

الفصل الثالث

مواصفات المواد

(1-3) مقدمة (Introduction) :

هذا الفصل يشمل جميع المواد الداخلة في تكوين الخرسانة بقسميها (العادية -والمسلحة)

وهي كالآتي:

(2-3) مواصفات اعتماد نتائج اختبار المواد الأولية للإسمنت

(مصنع أسمنت عطبرة) :

1. تقرا هذه التعليمات بشكل مشترك مع جداول الكميات والمخططات المعتمدة والمواصفات

العامة لوحدة تنفيذ السدود بحيث تكون الاولية لمواصفات المشروع المحدد الموجود في

الجدول والمخططات .

2. يتم عمل الاختبارات في المعامل المعتمدة لدى الوحدة وهي معامل كلية الهندسة بجامعة

الخرطوم ومعهد أبحاث البناء والطرق بجامعة الخرطوم وتعتمد النتائج الواردة من هذين

المعملين والتوصيات والمعايير (ان وجدت) في النتائج الصادرة منهما .

3. الاسمنت : (حسب المواصفات البريطانية).

- القوام : ما بين 25-30%

- زمن التصلب الابتدائي : ما لا يقل عن 60 دقيقة

- زمن التصلب النهائي : ما لا يزيد عن 10 ساعات

- متوسط القوة الانضغاطية (يومين) : لا يقل عن 20 نيوتن /م².

4. الحديد (حسب المواصفات البريطانية)

- الحديد المرن (عاده للأقطار 6مم و 8 مم) : القوة لا تقل عن 250 نيوتن /مم2
- الحديد عالي المقاومة (للأقطار حتى 16مم): القوة لا تقل عن 410 نيوتن /مم2
- الحديد عالي المقاومة (للأقطار اكبر من 16 مم) : القوة لا تقل عن 460 نيوتن /مم2

5. جدول رقم (3-1) يوضح الخرسانة:(حسب المواصفات البريطانية)

| الرقم | نوع المنخل | نسبة المرور المسموح بها |
|-------|--------------|-------------------------|
| 1 | منخل 50 مم | %100 |
| 2 | منخل 37.5 مم | %100-90 |
| 3 | منخل 20 مم | %70-50 |
| 4 | منخل 14 مم | %50-20 |
| 5 | منخل 10مم | %10-20 |
| 6 | منخل 5 مم | اقل من 5% |

6. جدول رقم (2-3) يوضح الرملة : (حسب الموصفات البريطانية)

| نسبة المرور المسموح بها | نوع المنخل | الرقم |
|-------------------------|--------------|-------|
| %100 | منخل 10 mm | 1 |
| %100-95 | منخل 5 mm | 2 |
| %100-65 | منخل 2.36 mm | 3 |
| %80-40 | منخل 1.18 mm | 4 |
| %40-10 | منخل 0.6 mm | 5 |
| %25-5 | منخل 0.3 mm | 6 |
| أقل من %10 | منخل 0.15 mm | 7 |

7. مكعبات الخرسانة المسلحة (حسب المواصفات البريطانية)

- القوة الانضغاطية (7 أيام) : لا تقل عن 17.5 نيوتن/مم².

- القوة الانضغاطية (28 يوم): لا تقل عن 25 نيوتن/مم².

تعتبر المواصفات السودانية SDS المرجع الاساسي لجميع الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية التي تنفذ على مادة الاسمنت سواء أخذت العينة من منتج مطحنة الاسمنت أو من مكبات التعبئة وفيما يلي عرض مبسط لهذه الاختبارات .

1- قياس نسبة المتبقي على المنخل Residue on sieve 45 ميكرو متر هذا الاختبار غير مذكور في المواصفات السودانية SDS164/2008 لكنة سريع ومفيد في ضبط نعومة المواد.

2- اختبار القوام القياسي وتحديد نسبة الماء بConsistency%وفقا لطريقة الاختبار الموصوفة في المواصفات السودانية.SDS169.

3- اختيار السطح النوعي للإسمنت وفقا لطريقة الاختبار الموصوفة في المواصفة السودانية SDS170.

4- اختبار تحديد مهلة الجمود (Vicat) setting Time وفقا لطريقة الاختبار الموصوفة في المواصفة السودانية SDS169.

5- اختبار ثبات الحجم او التمدد Soundnessوفقا لطريقة الاختبار الموصوفة في المواصفات السودانية SDS169.

6- اختبار القوة Compressive strength وفقا لطريقة الاختبار الموصوفة في

الموصفات السودانية SDS167.

1. قياس نسبة المتبقي على المنخل 45 µm Residue on sieve:

تحدد نعومة الاسمن بنخلة على مناخل قياسية وبذلك يتم تحديد نسبة الاسمنت الذي تكون فيه نسبة الحبيبات أكبر من ابعاد فتحات المنخل المستخدمة .

