

**الخرسانة**



**إعداد:**

الفهرس

[المقدمة: 2](#_Toc509947467)

[ما هي الخرسانة: 3](#_Toc509947468)

[التاريخ 3](#_Toc509947469)

[مكونات الخرسانة 4](#_Toc509947470)

[ماء الخلطة 6](#_Toc509947471)

[الإسمنت 6](#_Toc509947472)

[ميزات الخرسانة والخرسانة المسلحة 7](#_Toc509947473)

[عيوب الخرسانة 8](#_Toc509947474)

[انواع الخرسانة 9](#_Toc509947475)

[خلط الخرسانة 10](#_Toc509947476)

[طريقة الخلط المركزى 12](#_Toc509947477)

[طريقة الخلط اثناء النقل 12](#_Toc509947478)

[الخاتمة: 14](#_Toc509947479)

# المقدمة:

تعتبر الخرسانة أو ما يعرف بالباطون لدى الأغلبية أهمّّ المواد المستخدمة في البناء حالياً، وتُعرف على أنها مادّة أو خليط يتكوّن من ماء، وأسمنت، ورمل، ونوع من أنواع الركام والأكثر استخداماً منها هي الزلط أو السن، حيث تخلط هذه المواد معاً لتكون خليطاً متجانساً من خلال عملية تسمّى بزمن الشك، ويتمّ تدعيمها بكميّة من الحديد حتّى تصبح خرسانة مسلّحة، وأوّل من استخدم هذه المادّة هم الرومان قبل حوالي ألفين عام، وكانت تستخدم في مبانيهم لأسباب كثيرة منها إمكانية تشكيلها بسهولة واستخدامها بواسطة مهارة بسيطة يمكن لأيّ شخص القيام بها بعد تدريب بسيط.

# ما هي الخرسانة:

الخرسانة Concrete حجر صناعي يتكون من خليط الإسمنت الپورتلندي وركام من كسر الحجارة أو الحصى والرمل والماء النظيف بنسب محدودة. ويعد الإسمنت المادة الكيمياوية التي تتفاعل مع الماء لتعطي عجينة رابطة لعناصر الركام.

تتوقف كفاية الخرسانة بعد تصلبها على نوعية المواد الداخلة في تركيبها ونسبها إضافة إلى طريقة المعالجة في المرحلة الأولى من عمر الخرسانة.



# التاريخ

يعتبر الرومان هم اول من استعمل الخرسانة العادية Plain Concrete في التاريخ من حوالى ألفى عام و قد استعملت في معظم مبانيهم لسهولة تشكيلها و امكان تفيذها بعمالة مدربة تدريبا بسيطا .

و للخرسانة خصائص كثيرة تمتاز بها عن المواد الأخرى ، فهى تأخذ شكل صلد و متين مع الزمن تدريجيا و تبدأ بالشك الإبتدائى Initial setting و تنتهى بالشك النهائى Final setting . كذلك فهى شديدة المقاومة للضغط Compression و لكنها في نفس الوقت ضعيفة جدا في مقاومتها للشد Tension لذلك فالخرسانة العادية (غير المسلحة) لا تستخدم ابدا في الأماكن التى تحدث فيها اجهادات الشد (مثل الكمرات).

للتغلب على هذه المشكلة ، يوضع الحديد و هو مقاوم ممتاز لقوى الشد و قوى الضغط و في حين ان أسياخ الحديد الطويلة يمكن ان تتحمل قوى الشد كلها فإن الخرسانة لا تتحمل قوى الضغط كلها إذا كانت قطاعاتها نحيفة Slinder فيحدث نتيجة لهذا انبعاج الخرسانة Buckling .

لذلك ، نجد ان مركبا خليطا من الخرسانة و الحديد يعطى مادة مثالية لمقاومة الإجهادات المختلفة المؤثرة عليها . و هذا المركب هو ما يعرف باسم الخرسانة المسلحة Reinforced concrete .

تتوقف كفاية الخرسانة بعد تصلبها على نوعية المواد الداخلة في تركيبها ونسبها إضافة إلى طريقة المعالجة في المرحلة الأولى من عمر الخرسانة.

