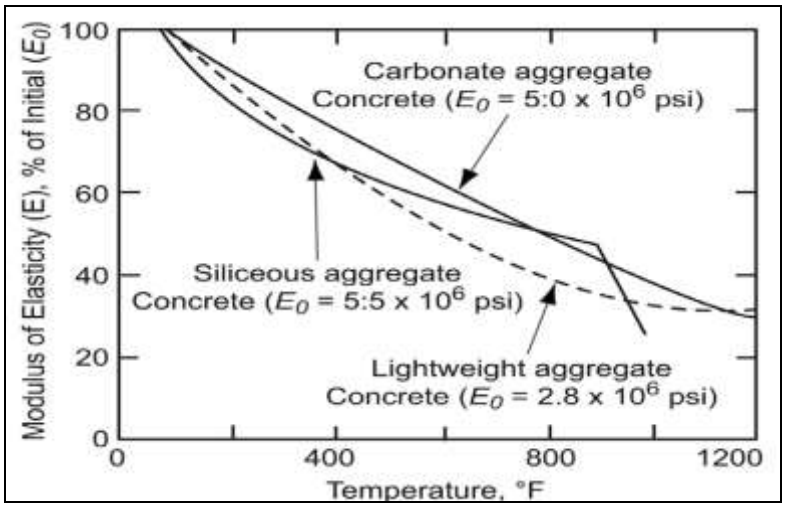
1- دراسة مرجعية:

في الاختبار القياسي للجمعية الأمريكية للاختبارات و مواد البناء (ASTME119) أجريت تجارب على عينات جائزية بيتونية مسلحة بعد تسخينها في فرن أبعاده 1.5×1.5 متر وبعمق حوالي 0.76 متر، وكان من نتائج هذا الاختبار الوصول إلى المنحنيات التالية، التي تظهر التغير في خواص البيتون والفولاذ تحت تأثير درجات الحرارة العالية، حيث اختبرت الجوائز من خلال تعريضها للحرارة من ثلاث جهات في فرن الاختبار الخاص الذي جهز لهذا الغرض، والذي يمكن فيه التحكم بدرجة الحرارة والمدة المطلوبة وكذلك التغير في إجهاد الخضوع للفولاذ بتأثير درجات الحرارة.

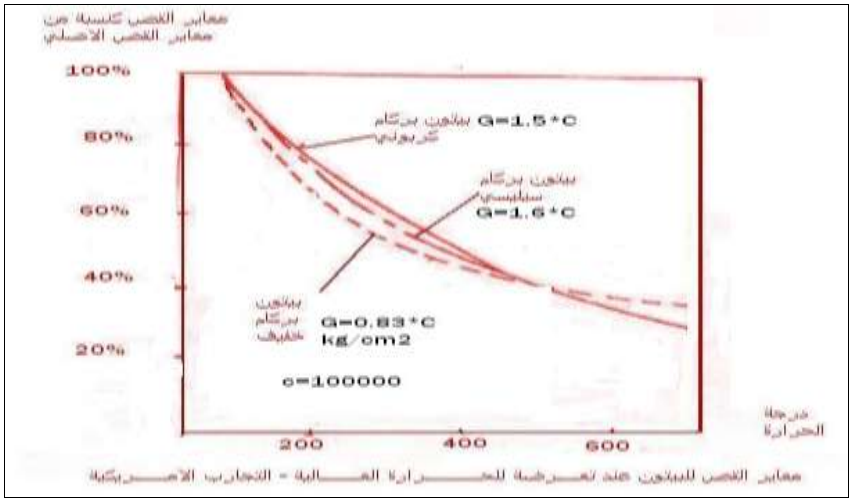
وفيما يلي أهم نتائج الاختبار المذكور:



شكل (1-1) تغير مقاومة البيتون على الضغط مع ارتفاع الحرارة و نوع الاحضارات]3[

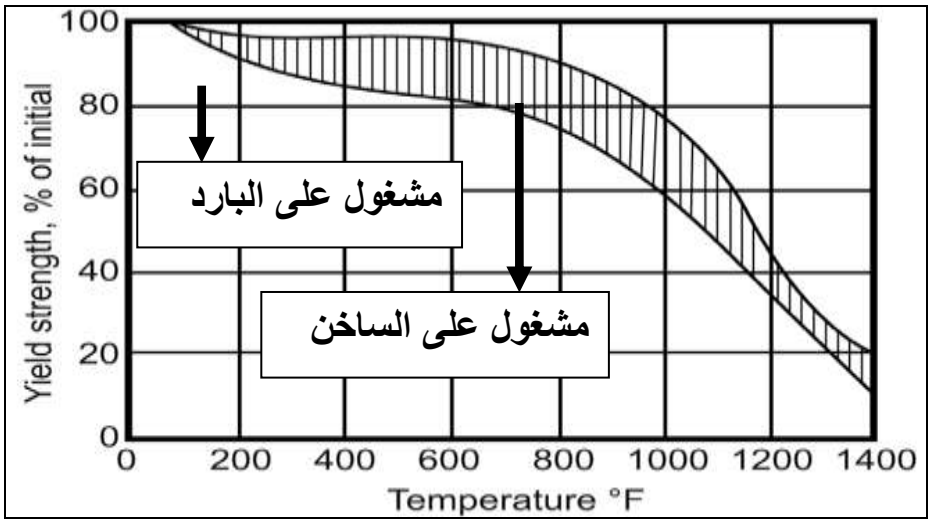


شكل(1-2)منحني تغير معامل المرونة للبيتون مع الحرارة وتغير نوع الاحضارات [3]

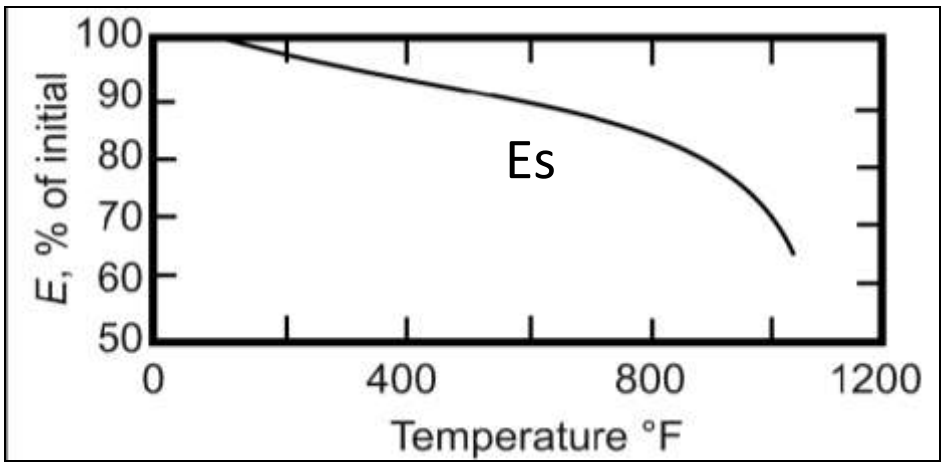


شكل(1-3) منحني تغير معامل القص وفق الـ ASTME119 [3]

أما فولاذ التسليح فقد اختبر بنوعية المشغول على الساخن و المدلفن على البارد وكانت النتائج وفق المنحنيات التالية:



شكل(1-4)منحني تغير إجهاد الخضوع للفولاذ مع ارتفاع الحرارة [3]



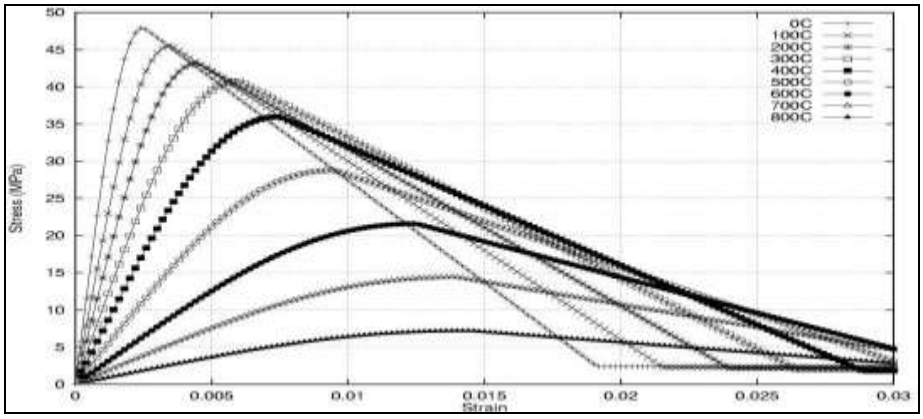
شكل(1-5) منحني تغير معامل المرونة للفولاذ مع ارتفاع الحرارة [3]