• طريقة نخل العينة :

يتم وزن 10 جرام من عينة الاسمنت وتنخل على المنخل 45 ميكرون بواسطة ماكينة air jet sieves ثم يوزن المتبقي على الغربال وتحسب النسبة المئوية للمتبقي.

نسبة المتبقي على المنخل = وزن المتبقي على المنخل × 10 .

2. اختبار القوام القياسي وتحديد نسبة الماء water /cement:

يعتمد تحديد نسبة الماء في العجينة المحضرة من الاسمنت موضوع التجربة على اختبار الغرز لأبره معينة (المسبر) في العجينة الاسمنتية الى عمق محدد .

يتم ضبط عمل الجهاز اولاً بأن يخفض الجزء المتحرك حتى يستقر على صفيحة القاعدة ثم يضبط الجهاز على هذا الوضع وبعدها يرفع الجزء المتحرك الى الوضع الاول وعندها يكون الجهاز جاهز للعمل .

طريقة العمل :

1. يوزن 500 جرام ويضاف لها كمية الماء الازم لعمل العجينة ذات القوام القياسي .
2. وتصب العجينة في قالب فيكات ويوضع القالب على قاعدة غير نافذة تحت ابرة الجهاز.
3. يتم اسقاط الابرة تدريجيا على العينة وعند ملامستها السطح تترك لتسقط بحرية .
4. تكرر العملية الى ان تكون الابرة لنقطة 5-7مم أعلى من قاعدة القالب .
5. اذا كانت اختراق الابرة اقل من 5 مم تكون العجينة لينة وتعاد التجربة وتقلل كمية الماء اما اذا كانت اكثر من 7 تكون العجينة جافة وتعاد التجربة أيضا مع زيادة كمية الماء .

3. اختبار السطح النوعي للإسمنت Blaine:

تقاس نعومة الاسمنت بقياس السطح النوعي للإسمنت وذلك بقياس الزمن الذي يستغرقه نفاذ كمية معينة من الهواء خلال طبقة محددة الأبعاد من الاسمنت .

طريقة العمل :

1. وزن الكمية المحددة من الاسمنت .
2. تنظيف الخلية المتخصصة ووضع ورقة ترشيح فوق القاعدة المثقبة.
3. ثم وضع العينة ثم ورقة ترشيح اخرى أعلى العينة .

4. ضع الخلية في المكان المخصص بالأنبوب الزجاجي .

5. اسحب المحلول ليصل فوق مستوى الخط العلوي ثم اقلب الصنبور لمنع دخول الهواء

اترك المحلول ينساب بفعل ضغط الهواء عبر العينة.

6. عند وصول المحلول المستوى الخط العلوي شغل ساعة الايقاف .

7. عند وصول المحلول للخط الذي يليه اوقف ساعة الايقاف .

8. اقرء الزمن واحسب السطح النوعي حسب المعادلة:

• السطح النوعي = جذر الزمن × الفاكتر سم²/جم

• السطح النوعي يجب لا يقل عن 300 سم²/جم

4. اختبار تحديد مهلة الجمود (vicat) setting time :

مهلة الجمود يقصد بها الفترة الزمنية الممتدة من لحظة إضافة الماء للاسمنت وحتى تجميد العجينة الاسمنتية .

يعتمد تحديد زمن مهلة الجمود على مدى تغلغل ابراه معدنية في عجينة الاسمنت ذات القوام القياسي للوصول الى عمق معين ضمن العجينة الاسمنتية .

كما يعتمد تحديد زمن نهاية مهلة الجمود على ظهور أثر ابرة معدنية أخرى على سطح العجينة الاسمنتية .

طريقة العمل:

1. وزن 500 جرام أسمنت .
2. تضاف لها نفس كمية الماء التي حددها القوام القياسي لعجينة الاسمنت .
3. تصب الماء في الخلاط أولاً .
4. يوضع الاسمنت على الماء .
5. تشغيل الخلاط الالي الذي يبدأ بالسرعة الضعيفة.
6. توقيف الخلاط لمدة 15 ثانية.
7. تتغير السرعة الى السرعة العالية .
8. تكون في شكل عجينة طرية .
9. توضع في القالب المخصص لها ويسوى السطح تماما.
10. يحسب الزمن منذ اضافة الماء للإسمنت وحتى هذه المرحلة يتم اسقاط ابرة جهاز فيكات الرفيعة يدويا كل 15 دقيقة حتى تتوقف الابرة عن الاختراق وتعتبر كمهلة الجمود الاولى (حدد بالمواصفة بان لا يقل عن 60 دقيقة).
11. تغير أبره مهلة الجمود الابتدائية بالنهاية ويتم اسقاطها على سطح العجينة.
12. تكرر هذه العملية الى أن يختفى أثر الحلقة حول الابرة ويظهر اثر الابرة .
13. يسجل الزمن من اضافة الماء وحتى هذه المرحلة وهو يمثل مهلة الجمود النهائية

(حدد بالمواصفة بأن لا يزيد عن 6.5 ساعة).

