تأثير الحرائق على المنشات الخرسانيه

**2014**

Faculty of engineering Cairo University

Reinforced concrete diploma

12/5/2014

**Reinforcement concrete diploma**

**Graduation project**

**Name: Nariman Abdelrhman Fathelbab Mohamed**

**Supervised by: Dr. Nabawi hamed, Dr. Mohamed Rabie**

# مقدمه :-

ان الشعور باليأس والرعب لمقدار الضرر الناجم هو أول مانشعر به لدى مشاهدتنا لمبنى متضرر من الحريق. ويتوقف هذا على مقدار الحطام المتناثر حول المبنى مع شكل المبنى المحترق وفى اغلب الحالات وان كان الضرر ليس خطيرا أو كبيرا كما يظن فى البداية غير انه من الضرورى التفكير بقرارات فورية من الواجب اتخاذها لتامين المنشأ لفترة قصيرة سواء كان من الضرورى القيام بأعمال تدعيم مؤقتة أو تهديم للأجزاء المتضررة كثيرا والتى تشكل خطرا على المنشأ.  وتتأثر مختلف أنواع الأبنية من جراء نشوب الحرائق فيها حيث يكون الضرر كبيرا أو جزئيا للمبنى وفى كثير من الأحيان  قد يكون من الضروري هدم المبنى جزئيا أو كليا. ويبقى السؤال هنا هل من الواجب إصلاح المبنى أم تدميره وإعادة بنائه ؟ ولا يمكننا الإجابة على هذا السؤال إلا بعد إجراء المعاينة البصرية للمبنى وتحديد درجة الحرارة التى وصل إليها الحريق وبالتالى درجة تسخين المنشأ ككل أو بعض عناصره الإنشائية ودراسة سلوك و مواصفات المواد الإنشائية بعد تعرضها لدرجات الحرارة العالية .

# الملخص :

تعتبر الحرائق واحده من اعظم الاخطار التي تهدد المباني و حيث ان الخرسانه واحده من اهم عناصر البناء فأن سلوكها و خصائصها بعد التعرض لدرجات الحراره العاليه يكتسب قدرا كبيرا من الاهتمام ومع ازدياد حوادث الحرائق و خطرها على المباني فان جهودا بحثيه كثيره تتم في هذا المجال.

يتناول هذا البحث تعريف الحريق وتقييم اثره و تأثير درجات الحرارة العالية التى تتعرض لها المنشآت الخرسانية على مواصفات الأعمده و الكمرات و البلاطات الخرسانيه والحديد و نظره عامه للكود المصري للحرائق وطرق التدعيم بعد الحريق

المحتويات :-

[مقدمه :- 2](#_Toc387450263)

[الملخص : 3](#_Toc387450264)

المحتويات :..........................................................................................................................4

[نقاط البحث :- 5](#_Toc387450265)

الفصل الأول :نبذه عن الحريق ...................................................................................................6

[نبذه عن الحرائق في المنشات : 7](#_Toc387450266)

[مراحل تطور الحريق :- 8](#_Toc387450267)

[العوامل التي تؤثر على شدة الحريق : 9](#_Toc387450268)

الفصل الثاني :المعاينه البصريه لموقع الحريق .................................................................................10

[ماذا على المالك ان يفعل قبل وصول المهندسين المختصين الى موقع المبنى المتضرر من الحريق ؟ 11](#_Toc387450269)

[دراسه عامه لظروف الحريق و المنشأ : 13](#_Toc387450270)

الفصل الثالث :دراسة تغير مواصفات الخرسانه المسلحه نتيجة التعرض للحريق ...........................................20

[سلوك الخرسانه في الحريق : 21](#_Toc387450271)

[تأثير درجات الحراره المرتفعه على الخواص الميكانيكيه للأعمده 22](#_Toc387450272)

[- تأثير درجات الحراره المرتفعه على البلاطات الخرسانيه : 27](#_Toc387450273)

[- تأثير ارتفاع درجات الحراره على الخواص الميكانيكيه للكمرات الخرسانيه : 29](#_Toc387450274)

الفصل الرابع : الكود المصري و حرائق المنشات الخرسانيه ................................................................31

[اشتراطات الكود المصري لتنفيذ المنشات الخرسانيه في مقاومة الخرسانه للحريق 33](#_Toc387450275)

المراجع ........................................................................................................................42

# نقاط البحث :-

تتلخص الدراسة فى هذا البحث فى عدة نقاط أساسية سيتم مناقشتها تفصيليا خلال فصول البحث وهى كالاتى :-

الفصل الأول :

نبذه عن الحريق

يشرح هذا الفصل نبذه عن الحرائق في المنشات و مراحل تطور الحريق و العوامل المؤثره على شدة الحريق

الفصل الثاني :

المعاينه البصريه لموقع الحريق

يشرح هذا الفصل المعاينة البصرية لتحديد مدى استقرار المنشأ . وتشمل الدراسة أيضا فى هذا الفصل دراسه عامه لظروف الحريق و المنشأ و الاختبارات داخل و خارج الموقع

الفصل الثالث :

دراسة تغيير مواصفات الخرسانه المسلحه نتيجة تعرضها للحريق

تتناول الدراسة فى هذا الفصل تأثير الحريق على الخواص الميكانيكيه للخرسانه .

الفصل الرابع :

الكود المصري و حرائق المنشات الخرسانيه

يتناول هذا الفصل شرح لتعريف مقاومة الخرسانه للحريق طبقا للكود المصري و نبذه عن الكود المصري للحريق

الفصل الخامس

تدعيم المنشات الخرسانيه بعد تعرضها للحريق

يتناول هذا الفصل خطوات تدعيم عناصر المنشأ الخرساني بعد الحريق

**الفصل الأول**

**"نبذه عن الحريق "**

# نبذه عن الحرائق في المنشات :

الحرائق من الظواهر المنتشرة بكثرة فى المنشآت الصناعية والهندسية و الابنية السكنية و في دراسه ل 16 بلد صناعيه (13 منها في اوروبا و كندا و الولايات المتحده و اليابان ) يمثل عدد الضحايا نتيجة الحرائق في المنشات الخرسانيه في سنه معينه من 1 الى 2 في المائه من كل 100000 ضحيه .ففي الولايات المتحده الامريكيه قامت national fire protection association بدراسه في عام 2000 و قد وجدوا ان اكثر من 4000 ضحيه من كل 10000 ضحيه فقدوا حياتهم بسبب حرائق المنشات الخرسانيه بينما تشير الأحصاءات في المملكه المتحده حدوث اكثر من نصف مليون حريق سنويا و ينتج عن هذه الحرائق ما يقارب 600 ضحيه معظمهم في المباني السكنيه ناهيك عن الحرائق في المنشات الصناعيه و التجاريه و خسارتها تقدر بملايين الدولارات وتختلف آثار الحريق ودرجات الحرارة العالية تبعا لعوامل مختلفة , فعند حصول الحرائق فى الأبنية السكنية قد ترتفع درجة الحرارة فيها إلى حدود 1000 ˚Cإذا استمر الحريق لفترة من 1-2 ساعة ,أما فى المخازن الكبيرة فقد ترتفع درجة الحرارة إلىC˚(1100-1200) إذا استمر الحريق لفترة من 2-3 ساعة, وقد تحصل الحرائق أقوى واشد فى المنشآت الصناعية يرافقها انهيارات كبيرة فى المنشآت والتجهيزات. فى حال اشتعال الغازات المضغوطة قد تصل درجة الحرارة إلى C˚1600, وتتوقف درجة حرارة سطح المنشأ على موقع الحريق وشدة النيران وموقع العنصر الانشائى من الحريق

