مجلة ديالى
للعلوم
الهندسية

ISSN ١٩٩٩ - ٨٧١٦

المجلد السابع، العدد الثالث، صفحات البحث (١-١٨)، أيلول ٢٠١٤

تقييم سمك الطبقة التالفة لنماذج خرسانية مسلحة معرضة للحريق

صافي مهدي عليوي

مدرس مساعد / قسم الهندسة المدنية / كلية الهندسة / جامعة ديالى

(الاستلام:-٢٠١٣/٥/٩، القبول:-٢٠١٣/٨/٢٦)

الخلاصة

تقييم تاثير الحرق على سلوك نماذج سقوف خرسانية مسلحة بأبعاد (٥٠٠×٥٠٠×١٥٠) ملم ونماذج مكعبات بأبعاد (١٥٠×١٥٠× ١٥٠) ملم وفق تصميم خلطة خرسانية بمقاومة انضغاط ٤٠ ميكا باسكال. تم تعريضها إلى لهب النار المباشر من السطح الأسفل لثلاثة مستويات من الحرارة (٤٠٠،٥٠٠،٦٠٠) م° لمدة ساعة واحدة. بعد تبريد النماذج إلى درجة الحرارة الاعتيادية تم أجراء فحصين لا اتلافيين هما فحص الأمواج فوق الصوتية وفحص مطرقة شميدت المرتدة قبل وبعد الحرق. كما وتم تحديد عمق الطبقة التالفة لنماذج السقوف بعد الحرق.وقورنت النتائج مع نماذج المكعبات بعد تعرضها إلى نفس الظروف التي عرضت إليها نماذج السقوف الخرسانية المسلحة لغرض إيجاد التغيير في الوزن, مقاومة الانضغاط, سرعة الموجات و رقم الارتداد. واعتمادا على نتائج هذا البحث شهدت نتائج فحص الانضغاط انخفاضا بمقدار (٣٠%) في درجة حرارة ٤٠٠ مْ ،(٣٨%) في درجة حرارة ٥٠٠ مْ ،(٤٨%) في درجة حرارة ٦٠٠ مْ, وان مقدار الفقدان بالوزن ظهر (٠,٥٥-٠,٥)% ،(١,٢-١,٥)%،(١,٥-١,٧)% على التوالي لمستويات درجات الحرارة أعلاه, وان الانخفاض في سرعة الموجات فوق الصوتية كان بمقدار (٦٢-٦٨)%،(٧٦-٧٩)%،(٨٢-٨٣)% على التوالي لمستويات درجات الحرارة أعلاه, كذلك تبين انخفاض في رقم الارتداد وبمقدار (١٣)%, (٢٠)%, (٣٠)% على التوالي لمستويات درجات الحرارة أعلاه.

مفاتيح الكلمات: نماذج خرسانية، درجات الحرارة العالية، فحص الانضغاط، الفحوص اللااتلافية.

المقدمة:

تعتبرالخرسانة من المواد الإنشائية الغير قابلة للاحتراق ومقاومة لانتقال الحرارة كونها ذات توصيلية حرارية ضعيفة نسبياً على الرغم من فقدانها للمقاومة عند ارتفاع درجة الحرارة واحتمال تحطمها الا انها تعتبر واقياً جيداً لحديد التسليح حيث اعطت العديد من المدونات والمواصفات محددات لسمك الغطاء الخرساني لاعطاء مقاومة للحريق لأطول فترة ممكنة.

قام الباحث حمدي الديداموني وآخرون (١) بدراسة تأثير الإضافات البوزولانية على مقاومة الخرسانة لدرجات الحرارة العالية حتى ٨٠٠°م تم استخدام الاسمنت البورتلاندي العادي وخبث أفران الحديد المبرد مائياً وكسر الطوب (الحمرة) بعد طحنهما وخلطهما بالاسمنت البورتلاندي العادي ثم خلط عجائن الاسمنت وغمرها في الماء حتى ٢٨ يوم ثم

تعرضها لدرجات حرارة حتى ٨٠٠°م لمدة ثلاث ساعات وتركها تبرد في الفرن حتى درجة حرارة الغرفة أوضحت النتائج إن الاسمنتات المخلوطة مع الإضافات تقاوم الحريق وعلى العكس فإن الاسمنت البورتلاندي العادي قد تدهور عند ٨٠٠°م، كما توصل الباحثون إلى أن المخلوط من ٧٠% اسمنت بورتلاندي عادي و٢٠% خبث أفران الحديد و ١٠% كسر الطوب الطفلى أعطى أعلى مقاومة للحريق حتى ٨٠٠°م أي انه نسبياً يمكن أن يقاوم تدهور الخرسانة في المباني المعرضة للحريق. إن الخرسانة المعرضة لدرجات الحرارة العالية تعاني من فقدان في صفاتها الفيزياوية والكيمياوية والمعدنية وبشكل واضح. إن تعرض الخرسانة إلى الدرجات الحرارية العالية ينتج من تعرض الابنية للحريق أو تعرضها للحرارة العالية نتيجة لاستعمالها كمادة عازلة في بطانات الأفران والمراجل والمفاعلات.عندما تتعرض الخرسانة المسلحة لدرجات حرارة عالية (أثناء الحريق) تتعدى ٣٠٠°م فأنها تفقد مقاومتها للضغط بسرعة ويفقد حديد التسليح نصف مقاومته للشد عندما تصل درجة حرارته إلى ٥٠٠-٦٠٠°م.

نشر الباحث (Zoldener) (٢) عام (١٩٧١)، دراسة عن الخصائص الحرارية لخرسانة عالية المقاومة، حيث تم تثبيت عدد من العلاقات الرياضية لهذه الخصائص كدالة لدرجة الحرارة، درس خصائص التوصيلية الحرارية (Thermal Conductivity) والحرارة النوعية (Specific Heat) والتمدد الحراري (Thermal Expansion) وفقدان الوزن للخرسانة، تم اخذ أربع مزجات خرسانية، هي مزجة خرسانية اعتيادية حاوية على ركام سليلوزي وأخرى حاوية على ركام كاربوني (Carbnate Aggregate) ومزجة خرسانية مسلحة بالألياف الفولاذية وحاوية على ركام سليلوزي ومثلها أيضا لكن حاوية على ركام كاربوني، تمت دراسة تأثير درجات الحرارة ضمن المدى الحراري (١٠٠٠-٠) م°. ووجد ان نوع الركام يؤثر على الخصائص الحرارية للخرسانة عالية المقاومة، بينما وجود الألياف الفولاذية يؤثر بشكل محدد جداً على الخصائص الحرارية للخرسانة.

درست Essa (٣) في ١٩٩٩ تأثير الحريق بلهب النار على بعض الخواص الميكانيكية للخرسانة وهي مقاومة الانضغاط والكثافة. سرعة النبضات ورقم الارتداد اختبر أيضاً, النماذج سخنت إلى مستويي درجة حرارة.الأول ٥٠٠م° بإخضاع المكعبات لتوجيه لهب النار من مشعل غاز النفط والثاني ٨٠٠م°باستعمال الفرن. فترات التسخين ١و٢ ساعة للنماذج الخاضعة لـ ٥٠٠م° بينما تكون ١ساعة للنماذج المعرضة لـ٨٠٠م°. وقد وجد ان الانخفاض في مقاومة الانضغاط يتراوح بين (٢٣-٣١%) و ٣٩% في ٥٠٠م° عندما فترات الحريق تكون ١و٢ ساعة على التوالي. في درجة حرارة ٨٠٠c° وبفترة ١ ساعة الانخفاض يكون ٧٧% من المقاومة الأصلية وكذلك وجد ان الانخفاض في الكثافة يتراوح بين (١٠-١٤%) و (٢٢-٢٤%) في ٥٠٠م° للفترات ١ و٢ ساعة على التوالي. سرعة النبضات والضربات الارتدادية تنخفض في ٥٠٠م° إلى (١٦-٣٢%) و (٣٩-٥٠%) وحوالي (١١-١٢%) و (١٦-٢١%) للفترات ١و٢ ساعة على التوالي.وفي ٨٠٠ م° لمدة ساعة واحدة الانخفاض في سرعة النبضة (U.P.V) يكون ٥٠% بينما للضربات الارتدادية يكون حوالي ١٨,٥%.

