Concrete Technology II

50601212

تكنلوجيا الخرسانة ٢

Lecture 7 : Compressive Strength of Concrete - cont'd

Dr. Ahmed A. Ahmed

Al-Mustansiriyah University

College of Engineering - Civil Engineering Department

Learning Outcomes

في هذه المحاضرة سنتعرف على:

- ❑ العوامل المؤثرة على مقاومة الانضغاط الخرسانة
  - ✓ تأثير طرق صناعة الخرسانة من خلط ونقل وصب ورص
  - ✓ تأثير ظروف المعالجة
  - ✓ تأثير العمر وظروف الاختبار

في المحاضرة السابقة – Recap

- إن مقاومة الانضغاط هى أهم خواص الخرسانة المتصلبة على الإطلاق وهى تعبر عن درجة جودتها وصلاحيتها ، ومقاومة الانضغاط هى المقاومة الأم للخرسانة حيث أن معظم الخواص والمقاومات الأخرى مثل الشد و الانحناء والقص والتماسك مع حديد التسليح تتحسن وتزيد بزيادة مقاومة الانضغاط والعكس صحيح.

- تتأثر مقاومة الانضغاط بعوامل عديدة ومتنوعة ويمكن تقسيمها إلى أربعة مجموعات رئيسية:-

١- المواد المكونة ونسب الخلط .

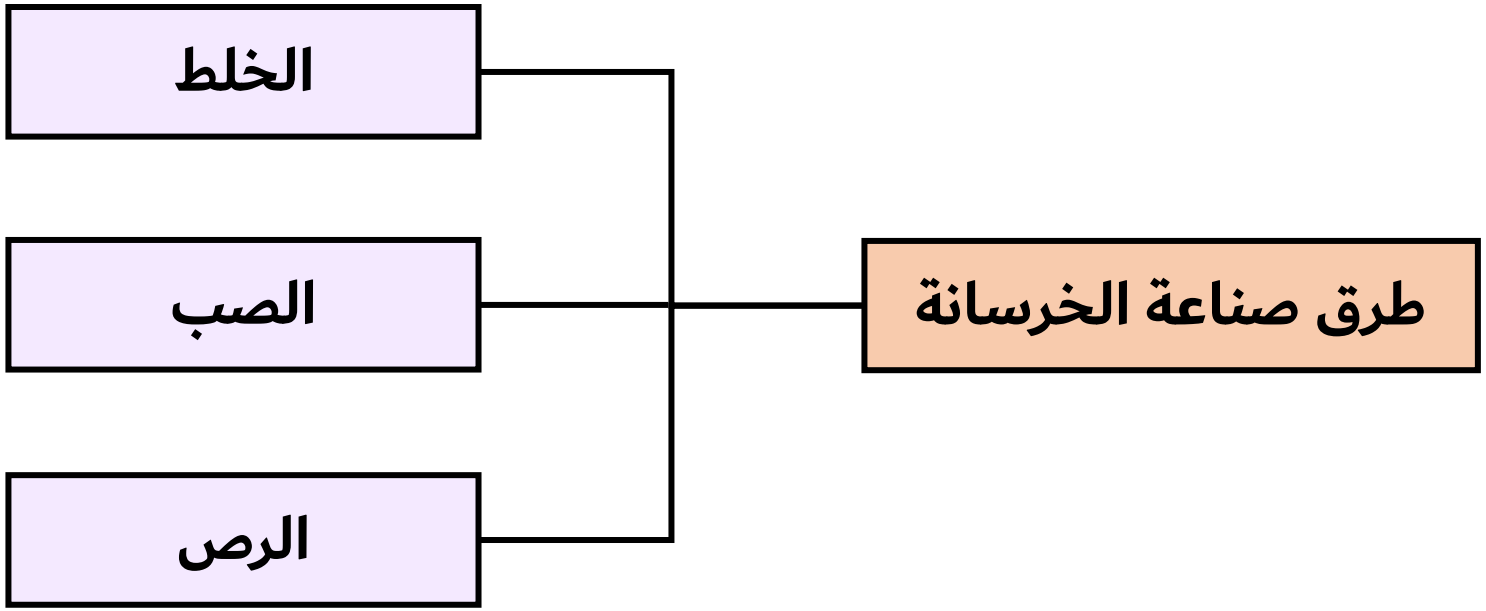
٢ - طرق صناعة الخرسانة من خلط ونقل وصب ورص .

٣ - ظروف المعالجة .

