

الفصل الثالث

البرنامج العملي

٣-١- مقدمة

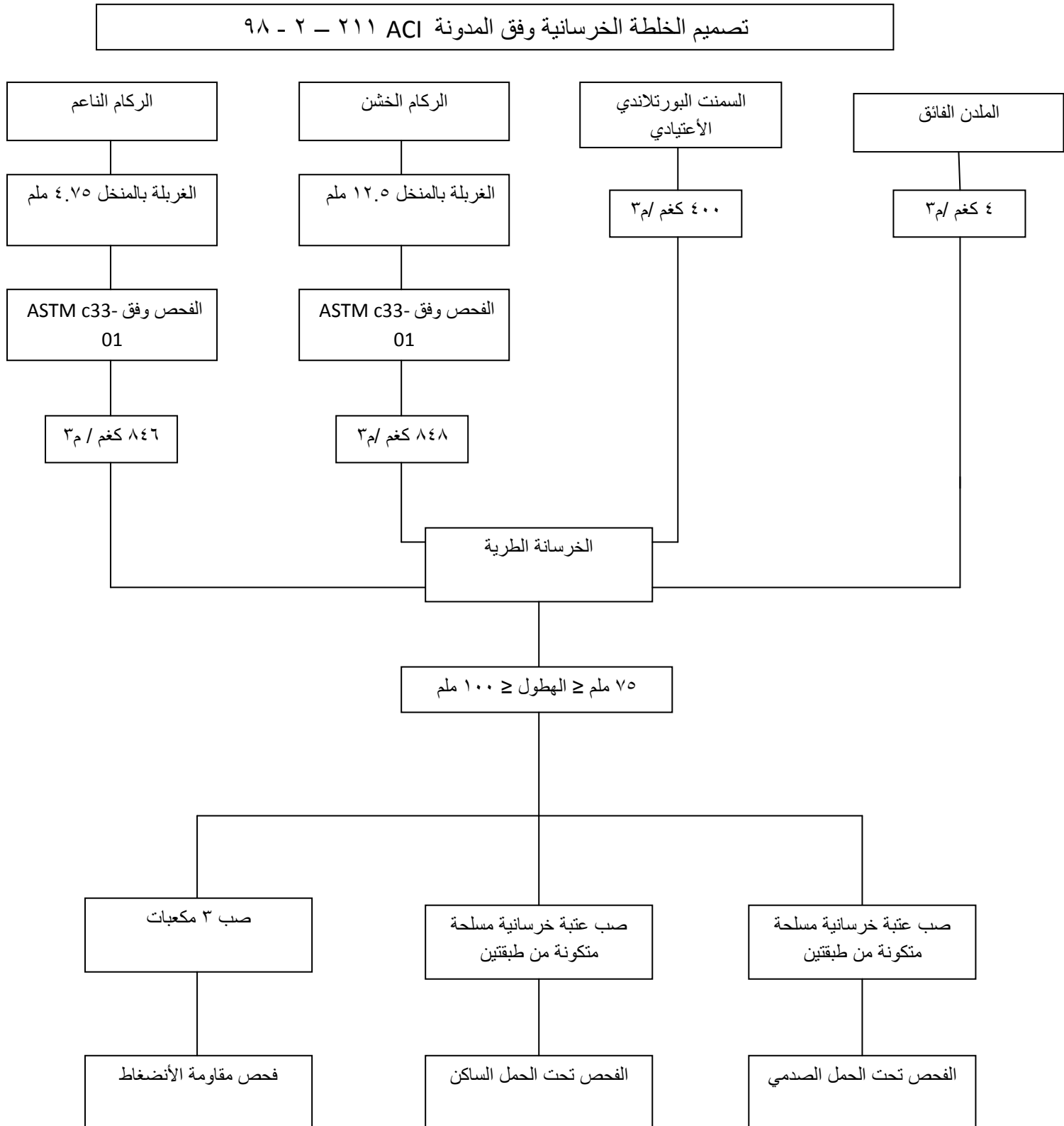
هذا الفصل يصف جميع الأعمال المختبرية المتبعة لفحص العتبات البالغ عددها (٤٣) عتبة . منها (٧) عتبات مصبوبة بشكل كامل وسميت بالعتبات المرجعية. أما العتبات الباقية فتم صبها على مرحلتين حيث يحتوي على مفصل إنشائي في المنتصف.

تم فحص العتبات تحت تأثير الحمل الساكن على فضاء صافي مقداره (٨,٠)م وعلى مساند بسيطة وتم تسليط الحمل في منتصف الفضاء وتم زيادة الحمل تدريجياً لغاية حدوث الفشل.

أما في حالة الحمل الصدمي فقد تم فحص العتبات أيضاً على فضاء صافي مقداره (٨,٠)م وسلط الحمل الصدمي في منتصف الفضاء متمثلاً بالحمل الساقط ومراقبة حالة العتبة مع تقدم الضربات حتى يحدث الفشل.

