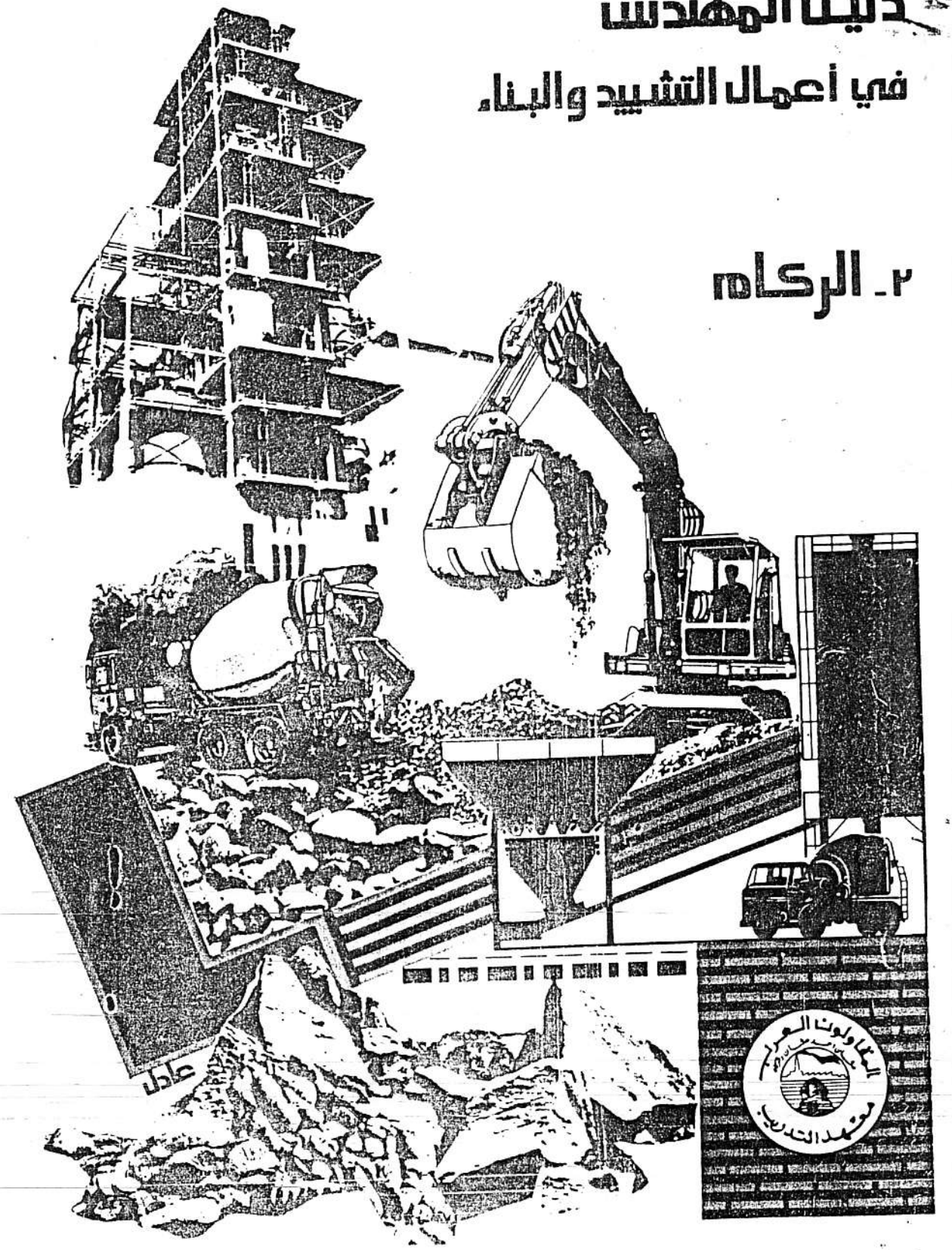
دليل المهندس
في أعمال التشييد والبناء

٢ـ الركام



دليل المهندس فى أعمال التشييد والبناء

ثانيا : الركـــام

ثانيا : الركـــام

أولا ـ التقسيم العام للركام :

١ ـ ركام طبيعى
٢ ـ ركام صناعى

ثانيا ـ الخواص العامة للركام :

١ ـ بالنسبة للمقاس
٢ ـ بالنسبة للشكل
٣ ـ بالنسبة للسطح

ثالثا ـ أنواع الركام ومصادره :

١ ـ الرمل والزلط
٢ ـ الأحجار المكسرة
٣ ـ جلخ الأفران العالية
٤ ـ جلخ حلوان المنفوش
٥ ـ الطوب المكسر
٦ ـ الفرموكوليت المنفوش
٧ ـ الطين المحروق
٨ ـ الحجر الخفاف
٩ ـ ركام الحديد

رابعا ـ تأثير خواص الركام على الخرسانة :

١ ـ تأثير المقاس
٢ ـ تأثير الشكل
٣ ـ تأثير السطح
٤ ـ شروط صلاحية الركام

خامسا ـ العوامل المؤثرة فى جودة وكفاءة الخلطة الخرسانية :

١ ـ العوامل الطبيعية
٢ ـ العوامل الكيميائية
٣ ـ العوامل الميكانيكية

سادسا ـ طرق مناولة وتخزين الركام :

١ ـ التخزين السليم
٢ ـ النقـــل

سابعا ـ مسئولية العاملين بالموقع :

١ ـ مدير العملية
٢ ـ المكتب الفنى
٣ ـ مهندس التنفيذ
٤ ـ أمين المخزن
٥ ـ محاسب العملية

الركـــام

مقدمـــة :

يمثل الركام الجزء المالى الخامل نسبيا فى الخلطة الخرسانية وتشغل حوالى ٧٥٪ من حجم الكتلة الخرسانية .