٤ - العمر وظروف الاختبار.

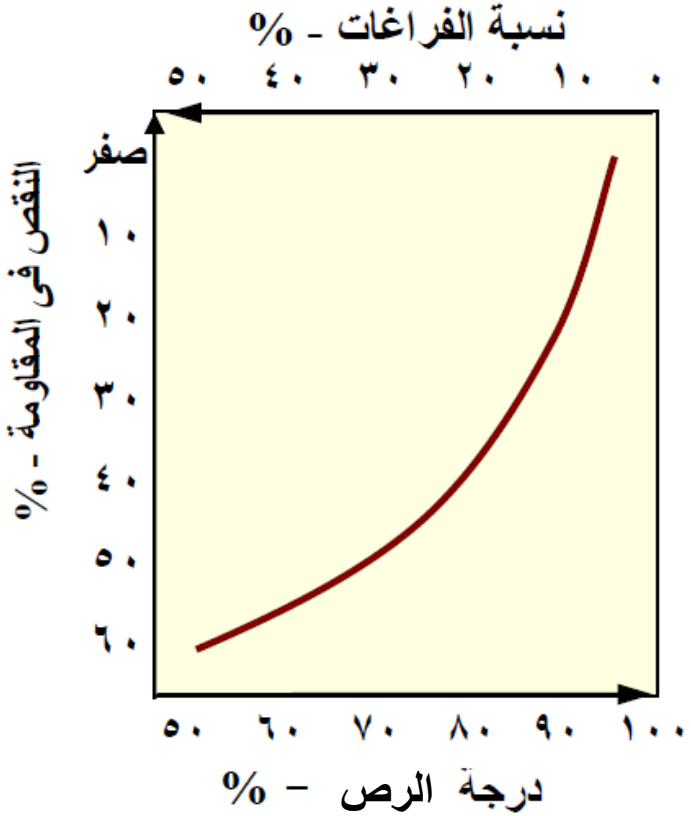
العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٢- تأثير طرق صناعة الخرسانة من خلط ونقل وصب ورص :



العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

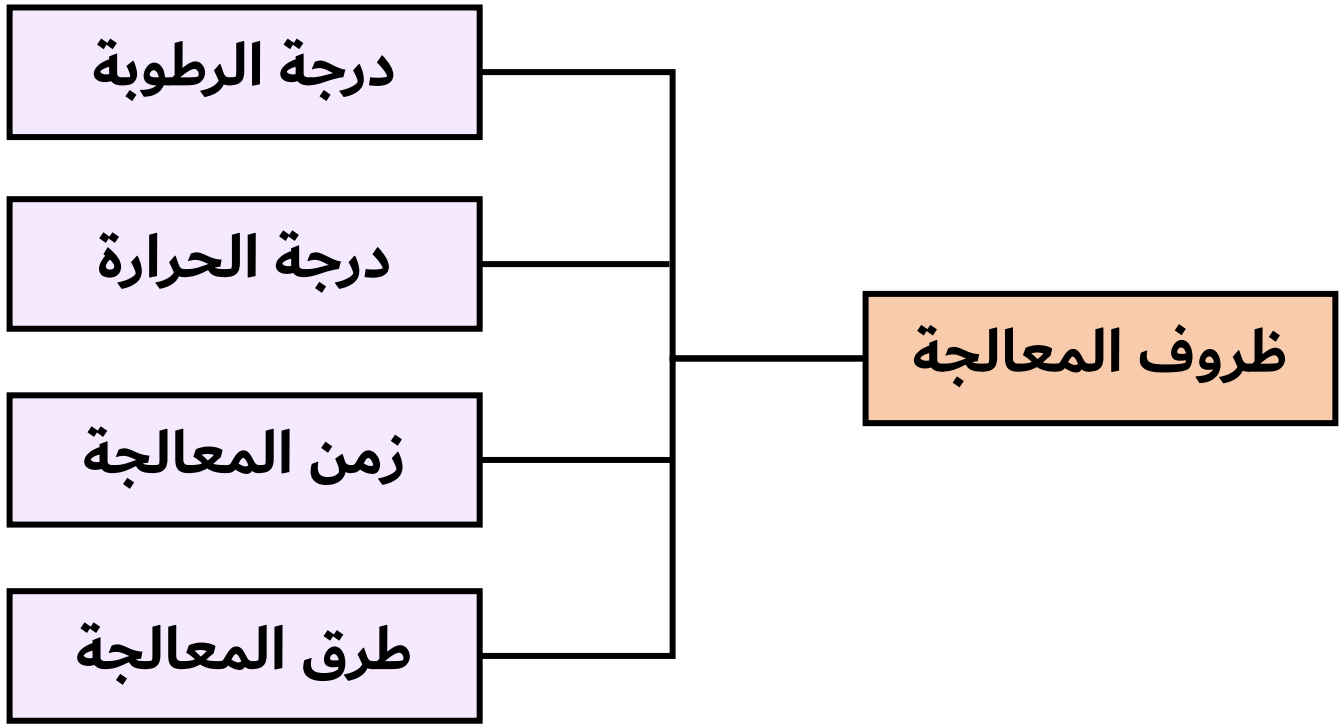
٢- طرق صناعة الخرسانة من خلط ونقل وصب ورص :



