# دراسة تجريبية لتأثير مدة الحريق و أنماط التبريد المختلفة على سلوك البلاطات اللاجائزية

طالب الدكتوراه المهندس [1] احمد السيد
الأستاذ الدكتور [2] عبد الرحمن عيسى

**ملخص البحث**

تعد البلاطات الفطرية من الجمل الإنشائية الهامة عند إنشاء المباني المختلفة (الصناعية والمدنية والمستودعات وغيرها) وذلك ضمن مرحلة إعادة الإعمار في الجمهورية العربية السورية ، ومن هنا أصبحت مسألة الحفاظ على المنشآت البيتونية المسلحة القائمة أو المخطط إنشاؤها وحماية عناصرها الإنشائية المختلفة مثل البلاطات الفطرية من تأثير الحرائق على قدر كبير من الأهمية .

يهدف البحث لإجراء دراسة تأثير مدة الحريق على حمولة الانهيار والسهم في البلاطات اللاجائزية وفق أنماط تبريد مختلفة تجريبيا ، وبالتالي تحديد نمط التبريد الأكثر أمانا بالاستفادة من تجارب مخبرية .

أظهرت الدراسة زيادة في السهم وانخفاض واضح في قدرة التحمل للبلاطات الفطرية المعرضة للحريق والمبردة وفق الأنماط الثلاثة ( تبريد هواء ، تبريد ماء ، بدون تبريد ) مقارنة مع بلاطات مرجعية ، كما أظهرت الدراسة التجريبية أن نمط ( التبريد بالهواء ) يسمح للبيتون وللفولاذ باستعادة جزء كبير من خواصهم على عكس نمط ( التبريد بالماء ) الذي سبب ضرراً واضحاً في البيتون مؤديا إلى تدهور مقاومته مهما اختلفت مدة التعرض للحريق .

**كلمات مفتاحية:**

**بلاطات فطرية – حريق – أنماط التبريد .**

1- طالب دكتوراه –قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية–جامعة البعث .

2- المشرف العلمي – أستاذ في قسم الهندسة الإنشائية –كلية الهندسة المدنية–جامعة البعث .

# Experimental study of the effect of fire duration and different cooling patterns on the behavlor of Flat slabs

## ABSTRACT

Flat slabs are among the critical structural systems used in constructing various types of buildings (industrial, civil, warehouses, etc.) during the reconstruction phase in the Syrian Arab Republic. Hence, the issue of preserving existing reinforced concrete structures or those planned for construction, as well as protecting their various structural elements, such as flat slabs, from the effects of fires, has become highly significant.

This research aims to experimentally study the impact of fire duration on the collapse load and deflection of flat slabs under different cooling methods. The goal is to identify the safest cooling method through laboratory experiments.

The study revealed an increase in deflection and a significant reduction in the load-bearing capacity of mushroom slabs exposed to fire and cooled using the three tested methods (air cooling, water cooling, and no cooling) compared to reference slabs. Moreover, the experimental study showed that the air-

cooling method allows concrete and steel to regain a significant portion of their properties, unlike the water-cooling method, which caused noticeable damage to the concrete, leading to a deterioration in ist strength regardless of the fire exposure duration.

**Key words** : Flat slabs, fire , cooling patterns

## 1 – مقدمة البحث:

يعد الحريق من الأخطار ذات التأثير الكبير على المنشآت المختلفة ، وقد ينتج عنه انهيار جزئي أو كلي للمبنى المحترق ، يظهر تأثير الحرائق بشكل واضح على أبنية البلاد التي تعرضت للحروب والأعمال التخريبية مثل الجمهورية العربية السورية .

تعتبر البلاطات البيتونية المسلحة من أكثر العناصر الإنشائية تأثراً بالحريق وخصوصاً في حالة البلاطات الفطرية والتي تعتبر من أكثر أنواع البلاطات انتشاراً في أنظمة البناء الحديثة ، حيث يؤثر الحريق بشكل واضح على مكونات العناصر البيتونية المسلحة سواء البيتون أو التسليح الفولاذي ، وتعتمد مقاومة العناصر الإنشائية للحمولات بدرجة كبيرة على درجة حرارة الحريق وشدته .

## 2 –هدف البحث:

تُعد البلاطات الفطرية من الجمل الإنشائية المهمة لضرورة استخدامها في مرحلة إعادة الإعمار فهي تناسب حاجات البناء المتزايدة في بلادنا، وباعتبار أن تأثير الحريق على

هذا النوع من البلاطات بحاجة إلى المزيد من الدراســـة ، بالتالي تبرز أهمية هذا البحث في :

- دراســة تأثير مدة الحريق على حمولة الانهيار والســهم في البلاطات اللاجائزية وفق أنماط تبريد مختلفة .
- اسـتنتاج طريقة التبريد الأمثل ( تبريد بطيء بالهواء – تبريد سـريع بالماء– بدون تبريد)

## 3– الدراسات المرجعية:

### 3–1– قوة القص الثاقب للبلاطات البيتونية المسلحة المسطحة والمعرضة للحريق على وجهها المشدود [1] :

"Punching shear strength of reinforced concrete flat slabs subjected to fire on their tension sides " [1]

قـام البـاحثون ( Hamed Salem, Heba Issa , Hatem Gheith, Ahmed Farahat) بدراسـة تجريبية على بلاطات بيتونية مسـطحة معرضـة للحريق على الجهة المشدودة منها ولمدد زمنية مختلفة لدراسة تأثير تغير سماكة طبقة التغطية البيتونية على سلوك القص الثاقب نتيجة تحميل هذه البلاطات بعد تبريدها ، حيث أجروا التجارب على ثلاث مجموعات من البلاطات إحداها © مجموعة مرجعية والثانية (A) عبارة عن بلاطات ذات سـماكة تغطية (25 mm) والمجموعة الثالثة (B) بلاطات ذات سـماكة تغطية (10 mm) وكانت المتغيرات الأخرى هي مدة التعرض للحريق وهي (سـاعة ، سـاعتان ، ثلاث سـاعات ) اسـتخدم الفولاذ بقطر 10mm كتسـليح رئيسـي للبلاطات المجربة وكان إجهاد خضـوعه 410 Mpa ، وكانت المقاومة المميزة للبيتون المسـتخدم 25Mpa على عمر 28 يوم ، وأكبر قطر للحصويات المستخدمة 13mm .

ومن خلال مقارنة نتائج البلاطات المجربة يمكن تلخيص النتائج التي توصـــل لها الباحثون بما يلي :

- زيادة بنسبة 84% لدرجة الحرارة التي تتعرض لها قضبان التسليح عند انخفاض سماكة التغطية من 25mm إلى 10mm عند ذات العينة .
- زيادة مدة التعرض للحريق حتى 3 ساعات خفضت الحمولة اللازمة لحدوث الانهيار بالقص الثاقب حوالي 14% مقارنة بالبلاطات التي تعرضت للحريق لمدة ساعة واحدة بغض النظر عن سماكة الغطاء الخرساني.

**3-2- سلوك البلاطات البيتونية المسلحة المسطحة المعرضة للحريق تجريبياً وعددياً باستخدام برنامج ANSYS [1] :**

" Behavior of Reinforced Concrete Flat Slab Exposed To Fire Experimentally And Numerically By (ANSYS)" [2]

قام الباحثون ( Gouda Ghanem , Tarek Ali, Mohamed Nooman and Mohamed Kadry) بإجراء دراسة عددية و تجريبية لثمان بلاطات بيتونية مسطحة معرضة للحريق من الوجه السفلي وبدرجة حرارة أعظمية ثابتة لجميع البلاطات $600^{o}$ ، وقسمت البلاطات لمجموعتين موضحتين في الجدول (3-2) وكانت متغيرات البحث تثبيت سماكة طبقة التغطية البيتونية (25mm) مع تغيير مدة التعرض للحريق من (1 الى 4) ساعات وذلك لبلاطات المجموعة (A) ، وتغيير سماكة التغطية البيتونية (30,35,40mm) مع تثبيت مدة التعرض للحريق والبالغة (4) ساعات .

ومن خلال مقارنة نتائج القياسات للبلاطات المجربة يمكن تلخيص النتائج التي توصل لها الباحثون بما يلي :

- إن زيادة مدة التعرض للنار من ساعة إلى أربع ساعات مع تثبيت سماكة التغطية والبالغة 25mm سبب تناقص قدرة التحمل التجريبية بنسب تراوحت بين (15.31%) إلى (36.63%) مقارنة مع البلاطة المرجعية S1 غير المعرضة للحريق وذات سماكة تغطية 25mm .

- إن زيادة سماكة الغطاء الخرساني بالقيم التالية (30 mm، 35، 40 ) تسبب زيادة حمولة الانهيار للبلاطات المعرضة للحريق لمدة ثابتة قدرها أربع ساعات بنسبة ( 24.16%، 43.17، 42.43 ) على التوالي مقارنة بالبلاطة S5(4,25) .
- تتقارب النتائج العددية مع التجريبية بنسبة تتراوح بين (% 7–1) ويبدي النموذج العددي نتائج أعلى من التجريبي.

## 4– العمل التجريبي المخبري:

تضمن البرنامج التجريبي اختبار أربعة عشر بلاطة فطرية بيتونية مسلحة حيث تم تحضيرها بنفس المواصفات (الأبعاد ،التسليح الرئيسي والثانوي ، مقاومة البيتون ) وفق مقاييس مناسبة ونماذج مصغرة عن الواقع ، تم تعريضها للهب الحريق في الفرن المخصص لمدد زمنية (ساعة ، ساعتين) ومن ثم تبريدها وفق احد الأنماط

التالية (تبريد بطيء بالهواء ، تبريد سريع بالماء، بدون تبريد) و خضعت لظروف التحميل على شكل حمولة مركزة في الوسط حتى الانهيار واستخلصت منها النتائج التجريبية المطلوبة .

أجريت هذه التجارب في مخبر البيتون في كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث ، كما أجريت بعض الاختبارات على المواد في مخبر مواد البناء في كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث.

تم تقسيم العمل التجريبي إلى أربع مراحل رئيسية كما يلي :

1– تأمين وتجهيز المواد وإجراء الاختبارات اللازمة ، وتأمين القوالب المستخدمة لصب البلاطات مع العينات المرافقة.