جميع الفحوصات التي أجريت في هذا الدراسة تم توضيحها بالمخطط المبين في الشكل

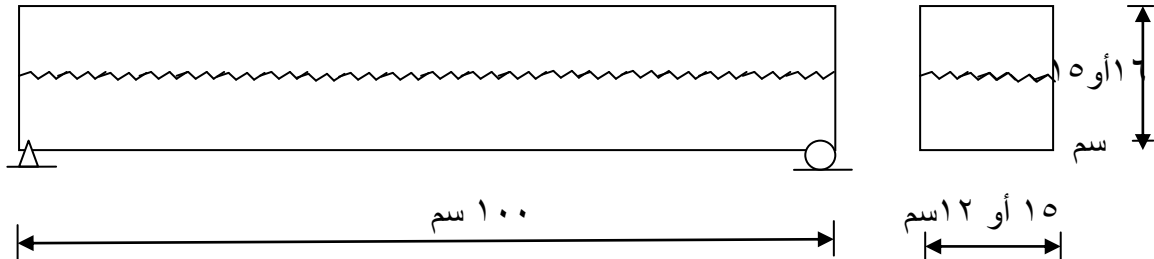
(٣-١).



شكل (١-٣) مخطط يوضح البرنامج العملي

٢-٣- أبعاد العتبة

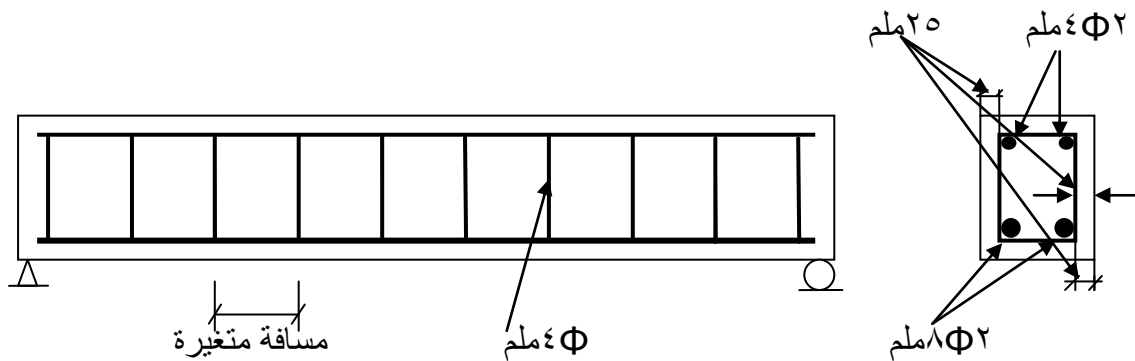
أبعاد العتبة النموذجية التي تمثل بقية العتبات المعتمدة لأغراض الدراسة الحالية كانت كما هو موضح في شكل (٢-٣).



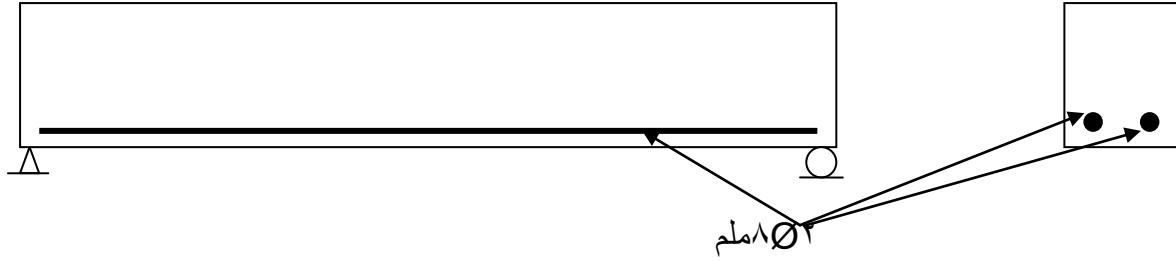
شكل (٢-٣) أبعاد عتبة نموذجية تمثل العتبات التي تم اعتمادها لأغراض الدراسة الحالية

٣-٣- تفاصيل التسليح

تم صب عدة عتبات بدون أطواق وأخرى مع أطواق بمسافات بينية مختلفة، يتكون التسليح الرئيسي السفلي من قضيب حديد تسليح بقطر (٨) ملم أما التسليح العلوي فيتكون من قضيب تسليح قطر كل منهما (٤) ملم وكذلك الأطواق حيث كانت من قضبان حديدية كل منهم بقطر (٤) ملم، تم استخدام غطاء صافي (clear cover) مقداره ٢,٥ سم للأعلى والأسفل والجانبين . كما تم تصنيع قواعد من حديد قطر (٤) ملم لحمل حديد التسليح لأجل إعطاء الغطاء الكافي أسفل العتبة و لأجل حمل القضيبين السائبين في حالة العتبات الغير حاوية على الأطواق، لذلك صنعت هذه القواعد بأرتفاع ٢.٥ سم مساو إلى الغطاء الصافي وطولها مساو إلى عرض العتبة. تفاصيل التسليح موضح بالشكل (١-٣-٣) و (٣-٣-ب).



