دليل المهندس
في أعمال التشييد والبناء

٤
ماء الخلط

دليل المهندس
في أعمال التشييد والبناء

٤
ماء الخلط

* إعـداد :
المهندس / محمد أبو الفتوح حجاج
* مراجعـة :
المهندس / مرتضى على عبد الله
معهد تدريب الهرم

- الطبعـة الثـانية -

مـــاء الخلـــط Mixing Water

الفهرســـــت :

أولاً ـ تأثير ماء الخلط .
ثانياً ـ صلاحية ماء الخلط .
ثالثاً ـ المواد الضارة فى ماء الخلط .
١ ـ الطين والمواد الرسوبية .
٢ ـ المواد العضوية .
٣ ـ الأمـــــلاح .
رابعاً ـ شروط صحة استخدام ماء الخلط .
خامساً ـ مشاكل ماء الخلط .
سادساً ـ أنواع الخراسانة بالنسبة لكمية ماء الخلط .
سابعاً ـ استعمالات الماء الأخرى فى الخرسانة .
ثامناً ـ طرق تخزين ماء الخلط .

أولا : تأثير مـاء الخلـط :

يعتبر ماء الخلط أحد العناصر الهامة والأساسية فى الخرسانة ويقوم بالوظائف الرئيسية الآتية :-

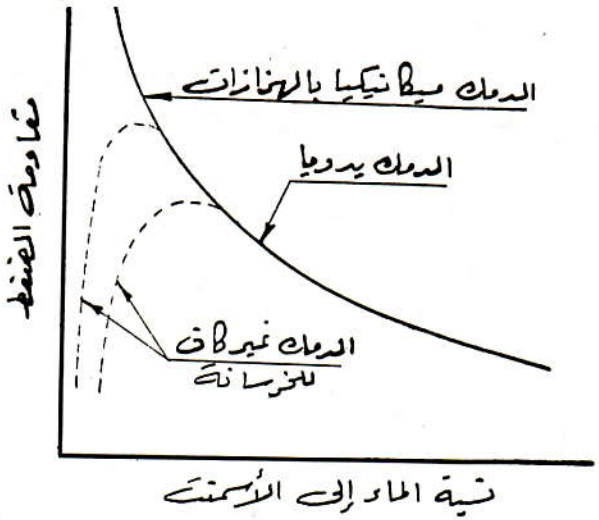
١ - يعمل على اماهة الاسمنت (Hydration) وتفاعله مكونا عجينة الاسمنت وهى المادة الفعالة فى الخرسانة والتى تعمل على تماسك حبيبات الركام .

ولاتمام عملية اماهة الاسمنت فقط وجد أن كل جزء من الاسمنت يحتاج إلى ٣, . من وزنه تقريباً من الماء .

٢ - يقوم الماء بإحاطة الركام بطبقة تحول دون امتصاص حبيبات الركان للماء اللازم لعملية الاماهة .

٣ - يساعد الماء على جعل الخرسانة قابلة للتشغيل (Workable) وهو بذلك يقوم بما يشبه فعل النشحيم فى المكنات .

وعندما يتبخر هذا الجزء من الماء يترك فراغات بالخرسانة ولذلك يوصى دائما بتقليل الماء



المستخدم بغرض التشحيم إلى نهايته الصغرى حيث أن الإسراف فى استعمال ماء الخلط بغرض زيادة قابلية التشغيل يؤدى إلى نقص كبير فى المقاومة النهائية للخرسانة نتيجة للفراغات الكثيرة الناشئة عن تبخر ماء الخلط .

وعامة يؤخذ ماء الخلط على هيئة نسبة من الماء والاسمنت (م/س ـ VV/C) وحيث أن كمية ماء الخلط اللازمة لحدوث اتحاد كيميائى مع الأسمنت هى ٣٠٪ من وزن الأسمنت .

فإذا استعملت هذه الكمية فقط فأنها تعطى خرسانة طازجة جافة جداً (Too Dry) .

وبالتالى تكون صعبة جداً فى التشغيل . ولذلك يلزم إضافة كمية ماء أخرى لتسهيل عمليات الخلط والصب والدمك على أن تكون بأقل كمية ممكنة للوفاء بهذا الغرض .

وفى العادة تكون إجمالى وزن المياه المستخدم فى الخلط = ١/٢ وزن الأسمنت فى هذه الخلطة .