- زمن الشك الابتدائي لا يقل عن 60 دقيقة
- زمن الشك النهائي لا تزيد عن 6.5 ساعة

5. اختبار ثبات الحجم (التمدد) : soundness

يبين هذا الاختبار طريقة تعيين ثبات حجم الاسمنت بطريقة لوشاتليه le-chatilier لقياس التمدد .

طريقة العمل :

ويجب أن لا يزيد التمدد في الاسمنت عن 10 mm حسب المواصفة السودانية.

1. من نفس عجينة فيكات ذات القوام القياسي نأخذ جزء يكفي لملئ قالب (le- chatilier).
2. يسوى السطح العلوي والسطح السفلي للقالب ويغطى كلا منهما بطبقة زجاجية .
3. يحفظ هذا القالب في خزانة الترطيب بدرجة حرارة 20+1 درجة مئوية مع رطوبة نسبية لا تقل عن 90% لمدة 24 ساعة .
4. بعد ذلك يخرج القالب ثم تؤخذ القراءة الاولى (البعد بين نهايتي المؤشرين).
5. بعد ذلك يتم وضع القالب في حمام مائي ويسخن لدرجة حرارة 80-100 لمدة 3 ساعات .
6. يسحب القالب ويبرد ثم تؤخذ القراءة الثانية (البعد بين نهايتي المؤشر) .
7. الفرق بين القراءتين يعطي مقدار التمدد في الاسمنت .
8. لا يزيد تمدد الاسمنت عن 10mm .

6. أختبار القوة (compressive strength) :

يتم تحديد مقاومة الضغط للاسمنت باختبار عينات موشورية ذات أبعاد محددة (40مم×40مم×160مم) ×

طريقة العمل :

1. أوزن 450 جرام أسمنت .
2. خذ 225mm من الماء ثم اضع لها الاسمنت وضعة في الخلاط .
3. أضف لها 1350g رملة قياسية بواسطة القمح المخصص لها ، ويتم وضع هذا الخليط في خلاط الي لمدة دقيقة ونصف .
4. توضع العجينة في قالب مكون من ثلاثة أجزاء طول القالب 160mm وعرضه 40mm وارتفاعه 40mm ويوضع القالب في ماكينة الاهتزاز أو الشد (jolting table) التي يتم تشغيلها على مرحلتين في كل مرحلة 40 ضربة لتعطي أشكال منتظمة منشورية بعد ذلك تكتب بيانات العينة على المناشير الثلاثة .
5. يؤخذ القالب بأكمله ويوضع في ثلاجة الرطوبة لمدة 24 ساعة بحيث تكون درجة الحرارة في الثلاجة 20 درجة +1 ونسبة الرطوبة 90% .
6. بعد ذلك يؤخذ القالب من الثلاجة ويتم نزع المكعبات من داخله وتوضع في الماء .

7. يجري عليها اختبار قوة الضغط بعمر يومين وسبعة أيام و28 يوم بحيث تكون النتائج حسب حدود المواصفة 10 نيوتن لكل ملم مربع و 30 نيوتن ملم مربع و 42.5 نيوتن ملم مربع على التوالي .

8. يؤخذ المكعب ويوضع في ماكينة الكسر حيث يقسم الى مكعبين وتحدد قوة كل جزء من المكعبين وبأخذ متوسط العينتين تتحصل على النتيجة النهائية .

9. قوة كسر الاسمنت ليومين لا تقل عن 10 نيوتن /ملم² ، قوة كسر الاسمنت ل 7 ايام لا تقل عن 30 نيوتن / ملم² ، قوة كسر الاسمنت ل 28 يوم لا تقل عن 42.5 نيوتن /ملم² بالنسبة للإسمنت.

(3-3) الركام الطبيعي المستخدم في أعمال الخرسانة

جدول رقم(3-3) يوضح تصنيف الركام من المصادر الطبيعية وفقا للنسيج الحبيبي

| الرقم | النسيج الحبيبي للسطح | وصف الركام | أمثله |
|-------|----------------------|---------------------------------|--|
| 1 | مزجج | زجاجي (مصقول) | صخر الصوان الاسود او الصخور الزجاجية التكوين |
| 2 | أملس | أملس من التآكل بالمياه | الرخام وبعض الركام المنتج من الصخر الصواني |
| 3 | احرش | حبيبي ذو شكل منتظم أو غير منتظم | الحجر الرملي او (أوليت) رسوبي المنشأ |
| 4 | خشن الملمس | ذو تشققات خشنة الملمس من صخور | البازلت وفيلسيث وبورفيرى والحجر الجيري |

| الرقم | النسيج الحبيبي للسطح | وصف الركام | أمثله |
|-------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| 5 | بلوري | له بريق يسهل تمييزه بالنظر | جرانيت الجابرو نايس |
| 6 | منحرب (مقرب) | له حفر وثقوب على سطحه يمكن تمييزه | الطفل المتمدد وحجر الخفاف |

• الاشتراطات

(1-3-3) المتطلبات العامة :

يجب ان يكون الركام من المصادر الطبيعيه المستخدمة في الخرسانةذو حبات صلده ونظيفة ذات قابليه للتحمل مع الزمن بحيث لا تزيد نسب تواجد المواد الملتصقة والكتل الطينية والاجسام المستطيلةوالقشرية عن ما هو مطلوب في هذه المواصفةالقياسية وتجري كل الفحوص والاختبارات للكشف عن هذه المواد الضارة او عن اي خاصيه فيزيائية او ميكانيكيه

او كيميائية للركام وفق المواصفةالقياسية بالرقم (4844/2011).