أما وفق الكود الروسي والمواصفات القياسية الروسية **[4]** فقد تم أخذ تأثير الحرارة على مقاومة البيتون من خلال إدخال عوامل ظروف التشغيل(γ_{bt} ،γ_{tt}) في حالتي الضغط والشد وفق الجدول الآتي:

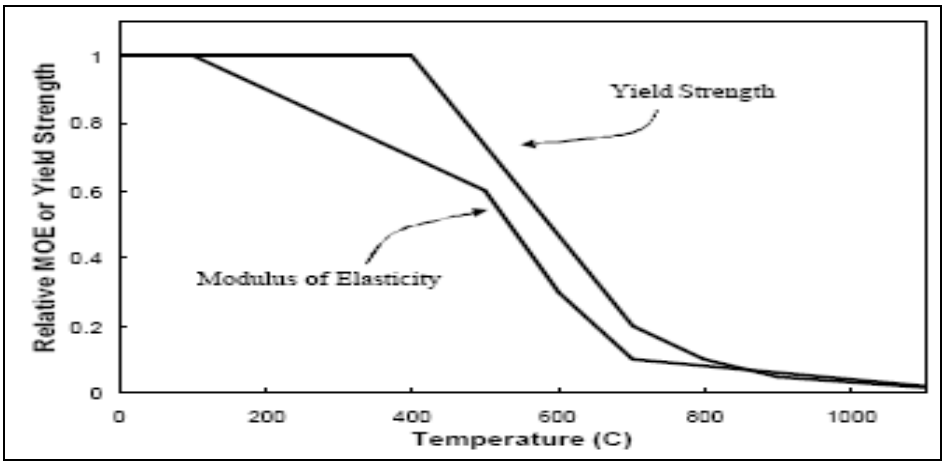
جدول (1-1) عوامل ظروف التشغيل(γ_{bt} ،γ_{tt}) في حالتي الضغط والشد تبعاً لدرجة الحرارة [4]

اسم العامل	الحرارة C	60	90	120	200	300	400	500	600	700	800
عامل تخفيض الضغط	γ_{bt}	0.65	0.8	0.9	0.98	1,05	1.00	0.77	0,67	0,48	0,2

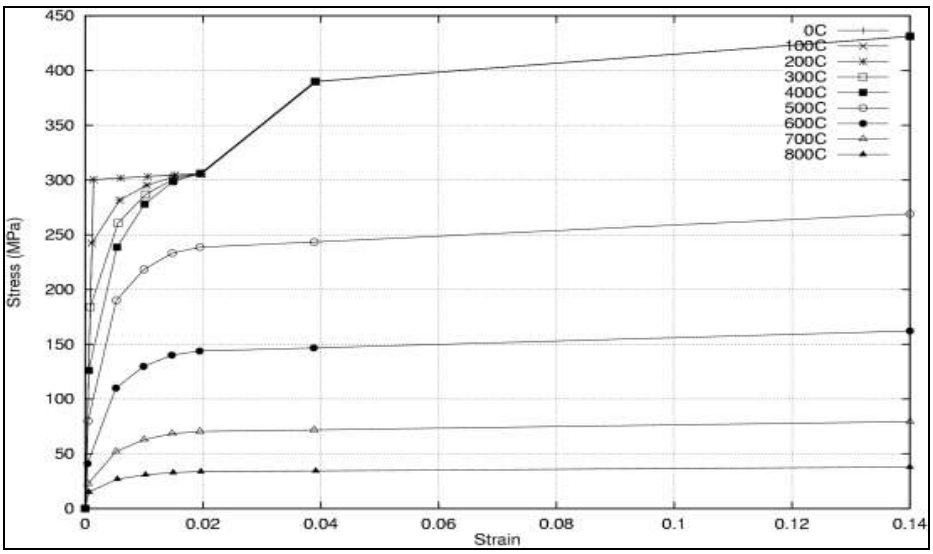
كما أن الكود الروسي والمواصفات القياسية الروسية وبناءا على نتائج عدد كبير وكاف من الأختبارات اعتمدت مجموعة من المنحنيات التقريبية التي توضح سلوك البيتون والفولاذ عند التسخين وتأثير درجات الحرارة على مقاومةالبيتون و تغير منحنيات الإجهاد- تشوه البيتون مع ارتفاع درجة الحرارةوفق التجارب الروسية:



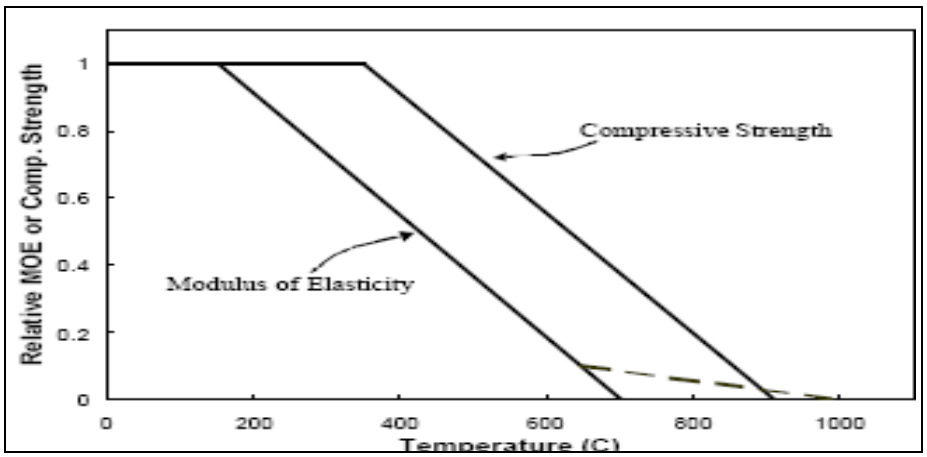
شكل (1-6) تأثير التسخين على مقاومة البيتون وعلى مخطط إجهاد- تشوه وفق الاختبارات الروسية [4]



شكل(1-7) منحني تغير المقاومة المميزة للفولاذ ومعامل المرونة وفق الاختبارات الروسية [4]



شكل(1-8) تغير مواصفات الفولاذ بتأثير درجات الحرارة العالية وفق الاختبارات الروسية [4]



شكل(1-9) تغير إجهاد الخضوع للفولاذ ومعامل المرونة بتأثير الحرارة العالية وفق الاختبارات الروسية [4]

2- دراسة عينات بيتونية مكعبيه معرضة لدرجات حرارة عالية و مشكلة من احضارات محلية على الضغط:

2-1- تصميم الخلطة البيتونية:

تم تصميم الخلطة البيتونية من احضارات منطقة حسياء في سورية بعد تحديد خواص المواد ومواصفاتها والتي كانت كما يلي:

جدول (2-1) المواد الداخلة في الخلطة البيتونية و أوزانها النوعية [2]

اسم المادة	بحص حسية	رمل حسية	السيلكا	الإسمنت	الملدن	الماء
الوزن النوعي (كغ/م3)	2.696	2.763	2.15	3.15	1.15	1

وكانت نسب مكونات الخلطة بعد تصميمها وفق طريقة الحجم المطلق كما يلي:

جدول (2-2) كمية المواد الداخلة في الخلطة البيتونية لصنع 1 م3 من الخلطة [1]

اسم المادة	بحص حسية	رمل حسية	السيلكا	الإسمنت	الملدن	الماء
الوزن (كغ)	1380	455	24	475	15	150

في هذه الدراسة تم تصنيع عينات مكعبية بقياس (15X15X15) سم و بعد عمر 28 يوماً تم تسخينها باستخدام فرن خاص ثم تبريدها بالهواء و اختبارها على الضغط

شكل (2-1) بعض العينات المكعبية بعمر 28 يوم[2]

2-2- تصنيع الفرن الكهربائي المستخدم في عملية الحرق:

تم تصنيع فرن كهربائي خاص بالبحث ويتوافق مع الاختبارات العالمية في هذا المجال حيث كانت مواصفات الفرن كما يلي:

- الفرن الكهربائي مصنوع من الأجر المقاوم يتحمل حتى الدرجة 1200مئوية.
- المقاومات الكهربائية تؤمن تسخين غير مباشر للعينات حيث تم حفر الأجر وتمرير المقاومات عبرها وترك إمكانية تهويتها .
- يمكن من خلال اللوحة الكهربائية التسخين لأي درجة والتثبيت عندها بحيث يمكن رفع العينات ووضع أخرى ومتابعة التسخين من جديد.