ثانياً : صلاحية ماء الخلط (Quality) :

يكون الماء المستعمل فى خلط الخرسانة نظيفاً خالياً من الزيوت والأحماض والقلويات والأملاح والمواد العضوية أو أى مواد أخرى قد تؤثر على حديد التسليح والخرسانة ويمكن استعمال الماء غير الصالح للشرب فى خلط الخرسانة بعد التأكد من أن مقاومة الضغط للخرسانة المستعمل فيها هذا الماء الغير صالح للشرب = ٩٠٪ على الأقل من مقاومة الضغط لعينات مماثلة جهزت بماء خلط صالح للشرب ويجب التأكد بالاختبارات على ماء الخلط المحتوية على نسبة من الأملاح من ضعف تأثيرها على الآتى :

١ ـ مقاومة الخرسانة .

٢ ـ مظهر سطح الخرسانة (Appearance) : تسبب الأملاح الزائدة فى ماء الخلط تزهيراً (Effloresence) أى تغير فى لون سطح الخرسانة .

٣ ـ خاصية صدأ حديد التسليح : تحدث هذه الخاصية نتيجة تعرض الخرسانة لحالة التحلل الكهربى (Electnoly te) والتى تحدث نتيجة لكثرة وجود أملاح ذائبة . ولذلك لا يوصى باستعمال ماء البحر كماء خلط للخرسانة المسلحة .

عامـــة :

إذا كان الماء المستخدم للخلط غير صالح للشرب فيجب إجراء اختبارات مقارنة على زمن الشك للأسمنت ومقاومة الضغط للمونة والخرسانة والتحمل مع الزمن وتأثير العوامل الجوية كل ذلك باستعمال خلطتين احداهما من المراد اختبارة والأخرى من ماء صالح للشرب ويلاحظ أن اختبار هاتين الخلطتين فى مدى ٢٨ يوم وهى فترة تصلد الخرسانة لا يكون كافياً بل يجب دراسة النوعين على مدى أطول . فى المعمل يكون ذلك ممكناً عن طريق مجموعة من الدورات تؤدى إلى اختصار كبير فى زمن التعرض للعوامل الجوية بحيث يمكن عن طريق هذه الدورات والتى تشمل التسخين والتبريد الفجائيان أحداث نفس الأثر فى الخرسانة والذى يتم على مدار سنين طويلة فى فترة لا تتجاوز أسابيع .

ثالثا ـ المواد الضارة فى ماء الخلط :

هناك بعض المواد التى تؤدى إلى تأثيرات ضارة بالخرسانة وذلك عند وجودها فى ماء الخلط .

١ ـ الطين والمواد الرسوبية :

يسبب الطين والمواد الرسوبية نقصاً ملحوظاً فى مقاومة الخرسانة وعدم ثبات حجمها ويرجع ذلك إلى أن الطين نفسه يؤخر التفاعل بين الماء والأسمنت (الاماهة)ويغلف أيضاً حبيبات الركام ويحول دون التماسك الكامل بين الركام وعجينة الأسمنت ـ هذا بالإضافة (إلى قدرة الطين على امتصاص الماء مما يؤدى إلى حدوث تغيرات فى الحجم يؤدى إلى حدوث تشققات) .

٢ ـ المواد العضوية :

ويظهر تأثيرها عندما تغلف حبيبات الركام وتتسبب فى نقص التماسك بينها وبين عجينة الأسمنت كما أنها قد تكون سببا فى ظهور مجموعة من التشققات الشعرية (Hair Cracks) تنمو إلى شروخ قد تصل إلى تفتت الخرسانة .

٣ ـ الأمـــلاح :

الأملاح مثل الكبريتات والكلوريدات وفى بعض الأحيان الكربونات لها تأثيرات ضارة على الخرسانة وبعضها قد يتسبب فى تزهيرها وتسبب الكلوريدات الموجودة فى ماء البحر صدأ

حديد التسليح ولذلك يجب التأكد من أن الخرسانة التى ستوضع فى ماء البحر غير منفذة للماء (غير مسامية) كما يجب عدم استخدام ماء البحر فى الخرسانة المسلحة حتى لا يصدأ حديد التسليح ولكن يمكن استخدامه عند الضرورة فى الخرسانة العادية . .