ويقوم الركام بالأعمال الآتية فى الخرسانة :

(أ) يكون الركام جسم الخرسانة الذى يقاوم الأحمال وعوامل البرى وفعل العوامل الجوية من حرارة وبرودة وجفاف .

(ب) الركام يعتبر نسبيا مادة مالئة رخيصة لتكوين جسم الخرسانة مع المادة اللاحمة والمادة من الأسمنت والماء . .

(جـ) يساعد الركام على انقاص التغيرات الحجمية الناتجة من شك وتصلد عجينة الأسمنت والماء .

أولا : التقسيم العام للركام

(أ) ركام من المصادر الطبيعية وهو يستخرج من المحاجر الطبيعية بدون أى تغيير من حالته الطبيعية أثناء خطوات الانتاج ماعدا فى بعض الحالات التى تتعلق بالمقاس والتدرج الحبيبى والغسيل أو التكسير .

(ب) ركام صناعى : ويتضمن الركام الناتج صناعيا بما يأتى :

١ - ركام ناتج بجانب الانتاج مثل ركام (خبث الأفران ، ركام مخلفات الفحم المحترق (سندر) .

٢ - ركام مصنع وفقا لعمليات معينة كمعالجة الحرارة لانتاج مواد متمددة تتميز بخفة الوزن مثل الطين المحروق والفير موكليت .

٣ - ركام ملون لأغراض الزينة مثل حبيبات الزجاج والسيراميك والرخام .

ثانيا : الخواص العامة للركام :

يمكن تقسيم حبيبات الركام بالنسبة للخواص المميزة المختلفة كما يلى :

(أ) بالنسبة للمقاس :

١ - ركام صغير : وهو مجموعة من الحبيبات التى يمر معظمها ٩٥٪ - ١٠٠٪ من منخل القياسى ٤,٧٦ ملليمتر (٣/١٦ بوصة) ولا يزيد مايحتجز منها على هذا المنخل عن النسب المسموح بها .

٢ - الركام الكبير : وهو مجموعة الحبيبات التى يحتجز معظمها ٩٥٪ - ١٠٠٪ على المنخل القياسى ٤,٧٦ ملليمتر (٣ ١٦ بوصة)

٣ - الركام الشامل : وهو خليط من الركام الصغير والركام الكبير .

(ب) بالنسبة للشكل :

يمكن تقسيم شكل الركام الى أربع أشكال (مدور - زاوى - مفلطح - غير منتظم)

(جـ) بالنسبة لحالة السطح

يمكن رصف حالة أسطح الركام كما يلى :

(زجاجى - ناعم - حبيبى - خشن - بللورى - معشش - مسامى) .

ثالثا - أنواع الركام ومصادره

(أ) الرمل والزلط :

يعتبر الرمل والزلط الطبيعى أرخص مصدر للركام ويستخرج عادة من مترسبات الأنهار (مجاريها) أو من الكثبات الرملية .

ويعتبر رمال وزلط مترسبات الأنهار أكثر الركام شيوعا وملائمة الأعمال الخرسانية وذلك لأن حبيباتها تكون غالبا مستديرة بفعل المياه وكذلك تكون ذات تدرج حبيبى مناسب نتيجة الأعمال الترسيب بالاضافة الى أن المياه تبرى الأجزاء الضعيفة من هذه الحبيبات .

أما رمال الكثبان فتكون صغيرة المقاس ناعمة بفعل الرياح وهى أقل صلاحية من ركام مجارى الأنهار .

ويستخرج الرمل والزلط بعد ازالة القشرة السطحية التى غالبا تكون من الطين المختلط بالأحجار ثم يفصل الرمل عن الزلط بالمنخل القياسى ٤,٧٦مم (٣ / ١٦ بوصة)

ويستخدم الرمل والزلط بعد ذلك فى الأعمال الخرسانية أو يغسل وينخل الى مقاساته المختلفة لاعادة تدرجه وذلك فى الأعمال الانشائية الهامة .

