تكنلوجيا الخرسانة 2

الجزء العملي

المرحلة الثالثة

Asst. Lec. Nora AL-Anssari

اسلوب كتابة وتنظيم التقارير المختبرية

لغرض كتابة وتنظيم التقارير المختبرية يتبع الاسلوب التالي:

1- تتضمن الصفحة الاولى المفردات التالية -:

اسم الجامعة والكلية والقسم

اسم المادة

عنوان التجربة

اسم الطالب والمرحلة

تاريخ اجراء التجربة وتاريخ تقديم التقرير

2- يتضمن التقرير بعد الصفحة الاولى المفردات التالية:

" الغرض من التجربة objective

" نظرية التجربة والمواصفات المعتمدة Theory&standars

توضح النظرية المعتمدة للتجربة مع تبيان الفرضيات والمعادلات المستعملة ومفرداتها ووحداتها كما وتبين متطلبات المواصفات العالمية التي تم بموجبها اجراء هذه التجربة.

" النتائج والحسابات Calculations&Results

توضح العمليات الحسابية والنتائج بشكل مفصل بالاعتماد على القوانين النظرية الخاصة بالتجربة ان وجدت ومن ثم تنظم النتائج النهائية في جداول معنونه مع بيان وحداتها كما وتوضح النتائج بأشكال بيانيه عند الحاجة.

" المناقشة والاستنتاجات Discussion&Conclusions

تتناقش النتائج والرسوم البيانية ان وجدت وتقارن مع متطلبات المواصفات العالمية وتبين مدى صلاحية المادة المفحوصة للاستعمال للأغراض الإنشائية وتستخلص الاستنتاجات النهائية من المناقشة مع الاخذ بنظر الاعتبار الهدف من التجربة

خطوات تحضير الخلطة الخرسانية

بعد تصميم الخلطة الخرسانية التي سيتم دراستها في الجزء النظري حسب المواصفات الامريكية او البريطانية وحساب الكميات للخلطة يتم تحضير الخلطة الخرسانية التي تتطلب اتباع خطوات دقيقة لضمان الحصول على خرسانة ذات جودة عالية وخصائص تتناسب مع متطلبات المشروع:

1. تحديد النسب المناسبة للخلطة:

يتم تحديد نسبة المكونات الأساسية في الخلطة الخرسانية بناءً على متطلبات التصميم، وتشمل هذه المكونات:

الاسمنت (عادةً ما يكون أسمنت بورتلاند).

الماء (بنسبة محددة لضبط القابلية للتشغيل والمقاومة).

الركام الناعم (مثل الرمل).

الركام الخشن (مثل الحصى).

قد تُضاف مواد مضافة admixtures مثل الملدنات الفائقة superplasticizersأو مواد مقاومة للماء، لتحسين خصائص معينة في الخرسانة.

2. تحضير المواد:

الاسمنت: يتم اختيار الأسمنت المناسب بناءً على نوع الخرسانة المطلوبة.

الركام: يجب أن يكون نظيفًا وخاليًا من الشوائب مثل الأتربة أو المواد العضوية.

الماء: يجب أن يكون صالحًا للشرب وخاليًا من الأملاح الضارة.

الإضافات: تُضاف حسب الحاجة لتحسين خواص الخرسانة.

3. عملية الخلط:

يمكن تنفيذ الخلط إما يدويًا أو باستخدام خلاطة ميكانيكية. الطريقة الميكانيكية هي الأكثر استخدامًا لضمان تجانس المكونات.

يتم أولاً إضافة الركام الناعم والخشن معًا في الخلاط.

يُضاف الأسمنت إلى الركام ويُمزج جيدًا حتى يتم توزيع المكونات بالتساوي.

يُضاف الماء تدريجيًا إلى الخلاط، مع التحريك المستمر، حتى الوصول إلى القوام المطلوب.

يُضاف أي مواد مضافة في هذه المرحلة إذا كانت مطلوبة.

4. اختبار القابلية للتشغيل Workability

بعد الخلط، يتم اختبار القابلية للتشغيل باستخدام اختبارات مثل اختبار الهبوط (Slump Test)لضمان أن الخرسانة قابلة للتشغيل ويمكن صبها بسهولة في القوالب.

