

٢- الإضافات الكيميائية (الإضافات الخرسانية)

Chemical admixtures for concrete

Adjuvants du béton

١-٢ مقدمة عامة:

تُعرف الإضافات الكيميائية بأنها كل مادة ما عدا (الاسمنت البورتلندي، ماء الجبل، الحصىات، الياف التسليح) تُضاف بكميات صغيرة الى الخلطة الخرسانية قبل الخلط مباشرة او اثناء الخلط بهدف إعطاء الخرسانة الطرية او المتصلبة صفات معينة .

يمكن تلخيص الأهداف الرئيسة لاستخدام الإضافات الكيميائية وفقا **PCA (Portland Cement Association)** بما يلي:

- ١- تخفيض تكاليف الانشاءات الخرسانية.
 - ٢- تأمين بعض الخواص للخرسانة بفعالية أكثر فيما لو استخدمت طرق أخرى.
 - ٣- المحافظة على نوعية الخرسانة أثناء مراحل الخلط ، النقل، الصب، المعالجة (الانضاج) في ظروف جوية غير مفضلة.
 - ٤- التغلب على بعض الصعوبات اثناء عملية الصب.
- بشكل تفصيلي، فانه وفقا للمواصفة **ACI 212-3R** يمكن أن نميز بين تأثير الإضافات على الخلطة الطرية و تأثيرها على الخلطة المتصلبة.

تأثير الإضافات الكيميائية على خواص الخرسانة الطرية: من هذه التأثيرات يمكن ان نذكر:

١. زيادة قابلية التشغيل بدون زيادة كمية الماء، أو تخفيض كمية الماء بدون تغيير قابلية التشغيل.
٢. تخفيض او تسريع زمن الأخذ الأولي
٣. تخفيض او تجنب الهبوط في الخرسانة بعد الصب.
٤. تقليل النضح.
٥. تخفيض خطر الانفصال.
٦. تحسين قابلية الضخ للخرسانة.

تأثير الإضافات الكيميائية على خواص الخرسانة المتصلبة: من هذه التأثيرات يمكن ان نذكر:

١. تخفيض نسبة الحرارة المنتشرة اثناء امهة الاسمنت المبكرة.
٢. تسريع تطور المقاومة في العمر المبكر للخرسانة.
٣. زيادة المقاومة (ضغط، شد، انعطاف)
٤. زيادة مقاومة الخرسانة لدورات التجمد و الذوبان.
٥. تخفيض نفوذية الخرسانة.
٦. تخفيض الانكماش الجاف.
٧. حماية حديد التسليح من الصدأ
٨. انتاج خرسانة ملونة



يوجد العديد من أنواع الإضافات الكيميائية التي يمكن تقسيمها الى عدة مجموعات. تبين الصورة جانبا بعض الإضافات السائلة وهي من اليسار الى اليمين : إضافات ضد الانحلال(انجراف الاسمنت بالماء)، مخفضات الانكماش، مخفضات الماء، العوامل (الصانعات) الرغوية، مانعات الصدأ، مولدات الفقاعات الهوائية سنتعرض فيما اهم مجموعات الإضافات الكيميائية:

٢-٢ الإضافات المخفضة للماء و المتحكمة بأزمة الاخذ:

تعتبر هذه المجموعة من الإضافات الأكثر استخداماً ضمن الخرسانة و تشمل مخفضات الماء بدرجات متفاوتة و التحكم بأزمة الاخذ (تسريع أو تأخير) للخرسانة. وفقاً للمواصفة **ASTM C494** نميز سبعة أنواع من هذه الإضافات:

التسمية باللغة الانكليزية	التسمية باللغة العربية
1- Type A –water-reducing admixtures	١- الإضافات المخفضة للماء (النوع A)
2- Type B-retarding admixtures	٢- الإضافات المؤخرة للأخذ (النوع B)
3- Type C-acceleration admixtures	٣- الإضافات المسرعة للأخذ (النوع C)
4- Type D-water-reducing and retarding admixtures	٤- الإضافات المخفضة للماء و المؤخرة للأخذ (النوع D)
5- Type E-water- reducing and accelerating admixtures	٥- الإضافات المخفضة للماء و المسرعة للأخذ (النوع E)

3- Type F-water-reducing, high range admixtures.	6- الإضافات المخفضة للماء بدرجة عالية (النوع F)
4- Type G-water-reducing, high range and retarding admixtures	٤- الإضافات المخفضة للماء بدرجة عالية و تأخير الأخذ (النوع G)

من قراءة الجدول السابق نجد ان تأثير هذه المجموعة من الإضافات ينحصر بثلاثة بنود:

١. تخفيض الماء (النوعين A,F) حيث يُسمى النوع A بالملدنات (Plasticizers) و النوع F الملدنات العالية الأداء (Superplasticizers)

٢. تأخير الأخذ (النوع B)

٣. تسريع الأخذ (النوع C)

اما النوع D فهم مزيج من النوعين A,B و النوع E مزيج من النوعين A,C و النوع G مزيج من النوعين F,B . سنستعرض تأثير وآلية عمل وتركيب هذه الإضافات في مايلي:

٢-٢-١ الإضافات المخفضة للماء :

الهدف:

١. تخفيض كمية ماء الجبل لإنتاج خرسانة ذات هبوط محدد. مخفضات الماء من النوع (A) تخفض الماء بنسبة تتراوح بين % (5-10) و المخفضات العالية الفعالية تُخفض الماء بنسبة تتراوح بين % (10-30) .