الرقم	اسم المحافظة	مناطق وجود الرمل والزلط الشهيرة
١	القاهـــرة	جبال المقطم ـ طريق مصر/السويس ـ مدينة نصر ـ الجبل الأحمر
		اللبلابة الدويقية ـ المعادى ـ المسن ـ بير الفحم ـ المحصرة ـ حلوان .
٢	القليوبية	جبال (أبو زعبل) نوى ـ جزيرة بلى ـ ميت كنانة)
٣	المنوفية	جبل قويسنا .
٤	الدقهلية ـ الغربية	جبال مجرى النيل
٥	السويس	جبال جنيفه ـ كبريت ـ الشلوفة ـ الكبرى ـ الخميلة ـ السخنة
٦	الاسماعيلية	جبال (القنطرة ـ أبو سلطان ـ بركة أبو جاموس ـ أبو رخم)
٧	الشرقية	جبال (مصرف بحر البقر ـ العباسية ـ بلبيس ـ انشاص ـ المنير ـ سنجها)
٨	الاسكندرية	جبال (معسكر البحرية بأبى قير ـ مناطق رودو كاناكى)
٩	الجيزة	جبال (التبين ـ المنيا والشرفا ـ الصف ـ برقاص ـ
		طريق مصر اسكندرية الصحراوى ـ أبو غالب ـ زاوية دهشور ـ طها ـ غمازة)
١٠	أسيوط	جبال (بصرة الغريب ـ الخوالد ـ العثمانية مجدم ـ بنى غالب ـ الزراعى)
١١	أسوان	جبال (السباعة شرف ـ الحجز بحرى ـ الحجز قبلى ـ الجعافرة ـ خور أبوصيرة)

(ب) الأحجار المكسرة

تستعمل الأحجار المكسرة فى الأعمال الخرسانية فى المناطق التى ينعدم فيها الرمل والزلط أو اذا كانت تكاليف نقلهم لموقع العمل عالية . وتعطى الأحجار المكسرة ركاما جيدا مناسبا غاليا يكون تكاليف انتاجه أكثر نسبيا من الركام العادى نتيجة لتكاليف تكسيره .

ومن أمثلة الأحجار المكسرة الصالحة للاستعمال كركام للخرسانة :

١ ـ **الجرانيت** : صلب ومتين وذو كثافة عالية ويعتبر من الصخور الممتازة للخرسانة .

٢ ـ **البازلت** : الحبيبات المكون لهذا الصخر صغيرة ويعتبر أيضا من الصخور الممتازة للخرسانة .

٣ ـ الحجر الرملى : يصلح كركام للخرسانة عندما يكون الحجر صلدا وكثافته عالية ويستحسن استخدام النوع الذى يحتوى على حبيبات الكوارتز ومادته اللاحمة أكسيد الحديد .

٤ ـ الحجر الجيرى : وفى هذا النوع يجب تجنب استخدام الأنواع المسامية والغير صلدة .

طريقة تحضير ركام الأحجار المكسرة

ويتم أولا أزالة الطبقة السطحية من الصخر ثم ينسف الصخر وتنقل الكتل الكبيرة الى كسارات حيث يكسر مبدئيا الى مقاس أقل من ٨٠مم ويمرر فوق منخل لفصل الحبيبات التى تزيد عن هذا المقاس ثم ينقل المار من المنخل ٨٠مم لتكسيرها الى المقاسات المطلوبة بواسطة أنواع اخرى من الكسارات .

(جـ) جلخ الأفران العالية

يعتبر هذا النوع أكثر الركام الصناعى استعمالا وينتج من الأفرام العالية أثناء انتاج الحديد ويتكون من سليكيات الكالسيوم والمغنسيوم وسليكات الألومنيوم ويصلح جلخ الأفران العالية للاستعمال فى الخرسانة للأعمال الانشائية بعد تكسيره بشرط أن يكون تبريده بالهواء وكذلك استبعاد الجلخ المتفتت أو الترابى والذى يحتوى على بعض أكاسيد الحديد كما يجب أن يكون ركام جلخ الأفران صلدا وكثيفا ذو بللورات دقيقة وحجرى الشكل .

وليست خرسانة جلخ الأفران سهلة فى تشغيلها مثل خرسانة الزلط كما أنها تحتاج الى كمية أكثر من ماء الخلط وأهم مميزاتها مقاومتها للحريق .

(د) جلخ حلوان المنقوش :

تحتل صناعة الركام الخفيف فى كثير من الدول المتقدمة مكانة هامة فى انشاءات المبانى وهناك أنواع عديدة تنتج منها أهمها وأرخصها الجلخ المنفوش الذى يستعمل فى صناعة البلوكات وفى الخرسانة الانشائية العازلة للحرارة .

ومن أهم مميزات الركام الخفيف أنها تقلل من الأحمال الثابتة التى يتعين على الأعضاء الحاملة نقلها بأمان الى الأساسات .

وقد ثبت من التجارب أن وزن الخرسانة الجلخ المدموكة تماما = ٢ ٣ وزن خرسانة الزلط العادية .

(هـ) الطوب المكسر

يمكن استخدام الطوب المكسر فى الخرسانة العادية غير المسلحة بشرط الا تكون عدم القابلية للنفاذ ومقاومة البرى من الخواص المطلوبة ويجب أن يستخدم فقط الطوب المكسر النظيف والثابت الحجم والجيد الحرق والذى يعطى خرسانة لها قوة كافية للأغراض المطلوبة .