# مراحل تطور الحريق :-

1. **مرحلة الاشـــــــعال :**

وتكون بوجه عام من ارتفاع سريع في درجات الحراره و يعتمدتطوير الحراره في هذه المرحله على سرعة انتشار الحريق

1.  **مرحلة الحـــــــــريق**

و تتأثر اساسا بحجم الغرفه المعرضه للحريق و بحجم و مكان الفتحات بها و بالتالي بحجم الاوكسجين المتاح في الغرفه و بوجه عام فان درجات الحراره تبلغ قيمتها القصوى في هذه المرحله .

1. **مرحلة الاخمــــــــــاد :**

و هي مرحلة اخمادالحريق و برودة الأعضاء المعرضه له وخلال هذه المرحله فأن الطاقه الحراريه المتولده تكون غير قادره على ارتفاع درجة الحراره او على الاقل المحافظه عليها ثابته

# العوامل التي تؤثر على شدة الحريق :

1. **نوع و ترتيب الوقود :-**

ان الوقود المتاح للحريق يلعب دور هام في درجة تأججه و في المباني الكبيره المستعمله كمخازن او ورش او مصانع يكون توزيع حمل الحريق غير منتظم و متركز في اماكن معينه حسب طريقة رص المواد القابله للاشتعال تؤثر على سهولة تغلغلها بالهواء .

**2-حمل الحريق :**

و هي عباره عن مقياس لكمية الحراره المنبعثه من الماده نتيجة احتراق كميه معينه منها و غالبا ينسب الخشب لحمل الحريق .مثال على ترتيب الوقود ذلك اذا اشتعل الحريق في مخزن كلما تقاربت مواد التخزين كلما زادت شدة الحريق

**3-شكل و حجم الفتحات ( التهويه ) :**

بزيادة حجم فتحة الشباك تكون كمية الهواء الداخل اكبر فتزداد شدة الحريق كما ان بزيادة مساحة الشباك تزيد شدة الحريق حتى تصل لحد معين بعدها لا تتأثر شدة الحريق . الشبابيك ذات الارتفاع الكبير و العرض القليل افضل تصميما من ذات العرض الكبير و الارتفاع القليل لان في الحاله الاولى يخرج اللهب من الشباك بعيدا عن المبنى اما في الحاله الثانيه فان اللهب يخرج من الشباك بشكل مقوس حيث يبدأ في الوصول للأدوار الأعلى

**4-شكل و حجم الحجره** :

كلما زادت مساحة الحجره كلما زادت شدة الحريق و كلما زاد ارتفاع الحجره كلما زاد شدة الحريق حيث تقل قدرة الهواء الداخل من الشباك على مقاومة المواد المحترقه .

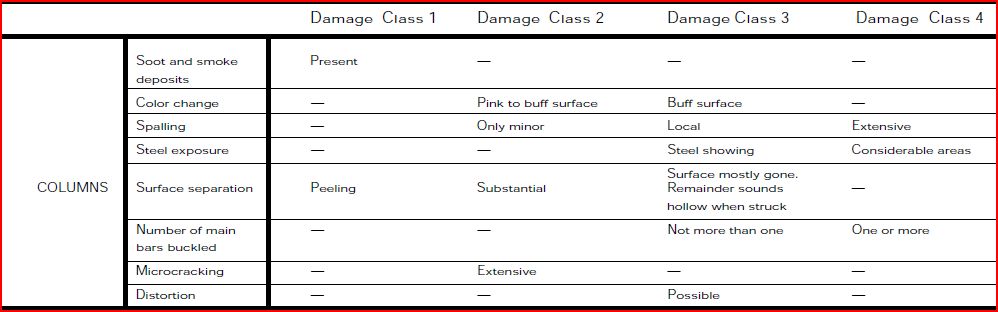
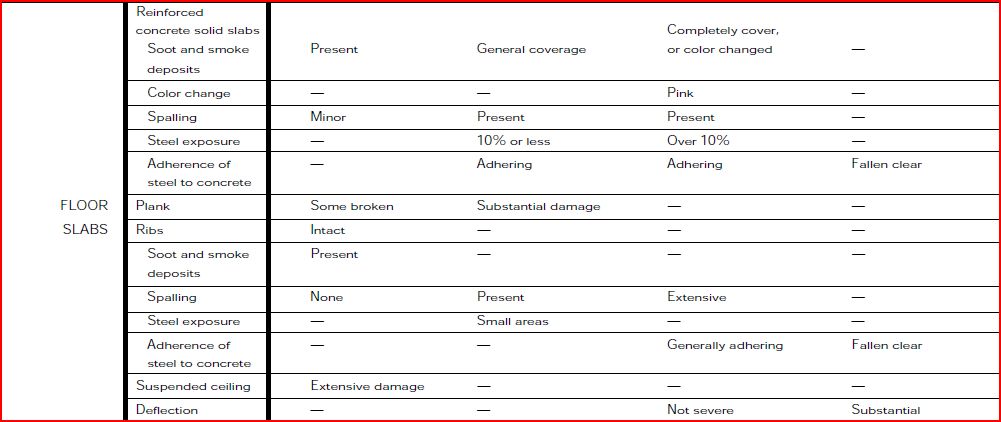
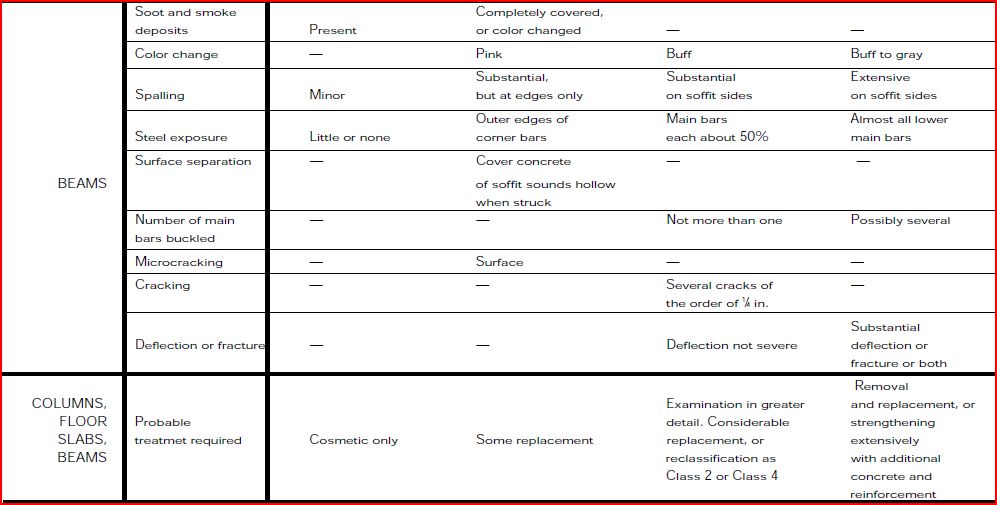
**الفصل الثاني**

