الخرسانة Concrete

تعريف

"الخرسانة هى بنيـان Structure يتركب من عدة مواد Materials والجزء الأكبر فى هذا البنيان هو الركام الذى يتماسك مع بعضه فى صورة شبيهة بالكتلة الحجرية وذلك بفعل العجينة الأسمنتية المغلفة للركام والتى تتصلد نتيجة التفاعل الكيمائى بين الأسمنت والماء"

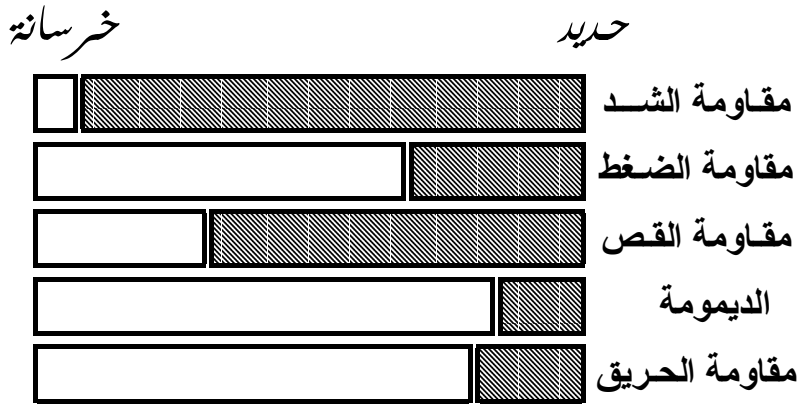
ونسب توزيع المواد المختلفة المكونة للخرسانة (بالحجم) فى أغلب الأحوال هى:

ركام (كبير وصغير)	عجينة الأسمنت	فراغات
٦٠ - ٧٠ %	٣٠ - ٤٠ %	١ - ٢ %

ويتضح من ذلك أن الركام هو المكون الأساسى لجسم الخرسانة حيث يحتل حوالى من ٣/٢ الى ٤/٣ حجم الخرسانة. والركام يعتبر مادةرخيصة نسبياً بالإضافة إلى أنه يعمل على تقليل التغير الحجمى للخرسانة الناتج من عمليتى التجمد والتصلد ومن تفير الرطوبة فى عجينة الأسمنت .أما عجينة الأسمنت فتقوم بوظيفة فعالة وذلك بإيجاد التماسك بين الركام وإعطاء الخرسانة المقاومة المطلوبة وملء الفراغات بين حبيبات الركام وتسهيل إنزلاق الركام أثناء الصب.

الخرسانة كمادة انشائية

الخرسانة فى حالتها المتصلدة تبدو آمادة صخريةذات مقاومة عالية للضغط أما فى حالتها الطرية (الطازجة) فلها خاصية اللدونة التى تسمح بتشكلها فى أى قالب معمارى مطلوب. وتعتبر الخرسانة مع حديد التسليح(الصلب) أكثر المواد الإنشائية شيوعاً وإستعمالًا فى عصرنا الحديث وذلك لسهولة تواجدها والرخص النسبى للمواد المكونة لها و لسهولة ورخص تصنيعها. ويمكن إستعمال الخرسانة بالإشتراك مع مواد أخرى لتكوين مقاطع مركبة Composite Sœctions كما فى حالت إستخدام قطاعات الصلب مع الخرسانة أو لتكوين مواد مركبة Composite Materials كما فى حالة غضافة أنواع معينة من الألياف الى الخرسانة أثناء خلطها لتحسين بعض الخصائص المرغوبة. وتعتبر الخرسانة مع حديد التسليح مادتين متكاملتين من حيث الخواص ويتضح ذلك فى شكل(1).



الخاصية	الخرسانة	حديد التسليح
مقاومة الشد	ضعيف جداً	جيد جداً
قاومة الانضغاط	جيد	جيد ولكن يحدث إنبعاج للمقاطع النحيفة
مقاومة القص	متوسط	جيد
الديمومة	جيد جداً	ضعيفة ويتاكل إذا كان غير محمى
مقاومة الحريق	جيد	ضعيفة ويفقد مقاومته سريعاً فى درجات الحرارة العالية

شكل (1)تكامل الخواص فى الخرسانة وحديد التسليح.

ومن أهمعيوب الخرسانة أن مقاومتها للشد ضعيفة نسبيا ولهذا فعند إستعمالها فى الأغراض الإنشائية فإنه يتم إستعمالها مع حديد التسليح (الصلب) الذي يقوم بمقاومة قوى الشد.

ومن عيوب الخرسانة كذلك الحركة الناتجة من الإنكماش بالجفاف أو من الرطوبة والتى تسبب شقوق شعرية دقيقة يلزم لتجنب حدوثها وضع حديد التسليح المناسب أو عمل مفاصل Joints بالخرسانة على مسافات متباعدة.