رابعا : شروط صحة استخدام ماء الخلط :

يجب الابتعاد عن مصادر المياه التى تحمل الشوائب والمواد الضارة ومن هذه المصادر المجارى التى تحمل كميات مركزة من المواد العالقة والمجارى التى تحمل الفضلات الصناعية والمنزلية والآبار القريبة من المناجم والبحيرات الصغيرة والقنوات الصغيرة فى التربة القلوية ويمكن الكشف بسهولة عن وجود بعض هذه الشوائب والمواد الضارة مثل الزيوت والمواد العضوية التى تطفو على سطح الماء وفى أغلب الأحيان يضطر لإجراء اختبارات أو تحاليل كيميائية للتأكد من خلو الماء من الشوائب أو لمعرفة نوع المواد العضوية ويمكن استخدام أوراق عباد الشمس لمعرفة ما إذا كان الماء حمضى أو قلوى .

وفيما يلى بعض الاشتراطات الهامة التى يحتاج المهندس إلى معرفتها عند تحديد صلاحية ماء الخلط للخرسانة .

(أ) لا يعتبر لون الماء أو رائحته دليلا قاطعا على مدى صلاحية استخدامه كماء لخلط الخرسانة .

(ب) يمكن استعمال أنواع كثيرة من الماء الملوث فى خلط الخرسانة ويشترط للسماح باستخدام هذا الماء أن يكون التلوث الموجود غير مركز وإجراء اختبارات المقارنة السابق ذكرها .

(جـ) يمكن استخدام الماء السابق غليه كماء خلط دون أن يتلف الأسمنت أو الخرسانة .

(د) وجود إحدى الشوائب الآتية يقل من مقاومة الخرسانة المسلحة بنسبة أقل من ١٥٪ .

١ ـ الماء المحتوى على ١٥ , ٠٪ صوديوم .

٢ ـ الماء المحتوى على كبريتات بنسبة لا تتجاوز ١٪ .

٣ ـ ماء المناجم باستثناء مناجم الفحم .

٤ ـ ماء الطلمبات فى محاجر الجبس .

٥ ـ الماء العادم (Waste Water) من مصانع الصابون أو البيرة.

٦ ـ ماء البحر الذى يحتوى على أقل من ٣٪ كلوريد صوديوم .

(هـ) لا تصلح الأنواع الآتية من الماء لاستخدامها كماء خلط للخرسانة .

١ ـ ماء البحر الذى يحتوى على ٣,٥٪ أو أكثر من الأملاح .

٢ ـ الماء الذى يحتوى على ٣,٥٪ أو أكثر من محلول الكبريتات .

٣ ـ الماء الذى يحتوى على أكثر من ٣٪ كلوريد صوديوم .

٤ ـ الماء العادم من المدابغ والمصانع الكيماوية ومصانع المعادن .

٥ ـ الماء المحتوى على مواد سكرية ويتسبب عنها الانهيار التام فى مقاومة الخرسانة حيث تمنع الأسمنت من الشك .

٦ ـ الماء العادم من مصانع فحم الكوك .

وبصفة عامة يمكن باعتبار الحد المقبول للنقص فى مقاومة الضغط فى المونة والخرسانة هو ١٠٪ وبحد أقصى ١٥٪ مع أخذ الاحتياطات اللازمة .

والطريقة العملية لاستخدام أى ماء خلط مشبوه هى إجراء مجموعة باختبارات لتعين زمن الشك والتحمل والمقاومة ثم مقارنة النتائج بخرسانة من ماء عادى وقبولها أو رفضها تبعا للحدود السابقة .

خامسا : كمية ماء الخلط :

توجد مشاكل بالنسبة لماء الخلط الصالح للخرسانة ومدى توفره ولا تظهر هذه المشاكل فى المدن نتيجة توفر المياه الصالحة للشرب ولكنها تظهر فى الصحارى ومناطق ندرة المياه العذبة .

كما أن تحديد كمية (Quantity) المياه اللازمة للخرسانة يعتبر مشكلة تقابل المهندس حيث تتراوح نسبة الماء إلى الأسمنت المستخدمة فى الخلطات الخرسانية بين ٣٥٪ إلى ٦٠٪ وتتوقف على ما يأتى :

١ ـ درجة التشغيل المطلوبة للخرسانة الطازجة التى تتطلب قواما (Consistency) معينا لغرض معين .