**المعاينه البصريه لموقع الحريق**

# ماذا على المالك ان يفعل قبل وصول المهندسين المختصين الى موقع المبنى المتضرر من الحريق ؟

1. ازالة جميع الاحمال الحيه حتى و ان ظهر المبنى بحاله جيده
2. يجب صلب المبنى لتخفيف الاحمال على العناصر المشكوك في سلامتها مع الاخذ في الاعتبار عدم انتقال الاحمال من هذه العناصر لعناصر اخرى
3. عدم اضافة اي احمال ميته

بعد صلب المبنى و اصبح من الآمن المشي فيه من الضروري اجراء **المعاينه البصريه الدقيقه (المرحله الاولى )** للمبنى و هذه المعاينات تمت جدولتها مع مرور الزمن و توالي الحرائق بحيث تكون كدليل توضيحي للمبنى . يمكن جدولة العناصر الانشائيه كواحده من 4 درجات الموضحه في الجدول التالي جدول (2-1) :

**جدول 2-1**

**المرحله الثانيه :**

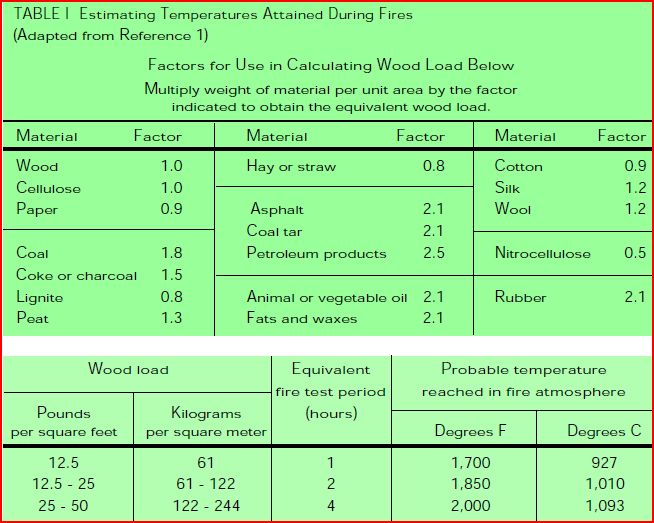
# دراسه عامه لظروف الحريق و المنشأ :

فى هذه المرحلة من الضرورى الحصول على اللوحات الأصلية للمبنى. إن كان ذلك ممكنا فهذا يسمح لنا بتقييم أو تخمين كيفية قيام المنشأ بنقل الأحمال الآتية عليه. كما يمكن تعيين أو تمييز العناصر الحاملة للحمل الرئيسي بالإضافة إلى معرفة احتياطات ثبات وأمان المنشأ و الرجوع إلى سجلات فرق مكافحة الحريق لمعرفة عدد مرات تطبيق النداء لمكافحة الحريق وهو المدة التى تستغرقها فرق المكافحة لمقاومة الحريق . اى المدة بين لحظة مشاهدة الحريق حتى وصول فرق مكافحة الحريق أو تشغيل اى نظام حماية اوتوماتيكى أو اى تجهيز آخر مقاوم للحريق.

يمكن استنتاج درجة الحراره التي وصل لها الحريق من خلال توافر المعلومات عن طبيعة و كمية المواد المحترقه داخل المبنى فعلى سبيل المثال اذا كان المبنى يحتوي على 10 pounds per square foot من vegetable oil فان درجة الحراره المحتمل ان يصل لها الحريق من الممكن حسابها من خلال المعلومات المتوافره في جدول (2-2)

**The amount of vegetable oil per square x the factor 2.1 (obtained from table 2-1 ) = 21 pounds per square foot**

حمل الحريق المكافىء لهذه الكميه و الذي يقع بين 12.5 الى 25 و يستهلك خلال ساعتين فأنه اذا اعتبرنا انه لا يوجد اختلاف ملحوظ بين ظروف الحريق في الموقع و ظروف standard fire test فهذا يعني ان درجة حرارة الحريق المحتمله هي 1850 فهرنهايت