فقد درس الباحث (Devenny) (٤) عام (١٩٨٠) تأثير الحرارة العالية على مقاومة الانضغاط للخرسانة المصنعة من ركام الطابوق كركام خشن، حيث استخدما نوعين من الطابوق مختلف المقاومة، الأول صلد والثاني مجوف سحق للحصول على ركام خشن، تمت دراسة ثلاث مجاميع من المزجات الخرسانية، المجموعة الأولى ضمن مزجات خرسانية متوسطة المقاومة والمجموعة الثانية مزجات عالية المقاومة أما المجموعة الثالثة فضمن مزجات خرسانية مقصودة الهواء اضيف إليها مضاف الهواء المقصود بنسبة (٥%)، كل مجموعة تضمنت ثلاث مزجات، المزجة الأولى استخدم فيها ركام الطابوق الصلد والمزجة الثانية استخدم فيها ركام الطابوق المجوف أما المزجة الثالثة ولغرض المقارنة استخدم فيها الركام الطبيعي، فحصت مقاومة الانضغاط باستخدام نماذج مكعبة بأبعاد mm(١٠٠×١٠٠×١٠٠) سخنت ضمن

مدى حراري تراوح بين (٨٠٠-٢٠٠) م° لمدة ساعتين وفحصت وهي ساخنة. أظهرت النتائج انخفاض المقاومة للمزجات جميعاً وبشكل كبير عند تعرضها لدرجات الحرارة الأعلى من (٤٠٠ م°) وبدت الشقوق واضحة على النماذج بدرجة الحرارة (٦٠٠ م°)، وهو المزجات المتكونة من ركام الطابوق أظهرت أداء أفضل من الخرسانة الاعتيادية عند درجات الحرارة العالية، كما ان إضافة الهواء المقصود لم يحسن من مقاومة المزجات عند درجات الحرارة العالية.

أجرى الباحث chung (٦) عام (١٩٨٥) دراسة على تأثير الحرارة العالية في الخصائص الميكانيكية للخرسانة والخصائص التي يمكن الحصول عليها من طرائق الفحص غير الاتلافية (Non-Destructive Methods) وقد استخدم الباحث فحص الموجات فوق الصوتية لمزجتين حاويتين على نسبتين من المواد البوزولانية (١٠ ,٣٠)% كما تم استخدام ركام حجر الكلس وركام سيليوزي، وقد تم التسخين إلى مستويات حرارية مختلفة (٧٥٠،٥٠٠،٣٠٠،١٠٠)م° لمدة ساعتين دون أي حمل مسلط في أثناء التسخين، بعد انتهاء العمر المقدّر ثلاث سنوات، وتم إجراء الفحوصات اللازمة، رأى الباحث ان الخصائص المتبقية للخرسانة تعتمد بشكل كبير على الركام ونوع المادة الرابطة.

قام Umran (٧) في (٢٠٠٢) بتحري تأثير لهب النار على الخواص الميكانيكية للخرسانة، النماذج أخضعت إلى لهب النار بثلاث مستويات من الحرارة (٧٠٠،٥٠٠،٤٠٠) م° مع أربع فترات (٢،١,٥،١،٠,٥) ساعة بدون أي أحمال إضافية أثناء التسخين. النماذج سُخّنت وبُردت تحت نفس النظام واختبرت بعد التعرض للهب في أعمار (٩٠،٦٠،٣٠) يوم، مقاومة الانضغاط لمكعبات (١٥٠) مم، مقاومة الانحناء لنماذج موشورية (٤٠٠×١٠٠×١٠٠) مم ومعامل المرونة الساكن لنماذج اسطوانية (٣٠٠×١٥٠) مم.سرعة النبضات (U.P.V) ورقم الارتداد اختبرت أيضاً. الباحث وجد بأن الانخفاض بمقاومة الانضغاط يتراوح ما بين ٧٠-٨٠% في ٤٠٠ م°، ٥٩-٧٨% في ٥٠٠م° و ٤٣-٦٢% في ٧٠٠م°، والانخفاض في مقاومة الانحناء كانت بحدود ٧١-٧٩%، ٤٢-٥٨% و ٢٢-٤١% في (٧٠٠و ٥٠٠ و ٤٠٠) م° على التوالي، والانخفاض في معامل المرونة يتراوح بين ٥٥-٧٥% في ٤٠٠م° ، ٣٤-٥١% في ٥٠٠م° و ١٦-٣٤% في٧٠٠م° ووجد ايضاً بأن اختبار سرعة الموجات فوق الصوتية (U.P.V) ورقم الارتداد اظهر مزيد من الانخفاض بعد الحرق للنماذج مقارنة مع نماذج السيطرة. ولاحظ أيضاً بأن تعرض النماذج لاكثر من ساعة واحدة كان له تأثير هام على مقاومة الانضغاط المتبقية.

قام Logothetis and Economou (٨) في سنة (١٩٨١) بتحريات حول تأثير درجات الحرارة العالية على خواص الخرسانة باستخدام طرق غير اتلافية مثل مطرقة الارتداد وسرعة النبضات. سلسلتين من النماذج الخرسانية المكعبة (٢٠×٢٠×٢٠) سم اختبرت السلسلة الأولى (A) تتألف من ٣٢ من نماذج المزج المختلف في ظروف معالجة مختلفة، هذه النماذج خضعت لدرجات حرارية مختلفة في الفرن (٨٠٠،٥٥٠،٤٠٠،٣٠٠،٢٠٠،١٠٠) م° لثلاث فترات (١،٢،٣) ساعة. السلسلة الثانية (B) تتألف من ٣٠ نموذج صنفت في ثلاثة مجاميع كل مجموعة تحتوي ١٠ نماذج هذه النماذج عُرضت إلى أربع درجات حرارة مختلفة في الفرن (٨٠٠،٥٠٠،٢٠٠،١٠٠) م° لفترة ٢ ساعة، لاحظوا بأن سرعة النبضات كان عندها نقصان ثابت بدرجة الحرارة المتزايدة ووجدوا أيضاً ان أبعاد الخلطة ووقت الحرق كان لها تأثير صغير على النتائج، ولاحظوا بأن مقاييس الارتداد أظهرت بأنه لا توجد تغيرات هامة في حدود ٦٠٠ م°.

نشر Chung and law (٩) عام (١٩٨٥) دراسة أخرى لتقييم ضرر النار على الخرسانة. النماذج موشورات خرسانية (٧٥٠×١٥٠×١٥٠) مم النماذج جففت في الهواء لمدة حوالي شهر تقريباً وسرعة النبض الأولية كانت مقاسة بطريقة الإرسال السطحيّة. الموشورات أحرقت بطبخات النفط الأبيض حيث وضعت تحته، اللهب كان المقصود لتحقيق شرط التسخين في نار فعلية، كثافة اللهب عُدِلت لرفع درجات حرارة النموذج بعدما وصلت درجة الحرارة درجة الحرق استمر الحرق لمدة قصيرة لضمان درجة حرارة سطحية ثابتة، بعد احتراق الموشورات الخرسانية سُمح لها ان تبرد بدرجة

حرارة الغرفة.بدرجة حرارة الحرق لمدى يتراوح ما بين (٦٠٠-٨٠٠) م° مع أقصى فترة (١٧٥دقيقة)، وجدوا بأن الانخفاض بسرعة النبضة كان ما بين ٣٣-٥٥% من القيمة الأولية.

طريقة العمل :

في هذا الجزء سوف يتم توضيح تفاصيل المواد المستخدمة في الخلطة الخرسانية وكذلك نوعية المواد المستخدمة في الخلط مثل وصف خواص الركام الخشن والناعم (Fine and coarse) والماء والاسمنت وكذلك عرض مواصفات الخلطة الخرسانية.كذلك يتضمن وصف صب مكعبات بقياس (١٥٠×١٥٠×١٥٠) ملم ويتضمن وصف عملية حرق النماذج (cube and Slab) والأدوات المستخدمة لهذا الغرض.