٢. زيادة الهبوط دون زيادة ماء الجبل .

تؤدي عملية تخفيض الماء الى النتائج التالية:

١. تخفيض نسبة W/C

٢. تخفيض كمية الاسمنت.

٣. الحصول على خرسانة ذات مقاومة ابتدائية عالية.

٤. الحصول على خرسانة ذات مقاومة عالية (باستخدام المخفضات العالية الفعالية يمكن الحصول على مقاومة تصل حتى 70MPa .

٥. الحصول على خرسانة عالية الأداء و قليلة النفاذية.

٦. تخفيض النضح و خطر الانفصال ضمن الخرسانة الطرية.

في الشكل جانباً نلاحظ اربع صور :

(a) : خلطة خرسانية بدون اية إضافات مخفضة للماء.

(b) : خلطة خرسانية مع إضافات مخفضة للماء عادية التأثير.

(c) : خلطة خرسانية مع إضافات مخفضة للماء متوسطة التأثير

(d) : خلطة خرسانية مع إضافات مخفضة للماء عالية التأثير



(a)



(b)



(c)

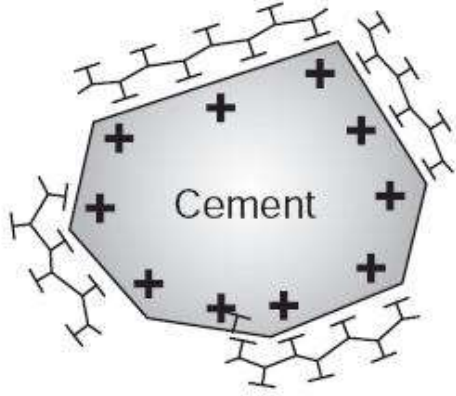


(d)

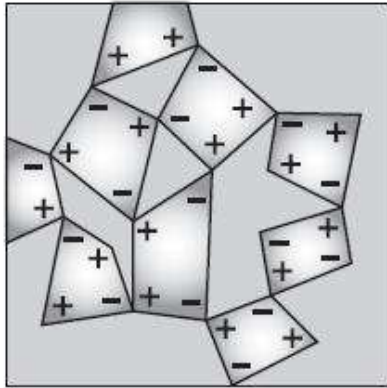
آلية التأثير:



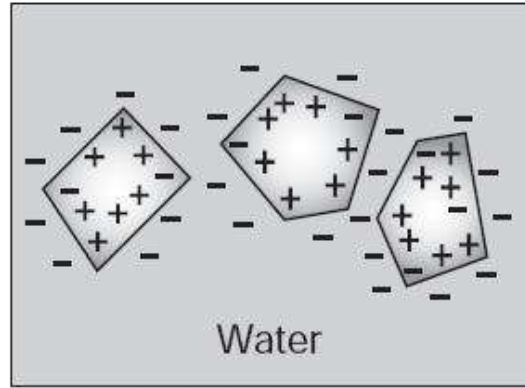
Molecule with anionic polar group
in the hydrocarbon chain



(a)



Without the
addition of
plasticizer



With the addition of
plasticizer
(b)

١. عندما تُضاف كمية الماء الى الاسمنت، فان ذرات الاسمنت تتكتل نتيجة لتفاعلات داخلية مثل التفاعلات الالكتروستاتيكية بين الشحنات المتضادة و كذلك تفاعلات الاماهة . يتم حجز كمية من الماء ضمن هذه التكتلات في الوقت ان هنالك حاجة لهذه الكمية من الماء في تفاعلات الاماهة و في تامين قابلية التشغيل.

٢. عندما تُستخدم مخفضات الماء بأنواعها فإنها تعمل على تخفيض الشد السطحي للماء و الالتصاق بذرات الاسمنت فتتحول الذرات الى محبة للماء (انظر الشكل جانباً)، الامر الذي يؤدي الى تبعثر ذرات الاسمنت و الى توزيع متجانس للمياه و بالتالي زيادة سيولة الخلطة.

للتنوع A :

Lingo-Sulfonte	لجنو-سلفونيت
Hydroxycarboxylic Acids	احماض الهيدروكربوكسيلك
carbohydrates	كربوهيدرات

للتنوع F :

Modified Lingo-Sulfonte	لجنو-سلفونيت معدل
Melamine Formadehyde	ميلامين فورمالدهيد
Naphthaline Foemaldehyde	نفتالين فورمالدهيد
Phenol Formaldehyde	فينول فورمالدهيد

حالة خاصة الخرسانة السائلة:

تُعرف الخرسانة السائلة وفقاً للمواصفة ASTM C1017 بأنها الخرسانة التي يكون هبوطها أكبر من 190mm مع المحافظة على ترابط مكوناتها.

وبالتالي يمكن القول أن هذه الخرسانة ذات قابلية تشغيل عالية، يمكن صبها ضمن القوالب بقليل من الرج أو عدمه.

• تُحدد المواصفة ASTM C1017 نوعين من الإضافات المستخدمة في الحصول على الخرسانة السائلة هما:

Type I-Plasticizing	النوع I الملدن
Type II-Plasticizing and retarding	النوع II الملدن و المؤخر للأخذ

استخدامات الخرسانة السائلة:

يمكن استخدام الخرسانة السائلة في المجالات التالية:

١. في العناصر ذات المقاطع الضيقة (الصغيرة).
٢. في مناطق كثافة التسليح العالية
٣. في حالة الصب تحت الماء باستخدام المخروط (القادوس).
٤. في الخرسانة المصبوبة بواسطة المضخات لتخفيف الضغط و بالتالي زيادة ارتفاع و مسافة الضخ.