- ✓ كما تم التطرق اليه من خلال المحاضرات السابقة ، فإن عمليات خلط والخرسانة ونقلها ووصبها ورصها وإنهائها يجب ان تتم وفقا للمواصفات والتوصيات الواجب اتباعها لغرض انتاج كتلة صلبة متجانسة ، وخالية من الفراغ عادة ، تحقق الخصائص الكاملة المحتملة للخرسانة المتصلبة.
- ✓ إن مقاومة الخرسانة تتأثر تأثرا كبيرا بدرجة رصها حيث أن الرص الغير جيد يؤدى إلى وجود فراغات هوائية تعمل على تقليل المقاومة وتدهور الخرسانة .

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٣- تأثير ظروف المعالجة:



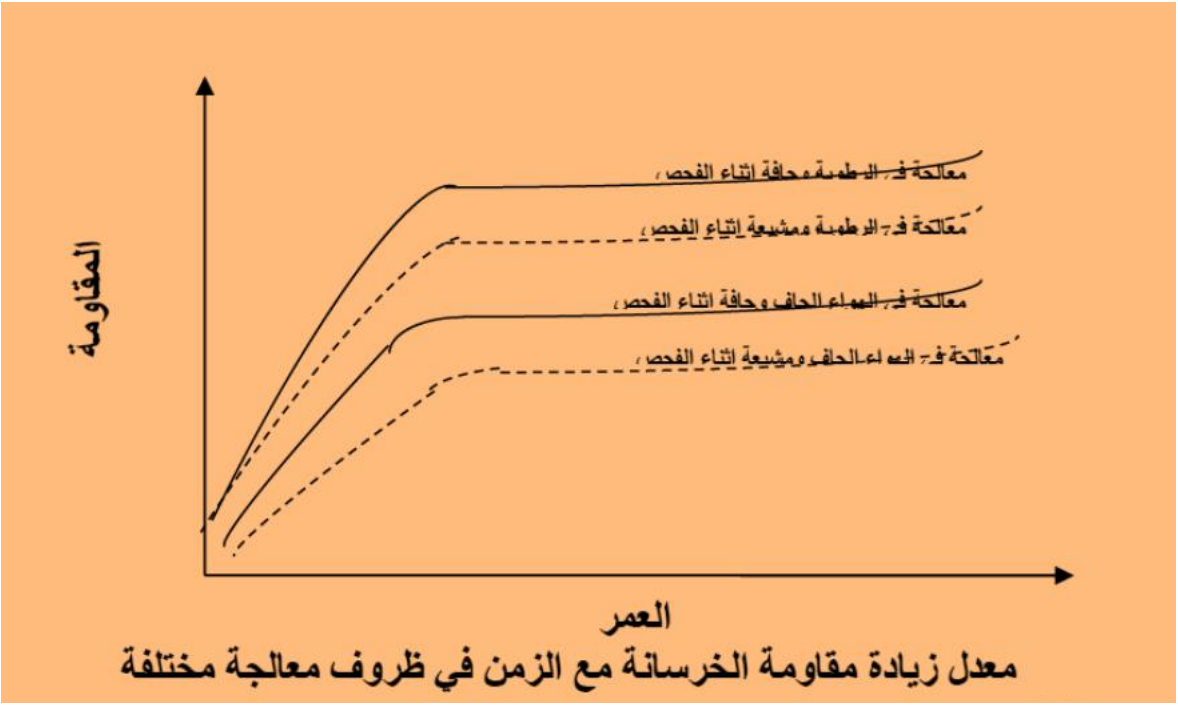
العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٣- تأثير ظروف المعالجة:

- ✓ إن زيادة مقاومة الخرسانة مع الزمن(Strength Gain) يتوقف بدرجة كبيرة على الظروف المحيطة بها وكذلك على ظروف المعالجة من حيث مدتها ودرجتي الرطوبة والحرارة . فكلما زادت فترة معالجة الخرسانة في الرطوبة كلما زادت مقاومتها . كما أن الخرسانة المعالجة في الهواء تظهر مقاومة أقل كثيراً من الخرسانة المعالجة تحت الماء.
- ✓ إن الخرسانة المعالجة في الهواء مع تعرضها لدورات الجفاف يقيد عملية الإماهة وربما يوقفها ومن ثَمَ تتوقف الزيادة في المقاومة . ولقد أوضحت الاختبارات طويلة المدى على الخرسانة المعالجة في الماء تحت درجة الحرارة العادية أن عملية الإماهة مستمرة حتى أعمار تصل سنوات عديدة ولكن بمعدل متناقص.

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٣- تأثير ظروف المعالجة:

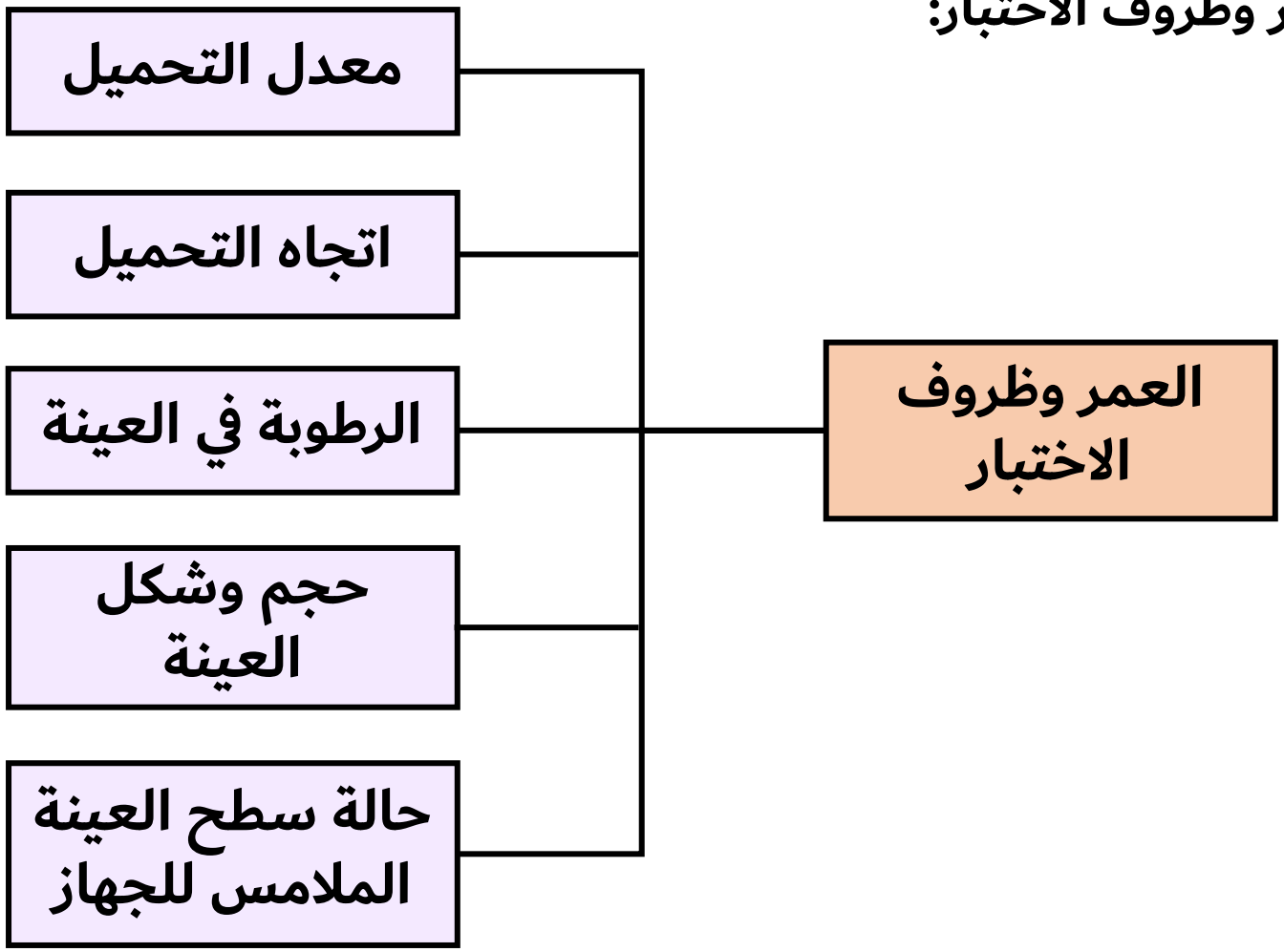


معدل زيادة مقاومة الخرسانة مع الزمن في ظروف معالجة مختلفة

- ✓ أن الخرسانة المعالجة في الماء قد تظهر مقاومة أعلى بمقدار مرتين أو أكثر من مقاومة الخرسانة الغير معالجة . ولقد أوضحت الاختبارات أيضاً أن العينات الخرسانية المعالجة في الهواء ومختبرة في جو جاف تُظهر مقاومة أكبر من العينات المناظرة التي عُرضت للهواء نفس المدة ولكنها شُبعت بالرطوبة قبل الاختبار مباشرة.

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار:



العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **تأثير العمر**

✓ إن المعدل الذي تتحسن به المقاومة (Strength Gain Rate of)يكون كبيراً في الأعمار المبكرة خاصة في الأسابيع الأربعة الأولى ويقل تدريجياً مع تقدم العمر. ولذلك تم اعتبار المقاومة بعد ٢٨ يوم هي المقاومة القياسية للخرسانة. لان الخرسانة تحصل على ما يقارب ٩٠ % من مقاومتها في هذه الفترة ، واعتبرت أي زيادة في المقاومة بعد هذا العمر والتي تحصل عليها الخرسانة كمساهمة في رفع عامل الأمان للمنشأ. كما ويمكن تقدير المقاومة للخرسانة في ٢٨ يوم من قيمة المقاومة في ٧ أيام حيث:-

المقاومة في ٢٨ يوم = (١,٧ – ١,٣) المقاومة في ٧ أيام