****

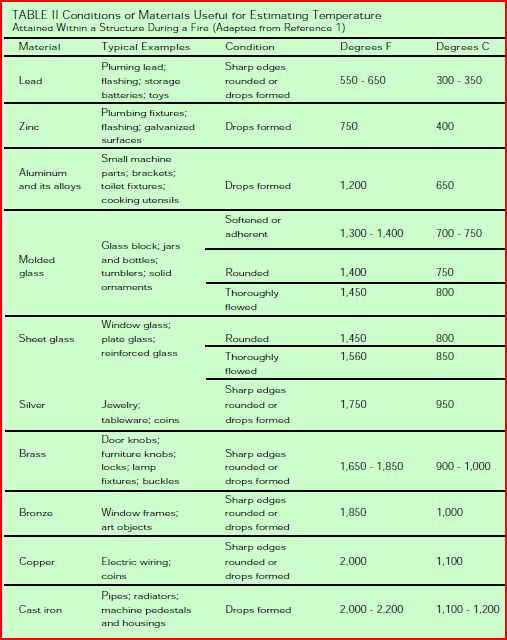
**جدول 2-2**

**اذا المعاينه البصريه اتت بنتائج غامضه ننتقل الى المرحله التاليه و هي مرحلة** الاختبارات على ايدي مهندسين متخصصين

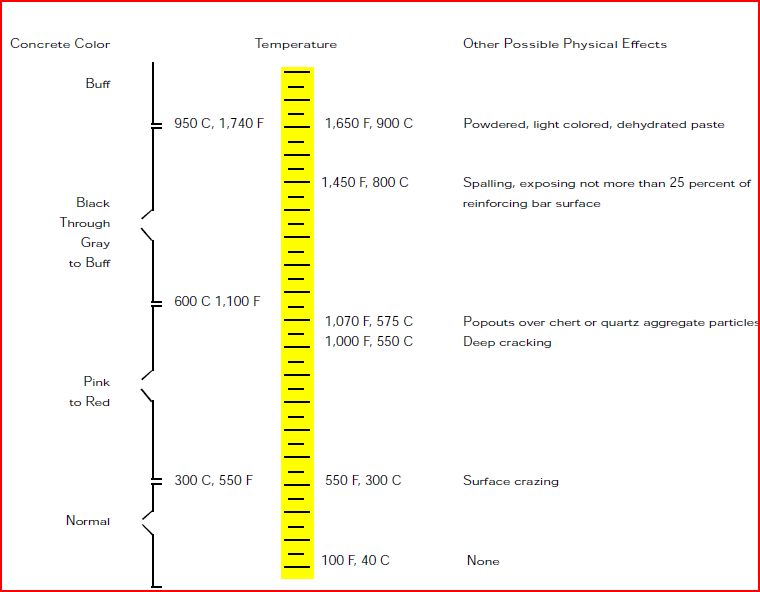
1. **جمع معلومات من الموقع :**

ان الكثير من المعلومات عن درجة حرارة الحريق من الممكن تجميعها من خلال مسح الموقع . واحده من هذه المعلومات هي ملاحظة المواد المتشوهه خلال الحريق ( جدول 2-3 ) فعلى سبيل المثال اذا وجدنا في الموقع اسلاك الكهرباء (electric wiring ) ذائبه و بالنظر الى جدول 2-3 فهذه اشاره انه من المحتمل وصول درجة الحراره الى 2000 درجه فهرنهايت انذاك .و تجدر الاشاره هنا انه يجب الاخذ في الاعتبار ان درجات الحراره المشار اليها في الجدول لا تعكس حقيقة شدة الحريق التي وصلت للخرسانه فعليا .

في حين اخر ان لون الخرسانه قد يكون دليل على درجات الحراره فعليا التي وصلت لسطح الخرسانه المتضرره من الحريق انظر جدول 2-4



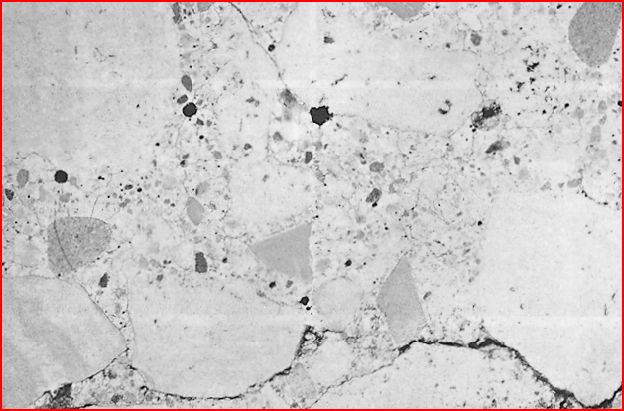
**جدول 2-3**

**جدول 2-4**

**عمل اختبارات للعينات بواسطة اجهزه في الموقع :**

ان مقاومة هذه الاجهزه للصدمات و الصدى الناتج عن اصطدامها بالخرسانه تكشف لنا بعض المعلومات المهمه عن صلابة و سلامة العنصر الانشائي و عمق الضرر الذي تعرض له و حالة حديد التسليح نتيجة الحريق . هناك اجهزه اخرى مفيده في الموقع مثل :

1-soniscopes: the most effective instrument for detecting cracks

2-impact hammer: is useful for estimating compressive strength, but only when a considerable number of measurements are made and compared to undamaged concrete of the same quality from within the same structure.

3-Photomicrograph: shows a major crack, approximately parallel to a formed surface that outlines an incipient spall caused by thermal shock. The intricate network of fine cracks in the mortar was caused by drying as shown in figure 1

Figure 1

4- Coring machine: can be used for evaluating strength and modulus of elasticity Comparisons of these data should Be made with data obtained from cores taken from areas that were not exposed to elevated Temperature these comparisons provide the most reliable information of Changes in concrete caused by the temperatures reached. Also useful for giving incidental information about cracking in the interior of a member, the bond to reinforcing steel some of the information that can be obtained is shown schematic drawing of Figure 2

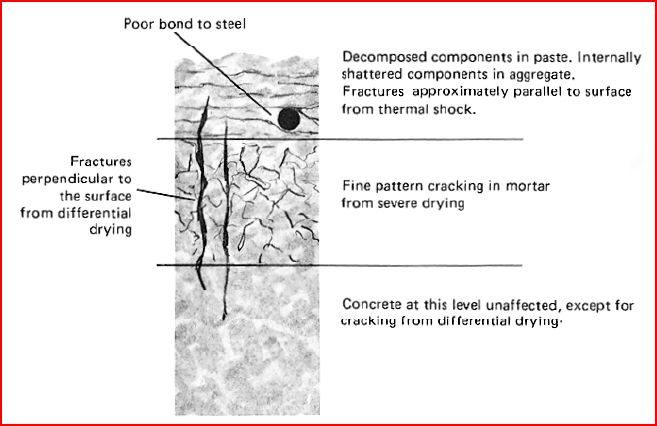


Figure 2

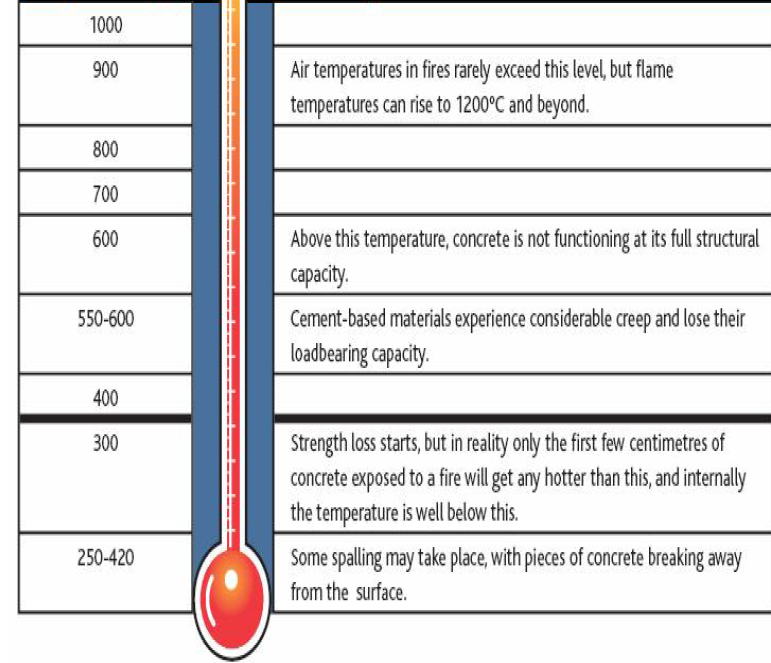
**الفصل الثالث**

**دراسة تغير مواصفات الخرسانه المسلحه نتيجة الحريق**

# سلوك الخرسانه في الحريق :

ان واحده من اهم مميزات الخرسانه مقارنة بمواد البناء الأخرى هي مقاومتها الجيده للحريق و قدرتها على تحمل الحراره دون ان تنهار و مع ذلك فأن تعرضها لدرجات الحراره العاليه من الممكن ان يغير من خواصها الميكانيكيه و هذا التغيير من الممكن ان يسبب مشاكل عديده