١- الخلطة المستخدمة في البحث

تم تصميم الخلطة الخرسانية على مقاومة ٤٠ ميكا باسكال هذه النسب هي للنماذج على شكل مكعبات بابعاد (١٥٠×١٥٠×١٥٠) ملم موضحة بالجدول رقم (١).

٢- مواصفات المواد المستخدمة في الخلطة:

٢-١ الركام الخشن: (الحصى)

ان المكونات الرئيسية للخرسانة هو الركام والذي يشكل حوالي (٧٥%) من الخرسانة وقد استخدم في هذا البحث نوع واحد من الركام الذي استخدم في خرسانة مشاريع جامعة ديالى، وهو الركام الخشن مقلع الصدور الذي يقع في محافظة ديالى في قضاء المقدادية.استعمل هذا الركام في أغلب مشاريع جامعة ديالى خاصة في الاونة الأخيرة وأن نتائج الفحص التي أجريت في مختبر ديالى على عينات من هذا الركام ومبينة في جدول (٢) حيث تم مقارنة نتائج الفحص مع حدود المواصفة القياسية البريطانية (رقم ٨) علماً قد تم غسل الركام قبل استعماله في المختبر واستخدم هذا النوع في الخلطات الخرسانية. الشكل (١) يبين التحليل المختبري لهذا النوع من الركام.فحص الركام الخشن لمقلع الصدور بموجب المواصفة البريطانية ٢٠٣-١٨٨١-BSI.

٢-٢ الركام الناعم (الرمل)

يتم تجهيز هذا النوع من الركام من مقلع الصدور الذي يقع شمال محافظة ديالى في قضاء المقدادية. استعمل هذا الركام في اغلب مشاريع جامعة ديالى ايضاً وخاصة في الفترة الأخيرة، ان نتائج الفحوصات المختبرية التي اجريت على عينات من هذا الركام كانت بموجب المواصفة البريطانية رقم (٨).الجدول رقم (٣) يوضح التحليل المنخلي لرمل مقلع الصدور والنسبة المئوية للمراد الناعمة والكبريتات والشكل(٢) يبين التحليل المنخلي لهذا النوع من الركام.

٢-٣ الاسمنت

هي المادة التي تمتلك خواص تماسكية وتلاصقية بوجود الماء وهذه الخواص تجعل الاسمنت قادر على ربط الاجزاء المعدنية مع بضعها البعض وتحوله إلى وحدة كاملة ومتراصة وقد تم اختيار اسمنت نوع (طاسلوجة) وهو سمنت بورتلاندي اعتيادي ذو النتائج في جدول رقم(٣).

٢-٤ ماء الخلط

إن الماء المستخدم لعمل الخلطات الخرسانية التجريبية هو الماء الصالح للشرب كما استخدم نفس الماء للمعالجة أيضا.

٣- تحضير نماذج الخلطات:

٣-١ كيفية تحضير العينات

١. الابعاد القياسية للقالب العادي المستخدم في الفحص هي (١٥٠×١٥٠×١٥٠) ملم.

أما الأبعاد للنماذج الأخرى التي على شكل شريحة من سقف (slab) هي (٥٠×٥٠×١٥) سم.

٢. القوالب مصنوعة من الحديد وذات تركيب يسمح برفع المكعب الخرساني بعد الصب دون حدوث أي ضرر فيه. ولقد تم تصنيع هذه القوالب في الاسواق المحلية وحسب المواصفات المطلوبة.

٣. اجزاء (زوايا) القالب متراصة مع بضها البعض وذلك لعدم تسرب الماء خلال عملية ملئ القالب ورصه.

٣-٢ عملية صب القوالب:

تملأ القوالب بالخرسانة بعد طلي القالب بطبقة من الزيت لمنع التصاق الخرسانة بالقالب عند رفعها.يتم صب الخرسانة في النموذج على شكل ثلاث طبقات كل طبقة (٥٠) ملم وترص كل طبقة بواسطة قضيب معدني بـ (٣٥ضربة) موزعة بشكل منتظم لكي لا يحدث انعزال بالخرسانة بعد ذلك يتم اضافة الثلث الثاني (٥٠ملم) وترص كما مبينة في الحالة الأولى وبعد ذلك اضافة الطبقة الثالثة بنفس الطريقة ثم تتم تسوية سطح القالب ومن ثم يترك القالب على ارض مستوية لمدة (٢٤) ساعة لأخذ العينات لإجراء عملية الانضاج عليها.أما لنماذج التي على شكل شريحة من سقف فلا تختلف عن النماذج (المكعبات) أعلاه عدا انها تكون مسلحة بحديد التسليح بمسافات مختلفة وتصب الخرسانة بثلاث مراحل وترص في كل مرحلة بـ ٧٥ضربة ويتم تسوية سطح القالب ويتم خزن النماذج لمدة ٢٤ساعة بالمختبر وتغطى بطبقة من النايلون لمنع تبخر الماء من سطح الخرسانة بعدها تؤخذ لإجراء عملية الانضاج.

٣-٣ طريقة معالجة المكعبات

تم في كل مرة صب ٦ مكعبات صغيرة حيث بعدها تم تعليم النماذج برموز واضحة ثم توضع النماذج في أحواض ماء لمدة ٧ أيام بعدها يتم اخراجها وإجراء عملية الفحص على النماذج بعمر (٧،٢٨) يوم.

٤- الفحوصات المختبرية

٤-١ فحص الموجات فوق الصوتية جهاز معروف باسم (V-Metrec Mark III)

تعتبر فحوصات الموجات الفوق صوتية من أهم الفحوص الغير اتلافية وقدمها من حيث يرجع استخدامها الأول إلى أواخر الثلاثينات على يد بعض العلماء مثل (Powers) و (Thomson) في هذه الطريقة يتم إحداث نبضات عبارة عن موجات فوق الصوتية لتسري خلال الجزء المختبر ويتم تعيين زمن انتقالها، حيث وجد ان سرعة النبضات خلال جسم صلب يعتمد على كثافة المادة المختبرة وخواص المرونة لها(٥).

طريقة إجراء الاختبار:

١. يتطلب إجراء هذا الاختبار كفاءة عالية.

٢. استخدام أجهزة لإنتاج نبضات مناسبة مع المارة.

٣. يتم ضبط الجهاز مع جزء المعيارة المرفق مع الجهاز قبل بدء الاختبار على العينة.

٤. يتم قياس المسافة التي تسيرها النبضات (path length) بدقة (أي طول السير).

٥. يوضع المرسل (Transmitter) والمستقبل (receiver) على العينة وأن يكون الاتصال تام بين سطحي المرسل والمستقبل وسطح العينة (يستخدم لهذا الغرض الشحم والجليسرين أو الصابون السائل).

٦. عند وضع المرسل والمستقبل على العينة يستمر هذا الوضع حتى تثبت القراءة وإذا تأرجحت النتائج بين القراءتين يؤخذ المتوسط.

٧. يكون الرقم معبراً عن الوقت لسريان النبضات خلال الجزء المختبر.

٨. تكون سرعة النبضات Km/Sec (V) كالآتي

$V=L/T$ ---------- [١]

L=Length طول المسار المقاس

T=Transit Time زمن انتقال الموجة

٩. يستخدم منحني المعيار الخاص لإيجاد مقاومة ضغط المكعب المكافئ وقد وضع هذا المنحني على أساس اختبار مجموعة كبيرة من العينات ذات المقاومة المختلفة وتم قياس سرعة النبضات في كل حالة. دقة النتائج تتراوح بين ٢٠% من القيمة الفعلية لمقاومة الضغط.

وضع المرسل والمستقبل:

توجد طريقتين لوضع المرسل والمستقبل:

١. في اتجاهين متضادين (قياس مباشر Direct Transmission).