(2-3-3) المتطلبات الفنية:

1. الاشتراطات الفيزيائية

2. الوزن النوعي (الثقل النوعي)

يجري الاختبارات وفقا للمواصفة القياسية السودانية بالرقم (4844\2011).

a. الوزن النوعي الظاهري (الثقل النوعي الظاهري).

يجري الاختبارات وفقا للمواصفة القياسية السودانية بالرقم (4844\2011).

b. الوزن النوعي الكلي (الثقل النوعي الكلي).

يجري الاختبارات وفقا للمواصفة القياسية السودانية بالرقم (4844\2011).

(3-3-3) خواص الركام الحرارية:

الخواص الحرارية للركام تشمل م يلي :

a. معامل التمدد الحراري .

b. الحرارة النوعية .

c. الموصلية الحرارية (قابلية التوصيل الحراري).

جدول رقم (3-4) يوضح معامل التمدد الحراري الخطي للصخور والاحجار المستخدمة في انتاج

الركام المستخدم في الخرسانة

| الرقم | انواع الصخور الاحجار | $10^{-6}/\text{س}^{\circ}$ |
|-------|--------------------------|----------------------------|
| 1 | الجرانيت | 11.9-1.8 |
| 2 | دولريت وأندلوسيت (انديت) | 10.3-4.1 |
| 3 | جابرو وبازلت | 9.7 -3.6 |
| 4 | الحجر الرملي | 13.9-4.3 |
| 5 | دولميت | 8.6 -6.7 |
| 6 | الحجر الجيري | 12.2 -0.9 |
| 7 | شبيست | 13.1-7.4 |
| 8 | الرخام | 16.0 -11.0 |

(3-3-4) القشرية والاستطالة :

يجب الا يزيد مجموع معاملي القشرية والاستطالة عن (35) % من وزن العينة .

(3-3-5) التدرج الحبيبي :

يقصد به توزيع الاحجام المختلفة لحبيبات الركام ، ويجري التحليل بالغرابل للركام بأنواعه المختلفة

حسب المواصفة القياسية السودانية رقم (2011/4844م).

a. الركام الصغير (الرمل).

يجب أن يكون تدرج الركام الصغير المستخدم في الخرسانة العادية والمسلحة ضمن حدود مناطق التدرج المبينة في الجدول رقم (5).

b. الركام الخليط الصغير

يجب أن يكون تدرج الركام الخليط الصغير المستخدم في الخرسانة العادية والمسلحة ضمن حدود مناطق التدرج في الجدول رقم (6).

c. الركام الكبير (الزلط)

يجب أن يكون تدرج الركام الكبير المستخدم في الخرسانة العادية والمسلحة ضمن حدود مناطق التدرج المبينة في جدول رقم (7).

d. الركام الخليط الكبير (الزلط الخليط الكبير)

يجب أن يكون تدرج الركام الخليط الكبير المستخدم في جميع أنواع الخرسانات المسلحة والعادية ضمن حدود مناطق التدرج المبينة في جدول رقم (8).

e. الركام الخليط الكامل

يجب أن يكون تدرج الركام الخليط الكامل المستخدم في جميع أنواع الخرسانات المسلحة والعادية ضمن حدود مناطق التدرج المبينة في الجدول رقم (9).

(6-3-3) إمتصاص الماء :

يجب ألا تزيد نسبة الامتصاص الركام للماء عن الحدود الواردة أدناه :

a. الركام الكبير عن (4)% من وزنة .

b. الركام الصغير عن (6)% من وزنة.

جدول رقم (3-5) يوضح تدرج الركام الصغير (الرمل).

| النسبة المئوية للمار من الغريال بالوزن | | | فتحة الغريال (مم) | الرقم |
|--|----------------------|---------------------|-------------------------|-------|
| تدرج (3) (2.36مم) | تدرج (2) (4.75مم) | تدرج (1) (9.5مم) | | |
| - | 100 | 100-95 | 9.5 | 1 |
| - | 100-90 | 100-80 | 4.75 | 2 |
| 100 | 100-75 | 80-50 | 2.36 | 3 |
| 100-90 | 90-55 | 70-20 | 1.18 | 4 |
| 90-60 | 59-35 | 35-10 | 0.600 | 5 |
| 60-20 | 30-8 | 15-5 | 0.300 | 6 |
| 20-0 | 10-0 | 5-0 | 0.150 | 7 |