# مكونات الخرسانة

مكونات الخرسانة الأساسية هي الركام والماء والإسمنت:

الركام

ويشتمل على الركام الناعم والركام الخشن.

أما الركام الناعم fine aggregate فيحتوي على الرمل وكسر الحجارة أو الحصى أو أي مواد أخرى ذات خواص مماثلة، ويجب أن يكون الركام نظيفاً وقاسياً ولا يحتوي على عوالق من مواد عضوية أو أية شوائب أخرى.

يجب أن تمر مكونات الركام الناعم جميعها من غربال فتحاته 6.35ملم (الغربال رقم 4)، ويمكن التغاضي أحياناً بحيث لا يقل ما يمر من الغربال عن 85% من الركام، وينبغي أن تكون مكونات هذا الركام متدرجة الأبعاد إلى حد مقبول، ولا توجد فيه مواد شديدة النعومة بكميات زائدة مما يؤدي إلى زيادة السطح النوعي للركام ومن ثم الحاجة إلى كمية كبيرة من الإسمنت لتغليفها، وعموماً فإن نسبة المواد ذات النعومة الزائدة (المارة على الغربال 100) يجب ألا تتجاوز 6%.

وأما الركام الخشن coarse aggregate فيحتوي على كسر الحجر والحصى أو أي مواد أخرى ذات خواص مماثلة ويجب أن يكون نظيفاً وقاسياً إضافة إلى كونه خالياً من الشوائب كما هي الحال في الركام الناعم، وشكل حبيباته أقرب ما يكون إلى المنتظم، أو الدائري من دون زوايا حادة أو سطوح مستوية.

تعد الصخور الغرانيتية أو البازلتية من أهم مصادر الركام وكذلك الحجر الكلسي، أما البعد الأعظمي لحبيبات الركام الخشن، فيتوقف على نوع الخرسانة المطلوبة، وكلما زاد حجم الشدف (القطع) انخفض السطح النوعي للركام ومن ثم تقل كمية الإسمنت اللازمة لصنع خرسانة ذات مقاومة محدودة. وبصورة عامة فإن القطر الأكبر لشدف الركام هو 20ملم لأعمال العناصر الصغيرة من الخرسانة المسلحة، ونادراً ما يستخدم في أعمال الخرسانة المسلحة الركام ذو الشدف بقطر 40ملم.

كذلك يمكن استخدام الخبث الناتج عن الأفران العالية لأنه يتمتع بمقاومة مرتفعة تحت الضغط ويوفر سطحه الخشن التماسك الجيد مع الإسمنت، وينصح باستعمال هذا الركام في الكتل الخرسانية الكبيرة في حين يتم تجنبه في العناصر الخرسانية المسلحة ذات السماكة القليلة والمعرّضة لتأثير المياه بسبب تكوينه المسامي.

# ماء الخلطة

يستخدم في تحضير الخرسانة الماء النظيف الخالي من الزيوت أو الحموض أو القلويات أو المواد العضوية وغيرها من الشوائب الضارة. ويجب تجنب مياه البحر في تحضير الخلطة الخرسانية، كما يجب، الابتعاد عن استخدام المياه النقية ذات المصدر المجاور للصخور الغرانيتية والتي تسبب انحلال الأملاح الموجودة في الخرسانة.

# الإسمنت

هو المادة الرابطة الأساسية

إن الخواص الأساسية للخرسانة المتصلبة هي المقاومة تحت الضغط، والتي يجري قياسها مخبرياً باستخدام عينات نظامية تخضع لحمولة محورية ضاغطة، والمقاومة تحت الشد التي يجري قياسها إما بتطبيق حمولة محورية شادة أو باستخدام تجربة الفتل الدائري. وإن المقاومة تحت الشد هي خاصية هامة، ذلك أنها تعبر عن نوعية الخرسانة بطريقة أفضل مما تعبر عنه المقاومة تحت الضغط إذ إن الخرسانة التي تبدي مقاومة جيدة تحت الشد تتصف دائماً بمقاومة مرتفعة تحت الضغط إلا أن العكس غير صحيح دائماً وخصوصاً في حالة الركام غير النظيف. وأخيراً الهشاشة fragility وهي النسبة بين المقاومة تحت الضغط إلى المقاومة تحت الشد وتبدي الخرسانة ذات عامل الهشاشة المرتفع تشققات في عمر مبكر.