٢. في الجوانب المجاورة (قياس نصف مباشرة Half-direct Transmission).

تستخدم الطريقة الأولى في حالة إمكانية وضع المرسل والمستقبل بهذا الوضع ويمثل أفضل وضع. أما الطريقة الثانية فيتم الانتقال على طول السطح وذلك في حالة إمكانية الوصول إلى سطح واحد فقط من العنصر المختبر وفي هذه الحالة تكون العملية اقل كفاءة من السابق لأن اكبر طاقة تتجه إلى داخل الخرسانة.طول المسار أقل دقة وجد أن السرعة في هذه الحالة اقل من الحالة المباشرة. لقد تم استعمال جهاز معروف باسم (V-Metrec Mark III) في قياس سرعة الموجات فوق الصوتية وبالطريقة المباشرة (أي وضع المرسل والمستقبل على وجهين متقابلين من أوجه النموذج المراد فحصه) والطريقة غير المباشرة (وضع المرسل والمستقبل على نفس السطح) حسب المواصفة البريطانية B.S. ١٨٨١.Part ١:١٩٧٠ حيث يتم اخراج النموذج المراد فحصه من حوض الماء ويتم تنظيف سطحه الخارجي بشكل جيد وقياس طول مسار الموجة بدقة ويثبت هذا الطول بالجهاز ويتم تزييت منطقة تلامس المرسل والمستقبل مع سطح النموذج بواسطة زيت التشحيم وذلك لغرض سد الفجوات الموجودة على سطح النموذج وقبل إجراء الفحص تتم معايرة للجهاز باستعمال اسطوانة معدنية صلدة خاصة لهذا الغرض.بعد ذلك يتم قياس سرعة الموجات فوق الصوتية ثم تترك النماذج في المختبر وذلك لغرض إجراء عملية الحرق عليها.

تاثير حديد التسليح

يفضل تفادي حديد التسليح إذا أمكن حيث ان له تأثير في زيادة سرعة النبضات (سرعة النبضات في الحديد ٥,٩كم/ث) هذا وتوجد حالتين لوضع حديد التسليح بالنسبة لخط سريان النبضات.

الحالة الأولى: ان يكون محور السيخ عمودياً على مسار النبضات وفي هذه الحالة تتأثر القراءات بقطم الاسياخ التي تعترض مسارها ويتم تطبيق معامل تصحيح يعتمد على قطر الاسياخ.

الحالة الثانية: عندما يكون محور السيخ موازي لخط السريان وفي هذه الحالة تخرج أول موجة و تتجه لتسير خلال السيخ في المنطقة الموجودة فيها وفي هذه الحالة يطبق معامل التصحيح(٥).

٤-٢ مطرقة شميت

تستخدم مطرقة شميت لتعيين رقم الارتداد حيث يعتمد عمل الجهاز على النظرية التي تنص على ان قوة ارتداد كتلة مرنة يعتمد على قوة السطح الذي تصطدم به ويستخدم رقم الارتداد هذا في الاسترشاد عن القيمة التقريبية لمقاومة الضغط للخرسانة (٥).

١-ينظف مكان اخذ الضربات بسطح ١٠×١٠سم بواسطة الحجر الموجود مع الجهاز.

٢-يتم دق ١٥ضربة في منتصف القطاع وبعيدا عن اماكن التسليح ويكون اتجاه الضربات عمودي على السطح وطبقا للمواصفة الامريكية ASTM C-٨٠ يؤخذ متوسط اكبر عدد من القراءات بحيث لا يزيد الفرق بين اصغرها واكبرها عن ٠،٧ وتستبعد القراءات التي لاتستوفي هذا الشرط.

٤-٣ حرق النماذج:

تم استخدام مصدر حراري (عبارة عن رأس مخروطي تتصل به انبوبة مطاطية ومن الجهة الأخرى للأنبوبة يوجد منظم يتصل بانبوبة غاز) في حرق النماذج وتمت عملية الحرق بوضع النموذج الذي على شكل سقف (Slab) على عدد من المكعبات بحيث تكون المكعبات في طرف السقف وتكون من ثلاث جهات ويتم ادخال المصدر الحراري من الجهة الرابعة إلى داخل التجويف المتكون وبهذا تسلط النار مباشرة على النماذج ويتم قياس درجة الحرارة التي يصل إليها النموذج باستخدام محرار ليزري (محّسسُ الليزر يقيس اشعاع الحرارة المبعوث ويقوم بعكسه ونقله إلى المحرار وبذلك يحسب قيمة درجة الحرارة التي وصل إليها الجسم).مدة الحرق ساعة بعدها تترك النماذج في المختبر لمدة ٢٤ ساعة لتبرد ثم يتم فحصها مرة ثانية باستخدام جهاز (V-Metrec Mark III) ومطرقة شميت ليتم تقييمها بعد الحرق.

٤-٤ اكتشاف الشروخ أو الفجوات:

تعتمد فكرة استخدام الجهاز في اكتشاف الشروخ والفجوات على حقيقة ان النبضات لا تسري في الفراغ فتسلك الموجة مساراً أطول وعليه تختلف السرعة، حيث ان زمن انتقال النبضات خلال الخرسانة يزيد نتيجة لوجود الشروخ ويمكن معرفة ذلك مقارنة بزمن الانتقال خلال الخرسانة السليمة للتعرف على خواص وطبيعة الشرخ والفجوات بدقة يمكن قياس عمق الشرخ تقريباً.

٤-٥ تحديد درجة تلف الخرسانة:

تستعمل الموجات في التعرف على درجة تلف الخرسانة من تأثير الحرق وعوامل كيميائية أو ميكانيكية وذلك بتحديد سرعة الموجات بالأجزاء السليمة من الجزء الإنشائي واعتبار ان سرعة انتقال الموجة خلال الطبقة التالفة مساوياً للصفر وتحسب عمق الطبقة التالفة من المعادلة:

$$d = \frac{x_0}{2}\sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}} \quad \text{---------- [٢]}$$

d= (mm) عمق الطبقة التالفة

$V_٢$ = سرعة الموجات خلال الخرسانة الجيدة

$V_١$=سرعة الموجات خلال الخرسانة الضعيفة

$x_.$=المسافة التي يحدث خلالها التغير في الميل والمترافقة مع سرعتين مختلفتين خلال الخرسانة

٥- مناقشة النتائج:

تم الحصول على النتائج المبينة في الجداول رقم (١٠،٩،٨،٧،٦،٥) بعد إجراء الفحوصات عليها وكذلك الرسوم والإشكال(٧،٦،٥،٤،٣) والقيام بتحليلها ومناقشتها.

٥-١ مقاومة الانضغاط

تعتبر مقاومة الانضغاط من أهم خصائص الخرسانة في حالتها المتصلبة وهي مؤشر مهم في تحديد نوعية الخرسانة عند تعرض الخرسانة إلى مستويات عالية من درجات الحرارة، يتأثر سلوكها بشكل عام ومن ابرز مظاهر هذا التأثر انخفاض مقاومة الانضغاط وتعتمد مقاومة الانضغاط المتبقية بعد تعرض الخرسانة إلى لهب النار المباشر على عوامل عديدة منها نسبة (w/c) ونسبة الركام ونوع الاسمنت ونوع الركام المستخدم والمقياس الأقصى للركام وحجم النموذج وشكله وظروف المعالجة مضاف إليه مقاومة الخرسانة ودرجة حرارة التسخين وفترة التسخين.

نتائج فحص مقاومة الانضغاط للنماذج الخرسانية المكعبة عند درجة حرارة المختبر (٢٣م°) وبعد تعرضها إلى لهب النار المباشر ولمستويات الحرارة العالية (٤٠٠، ٥٠٠، ٦٠٠)م° موضحة في الشكل (٣). يبين وكما متوقع ان هناك انخفاض في مقاومة انضغاط الخرسانة بعد التعرض للحريق وبمقدار (٣٠%) في درجة حرارة ٤٠٠ م°، (٣٨%) في درجة حرارة ٥٠٠م°، (٤٨%) في درجة حرارة ٦٠٠ م°.