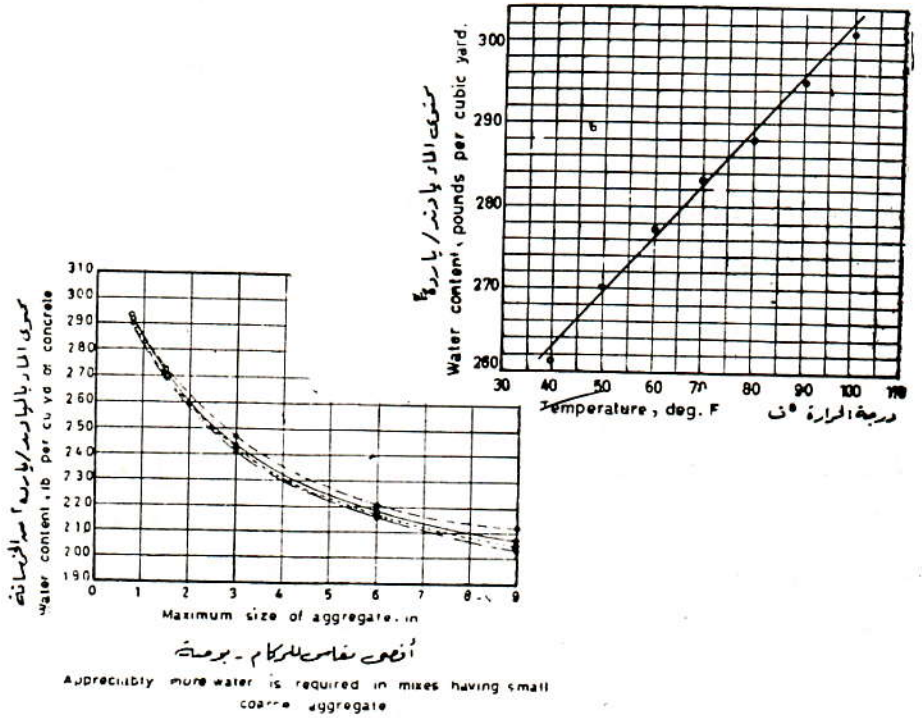
٢ ـ نوع العمل الهندسى نفسه ـ فخرسانة رصف الطرق تحتاج إلى ماء خلط أقل من الخرسانة المسلحة .

٣ ـ كمية الأسمنت المستخدمة بالخلطة الخرسانية أى مدى غنى الخلطة الخرسانية بالأسمنت (Richness Of Mix)

٤ ـ طريقة دمك (Compaction) الخرسانة فالدمك الميكانيكى باستخدام الهزازات الميكانيكية (Vibrators) يحتاج إلى كمية أقل من الماء عن تلك لو كان الدمك يدوى .

٦ ـ نوع الركام ومدى تدرجه الحبيبى ومقدار مساحته السطحية وأقصى مقاس له بالخلطات الخرسانية التى تحتوى زلط صغير تحتاج إلى زيادة ماء الخلط .

٧ ـ درجة حرارة الجو ومقدار رطوبته النسبية .



Appreciably more water is required in mixes having small coarse aggregate

الخلطات الخرسانة التى تحتوى زلط صغير تحتاج إلى زيادة ماء الخلط

نتائج زيادة ماء الخلط .

١ ـ حدوث انفصال حبيبى (Segregation) للخرسانة الطازجة (Fresh Concrete)

٢ ـ حدوث ظاهرة النضج (Bleeding) وما يصاحبها من تواجد طبقة من الأسمنت اللبانى على سطح الخرسانة وتعرف هذه الظاهرة بالزبد (Laitance) .

٣ ـ خرسانة متصلدة ذات فراغات .

٤ ـ صعوبة وصل الخرسانة القديمة بالخرسانة حديثة الصب .

٥ ـ صعوبة صب الخرسانة فى الأجواء شديدة البرودة .

٦ ـ وجود طبقة ترابية بسطح البلاطات الخرسانية .

سادسا ـ أنواع الخرسانة بالنسبة لكمية ماء الخلط .

يختلف نوع الخرسانة تبعا لكمية ماء الخلط المستخدم .

١ ـ خرسانة جافة القوام (Dry Consis tency) . وفيها تكون كمية الماء قليلة لدرجة ملحوظة وتعطى لذلك خرسانة جافة القوام .

٢ ـ خرسانة لدنة القوام (Dry Consistency) .

وفيها تكون نسبة الماء إلى الأسمنت مناسبة وتعطى خرسانة لدنة القوام وإذا زادت كمية الماء عن هذه النسبة فإنها تعطى قواما بين اللدن والطرى أما إذا قلت هذه النسبة فإنها تعطى قواما بين اللدن الجاف .