5. النقل والصب:

بعد الخلط مباشرة، يتم صب الخرسانة في القوالب.

يجب صب الخرسانة بسرعة بعد الخلط لتجنب فقدان قابلية التشغيل.

6. الرص Compaction

بعد الصب، يتم رص الخرسانة باستخدام أدوات مثل عصا الرص او الهزازات لضمان إزالة أي فقاعات هواء وتحقيق كثافة عالية.

7. المعالجة Curing

بعد الصب والرص، تبدأ عملية المعالجة للحفاظ على الرطوبة في الخرسانة وتحقيق مقاومة عالية. يمكن استخدام أغطية البلاستيكية للحفاظ على الرطوبة لمدة 7 إلى 28 يوماً حسب مدة الفحص المطلوبة.

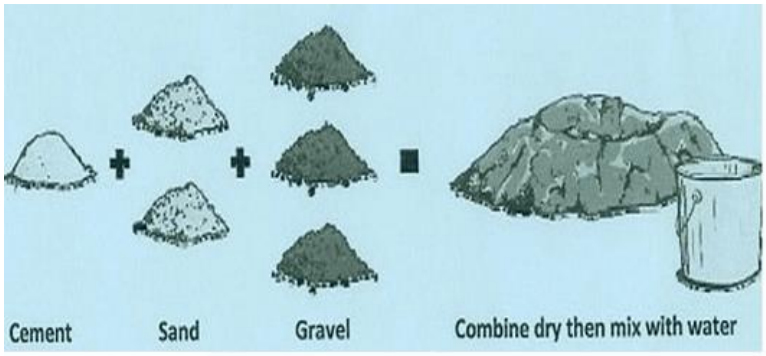
مثال لخلطة خرسانية

Table 2.2—Example mixture proportions

Material	Quantity
Cement, Type I (brand name), lb/yd^3 (kg/m^3)	565 (335)
Water, lb/yd^3 (kg/m^3)	270 (160)
Fine aggregate (source), dry weight, lb/yd^3 (kg/m^3)	1215 (720)
Coarse aggregate (maximum size and source), dry weight, lb/yd^3 (kg/m^3)	1790 (1060)

Table 2.3—Example mixture properties

Property	Range of results
Slump	3 to 5 in. (75 to 125 mm)
Unit weight	142 to 145 lb/ft^3 (2275 to 2320 kg/m^3)
Air content	4 to 6.5%
Strength at (n) days	3600 to 4100 psi (24.8 to 28.3 MPa)
Temperature	55 to 70°F (13 to 21°C)



Concrete Mix Design

بعد تكوين خلطة تلبي جميع المواصفات المطلوبة، يمكن وصف النسب كما هو موضح في الجدول رقم 1.

الكميات الموضحة في نسب الخلطة ليست بالضرورة هي نفسها الكميات المستخدمة في إعداد الخرسانة. ستحتاج كمية الماء المضافة إلى تعديل بناءً على محتوى الرطوبة في الركام الخشن والركام الناعم.

.كيفية تحضير عينة من الخرسانة الطرية للاختبار قابلية التشغيل: -

- يجب أن تكون العينة المأخوذة من الخرسانة تمثل تماما" الخلطة الخرسانية وتؤخذ من أماكن متفرقة من الخلطة.

*- تنقل العينة إلى مكان الاختبار وتخلط خلطا" تاما" على سطح غير منفذ للماء.

*- يجب الحفاظ على العينة من التأثير بعض نتائج الاختبارات تحدد ما إذا كانت الخرسانة تلبي مواصفات المشروع.

-1-

فحوصات الخرسانة الطرية

فحوصات قابلية التشغيل للخرسانة الطرية

1. **فحص الهطول Slump test**
2. **فحص عامل الرص Compacting factor**
3. **فحص تعيين كثافة الخرسانة الطرية Fresh concrete density test**

تُسمى هذه الفحوصات "فحوصات القبول" لأن الخرسانة التي تفشل في تلبية المواصفات يمكن رفضها.

ولأن هذه الاختبارات تحدد ما إذا كانت الخرسانة يجب أن تُقبل أو تُرفض، يجب إجراؤها بدقة وفقًا لما هو محدد في معايير الفحص.