ان الفقدان الحاصل في مقاومة الانضغاط وبنسب مختلفة يعود إلى سلسلة معقدة من الظواهر الكيمياوية و الفيزياوية التي تحدث داخل الخرسانة واختلاف قيم معامل التمدد الحراري بين عجينة الاسمنت والركام يؤدي إلى حدوث اجهادات على سطح التماس بينهما والتي تعتبر منطقة حرجة وتؤثر بشكل واضح على أداء الخرسانة عند تعرضها لدرجات الحرارة العالية حيث تعمل هذه الاجهادات على تمزيق قوى الربط وإضعاف المقاومة، في الوقت نفسه يحدث فقدان للرطوبة وتوليد متصاعد لضغط البخار الداخلي ترافقه تغيرات كيمياوية لعجينة الاسمنت اهمها تحول هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_٢$ الذي يعتبر من المركبات الرئيسية لعجينة الاسمنت إلى اوكسيد الكالسيوم (CaO) عند درجات الحرارة المتراوحة بين (٤٥٠-٤٠٠) م° حيث يحدث انكماش للعجينة فتتولد اجهادات شد عالية وتتقلص بدرجة اكبر من الركام مولدة اجهادات انضغاط في الركام مما يؤدي إلى ضعف في قوى الربط ,من جهة أخرى فإن تبريد الخرسانة المسخنة

لتصل درجة حرارتها إلى درجة حرارة المحيط يساهم في خفض مقاومة الخرسانة ايضاً وذلك بسبب اختلاف سرعة التبريد بين سطح النموذج الخرساني وداخله الأمر الذي يسبب نمو الشقوق المتولدة مسبقاً واتساعها.

٥-٢ تأثير الحرارة العالية على الوزن

وزن النماذج قبل و بعد التعرض للحريق تم تحديده وفق الالية المشار اليها في البرنامج العملي. و تم احتساب الفقدان في الوزن بتأثير الحريق للنماذج الخرسانية (١٥٠×١٥٠×١٥٠) مم ثم بعد تعرضها للحرارة العالية من خلال المعادلة رقم (٣):

$$\%\text{الفقدان بالوزن} = \frac{\text{وزن النموذج قبل الحريق} - \text{وزن النموذج بعد الحريق}}{\text{وزن النموذج قبل الحريق}} \times ١٠٠\% \quad \text{----------(٣)}$$

الخرسانة مادة مسامية تحتوي على مسامات دقيقة و مرتبطة او غير مرتبطة مختلفة الاحجام و الاشكال و يطلق على الماء المتواجد في الفراغات و المسامات الشعرية الكبيرة بالماء الحر، فيما الماء الرابط في عجينة الاسمنت المتصلبة فيطلق عليه بماء الربط او ماء التميؤ و يعتبر بحالة ثابتة جدا و يمكن ان يزال عند درجات الحرارة المتجاوزة (١٠٠٠) م°و بين هاتين الحالتين يتواجد الماء في المسامات الدقيقة فبتسخين الخرسانة المتصلبة يتسبب في فقدان الوزن الذي يزداد بأرتفاع الحرارة .

إن النماذج المعرضة للحريق بدرجة حرارة حوالي ٤٠٠م° كان مقدار الفقدان بالوزن (٠,٥-٠,٥٥)% اما النماذج المعرضة للحريق بدرجة حرارة ٥٠٠م° كان يتراوح (١,٢-١,٥) % وذلك لفقدان بالوزن وذلك لفقدان الماء من سليكات الكالسيوم كما أظهرت النتائج ان النماذج المعرضة لدرجة حرارة ٦٠٠م° كان الفقدان بالوزن (١,٥ -١,٧)% وذلك لفقدان الماء من المسامات الشعرية ومن عجينة السمنت وكذلك ماء الجبس وهذه النسبة بالفقدان واطئة جداً وذلك لان فترة تعرض النماذج للحريق كانت قليلة.

هذه النتائج المستحصلة من البحث كانت واطئة عند مقارنتها مع النتائج من البحوث السابقة والمعرضة للحرق بالفرن وذلك لان التعرض إلى لهب النار يكون سطحي مقارنة مع الحرق بالفرن (حرق متجانس) كما مبين في جدول رقم (٥) وشكل رقم (٣).

٥- ٣ تأثير الحريق على الفحوصات اللاتلافية

٥-٣-١ فحص الموجات فوق الصوتية

هذه التقنية واسعة الاستعمال في تقييم مدى تجانس الخرسانة وان سرعة الموجات فوق الصوتية للنماذج الخرسانيه المعدة في هذا البحث موضحة في الجدول (٦) قبل الحرق وفي الجدول(٧) بعد الحرق وشكل (٤). ان مقدار الانخفاض في سرعة الموجات فوق الصوتية وللنماذج الخرسانية المعرضة الى لهب النار بدرجة حرارة حوالي ٤٠٠م^0 كان بمقدار (٦٨-٦٢)% للجهة المعرضة للهب النار المباشر و(٣٥-٣١) %للجهة الثانية . اما بدرجة حرارة ٥٠٠م^0 كان الانخفاض في السرعة بمقدار(٧٩-٧٦)% للجهة السفلى المعرضة بصورة مباشرة للحريق و(٥٤-٥٠)% للجانب المقابل لها وفي درجة حرارة ٦٠٠م^0 كان الانخفاض في السرعة هو بمقدار (٨٣-٨٢)% للجهة السفلى و(٥٩-٥٨) % للجهة المقابلة لها وان مقدار الانخفاض في سرعة الموجات فوق الصوتية والمستحصلة من البحث تتوافق مع نتائج البحوث السابقة (٨،٦) مع زيادة قليلة في مقدار الانخفاض.

٥-٣-٢ فحص مطرقة شميت:

تستخدم مطرقه شميدت لتعيين رقم الارتداد rebound number حيث يعتمد عمل الجهاز على النظريه التي تنص على ان قوة ارتداد كتله مرنه يعتمد على قوة السطح الذي تصدم به ويستخدم رقم الارتداد في الاسترشاد عن القيمه التقريبيه لمقاومة الضغط للخرسانه . ان نتائج فحص النماذج قبل وبعد التعرض للحريق موضحه في الجدول (٨) وكان مقدار الانخفاض في رقم الارتداد هو (١٣%) للنموذج المعرض الى ٤٠٠م^0 و٢٠% للنموذج المعرض الى ٥٠٠م^0 و٣٠% للنموذج المعرض الى ٦٠٠°م و هذه النتائج متوافقة مع نتائج البحوث السابقة (٣،٩) .

٥-٤ تحديد سمك الطبقة التالفة:

للتعرف على درجة تلف الخرسانة الناتج من تاثير الحريق او غيرها من العوامل عندئذ يمكن تحديد هذه المناطق وتخمين سمك الطبقة السطحية للخرسانة بالاستعانة بقياسات سرع الموجات فوق الصوتية وينبغي وضع المرسل والمستلم عند مواقع متعددة وتسجيل الازمان المستحصلة ثم رسم العلاقة بين الزمن المستحصل وبين المسافة ويعتمد على المستقيم الذي يعطي افضل ارتباط وهكذا كلما تكون المسافة اقصر بين المجسات ستكون الموجة اكتر انتقالا عبر السطح ثم بعد مسافة معينة ستكون الموجات المنتقلة خلال الخرسانة قد مرت خلال الطبقة السفلى للخرسانة حتى تصل الى الطبقة السفلى للخرسانة حتى تصل الى الطبقة الاجود نوعية بحيث يكون الميل المستحصل مختلفا عن الميل الاولي.

فاذا فرضنا (x_o)هي المسافة التي يحدث خلالها التغيير في الميلان والمترافقة مع سرعتين مختلفتين للموجات خلال الخرسانة ولنفرض ان السرعة خلال الخرسانة الضعيفة ٧١ والسرعة خلال الخرسانة الجيدة ٧٢ عندئذ يمكن تحديد سمك الطبقة التالفة من المعادلة (٢).