• الآجر : عبارة عن حجارة أبعادها (22×11) سنتمتر

• يستخدم صوف حراري لتغطية بعض أجزاء المقاومات لتأمين تسخين العينات دون تعريض المقاومات مباشرة للحرارة . وقد صنع الغطاء الخارجي للفرن من مادة معدنية مطلية بطلاء مناسب

• قاعدة الفرن السفلية متحركة أفقياً بحيث يمكن سحبها وإعادتها إلى مكانها بهدف سهولة إدخال وإخراج العينات ذات الأوزان الكبيرة أما العينات العادية الخفيفة فيتم رفعها بملاقط خاصة .

• مزود بمقاومات كهربائية من الجهات الثلاث بحيث يمكن تعريض العينات للتسخين من الجهات الثلاث أومن أي جهة نريد بحيث يمكن فصل التغذية عن أي جهة ووصلها حسب الطلب لمحاكاة الواقع .

• مزود بحساسات كهربائية تمكننا من قياس درجة الحرارة عبر لوحة خاصة وكذلك حساس خاص يمكننا من قياس حرارة الفولاذ داخل البيتون .

شكل (2-2) الفرن الكهربائي المستخدم لحرق العينات البيتونية [2]

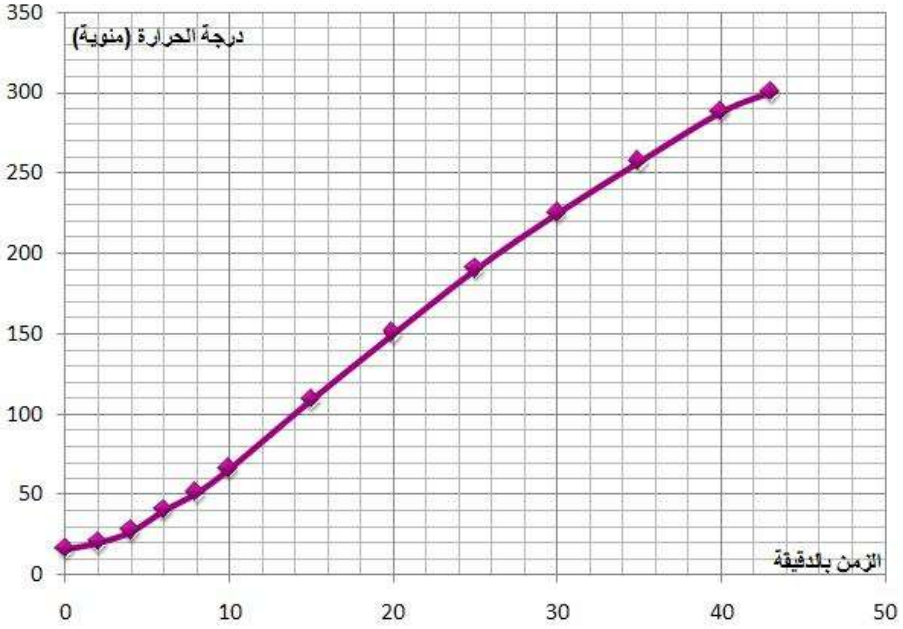
2-3- تصنيع و تسخين العينات البيتونية [5],[1]:

جدول (2-3) برنامج تسخين العينات البيتونية المكعبية [5]

تم تسخين العينات (1-15)X و تبريدها بالهواء الطبيعي(48 ساعة)		
ملاحظات مدة التعرض 2ساعة	أرقام العينات	درجة حرارة التسخين
تبريد بالهواء الطبيعي	1-2-3	دون تسخين
تبريد بالهواء الطبيعي	4-6-5	تسخين للدرجة300 مئوية
تبريد بالهواء الطبيعي	7-8-9	تسخين للدرجة 450 مئوية
تبريد بالهواء الطبيعي	10-11-12	تسخين للدرجة 650 مئوية
تبريد بالهواء الطبيعي	13-14-15	تسخين للدرجة 850 مئوية