1- فحص الهطول Slump test

فحص الهطول للخرسانة الطرية (Slump Test) هو أحد أهم الفحوصات التي تُجرى على الخرسانة الطازجة للتحقق من قابلية التشغيل (Workability) قبل الصب. يُستخدم هذا الفحص للتأكد من أن الخلطة الخرسانية تمتلك القوام المناسب لتلبية متطلبات البناء.

أهمية الفحص:

- ✓ يحدد مدى قدرة الخرسانة على ملء القوالب بسهولة دون الحاجة إلى زيادة الماء أو استخدام إضافات خاصة.
- ✓ يساعد في ضمان توزيع المواد داخل الخلطة بشكل متجانس، وبالتالي تحسين جودة الخرسانة النهائية.
- ✓ بالنسبة للخلطات ذات قابلية التشغيل المتوسطة، فإن اختبار الهطول هو اختبار موثوق به لقياس القوام.

الأدوات المطلوبة:

1 .قالب الهطول: قالب معدني يسمى مخروط الهطول (Slump Cone) بأبعاد قياسية:
ارتفاع 30 سم.
القطر السفلي 20 سم.
القطر العلوي 10 سم.

2 .عصا رص: فولاذي طوله حوالي 60 سم وقطره 1.6 سم، يستخدم لرص الخرسانة داخل القالب.
3 .سطح مستوي: قاعدة مستوية صلبة غير مسامية لإجراء الفحص .
4 .أدوات خلط الخرسانة.

خطوات إجراء الفحص:

1 .تحضير الخرسانة:

- ✓ ينظف السطح الداخلي للمخروط بصورة جيدة ويرطب.
- ✓ تأكد من خلط الخرسانة بشكل جيد للحصول على توزيع متجانس للمكونات.

2 .ملء قالب الهطول:

- ✓ ضع المخروط على سطح مستوي وغير مسامي لكيلا يمتص ماء الخلطة.
- ✓ املأ المخروط بالخرسانة على ثلاث طبقات متساوية.
- ✓ قم برص كل طبقة باستخدام عصا الرص 25 مرة بشكل متساوٍ في جميع أنحاء المقطع العرضي للمخروط.
- ✓

3 .رفع القالب: بعد ملء المخروط ورص الطبقات الثلاث، ارفع المخروط بشكل عمودي وببطء خلال 5-7 ثوانٍ بدون أي اهتزاز.

4 .قياس الهطول:

- ✓ ضع المخروط بجانب الخرسانة التي انخفضت بعد إزالة القالب.
- ✓ قم بقياس المسافة الرأسية بين قمة الخرسانة (أعلى نقطة) وقمة المخروط الأصلي باستخدام مسطرة معدنية. هذه المسافة تمثل مقدار الهطول.(Slump)

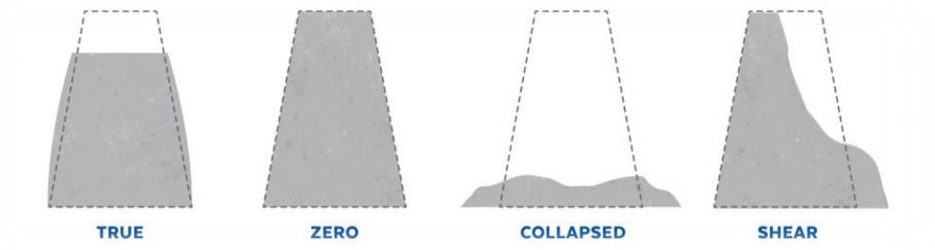
نتائج الهطول:

- هطول مرتفع (10-20 سم): يشير إلى خرسانة طازجة وسهلة التشغيل، مناسبة للاستخدام في القوالب الضيقة أو في الخرسانة التي تحتاج إلى قابلية تشغيل عالية.

- هبوط منخفض (0-5 سم): يدل على قوام صلب جدًا، ويُستخدم في الخرسانة التي لا تتطلب تشغيلية عالية مثل الأساسات.
- هبوط متوسط (5-10 سم): يشير إلى قوام متوازن مناسب لمعظم الأعمال الخرسانية العادية.