كما يراعى ازالة الجبس من الطوب القديم قبل تكسيره لأن كبريتات الكالسيوم قد تؤدى أى منع أو تأخير شك الأ منت كما قد تسبب تفتت الخرسانة .

(و) الفرموكوليت «المنفوش»

والفرموكوليت هو أحد عناصر مجموعة الميكا ويصير نفشه عن طريق تسخين الخام المخفف المطحون الى درجة حرارة تصل الى ٩٨٠ درجة مئوية لمدة تتراوح من ٤ - ٨ ثوانى فيزيد حجمه حوالى ٣٠ مرة .

رابعا - تأثير خواص الركام على الخرسانة

١ - تأثير مقاس الركام على الخرسانة

كلما كان مقاس الركام صغير زادت المساحة السطحية لحبيبات الركام وعند استخدامها فى الخرسانة تحتاج الى كمية من ماء الخلط كثيرة لتغلف كل المساحة السطحية الكبيرة وكذلك تحتاج الى كمية أكبر من عجينة الأسمنت .

٢ - تأثير شكل حبيبات الركام على الخرسانة

الحبيبات المدورة «المستديرة» أكثر قابلية للانضغاط والكبس عن مثيلاتها من الحبيبات الاخرى وعلى ذلك يؤثر شكل حبيبات الركام على النسبة المئوية للفراغات ومن ثم على الكمية المطلوبة من عجينة الأسمنت وعليه فان الحبيبات المستديرة تحتاج الى كمية أقل من عجينة الأسمنت وكذلك تعطى درجة عالية من التشغيل عن مثيلاتها من الحبيبات الاخرى .

٣ - تأثير حالة سطح حبيبات الركام على الخرسانة

وهى لها أهمية فى التأثير على مقاومة الخرسانة حيث أن حالة سطح الركام تؤثر على قوة التماسك بين حبيبات الركام والعجينة الأسمنتية .

وعليه فان الركام ذات الأسطح الخشنة لها قدرة كبيرة على التماسك على عجينة الأسمنت - أما حبيبات الركام ذات السطح المسامى فانها تعطى خرسانة اقل قوة من خرسانة ذات حبيبات ركام لها أسطح اخرى .

٤ - شروط صلاحية الركام

١ - يجب أن يتكون ركام الخرسانة من حبيبات الركام الصغيرة والركام الكبيرة .

٢ - يجب أن تكون حبيبات الركام صلدة وقوية الاحتمال ونظيفة وخالية من الصفلفات الملتصقة .

٣ - يجب الا تحتوى حبيبات الركام على مواد ضارة مثل بابريت الحديد أو الفحم - أو الميكا أو شوائب عضوية .

٤ - يجب أن يكون تدرج الركام بالكيفية التى تعطى الخرسانة الخواص المطلوبة وتسهل تشغيلها فى موضعها بدون انفصال وبدون استعمال نسبة كبيرة من الماء .

٥ - بالنسبة للمقاس الأقصى للركام والكبير يجب أن يكون أكبر مايمكن فى الحدود التى تسمح بها أسس التصميم واشتراطات التنفيذ بشرط الا تزيد بأى حال من الأحوال عن ربع أقل سمك للعضو وعلى أن يكون من المتيسر صب الخرسانة دون صعوبة بحيث تحيط احاطة تامة بكل التسليح .

ويجب ألا يقل المقاس الاعتبارى الأكبر للركام فى الأعضاء ثقيلة التسليح مثل الكمرات الرئيسية عن أقل مسافة عرضية بين الأسياخ .

ويعتبر مناسبا للأغراض العادية استخدام مقاس أقصى ٣٨مم .

خامسا ـ العوامل المؤثرة فى جودة وكفاءة الخلطة «خرسانية» :

(أ) العوامل الطبيعية

١ ـ الفراغات الداخلية
٢ ـ تماسك حبيبات الركام
٣ ـ شكل حبيبات الركام
٤ ـ التمدد الحرارى
٥ ـ الوزن النوعى
٦ ـ وحدة الوزن والفراغات
٧ ـ الرطوبة وامتصاص الماء
٨ ـ الزيادة الحجمية للركام الصغير
٩ ـ المساحة السطحية لحبيبات الركام
١٠ ـ التدرج الحبيبى
١١ ـ الطين والطفل والتراب الناعم .

(ب) العوامل الكيميائية

ـ مدلول الخواص الكيميائية للركام

١ ـ ثبات حجم الركام
٢ ـ التفاعل القلوى للركام
٣ ـ المواد العضوية للركام
٤ ـ العناصر والأملاح غير المرغوبة فى الركام .

(جـ) العوامل الميكانيكية

١ ـ صلادة الركام
٢ ـ متانة الركام
٣ ـ مقاومة الركام للتهشم
٤ ـ تحمل الركام مع الزمن

العوامل الطبيعية

١ - الفراغات الداخلية فى حبيبات الركام

تؤثر الفراغات على العوامل الطبيعية والكيماوية للركام ويتوقف هذا التأثير على حجم الفراغات وكثرتها .

وجود هذه الفراغات يؤثر على قوة الركام فيضعفها ويزيد من قدرة حبيبات وعجينة الأسمنت ويؤثر ذلك على تحمل الخرسانة مع مرور الزمن .