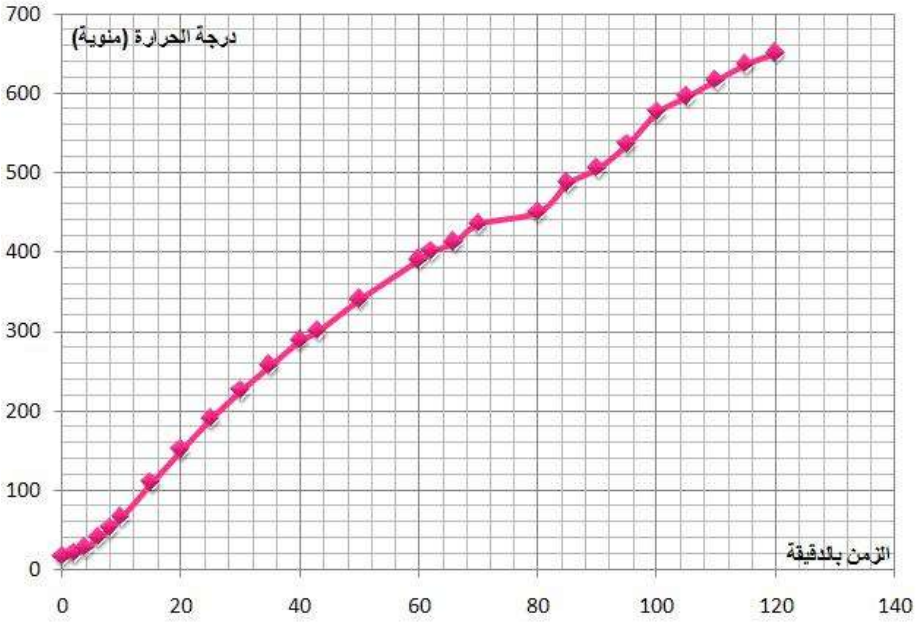
تم تصنيع العينات المكعبية بأبعاد (15X 15 X15) سم ثم تم تسخين العينات المكعبية باستخدام الفرن الكهربائي وفق برنامج التسخين التالي:

شكل (2-3) بعض مراحل التسخين للعينات المكعبية[2]

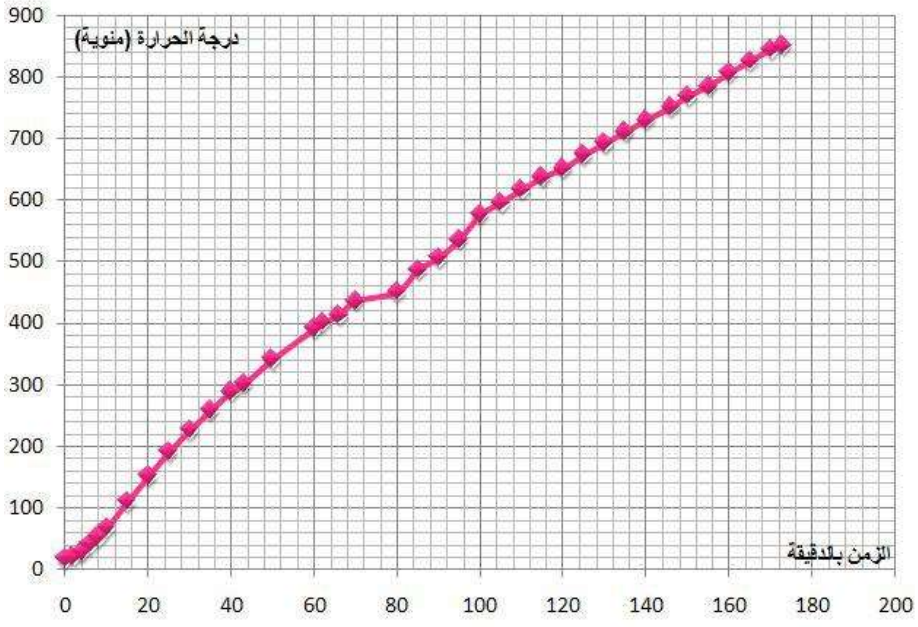


الشكل (2-4) مخطط عملية تسخين العينات البيتونية حتى الدرجة 300 مئوية[2]