شكل (١-٣-٣) تفاصيل التسليح للعتبات الحاوية على الأطواق



شكل (٣-٣-ب) تفاصيل التسليح للعتبات الغير حاوية على الأطواق

٣-٤- متغيرات البحث

في هذه الدراسة أخذ المتغيرات الآتية :

- ١- المسافة بين الأطواق : استخدمت أربعة مسافات بين الأطواق وهي (١٢,٥ سم، ١٨,٧٥ سم ٢٥ سم ، ٣٧,٥ سم) كما تم صب عتبات من غير أطواق.
- ٢- وجود المادة اللاصقة : أضيفت المادة اللاصقة (epoxy) إلى المفصل الإنشائي لمجموعة من العتبات ولم تضاف إلى مجموعة أخرى.
- ٣- أبعاد المقطع العرضي : استخدم في هذه الدراسة مقطعين عرضيين مختلفين للعتبات وهو (١٦×١٢) سم و (١٥×١٥) سم.

٣-٥- تصنيف العتبات

تم تقسيم العتبات إلى أربعة مجاميع :

- المجموعة الأولى : تضمنت (٦) عتبات بأبعاد (١٥×١٥×١,٥) م والمصبوبة على شكل طبقتين (حاوية على المفصل الإنشائي) وتم فحصها تحت تأثير الحمل الساكن.
- المجموعة الثانية : تضمنت (٦) عتبات بأبعاد (١٥×١٥×١,٥) م والمصبوبة على شكل طبقتين (حاوية على المفصل الإنشائي) وتم فحصها تحت تأثير الحمل الصدمي.
- المجموعة الثالثة : تضمنت (٢٤) عتبات بأبعاد (١٢×١٦×١,٥) م والمصبوبة على شكل طبقتين (حاوية على المفصل الإنشائي) وتم فحصها تحت تأثير الحمل الصدمي، مع ملاحظة أن

كل ثلاثة عتبات منها متشابهة في الخواص ويرمز له برمز واحد وأثناء الفحص يؤخذ معدل نتائج العتبات الثلاثة.

المجموعة الرابعة : تضمنت العتبات المصبوبة على شكل طبقة واحدة (غير حاوية على المفصل الإنشائي) منها (٤) عتبات بأبعاد (١٥، ١٥×١٠، ١٠×١٠) م ، فحص أثنان منها تحت تأثير الحمل الساكن والآخران تحت تأثير الحمل الصدمي. ومنها (٣) عتبات بأبعاد (١٢، ١٦×١٠، ١٠×١٠) م وكلها متشابهة في الخواص ويؤخذ معدل نتائجها وقد فحصت تحت تأثير الحمل الصدمي.

هذا التصنيف موضح بالجدول (١-٣) ، (٢-٣) ، (٣-٣) ، (٤-٣) كما يأتي .

جدول (١-٣) وصف المجموعة الأولى

| الرمز | عدد النماذج من العتبات | أبعاد المقطع العرضي بالـ (سم) | المادة اللاصقة | المسافة بين الأطواق (سم) | الفحص المستخدم |
|-------|------------------------|-------------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
| B1 | ١ | ١٥×١٥ | بدون إيبوكسي | ١٢,٥ | الحمل الساكن |
| B2 | ١ | ١٥×١٥ | بدون إيبوكسي | ١٨,٧٥ | الحمل الساكن |
| B3 | ١ | ١٥×١٥ | بدون إيبوكسي | ٢٥ | الحمل الساكن |
| B4 | ١ | ١٥×١٥ | بدون إيبوكسي | ٣٧,٥ | الحمل الساكن |
| B5 | ١ | ١٥×١٥ | مع إيبوكسي | ٢٥ | الحمل الساكن |
| B6 | ١ | ١٥×١٥ | مع إيبوكسي | ٣٧,٥ | الحمل الساكن |

جدول (٢-٣) وصف المجموعة الثانية

| الرمز | عدد النماذج من العتبات | أبعاد المقطع العرضي بالـ (سم) | المادة اللاصقة | المسافة بين الأطواق (سم) | الفحص المستخدم |
|-------|------------------------|-------------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
| B7 | ١ | ١٥×١٥ | بدون إيبوكسي | ١٢,٥ | الحمل الصدمي |
| B8 | ١ | ١٥×١٥ | بدون إيبوكسي | ١٨,٧٥ | الحمل الصدمي |
| B9 | ١ | ١٥×١٥ | بدون إيبوكسي | ٢٥ | الحمل الصدمي |
| B10 | ١ | ١٥×١٥ | بدون إيبوكسي | ٣٧,٥ | الحمل الصدمي |
| B11 | ١ | ١٥×١٥ | مع إيبوكسي | ٢٥ | الحمل الصدمي |
| B12 | ١ | ١٥×١٥ | مع إيبوكسي | ٣٧,٥ | الحمل الصدمي |