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **تأثير العمر**

✓ أن اختبار مقاومة الانضغاط بعد ٢٨ يوم لا يعطي قناعة تامة عن حقيقة مقاومة الانضغاط لبعض أنواع الخرسانة وخاصة تلك المحتوية على إضافات كيميائية مثل معجلات أو مؤخرات التجمد وكذلك تلك المحتوية على مواد بوزولانية مثل غبار السيليكا وفى هذه الحالة ينبغي قياس المقاومة بعد ٥٦ يوم أو ٩٠ يوم على الأقل وذلك حتى تعطى صورة حقيقية عن المقاومة.

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **تأثير حجم وشكل عينة الفحص**

✓ هناك ثلاثة أشكال شائعة للعينات الخرسانية التي تستخدم في اختبار الضغط وهى :المكعبة والاسطوانية و المنشورية وقد لوحظ مختبرياً أن المقاومة المقاسة لخلطة معينة من الخرسانة تختلف باختلاف شكل العينات المفحوصة.

✓ أن المواصفات القياسية البريطانية تنص على استخدام العينات المكعبة مقاس (١٥*١٥*١٥) سم ، بينما تنص المواصفات القياسية الأمريكية على استخدام العينات الاسطوانية مقاس (١٥*٣٠) سم ومن ناحية أخرى تنص المواصفات القياسية السويسرية على استخدام العينات المنشورية مقاس (١٥*١٥*٣٠) سم. أن مقاومة الانضغاط للعينة المكعبة أكبر من مقاومة الانضغاط للعينة الاسطوانية أو المنشورية.

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **تأثير حجم وشكل عينة الفحص**

✓ ولقد بينت الاختبارات أن العلاقة بين مقاومة الضغط للمكعب ومقاومة الضغط للاسطوانة غير ثابتة لأنها تتغير نتيجة اختلاف مقاومة الخرسانة ومقاس الركام الكبير وعوامل أخرى. ويعتبر تولد قوى الاحتكاك بين سطحي عينة الاختبار ورأس ماكينة الضغط من العوامل المؤثرة على تغير العلاقة بين مقاومة الضغط للعينة المكعبة و الاسطوانية والمنشورية حيث تؤثر قوى الاحتكاك على المقاومة الظاهرية للعينات المكعبة .بينما يحدث الانهيار في العينات الاسطوانية والمنشورية دون تأثير واضح لقوى الاحتكاك وبالتالي نجد دائم ا أن مقاومة الضغط للعينة المكعبة أكبر من مقاومة الضغط للعينة الاسطوانية أو المنشورية.