٢ - تماسك حبيبات الركام

تعتبر خاصية التماسك بين الركام وعجينة الأسمنت من أهم الخواص التى تحدد درجة جودة الخرسانة وتتوقف قوة تماسك الأسمنت والركام على شكل سطح حبيبات الركام واتزانها الكيمائى .

وتساعد خشونة سطح الحبيبات على زيادة التصاق الركام وعجينة الأسمنت .

٣ - شكل حبيبات الركام

تعتبر حبيبات الركام ذات الشكل المنحنى أو المدور أفضل بكثير من الركام المفلطح أو المعصوى فى الخلطة الأسمنتية لأنها تعطى درجة عالية من التشغيل فى الخرسانة فتنتج خرسانة ذات مقاومة أكبر .

٤ - التمدد الحرارى للركام

يختلف التمدد الحرارى للركام باختلاف نوع الحبيبات وتؤثر هذه الخاصية على الخرسانة نتيجة لاختلاف معامل تمدد الحبيبات للركام اختلافا كبيرا عن معامل تمدد مونة الأسمنت .

٥ - الوزن النوعى للركام

يعبر الوزن النوعى للركام عن كثافة حبيبات الركام الفردية وليس عن كتلة الركام كمجموعة .

وتكون بعض حبيبات الركام كثيفة وغير منفذة للسوائل بينما البعض الآخر يكون مسامى وبذلك يكون الحجم الفعلى لحبيبات الركام أقل من الحجم الظاهرى لأن الأخير يحتوى على فراغات مملوءة بالهواء .

وعلى هذا يمكن تقسيم الوزن النوعى الى :

(أ) الوزن النوعى المطلق : وهو وزن وحدة الحجم للركام الفعلى ولا يشمل الحجم فى هذه الحالة الفراغات الهوائية ولتعيين الوزن النوعى المطلق (الحقيقى) لحبيبات - يلزم تحويل عينة الاختبار الى مسحوق .

(ب) الوزن النوعى الظاهرى : على أساس عينة اختبار جافة . . وهو وزن وحدة حجم الركام الجاف ويشمل أى فراغات هوائية موجودة .

(جـ) الوزن النوعى الظاهرى على أساس عينة مشبعة بالماء وسطحها جاف .

وهو وزن وحدة حجم الركام المشبع بالماء ويشمل الحجم الماء المختص .

٦ ـ وحدة الوزن والفراغات بين حبيبات الركام :

تعرف وحدة الوزن بانهاء وزن الحجوم من الركام وعادة تقدر بالكيلو جرام /م^{٣} وتعرف الفراغات بأنها المسافات أو الفجوات بين حبيبات الركام .

ومحتوى الفراغات يقدر بالفرق بين الحجم الكل لكتلة من الركام والحجم الظاهرى لهذه الكتلة (حجم تشغله الحبيبات فقط) .

وقد ينسب محتوى الفراغات للحجم الكل أو ينسب لحجم الحبيبات الركام فقط وقد أجريت العديد من الاختبارات العملية على رمل وزلط للحصول على أقل نسبة ممكنة من الفراغات .

فمثلا بالنسبة للرمل وجد أن أقل نسبة للفراغات ٣٢٪ ويمكن الحصول عليها من ٣٠ ـ ٥٠٪ من المركبات الناعمة .

بالنسبة للزلط واجد أن أقل نسبة للفراغات ٣٠٪ ويمكن الحصول عليها عن طريق ٣٠ ـ ٤٠٪ من المواد الأكثر نعومة .

٧ ـ الرطوبة وامتصاص الركام للماء :

تنقسم الحالات المختلفة للركام بالنسبة لدرجة الرطوبة الى مايأتى :

(أ) جاف بالفرن : وفيه يتخلص الركام من كل مابه من رطوبة خارجية أو داخلية وذلك بالتسخين عند ١٠٠ ـ ١١٠°م .

(ب) جاف بالهواء : وفيه يتخلص الركام من الرطوبة السطحية فقط ويتبقى فيه نسبة من الرطوبة الداخلية .

(جـ) مشبع بالماء والسطح جاف : وفيه لايوجد أى ماء أو رطوبة على سطحية الحبيبات ولكن جميع الفراغات الداخلية مشبعة بالماء .

(د) رطب أو مبلل : وفيه يتواجد ماء حر على سطح الركام وتكون مشبعة تماما بالماء .

تعريف الامتصاص :

هى المحتوى الكلى للرطوبة الداخلية فى الركام فى حالة التشبع بالماء والسطح جاف .

وهى لها أهمية كبرى عند خلط الخرسانة حيث أن هذه المياه تمثل نسبة من ماء عجينة الأسمنت يجب أن توضع فى الاعتبار فى حسابات تصميم الخلطة .