# ميزات الخرسانة والخرسانة المسلحة

يمكن حصر هذه الميزات فيما يأتي:

1ـ مرونة الاستخدام: تُصب الخرسانة الطرية في قوالب للحصول على أشكال مختلفة للخرسانة تبعاً لشكل القالب المستخدم.

2ـ اقتصادية أعمال الصيانة: تحتاج المنشآت المعدنية إلى أعمال الطلاء الدوري، وتتأثر وصلات المنشآت الحجرية بالصقيع عادة، في حين لا تحتاج منشآت الخرسانة المسلحة الأساسية إلى أعمال الصيانة.

3ـ مقاومة الحريق: الخرسانة مادة ضعيفة الناقلية الحرارية، إضافة إلى أنها ذات تمدد حراري أقل من مواد البناء الأخرى كالغضار وحجر البناء. إن انخفاض عامل التمدد الحراري يقلل من ظهور التشققات عند ارتفاع درجة حرارة الخرسانة، كما إن ضعف الناقلية الحرارية يحول دون وصول حرارة الحريق إلى باطن كتلة الخرسانة ليبلغ حديد التسليح.

وقد بينت التجارب أن تعرض السطح الخارجي في كتلة من الخرسانة لدرجة حرارة مرتفعة في مدة ساعة واحدة، لا يؤدي إلى ارتفاع ملحوظ في درجة حرارة الطبقة السطحية على عمق نحو 2.5سم في السطح المذكور، في حين يكاد يكون ارتفاع الحرارة مهملاً في الطبقات على عمق 7.5سم.

وأخيراً، فإن تقارب عاملي التمدد الحراري للخرسانة ولحديد التسليح يسمح بإعادة استثمار المنشأة من الخرسانة المسلحة بعد إصلاحات سطحية في حالات الحريق الخفيف أو غير الطويل الأمد في حين أن المنشأة المعدنية مثلاً وفي الشروط نفسها يمكن أن تصبح غير قابلة للاستثمار.

4ـ مقاومة الحمولات الطارئة: الخرسانة المسلحة أقل تأثراً بتغير تطبيق الحمولات الحية عليها من بقية مواد الإنشاء، وذلك بسبب وزنها الذاتي المرتفع. بمعنى أن الأجزاء الأقل مقاومة تخضع لتشوهات كافية لنقل القوى إلى الأجزاء الأكثر مقاومة.

5ـ إمكانية الحصول على قطع مسبقة الصنع: يمكن تنفيذ القطع الخرسانية مسبقة الصنع في المعمل، ثم يجري تجميعها في موقع العمل

# عيوب الخرسانة

كما هو الحال في جميع مواد البناء، فإن الخرسانة المسلحة تبدي عدداً من العيوب أهمها:

1ـ الوزن الذاتي المرتفع: يتغير وزن الخرسانة بشكل أو بآخر تبعاً لنسب الخلطة وقوام الركام consistency ونوعيته، وبصورة عامة فإن المتر المكعب من الخرسانة ذات الركام العادي من الحصى والرمل يزن عادة بين 2240-2400 كيلو غرام، ويؤدي إضافة حديد التسليح إلى زيادة الوزن تبعاً لنسب الحديد المستخدم، ويتجاوز الوزن حدود 2400 كيلو غرام للمتر المكعب.

ومن ثم فإن للخرسانة وزناً ذاتياً أكبر من بديله المنفذ كمنشأة معدنية، مما يتطلب أساسات ذات حجم أكبر ويؤدي إلى ارتفاع الكلفة.

2ـ الحاجة إلى الدقة في كمية حديد التسليح وطريقة ربطه.

3ـ غالباً ما يتطلب تصنيع القالب اللازم للصب وقتاً طويلاً إضافة إلى أعمال التدعيم والتربيط، وضرورة بقاء القالب حتى تحصل الخرسانة على المقاومة الكافية.