وقد تم تحديد سمك الطبقة التالفة للنماذج الخرسانية المستخدمة في البحث وكانت النتائج موضحة في الشكل (٥) وكان سمك الطبقة التالفة ٢,٦ سم اما في الشكل (٦) كان سمك الطبقة التالفة ٣,٣ سم اما في الشكل (٧) كان سمك الطبقة التالفة ٤,٥ سم.

٥-٥ استخدام المعادلة المشتركة بين رقم الارتداد و سرعة الموجات فوق الصوتية في تخمين مقاومة الانضغاط للنماذج قبل و بعد الحرق [٥] :

المعادلة المستخدمة لايجاد مقاومة الانضغاط:

C=٠,٩٣ R^٠,٦٣ EXP (٠,٣١U) ---------- [٣]

R: رقم الارتداد

C:(MPA) مقاومة الانضغاط

U: (SEC/KM) سرعة الموجات

٦- الاستنتاجات:

١- تقل مقاومة الانضغاط عند تعرض الخرسانة الى لهب النار وبمقدار (٣٠%) للنماذج المعرضة للهب نار بمقدار (٤٠٠ م°)،وبمقدار (٣٨%) للنماذج المعرضة الى (٥٠٠م°) ،وبمقدار (٤٨%) للنماذج المعرضة الى (٦٠٠ م°).
٢- يزداد الفقدان في وزن النماذج مع ارتفاع درجة الحرارة.

٣. تقل سرعة الموجات فوق الصوتية بمقدار (٦٨-٦٢%) للنماذج المعرضة الى (٤٠٠ م°) وبمقدار (٧٦-٧٩%) للنماذج المعرضة الى (٥٠٠ م°) وبمقدار (٨٣-٨٢%) للنماذج المعرضة الى (٦٠٠ م°).

٤. نتائج فحص مطرقة شميدت اظهرت انخفاض في رقم الارتداد بمقدار (١٣%) للنماذج الخرسانية المعرضة الى (٤٠٠ م°) وبمقدار (٢٠%) للنماذج المعرضة الى (٥٠٠ م°) وبمقدار (٢٦%) للنماذج المعرضة الى (٦٠٠ م°).

٥. سمك الطبقة التالفة عند تعرض النماذج الى لهب نار كانت (٢,٦ سم) بدرجة حرارة (٤٠٠ م°) و (٣,٣ سم) بدرجة حرارة (٥٠٠ م°) و (٤,٥ سم) بدرجة حرارة(٦٠٠ م°).

٧- المصادر :

١- حمدي الديداموني، محمد هيكل "تاثير الاضافات (البوزولانية) على مقاومة الخرسانة لدرجات الحرارة العالية".

٢. Zoldener, N.G (١٩٧١) "thermal properties of concrete".

٣. Essa M.S. (١٩٩٩) "effect of burning by fire flame on properties of concrete"

٤. Devenny (١٩٨٠) "the effect of temperature on the compressive strength of concrete"

٥- الفحوص الغير اتلافية للخرسانة –دائرة البحوث والشوون الفنية "د.مفيد عبد الوهاب ,د.لامع عبد المجيد ,م.يوسف كلو و م .فريال داود" مجلة البناء الحضاري العدد ٢ السنة الاولى كانون الاول ١٩٧٧.

٦. Chung h. w (١٩٨٥)"Ultrasonic testing of concrete after exposing to high temperature".

٧. Umran, m. k (٢٠٠٢)"fire flame exposure effect on some mechanical properties of concrete".

٨. Logothetis, L. and Economou, chr, (١٩٨١)"The influence of high temperature on calibration of non-destructive testing of concrete".

٩. Chung. H. W. and- Law, K .S. "Assessing fire damage of concrete by ultrasonic pulse technique".

١٠- ASTM C٢١٥- ٢٠٠٢,Standard Test Method for Fundamental Transfer, Longitudinal and Tensional Resonant Frequency of concrete Specimens Annual Book of ASTM Standard vol. ٤,٢, ٢٠٠٢, pp. ١-٧.

جدول (١): يبين الخلطة التصميمية.

Cement kg/m^3	W/C ratio	Coarse agg, kg/m^3	Fine agg. kg/m^3	Water kg/m^3
٤٥٧	٠,٤٢	٩٥٠	٦٦٢,٦٥	١٩١,٩٤

جدول (٢): يبين تدرج الركام الخشن.

نوع الفحص الركام الخشن	النتائج	حدود المواصفة البريطانية BSI ١٨٨١-٢٠٣
حجم المنخل mm	المارة%	المارة %
٣٧,٥	١٠٠	١٠٠
٢٠	٩٠	٩٠-١٠٠
١٤	٤٥	٤٠-٨٠
١٠	٣٥	٣٠-٦٠
٥	٣	٠-١٠
فحص الكبريتيات SO_4	صفر	لا يزيد عن ٠,١%

جدول (٣): يبين تدرج الركام الناعم.

التدرج	النتائج	حدود المواصفة البريطانية BSI١٨٨١- ٢٠٣
مقياس المنخل (ملم)	المارة%	المارة%
١٠	١٠٠	١٠٠
٤,٧٥	٩٠	٨٩-١٠٠
٢,٣٦	٦٤	٦٥-١٠٠
١,١٨	٥٧	٤٥-١٠٠
٠,٦	٥٢	٢٥-٨٠
٠,٣	٣٠	٥-٤٨
٠,١٥	٨	٠-١٥

جدول (٤): يبين نتائج فحص الاسمنت.

الفحوصات الفيزيائية	النتائج
النعومة Kg/m^2	٣٣٠
وقت التماسك الابتدائي (دقيقة: ساعة)	٣:٠٥
وقت التماسك النهائي (دقيقة: ساعة)	٥:٠٥
السلامة (الثبات) بطريقة المحمم (%)	٠,٠٣
الفحوصات الكيميائية	النتائج
(%)CaO	٦٠,٥٠

SiO_2 (%)	٢١,٣٥
Al_2O_3 (%)	٥,٦٣
Fe_2O_3 (%)	٣
معامل الاشباع الجيري	٠,٨٦
%MgO	٢
محتوى SO_3 (%)	٢,٢٧
الفقدان بالحرق (%)	٣,٩
المواد الغير قابلة للذوبان (%)	١,٢٦
C_3A (%)	١٠,١٢
C_3S (%)	–
C_2S (%)	–
C_4AF	–
Fe_2O_3–Al_2O_3	–
تحمل الضغط	النتائج
بعمر (٣) أيام	١٨,٩
بعمر (٧) أيام	٢٤,٩

جدول (٥): يبين الفقدان في الوزن للنماذج المكعبة المعدة في هذا البحث تحت تأثير الحرارة العالية.

درجة حرارة الحريق (م°)	رقم النموذج	الوزن قبل التعرض للحريق (كغم)	الوزن بعد التعرض للحريق (كغم)
٤٠٠	١	٨,٠٤٤	٨,٠٠٣
	٢	٨,٠٦٢	٨,٠١٧
	٣	٨,٠٥٦	٨,٠١٣
٥٠٠	٤	٧,٨٨٤	٧,٨٠٥
	٥	٧,٨٣٥	٧,٦٩٦
	٦	٧,٧٩٠	٧,٦٩٦
٦٠٠	٧	٧,٩٥٠	٧,٨٣٠
	٨	٧,٩٩٠	٧,٨٥٤
	٩	٧,٩٠	٧,٧٧٣

جدول (٦): يبين سرعة الموجات فوق الصوتية قبل الحرق (m/sec).