2–تعريض البلاطات للهب الحريق في الفرن المخصص والموجود في مخبر البيتون في كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث.

3-تبريد البلاطات والعينات المراد اختبارها وفق انماط التبريد المقترحة .

4-التجهيز النهائي للبلاطات الفطرية وتزويدها بالحساسات وتحميلها حتى الانهيار ،واستخلاص النتائج منها .

## - مواصفات البلاطات المجربة :

يتضمن البحث التجريبي إجراء اختبارات على سبع مجموعات مؤلفة من أربعة عشر بلاطة فطرية بيتونية مسلحة مربعة الشكل، وهذه البلاطات بسيطة الاستناد ومتماثلة بالأبعاد وبخواص المواد ، وأبعادها (1100*1100*100mm) والبعد بين المساند ( L =1000mm) وسماكة التغطية البيتونية (c =20mm)

**تم حساب حمولة الانهيار النظرية من علاقات الكود السوري :**

تختلف الأنظمة العالمية في تحديد مكان المقطع الحرج بالنسبة لإجهادات القص في المنطقة المحيطة بالعمود ويشير الكود العربي السوري إلى أن المقطع الخطر بالنسبة لإجهادات القص الحرجة يكون على مسافة d/2 من وجه العمود بكل الاتجاهات .

ولحساب إجهادات القص في البلاطة نطبق العلاقة التالية :

$$\tau_u = \frac{Qu}{0.85 \times b_0 \times d} \leq \tau_{cu}$$

حيث :

$b_0$ : محيط الثقب غير المباشر المقاوم للقص الثاقب الذي يبعد عن أوجه العمود بمقدار d/2 في كل الاتجاهات ويعطى بالعلاقة :

$$b_0 = 2[(a + d) + (b + d)]$$

$a$ : طول الضلع الأقصر لمساحة الحمل أو رد الفعل المركز(بعد العمود القصير).

$b$ : طول الضلع الأطول لمساحة الحمل أو رد الفعل المركز( بعد العمود الكبير).

$d$ : الارتفاع الفعال للبلاطة .

$Qu$ : القوة المسببة للثقب غير المباشر

$\tau_{cu}$ : الإجهاد المماسي المسموح مقاومته بالخرسانة على القص ويعطى وفق الفقرة (9-2-8-4-ب) من الكود العربي السوري [110] كما يلي :

$\tau_{cu}$ تعطى بالعلاقات التالية :

1- $f'_c$ مقدرة بـ $MPa$

$$\tau_{cu} = \left(0.16 + \frac{a}{3b}\right).\sqrt{f'_c} \leq 0.31.\sqrt{f'_c} \qquad (5\text{-}18)$$

1- $f'_c$ مقدرة بالنظام المتري

$$\tau_{cu} = \left(0.5 + \frac{a}{b}\right).\sqrt{f'_c} \leq .\sqrt{f'_c} \qquad (5\text{-}19)$$

الإجهاد المماسي الأعظمي $\tau_{cu} = \sqrt{f'_c}$ وباستخدام المقاومة الوسطية المميزة اعلى الضغط وباعتبار الارتفاع الفعال $d = 10 - 2 - \left(\frac{1.2}{2}\right) = 7.4cm$ .

بالتالي تكون الحمولة المسببة للانهيار نظريا

$$\frac{N}{0.85 \times 77.6 \times 7.4} = \sqrt{\ } 225 \rightarrow N = 73.2\ Kn$$

سنقوم بتسليح هذه البلاطات بحيث تكون مقاومة للانعطاف ويحدث الانهيار بالثقب .

يحسب العزم في البلاطات الفطرية حسب الكود السوري بالفقرة 7-3-6-4 والجدول 8-12 بعد تقسيم البلاطة الى شرائح مسندية وشرائح مجازية وبعد تحديد عزم الانحناء الكلي :

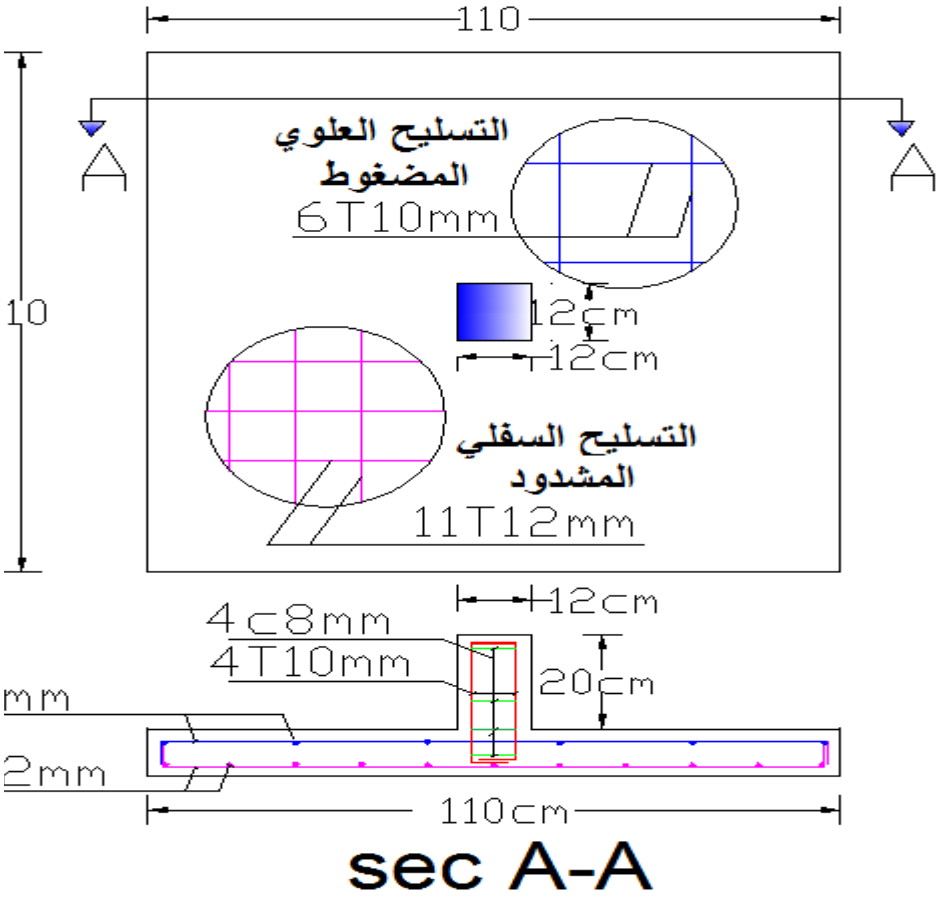
$$M_0 = \frac{W \times L_2}{8}\left[L_1 - \frac{2d}{3}\right]^2$$

L1 مجاز الشريحة بالاتجاه الأول ، $L_2$ مجاز الشريحة بالاتجاه الثاني

M = 20.13 Kn.m $L_2$ =

$$A_s = \frac{M_u/\Omega}{\gamma . d . f_y} = 839\ mm^2 = 8.4\ cm^2$$

سنختار التسليح السفلي للبلاطات في المنطقة المشدودة (11T12mm)، وبشبكة تسليح علوي إنشائي في المنطقة المضغوطة (6T8mm) ، وتتصل بالبلاطات أعمدة ذات مقطع مربع أبعادها (120*120mm) وبارتفاع من وجه البلاطة (200 mm) وهي مسلحة بتسليح طولي (4T10mm) وبتسليح عرضي (Ø8mm/5cm) وذلك من أجل تأمين تطويق كافي للعمود لمنع حدوث انهيار موضعي أثناء تطبيق الحمولة قبل حدوث الثقب ، ويبين الشكل (1) تفصيلات التسليح والمقطع العرضي للبلاطات المجربة .




الشكل ( 1 ) تفصيلات التسليح والأبعاد والمقطع العرضي للبلاطات المجربة

وتم تقسيم البلاطات وفقاً لمدة التعرض للهب الحريق وتبعاً لأسلوب التبريد الى سبع مجموعات كل منها يضم بلاطتين كما في الجدول (1) :

الجدول (1) مواصفات وأسماء البلاطات المختبرة

| تسلسل | اسم البلاطة | رقم ورمز المجموعة | مدة الحريق (h) | نمط التبريد |
|---|---|---|---|---|
| 1 | RS1 | مرجعية (RS) | بدون | بدون |
| 2 | RS2 | | | |
| 3 | FS1-1h-W | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| تبريد سريع (ماء) | ساعة واحدة | 1 | FS2-1h-W | 4 |
| تبريد سريع (ماء) | ساعتان | 2 (FS-2-W) | FS1-2h-W | 5 |
| | | | FS2-2h-W | 6 |
| تبريد بطيء (هواء) | ساعة واحدة | 3 (FS-1-A) | FS1-1h-A | 7 |
| | | | FS2-1h-A | 8 |
| تبريد بطيء (هواء) | ساعتان | 4 (FS-2-A) | FS1-2h-A | 9 |
| | | | FS2-2h-A | 10 |
| تجريب مباشرة بدون تبريد | ساعة واحدة | 5 (FS-1-D) | FS1-1h-D | 11 |
| | | | FS2-1h-D | 12 |
| تجريب مباشرة بدون تبريد | ساعتان | 6 (FS-2-D) | FS1-2h-D | 13 |
| | | | FS2-2h-D | 14 |

**نموذج التحميل وأجهزة القياس :**

أجريت التجارب في مخبر البيتون المسلح في كلية الهندسة المدنية بجامعة البعث، و باستخدام جهاز تجريب القساطل الموضح في الشكل (2) وهو جهاز إيطالي الصنع ذو طاقة تحمل (200 kN) ويتألف من مكبس هيدروليكي وذراع لتطبيق القوة وأجهزة استناد وهيكل معدني رئيسي و خلية حمولة تعطي قيمة القوة المطبقة.

طبقت حمولة مركزة في مركز العمود عن طريق استخدام صفيحة معدنية صلبة لتوزيع حمولة المكبس ومنع انهيار العمود موضعياً ، وتم أخذ القياسات عند كل حمولة ، كما تم متابعة تطور الشقوق .