جدول (٣-٣) وصف المجموعة الثالثة

| الرمز | عدد النماذج من العتبات | أبعاد المقطع العرضي بالـ (سم) | المادة اللاصقة | المسافة بين الأطواق (سم) | الفحص المستخدم |
|-------|---------------------------|----------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| B13 | ٣ | ١٢×١٦ | بدون إيبوكسي | ١٢,٥ | الحمل الصدمي |
| B14 | ٣ | ١٢×١٦ | بدون إيبوكسي | ١٨,٧٥ | الحمل الصدمي |
| B15 | ٣ | ١٢×١٦ | بدون إيبوكسي | ٢٥ | الحمل الصدمي |
| B16 | ٣ | ١٢×١٦ | بدون إيبوكسي | بدون أطواق | الحمل الصدمي |
| B17 | ٣ | ١٢×١٦ | مع إيبوكسي | ١٢,٥ | الحمل الصدمي |
| B18 | ٣ | ١٢×١٦ | مع إيبوكسي | ١٨,٧٥ | الحمل الصدمي |
| B19 | ٣ | ١٢×١٦ | مع إيبوكسي | ٢٥ | الحمل الصدمي |
| B20 | ٣ | ١٢×١٦ | مع إيبوكسي | بدون أطواق | الحمل الصدمي |

جدول (٣-٤) وصف المجموعة الرابعة

| الرمز | عدد النماذج من العتبات | أبعاد المقطع العرضي بالـ (سم) | المادة اللاصقة | المسافة بين الأطواق (سم) | الفحص المستخدم |
|-------|---------------------------|----------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| B21 | ١ | ١٥×١٥ | ----- | ٢٥ | الحمل الساكن |
| B22 | ١ | ١٥×١٥ | ----- | ٢٥ | الحمل الصدمي |
| B23 | ١ | ١٥×١٥ | ----- | ٣٧,٥ | الحمل الساكن |
| B24 | ١ | ١٥×١٥ | ----- | ٣٧,٥ | الحمل الصدمي |
| B25 | ٣ | ١٢×١٦ | ----- | بدون أطواق | الحمل الصدمي |

٣-٦- المواد

في هذا الجزء يتم عرض خواص كل المواد المستخدمة في هذه الدراسة وكذلك يتم عرض نتائج الفحوصات المختبرية على كل مادة ومطابقة هذه النتائج مع المواصفات المذكورة في المدونة (ACI 318).

٣-٦-١- السمنت

أستخدم السمنت العراقي العادي (طاسلوجة) في هذه الدراسة، الجدول (٣-٥) يبين الخواص الفيزيائية والكيميائية للسمنت المستخدم.

جدول (٣-٥) الخواص الفيزيائية للسمنت المستخدم

| الخاصية | نتائج الفحوصات | حدود المواصفات العراقية عدد ٥ لعام ١٩٨٤ |
|---|----------------|---|
| المساحة السطحية النوعية (طريقة بلين) م ^٢ /كغم . | ٣٠١,٥ | م ^٢ /كغم حد أدنى ٢٥٠ |
| زمن التجمد (جهاز فيكات) التجمد الابتدائي (ساعة : دقيقة) التجمد النهائي (ساعة : دقيقة) | ٠:٥٥ ٧:٠٠ | لا يقل عن ٤٥ دقيقة لا تزيد عن ١٠ ساعات |
| مقاومة الأنضغاط (لثلاثة أيام) | ٢٨,٧ | ١٥ نت /ملم ^٢ حد أدنى |

جدول (٦-٣) الخواص الكيميائية للسمنت المستخدم

| المركبات | المحتوى (%) | حدود المواصفات العراقية عدد ٥ لعام ١٩٨٤ |
|----------------|-------------|--|
| السليكا | ١٣,٤ % | ٢١ % حد أقصى |
| الألومينا | ٤,٦ % | ٨ % حد أقصى |
| أكسيد الحديد | ---- | ٦ % حد أقصى |
| المغنيسيا | --- | ٥ % حد أقصى |
| الكبريتات | ١,١ % | ٢,٨ % حد أقصى |
| خسائر الحرق | ٠,٩٥ % | ٤ % حد أقصى |
| المواد الذائبة | ١,٠٥ % | ١,٥ % حد أقصى |
| معامل الأشباع | ٠,٩ | (١,٠٢ - ٠,٦٦) |

٢-٦-٣ - الركام الخشن

الركام الخشن المستخدم في هذه الدراسة كان من منطقة تكريت. قبل إدخال الركام الخشن إلى الخلطة الخرسانية تم إمرارها من منخل قطر (١٢,٥) ملم. تم مطابقة تدرج الركام الخشن مع مواصفات (ASTM33-01) كما في جدول (٧-٣).

جدول (٧-٣) تدرج الركام الخشن

| حجم المنخل | مجموع المار % | حدود ASTM c33-01 |
|-------------------|---------------|------------------|
| 12.5 mm (1/2 in.) | ٩٤.٣ | ٩٠ إلى ١٠٠ |
| 4.75 mm (No. 4) | ٥٥.٤ | ٨٠ إلى ٤٠ |
| 2.36 mm (No. 8) | ٣.٨ | ٢٠ إلى ٠ |

* أجريت الفحوصات في مختبر الخرسانة / قسم الهندسة المدنية / جامعة تكريت

٣-٦-٣- الركام الناعم

الركام الناعم المستخدم في هذه الدراسة كان من منطقة طوز التابعة لمحافظة صلاح الدين. قبل إدخال الركام الناعم إلى الخلطة الخرسانية تم إمرارها من منخل قطر (٤,٧٥) ملم. تم مطابقة تدرج الركام الخشن مع مواصفات (ASTM33-01) كما في جدول (٣-٨).