أنواع الهطول:

- هطول حقيقي :(True Slump) يحدث عندما تنخفض الخرسانة بشكل موحد، وهذا يعتبر الهبوط الطبيعي. (Up to 125 mm)
- هطول القص :(Shear Slump) يحدث عندما ينقص جزء من الخرسانة على جانب واحد، وهذا يشير إلى توزيع غير متساوٍ للماء أو الركام. (up to 150 mm 50)
- هطول انهياري :(Collapse Slump) يحدث عندما تنهار الخرسانة تمامًا، مما يشير إلى أن الخلطة قد تحتوي على كمية زائدة من الماء أو تكون غير قابلة للتشغيل. (150- 250 mm)



- بالنسبة للخرسانة الجافة إلى حد ما، فإن اختبار الانهيار ليس اختبارًا مناسبًا لقياس القوام نظرًا لحساسيتها العالية للاهتزازات. وبالتالي، فإن الخلطات شديدة الصلابة لا تنهار (لا يوجد هبوط) Zero slump

المواصفات القياسية:

- ✓ ASTM C143: Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.
- ✓ BS EN 12350-2: Testing fresh concrete. Slump-test.

الملاحظات المهمة:

- ✓ يجب إجراء الفحص خلال 5 دقائق من إعداد الخلطة الخرسانية لضمان دقة النتائج.
- ✓ قد تتطلب بعض المشاريع استخدام إضافات خرسانية لتحسين القوام، خاصة إذا كان الهطول غير مناسب.
- ✓ يجب ألا يزيد المقاس الأعلى للركام المستخدم عن 40 ملم.
- ✓ هناك العديد من العوامل التي تؤثر على اتساق الخرسانة مثل محتوى الماء، وتدرج الركام، وملمس الركام.

أسئلة المناقشة:

1- ما هو سبب التصاق الخرسانة بالمخروط الناقص؟
2- الغاية من قياس فحص الهطول للخلطات الخرسانية بموقع العمل؟
3- لماذا يتم رص الخرسانة داخل المخروط بثلاث طبقات؟ وماهو تأثير وجود الفجوات الهوائية داخل الخلطة الخرسانية على متانة الخرسانة مستقبلا؟

2- فحص عامل الرصCompacting factor test

فحص عامل الرص (Compaction Factor Test) هو فحص يُجرى لتحديد قابلية التشغيل للخرسانة الطازجة، خصوصًا للخرسانات التي تتميز بهطول قليل أو معدوم، أي الخرسانة التي لا يمكن فحصها باستخدام فحص الهطول التقليدي.

أهمية الفحص:

- ✓ يُعطي مؤشرًا على مقدار القابلية للرص، والذي يعكس جودة الخرسانة من حيث سهولة الصب والرص في الموقع.
- ✓ يساهم في تحديد كمية الماء اللازمة لضمان تشغيلية الخرسانة دون التأثير على القوة النهائية.
- ✓ يُستخدم عادة في المشاريع التي تتطلب خرسانة بحد أدنى من قابلية التشغيل مثل الأساسات، الجدران الداعمة، والأعمال الأخرى التي تحتاج إلى خرسانة ذات هبوط قليل.

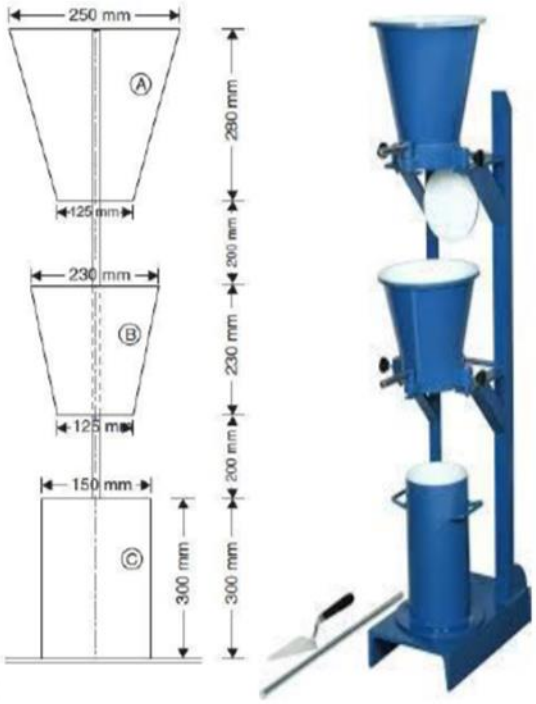
الأدوات المطلوبة:

1 .جهاز عامل الرص: يتكون من مخروطين (علوي وسفلي) وحاوية أسطوانية في القاعدة، مع أبعاد قياسية.