المادة	الامتصاص بالوزن
الرمـــل	صفر - ٢٪
الزلط - الحجر الجيرى المكسر	٠,٥ - ١٪
الجرانيت	صفر - ١٪
الحجر الرملى	٢ - ٧٪
المواد المسامية الخفيفة	حتى ٢٥٪

٨ - الزيادة الحجمية للركام الصغير

اذا أضيف الى الرمل ماء أو كان رطبا ثم تم تقليبه فان طبقة رقيقة من الماء تغلف حبيبات الرمل وتدفع الحبيبات بعيدا عن بعضها وبذلك يزيد حجم الرمل .

وضرر الزيادة الحجمية للرمل هو الحصول على حجم من الرمل أقل من المطلوب فى الخلطة وكذلك الحصول على كمية من الماء غير مطلوبة مما يتسبب عنه تغير فى مكونات الخلطة الخرسانية .

٩ - المساحة السطحية لحبيبات الركام

أولا - أثر المساحة السطحية للركام على خواص الخرسانة :

تعتبر المساحة السطحية للركام واحدة من أهم العوامل الرئيسية التى تتحكم فى جودة الخرسانة نظرا لأن مقاومة الخرسانة للأحمال تتوقف على مقاومة التماسك بين حبيبات الركام . وتتأثر مقاومة التماسك بدورها بعجينة الأسمنت والمساحة السطحية للركام حيث يتم التلاصق .

المساحة النوعية لسطح الركام الكبير صغيرة وعادة تكون من ٢ - ٥سم^{٢}/ جم
المساحة النوعية لسطح الركام الصغير كبيرة وعادة تكون من ٦٠ - ١٠٠سم^{٢}/ جم

فاذا استعمل الركام الكبير فقط مع عجينة الأسمنت يكون الناتج خرسانة ضعيفة المقاومة . لأن تماسك وترابط حبيبات الركام ستكون على مساحة صغيرة .

(الحمل الأقصى = مساحة التماسك × اجهاد العجينة الأسمنتية) .

وكذلك فى حالة استعمال ركام صغير مع عجينة أسمنتية يكون الناتج أيضا خرسانة ضعيفة المقاومة لأن المساحة النوعية للركام الصغير كبيرة فلا تكفيها العجينة الأسمنتية الموجودة بقيمة محددة .

ومما سبق يتضح أهمية وجود ركام خليط صغير + كبير «لاعطاء خرسانة ذات مقاومة للأحمال» .

١٠ ـ التدرج الحبيبى :

تعريفه :

هو فصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض فى أية كمية من الركام أى تعيين توزيع على الحجم الطبيعى للركام .

ويتم ذلك باستخدام التحليل بالمناخل بهز الركام فى مجموعة من المناخل مرتبة حسب مقاس فتحتها وموضوعة فوق بعضها بحيث يكون أكبرها مقاسا من أعلا وأصغرها من أسفل ثم يوزن المحجوز على كل منخل ويتم حساب ٪ من الركام المار منه ويعبر هذا الرسم عن مدى التوزيع الحجمى للحبيبات بالركام أى مدى التدرج الحبيبى .

أنواع الركام من جهة التدرج :

١ ـ ركام متدرج : وهو الركام الذى يحتوى على معظم مقاسات المناخل القياسية .
٢ ـ ركام جيد التدرج : وهو الركام الذى يحتوى على كميات مناسبة من المقاسات المختلفة للمناخل القياسية .
٣ ـ ركام ناقص التدرج : وهو ركام لايحتوى على مقاسات الركام المختلفة .

أثر التدرج فى الخلطة الخرسانية

يؤثر التدرج الحبيبى للركام على قابلية التشغيل للخرسانة المستخدم فيها وكذلك على مقاومة الخرسانة ومدى نفاذيتها للماء .

والركام الخليط الجيد التدرج يؤدى الى :

١ ـ خرسانة على درجة عالية من التشغيل .
٢ ـ خرسانة ذو كثافة عالية قليلة الفراغات وبالتالى ذو مناعة كافية لنفاذ الماء بها .
٣ ـ وفر فى كميات الأسمنت المستخدم .
٤ ـ خرسانة قوية تقاوم الأحمال .

المناخل القياسية :

وهى مناخل ذات هيكل معدنى لها فتحات مربعة الشكل يسمى المنخل بطول فتحته بالمليمتر أو البوصة وأكبرها ١,٥ بوصة (٣٨,١٠مم) وأصغرها ١,٧٧٠مم طبقا للمواصفات المصرية .

جدول يبين مقاس فتحات المناخل القياسية المصرية

مناخل الركام الكبير	٣٨,١٠مم	١٩,٠مم	٩,٥١مم	٤,٧٦مم		
مناخل الركام الصغير	٤,٧٦مم	٢,٨٣مم	١,٤١مم	٧٠,٧مم	٣٥٤,مم	١,٧٧مم

(هـ) معاير النعومة

تعريفه هو مجموع النسب المئوية المحجوزة على المناخل القياسية التسعة من الركام مقسوما على ١٠٠
ومقداره فى الرمل من ٢,- الى ٣,٧٥
ومقداره فى الزلط من ٥,- الى ٨,-

ويستخدم هذا المعاير فى طرق تصميم الخلطات الخرسانية وهو يدل على المنخلين الذين يحصران بينهما متوسط مقاس حبيبات الركام .