جدول (٣-٨) تدرج الركام الناعم

| حجم المنخل | % مجموع المار | حدود ASTM c33-01 |
|------------------|---------------|------------------|
| 9.5-mm (3/8-in.) | ١٠٠ | ١٠٠ |
| 4.75-mm (No. 4) | ٩٢,٥ | ٩٥ إلى ١٠٠ |
| 2.36-mm (No. 8) | ٨٢,١ | ٨٠ إلى ١٠٠ |
| 1.18-mm (No. 16) | ٦٥,٤ | ٥٠ إلى ٨٥ |
| 600-μm (No. 30) | ٢٢ | ٢٥ إلى ٦٠ |
| 300-μm (No. 50) | ٣,٦ | ٥ إلى ٣٠ |
| 150-μm (No. 100) | ٠ | ٠ إلى ١٠ |

* أجريت الفحوصات في مختبر الخرسانة / قسم الهندسة المدنية / جامعة تكريت

٣-٦-٤- حديد التسليح

أستخدم في هذه الدراسة حديد التسليح بأقطار (٨ملم للتسليح الرئيسي و٤ملم للأطواق والتسليح العلوي).

جدول (٣-٩) نتائج فحص الحديد

| قطر الحديد | (FY) | (E) |
|------------|-------------------------|-------------------------|
| ٨ ملم | ٥٥٩ نت/ملم ^٢ | ٢٠٠ نت/ملم ^٢ |
| ٤ ملم | ٣٤٥ نت/ملم ^٢ | ٢٠٠ نت/ملم ^٢ |

* أجريت الفحوصات في مختبر قسم هندسة الميكانيك / جامعة تكريت

٣-٦-٥- المادة اللاصقة (Epoxy)

المادة اللاصقة التي أستخدمت في هذه الدراسة لربط طبقتي الخرسانة مع بعضها كانت (Quikmast 108EXTRA) المبين مواصفاتها في جدول (٣-١٢) . حيث يتكون من مادتين أحدهما الأساس (base) ومعجل الصلابة (hardener) يمزجان معاً. المادة (Quikmast 108EXTRA) هي مادة خاصة تستخدم لربط الخرسانة الطرية مع الخرسانة القديمة أو المواد الأسمنتية.

جدول (٣-١٠) خواص المادة اللاصقة

| الخاصية | الحدود |
|---------------------------------|--------------------|
| مقاومة الشد (ASTM D638) | ٣٥ نت / ملم ٢ |
| مقاومة الأنضغاط (ASTM D695) | ٦٩ نت/ملم ٢ |
| مقاومة التلاصق (ASTM D882 – 99) | أقل من ١٣ نت/ملم ٢ |
| الاستطالة (ASTM D638) | ٣١% |
| امتصاص الماء (ASTM D570 – 98) | أقل من ٠.١ % |
| اللون | أخضر |

٣-٦-٦- الملدن الفائق

في كل خلطة خرسانية أستخدمت في هذه الدراسة تم استخدام (١% من وزن الأسمنت) من الملدن الفائق نوع (sikament FFN) لزيادة قابلية التشغيل وسهولة الأنسياب في القالب والرص من غير أية إضافة للماء.

جدول (٣-١١) الخواص التقنية للملدن الفائق

| الفعالية الرئيسية | الملدن الفائق للخرسانة |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| الشكل | سائل لزج |
| اللون | سائل بني متجانس |
| الكثافة النسبية | ١.٢ – ١.٢٤ كغم /لتر ، عند ٢٠° سليزية |
| قيمة pH | ٦.٤٢ |
| نقطة الأنجماد | -٥ ° |
| المحتوى الكلي لأيون الكلوريد | ٠.١ % ، كلوريد الحر كحد أقصى |
| أكسيد الصوديوم المكافئ ك (Na2O) | ٧% حد أقصى |