2 .ميزان حساس: لقياس الوزن الدقيق للخرسانة.

3 .عصا رص: فولاذي، يُستخدم لضمان توزيع الخرسانة بشكل متساوٍ.

4 .أدوات خلط الخرسانة.



خطوات إجراء الفحص:

1. تحضير الخرسانة:

✓ تُحضّر الخلطة الخرسانية وتمزج جيدًا لضمان توزيع متساوٍ لجميع المكونات.

2 .ملء الجهاز:

✓ يملئ المخروط العلوي بالخرسانة دون رص ويسوى سطحها مع حافة المخروط، يفتح الباب الموجود في أسفل المخروط العلوي بحيث يسمح بهبوط الخرسانة تحت تأثير وزنها فقط إلى المخروط السفلي.

✓ تكرر نفس الخطوات بالنسبة للمخروط السفلى فتمر الخرسانة إلى الأسطوانة

3 .قياس وزن الخرسانة المرصوصة جزئياً:

✓ بعد الانتهاء من ملء الأسطوانة يسوى سطحها وتنظف جوانبها وحوافها الخارجية ثم توزن ويعين وزن الخرسانة المالئة للأسطوانة وهو وزن الخرسانة المرصوصة جزئياً.

4. قياس وزن الخرسانة المرصوصة كلياً:

✓ يعاد ملء الأسطوانة من نفس الخلطة الخرسانية على طبقات على أن ترص كل طبقة يدويا أو ميكانيكيا حتى تملأ تماما بالخرسانة ثم توزن ويعين وزن الخرسانة المالئة للأسطوانة وهو وزن الخرسانة المرصوصة كلياً.

5 .حساب عامل الرص:

✓ يتم حساب عامل الرص باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{عامل الرص} = \frac{\text{وزن الخرسانة المرصوصة جزئيا"(نتيجة هبوطها)}}{\text{وزن الخرسانة المرصوصة كلياً (نتيجة رصها)}} = \frac{\text{و}}{\text{ك}}$$

وبمعرفة عامل الرص يمكن تحديد درجة قابلية التشغيل كما في الجداول ادناه.

نتائج الفحص:

عامل الرص المثالي للخرسانة يكون بين 0.7 و0.95.

قابلية التشغيل	عامل الرص
منخفضة جدا"	0.78
منخفضة	0.85
متوسطة	0.92
عالية	0.95

- قيمة منخفضة لعامل الرص تشير إلى أن الخرسانة صلبة جدًا وتحتاج إلى كمية أكبر من الماء لتحسين قابلية التشغيل.
- قيمة عالية لعامل الرص تشير إلى أن الخرسانة طرية نسبيًا، مما قد يؤدي إلى مشكلة في الرص إذا كانت النسبة مرتفعة جدًا.

ت	درجة التشغيل	الهطول(mm)	عامل الرص	استعمالات الخرسانة
-1	منخفضة جدا" Very low	25 – 0	0.78	*- خرسانة للطرق مرصوصة بالاهتزاز (بالأجهزة اليدوية).
-2	منخفضة Low	50 – 25	0.85	*- خرسانة للطرق مرصوصة بالأجهزة اليدوية . *- خرسانة كتلية (Mass Concrete) للأساسات من غير رص. *- خرسانة للمقاطع القليلة التسليح باستعمال الهزازات.
-3	متوسطة Medium	100 – 50	0.92	*- خرسانة مسلحة للأعمال الاعتيادية(السقوف) مرصوصة يدويا" . *- خرسانة للمقاطع الكثيفة التسليح وباستعمال الهزازات.
-4	عالية High	175 – 100	0.95	*- خرسانة للمقاطع الكثيفة التسليح جدا" والغير الملائمة للاهتزاز.