(و) المقاس الاعتبارى الأكبر للركام الكبير

وهو مقاس أصغر فتحة منخل يسمح بمرور ٩٥٪ على الأقل من الركام الكبير وكلما المقاس الاعتبارى الأكبر للركام كلما زاد الوزن وتحسنت نسبيا مقاومة الخرسانة مع وفر فى الأسمنت ولا يزيد مقاس الركام عن (ربع - نصف) أقل بعد فى الجزء الخرسانى .

١١ - الطين والطفل والتراب الناعم بالركام :

وجود هذه المواد فى الركام بكميات كبيرة يجعله غير صالح للخرسانة لأنه يتسبب عنها ضعف شديد فى مقاومة الخرسانة وتأخير لزمن تفاعل الأسمنت مع الماء وكذلك تضعف تماسك الركام مع الأسمنت .

ويجب ألا تتعدى كمية الطين والمواد الناعمة بالركام عما يأتى :
٣٪ بالوزن من الرمل أو الزلط المكسر .
١٠٪ بالوزن رمل الحجارة المكسرة .
١٪ بالوزن من الركام الكبير .

الخواص الكيمائية

مدلول الخواص الكيميائية للركام :

بعد تغليف حبيبات الركام بالأسمنت فى الخلطة الخرسانية يحدث أحيانا تفاعلات كيميائية قد يتسبب عنها مشاكل خطيرة ومعقدة فى الخرسانة .

ويمكن تلخيص التفاعل الكيميائى الذى يظهر بصفة عامة فى الأعمال الخرسانية كما يأتى :
١ - اذا كان بالركام أملاح قابلة للذوبان فتتسبب فى تبقيع وتزهير الأسطح الخارجية للخرسانة .
٢ - اذا كان بالركام مواد كيميائية وبعض الشوائب العضوية تتفاعل مع الأسمنت نتيجة لهذا التفاعل يؤثر على قوة الخرسانة وتحملها مع مرور الزمن .

١ ـ ثبات حجم الركام

يقابل ثبات حجم الركام بغمر الحبيبات فى محلول كبريتات الصوديوم أو المغنسيوم لمدة من ١٦ ـ ١٨ ساعة ثم يجفف الركام فى فرن وتكرر عملية الغمر والجفاف عدة مرات ويعتبر الركام ثابت الحجم اذا لم يحدث أى تشريخ أو تفتت . وفى هذه الحالة يتوقع أن يكون هذا الركام ذو مقاومة عالية للعوامل الجوية .

٢ ـ التفاعل القلوى للركام

ويظهر فى حالة استخدام ركام خاص يوجد فى بعض الصخور البركانية الحامضية وخلطة مع أسمنت به نسبة عالية من القلويات يحدث تفاعل بينهما ينتج عنه زيادة فى الحجم قد تحدث بعد سنتين أو أكثر من صب الخرسانة تؤدى الى تشرخها ثم تفتتها ، ولذلك حددت المواصفات بألا تزيد نسبة القلويات فى الأسمنت عن ٠,٦٪ من وزن الأسمنت وحتى تظهر فى مصر أى ظاهرة للتفاعل القلوى نظرا لندرة استخراج الركام من الصخور البركانية بمصر .

٣ ـ المواد العضوية للركام

توجد هذه المواد بكميات متفاوتة فى الركام الطبيعى سواء من المحجر أو أثناء عمليات النقل ولذلك وجب غسل الركام لازالة هذه المواد حيث أن وجودها يمنع التماسك ويؤخر زمن الشك ويضعف قوة الخرسانة .

٤ ـ العناصر والأملاح الغير مرغوبة بالركام

الفحم ومخلفاته ـ وعناصر الكبريتور ـ أملاح كبريتات جميعها تسبب ضعفا للخرسانة نتيجة تفاعلها مع الأسمنت .

الخواص الميكانيكية

١ ـ صلادة الركام

تعين صلادة الركام باجراء اختبار البرى وفيه يوضع عينة الركام فى جهاز تتعرض فيه بالدوران لاحتكاك مادة حاكة «رمل مقاسته قياسى»

وتحسب صلادة الركام بمعامل الصلادة = ٢٠ ـ ١ / ٣ (المفقود من عينة الاختبار بالجرام)

٢ ـ متانة الركام

وتقاس متانة الركام باجراء اختبار المتانة على عينة اسطوانية الشكل من الركام تسقط عليها مطرقة قياسية وزنها ٢ كجم تبدأ بارتفاع واحد سنتيمتر ويزيد كل مرة الارتفاع بمقدار ١ سم عن سابقها ويكون عدد الدقائق اللازمة لكسر العينة هو مقياس المتانة .

مقاومة الركام الكبير للتهشيم

هذه الخاصية ليست بذات أهمية للركام الكبير المستعمل فى المنشآت الخرسانية اذا مالوحظ أن مقاومة الخرسانة العادية للتهشيم حوالى ٢٥٠ كجم/ سم^{٢} بينما مقاومة تهشيم الركام الكبير من المصادر الطبيعية حوالى ٧٠٠ كجم/ سم^{٢} - ٢٠٠٠ كجم/ سم^{٢} ولذلك يفيد معرفتها فقط فى الخرسانة الخاصة بالرصف والمعرضة للتآكل .