٣-٧- نسب الخلط

تم تحديد نسب المواد المستخدمة في كل خلطة خرسانية أستخدمت في الدراسة الحالية بواسطة برنامج تصميم الخلطة (concrete mix design) الذي يعمل وفق المدونة (ACI 98 – 2 – 211). هذا البرنامج يعطي نسب الخلط حسب المقاومة المطلوبة والمقاس الأقصى للركام الخشن المستخدم ومقدار الهطول المسموح . كما إن هناك متطلبات أخرى يجب إدخالها أثناء تنفيذ برنامج تصميم الخلطة مثل معامل النعومة للركام الناعم والوزن النوعي للركام الخشن . وكذلك المحتوى الرطوبي للركام المستخدم فيما إذا كان مشبعاً بالماء وجاف السطح أو مشبعاً بالماء ورطب السطح أو غير مشبع تماماً أو جاف بالفرن . صممت الخلطات في هذه الدراسة لتعطي مقاومة (٣٠) نيوتن/ملم^٢ للخرسانة والمقاس الأقصى للركام المستخدم كان ١٢,٥ ملم والهطول المسموح به يقع بين ٧٥ و ١٠٠ ملم ، وتم تعريض الركام الناعم والخشن إلى أشعة الشمس لمدة ٢٤ ساعة قبل الصب لكي يكون في حالة جافة . كما تم استخدام (١%) من وزن السمنت) من الملدن الفائق لزيادة معامل التشغيل للخرسانة . اعتماداً على ذلك تم الحصول على نسب الخلط المبينة في جدول (٣-١٢) وهي تمثل كمية المواد لـ (٠.٠٢٥) متر مكعب من الخرسانة التي تمثل الكمية المطلوبة لصب نصف عتبة (طبقة واحدة من العتبة الخرسانية المتكون من طبقتين) مع ثلاثة مكعبات بأبعاد (٠,١٥×٠,١٥×٠,١٥)م وكمية تقديرية زائدة لتقدير الخسائر الحاصلة أثناء الخلط والنقل والصب .

جدول (٣-١٢) كمية المواد المستخدمة في الخلطات الخرسانية

| المادة | كمية المادة بالكيلو غرام لكل (٠.٢٥) متر مكعب من الخرسانة |
|---------------|--|
| السمنت | ١٠ |
| الركام الناعم | ٢١,١٥ |
| الركام الخشن | ٢١,٢ |
| الماء | ٤,٨٦ |
| الملدن الفائق | ٠,١ |

٣-٨- عملية الخلط

تم خلط المواد الأولية للخرسانة في خبابة تعمل بالكهرباء وسعتها ٠,٥ متر مكعب. في البداية كان يوضع الركام الخشن وكمية من ماء الخلط في الخبابة ومن ثم بعد تشغيل الخبابة يوضع الركام الناعم والسمنت وبقية ماء الخلط ويترك الخبابة تدور لمدة خمس دقائق تقريباً . اما الملدن الفائق فيضاف إلى الماء ويمزج معه جيداً قبل البدء بعملية الخلط. وفي كل مرة يتم وضع المواد اللازمة لإنتاج (٠,٢٥) متر مكعب من الخرسانة التي تكفي لصب نصف عتبة بأبعاد (١٢٠,٠٨) متر أو (١٥٠,٠٧٥) متر مع ثلاثة مكعبات بأبعاد (١٥,١٥٠,٠١٥) متر .

٣-٩- صب العتبات

أستخدمت لصب العتبات قوالب مصنوعة من الحديد كما مبين في الصورة (٣-٢) أحداها بأبعاد (١٥,١٥٠,١٢٠) م للمجموعتين الأولى والثانية والآخر بأبعاد (١٢,١٦٠,١٢٠) م للمجموعة الثالثة. في العتبات المصبوبة على شكل طبقتين تم في البداية صب الطبقة السفلية بارتفاع (٥,٧) سم للمجموعتين الأولى والثانية وارتفاع (٨) سم للمجموعة الثالثة.

تم استخدام قطعة حديدية (عبارة عن قضيب التسليح الأعتيادي بقطر ٤ ملم) على شكل حرف (L) طول إحدى ضلعيه مساو إلى عرض العتبة لتسوية سطح الطبقة الأولى المصبوبة

من العتبة ، حيث يتم إمرارها فوق كامل طول العتبة تاركاً سطحاً متعرجاً بعض الشيء وتدفع الركam الخشن البارز إلى داخل الخرسانة . وبذلك يكون سطح المفصل خشناً خشونة مقصودة.

أما الطبقة الثانية فتصب بعد ٧ أيام فوق الطبقة الثانية ويملى عندها النصف المتبقي من القالب فوق الطبقة الأولى ويرص أيضاً بنفس طريقة الطبقة الأولى ويسوى السطح العلوي بالمالج.

أما في العتبات الحاوية على المادة اللاصقة، فبعد 7 أيام من صب الطبقة الأولى يستخرج الطبقة الأولى من الحوض وتترك فترة من الزمن لكي يجف سطحها، توضع المادتين الـ (base) والـ (hardener) في إناء ويتم خلطهما معاً بشكل جيد حتى يصبح لون الخليط أخضر فاتح، وبعدها يطلى سطح الطبقة المصبوبة من العتبة بها بواسطة فرشاة أستخدمت لهذا الغرض، ويتم طلاء سطح العتبة كاملاً ويترك العتبة لمدة ساعتين حتى يتصلب المادة اللاصقة تماماً، بعدها يصب الطبقة الثانية من العتبة فوقها.

أما العتبات المصبوبة على شكل طبقة واحدة فيصب مرة واحدة ويرص بالطريقة نفسها ويسوى سطحه بالمالج.