الشكل (2-5) مخطط عملية تسخين العينات البيتونية حتى الدرجة 450 مئوية[2]



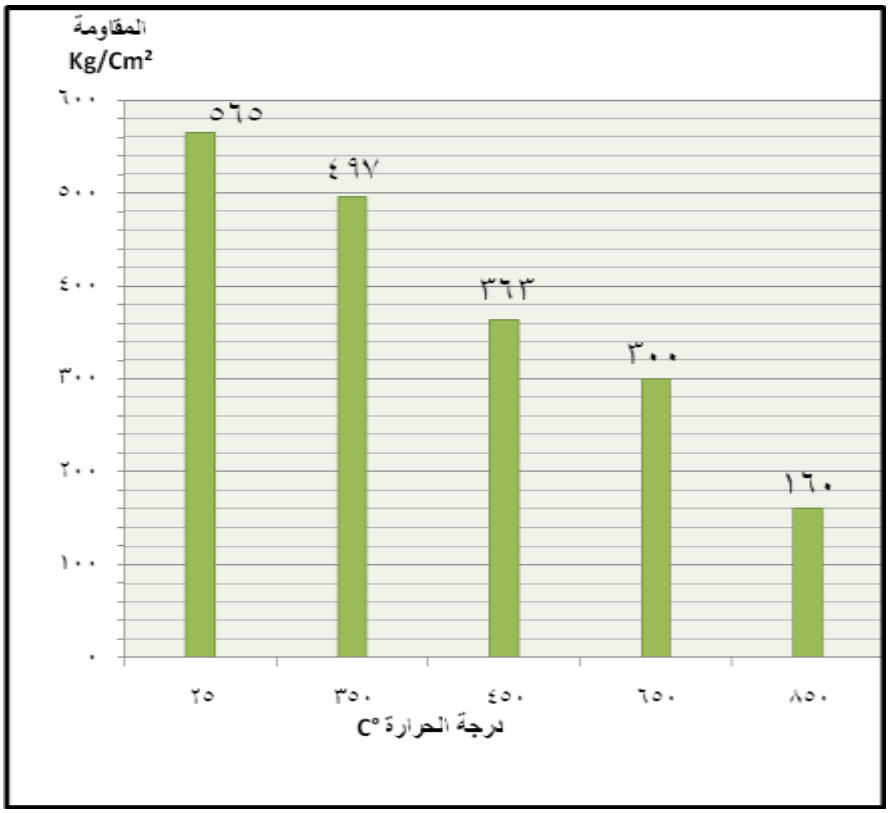
الشكل (2-6) مخطط عملية تسخين العينات البيتونية حتى الدرجة 650 مئوية[2]