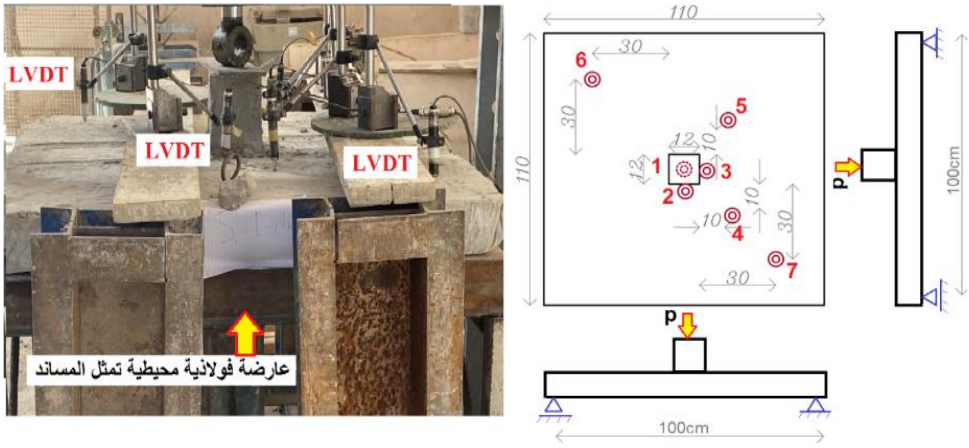
الشكل ( 2 ) جهاز تجريب القساطل (بعد التعديل) في مخبر البيتون المسلح في كلية الهندسة المدنية بجامعة حمص

تم تأمين شروط الاستناد البسيط للبلاطة من حوافها الأربعة من خلال طاولة استناد فولاذية لها ذات أبعاد البلاطة وتوضع أسفل جهاز التحميل بحيث يبلغ عرض منطقة الاستناد المعدنية (50mm) من كل جانب كما هو موضح في الشكل ( 3 ).

الشكل ( 3 ) طاولة الاستناد للبلاطات المجربة وعرض المساند

تم قياس السهم والانتقالات باستخدام الحساسات الالكترونية من النوع LVDT ، وذلك بوضع الحساس رقم (1) لرصد الانتقال مع تزايد الحمولة في منتصف البلاطة من الأسفل تحت العمود كما هو موضح في الشكل (4) بالإضافة لثلاث مجموعات من الحساسات كل منها مؤلف من حساسين وهي المجموعة (2,3) والمجموعة (4,5) والمجموعة (6,7) المتوضعة كما في الشكل (5) وذلك لمراقبة التطبيق الصحيح لشروط الاستناد والتحميل .

الشكل (4) موقع الحساس ( 1 ) والمساند المحيطية للبلاطة المجربة المجربة




الشكل (5) مواقع الحساسات (2 إلى7 ) ونموذج التحميل للبلاطات المجربة

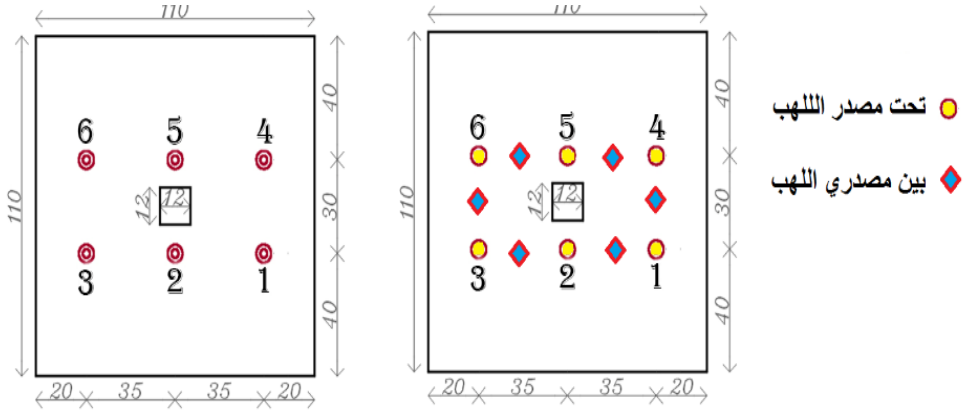
## حرق البلاطات البيتونية المسلحة وحرق العينات البيتونية المرافقة :

استخدم الفرن المتوفر في مخبر البيتون في كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث كما هو موضح في الشكل (6) ، وهو فرن مكون من جدران فولاذية مزدوجة بينها طبقة من الصوف الحراري بسماكة 5 سم ويبلغ طوله 2 متر وعرضه الفارغ 115سم وهو مفتوح من الأعلى ومن الأسفل ويكون مصدر اللهب السفلي من مصادر لهب قابلة للتحريك و يمكن التحكم بعددها وبتباعداتها ، ويظهر الشكل (7) لهب الحريق المطبق على بعض هذه البلاطات أثناء وجودها في الفرن .

الشكل (6) الفرن المستخدم لحرق البلاطات الفطرية

الشكل (7) تطبيق لهب الحريق على احدى البلاطات في الفرن

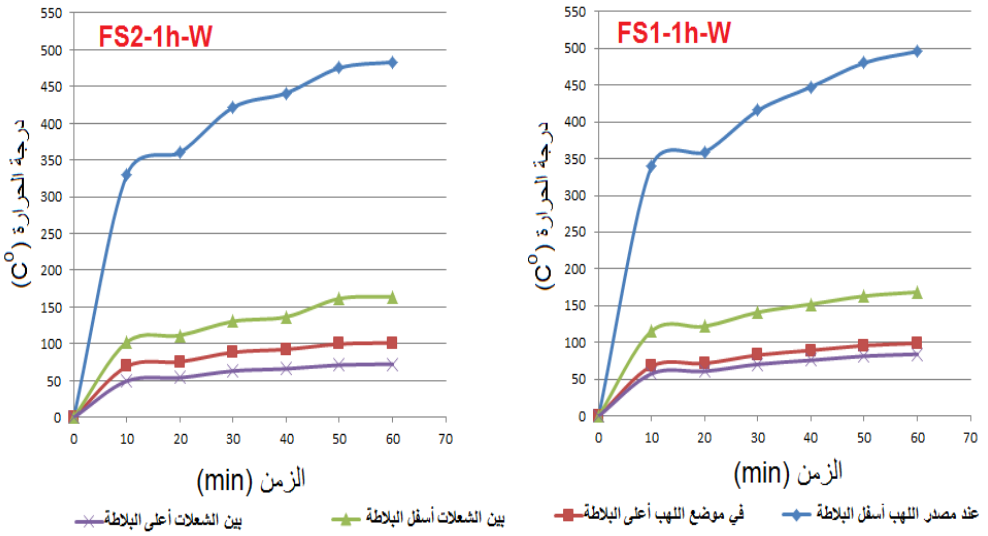
تم استخدام ستة مصادر للهب موزعة على الوجه السفلي المشدود للبلاطة الفطرية وفق التباعدات الموضحة في الشكل (8) ، وتم قياس الحرارة في النقاط المذكورة وفي منتصف المسافات بينها بتباعد زمني قدره (T/6) حيث T زمن الحرق مقدراً بالدقائق حتى انتهاء عملية الحرق وتم أخذ وسطي القراءات كدليل على درجة حرارة السطح السفلي تحت اللهب وفي جواره، كما تم قياس الحرارة على النقاط المقابلة لهذه النقاط من الوجه العلوي للبلاطة غير المعرض للهب لمراقبة انتشار الحرارة عبر البلاطات .



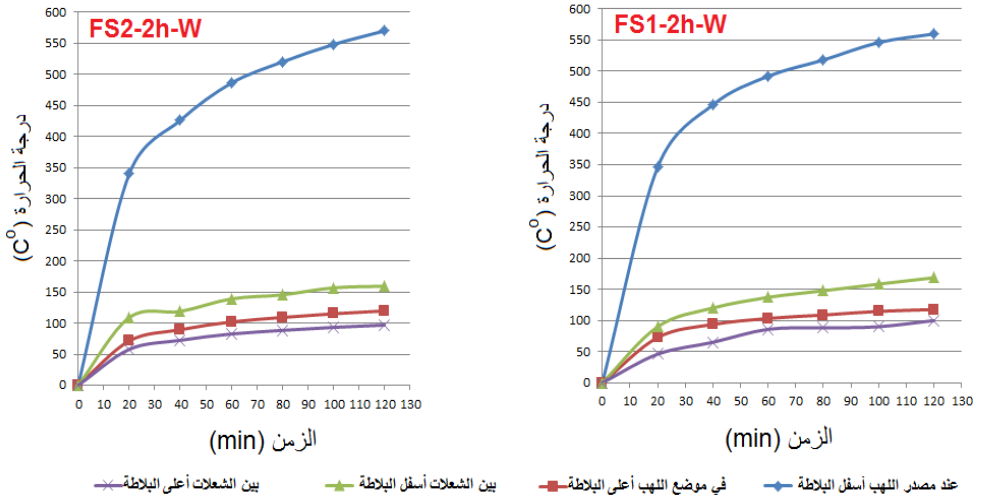

مواقع قياس الحرارة أثناء تعرض البلاطة للحريق  مواقع مصدر اللهب المؤثر على البلاطة

الشكل (8) مواقع مصدر اللهب ونقاط قياس الحرارة أثناء حرق البلاطات في الفرن (على الوجهين السفلي والعلوي للبلاطة)

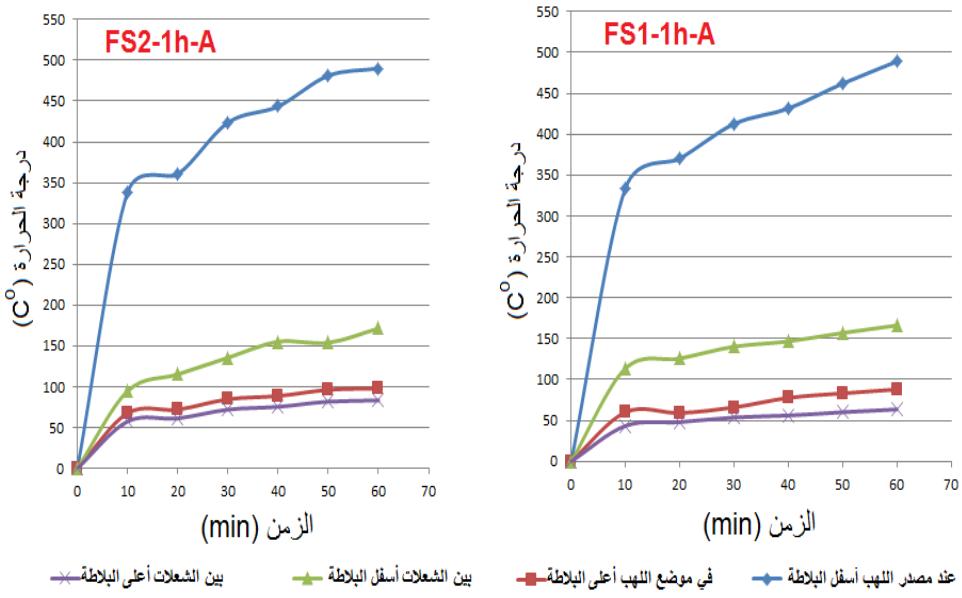
وتوضح الأشكال من (9) الى (14) منحنيات التسخين لسطح البلاطات من جهة اللهب ومن الوجه المقابل عند نقاط القياس المختلفة .