- **ملاحظة** ان تأثير أغلب المدنات على زيادة قابلية التشغيل و السيولة ينحصر بفترة قصيرة تتراوح بين (30-60min) بعد اضافتها للخلطة الخرسانية، حيث تبدأ بعده الخرسانة بفقدان قابلية تشغيلها (هبوطها) بسرعة. لهذا السبب فانه أحيانا تُضاف هذه المواد الى الخرسانة في موقع العمل (الورشة)
- تُضاف هذه المواد اما على شكل بودرة او على شكل سائل.

٢-٢-٢ الإضافات المؤخرة (المبطنة) لزمن الاخذ: الهدف:

تأخير أزمدة أخذ الخلطة الخرسانية. وفقا للمواصفة ASTM C494 فان هذا التأخير في زمن الاخذ الاولي يتراوح بين (1.00-3.30)h مقارنة بالعينة المرجعية ، كما ان التأخير في زمن الاخذ النهائي يجب ان لا يزيد عن 3.30h .

الاستخدامات:

١. الصب في الأوقات الحارة حيث ان درجة الحرارة المرتفعة للخرسانة (30°C) تسرع تصلب الخلطة.
٢. تأخير أزمدة الاخذ في ظروف الصب الصعبة (صب الركائز و الاساسات الكبيرة، صب جدران ابار النفط، ضخ الخرسانة مسافة اكبر من المعتاد)
٣. تأخير الاخذ للسماح بالقيام بعمليات انهاء خاصة (الاسطح ذات الحصويات البارزة)

ملاحظة:

من الاجراءات العملية التي يمكن القيام بها لتخفيض درجة حرارة الخرسانة الطرية عند الصب في الأجواء الحارة ، ان نقوم بتبريد ماء الجبل، او تبريد الحصويات.

يجب الانتباه الى ان مؤخرات الاخذ لا تُخفض درجة الحرارة الأولية للخرسانة.

الأساس الكيميائي لمبطنات الاخذ:

Sugar	السكر
carbohydrates	المواد الكربوهيدراتية
Zink salts	املاح الزنك
Phosphates	الفوسفات

نسب الإضافة ضمن الخلطات الخرسانية:

يجب اعطاء اهتمام خاص لتحديد نسب الإضافة بشكل دقيق تجريبيا لان استخدام كميات غير مناسبة من هذه الإضافات يمكن ان يمنع اخذ و تصلب الخرسانة.

مثال: ان استخدام السكر بنسبة حوالي 0.05% من كتلة الاسمنت تؤدي الى تأخير الاخذ بحوالي اربع ساعات، اما استخدام نسبة عالية من السكر (1-0.2%) من كتلة الاسمنت فيمكن ان تؤدي منع تصلب الاسمنت.

آلية التأثير:

حتى الان لا توجد آلية واضحة لعمل هذه الإضافات ضمن الخلطة، لكنة من المرجح انها تقوم بتعديل نمو المواد الكريستالية و الهلامية المتشكلة (من مثل هيدروكسيد الكالسيوم) بفعل اماهة الاسمنت ، وذلك من خلال ترسيبه على الغلاف المتشكل بسرعة حول ذرات الاسمنت مع بدء إضافة الماء.

ملاحظة:

يمكن ان تؤدي مبطنات الاخذ الى انخفاض مقاومة الخرسانة في العمر المبكر (عمر يوم أو يومين). وفقا للمواصفة ASTM C494 فان مقاومة الخرسانة على عمر ثلاثة أيام يجب ان لا تقل عن 90% من مقاومة الخرسانة المرجعية.

٢-٢-٣ الإضافات المسرعة لزمن الاخذ:

الهدف:

تخفيض (تعجيل) أزمنة أخذ الخلطة الخرسانية. وفقا للمواصفة **ASTM C494** فان هذا التخفيض (التعجيل) في زمن الاخذ الاولي يتراوح بين (1.00-3.30)h مقارنة بالعينة المرجعية ، كما ان التخفيض (التعجيل) في زمن الاخذ النهائي يجب ان لا يزيد عن 3.30h .

الاستخدامات:

تستخدم هذه الإضافات في الأجواء الباردة لتحقيق الأهداف التالية:

١. زيادة سرعة تطور مقاومة الخرسانة في العمر المبكر ، وفقا للمواصفة **ASTM C494** فان نسبة المقاومة على عمر ثلاثة أيام يجب ان لا تقل عن 125% من مقاومة الخرسانة المرجعية.

٢. تقليل زمن الانضاج

٣. تقليل زمن البدء بعمليات الانتهاء للأسطح

ملاحظة:

يوجد طرق أخرى للحصول على خرسانة ذات مقاومة ابتدائية عالية منها:

١. استخدام اسمنت عالي المقاومة الابتدائية (النوع III) وفقا للمواصفة **ASTM C150**.

٢. تخفيض النسبة **W/C** .

٣. استخدام مخفضات الماء.

