

# دليل المهندس في أعمال التشييد والبناء

## الاسمنت





# دليل المهندس في أعمال التشييد والبناء أولا - الأسمنت

## محتويات الكتيب

- مقدمة
- تعريف الأسمنت
- صناعة الأسمنت
- خواص الأسمنت
- أنواع الأسمنت المختلفة
- طرق تعبئة ونقل الأسمنت
- طرق تخزين الأسمنت
- مسئوليات العاملين بالموقع

## دليل المهندس في أعمال التشييد والبناء

### أولا - مادة الأسمنت

- ١ - الأسمنت البورتلاندى العادى  
تعريفه - طرق صناعته - خطوات الصناعة)
- ٢ - خواص الأسمنت  
نعومة الأسمنت - الكثافة النوعية - الشك والتصلد - مقاومة الأسمنت - ثبات الحجم .
- ٣ - أنواع الأسمنت  
أسمنت بورتلاندى مبكر لمقاومة العالية (سوبر كبريت)  
أسمنت بورتلاندى منخفض الحرارة  
أسمنت بورتلاندى أبيض  
أسمنت بورتلاندى خبث الأفران العالية (الحدیدی)  
أسمنت على الألومينا  
أسمنت المخلوط (الكرنك)  
أسمنت مقاوم للكبريتات (سى ووتر )

### جداول مقارنة بين أنواع الأسمنت

- ٤ - طرق تعبئة ونقل الأسمنت  
شكاير - سائب
- ٥ - طرق تخزين الأسمنت  
مخزن رئيسى - مخزن فرعى
- ٦ - مسئوليات العاملين بالموقع  
مدير العملية - المكتب الفنى - مهندس التنفيذ - أمين المخزن - المحاسب - الأمن الادارى .

## مادة الأسمنت

### مقدمة :

أول عهد لمصر بالأسمنت البورتلاندى سنة ١٩٠٠ حيث أنشئ  
أول مصنع له فى المعصرة باستخدام الطريقة الجافة . ثم تأسست  
شركة أسمنت بورتلاندى طرة المصرية وبدأ مصنعها بطره فى الانتاج عام  
١٩٢٩ بالطريقة الرطبة .

## الأسمنت البورتلاندى :

تعريفه :

هو المادة الناعمة الناتجة عن طحن وتنعيم ناتج حرق المواد الجيرية والطينية (أو المواد الجيرية ومواد محتوية على سليكا والومينا وأكسيد حديد) على أن تكون هذه المواد مخلوطة خلطاً تاماً جيداً بنسب معينة قبل عملية الحرق ولا يضاف أى مادة لناتج المواد المحروقة الا مادة الجبس «كبريتات الكالسيوم» والماء بنسب معينة ولأغراض خاصة .

### صناعة الأسمنت

يتبع فى صناعة الأسمنت البورتلاندى طريقتان وهما :

- ١ - الطريقة الجافة .
  - ٢ - الطريقة الرطبة .
- جميع المصانع فى مصر تستخدم الطريقة الرطبة منذ عام ١٩٢٧ .
- ( أ ) الطريقة الجافة :
- جميع المواد الكلسية والطينية جافة فى جميع مراحل الصناعة .

( ب ) الطريقة الرطبة :

تستعمل فى وجود خامات رخوى أو مواد تحتوى على نسبة من الرطوبة وفيها تخلط الخامات خلطاً جيداً مع كمية من المياه بنسبة من ٣٢٪ - ٤٠٪ من الخليط الخام .

خطوات الصناعة :

- ١ - استخراج المواد الأولية من المحاجر .
- ٢ - نقل المستخرج الى المصانع «بالتفريك» .
- ٣ - نفتت المواد الأولية فى الكسارات وتطحن وهى مبتلة
- ٤ - يخلط مطحون المواد الأولية بنسب معينة لتشكل العجينة ويجب التأكد من نسب الخلط المطلوبة بالتحليل الكيميائى .
- ٥ - تحرق العجينة فى الأفران ثم تطحن ناعماً مع نسبة قليلة من الجبس ليصير الناتج أسمنت .

خواص الأسمنت :

- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| ( أ ) نعومة الأسمنت        | ( ب ) الكثافة النوعية للأسمنت |
| ( ج ) الشك والتصلد للأسمنت | ( د ) مقاومة الأسمنت          |
| ( هـ ) ثبات حجم الأسمنت .  |                               |

## نعومة الأسمنت :

تؤثر درجة نعومة الأسمنت على قوة الأسمنت ، ونصت المواصفات القياسية المصرية والبريطانية بالنسبة لقياس درجة نعومة الأسمنت بتحديد نسبة المتبقى من حبيبات الأسمنت فوق منخل ١٧٠ (بالأ تزييد عن ١٠٪ أو أقل) .

## الكثافة النوعية للأسمنت :

الكثافة النوعية تتأثر بمدة التخزين الطويل حيث تتعرض حبيبات الأسمنت الحديث الطحن للهواء فيمتص البخار الموجود فيه بسرعة وكذلك يمتص ثاني أكسيد الكربون . والأسمنت حديث الطحن تكون الكثافة النوعية له ٣,١٥ وللعلم أن التخزين لمدة شهر واحد يخفض الى ٣,٠٨ بعد (٦) شهور يخفض الى ٣,٠ .