رقم النموذج			١	٢	٣
فحص مباشر	عمودي على التسليح		٤٥١١	٤٥٧٠	٤٣٣٣
	موازي إلى التسليح		٤٥٧٦	٤٦٢٥	٤٥٦٥
فحص غير مباشر	الجهة السفلى	عمودي على التسليح	٣٩٠٤	٤٢٠١	٣٨٠٧
		متوازي إلى التسليح	٤٠٢٧	٤٠٣١	٣٩٥٣
فحص غير مباشر	الجهة العليا للنموذج	عمودي على التسليح	٣٨٩٠	٣٩٦٤	٣٨٠٠
		موازي إلى التسليح	٣٧٧٠	٣٧٢٢	٣٨٢٢

جدول (٧): سرعة الموجات فوق الصوتية بعد عملية الحرق(ces/m).

رقم النموذج			١	٢	٣
درجة الحرارة (م°)			٤٠٠	٥٠٠	٦٠٠
فحص مباشر	عمودي على التسليح		٢٢٠٢	١٦٨٩	١٦٠٢
	موازي إلى التسليح		٢١٩٩	١٨٢٠	١٠٤٤
فحص غير مباشر	الجهة السفلى	عمودي على التسليح	١٤٩٢	١٠٢٤	٦٣٨,٨
		متوازي إلى التسليح	١٢٩١	٨٣٦	٧١٢
فحص غير مباشر	الجهة العليا للنموذج	عمودي على التسليح	٢٥٢٨	١٨٤١	١٥٥٠
		موازي إلى التسليح	٢٦٠٠	١٨٦٠	١٦٠٠

جدول رقم (٨): يبين رقم الارتداد قبل وبعد الحرق.

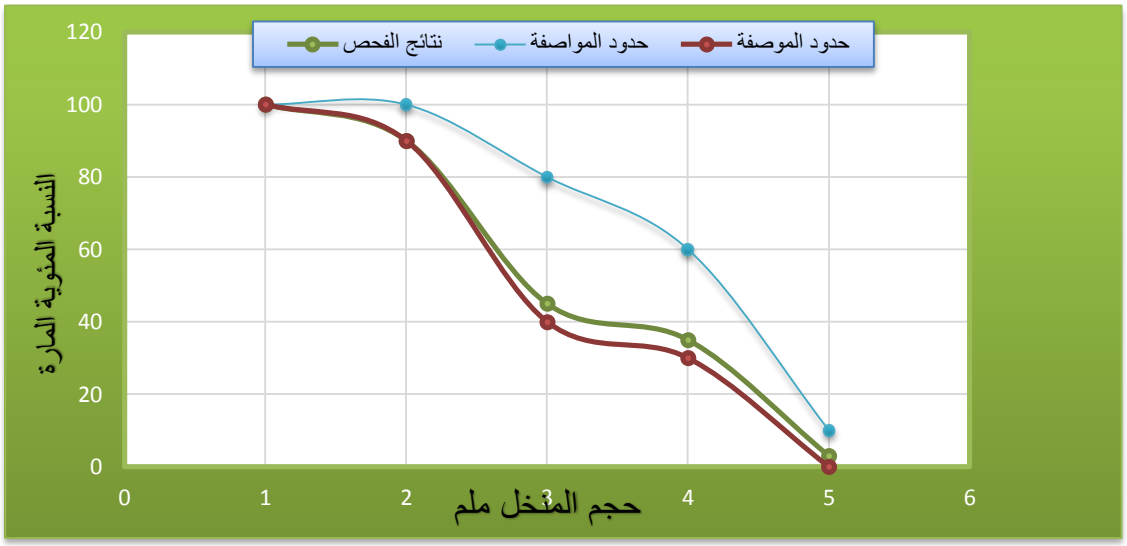
رقم النموذج	رقم الارتداد قبل الحرق	رقم الارتداد بعد الحرق
نموذج (١) تعرض إلى ٤٠٠م°	٣٨	٣٣
نموذج (٢) تعرض إلى ٥٠٠م°	٤٠	٣٢
نموذج (٣) تعرض إلى ٦٠٠م°	٤٤	٣١

جدول رقم (٩): يبين مقاومة الانضغاط باستخدام رقم الارتداد.

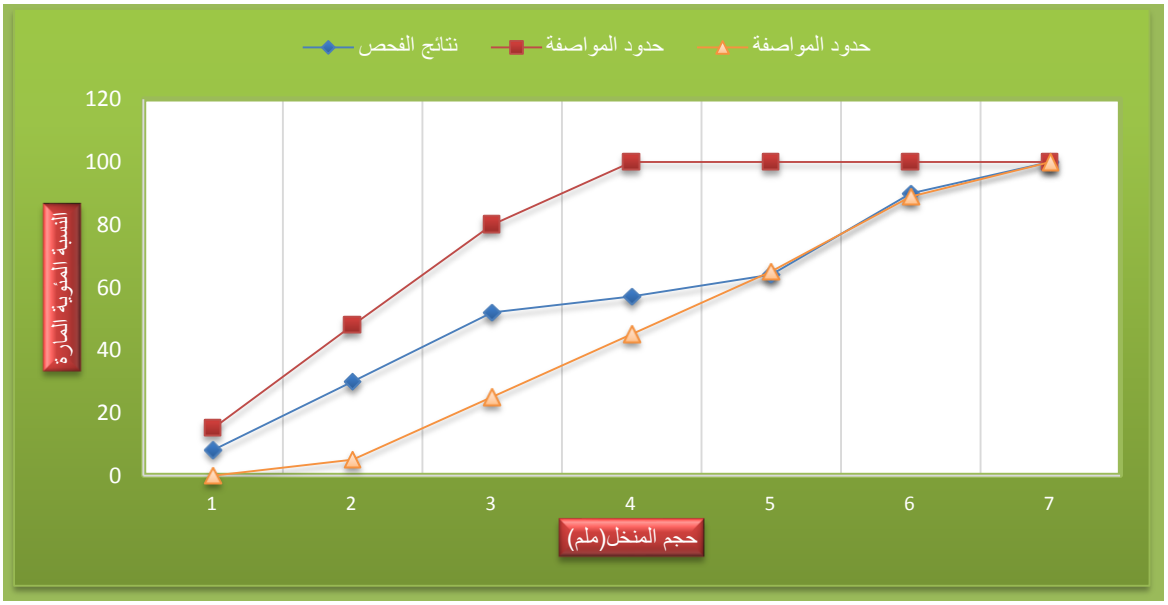
رقم النموذج	مقاومة الانضغاط قبل الحرق	مقاومة الانضغاط بعد الحرق
نموذج (١) تعرض الى ٤٠٠م°	٤٣,٥	٣٧,٢
نموذج (٢) تعرض الى ٥٠٠م°	٤٦	٣٥,٢
نموذج (٣) تعرض الى ٦٠٠م°	٥١,٥	٣٤,٦

جدول (١٠): تخمين مقاومة الانضغاط قبل و بعد الحرق باستخدام رقم الارتداد و سرعة الموجات فوق الصوتية.

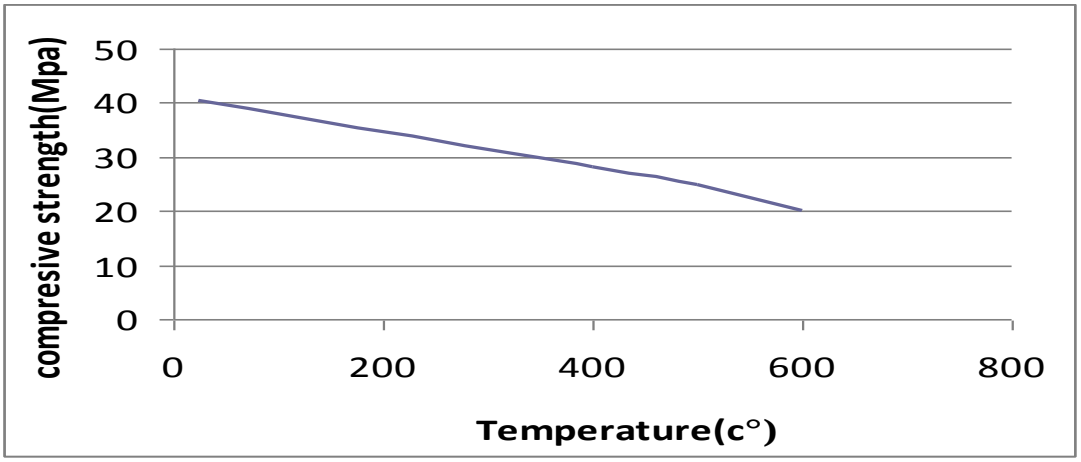
رقم النموذج	مقاومة الانضغاط قبل الحرق	مقاومة الانضغاط بعد الحرق
١	٣٠,٨	١٣,٣
٢	٣٤,٨	١١,٣٣
٣	٣٢,٨	٩,٨٦