صورة (٣-١) القوالب المستخدمة لصب العتبات

٣-١٠- معالجة العتبات

بعد صب الطبقة الأولى من العتبة المتكون من طبقتين تترك في القالب لمدة (٢٤) ساعة ، بعدها يفتح القالب ويتم وضع العتبة داخل حوض ماء، يوضع الطبقة المصبوبة من العتبة فوق مكعبات خرسانية قديمة داخل الحوض بحيث يكون سطح المفصل مع مستوى سطح الماء ولا يصعد الماء فوق سطح المفصل لكي لا يتبلل النصف العلوي من حديد التسليح الظاهر والذي يجب تغطيته بالطبقة الثانية.

بعد ٧ أيام من صب الطبقة الأولى تستخرج هذه الطبقة من الحوض وتعاد إلى داخل القالب ويعاد تركيب القالب حولها وتصب الطبقة الثانية فوقها. ويترك (٢٤) ساعة أخرى في القالب ومن ثم يفتح القالب ويوضع العتبة في الحوض ويغمر بأكمله في الماء.

يبقى العتبة داخل الحوض لمدة (٢٨) يوماً بعد صب الطبقة الثانية وبعدها يستخرج من الماء تمهيداً للفحص.

٣-١١- صب وفحص المكعبات

عند صب اية طبقة من العتبات في الدراسة الحالية تم أخذ ثلاثة مكعبات بأبعاد (١٥٠×١٥٠×١٥٠) ملم، وتم فحصها بعمر (٢٨) يوم ، الجداول (٣-١٣)، (٣-١٤)، (٣-١٥)، يعطي نتائج فحص المكعبات الخرسانية لجميع العتبات.

جدول (٣-١٣) نتائج مقاومة الأنضغاط لمكعبات المجموعة الأولى

| الجسر | مقاومة المكعب للطبقة الأولى (نت/ملم ^٢) | مقاومة المكعب للطبقة الثانية (نت/ملم ^٢) |
|-------|---|--|
| B1 | ٣٠,٧ | ٢٨,٩ |
| B2 | ٣٠,٨ | ٣١,٤ |
| B3 | ٢٨,٦ | ٢٩,٤ |
| B4 | ٣١,٢ | ٢٨,٨ |
| B5 | ٢٩,٧ | ٢٧,٩ |
| B6 | ٣٠,٢ | ٣٠,٨ |

جدول (٣-١٤) نتائج مقاومة الأنضغاط لمكعبات المجموعة الثانية

| الجسر | مقاومة المكعب للطبقة الأولى (نت/ملم ^٢) | مقاومة المكعب للطبقة الثانية (نت/ملم ^٢) |
|-------|---|--|
| B7 | ٢٨,٥ | ٢٩,٨ |
| B8 | ٢٩,٥ | ٣١,٨ |
| B9 | ٣٠,٦ | ٢٩,٧ |
| B10 | ٣٠,٣ | ٢٨,٦ |
| B11 | ٢٩,٨ | ٢٩,٣ |
| B12 | ٢٩,٤ | ٣٠,٨ |

جدول (٣-١٥) نتائج مقاومة الأنضغاط لمكعبات المجموعة الثالثة

| الجسر | مقاومة المكعب للطبقة الأولى (نت/ملم ^٢) | مقاومة المكعب للطبقة الثانية (نت/ملم ^٢) |
|-------|---|--|
| B13 | ٣١,٣ | ٢٩,٧ |
| B14 | ٣٢,٥ | ٣٠,٤ |
| B15 | ٢٧,٧ | ٢٩,٦ |
| B16 | ٣٠,٥ | ٢٨,٥ |
| B17 | ٢٧,٨ | ٢٧,٢ |
| B18 | ٢٧,٨ | ٢٩,١ |
| B19 | ٣١,٣ | ٢٩,٧ |
| B20 | ٢٧,٨ | ٢٨,٦ |

جدول (٣-١٦) نتائج مقاومة الأنضغاط لمكعبات المجموعة الرابعة

| الجسر | مقاومة المكعب (نت/ملم ^٢) |
|-------|--------------------------------------|
| B21 | ٢٨,٧ |
| B22 | ٣٠,٦ |
| B23 | ٣١,١ |
| B24 | ٣٠,٦ |
| B25 | ٢٩,٦ |