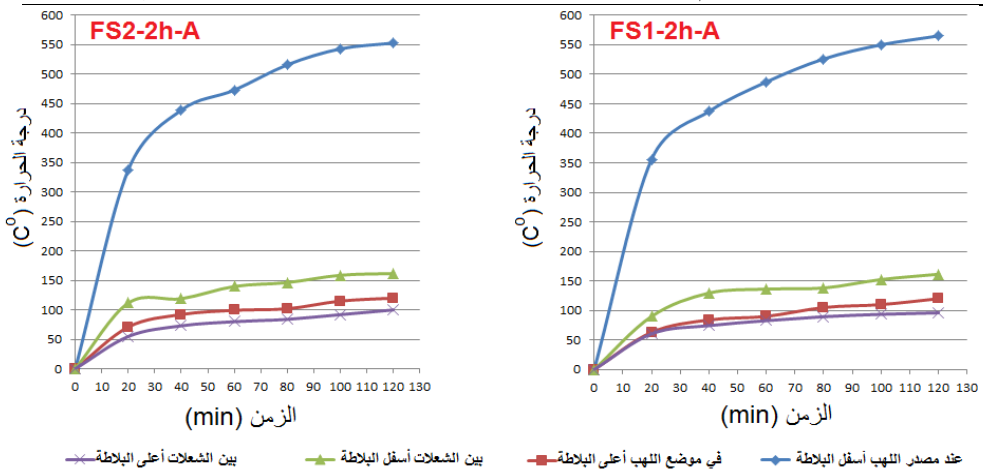

الشكل (9) منحنيات (درجة الحرارة – الزمن) الوسطية لسطح بلاطات المجموعة الأولى (FS-1-W) من جهة اللهب ومن الوجه المقابل عند نقاط القياس المختلفة



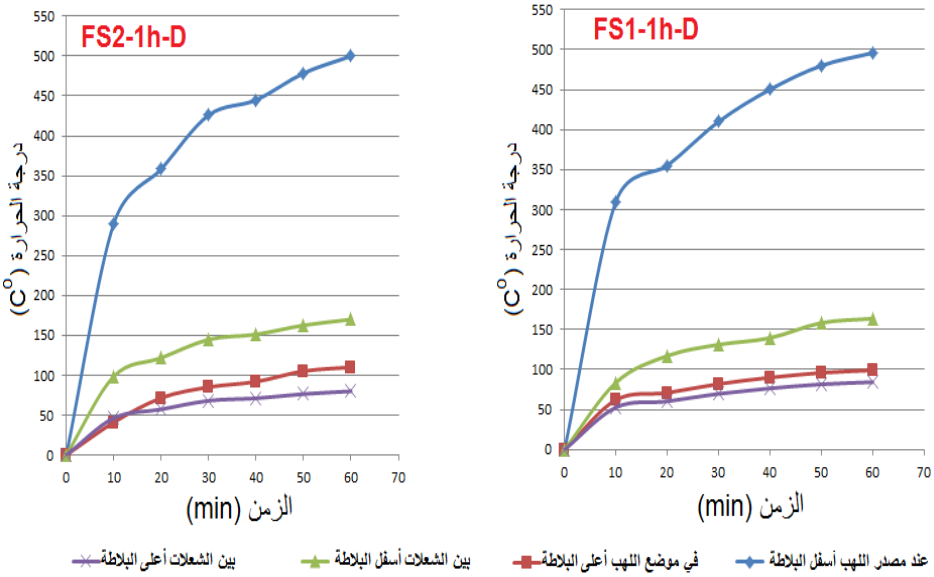

الشكل (10) منحنيات (درجة الحرارة – الزمن) الوسطية لسطح بلاطات المجموعة الثانية (FS-2-W) من جهة اللهب ومن الوجه المقابل عند نقاط القياس المختلفة



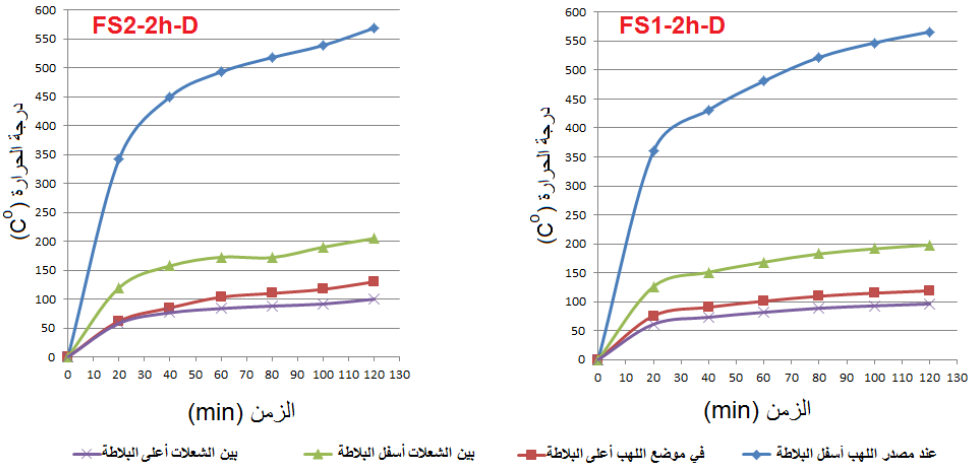

الشكل (11) منحنيات (درجة الحرارة – الزمن) الوسطية لسطح بلاطات المجموعة الثالثة (FS-1-A) من جهة اللهب ومن الوجه المقابل عند نقاط القياس المختلفة




الشكل (12) منحنيات (درجة الحرارة – الزمن) الوسطية لسطح بلاطات المجموعة الرابعة (FS-2-A) من جهة اللهب ومن الوجه المقابل عند نقاط القياس المختلفة




الشكل (13) منحنيات (درجة الحرارة – الزمن) الوسطية لسطح بلاطات المجموعة الخامسة (FS-1-D) من جهة اللهب ومن الوجه المقابل عند نقاط القياس المختلفة




الشكل (14) منحنيات (درجة الحرارة – الزمن) الوسطية لسطح بلاطات المجموعة السادسة (FS-2-D) من جهة اللهب ومن الوجه المقابل عند نقاط القياس المختلفة .

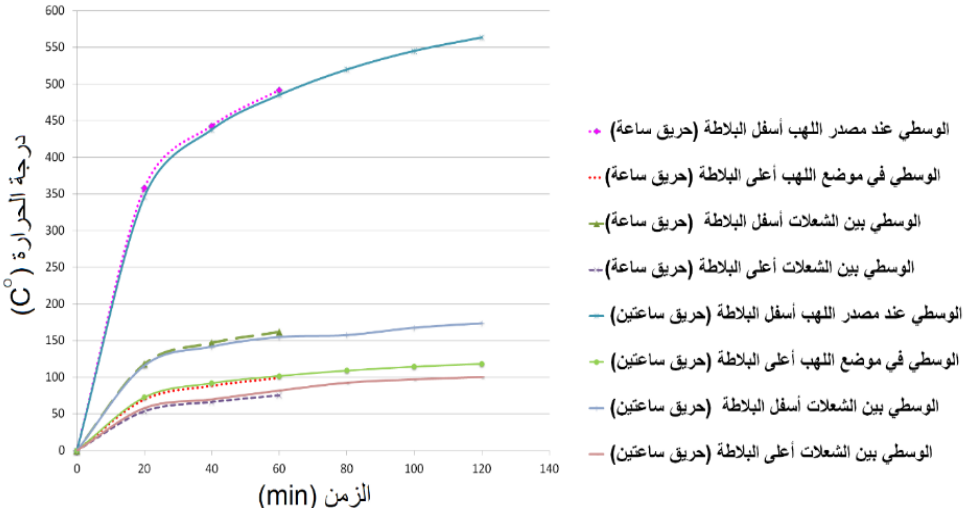
نلاحظ من الأشكال السابقة من الشكل (4–21) الى الشكل (4–26) والتي تمثل منحنيات (درجة الحرارة – الزمن) الوسطية لسطوح جميع البلاطات المعرضة للحريق من جهة اللهب ومن الوجه المقابل عند نقاط القياس المختلفة ما يلي :

1- تطابقت حرارة السطح السفلي للبلاطات المعرضة للحريق في الدقيقة (60) في مواضع اللهب وبلغت أعلى قيمة مسجلة ($500^O$) للبلاطة FS2-1h-D وأدنى قيمة مسجلة ($476^O$) للبلاطة FS2-2h-A ، وبلغ الفرق بين القيمتين (5.04%) مقارنة مع حرارة البلاطة FS2-2h-A .
2- تقاربت حرارة السطح السفلي للبلاطات في الدقيقة (60) في المواضع المتوسطة لأماكن اللهب وبلغت أعلى قيمة مسجلة ($170^O$) للبلاطة FS2-1h-A وأدنى قيمة مسجلة ($156^O$) للبلاطة FS1-2h-W، وبلغ الفرق بين القيمتين (8.8%) مقارنة مع حرارة البلاطة FS1-2h-W .

3- تقاربت حرارة السطح العلوي للبلاطات المعرضة للحريق في الدقيقة (60) في المواضع المقابلة لمنطقة تطبيق اللهب وبلغت أعلى قيمة مسجلة ($103.6^{O}$) للبلاطة FS1-2h-W وأدنى قيمة مسجلة ($98.2^{O}$) للبلاطة FS1-1h-A، وبلغ الفرق بين القيمتين (5.5%) مقارنة مع حرارة البلاطة FS1-1h-A.