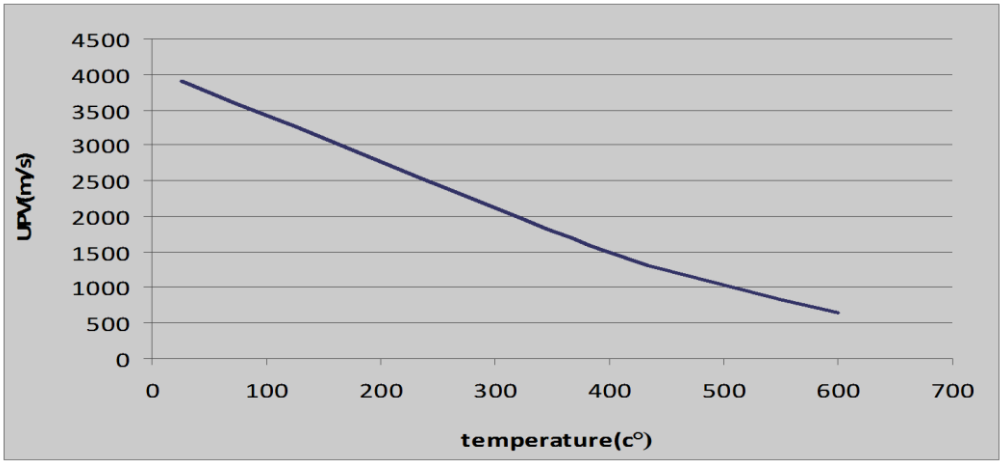
شكل(١): التحليل المختبري للركام الخشن مقلع المقدادية.



شكل (٢): يبين التحليل المنخلي للركام الناعم.

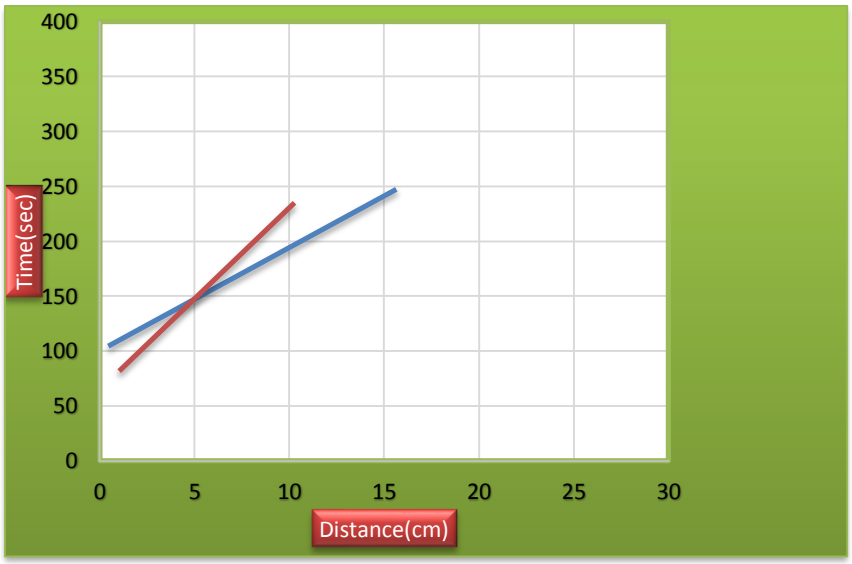


الشكل (٣): مقاومة الانضغاط تحت تأثير درجات الحرارة العالية.

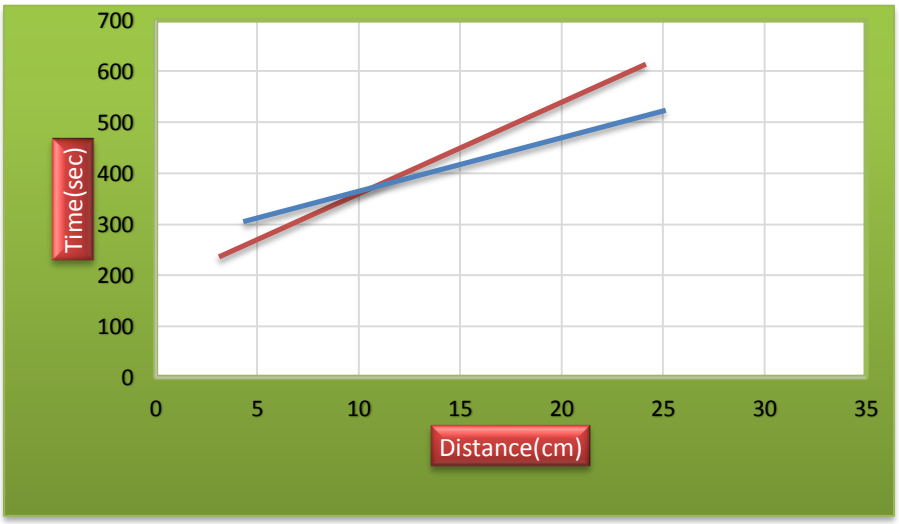


الشكل (٤): تأثير الحريق على سرعة الموجات فوق الصوتية.

الشكل(٥): استخدام الطريقة السطحية للسرعات فوق الصوتية لتحديد سمك الطبقة التالفة لنموذج معرض الى ٤٠٠ م°



الشكل(٦): استخدام الطريقة السطحية للسرعات فوق الصوتية لتحديد سمك الطبقة التالفة لنموذج معرض الى (٥٠٠°م)



الشكل(٧): استخدام الطريقة السطحية للسرعات فوق الصوتية لتحديد سمك الطبقة التالفة لنموذج معرض الى (٦٠٠ م°).

EVALUATE THE DEPTH OF DESTROYED LAYER FOR REINFORCEMENT CONCRETE SAMPLES EXPOSED TO FIRE

Safie M. oleiwi

College of engineering / Diyala University

Abstract: The behavior of reinforcement concrete slab dimension (٥٠٠x٥٠٠x١٥٠) mm and the cubes dimension (١٥٠ x ١٥٠ x ١٥٠)mm samples are evaluated to the effect of fire according to the mix design concrete ٤٠ Mpa compressive strength. The samples are exposited to the direct flame fire from down surface for three level of temperature degree (٤٠٠،٥٠٠ and ٦٠٠) C° for one hour. After the samples are cooled to the normal degree of temperature, two non-distractive test are carried out: pulse velocity and shmidt hammer before and after the fire. Also the destroy layer depth is measured for the slab samples after the fire so the samples of cubes are prepared and tested after burning at the same circumstance which appear to slab reinforcement samples are purposed to found the change of the weight ,the compressive strength, pulse velocity and the number of rebound. The results indicate to (٣٠٪) reducing in compressive strength at level of temperature degree ٤٠٠ C°, and (٣٨٪) reducing in compressive strength at level of temperature degree ٥٠٠ C°, (٤٨٪) reducing in compressive strength at level of temperature degree ٦٠٠ C°. The weight loss appear (٠,٥-٠,٥٥) %, (١,٢-١,٥) %, and (١,٥-١,٧) % for three level of temperature degree (٤٠٠, ٥٠٠ and ٦٠٠) C°. Also, the atrsonic pulse velocity is decreased (٦٢-٦٨) %, (٧٦-٧٩) %, and (٨٢-٨٣) % for three level of temperature degree (٤٠٠،٥٠٠ and ٦٠٠) C°.

Keyword: concrete samples, degree of high temperature, compressive strength test, non-distractive test.