ان ارتفاع درجات حرارة الخرسانه الى c )°95 ( يحدث تغيرات طفيفه في الخواص الميكانيكيه للخرسانه اذا زادت درجة الحراره عن 95°c فان الخرسانه تعاني من التشرخ نتيجة الجفاف و يحدث تباعد بين الركام و تقل مقاومة الخرسانه بشكل كبير . يوضح الشكل 3 التغير في خواص الخرسانه عند درجات حراره مختلفه

Figure 3

**سنجري بعض الاختبارات لمعرفة تأثير ارتفاع درجات الحراره على الخواص الميكانيكيه للخرسانه**

# تأثير درجات الحراره المرتفعه على الخواص الميكانيكيه للأعمده

**مواصفات العينه :**

ستجرى الاختبارات على اعمده ابعادها 100 \*100 مم و 100 \* 300 مم و الحديد الرئيسي فيها 4 Φ 10 و 3 كانات Φ 6 كما هو موضح في الشكل

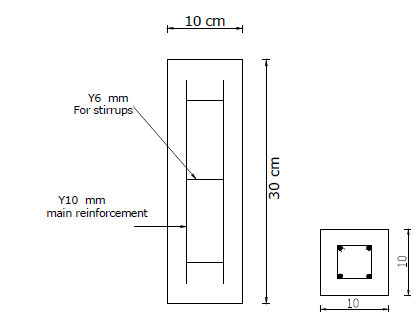


Figure 4

**عملية التسخين :**

ستجرى عملية تسخين العينات في فرن كهربائي عند درجات حراره 200 و 400 و 800 ºc كما هو موضح بالشكل 5

****

**Figure 5**

**اختبار مقاومة الضغط :**

بعد تعرض كل العينات للحراره يتم اخضاعها لأختبار الضغط المحوري axial load capacity . يتم تجهيز 3 عينات و اخضاعها للاختبار ثم تؤخذ النتائج ليتم تحليلها

****

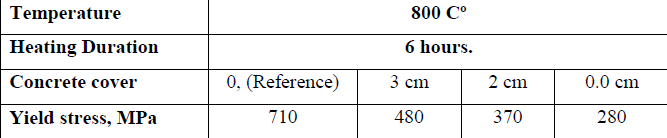
**اختبار حديد التسليح :**

بعد اخضاع حديد التسليح لدرجة حراره 800 º c لمدة 6 ساعات يتم استخراج حديد التسليح من عينات الأعمده و يتم اجراء اختبار yield stress

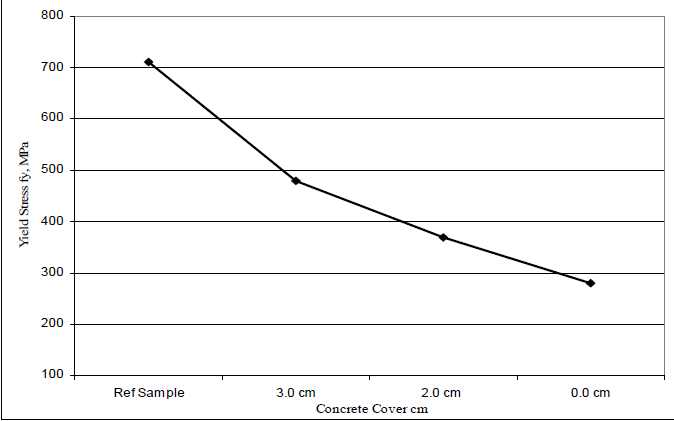
****

**تأثير درجات الحراره المرتفعه على حديد التسليح :**

**اجهاد الخضوع yield stress :**

يتم اجراء الاختبار على 3 مجموعات من حديد التسليح قطره Φ 10 و طوله 50 سم المجموعه الاولى يتم ادراجها داخل عينه من الاعمده ابعادها 100 \*100 \*600 مم ذات غطاء خرساني 3 سم و المجموعه الثانيه ذات غطاء خرساني 2 سم و المجموعه الثالثه بدون غطاء خرساني يتم اخضاع الثلاث مجموعات لدرجة حراره 800 º لمدة 6 ساعات و يتم مقارنة النتائج بالعينات قبل اخضاعها للختبار كما هو موضح في الجدول 3-1 

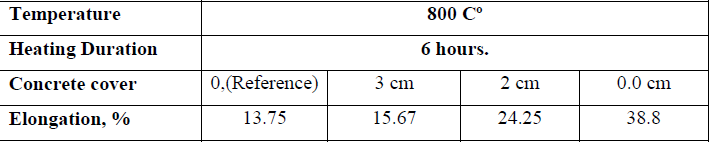
جدول 3-1



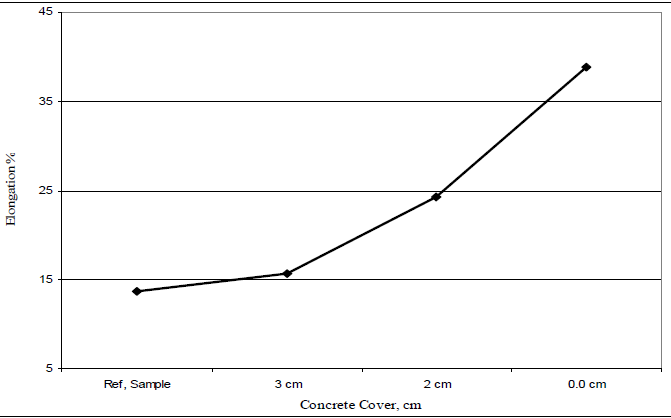
**من خلال الجدول و الشكل يتضح تأثير زيادة الغطاء الخرساني الأيجابي على اجهاد الخضوع في الحديد**

**الأستطاله Elongation :**

يوضح الجدول 3-2 تأثير درجات الحراره و الغطاء الخرساني على استطالة الحديد



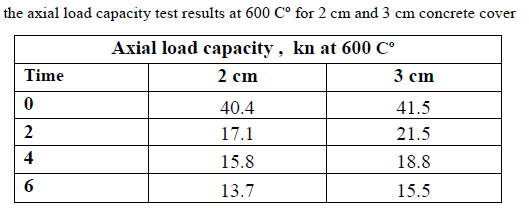
جدول 3-2

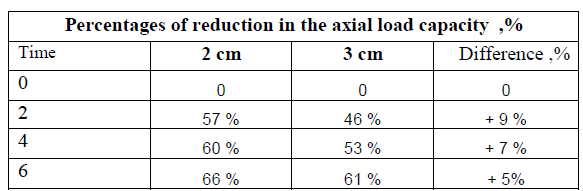
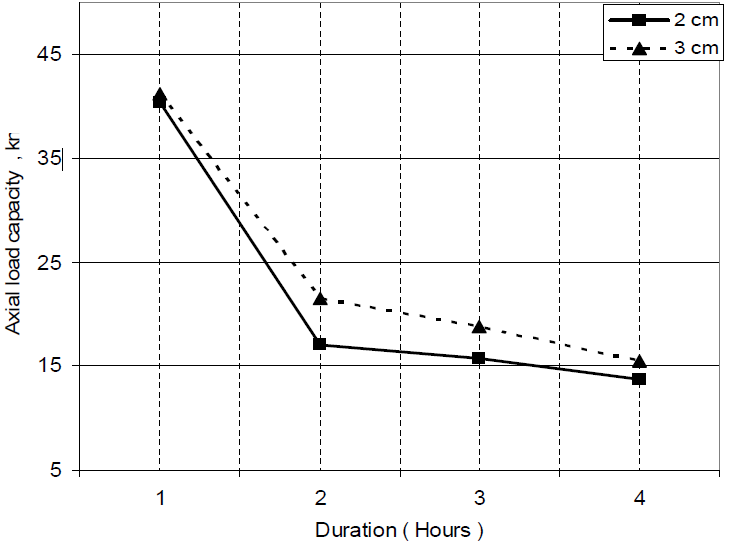