4- تقاربت حرارة السطح العلوي للبلاطات المعرضة للحريق في الدقيقة (60) في المواضع المقابلة بين أماكن تطبيق اللهب وبلغت أعلى قيمة مسجلة ($80.1^{O}$) للبلاطة FS1-2h-W وأدنى قيمة مسجلة ($74^{O}$)للبلاطة FS1-1h-A،وبلغ الفرق بين القيمتين (8.24%) مقارنة مع حرارة البلاطة FS1-1h-A.

يوضح الشكل (15) مقارنة مخطط (درجة الحرارة – الزمن) الوسطي لسطح بلاطات المجموعات المختلفة المعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة ولمدة ساعتين ونلاحظ تشابه مخططات ( درجة الحرارة – زمن ) عند النقاط الزمنية المشتركة لجميع البلاطات في جميع نقاط القياس التي تم أخذ القراءات الحرارية عندها مما يدل على التوزيع الصحيح للحرارة عند المصادر الحرارية وضمن البلاطة خلال مرحلة الحرق.




الشكل (15) مقارنة مخطط (درجة الحرارة – الزمن) الوسطي لسطح بلاطات المجموعات المختلفة المعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة ولمدة ساعتين في نقاط القياس

إن درجة حرارة السطح المعرض للهب ترتفع بشكل كبير في مواضع الشعلات وفيما بينها سواء على الوجه المعرض أو البعيد خلال العشرين دقيقة الأولى ثم تميل الحرارة للتوزع والزيادة بشكل أبطأ مع مرور الزمن حيث تبدأ البلاطة بامتصاص كمية أكبر من الحرارة وتتقارب درجة سطح البلاطة لمختلف الحالات قيم الحرارة الوسطية الأعظمية لمجموعات البلاطات المختلفة عند نهاية الحريق وذلك على السطح السفلي والعلوي للبلاطة و الموضحة في الجدول (2).

الجدول (2) قيم لحرارة الوسطية الأعظمية على سطح البلاطات عند نهاية الحريق

| المجموعة حسب مدة التعرض | زمن التعرض للحريق | الحرارة الوسطية الأعظمية عند مصادر اللهب | | الحرارة الوسطية الأعظمية بين مصادر اللهب | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | على الوجه السفلي المعرض | على الوجه العلوي غير | على الوجه السفلي المعرض للهب | على الوجه العلوي غير المعرض للهب |
| ساعة | 60 | 492 | 99 | 162 | 78 |
| ساعتان | 60 | 485 | 103 | 158 | 82 |
| | 120 | 564 | 118 | 174 | 101 |

### 4-6- نتائج الاختبارات:

بعد إنهاء التجارب المخبرية تم رصد القيم التالية لكل بلاطة :

1- وصف نمط التشقق ونموذج الانهيار للبلاطات المختلفة .
2- تحديد حمولة ظهور أول شق وحمولة الثقب التي حدث عندها الانهيار.

3- تحديد ورسم منحنيات( حمولة – سهم) وسط البلاطات عند الحساس رقم 1 كما ورد سابقاً (تحت مركز العمود ) وتحديد السهم الأعظمي عند الانهيار.

**4-6-1- أشكال التشققات وآلية الانـهيار للبلاطات المختبرة:**

**4-6-1-1- بلاطات المجموعة المرجعية (RS) :**

❖ **البلاطة RS1:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (19.32 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (85.64 kN) ، وحدث تكسر موضعي في العمود قبل الانهيار بقليل وبعد اختراق العمود للبلاطة .

❖ **البلاطة RS2:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (22.02 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (87.32 kN) وظهرت قضبان التسليح الرئيسية، وحدث تكسر موضعي في رأس العمود مع اختراق واضح للعمود ضمن البلاطة ، ويبين الشكل (16) نمط التشققات أسفل البلاطة المرجعيةRS2 بعد الانهيار .

الشكل (16) نمط التشققات للبلاطة واختراق العمود للبلاطة المرجعية RS2

**4-6-1- 2- بلاطات المجموعة الأولى (FS-1-W) المعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة ومبردة بالماء :**

❖ **البلاطة FS1-1h-W:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (13.88 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (67.22 kN) .

❖ **البلاطة FS2-1h-W:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (14.671kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (70.72 kN) ، ويبين الشكل (17) ألية التحميل و نمط التشققات أسفل البلاطة FS2-1h-W بعد الانهيار .

الشكل (17) نمط التشققات واختراق العمود للبلاطة FS2-1h-W

**4-6-1- 3- بلاطات المجموعة الثانية (FS-2-W) المعرضة للحريق لمدة ساعتين ومبردة بالماء :**

❖ **البلاطة FS1-2h-W:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (11.41 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (59.4 kN) ، ولوحظ اختراق العمود للبلاطة عند الانهيار وتكشف لفولاذ التسليح مع تقشر البيتون أسفل البلاطة.

❖ **البلاطة FS2-2h-W:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (12.87 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (63.02 kN) وظهرت قضبان التسليح الرئيسية مع تفتت في البيتون ، مع اختراق واضح للعمود ضمن البلاطة ، ويبين الشكل (18) اختراق العمود ونمط التشققات أسفل البلاطة FS2-2h-W بعد الانهيار .

الشكل (18) نمط التشققات واختراق العمود للبلاطة FS2-2h-W

**4-6-1- 4- بلاطات المجموعة الثالثة (FS-1-A) المعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة ومبردة بالهواء :**

❖ **البلاطة FS1-1h-A:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (18.54 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (79.45 kN) .

❖ **البلاطة FS2-1h-A:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (16.66 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (74.21 kN) مع اختراق واضح للعمود ضمن البلاطة ، ويبين الشكل (19) اختراق العمود و نمط التشققات أسفل البلاطة FS2-1h-A بعد الانهيار .

الشكل (19) نمط التشققات للبلاطة واختراق العمود للبلاطة FS2-1h-A

**4-6-1- 5- بلاطات المجموعة الرابعة (FS-2-A) المعرضة للحريق لمدة ساعتين ومبردة بالهواء :**

❖ **البلاطة FS1-2h-A:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (15.87 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (71.34 kN) ، ولوحظ تكسر في بيتون العمود مترافق مع اختراقه للبلاطة عند الانهيار.

❖ **البلاطة FS2-2h-A:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (13.85 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (68.94 kN)، ويبين الشكل (20) الية التحميل واختراق بسيط للعمود ونمط التشققات أسفل البلاطة FS2-2h-A بعد الانهيار .

الشكل (20) نمط التشققات للبلاطة واختراق العمود للبلاطة FS2-2h-A

**4-6-1- 6- بلاطات المجموعة الخامسة (FS-1-D) المعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة بدون تبريد :**

❖ **البلاطة FS1-1h-D:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (10.67 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (54.72 kN) .

❖ **البلاطة FS2-1h-D:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (11.87 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (56.96 kN) وظهرت قضبان التسليح الرئيسية على مساحة كبيرة من البلاطة ، مع اختراق واضح للعمود ضمن البلاطة ، ويبين الشكل (21) اختراق العمود و نمط التشققات أسفل البلاطة FS2-1h-D بعد الانهيار .

الشكل (21) نمط التشققات للبلاطة واختراق العمود للبلاطة FS2-1h-D

**4-6-1- 7- بلاطات المجموعة السادسة (FS-2-D) المعرضة للحريق لمدة ساعتين بدون تبريد :**

❖ **البلاطة FS1-2h-D:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (7.97kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (47.12 kN).

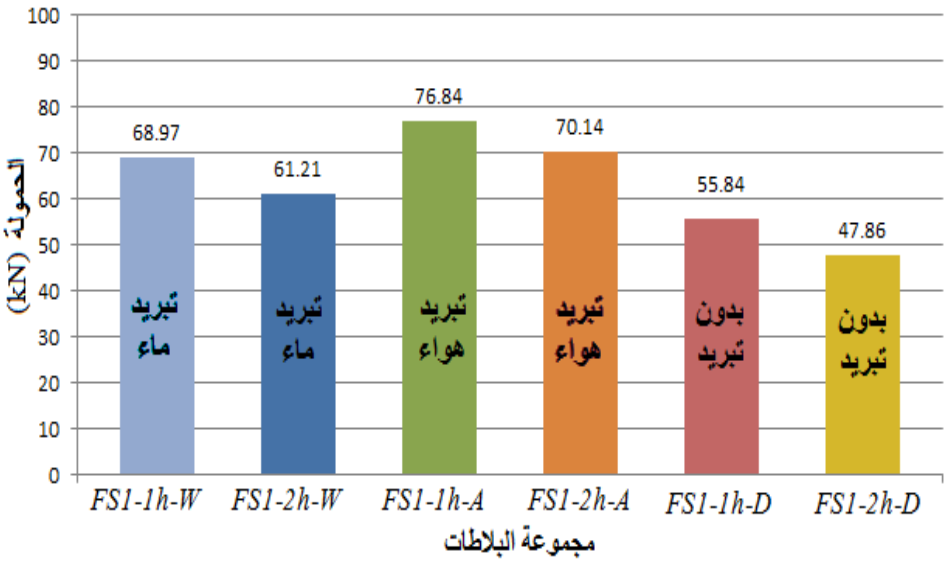
❖ **البلاطة FS2-2h-D:**

لوحظ ظهور أول شق وسط البلاطة عند الحمولة (8.31 kN) وتطورت الشقوق مع زيادة الحمولة إلى أن حدث الانهيار بالثقب عند حمولة (48.60 kN) مع اختراق واضح للعمود ضمن البلاطة ، ويبين الشكل (22) نمط التشققات أسفل البلاطة FS2-2h-D بعد الانهيار .

الشكل (22) نمط التشققات للبلاطة واختراق العمود للبلاطة FS2-2h-D

**– دراسة تأثير تغير مدة الحريق على حمولة الانهيار للبلاطات المجربة وفق أنماط التبريد المختلفة :**

يظهر الشكل (23) مقارنة حمولة الانهيار الوسطية لمجموعات البلاطات المعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة مقارنة مع المعرضة للحريق لمدة ساعتين والمبردة وفق ذات نمط التبريد .