المواصفات القياسية:

✓ BS 1881-103: Method for determination of compaction factor.

الملاحظات المهمة:

✓ يجب التأكد من أن الخرسانة ممزوجة جيدًا قبل إجراء الفحص.
✓ يجب إجراء الفحص بسرعة بعد خلط الخرسانة لتجنب أي تغييرات في خصائص التشغيل.
✓ هذا الفحص مناسب للخلطات الخرسانية ذات هبوط قليل (أقل من 5 سم).

أسئلة المناقشة:

1- ما هو سبب عدم نزول الخرسانة بعد فتح البوابة الافقية للمخروط الاول؟
2- هل ظروف المختبر تؤثر على الخرسانة وعدم سقوطها بتأثير وزنها؟

3- فحص كثافة الخرسانة الطرية Fresh concrete density test

فحص كثافة الخرسانة الطرية هو اختبار يُجرى لتحديد كثافة الخرسانة في حالتها الطازجة قبل أن تتصلب. يعتبر هذا الفحص مهمًا لأنه يساعد في تقدير جودة الخلطة الخرسانية ومدى توازن نسب المواد المكونة لها (الإسمنت، الماء، الركام).

أهمية الفحص:

- ✓ الكثافة الطرية هي مؤشر على مدى تجانس الخلطة ونسب مكوناتها.
- ✓ يؤثر على خصائص الخرسانة بعد التصلب مثل المقاومة والديمومة.
- ✓ يساعد في تحديد النسب المطلوبة للوصول إلى الكثافة المثالية.

الأدوات المطلوبة:

1 .وعاء قياس الكثافة: وعاء معدني ذو حجم محدد (عادةً 1 لتر أو أكثر) ويجب أن يكون حجمه معروفًا بدقة.

2 .ميزان دقيق: لقياس وزن الخرسانة.

3 .عصا رص: لرص الخرسانة داخل الوعاء.

4 .أداة تسوية: لتسوية سطح الخرسانة بعد ملء الوعاء.

خطوات إجراء الفحص:

1 .تحضير الخرسانة:

- ✓ يتم خلط الخرسانة جيدًا لضمان توزيع متجانس لجميع المكونات.

2 .وزن الوعاء الفارغ:

- ✓ يتم وزن الوعاء الفارغ وتسجيل الوزن.

3 .ملء الوعاء بالخرسانة:

- ✓ يتم ملء الوعاء بالخرسانة الطرية على ثلاث طبقات.
- ✓ يتم رص كل طبقة باستخدام عصا الرص 25 مرة لضمان عدم وجود فراغات هوائية.

4 .تسوية سطح الخرسانة:

- ✓ بعد ملء الوعاء، يتم تسوية سطح الخرسانة باستخدام أداة تسوية لضمان أن السطح مستوٍ مع حافة الوعاء.

5 .وزن الوعاء المملوء بالخرسانة:

- ✓ يتم وزن الوعاء بعد ملئه بالخرسانة الطرية.
- ✓ يتم تسجيل الوزن الكلي.

6 .حساب كثافة الخرسانة الطرية:

- ✓ يتم حساب كثافة الخرسانة باستخدام المعادلة التالية:

كثافة الخرسانة الطرية = وزن الوعاء المملوء - وزن الوعاء الفارغ (وزن الخرسانة المرصوصة) / حجم الوعاء

نتائج الفحص:

- الكثافة الطرية للخرسانة العادية تتراوح عادة بين 2200 إلى 2500 كغم/م^3.
- كثافة منخفضة قد تشير إلى وجود فراغات هوائية أو نسب غير متوازنة للمواد.
- كثافة مرتفعة قد تكون مؤشرًا على وجود نسب عالية من الركام الخشن مقارنة بالعناصر الأخرى.

المواصفات القياسية:

- ✓ BS EN 12350-6: Testing fresh concrete - Density.
- ✓ ASTM C138/C138M: Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.

أسئلة المناقشة:

1- أيهما أفضل بطريقة حساب الحجم الاسطواني الطريقة المائية أم الطريقة الحجمية؟