**النتيجه : يتضح لنا انه عند زيادة الغطاء الخرساني يقل معدل استطالة الحديد**

**تأثير الغطاء الخرساني على axial load capacity :**

يتم اختبار عينتين من الاعمده الخرسانيه ذو غطاء خرساني 2 و 3 سم على التوالي تحت درجة حراره 600 º و لمدة ساعتين و 4 ساعات و 6 ساعات يوضح الجدول التالي نتائج الاختبار

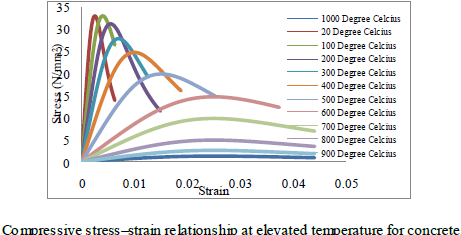
****

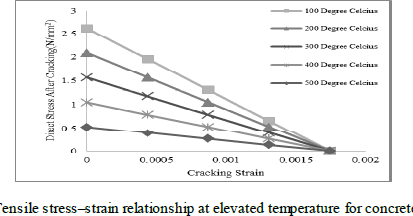
****

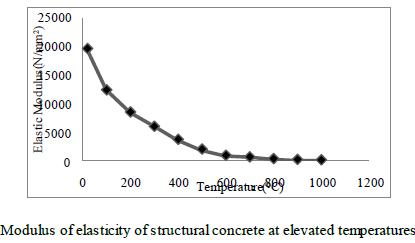
# - تأثير درجات الحراره المرتفعه على البلاطات الخرسانيه :

منحنى الاجهاد الانفعال للخرسانه عند تعرضها لدرجات الحراره المرتفعه **Stress–strain relationship of concrete at elevated temperatures**.

ان مقاومة الضغط في الخرسانه compressive strength تقل مع ارتفاع درجات الحراره و ايضا مقاومة الشد تقل مع ارتفاع درجات الحراره و ايضا معامل المرونه يقل مع ارتفاع درجات الحراره

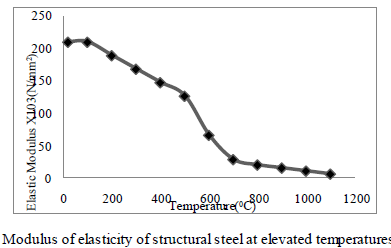
****

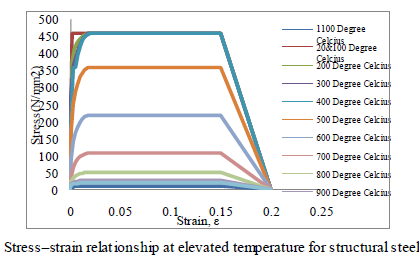




**تأثير ارتفاع درجات الحراره على حديد التسليح في البلاطات :**

**منحنى الاجهاد الانفعال للحديد عند تعرضه لدرجات الحراره العاليه :**





# - تأثير ارتفاع درجات الحراره على الخواص الميكانيكيه للكمرات الخرسانيه :

**الاختبار الاول**

**مواصفات العينه :**

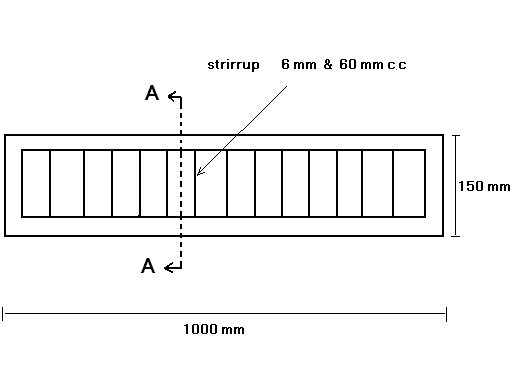
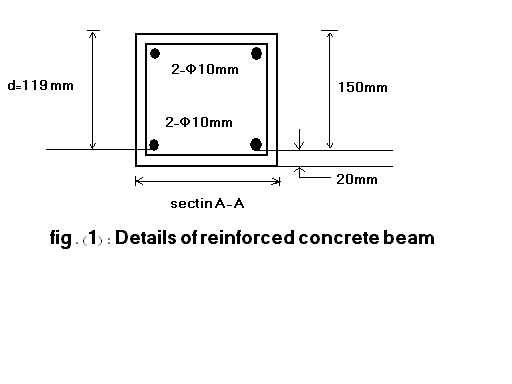
يتم اخضاع 3 عينات من الكمرات الخرسانيه الممسلحه لدرجات الحراره (150, 300, 600, 750 and 900 °C). العينه الاولى كمره بسيطة الارتكاز ذات حديد سفلي فقط و ابعادها 100 \*100\*1100 مم و الثانيه كمره بسيطة الارتكاز ذات حديد سفلي و علوي و ابعادها 100 \*100 \*1100 مم و continues beam ابعادها 100 \*150 \*1300 مم .

**النتيجه :**

وجد ان مقاومة الخرسانه تقل مع ارتفاع درجات الحراره و لوحظ ان وجود الحديد العلوي يحد من هذا الانخفاض في المقاومه و لوحظ ايضا ان ارتفاع درجات الحراره يعيد توزيع عزم الانحناء في الكمرات المتصله continues beam

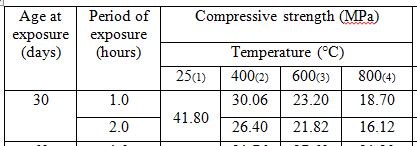
**الاختبار الثاني :**

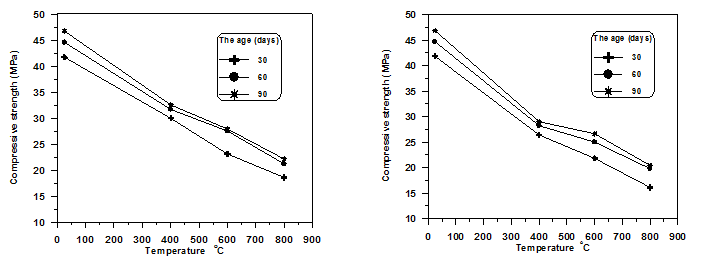
يتم اخضاع كمره بسيطة الارتكاز طولها 1000 مم وارتفاعها 150 مم و عرضها 100 مم لدرجات حراره مرتفعه 400 و 600 و 800 º يوضح الشكل التالي ابعاد العينه