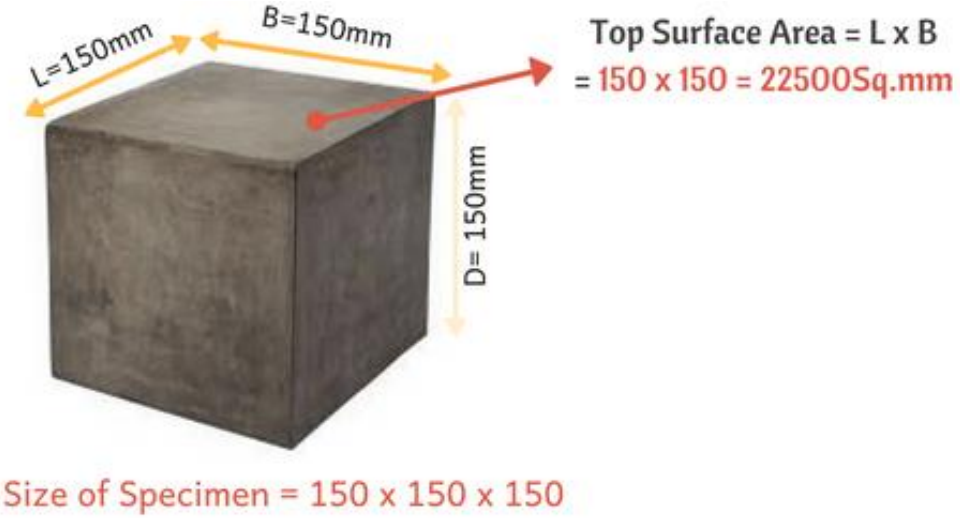
العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار:

- **تأثير حجم وشكل عينة الفحص**

✓ وإذا أخذنا المكعب القياسي (١٥*١٥*١٥) سم كأساس للمقارنة فإن الاختلاف في نتائج اختبار العينات المكعبة والاسطوانية و المنشورية يكون كما هو موضح بالجدول التالي:

شكل القالب	الأبعاد (سم)	معامل التصحيح
مكعب	10*10*10	0.97
مكعب	15*15*15	1.00
مكعب	20*20*20	1.05
اسطوانة	10*20	1.20
اسطوانة	15*30	1.25



العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **تأثير قياس النموذج على مقاومة انضغاط الخرسانة**

✓ وجد أن مقاومة انضغاط الخرسانة تختلف بالنسبة للعينات المتشابهة في الشكل والمختلفة في الأبعاد ، فكلما زادت الأبعاد تقل مقاومة الانضغاط المقاسة مختبرياً ، حيث كلما زاد حجم الخرسانة المعرضة للإجهاد كلما زاد احتمال تواجد جزء ضعيف ضمن هذا الحجم وبذلك ستقل مقاومة النموذج مقارنة مع النموذج ذو المقاس الأصغر. ولقد أدت هذه الظاهرة بالباحثين إلى محاولة عمل توحيد قياسي على أبعاد عينات اختبار الضغط سواء كانت مكعبة أو اسطوانية أو منشورية الشكل .

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **تأثير قياس النموذج على مقاومة انضغاط الخرسانة**

✓ ومن المعلوم بان نماذج الفحص القياسية والاسطوانية الشكل يكون ارتفاعها مساو إلى ضعف قطرها. ولكن في بعض الأحيان قد تصادف نماذج بنسب أخرى وخاصة في فحص اللباب (Cores Test) المأخوذة من منشأ خرساني حينئذ لابد من تعديل القيمة المستخرجة من الفحص وذلك بضربها بمعامل تصحيح وكما في الجدول أدناه. أن المقاومة التي نحصل عليها من العينات التي لها نسبة (ارتفاع / قطر) (أقل من٢) تكون أكبر من المقاومة القياسية مما يستدعى ضربها بعامل تصحيح يقل بقيمته عن الواحد الصحيح تبعاً لنسبة (ارتفاع / قطر).