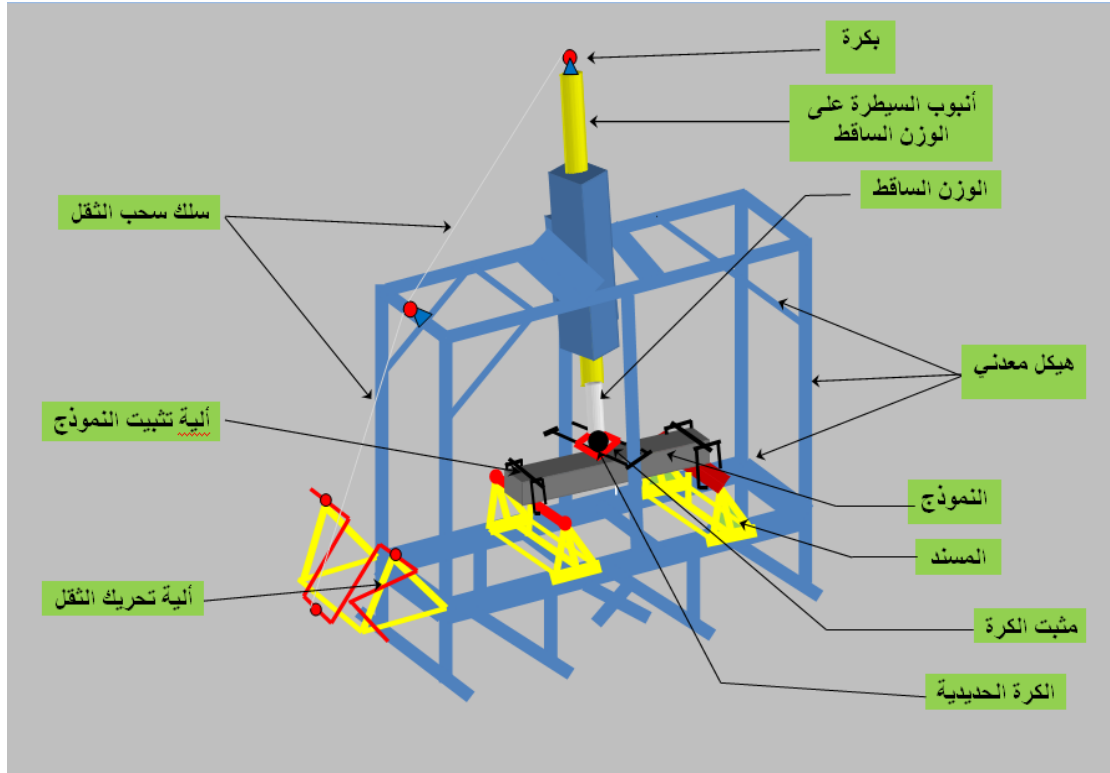
٣-١٢ - الأجهزة

أستخدم في هذه الدراسة جهازين أحدهما لفحص العتبات تحت الحمل الساكن والآخر لفحص الجسور تحت الحمل الصدمي .

٣-١٢-١ - جهاز تسليط الحمل الصدمي

جهاز تسليط الحمل الصدمي عبارة عن هيكل حديدي مصنوع من مقاطع على شكل (U) و (I) ملحومة مع بعضها البعض لحمل العتبة الخرسانية وتسليط الحمل الصدمي (الثقل الساقط). يتكون جهاز تسليط الحمل الصدمي من الأجزاء الأساسية الموضحة بالمخطط في الشكل (٣-٤)، حيث يتكون من قواعد رئيسية لحمل الأجزاء الأخرى ، تركيب على القواعد الرئيسية قاعدتين لحمل العتبة تنتهي أحدهما في الأعلى بأنبوب فهي لذلك تمثل مسند متحرك (roller support) والآخر تنتهي بحديد زاوية فهي تمثل بذلك مسند ثابت (hinge support) لذلك يكون العتبة مسنداً إسناداً بسيطاً، وكذلك يتكون من مطرقة حديدية تزن (٢٠) كغم وطول (٥٢٠) ملم، وأنبوب مربوط بذراع الجهاز وفوق العتبة بحيث يتطابق مركزه مع منتصف العتبة و تتحرك داخله المطرقة الحديدية، ومقبض يدوي مربوط بجانب الجهاز ويربط به سلك ويتدلى الحبل في أعلى الجهاز على بكرة مثبتة في أعلى الجهاز ويربط الطرف الآخر من الحبل بالمطرقة الحديدية، وكرة حديدية بقطر (١٢) سم وتزن (٧) كغم مثبتة على العتبة في منتصف الفضاء. ويكون صافي الارتفاع بين أسفل المطرقة وأعلى الكرة (٥٠٠) ملم وهي تمثل ارتفاع السقوط. يتم رفع المطرقة بواسطة المقبض حتى يصبح أسفل المطرقة على ارتفاع (٥٠٠) ملم من فوق الكرة ومن ثم تترك ليسقط سقوطاً حراً على الكرة الحديدية الموضوعة على العتبة وهي ضرورية لجعل الحمل حملاً نقطياً على العتبة وفي منتصف الفضاء.

كما يربط العتبة من طرفيه على المساند بواسطة قطعتي حديد على شكل قبعة فوق العتبة ويمتد منها جزء من كل جانب من العتبة ويربط بالمسند البراغي ربطاً محكماً لكي تمنع حركة العتبة نتيجة أرتجائه تحت تأثير الحمل الساقط عليه.



شكل (٣-٤) مخطط لجهاز فحص الحمل الصدمي



صورة (٣-٢) الجهاز المستخدم لفحص الحمل الصدمي^(١٩)

٣-١٢-٢ - جهاز تسليط الحمل الساكن

الجهاز المبين في الصورة (٣-٤) أستخدم لتسليط الحمل الساكن . تم قياس مقدار الحمل بواسطة خلية الحمل المربوطة بالجهاز أما الأود في منتصف الفضاء فتم قياسه بواسطة (dial gauge) بدقة تصل الى (٠,٠١ ملم) وضعت أسفل العتبة في منتصف الفضاء .



صورة (٣-٣) جهاز فحص الحمل الساكن