كما أن الخرسانة ليست مصمتة تماماً وإنما تسمح بنفاذ السوائل والغازات بدرجات متفاوتة تعتمد على جودة الخرسانة ونسبة الفراغات بها. ونفاذ الرطوبة فى الخرسانة المسلحة يعمل على صدأ الحديد وتاكله وأيضاً ينتج عنه تضرر سطح الخرسانة وتلفها.

تطور صناعة الخرسانة

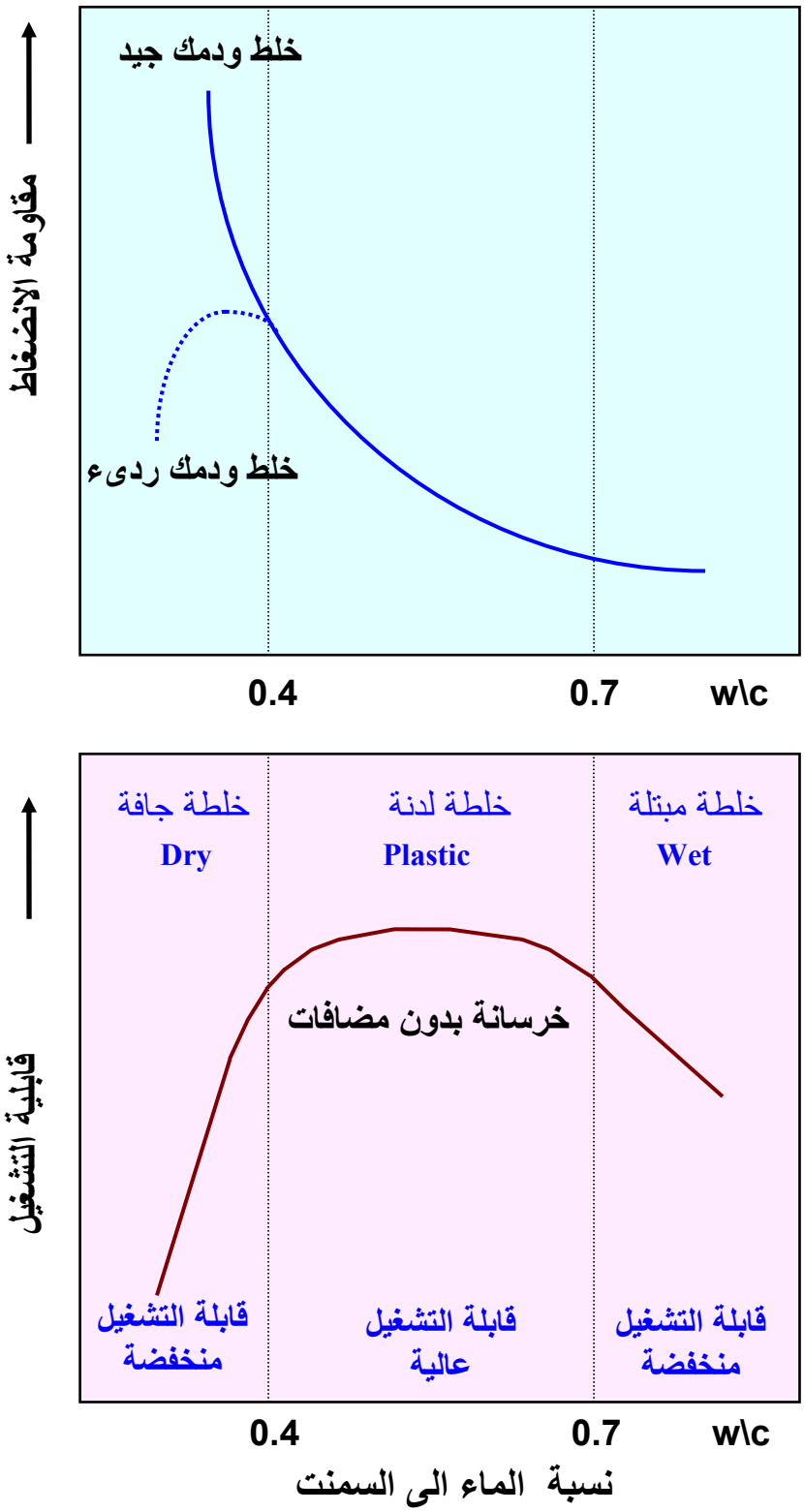
مع بداية القرن العشرين كانت الخرسانة تجاهد لكى تقف بين مواد البناء الأخرى وكانت مقاومة الانضغاط التى تصل إلى ١٤٠ كغم/سم^2 تعتبر قيمة كبيرة ولها إعتبارها. ولم تكن هناك طرق معينة لتصميم خلطة خرسانية ولا أساليب للتصميم المختلفة كذلك لم يكن هناك الأنواع المختلفة من الأسمنت والتى تناسب الأغراض المتنوعة. كما أنه لم يمكن هناك الأنواع المختلفة من الخرسانة مثل الخرسانة الخفيفة والخرسانة ذات الهواء المحبوس أو الخرسانة سابقة الصب أو سابقة الإجهاد.