4ـ ضرورة أخذ الاحتياطات الكافية في أثناء صب الخرسانة وحمايتها بعد ذلك من الصقيع أو من الجفاف السريع.

# انواع الخرسانة

تعددت انواع الخرسانة كثيرا في وقتنا الحاضر نتيجة مكوناتها نذكر منها على سبيل المثال :

- مونة خرسانية : مكونة من خلط الزلط الحمصانى مع مونة الرمل و الأسمنت .

- خرسانة : و قد تسمى باطون وهي خليط من البحص (الطبيعي او كسر الحجر الصلب) مع الرمل النظيف والخالي من الشوائب والبودره الناعمه جدا مع الأسمنت بنسب متعارف عليها فنيا.

- خرسانة عادية : و قد تسمى خرسانة نظافه ولا تستعمل في صب اي منشئآت عليها احمال وتصب عادة لملء الفراغات ولتثبيت التربه تحت او حول منشئآت مسلحه بالحديد.

- **خرسانة** **مسلحة**: هي خرسانه تسمى مسلحه لأنها تصب مع قضبان حديديه لها اشكال خاصه يحددها مهندسون متخصصون بالتصميم لجعل الجسم المصبوب من هذه الخرسانه مع الحديد اكثر قوه وقادر على تحمل اوزان كثيره مثل (الجسور ، الأسقف ، المباني العاليه ...).

- **خرسانة** **بيضاء** : مكونة من خلط اسمنت أبيض مع مونة الرمل و البحص .

- **خرسانة** **كسر** **طوب** : مكونة من خلط كسر الطوب مع مونة الرمل و الأسمنت.

كما يوجد انواع اخرى من الخرسانات المسلحه التي لها صفات و استخدامات خاصة مثل :

- الخرسانة المسلحة المصبوبة تحت الماء .

- الخرسانة المسلحة المقاومة للحريق .

- الخرسانة المسلحة المقاومة للإشعاعات الذرية .

- الخرسانة المسلحة للسدود .

- الخرسانة المسلحة ضد القنابل .

- الخرسانة المسلحة المقاومة للزلازل .

- الخرسانة المسلحة الملونة .

و الطرق المختلفة لتجهيز منتجات الخرسانة المسلحة يكسبها اسماء اخرى مثل :

- الخرسانة المصبوبة في الموقع (لا يتم تحريك الجسم المصبوب بعد الصب)In-Situ concrete .

- الخرسانة مسبقة الصب (تصب الاجسام في موقع ويتم تركيبها في موقع آخر)

- الخرسانة سابقة الإجهاد(تصب ويتم شدها بأسلاك قويه جدا لتكون قادره على حمل احمال كبيره جدا مثل الجسور الطويله جدا.

# خلط الخرسانة

قبل خلط مواد الحرسانة يجب التأكد من نظافة الرمل و الزلط (او السن) و لذلك يجب تنظيفهم من اى مواد عضوية عالقة بها و ذلك بهزهم في المنخل Sieve و غسلهم بالماء قبل استعمالهم لأن وجود نسب كبيرة من الطين او المواد العضوية او الأملاح او الفوسفاتات في الخرسانة يسبب تأكل و صدى الحديد الموجود فيها و يضعف من قوتها . و يتم خلط المواد الأولية للخرسانة عموما بطريقتين رئيسيتين :

**الخلط اليدوى**

بعد تنظيف الرمل و الزلط ، تخزن المواد في مكان مناسب بالموقع بعيدا عن الرطوبة ، يتم خلط الخرسانة يدويا بطريقة استعمال الجاروف و ذلك لخلط كميات قليلة من الخرسانة .

اما الخلط اليدوى الشائع الاستعمال للكميات الكبيرة من الخرسانة فيتم بوضع حجم عدد 2 صندوق كيل Batch box من الزلط أو السن يضاف عليهم حجم صندوق كيل من الرمل و عدد شكاير الأسمنت المطلوبة ثم تخلط هذه المواد على الناشف ثلاث مرات على طبلية مستوية صماء من الواح الخشب أو اى مادة مماثلة باستعمال الجاروف ذو الشداد و بعدما يصبح لون المخلوط متجانسا يضاف الماء تدريجيا بالقدر المطلوب للخلط ، و يستمر التقليب و الخلط ثلاث مرات حتلا يتجانس لون و قوام الخلطة .