٤. الانضاج في درجات حرارة عالية

الأساس الكيميائي لمسرعات الاخذ:

Calcium chloride	كلور الكالسيوم
Calcium nitrate	نترات الكالسيوم
Sodium thiocyanate	ثيوسينات الصوديوم

يُعتبر كلور الكالسيوم $CaCl_2$ الإضافة الأكثر استخداماً لتسريع الاخذ و لاسيما في الخلطات الخرسانية غير المسلحة، عن طريق تسريع تفاعل امهة سيليكات الكالسيوم و لاسيما C_3S . يعود استخدامه الواسع لرخصه وفعاليتة في تخفيض ازمنة الاخذ.

المشكلة الرئيسية هي احتوائه على ذرات الكلور التي ستكون متواجدة بجوار حديد التسليح عند استخدامه ضمن الخلطات الخرسانية، مما يجعل خطر حدوث صدأ حديد التسليح عالي.

نسب الإضافة ضمن الخلطات الخرسانية:

يجب ان لا تزيد كمية كلور الكالسيوم المضافة للخلطة عن الحد الضروري للحصول على النتيجة المرغوبة ، تتراوح نسبة الإضافة عادة بين % (1-2) من كمية المادة الاسمنتية .

مثال: إضافة كلور الكالسيوم بنسبة % 1 من المادة الاسمنتية يؤدي الى تخفيض زمن الاخذ الأولي من 3h الى 1.5h .
وزمن الاخذ النهائي من 6h الى 3h ، اما إضافة كلور الكالسيوم بنسبة % 2 فيؤدي الى تخفيض زمن الاخذ الأولي الى 1h و زمن الاخذ النهائي الى 2h .

ملاحظة: يؤدي استخدام كلور الكالسيوم بنسبة عالية (اكبر من % 2) الى تأثيرات سلبية على الخلطة منها: زيادة نسبة الانكماش الجاف، صدأ حديد التسليح، انخفاض مقاومة الخرسانة في الاعمار المتأخرة.

الإستخدامات:

يمكن استخدام كلور الكالسيوم بحذر ضمن الخلطات الخرسانية في الحالات التالية:

١. الخرسانة الملونة

٢. الخرسانة المنضجة بالبخر.

٣. الخرسانة المصبوبة ضمن قوالب معدنية مغلقة.

بالمقابل يُمنع استخدام كلور الكالسيوم في الحالات التالية:

١. الخرسانة المسبقة الاجهاد

٢. الخرسانة الحاوية على انابيب من الالمنيوم المغموسة ضمنها

٣. الخرسانة المعرضة لخطر التفاعل القلوي السيليسي.

٤. الخرسانة ذات التماس المباشر مع الماء او التربة الحاوية على الكبريتات

٥. الخرسانة المصبوبة في الطقس الحار.

٦. الخرسانة الكتلية.

٢-٣ الإضافات المولدة للفقاعات الهوائية (مولدات الفقاعات الهوائية) (Air Entrainers):

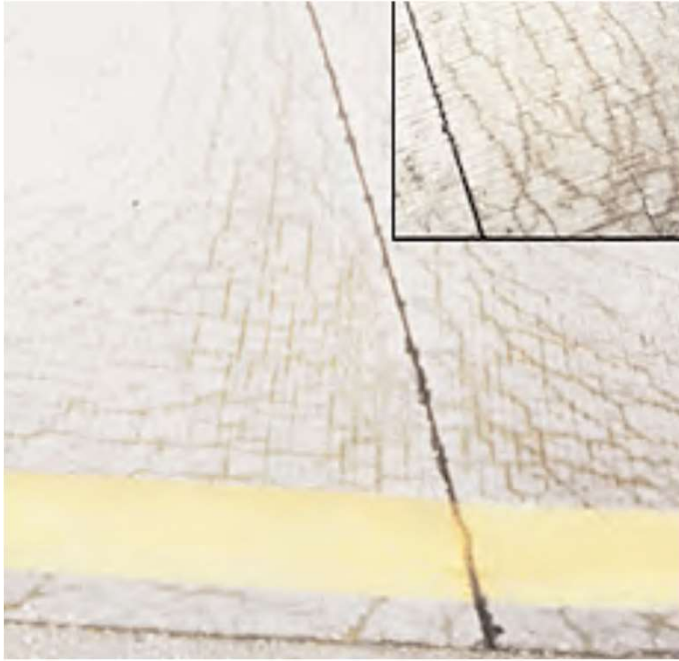
الهدف:

تشكيل فقاعات هوائية مكرو سوبية مستقرة، غير متصلة، متماثلة في الابعاد، و موزعة بانتظام ضمن الخلطة الخرسانية لتؤمن الفراغ اللازم لاستيعاب زيادة حجم الماء الموجود ضمن الخرسانة والنتاج عن تعرضها للجليد.

التأثير:

يؤدي استخدام هذه الإضافات ضمن الخرسانة الى التأثيرات التالية:

١. تحسن و بشكل ملفت ديمومة الخرسانة المعرضة لدورات من التجمد و الذوبان.
٢. تحسن مقاومة الخرسانة لتقشر الاسطح الناتج عن استخدام املاح الازابة.
٣. تحسين قابلية تشغيل الخرسانة الطرية بالإضافة الى تخفيض او الغاء النضح و خطر انفصال مكونات الخلطة الطرية
٤. تخفيض مقاومة الخرسانة و يمكن ان تغير ازمدة الاخذ. وفقا للمواصفة **ASTM C260** فان تأثير هذه الإضافات على ازمدة الاخذ يجب ان لا يتعدى $\pm 1.15h$ كما ان مقاومة الخرسانة الحاوية عليها يجب ان لا تقل عن 90% من مقاومة الخرسانة المرجعية.