جدول رقم (3-6) يوضح تدرج الركام الخليط الصغير (الرمل)

| النسبة المئوية للمار من الغريال بالوزن | | فتحة الغريال (مم) | الرقم |
|--|----------|----------------------|-------|
| تدرج (2) | تدرج (1) | | |
| 100-60 | 100 -65 | 4.75 | 1 |
| 75-45 | 80-50 | 2.36 | 2 |
| 60-35 | 60-35 | 1.18 | 3 |
| 40-20 | 40-20 | 0.600 | 4 |
| 25-10 | 40-10 | 0.300 | 5 |
| 10-2 | 15-2 | 0.150 | 6 |
| 10-0 | 10-0 | 0.075 | 7 |

جدول رقم (3-7) يوضح الركام الكبير (الزلط)

| النسبة المئوية للمار من الغربال بالوزن | | | | فتحة الغربال (مم) | الرقم |
|--|---------|---------|---------|-------------------------|-------|
| تدرج(4) | تدرج(3) | تدرج(2) | تدرج(1) | | |
| - | - | - | 100 | 51 | 1 |
| - | - | 100 | 100-80 | 38 | 2 |
| - | 100 | 100-95 | 50-20 | 25.4 | 3 |
| 100 | 100-95 | 80-40 | 30-10 | 19 | 4 |
| 100-90 | 80-50 | 50-5 | - | 12.7 | 5 |
| 100-80 | 60-26 | 15-0 | 10-0 | 9.5 | 6 |
| 50-5 | 10-0 | 5-0 | 5-0 | 4.75 | 7 |
| 25-0 | 10-0 | 5-0 | 2-0 | 2.36 | 8 |
| 2-0 | 2-0 | 2-0 | 2-0 | 0.075 | 9 |

جدول رقم (3-8) يوضح تدرج الركام الخليط الكامل

| النسبة المئوية للمار من الغريال بالوزن | | | فتحة الغريال (مم) | الرقم |
|--|----------|----------|----------------------|-------|
| تدرج (3) | تدرج (2) | تدرج (1) | | |
| - | - | 100-95 | 63 | 1 |
| - | 100 | 100-80 | 51 | 2 |
| 100 | 100-90 | 85-65 | 38 | 3 |
| 100-90 | 85-50 | 75-50 | 25.4 | 4 |
| 100-70 | 75-45 | 65-45 | 19 | 5 |
| 75-50 | 55-38 | 55-38 | 9.5 | 6 |
| 60-35 | 45-30 | 45-30 | 4.75 | 7 |
| 45-27 | 35-23 | 35-23 | 2.36 | 8 |
| 35-20 | 27-17 | 27-17 | 1.18 | 9 |
| 25-12 | 17-10 | 17-10 | 0.600 | 10 |
| 15-5 | 9-4 | 9-4 | 0.300 | 11 |
| 5-1 | 7-1 | 7-1 | 0.150 | 12 |
| 5-0 | 5-0 | 5-0 | 0.075 | 13 |

جدول رقم (3-9) يوضح تدرج الركام الخليط الكبير

| النسبة المئوية للمار من الغربال بالوزن | | | فتحة الغربال (مم) | الرقم |
|--|----------|----------|----------------------|-------|
| تدرج (3) | تدرج (2) | تدرج (1) | | |
| - | - | 100-90 | 63 | 1 |
| - | 100 | 100-70 | 51 | 2 |
| 100 | 100-85 | 80-50 | 38 | 3 |
| 100-85 | 80-30 | 65-30 | 25.4 | 4 |
| 100-55 | 65-20 | 50-20 | 19 | 5 |
| 60-25 | 35-10 | 35-10 | 9.5 | 6 |
| 40-0 | 15-0 | 20-0 | 4.75 | 7 |

(3-3-7) الاشتراطات الميكانيكية:

1. نسبة التآكل : يجري فحص نسبة تآكل الركام الكبير حسب المواصفة القياسية السودانية بالرقم (2011/4844 م) ويجب أن تكون الحدود القصوى المسموح بها لنسبة تآكل الركام الكبير وفقاً لما هو موضح بالجدول رقم (10).

جدول رقم (3-10) يوضح الحدود القصوى المسموح بها لنسبة تآكل الركام الكبير المستخدم في

الخرسانة المسلحة وفقاً لمقاومتها المميزة

| الرقم | المقاومة المميزة للخرسانة (نيوتن /مم ²) | الحد الأقصى المسموح به % لتآكل الركام |
|-------|--|--|
| 1 | 41.2 | 30 |
| 2 | 31.4 | 35 |
| 3 | 26-20.6 | 40 |
| 4 | 13.7-6.9 | 45 |

(3-3-8) الاشتراطات الكيميائية :

1. المواد الضارة:

المواد الضارة المذكورة ادناه تؤثر بشكل سلبي على مقاومة الخرسانة عند اي زمن من عمرها وتؤدي الى تصدع وتآكل حديد التسليح فلذا يجب أن لا تتعدى الحدود القصوى الواردة في هذه المواصفة .

a. مجموعة ثالث أكسيد الكبريت

يجري فحص أحتوى الركام على مجموعة ثالث أكسيد الكبريت حسب المواصفة القياسية المعتمدة تكون الحدود القصوى المسموح بها لمجموعة ثالث أكسيد الكبريت حسب ما هو مبين في الجدول رقم (9).

b. مجموعة الكوريدات

يجري فحص أحتوى الركام على مجموعة الكلوريد آت حسب المواصفة القياسية المعتمدة تكون الحدود القصوى المسموح بها لمجموعة الكلوريد آت حسب ما هو مبين في الجدول رقم (9).

c. المواد المتفحمة والخفيفة :

يجري فحص أحتوى الركام على المواد المتفحمة والخفيفة حسب المواصفة القياسية المعتمدة وتكون الحدود القصوى المسموح بها للمواد المتفحمة والخفيفة حسب ما هو مبين في الجدول رقم (9).

d. المواد القابلة للتفتيت (الكتل الطينية):

يجري فحص أحتوى الركام على المواد القابلة للتفتت (كتل طينية) حسب المواصفة القياسية المعتمده تكون الحدود القصوى والمسموح بها للمواد القابلة للتفتت (كتل طينية) حسب ما هو مبين في الجدول رقم (11) من هذه المواصفة .

جدول رقم (3-11) يوضح النسب المسموح بها للمواد الضارة في الركام

| الرقم | المواد الضارة (من وزن الركام الجاف) | الحد الاقصى المسموح به % | |
|-------|---|--------------------------|---------------|
| | | الركام الكبير | الركام الصغير |
| 1 | الكتل القابلة للتفتت | 0.5 | 1 |
| 2 | المواد المتفحمة والخفيفة | 1 | 1 |
| 3 | مجموعة ثالث أكسيد الكبريت | 0.25 | 0.25 |
| 4 | مجموعة الكلوريدات | 0.1 | 0.1 |

(3-3-9) الفحص والاختبار:

1. تجري الاختبارات وفقا للمواصفة القياسية السودانية بالرقم (2011/4844 م).
2. على المورد التأكد من مطابقة الركام الموارد لمتطلبات هذه المواصفة القياسية ويقدم شهادة الفحص عند طلبها منة .
3. جميع متطلبات اخذ العينات اللازمة لغايات الفحص يتحملها المورد إلا إذا اتفق على غير ذلك .
4. يتحمل المورد تكاليف إجراء الفحوص في حالة فشل العينات لمتطلبات هذه المواصفة القياسية .
5. يتحمل المشتري تكاليف إجراء الفحوص في حالة مطابقة العينات لمتطلبات هذه المواصفة القياسية الا اذا اتفق على غير ذلك.
6. يحق لكل من المورد والمشتري الحصول على نسخة من نتائج الفحوص التي أجريت على عينات الركام .

(3-3-10) تجربة مقاومة الركام للتهشم (Aggregate Crushing Test) :

تجرى هذه التجربة لتحديد معامل التهشم للركام المستخدم في الرصف و لتحديد مدى صلاحيته و للمقارنة بين الأنواع المختلفة المتاحة لاختيار افضلها و الأدوات المستخدمة في هذا الاختبار هي :

a. قضيب معدني مستقيم قطره 1.6 سم و طوله يتراوح بين (46-60) سم .

b. اسطوانة من الصلب مفتوحة الطرفين قطرها الداخلي 152 ملم لها مكبس قطره 150 ملم و قاعدة من الصلب قطرها 150 ملم .

c. ميزان حساس ، مكيال اسطواني ، ماكينة ضغط .

d. غرابيل (رقم 10 ، رقم 12.5 ، رقم 2.35) ملم .

و تختار العينة على اساس الركام الجاف المار من غربال 12.5 ملم و المحجوز على غربال 10 ملم ، و يوضع الركام في المكيال ثم يسوى السطح و تجفف عينة الاختبار في فرن درجة حرارته تتراوح بين (100-110) درجة مئوية ثم تترك لتبرد و توزن و ليكن الوزن (W1)

❖ طريقة اجراء الاختبار :

1. توضع الأسطوانة الصلب المفتوحة في مكانها على القاعدة ثم تملأ على ثلاث طبقات و تدك

كل دفعة (45) مرة بقضيب الغز ثم يسوى السطح و يوضع فوقه المكبس .

2. توضع الاسطوانة و قاعدتها و المكبس بين فكي ماكينة الاختبار و تحمل ببطء حتى يصل

حمل الضغط الى (40) طن بمعدل 4 طن في الدقيقة ، ثم يرفع الحمل .

3. ينخل الركام بعد ذلك و يعين وزن الركام المار من المنخل (2.36) ملم و ليكن (W2).