**الخلط الميكانيكى**

تخلط الخرسانة ميكانيكيا بالنسب المطلوبة في خلاطات ذات سعة مناسبة مع تناسب حجمها بمعدل النقل و الصب للعملية و تستعمل الخلاطات في موقع العمل و يتناسب عدد الخلاطات مع نوع و طبيعة العمل و مع كميات الخرسانة المطلوبة .

و قد تجهز الخرسانة اوتوماتيكيا في محطات خاصة تعرف باسم محطات تجهيز الخرسانة Ready Mix و منها تنقل إلى موقع العمل عن طريق عربات مجهزة Concrete mix trucks و تتم طريقة الخلط في محطات تجهيز الخرسانة بطريقتين :

# طريقة الخلط المركزى

تخلط و تجهز الخرسانة في هذه الطريقة في محطة تجهيز الخرسانة و يكون مكانها غالبا قريب موقع المشروع و تتم العملية كالأتى :

يفرد الزلط (السن) و الرمل و ينظفوا بالمياه حتى يصيروا مشبعين بالمياه و السطح جاف و خصوصا في الجو الحار ثم يشونوا إلى اماكنهم الخاصة القريبة من صومعة الأسمنت السائب و خزان المياه و بعد قياس مواد الرمل و الركام (الزلط أو السن) و الأسمنت يصب المخلوط في خلاط مركزى و يخلط على الناشف أولا عدة مرات ثم يضاف عليه الماء بنسبة معينة و عادة تحدد نسبة الماء / الأسمنت Water / Cement ratio على حسب نوع الخرسانة المطلوبة فتجهيز خرسانة بلاطة الأرضيات مثلا تكون نسبة الماء للأسمنت 0.7 (لعدم الحاجة إلى مقاومة عالية من الخرسانة فبلتالى تزيد نسبة المياه) اما تجهيز خرسانة الأسقف و الأعمدة و الكمرات فتكون نسبة المياه للأسمنت فيها حوالى 0.5 (للحاجة إلى مقاومة عالية ، فوجب تقليل نسبة المياه لتزيد المقاومة).

تنقل الخرسانة إلى الموقع عن طريق عربات مجهزة لذلك و يجب ألا يزيد مشوارها من المحطة إلى موقع العمل عن 45 دقيقة و هى المدة الكافية لتكوين الشك الإبتدائى للخرسانة . كما يجب ان تقلب الخرسانة ببطء داخل اسطوانة العربة الناقلة اثناء النقل لمنع انفصال مواد الخرسانة أو تماسكها.

# طريقة الخلط اثناء النقل

تخلط مكونات الخرسانة على الناشف في الخلاطة المركزية كما في طريقة الخلط المركزى إلا انه يتم خلط الخرسانة بالماء في العربة الخلاطة إما اثناء النقل لموقع العمل او قبل الصب مباشرة ، من فوائد هذه الطريقة انها تعطى وقتا اكبر في النقل إلا ان عيبها يتمثل في ان سعة العربة الخلاطة عادة تكون حوالى 3/4 سعة العربة الناقلة للخرسان الجاهزة و ذلك لأن خلط مكونات الخرسانة بالماء يقلل من حجمها ، كما يجب ان تكون سرعة تقليب الخرسانة اثناء النقل تتراوح بين 2 - 6 دورة / دقيقة للحفاظ على قوام الخرسانة .

# الخاتمة:

الشقوقُ والشروخ هي آخر شيءٍ تودُّ رؤيته في المباني أو الجسور الخرسانيّة، وخصوصًا الجديدة نسبيًا.

ولكن مادام لدينا هياكل خرسانيّة يعود تاريخها للعصر الروماني، فكيف للجسور الخرسانيّة وناطحات السحاب وباقي الهياكل التي تم تشيدُها منذ عقودٍ قليلة فقط في آواخر القرن العشرين ألّا تصمد وتنهار.