الشكل (23) مقارنة حمولات الانهيار الوسطية لمجموعات البلاطات وفق أنماط التبريد المختلفة تبعاً لتغير مدة تعرضها للحريق

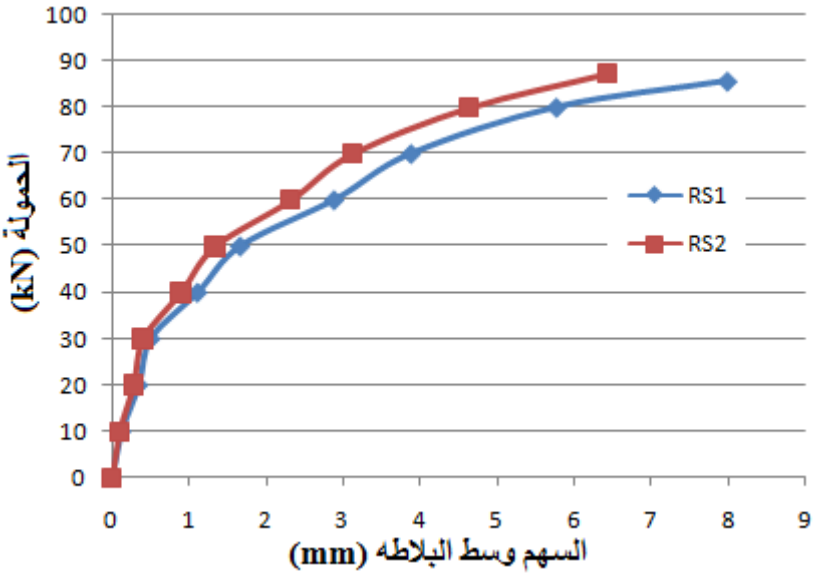
من الشكل (23) نستنتج مايلي:

- انخفض وسطي حمولة الانهيار لبلاطات المجموعة الثانية (FS-2-W) المبردة بالماء والمعرضة للحريق لمدة ساعتين بنسبة( 11.25%) مقارنة مع بلاطات المجموعة الأولى (FS-1-W) المبردة بالماء والمعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة.
- انخفض وسطي حمولة الانهيار لبلاطات المجموعة الرابعة (FS-2-A) المبردة بالهواء والمعرضة للحريق لمدة ساعتين بنسبة( 8.72%) مقارنة مع بلاطات المجموعة الثالثة (FS-1-A) المبردة بالهواء والمعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة.
- انخفض وسطي حمولة الانهيار لبلاطات المجموعة السادسة (FS-2-D) المبردة بالهواء والمعرضة للحريق لمدة ساعتين بنسبة( 14.29 %) مقارنة مع بلاطات المجموعة الخامسة (FS-1-D) المبردة بالهواء والمعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة.

- **علاقة الحمولة – سهم :**

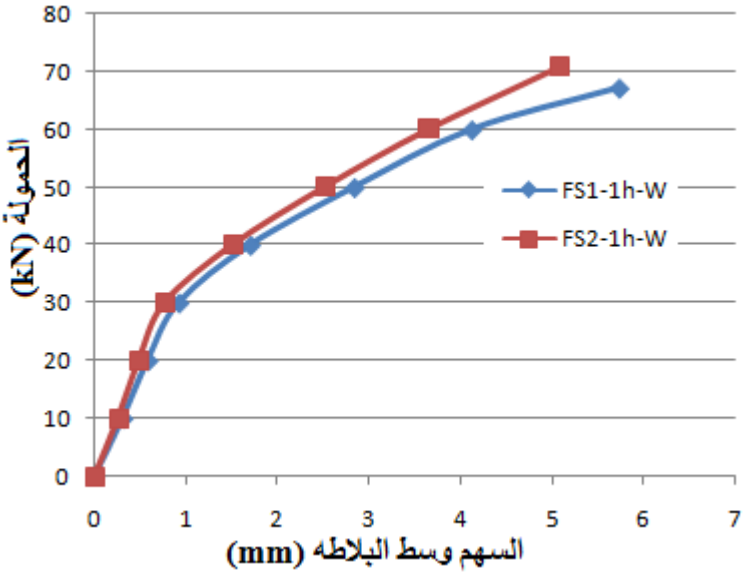
تم قياس السهم في وسط البلاطة عند كل مرحلة تحميل باستخدام حساس الانتقال ، وتم رسم منحنيات(الحمولة–سهم) للبلاطات المختبرة تحت مركز العمود من جهة الوجه السفلي المعرض للحريق وكانت النتائج كما يلي:

- **مخطط (الحمولة – سهم) لبلاطات المجموعة المرجعية (RS):**



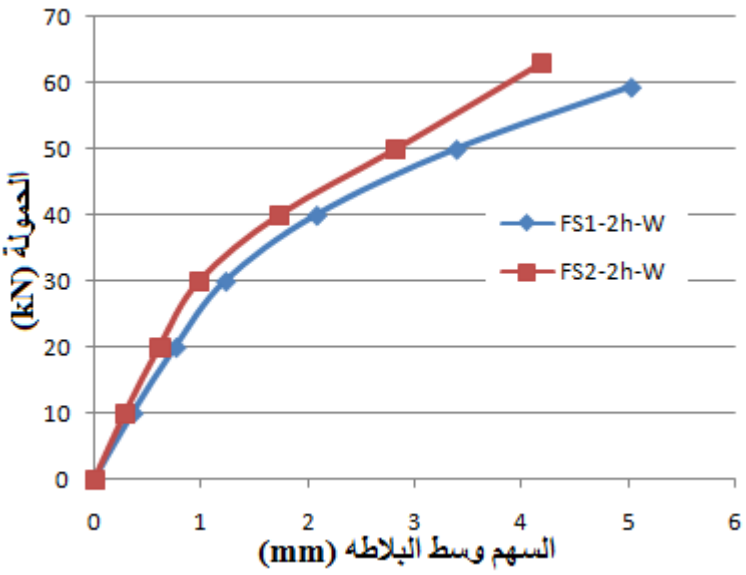

الشكل (24) مخطط (الحمولة –سهم) وسط البلاطة لبلاطات المجموعة المرجعية

**- مخطط (الحمولة – سهم) لبلاطات المجموعة الأولى (FS-1-W):**



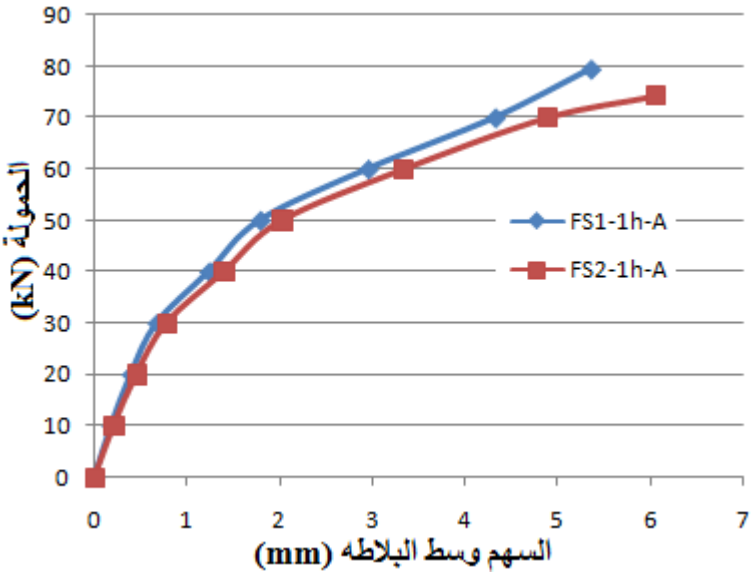

الشكل (25) مخطط (الحمولة –سهم) وسط البلاطة لبلاطات المجموعة الأولى (FS-1-W)

**– مخطط (الحمولة – سهم) لبلاطات المجموعة الثانية (FS-2-W):**



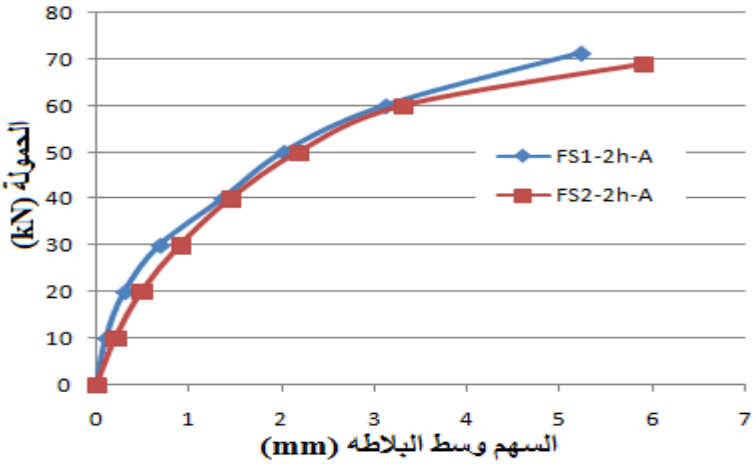

الشكل (26) مخطط (الحمولة –سهم) وسط البلاطة لبلاطات المجموعة الثانية (FS-2-W)

**- مخطط (الحمولة – سهم) لبلاطات المجموعة الثالثة (FS-1-A):**



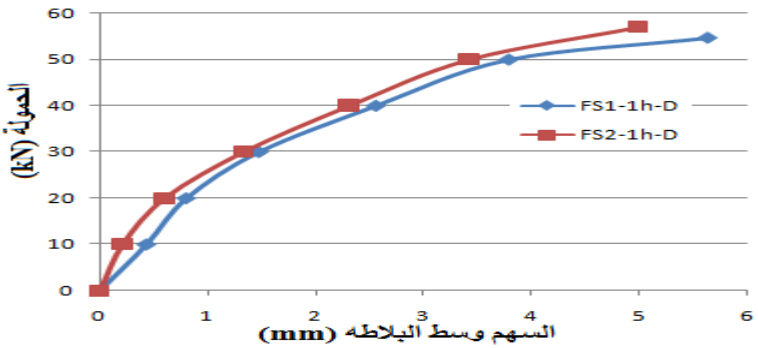

الشكل (27) مخطط (الحمولة –سهم) وسط البلاطة لبلاطات المجموعة الثالثة (FS-1-A)