فى سنة ١٩١٩ شهدت صناعة الخرسانة الثورة الأولى حيث إكتشف ابرامز Abrams أن هناك علاقة بين مقاومة الضغط للخرسانة ونسبة الماء بالخلطة وقد أوضح ابرامز أن مقاومة الضغط تزيد كلما قلت نسبة الماء إلى الأسمنت (م/س) وقد حدد هذه العلاقة كما يلى:

$$f_c = \frac{965.5}{7^{1.5(w/c)}} \qquad kg/cm^2$$

حيث f_c هى مقاومة الضغط للخرسانة كج/سم^2. و (w/c) هى نسبة الماء إلى الأسمنت بالوزن. ويلاحظ أن المعادلة السابقة قد أستنتجت لخرسانة بركام وأسمنت وظروف صناعية معينة وفى حالة إختلاف هذه المواد او هذه الظروف فإن قيمة المقدار الثابت بالمعادلة قد تتغير.

وبدراسة عملية التفاعل الكيميائى بين الأسمنت والماء وجد أن كمية الماء اللازمة لإتمام عملية التفاعل تتراوح من٠,٢٢ الى ٠,٢٥ من وزن الأسمنت حسب نوع ودرجة نعومة الأسمنت. ولكن المشكلة تبدو أن هذه النسبة القليلة من الماء تعطي خرسانة جافة جداً صعبة التشغيل مما يضطر منتج الخرسانة إلى زيادة الماء بالقدر الذى يعطي خرسانة لدنة ذات قابلية عالية للتشغيل .وقد اتضح من التجارب المعملية و الخبرة العملية أن نسبة الماء التى تعطي خلطة خرسانية لدنة ذات قابلية عالية للتشغيل (بدون إستخدام اضافات) هي من ٠,٤ إلى ٠,٧ من وزن الأسمنت ويتوقف ذلك على محتوى الأسمنت فى الخلطة وعلى نسبة إمتصاص الركام المستخدم للماء. وطبقاً للعلاقة بين نسبة الماء إلى الأسمنت ومقاومة الضغط كما هو مبين فى شكل (1) فإن هذه النسبة من الماء تعطي خرسانة متوسطة المقاومة Normal Strength Concreteوالحقيقة أن الخرسانة ظلت حتى وقتنا الحالى تنتج بمقاومة متوسطة تتراوح من ٢٠٠ الى٣٠٠ كغم/سم^{2}ومعظم التصميمات الإنشائية فى وقتنا الحاضر تتم بإستخدام خرسانة ذات مقاومة٢٥٠ كغم/سم^{2}أى بإستخدام نسبة (w\c) من٠,٤ إلى٠,٧ .



شكل (2) العلاقة بين w/c وكلٍ من مقاومة الضغط والقابلية للتشغيل.

وفي الوقت الحالي نشهد بدية ثورة ثانية فى تكنولوجيا الخرسانة حيث أمكن التغلب على التناقض الناشئ بين المقاومة العالية والقابلية المنخفضه للتشغيل وذلك بإنتاج وإستخدام بعض المضافات المخفضة للماء Superplasticizers والتى تسمح بإستخدام نسبة ماء قليلة جداً قد تصل إلى ٠,٢٥ من وزن الأسمنت وفى نفس الوقت تعطي قابلية عالية للتشغيل وبالتالى الحصول على خرسانة ذات مقاومة عالية جداً قد تصل الى ١٤٠٠كغم/سم^2 .

وبالرغم من أن مثل هذه الخرسانة العالية المقاومة لم تأخذ طريقها إلى الواقع العملى فى بلادنا حتى الآن إلا أنها أصبحت شائعة الإستعمال فى دول أوربا وأمريكا واليابان وحتى فى بعض دول العالم الثالث مثل ماليزيا والتى تم فيها حديثاً إنشاء وتشييد أعلى المبانى الإدارية فى العالم فى مدينة كوالا لمبور والذى يصل إرتفاعه الى ٤٥٠ متر وذلك بإستخدام خرسانة ذات مقاومة للضغط مقدارها ٨٠٠ كغم/سم^2 واخرها برج الشيخ خليفة في امارت دبي. هذا ويتوقف التقدم والتطور فى علم الخرسانة على عدة عوامل من أهمها:

- **إستمرار البحث لتطوير المواد المكونة للخرسانة وتحسين فعاليتها وذلك لزيادة الجودة بتكاليف أقل.**
- **التعاون المستمر بين البحث العلمى والصناعة.**
- **الإعداد الفنى والتدريب المهنى المستمر للعاملين فى مجال الخرسانة.**
- **عمل حلقات دراسية وندوات علمية للوقوف على كل ما هو جديد فى مجال تكنولوجيا الخرسانة.**
- **تطبيق كل ما هو جديد فى مجال الخرسانة بصورة عملية وذلك من خلال منشآت فعلية.**
- **الدراسات الفنية اللازمة لحل مشاكل التصميم والتنفيذ للإستخدامات المتنوعة للخرسانة.**