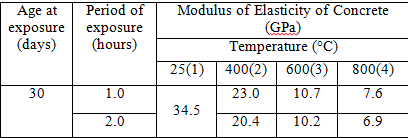


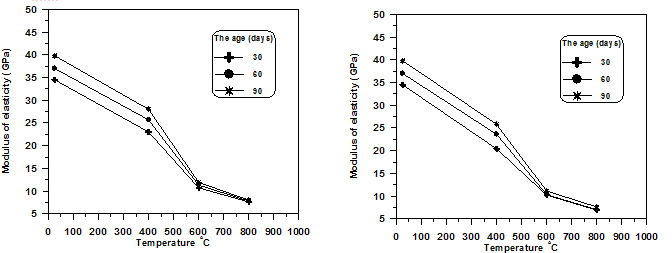
2

النتائج :



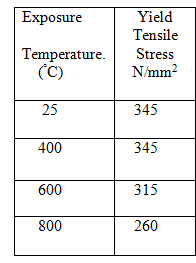


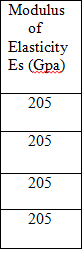




**تأثير الحريق على حديد التسليح في الكمرات :**

يتم في هذه التجربه تسخين الكمرات ثم تبريدها فنلاحظ ان الى درجة حراره 400 ºc لا يوجد تغير في الخواص الميكانيكيه لحديد التسليح بعد ذلك تتغير بشكل كبير كما هو موضح في جدول . اما بالنسبه لمعامل مرونة الحديد فقد وجد انه لا يتأثر بتسخين الكمرات الخرسانيه و من ثم تبريدها





**الفصل الرابع**

**الكود المصري و حرائق المنشات الخرسانيه**

**لقد قامت وزارة الأسكان و المرافق و المجتمعات العمرانيه مركز بحوث الأسكان و البناء بأصدار** الكود المصري لأسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشات من الحريق **و من اهداف هذا الكود :**

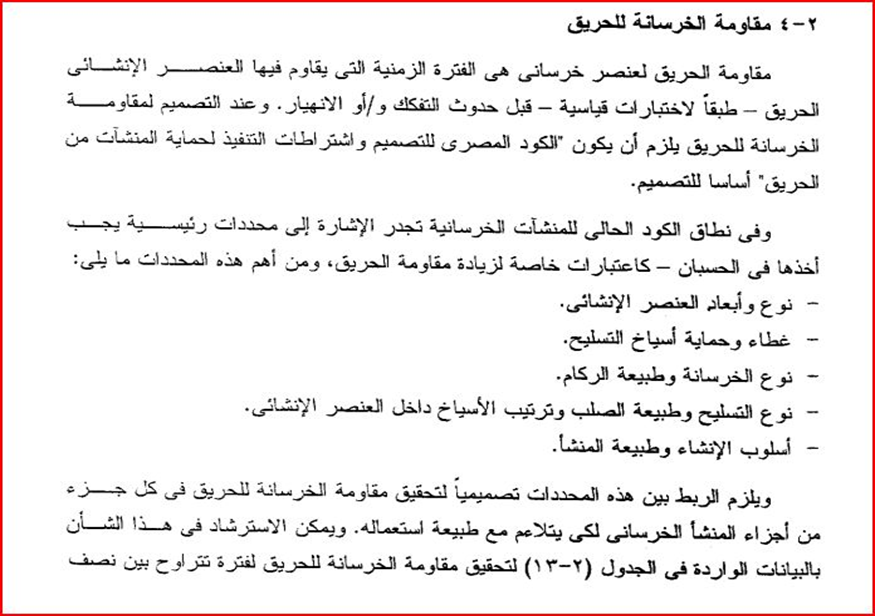
الحد من خسائر الحريق البشريه و الماديه لأقصى حد ممكن من خلال تحقيق الاتي :

* السلامه الانشائيه للمبنى بالرغم من الحريق
* احتواء الحريق و الحد من انتشاره و منع انتقاله للمباني المجاوره
* توفير مسالك الهروب المناسبه و الكافيه
* التوافق مع عمليات فرق الأطفاء المحليه

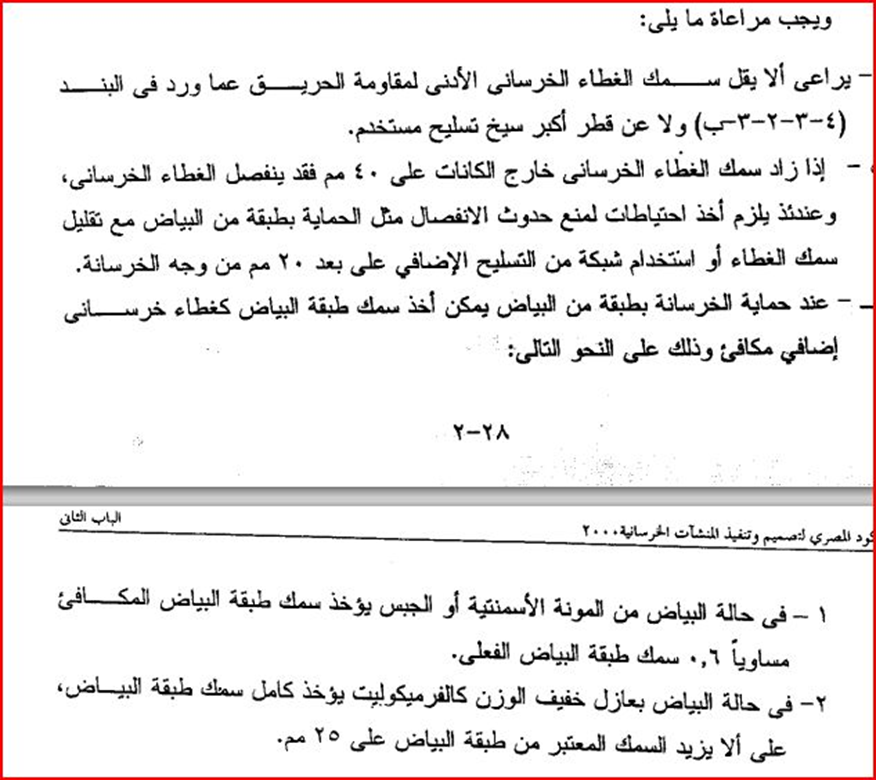
**اجزاء الكود :**

* **جزء اول :** صدر عام 1998 خاص بالأشتراطات و القواعد التي يجب ان تتوافر في المبنى
* **جزء ثاني :** صدر عام 1999 خاص بأنظمة الكشف و الأنذار عن الحريق
* **جزء ثالث :** صدر عام 2001 و خاص بمتطلبات انظمة خدمة المباني للحد من اخطار الحريق
* **جزء رابع :** خاص بأنظمة الأطفاء بالمياه

# اشتراطات الكود المصري لتنفيذ المنشات الخرسانيه في مقاومة الخرسانه للحريق







بعد تجميع كل المعلومات عن المنشأ بعد الحريق و قبل البدء في تدعيم المنشأ يجب الاجابه عن هذا السؤال اي جزء من المنشأمن الممكن تركه على حالته دون تدعيم ؟ و هل من الأفضل تدعيم العناصر المتضرره من الحريق او استبدالها ؟ لان في بعض الحالات اصلاح المنشات الخرسانيه يكون اكثر تكلفه من استبدالها .