٣ ـ خرسانة مبتلة القوام : (Wet Consistency)

إذا زادت كمية الماء عن الحد المناسب فإن الخرسانة الناتجة تكون منهارة القوام ضعيفة المقاومة يظهر بها الانفصال الحبيبى والنضج .

سابعا : استعمالات الماء الأخرى فى الخرسانة :

ذكرنا فيما سبق استعمال الماء فى خلط الخرسانة وكيفية تحديد كميته المناسبة وأن كان يستخدم فى أغراض أخرى لا تقل أهمية عن أماهة الأسمنت تذكر منها .

أ ـ استخدام الماء فى غسل الركام .

يستخدم الماء الصالح فى عمليات غسل حبيبات الركام والتى تكون عادة بغرض إزالة المخلفات الملتصقة من الفرين والطين والمواد الناعمة والأملاح والمواد العضوية والتى تعلق بأسطح الحبيبات .

ويلاحظ أن استعمال ماء غير صالح لغسل الركام قد يؤدى إلى أضرار تماثل تلك التى تنشأ عند استعمال هذا الماء فى الخلط وذلك لأنها تساعد على تكوين المغلفات السميكة التى تمنع الالتصاق وتقلل التماسك وأن كان من الصعب وضع حدود فاصلة فى ذلك إلا بمساعدة اختبارات المقارنة (Comparative Tests) .

ب ـ استخدام الماء فى معالجة الخرسانة :

تعريف المعالجة : هى إحدى الطرق التى تساعد الخرسانة فى الحصول على المقاومة المطلوبة وكذلك تساعد الخرسانة على مقاومة العوامل الجوية ، وقد اتضح أن استخدام مواد جيدة وبنسب صحيحة ليس ضمانا كافيا للحصول على خرسانة ذات خواص حسنة إذا ما أهملنا مرحلة المعالجة وبدراسة خواص الخرسانة وجد أن المقاومة تزداد بمقدار ٥٠٪ عندما تعالج لمدة ٧ أيام وبمقدار ١٠٠٪ عندما تتم المعالجة لمدة ١٤ يوما .

والمعالجة الكاملة تضيف إلى خواص الخرسانة خاصية المقاومة للبرى وكذلك تحسين خواص مقاومة النفاذية للسوائل والماء المستعمل فى الخلطة الخرسانية يوزع كالآتى :

(أ) يمتص جزءاً منه بواسطة حبيبات الركام .

(ب) جزءاً منه لتحسين درجة التشغيل .

(جـ) الجزء الهام هو اتمام عملية الأماهة .

ومما سبق يتضح أهمية المحافظة على هذا الماء داخل الخرسانة بواسطة المعالجة بالماء .

ويتم ذلك بمنع الخرسانة من الجفاف لمدة ثلاثة أيام على الأقل ويمكن الحصول على نتائج أحسن بامتداد فترة المعالجة لمدة ١٤ يوما .

وتتم المعالجة بالماء بالرش أو الغمر أو بالخيش المبلل ويمكن معالجة الماء المحتوى على الأحماض أو المركبات العضوية إذا اضطررنا إلى استخدامه وذلك بعد إجراء مجموعة من الاختبارات بغرض تحديد مدى صلاحيته كماء للمعالجة .

ثامنا : طرق تخزين ماء الخلط :

يراعى عند الحصول على ماء الخلط للخرسانة من المجارى المائية ضرورة ـ تغطية فتحة الخرطوم المستعمل فى سحب الماء اللازم للخرسانة من المجرى المائى بشبكة من السلك مع مراعاة وضع فتحة الخرطوم فى مكان نظيف بحيث لا يدخله إلا الماء النظيف الصافى .

بالنسبة للمنشآت الصحراوية فيجب تخزين الماء فى خزانات مغطاه وغير قابلة للصدأ ويكون لها أنبوبة جانبية لتعطى منسوب الماء داخل الخزان .

ماسبق توزيعه

١. الأسمنت

٢. الركام

٣. حديد التسليح

في الطريق اليك

* الخلطة الخرسانية
* استلام وتخطيط الموقع
* التربة والأساسات
* الطبقات العازلة
* الشبكات الكهربائية (سلسيون)
* التركيبات الصحية
* الألومنيوم .