يحدد معامل التهشم من العلاقة:
$$\text{Aggregate Crushing Value} = \frac{W_2 * 100}{W_1}$$

و الركام الجيد يعطي معامل تهشم صغير و عموما فانه في حالة طبقة الأساس يفضل هذه النسبة عن 45% و لطبقة السطح يجب ان تكون في حدود 30% .

❖ تجربة الأصالة :

يتلخص هذا الاختبار بدراسة مقاومة الحصىيات لفعل العوامل الجوية و ذلك بتعريضها مختبريا لدورات متسارعة من الجفاف و الرطوبة و دورات متسارعة من التجمد و الذوبان، و يتم ذلك مختبريا باستعمال محلول مشبع من كبريتات الصوديوم او كبريتات المغنيسيوم ، يؤخذ وزن محدد من المواد الحصىية النظيفة و الجافة و تكون ابعاد الحبيبات ضمن مجال محدد . تغمر هذه العينة في المحلول لمدة (16-18) ساعة . ثم تجفف بفرن درجة حرارته (105-110) درجة مئوية و تكرر العملية حوالي (5-10) مرات . بعد ذلك تغسل العينة و تجفف و توزن العناصر المارة من المنخل الذي حجز جميع عناصر العينة قبل اجراء التجربة عليها و من ثم ينسب هذا الوزن الى الوزن الأصلي و عادة يجب ان لا يتجاوز هذه النسبة (10-12)% عند استخدام محلول كبريتات الصوديوم و (12-18)% عند استخدام محلول كبريتات المغنيسيوم .

❖ تجربة الصدمة (Impact Test) :

الغرض من هذه التجربة هو قياس صلابة الركام او مقاومته للكسر تحت الصدمات المتكررة ، و تجرى هذه التجربة اما على عينة اسطوانية من الحجر او من كسر الاحجار . و يتكون الجهاز من قاعدة من الصلب و وعاء اسطواني من الصلب قطره الداخلي 10.2 سم و بعمق 5 سم حيث توضع بداخله العينة ، مطرقة من الحديد وزنها يتراوح بين (1.35-1.4) كجم ارتفاع سقوطها الحر 38 سم

. و لأجراء التجربة تجهز عينة تمر من منخل 12.5 ملم و تحجز على منخل 10 ملم و يوضع الركام على المكيال على ثلاث دفعات و تدك كل دفعة 25 مرة بقضيب الغز . ثم تنقل العينة الى الوعاء الاسطواني حيث يتم دكها 25 مرة ترفع المطرقة بحيث يصبح ارتفاعها 38 سم فوق سطح الركام ثم تترك لتسقط فوق سطح العينة . و بعد تكرار عملية السقوط على العينة 15 مرة ، يتم نخل العينة على منخل 2.36 ملم و تقاس قيمة الصدمة او نسبة الصلابة بنسبة المواد الناعمة المتكونة بالنسبة لوزن العينة الكلي.

و يتم التمييز بين الركام حسب درجة الصلابة التي امكن الحصول عليها من تجربة الصدمة فاذا كانت :

- درجة الصلابة اقل من 10% يعتبر الركام المستخدم جيد جدا .
- درجة الصلابة بين (10-20)% يعتبر الركام المستخدم جيد .
- درجة الصلابة بين (20-30)% يعتبر الركام المستخدم مقبول .

عموما يجب ان لا تزيد درجة الصلابة عن 30% في حالة الركام المستخدم لطبقة السطح ، ولا تزيد عن 45% في حالة الركام المستخدم لطبقة الأساس .

❖ تجربة التآكل (Abrasion Test) :

نظرا لمرور العربات فان الأحجار المستخدمة في طبقة السطح تصبح عرضة للتآكل و البري ، و لذلك يجب ان تكون هذه الأحجار ذات مقاومة عالية للتآكل ، و تعتبر تجربة لوس انجلوس للتآكل من اكثر التجارب شهرة في هذا المجال .

و الجهاز المستخدم في هذه التجربة عبارة عن اسطوانة مفرغة قطره الداخلي 70سم و طولها 50 سم و محملة بطريقة تسمح بدورانها حول محورها الأفقي .

يوضع الركام داخل الاسطوانة مع مجموعة كرت من الحديد الزهر قطر كل منها حوالي 4.8 سم و وزنها يتراوح بين (390-445) جم . تؤخذ عينة وزنها يتراوح بين (5-10) كجم و توضع داخل الأسطوانة مع الكرات و تدار الأسطوانة بسرعة تتراوح بين (30-33) لفة في الدقيقة لعدد كلي من اللفات يتراوح بين (500-1000) لفة . ثم تتخذ بعد ذلك العينة على منخل 1.7 ملم و يحدد وزن الركام المار من هذا المنخل . تحدد النسبة بين المار من منخلي 1.7 ملم و وزن العينة الكلي ، و يطلق عليها عادة نسبة التآكل و للخلطات الإسفلتية الجيدة يجب ان تكون النسبة حوالي 30% و قد تصل الى 50% في حالة الرصف الأقل جودة ، و هذه النسب قد تتغير بنسبة $\pm 5\%$ حسب غزارة و نوعية الحركة على الطريق .