**الفصل الخامس**

**تدعيم المنشات الخرسانيه بعد تعرضها للحريق**

ان اجابة هذا السؤال لا يمكن تحديدها الا بعد الرجوع لفريق المهندسين المختصين الذين قاموا ب اجراء أختبارات على المنشأ المتضرر و مقارنة مقاومة العنصر الانشائي للاحمال عند التصميم بمقاومته بعد الحريق . ان الختيار ما بين تدعيم العنصر الانشائي و استبداله كليا يعتمد على حالة العنصر النشائي و مقارنة التكلفه بين عملية التدعيم و التبديل و سنتناول بالتفصيل في هذا الفصل خطوات عملية التدعيم

**Preparation of damaged surface to be restored**



****

**Hammer and chisel sand blasting**

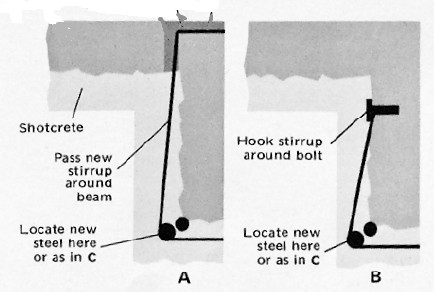
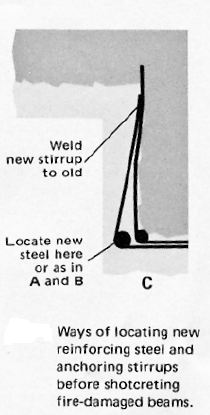
**Bush hammering**

**Adding main steel reinforcement**

الحسابات قد تثبت ان العنصر الخرساني قد يحتاج الى حديد اضافي بعد تعرضه للحريق خاصة اذا انبعج حديد التسليح buckling) ) . يجب وضع حديد التسليح الاضافي في الأماكن التي تضررت من الحريق و على مسافه مناسبه من حديد التسليح الأساسي لضمان وجود رابطه جيده good bond)) بين الخرسانه الجديده و حديد التسليح الأضافي و بحيث تلبي اشتراطات الكود . اما اذا احتجنا اضافة حديد تسليح رئيسي فمن اللازم لحامه مع الحديد الرئيسي الموجود

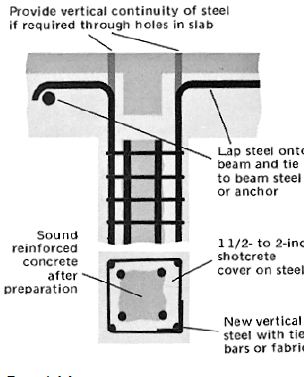
1. **اضافة الكانات :**

يتم عمل فتحه في البلاطات لتمرير الكانات منها كما بالشكل 5-a او ربطها بالمسامير كما في الشكل او يتم لحامها بالكانات القديمه كما بالشكل 5-c



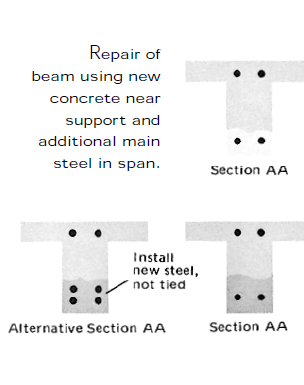
**Figure 5**

1. **الأعمده :**

في بعض الأحيان من الأفضل ازالة اجزاء الأسياخ المنبعجه buckled section عن طريق قطع الجزء المنبعج و تقويمه و من ثم اعادة ربطه بواسطة اللحام ويجب ان تتم عملية اللحام بواسطة خبراء لحام ذي كفاءه عاليه . اما بالنسبه للاسياخ المتضرره كليا فيتم استبدالها بأسياخ جديده كما في الشكل 6و ربطها بواسطة مسامير بالكمرات او بالبلاطات

**Figure 6**

1. **الكمرات :**

****

**Figure 7**

**Concreting**

قبل استخدام احدى الطريقتين يجب اعداد سطح الخرسانه عن طريق اجراء التالي :

1. يجب ان يكون سطح الخرسانه القديمه رطبا لكن لاوجود لأي مياه على سطح الخرسانه القديمه عند اضافة الجديده
2. يجب ترطيب سطح الخرسانه القديمه لساعات قبل اضافة الخرسانه الجديده

**الخرسانة الرش ((Shotcrete**

خلطة مكونة من اسمنت ورمل بنسبة 4:1 تقريباً ومضافاً اليها الماء للحصول على درجة التشغيلية المناسبة وتضخ هذه الخرسانة بالهواء المضغوط الى السطح المراد تبطينة وتستخدم في اعمال الترميم



**Cast in forms shotcrete**

ان تحديد اي من الطريقتين سيستخدم في ترميم الاجزاء المتضرره يعتمد على عدة عوامل منها :

1. السمك المطلوب للخرسانه الجديده ( حيث ان الخرسانه المرشوشه تتيح اضافة طبقات رقيقه من الخرسانه الجديده فلا يحدث تغيير كبير في ابعاد العمود مثل cast in forms )
2. هل من الممكن دمك الخرسانه في ال forms
3. نوع السطح المراد الوصول اليه في نهاية عملية الترميم

**What to do about cracks**



المراجع

1-Evaluating fire damage to concrete structures after fires part1 and part 3 by WILLIAM G. HIME\*, WILLIAM H. KUENNING

2-master thesis: improving fire resistance of column by Eng. kahled Mohamed

3-BEHAVIOUR OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES IN FIREZHAOHUI HUANG 1, IAN W. BURGESS 2 and ROGER J. PLANK

4-Evaluation of fire endurance of concrete slabs Kodur, V.K.R.; Bisby, L

5-Behaviour of Reinforced Concrete Slab Subjected To Fire Mr. C Sangluaia 1, Mr. M K Haridharan2, Dr. C Natarajan3, Dr. A. Rajaraman4 1 M Tech Scholar, National Institute of Technology, Thiruchirappalli, India, 2PhD Scholar, National Institute of Technology, Thiruchirappalli, India, 3Professor, National Institute of Technology, Thiruchirappalli, India

.