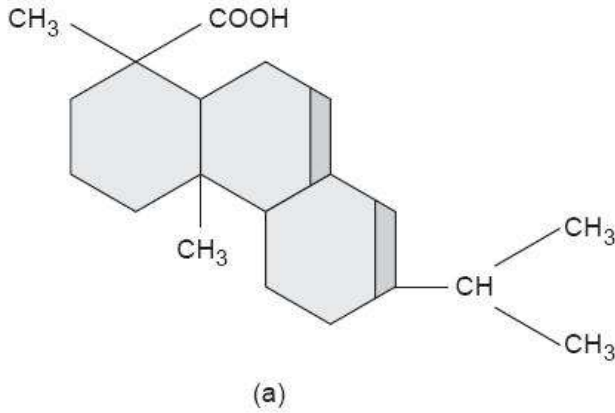
تشقق الخرسانة نتيجة الصقيع.



تقشر سطح الخرسانة نتيجة عدم استخدام مولدات الفقاعات ضمنها، عند تعرضها لأملاح الازابة.

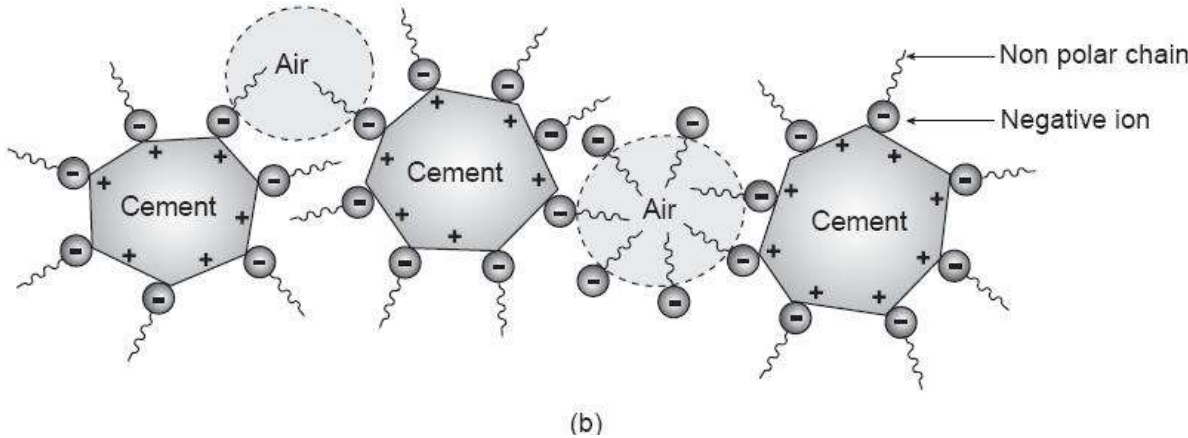
آلية التأثير:

عند إضافة هذه المواد الى الخلطة الخرسانية فإنها تعمل على تخفيض الشد السطحي لماء الجبل و بالتالي تسهيل تشكل الفقاعات الهوائية. هذه الإضافات عبارة عن سلاسل هيدروكربونية تحمل مجموعة سالبة في احد نهايتها مما يجعلها تجذب نحو حواف ذرات الاسمنت ذات الشحنة الموجبة و تلتصق على سطحها محمولة إياها الى ذرات كارهة للماء، الامر الذي يسهل انتقال فقاعات الهواء المتشكلة لتتموضع بين ذرات الاسمنت كما هو موضح على الشكل في الأسفل.



نسب الإضافة ضمن الخلطات الخرسانية:

تضاف هذه المواد الى الخرسانة بنسبة تتراوح بين $(0.01-0.03)\%$ من وزن الاسمنت فتولد نسبة فراغات ضمن الخلطة تتراوح بين $(1.0-7.5)\%$. الفقاعات المتولدة ذات اقطار بحدود $50\mu\text{m}$. يبلغ عددها تقريبا 14 بليون فقاعة في 1m^3



ملاحظة: تتحسن مقاومة الصقيع بنقصان حجم الفقاعات، كما ان الفقاعات الصغيرة تأثير سلبي اقل على مقاومة الخرسانة من الفقاعات الكبيرة

الأساس الكيميائي لمولدات الفقاعات الهوائية:

Salts of wood resins (vinsol resin)	أملاح الاصماغ الخشبية (صمغ فينسول)
Salts of petroleum acids	املاح الاحماض البيترولوية
Salts of sulfonated lignin	املاح اللغنين السولفونيتيد
Salts of sulfonated hydrocarbons	املاح الهيدروكربونات السيلفونية

٢-٤ الإضافات المخفضة لنفوذية الخرسانة (Permeability reducing admixtures):

الهدف:

تقليل نفاذ الماء الى الخرسانة تحت الضغط.

بشكل عام نفاذية الماء الى داخل الخرسانة يتم بإحدى طريقتين: اما تحت تأثير الضغط الهيدروستاتيكي و يسمى النفوذية و اما عبر التشققات المجهرية و الفراغات الشعرية بفعل ظاهرة الامتصاص الشعري.