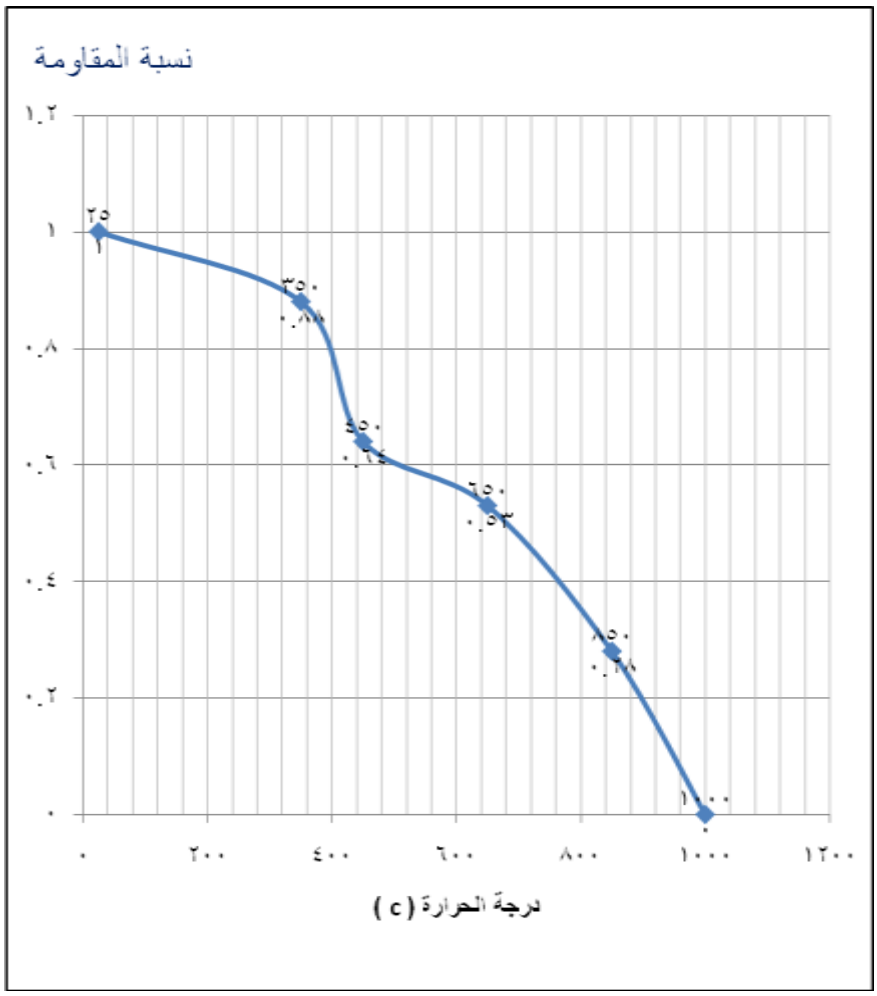
الشكل (2-7) مخطط عملية تسخين العينات البيتونية حتى الدرجة 850 مئوية[2]

2-4- نتائج كسر العينات البيتونية المكعبية على الضغط بعد حرقها:

بعد حرق العينات البيتونية المكعبية، تم تبريدها بوضعها في الهواء الطبيعي، ثم تم كسر هذه العينات على الضغط، و كانت نتائج تغير المقاومة للعينات المسخنة حتى درجات حرارة مختلفة كما في المخطط التالي:



شكل (2-5) مخطط تغير المقاومة على الضغط للعينات البيتونية مع تغير درجة الحرارة [2]



شكل (2-6) منحني يبين نسب انخفاض مقاومة الضغط للبيتون عند تعرضه للحرارة العالية [2]

الاستنتاجات والتوصيات:

إن تعرض البيتون العالي المقاومة و المصنوع من احضارات محلية لدرجات حرارة عالية قد أدى إلى انخفاض أو ضياع في مقاومة هذه العينات على الضغط، و كان هذا الانخفاض متناسباً مع ازدياد درجة حرارة التسخين، حيث كان مقدار الانخفاض في المقاومة عند التسخين حتى الدرجة 350 مئوية حوالي 13% من المقاومة الكلية للعينات دون تسخين، و ازداد هذا الانخفاض ليبلغ حوالي 36% عند الدرجة 450 مئوية، ليتابع بعدها الانخفاض في المقاومة بشكل خطي تقريباً حتى حوالي 72% عند درجة الحرارة 850 مئوية.

لذلك يجب أخذ هذا الانخفاض بعين الاعتبار عند تعرض المنشآت الخرسانية لحريق، لتقدير مقدار الانخفاض في مقاومة العناصر الإنشائية و اتخاذ القرارات و الإجراءات اللازمة على ضوء ذلك من ترميم أو تدعيم أو إزالة العنصر و استبداله.

المراجع العربية:

1- *الكود العربي السوري*. الطبعة الثالثة. 2004.

2- عبشي، مطيع محمد. *تأثير الحرارة العالية على الجوائز من البيتون المسلح عالي المقاومة باستخدام الاحضارات المحلية و رماد السيليكا (Silica Fume)*. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة تشرين، اللاذقية، الجمهورية العربية السورية. (2015)

المراجع الأجنبية:

3- ASTME 119-00a, - *Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials*. ASTM International, West Conshohocken, PA ,2000, 21 pp.

4 –MILOVAN. A.F, - *Fire Resistance of Reinforced Concrete*. Structures Striizdat, Moscw. 1986

5- AlSHEIKH, S. - *Mechanical Properties for High Performance Concrete Exposed to High Temperature*. International Journal Of Civil And Structural Engineering, Vol 2, Egypt, 2011, 444.