**- مخطط (الحمولة – سهم) لبلاطات المجموعة الرابعة (FS-2-A):**



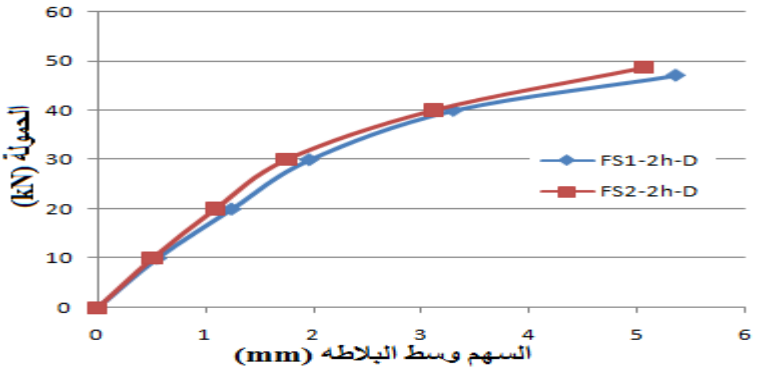

الشكل (28) مخطط (الحمولة –سهم) وسط البلاطة لبلاطات المجموعة الرابعة -FS-2 A)

**- مخطط (الحمولة – سهم) لبلاطات المجموعة الخامسة (FS-1-D):**




الشكل (29) مخطط (الحمولة –سهم) وسط البلاطة لبلاطات المجموعة الخامسة -FS-1 D)

**- مخطط (الحمولة – سهم) لبلاطات المجموعة السادسة (FS-2-D):**



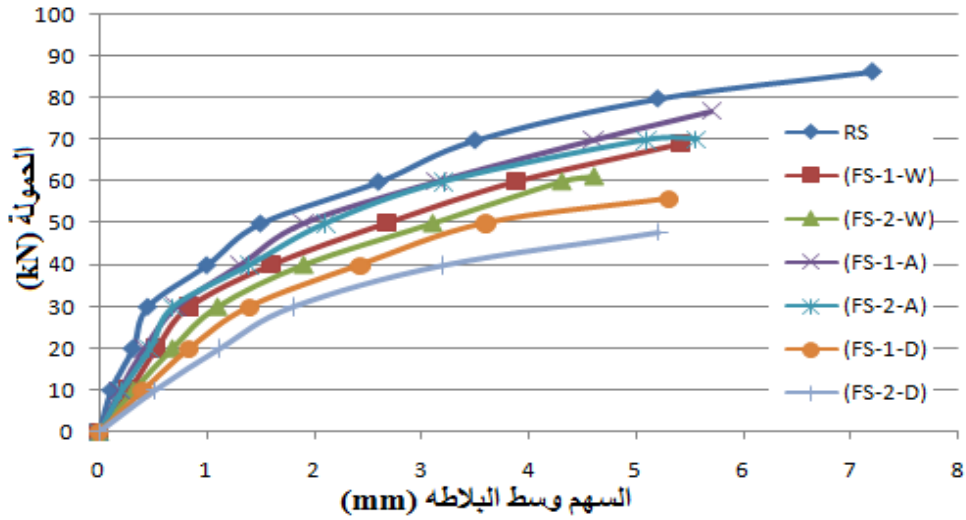

الشكل (30) مخطط (الحمولة –سهم) وسط البلاطة لبلاطات المجموعة الخامسة (FS-2-D)

تم ترتيب النتائج التجريبية للسهم وسط البلاطة للبلاطات المختلفة عند الانهيار وعند الحمولة المشتركة (40kN) كما هو موضح في الجدول (3) ، وبأخذ وسطي السهم لبلاطات كل مجموعة خلال مراحل التحميل نحصل على الشكل (31) والذي يوضح مقارنة مخططات ( الحمولة – السهم) لبلاطات المجموعات المختلفة .

الجدول (3) النتائج التجريبية للسهم وسط المجاز لبلاطات المجموعات المجربة

| اسم العينة | المجموعة | حمولة الانهيار kN | السهم(mm) وسط البلاطة عند الانهيار | وسطي السهم(mm) وسط البلاطة عند الانهيار | السهم(mm) وسط البلاطة عند الحمولة المشتركة (40kN) | وسطي السهم(mm) عند الحمولة المشتركة (40kN) | نسبة الازدياد في وسطي السهم(mm) عند الحمولة المشتركة (40kN) مقارنة بالمرجعية % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RS1 | RS | 85.64 | 7.99 | 7.22 | 1.02 | 0.94 | 0.00 |
| RS2 | | 87.32 | 6.44 | | 0.86 | | |
| FS1-1h-W | (FS-1-W) | 67.22 | 5.72 | 5.40 | 1.69 | 1.60 | 70.21 |
| FS2-1h-W | | 70.72 | 5.08 | | 1.51 | | |
| FS1-2h-W | (FS-2-W) | 59.40 | 5.01 | 4.60 | 2.07 | 1.90 | 102.13 |
| FS2-2h-W | | 63.02 | 4.19 | | 1.73 | | |
| FS1-1h-A | (FS-1-A) | 79.45 | 5.36 | 5.70 | 1.23 | 1.27 | 35.11 |
| FS2-1h-A | | 74.21 | 6.04 | | 1.31 | | |
| FS1-2h-A | (FS-2-A) | 71.34 | 5.23 | 5.56 | 1.36 | 1.38 | 46.81 |
| FS2-2h-A | | 68.94 | 5.89 | | 1.40 | | |
| FS1-1h-D | (FS-1-D) | 54.72 | 5.62 | 5.30 | 2.55 | 2.43 | 158.51 |
| FS2-1h-D | | 56.96 | 4.98 | | 2.31 | | |
| FS1-2h-D | (FS-2-D) | 47.12 | 5.36 | 5.20 | 3.29 | 3.20 | 239.89 |
| FS2-2h-D | | 48.60 | 5.04 | | 3.10 | | |



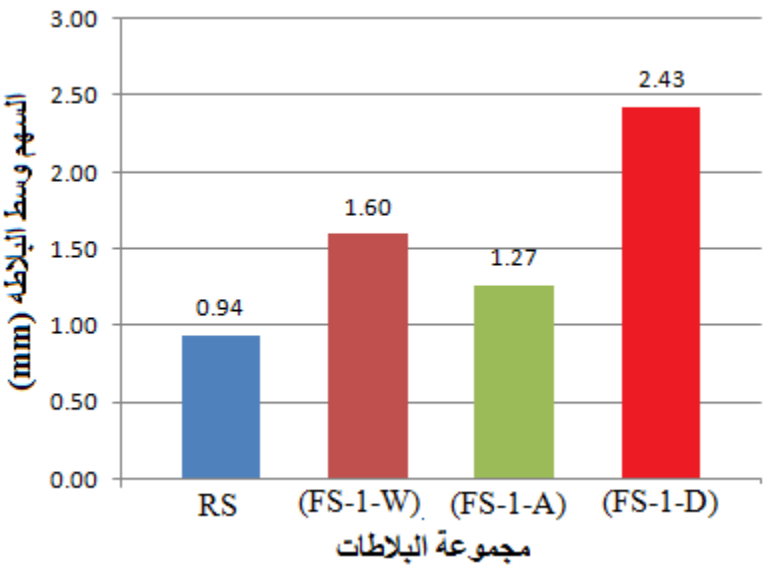

الشكل (31) مقارنة مخططات ( الحمولة – السهم) لبلاطات المجموعات المختلفة .

**– مقارنة نتائج السهم التجريبية للبلاطات المختبرة :**

من أجل معرفة تأثير تغير مدة الحريق ونمط التبريد على قيمة السهم وسط البلاطات المعرضة للحريق ، وسنقوم بإجراء المقارنات للسهم عند الحمولة المشتركة للبلاطات (40kN)، ومن النتائج في الجدول السابق (2) نستطيع أن ندرس مايلي:

**– دراسة تأثير تغير نمط التبريد للبلاطات المعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة على السهم وسط البلاطة :**

تم تمثيل نتائج وسطي السهم التجريبي عند الحمولة المشتركة للبلاطات المعرضة للحريق لمدة ساعة والواردة في الجدول (3) بيانيا كما هو مبين في الشكل (32).




الشكل (32) مقارنة وسطي السهم وسط البلاطة عند الحمولة المشتركة التجريبية (40 kN) لمجموعات البلاطات المعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة تبعاً لطريقة تبريدها مع مجموعة البلاطات المرجعية

من الشكل (32) نستنتج مايلي:

1– ازداد وسطي السهم تحت العمود عند الحمولة (40 kN) لبلاطات المجموعة الخامسة (FS-1-D) غير المبردة بنسبة ( 158.51% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة

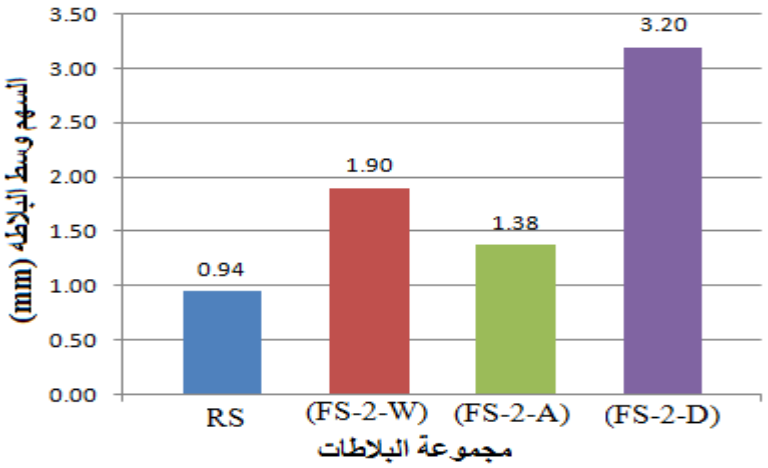
المرجعية (RS) ، وازداد بنسبة( 51.88% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة الأولى المبردة بالماء (FS-1-W) ، وازداد بنسبة ( 91.34% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة الثالثة المبردة بالهواء (FS-1-A) .

2- ازداد وسطي السهم تحت العمود عند الحمولة (40 kN) لبلاطات المجموعة الأولى (FS-1-W) المبردة بالماء بنسبة ( 70.21% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة المرجعية (RS) ، وازداد بنسبة ( 25.98% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة الثالثة المبردة بالهواء (FS-1-A) .