ملاحظة: يوجد طرق أخرى للتقليل من نفاذية الخرسانة (غير استخدام مخفضات النفوذية) منها:

١. الاهتمام بتصميم الخلطة من خلال استخدام نسبة W/C الاقل من 0.5 .

٢. زيادة فترة الانضاج (المعالجة) الرطب للخرسانة.

٣. استخدام الإضافات الاسمنتية و لاسيما هباب السيليس (التفاعل البوزولاني).

التأثير:

زيادة ديمومة الخرسانة و لاسيما التي منها على تماس مباشر مع الأوساط المائية، من خلال السيطرة على حركة الماء و الرطوبة و تغلغل ذرات الكلور ضمنها.

آلية التأثير:

تشمل هذه الإضافات نوعين من المواد: مواد صلبة ناعمة جدا تعمل على ملء المسامات ضمن الخرسانة وبالتالي إعاقه مرور الماء ضمن الخرسانة. غالبا تكون عملية الاملاء للفراغات غير تامة و بالتالي يحدث خفض للنفاذية و ليس توقفها. ومواد كريستالية تتفاعل مع الماء و الاسمنت لتشكل سيليكات الكالسيوم المائية (C-S-H) التي تترسب ضمن المسامات و الشقوق المجهرية مانعة الماء من الدخول الى الخرسانة

الأساس الكيميائي لمخفضات النفاذية:

لاتكس	Latex
ستيارات الكالسيوم	Calcium stearate

ملاحظة:

يوجد نوع من الإضافات يُسمى **Damp-proofing Admixtures** (إضافات مانعة للرشح او الرطوبة) يتم تصنيفها بعض الأحيان ضمن مخفضات النفاذية. و هي مؤلفة من مواد صابونية و مواد بترولية تعمل على تشكيل غشاء رقيق على سطح الخرسانة . يقوم هذا الغشاء بطرد الماء و منعه من الدخول الى الخرسانة . هذه المواد ليست ذات فعالية كبيرة في حالة الخرسانة المعرض لضغط هيدروستاتيكي كبير و كذلك في حالة التشققات الحرارية و الميكانيكية التي تحدث ضمن الخرسانة.

أمثلة على هذه الإضافات : bitumen emulsions (مستحلبات بيتومينية) Soaps of calcium (صابون محضر بأملاح الكالسيوم)

٢-٤ الإضافات المانعة لانجراف الاسمنت بفعل الماء (Anti washout admixtures):

الهدف:

منع اجتراف (انجراف) الاسمنت من الخلطة الاسمنتية عند الصب تحت الماء.

التأثير:

- تعمل هذه الإضافات على زيادة لزوجة ماء الخلط، و على زيادة الترابط بين مكونات الخرسانة ، الامر الذي يسمح بالقيام بعملية الصب تحت الماء و بدون استخدام (لقاوس او السطل) و بحيث يكون فقدان الاسمنت من الخلطة قليل جداً.

آلية التأثير:

- تعمل هذه الإضافات على تكوين جل (منطقة لزجة) في الماء المحيط بذررات الاسمنت فتحميه من الانجراف و تزيد لزوجة الخرسانة و تحسن مقاومتها ضد الانفصال.

الأساس الكيميائي لموانع الانجراف:

Acrylic polymer	بوليمرات أكريليكي
cellulose	مركبات سيلولوزية

نسبة الاضافة:

- تُضاف هذه المواد الى الخلطة الخرسانية بنسبة تعادل 1% تقريبا من وزن المادة الرابطة الاسمنتية.

٢-٥ الإضافات المنظمة لعملية الاماهة (hydration controlling admixtures):

الهدف:

إيقاف اماهة الاسمنت لفترة زمينة معينة ثم معاودة نشاط تفاعل الاماهة. أصبحت هذه الإضافات متاحة في منتصف ثمانينات القرن الماضي (1986) .

التأثير:

- تعمل هذه الإضافات على إيقاف اماهة طوري الالومينات و السيليكات ضمن الاسمنت البورتلندي ثم إعادة تفعيل تفاعلات الاماهة لهذين الطورين بعد فترة زمنية معينة. يمكن ان تصل مدة تثبيط الخرسانة حتى 72h . تتألف هذه الإضافات من الناحية الكيميائية من قسمين:

– الأول : يُسمى المثبط او المؤخر ووظيفته الرئيسية إيقاف اماهة الاسمنت.

– الثاني: يُسمى المنشط ووظيفته إعادة تفعيل اماهة الاسمنت المثبط باستخدام القسم الأول.

مجال الاستخدام:

- تسمح هذه الإضافات بإعادة استخدام الخرسانة الجاهزة المتبقية ضمن الجبالات نتيجة حلول الظلام مثلا.
- تسمح هذه الإضافات بنقل الخرسانة لمسافات طويلة

الأساس الكيميائي لمنظمات الاماهة:

Carboxylic acids	الاحماض الكربوكسيلية
Phosphorus- containing organic acid salts	الفوسفور الحاوي على املاح احماض عضوية

نسبة الاضافة:

- تختلف النسبة وفقا للاستخدام فعند الحاجة لإطالة ازمة الاخذ تتراوح نسبة الاستخدام بين (1.304ml/kg cement-26.08ml/kg) و عند الحاجة لتثبيت الخرسانة لفترات زمنية طويلة فان نسبة الاستخدام تتراوح بين (2.608ml/kg-83.456ml/kg) .