❖ الرقم الزاوي : اختيار شكل الحبيبات :

هو عبارة عن النسبة المئوية وزنا للحبيبات الرقيقة أي التي تكون سماكتها اقل من 0.6 مرة البعد المتوسط للحبيبات .

يطبق هذان الاختباران (دليل التطاول و دليل التسطح) على الحبيبات الاكبر من 6.3 ملم بإمرار عينة من المواد الحصوية على سلسلة مناخل تم توزيعها الى مجموعات ذات مجال محدد حيث يكون لكل مجموعة بعد متوسط ثم تحديد وزن الحبيبات المتطاولة لكل مجموعة . ان قيمة دليلي التطاول و التسطح مقبولة في اعمال الطرق تتراوح بين (5-10)% و في جميع الاحوال يجب ان لا تتجاوز 15%

1. دليل التطاول :

هو عبارة عن النسبة المئوية وزنا للحبيبات المتطاوله أي التي يكون فيها اكبر بعد يعادل على الاقل

1.8 مرة البعد المتوسط للحبيبات

2. دليل التسطح :

يتلخص الاختبار بإمرار عينة العينة الحصوية على سلسلة مناخل ثم وضعها ضمن مجموعات ذات مجال محدد . حيث تؤخذ كل مجموعة و تملأ ضمن اسطوانة و يزال الزائد عن سطح الأسطوانة و من ثم توزن الأسطوانة بما فيها لتحديد وزن العينة (W) و بعد ذلك تفرغ العينة و تملأ الأسطوانة بالماء و يتم تحديد وزن الماء (w) كما ان الوزن النوعي للحبيبات (G) يتم تحديده مسبقا و بالتالي فان الرقم الزاوي يمكن حسابه من العلاقة :

$$\text{الرقم الزاوي} = 67 - \frac{100 * W}{w * G} \text{ (لأقرب عدد صحيح)}$$

عمليا فان قيمة الرقم الزاوي المقبولة في اعمال الطرق حسب نوعية الرصف تتراوح بين (0-11) .

(3-4) مواصفات حديد التسليح المستخدم في المنشأة الخرسانية :

1. الحديد الطولي العادي (قضبان ملساء أو ذات نتوءات)

- a. لا تزيد نسبة الكربون عن 0.2% .
- b. مقاومة الشد على الاقل 35 كغم/مم² .
- c. من غير صدأ (نظيف) .
- d. أن يكون أنتاجه أو تصيفه حديثاً لا يتجاوز 6 أشهر .

e. أن لا يقل إجهاد التشغيل له عن 14 كغم/ مم² لخرسانة ذات قوة (180)

كغم/سم² بعد 28 يوماً .

f. النسبة المئوية للاستطالة لا تقل عن 20% .

2. حديد التسليح عالي المقاومة (حديد 60) .

a. حديد لا تقل مقاومته للشد عن 52 كغم/ مم² .

b. لا تزيد نسبة الكربون فيه عن 0.3% .

c. نظيف غير صدئ .

d. النسبة المئوية للاستطالة لا تقل عن 15% .

3. حديد تسليح معالج على البارد :

a. لا تقل مقاومة الشد عن كغم/ مم² .

b. عدم تعرض هذا النوع من الحديد للحرارة المرتفعة .

النسبة المئوية للاستطالة لا تقل عن 15%

(3-5) مواصفات الماء المستخدم في الخلطات الخرسانية:

1. أن يكون نقياً ما أمكن .

2. أن يكون خالياً من الشحوم والزيوت والحوامض ومشتقاته الديزل والبتروول .

3. أن لا تترك أي أثر على قالب الخرسانة .

4. أن لا تزيد نسبة الكلوريد آت فيه عن (0.5 غم / لتر) وأن لا تتجاوز نسبة الأملاح

بمجموعها عن (2 غم / لتر) .

(6-3) شروط و مواصفات الإضافات التي تزداد الى الخلطة الخرسانية:

1. ان تفي الاضافات باشتراطات المواصفات القياسية .
2. الا تؤثر علي بقيه المواد تأثير ضار.
3. الا يعتدي محتوي الكلوريد الايوني 0.2 بالوزن من الاضافات او 0.003 بالوزن من الاسمنت.
4. التأكد من فاعليه وملاءمة الاضافات بخلطات تجريبية من الاسمنت والرمل والمكونات الأخرى
5. توفير معلومات كافية عن سلوك الاضافات مع أنواع الاسمنت المختلفة.
6. توفير معلومات كافية عن تداخل وتوافق الاضافات عند استعمال أكثر من نوعية معا.
7. يلزم بقبول اي دفعة من الاضافة ان يكون لها نفس التكوين للإضافة المختبرة والمقبولة وذلك بإجراء اختبار التجانس .