3- ازداد وسطي السهم تحت العمود عند الحمولة (40 kN) لبلاطات المجموعة الثالثة (FS-1-A) المبردة بالهواء بنسبة ( 35.11% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة المرجعية (RS).

**- دراسة تأثير تغير نمط التبريد للبلاطات المعرضة للحريق لمدة ساعتين على السهم وسط البلاطة :**

تم تمثيل نتائج وسطي السهم التجريبي عند الحمولة المشتركة للبلاطات المعرضة للحريق لمدة ساعتين والواردة في الجدول (3) بيانيا كما هو مبين في الشكل (33).




الشكل (33) مقارنة وسطي السهم وسط البلاطة عند الحمولة المشتركة التجريبية (40 kN) لمجموعات البلاطات المعرضة للحريق لمدة ساعتين تبعاً لطريقة تبريدها مع مجموعة البلاطات المرجعية

من الشكل (25) نستنتج مايلي:

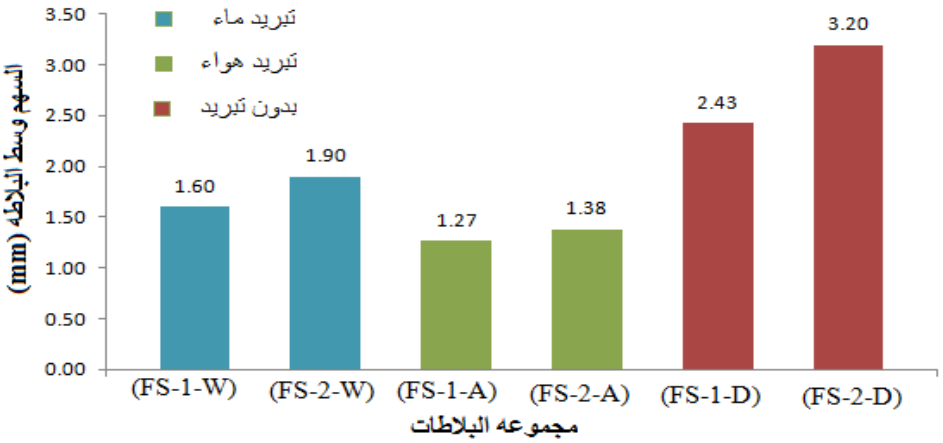
1- ازداد وسطي السهم تحت العمود عند الحمولة (40 kN) لبلاطات المجموعة السادسة (FS-2-D) غير المبردة بنسبة ( 240.43% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة المرجعية (RS) ، وازداد بنسبة( 68.42% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة الثانية المبردة بالماء (FS-2-W) ، وازداد بنسبة ( 131.88% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة الرابعة المبردة بالهواء (FS-2-A) .

2- ازداد وسطي السهم تحت العمود عند الحمولة (40 kN) لبلاطات المجموعة الثانية (FS-2-W) المبردة بالماء بنسبة ( 102.13% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة المرجعية (RS) ، وازداد بنسبة ( 37.68% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة الرابعة المبردة بالهواء (FS-2-A) .

3- ازداد وسطي السهم تحت العمود عند الحمولة (40 kN) لبلاطات المجموعة الرابعة (FS-2-A) المبردة بالهواء بنسبة ( 46.81% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة المرجعية (RS).

**- دراسة تأثير تغير مدة الحريق على السهم وسط البلاطات ذات نمط التبريد المتماثل:**

تم تمثيل نتائج وسطي السهم التجريبي عند الحمولة المشتركة للبلاطات المجربة والواردة في الجدول (3) بيانيا.




الشكل (34) مقارنة وسطي السهم وسط البلاطة عند الحمولة المشتركة التجريبية (40 kN) لمجموعات البلاطات المعرضة للحريق لمدة ساعتين تبعاً لطريقة تبريدها مع مجموعة البلاطات المرجعية

من الشكل (34) نستنتج مايلي:

1- ازداد وسطي السهم وسط البلاطة لبلاطات المجموعة الثانية (FS-2-W) المبردة بالماء والمعرضة للحريق لمدة ساعتين بنسبة ( 18.75% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة الأولى (FS-1-W) المبردة بالماء والمعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة.

2- ازداد وسطي السهم وسط البلاطة لبلاطات المجموعة الرابعة (FS-2-A) المبردة بالهواء والمعرضة للحريق لمدة ساعتين بنسبة ( 8.66% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة الثالثة (FS-1-A) المبردة بالهواء والمعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة.

3- ازداد وسطي السهم وسط البلاطة لبلاطات المجموعة السادسة (FS-2-D) غير المبردة والمعرضة للحريق لمدة ساعتين بنسبة ( 31.69% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة الخامسة (FS-1-D) غير المبردة والمعرضة للحريق لمدة ساعة واحدة.

- **النتائج والتوصيات :**

**النتائج :**

استنادا للدراسة التجريبية المجراة ، يمكننا استخلاص الاستنتاجات التالية:

1- أظهرت الدراسة التجريبية انخفاض واضح في قدرة التحمل للبلاطات الفطرية المعرضة للحريق والمبردة وفق الأنماط الثلاثة (تبريد هواء ، تبريد ماء ، بدون تبريد ) بنسبة تراوحت بين( 11.15% إلى 35.43%) مقارنة مع بلاطات المجموعة المرجعية عند التعرض للحريق لمدة ساعة واحدة ، وبنسبة تراوحت بين (18.89% إلى 44.66% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة المرجعية عند التعرض للحريق لمدة ساعتين .

2- أظهرت الدراسة التجريبية انخفاض في حمولة ظهور أول شق للبلاطات الفطرية المعرضة للحريق والمبردة وفق الأنماط الثلاثة (تبريد هواء ، تبريد ماء ، بدون تبريد ) بنسبة تراوحت بين( 14.85% إلى 45.48%) مقارنة مع بلاطات المجموعة المرجعية عند التعرض للحريق لمدة ساعة واحدة ، وبنسبة تراوحت بين (28.11% إلى 60.62% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة المرجعية عند التعرض للحريق لمدة ساعتين .

3- أظهرت الدراسة التجريبية زيادة واضحة في سهم البلاطات الفطرية المعرضة للحريق والمبردة وفق الأنماط الثلاثة (تبريد هواء ، تبريد ماء ، بدون تبريد ) بنسبة تراوحت بين( 35.11% إلى 158.51%) مقارنة مع بلاطات المجموعة المرجعية

عند التعرض للحريق لمدة ساعة واحدة ، وبنسبة تراوحت بين (46.81% إلى 240.43% ) مقارنة مع بلاطات المجموعة المرجعية عند التعرض للحريق لمدة ساعتين.

4- أظهرت الدراسة التجريبية أن نمط (التبريد بالهواء ) يسمح للبيتون وللفولاذ استعادة جزء كبير من خواصهم على عكس نمط ( التبريد بالماء ) الذي يسبب ضرراً واضحاً في البيتون مما يسبب تدهور مقاومته مهما اختلفت مدة التعرض للحريق .

5- ان تبريد البلاطات بالماء يسبب ظهور شقوق عميقة حيث حدث فيها تبخر سريع للمياه نتيجة الحرارة الشديدة المختزنة في البلاطة كما يسبب تفتت في البيتون وتسلخ في الأطراف حيث ظهرت قضبان التسليح ، بالتالي ان تبريد البلاطات بالماء يضعف قدرة تحمل البلاطة ويزيد من سهمها مهما كانت مدة الحريق .

**التوصيات** :

**1**- يوصى بدراسة بلاطات فطرية خاضعة للتحميل بحمولة استثمارية قبل الحرق حيث أنه عند حدوث الحريق تكون البلاطات بحالة الاستثمار .

**2**- يوصى بدراسة تأثير درجات الحرارة المرتفعة على البلاطات الفطرية ( 600- 700-800 ) .

3- دراسة سلوك البلاطات الفطرية تحت تأثير مدد زمنية أطول .

4- اجراء دراسة تحليلية اعتمادا على النتائج التجريبية للوصول الى علاقة تعبر عن تأثير تغير مدة الحريق ونمط التبريد على حمولة الانهيار والسهم وسط المجاز .

**REFERENCES المراجع**

**الأجنبية**

[1]- Hamed Salem, Heba Issa , Hatem Gheith, Ahmed Farahat ,( 2012), "Punching Shear Strength Of Reinforced Concrete Flat Slabs Subjected To Fire On Their Tension Sides" Housing and Building National Research Center ( HBRC) Journal (2012) 8, 36–46 .

[2]- Gouda Ghanem , Tarek Ali, Mohamed Nooman and Mohamed Kadry ,( 2016), "Behavior of Reinforced Concrete Flat Slab Exposed To Fire Experimentally And Numerically By (ANSYS)" IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, Volume 13, Issue 6 Ver. VII (Nov. - Dec. 2016), PP 25-42.

[3]- Emmanuel Annerel and Luc Taerwe,( 2018), " Design Considerations For Shear Failure Of Flat Concrete Slabs Exposed To

Fire Fire ". research funded by IWT Flanders through the SBO project 080010: 'Fundamental design approaches for improvement of the fire safety in car parks', Ghent University Academic Bibliography(2018).

[4]- Pasindu Weerasinghe, Priyan Mendis, Maurice Guerrieri and Kate Nguyen , ( 2020), " Importance Of Support Conditions On The Fire Resistance Of Concrete Flat Slabs" SFPE EUROPE,2020,ISSUE 19.

[5]- International Organization for Standardization, ISO 834-1 :" Fire-resistance tests - Elements of building construction - Part 1: General requirements", (1999).

6] Standards Australia, AS 1530.4:" Methods for fire tests on building materials, components and structures–Part 4: Fire-resistance test of elements of construction", (2014).

[7]- Smith, H.K., T.J. Stratford, and L.A. Bisby. "Punching shear of restrained reinforced concrete slabs under fire conditions". in 8th International Conference on Structures in Fire. 2014.

**المراجع العربية :**

[3] – " الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة" الطبعة الرابعة ، نقابة المهندسين – الجمهورية العربية السورية ، دمشق 2012 .

[– أ.د.منير محمد كمال " تأثير الحريق على المنشآت البيتونية " جامعة المنوفية – 1999.

[104]– أ.د.حاتم غيث –أ.د.حمدي شاهين " تأثير الحريق على البلاطات البيتونية المسلحة " المركز القومي لبحوث الإسكان القاهرة 2009.