٢-٦ اضافات تلوين الخرسانة (Coloring admixtures):

الهدف:

مواد طبيعية او اصطناعية تُستخدم لتلوين الخرسانة لأهداف جمالية او لأهداف تتعلق بالسلامة، فمثلا: تحيط الخرسانة الحمراء اللون بالتمديدات الكهربائية و انابيب الغاز، كما تُستخدم الخرسانة الصفراء اللون لتوضيح حواف السلامة في انشاءات الرصف الطرقي و الأرصفة..

نسبة الاضافة:

- يجب ان لا تتعدى نسبة هذه الإضافات نسبة 10% من وزن الاسمنت وعادة يتم استخدامها بنسبة تعادل 6% لان هذه النسبة لا تؤثر على الخواص الفيزيائية للخرسانة. عندما تزيد نسبة الإضافة عن 6% فإنها تبدأ بالتأثير على خواص الخرسانة من حاجتها لكميات اضافية من الماء وما ينعكس بعد ذلك من تأثير سلبي على مقاومة الخرسانة بعد تصلبها.

ملاحظة:

قبل استخدام هذه الإضافات ضمن المشاريع لا بد من اختبار ثباتها اللوني بتعرضها لأشعة الشمس و بتعرضها للمواد الكيميائية و للتسخين بالاتوكلاف



الأساس الكيميائي و الأثر اللوني لهذه الاضافات:

اللون (color)	الإضافة (Pigment)
الرمادي (Gray)	أكسيد الحديد الأسود (Black iron oxide)
الأزرق (Blue)	الكوبالت الأزرق (Cobalt blue)
الأحمر (Red)	أكسيد الحديد الأحمر (Red iron oxide)
البنّي (Brown)	أكسيد الكروم البنّي (Chromium oxide)
الأصفر (Yellow)	أكسيد الحديد الأصفر (Yellow iron oxide)

ملاحظة:

ان الحصول على لون صافي يتطلب استخدام الاسمنت الأبيض مع هذه الاضافات

٧-٢ الإضافات الطاردة الهواء (Air detainers):

الهدف:

تخفيض محتوى الهواء ضمن الخرسانة.

مجال الاستخدام:

تُستخدم هذه الإضافات عندما لا نستطيع تقليل الفراغات الهوائية عن طريق ضبط مكونات الخلطة، او عن تعديل نسبة مولدات الفقاعات الهوائية.

ملاحظة: نادرا ما يتم استخدام هذه الإضافات لذلك فان نسبة استخدامها و تأثيرها يتم تحديده عن طريق التجارب المخبرية.

الأساس الكيميائي لطاردات الهواء:

Tributyl phosphate	الفوسفات الثلاثي البيوتيل
Water-insoluble esters of carbonic and boric acid	الاستيريات المنحلة بالماء للحمض الكربوني و لحمض البوريك

٨-٢ إضافات متنوعة (Miscellaneous admixtures):

٨-٢-١ الإضافات المخفضة لانكماش الخرسانة (Shrinkage-reducing admixtures):

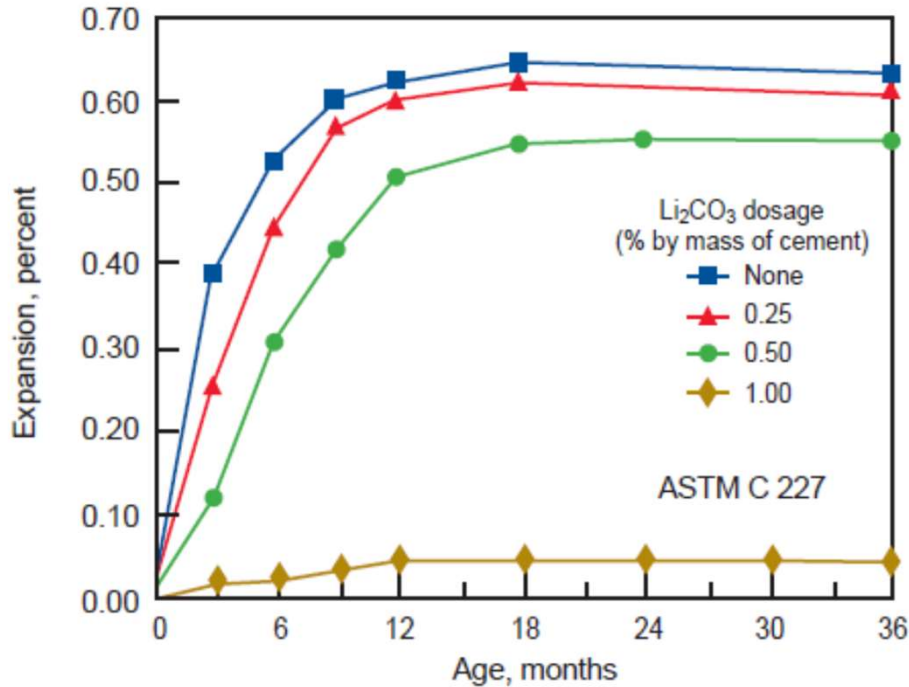
أدخلت هذه الإضافات في الاستخدام في ثمانينات القرن الماضي و هي تعمل على تخفيض الانكماش الجاف بنسبة تتراوح بين (25-50)%. تُستخدم هذه الإضافات في المنشآت من مثل بلاطات الجسور و التي يتوجب فيها تقليل خطر التشققات و تجعد الخرسانة لأسباب جمالية و لأسباب تتعلق بالديمومة. من هذه الإضافات : غليكول لبروبلين (Propylene glycol)

٢- ٨-٢ الإضافات المخفضة المانعة لتآكل حديد التسليح (corrosion inhibitors):

توقف هذه الإضافات تآكل حديد التسليح كيميائياً من خلال إيقاف تفاعل ذرات الكلور مع أكسيد الحديد المتكون على سطح قضبان التسليح مما يؤدي إلى تحطيم الطبقة الحامية لحديد التسليح والبدء بتشكيل الصدأ. تستخدم هذه الإضافات في المنشآت المعرضة لأملح الكلور مثل المنشآت البحرية.