نسبة الارتفاع / القطر	معامل التصحيح للمقاومة	
	المواصفات الأمريكية ASTM C 42-68	المواصفات البريطانية B.S 1881:1970
2.00	1.00	1.00
1.75	0.99	0.98
1.50	0.97	0.96
1.25	0.94	0.94
1.00	0.91	0.92

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **ظروف التحميل**

✓ تتأثر المقاومة المقاسة لعينات اختبار الضغط بظروف التحميل المؤثرة عليها مثل طبيعة نهايات كل من نموذج الاختبار وجهاز الضغط وكذلك الاحتكاك الناشئ بين سطحي النموذج وجهاز الضغط . وفيما يلي توضيح لتأثير هذه الظروف على نتائج اختبار الضغط .

- **طبيعة نهايات النموذج**

✓ في بعض الأحيان يُغطى السطح السفلى والعلوي لنموذج اختبار الضغط بواسطة وسائد لمحاولة التغلب علي خشونة عدم استواء سطح التحميل وتختلف المقاومة المقاسة للنماذج ذات الوسائد عن تلك المقاسة للنماذج العادية بدون وسائد حيث وُجد أن النماذج ذات الوسائد تُظهر مقاومة أعلى من مقاومة النماذج العادية القياسية وذلك لأن الوسائد تعمل على توزيع الحمل بانتظام على كامل مقطع النموذج المختبرة . ويعتمد اختلاف المقاومة المقاسة على نوع مادة الوسادة وعلى طريقة صبها فوق سطحي العينة.

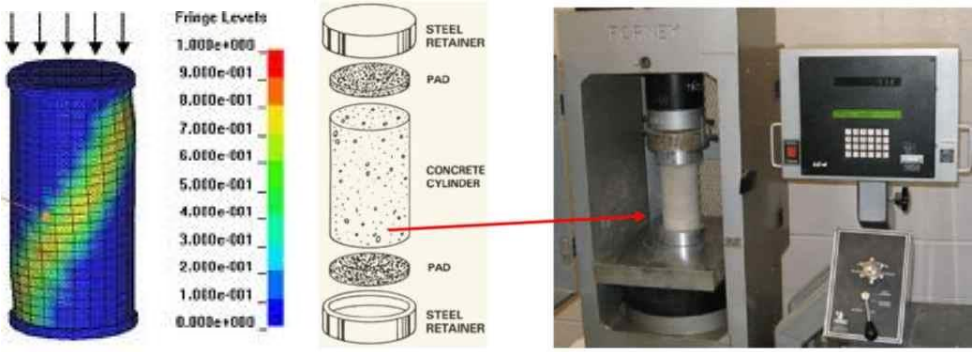
العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **طبيعة أطراف جهاز الفحص**

✓ توضع العينات عند اختبارها بين فكي جهاز الضغط اللذين يشكلان لوحي التحميل المعدنيين ويجب أن تكون مساحة لوح التحميل المعدني مساوية على الأقل أو أكبر من مساحة سطح العينة المعرض للتحميل . ومن المعروف أنه كلما كانت العينة كبيرة او ذات مقاومة عالية جداً فإنه يلزمها ألواح تحميل معدنية سميكة حتى لا تكون هذه الألواح مرنة بالنسبة للأحمال الكبيرة التي ستؤثر عليها مما قد يسبب تركيز الإجهادات على سطح العينة .

✓ أما إذا كانت العينة صغيرة وألواح التحميل المعدنية سميكة نوعا ما فإنه يمكن اعتبار هذه الألواح جاسئة تماما بالنسبة للأحمال الصغيرة التي سوف تتعرض لها وبذلك تستطيع هذه الألواح أن تعطى أحمالا موزعة بانتظام على سطح عينة الاختبار.



العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **الاحتكاك بين سطحي النموذج وجهاز الفحص الضغط**

✓ عند تحميل الأسطح الأفقية لنموذج الإختبار ينضغط هذا النموذج رأسيا أو ينكمش بسبب إجهادات الضغط الواقعة عليه بينما تحاول جوانب النموذج أن تتمدد أفقيا إلا أن حركة التمدد الجانبي هذه سوف تقاوَم بواسطة الإحتكاك الذي ينشأ في هذه اللحظة بين لوحي التحميل المعدنين والسطحين الأفقيين لنموذج الإختبار. وتتولد قوى الإحتكاك هذه بقيمة قصوى عند أطراف سطحي النموذج وتقل قيمتها تدريجيا كلما إتجهنا إلى الداخل حتى تتلاشى تماما.