وعموما حددت المواصفات معامل التهشيم بألا يزيد عن ٤٠٪ للخرسانة للمنشآت العادية وألا يزيد عن ٣٠٪ للخرسانة المعرضة للتآكل .

٤ - تحمل الركام مع الزمن

(أ) مقاومة العوامل الجوية . . . تقاوم الصخور والزلط العوامل الجوية بالدرجة الكافية لاستعمالها فى الخرسانة ويراعى عدم مقاومة صخور الطبقة الطينية لذلك .

(ب) المقاومة للحريق : ويختلف مقاومة الركام للحريق طبقا لمصدره فركام خبث الأفران العالية والحجر الخفاف والزلط الجيرى أحسنها . . أما ركام كسر الجرانيت والبازلت وزلط السليسى فأقل تحملا .

(جـ) المقاومة للبرى : وهى تهم ركام أعمال الرصف ويعتبر الحجر الجيرى الصلد من أحسن أنواع الركام لهذه العملية .

سادسا ـ طرق مناولة وتخزين الركام

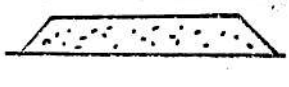
يجب مراعاة ما يأتى عند مناولة أو تخزين الركام :

١ ـ فصل الركام الصغير فى جهة والركام الكبير فى جهة اخرى .

٢ ـ عدم حدوث انفصال حبيبى عند النقل أو المناولة كما فى الرسم .

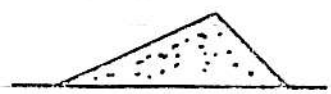
٣ ـ عدم تعرض الركام لأى مواد عضوية أو شوائب وذلك بوضعه على أرضية نظيفة .

٤ ـ تخزين الركام فى كومات بطرق صحيحة حتى لا يسبب انفصال حبيبى لها كما فى الرسم .

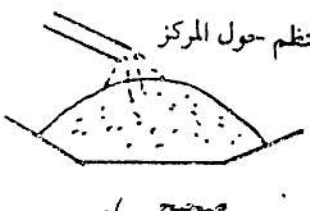


صحيح √

شكل التخزين السليم

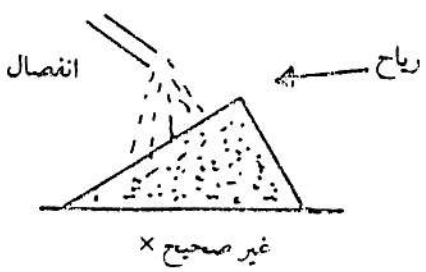


غير صحيح ×



صحيح √

وجود مدخنة تحيط المادة الساقطة من نهاية السير الناقل تمنع الرياح من صوت الانفصال .



غير صحيح ×

السقوط الحر للركام من نهاية عالية يسمح للرياح الى انفصال الحبيبات عن بعضها

(شكل نقل الركام)

مسئوليات العاملين بالموقع بالنسبة لبند الركام

١ ـ مدير العملية

ـ متابعة المكتب الفنى فى تقدير احتياجات العملية من الركام .
ـ متابعة الكميات من خلال تقارير المخازن وحسابات العملية والأمن ومقارنتها بالمطلوب لتقليل الهالك وجعله فى النسب المنصوص عليها فى المواصفات .
ـ تخصيص مندوب مسئول عن التشوينات .

٢ ـ المكتب الفنى

ـ حصر الكميات والتعاقدات طبقا لمراحل التنفيذ .
ـ متابعة الكميات الواردة والمستخدمة وحساب نسبة الهالك .
ـ متابعة مكعبات السيارات الحاملة للركام ومحاضر التكعيب لكل سيارة .

٣ ـ مهندس التنفيذ

ـ تحديد مكان التشوين
ـ متابعة جودة الركام الوارد من حيث المواصفات
ـ متابعة مندوب التشوينات ومراجعة الكميات على الطبيعة مع البونات المعتمدة من مندوب التشوين .
ـ عمل تكعيب لسيارات الركام ويقوم بهذا التكعيب لجنة من مهندس ـ أمين مخزن ـ مندوب التشوين .

٤ ـ محاسب العملية

ـ مراجعة الكميات الواردة بالمخزن مع دفاتر البوابة .
ـ مراجعة محاضر التكعيب وأرقام السيارات مع البونات .

٥ ـ أمين المخزن

ـ متابعة الكميات الواردة
ـ سلامة التخزين والمناولة
ـ مراجعة مكعبات السيارات الواردة مع البونات .

٦ ـ الأمن الادارى

ـ الدقة فى قيد أرقام السيارات وحمولتها ومواعيد دخولها وخروجها .
ـ عدم السماح لدخول سيارات الا مع وجود مندوب التشوينات وأمين المخزن .

** بحوث تم توزيعها :

- الأسمنت

** بحوث فى الطريق اليك :

- حديد التسليح
- الخلطة الخرسانية
- التربة والأساسات
- الطبقات العازلة
- بحوث أخرى تحت الدراسة