من هذه الإضافات نترت الصوديوم (nitrite sodium) ، نترت الكالسيوم (nitrite calcium)

٢- ٨-٣ الإضافات الكيميائية المخفضة للفعالية القلوية الحصوية (مانعات التفاعل القلوي السيليسي) (Chemical admixtures to reduce Alkali-Aggregate reactivity (ASR inhibitors))



بدأ استخدام هذه الإضافات في منتصف التسعينات من القرن الماضي. تعمل هذه المواد على التحكم بالتفاعل القلوي السيليسي (السيطرة و التحكم بالمادة الهلامية المنتفخة و المتشكلة نتيجة هذا التفاعل)

من هذه الإضافات: نترات الليثيوم Lithium nitrate و كربونات الليثيوم Lithium carbonate .

٨-٢-٤ الإضافات الرابطة و العناصر الرابطة (Bonding admixtures and Bonding agents)

- تتألف الإضافات الرابطة من مستحلبات مائية لمواد عضوية مثل المطاط، الاكريليك وغيرها من المواد البوليميرية. حيث تُضاف هذه المواد الى خلطات الاسمنت البورتلندي لزيادة قوة التماسك بين الخرسانة القديمة و الخرسانة الجديدة، كما أنها تحسن مقاومة الخرسانة على الانعطاف و تعيق تسرب ذرات الكلور الى داخل الخرسانة.
- تُضاف هذه المواد الى الخلطة بنسبة تتراوح بين % (5-20) من كتلة المادة الاسمنتية و ذلك وفقا لنوع العمل المنفذ و نوع الإضافة المستخدمة.
- ملاحظة: للحصول على افضل النتائج عند استخدام هذه المواد، يجب ان يكون السطح الذي توضع عليه الخرسانة جافا، نظيفاً وخالياً من الغبار و الدهون و الاوساخ و الطلاء .
- يجب التفريق بين الإضافات الرابطة و العناصر الرابطة، فالإضافات هي احدى مكونات الخرسانة في حين ان العناصر الرابطة تُوضع (تُطبق) على سطح الخرسانة الموجودة (القديمة) مباشرة قبل وضع الخرسانة الجديدة، فهي تعمل كصمغ بين الخرسانة القديمة و الجديدة.
- تُستخدم العناصر الرابطة في اعمال اصلاح و ترميم الخرسانة و هي مكون من المواد البوليميرية (الايبوكسي) او الكراوت (المونة الاسمنتية) المعدلة باللاتيكس.

٩-٢ التوافق بين الإضافات الكيميائية و المواد الاسمنتية:

- يمكن للخلطات الخرسانية الطرية ان تواجه العديد من المشكلات المتنوعة في شدتها بسبب عدم التوافق بين الإضافات الكيميائية وبين الاسمنت او بين الاضافات الكيميائية و بين الإضافات المنيرالية، كما ان عدم التوافق قد يحدث بين الاسمنت و الإضافات الاسمنتية. من نتائج عدم التوافق: فقدان الهبوط للخلطات الطرية، تغير في نسبة الهواء ضمن الخلطة، حدوث تصلب مبكر للخلطة، كما ان عدم التوافق يمكن ان يؤثر على الخرسانة المتصلبة فمثلا التصلب المبكر للخلط الطرية يؤثر سلبا على إمكانية رصها ضمن القالب و هذه ينعكس بشكل سلبي على المقاومة

- لا يوجد طرق اختبار موثوقة لمسائل عدم التوافق بسبب التنوع الكبير في المواد و في ازمناة الخلط و ادواته و كذلك في الظروف البيئية لموقع العمل. فالاختبارات المخبرية لا تعكس الظروف التجريبية في الموقع. وعند ملاحظة عدم التوافق في الموقع فالحل العام هو تغيير الإضافات سواء اكانت كيميائية او مینرالية

٢-١٠ تخزين الإضافات الكيميائية:

- تُخزن الإضافات السائلة في براميل بينما تخزن الإضافات التي تكون على شكل بودرة ضمن صناديق او أكياس بلاستيكية مسبقة الوزن.
- يجب تعريف الإضافات الموزعة على المجابيل المركزية بشكل صحيح من خلال بطاقات تعريفية تُلصق عليها لتجنب تلوثها او استخدامها بنسب غير صحيحة.
- الإضافات السائلة تضاف لماء الجبل ثم بعد ذلك للخلطة
- يمكن قياس الإضافات سواء اكانت سائلة او على شكل بودرة وزناً بينما يُمنع قياس البودرة حجماً.
- لا يجوز تجمد الإضافات السائلة لذلك يتم حفظها في أماكن مسخنة اما البودرة فان اقل حساسية تجاه درجة الحرارة و تاثرها الأكبر يكون تجاه الرطوبة.