✓ ولقد وجد أن الإحتكاك الناشئ بين سطحي النموذج وفكي جهاز الفحص يؤثر تأثيراً بالغاً على نتائج الإختبارات ويلعب دوراً كبيراً في الإختلاف الملحوظ في نتائج إختبارات النماذج الخرسانية ذات الأشكال والمقاسات المختلفة ويرجع هذا إلى أن قوى الإحتكاك المتولدة تحاول أن تقاوم الإنفعال الجانبي للنموذج وبذلك فهي - بطريقة غير مباشرة – تقاوم الإنفعال الرأسي الناتج عن التحميل وبذلك تكسب النموذج مقاومة زائدة لأحمال الضغط مما يسبب تسجيل مقاومة أعلى للنموذج على تدريج جهاز الفحص

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **الاحتكاك بين سطحي النموذج وجهاز الفحص الضغط**

✓ ويلاحظ أن تأثير قوى الإحتكاك المتولدة بين سطحي النموذج وفكي جهاز الإختبار يظهر في النماذج المكعبة بوضوح بالمقارنة مع النماذج المنشورية حيث أنه تنعدم إجهادات الإحاطة على جوانب المنشور في المنطقة القريبة من منتصف الارتفاع بينما لا تنعدم هذه الإجهادات على جوانب المكعب تقريباً مما يسبب تقوية زائدة للمكعب .

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **الاحتكاك بين سطحي النموذج وجهاز الفحص الضغط**

✓ وتشبه إجهادات الإحاطة في حالة الأسطوانة مثيلتها في حالة المنشور . وذلك يفسر ميل العينات المكعبة بصفة دائمة إلى إظهار مقاومة ضغط أعلى من المقاومة التي تظهرها عادة الإسطوانة أو المنشور . كذلك يزيد تأثير قوى الإحتكاك وإجهادات الإحاطة الناتجة عنها لنفس النماذج المكعبة كلما صغُر مقاس ذلك النموذج وبذلك تظهر النماذج المكعبة صغيرة المقاس مقاومة أعلى من المقاومة التي تظهرها العينات المكعبة كبيرة المقاس.

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **معدل التحميل**

✓ عند إختبار عينات الضغط لوحظ أنه كلما أسرعنا من معدل التحميل فإن هذه العينات تُظهر مقاومة أعلى للضغط. ولذلك فإنه ينبغي أن تحمل العينات الخرسانية المكعبة بحمل ضغط بحيث لا ينتج عنه أي صدم على العينة ثم يزداد الحمل تدريجيا بمعدل(١٤) نت/مم ٢ /دقيقة حتى لحظة تسجيل العينة لأقصى حمل على جهاز الاختبار.

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **اتجاه التحميل**

✓ عند اختبار العينات المكعبة فإن تحميلها في جهاز الضغط يكون إما في إتجاه الصب أو في الإتجاه العمودي عليه ويؤثر إتجاه تحميل العينة بالنسبة لإتجاه الصب تأثيراً واضحاً على مقاومة العينة للضغط . ويُلاحظ أنه بالنسبة للعينات الإسطوانية أو المنشورية الشكل فإن إتجاه التحميل يكون دائماً في إتجاه الصب بينما يكون إتجاه التحميل في العينات المكعبة عمودياً على إتجاه الصب وذلك بغرض جعل الأسطح المصقولة للمكعب ملامسة لرأس جهاز الإختبار . ولقد أظهرت بعض الأبحاث التي أُجريت بهذا الشأن أن العينات التي تختبر بحيث يكون إتجاه التحميل المؤثر عليها مطابقاً لإتجاه الصب تُظهر مقاومة أكبر بحوالي ٨ % من المقاومة التي تُظهرها العينات التي تُختبر بإتجاه تحميل عمودي على إتجاه الصب.

العوامل المؤثرة على مقاومة انضغاط الخرسانة

٤- تأثير العمر وظروف الاختبار :

- **اتجاه التحميل**

✓ وقد يرجع سبب ضعف المقاومة للمكعبات القياسية التي تختبر في إتجاه عمودي على إتجاه الصب إلى أن مركز ثقل المكعب الخرساني في هذه الحالة يكون مزحزحاً عن محور التحميل بسبب ميل هذا المركز لأن يكون قريباً من الطبقات الأفقية السفلى أثناء عملية الصب مما يسبب لا مركزية في التحميل تضعف المقاومة المقاسة نظراً لتولد إجهادات الإنحناء .

SO ... DO YOU HAVE ANY
QUESTIONS FOR ME?

THANK YOU FOR ATTENDING LECTURE 7