## الشك والتصلد للأسمنت

والشك يحدث نتيجة خلط الأسمنت بالماء فيتكون عجينة رقيقة تفل لدونها تدريجيا مع الوقت لتصل الى درجة التصلد . زمن الشك ينقسم الى شك ابتدائي وشك نهائي . وعند وصول العجينة الى الشك النهائي والحصول على مقاومة وتماسك قوى تسمى هذه المرحلة بالتصلد .

يتأثر زمن الشك بالآتي :

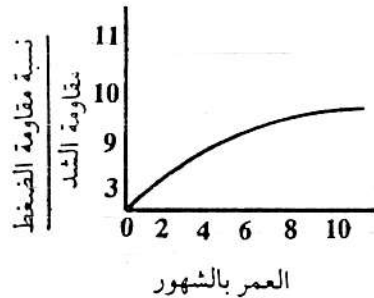
- ١ - درجة نعومة الأسمنت
- ٢ - درجة الحرارة
- ٣ - كمية المياه
- ٤ - نسبة الجبس المضاف للأسمنت

تجربة :

جهاز فيكات وتنص المواصفات القياسية للأسمنت البورتلاندى العادى والسريع للتصلد الا يحدث الشك البدائى قبل مضى ٤٥ دقيقة والا يتأخر الشك النهائى عن عشر ساعات .

## مقاومة الأسمنت البورتلاندى

حددت المواصفات القياسية الحد الأدنى لمقاومة الأسمنت البورتلاندى المطلوبة منه سواء فى الشد أو الضغط .



ويعتبر مقاومة الشد ليس ذو قيمة كبيرة حيث أن اجهاد الشد لا يمكن اعتباره مقياسا لمقاومة الأسمنت فى المدن والخرسانة ولذلك لا يعد الشد اختبارا قياسيا فى المواصفات وتجربى اختبارات الشد أو الضغط على مونة أسمنتية بنسبة ١-٣ + نسبة قياسية من الماء = ١٠٪ من وزن الرمل والأسمنت .

## للمعرفة فقط :

اجهاد الشد بعد ٢٤ ساعة طبقا للمواصفات المصرية لا يقل عن ٢١ كجم / سم<sup>٢</sup>  
اجهاد الشد بعد ثلاثة أيام طبقا للمواصفات المصرية لا يقل عن ٣١ كجم / سم<sup>٢</sup>

## مهمة جدا

مقاومة الضغط كم / سم <sup>٢</sup>	بعد ٣ أيام	نوع الأسمنت
بعد ٧ أيام	لا تقل عن ١٥٤	بورتلاندى عادى
لا تقل عن ٢٣٨	لا تقل عن ١١٢	بورتلاندى حديد
لا تقل عن ٢١٠	لا تقل عن ٢١٠	بورتلاندى سريع التصلد
لا تقل عن ٢٨٠		

يؤثر التركيب الكيميائى  
على مقاومة الأسمنت وكذلك  
درجة النعومة التى كلما زادت  
زاد مقاومة الأسمنت .

## ثبات حجم الأسمنت :

وثبات حجم الأسمنت يعنى خلوه من العناصر التى تعمل على الضرر بمقاومته وتحمله مع مرور الزمن .  
ويتنتج عدم ثبات حجم الأسمنت بعد تمام عملية الشك الى تشققات ثم تفتت كتلة الأسمنت نتيجة لتمدد المواد  
الداخلية فى الأسمنت .

وغالبا يرجع عدم الثبات الحجم فى الأسمنت الى تفاعل الجير الحى الموجود فى حبيبات الأسمنت مع الماء  
وكذلك زيادة % الكبريتات فى الأسمنت ولذلك تمدد المواصفات نسبة ثالث أكسيد الكبريت بالأا تزيد عن ٣% .

والحرق الجيد والطحن يقللان كثيرا عدم ثبات حجم الأسمنت وهناك تجارب حددها المواصفات القياسية  
وحدود لا يمكن التجاوز عنها «طريقة قالب شاتليه وجهاز الغربة» .

## أنواع الأسمنت

تتأثر خواص الأسمنت البورتلاندى بتغير مكونات المواد الخام الداخلة فى تركيبه ويمكن الحصول على مدى  
واسع من الخواص المميزة طبقا للاحتياجات المختلفة للأسمنت عن طريق تغيير نسب هذه المواد الخام ودرجة  
نعومة الأسمنت وطرق صناعته .

وفىما يلى موجز لأهم الخواص المميزة لأنواع الأسمنت الأخرى :



## ١ - الأسمنت البورتلاندى مبكر المقاومة العالمية : High early shength portoland cement

يطلق عليه الأسمنت (بورتلاندى سريع التصلد) ويعرف تجاريا في مصر باسم أسمنت سوبر كريت .

**مكوناته :**

خامات غنية بالجير + نسبة عالية من سلكيات ثلاثى الكالسيوم أكبر من الموجودة فى الأسمنت البورتلاندى العادى وناتج عملية الطحن تكون أكثر نعومة من الأسمنت العادى .

**خواصه :**

- زمن الشك مقارب للأسمنت العادى .
- مقاومته تكون فى زمن أسرع من الأسمنت العادى .

**مميزاته :**

الخرسانة المصنوعة من هذا الأسمنت تتحمل اجهادات مبكرة وتصل الى درجة كبيرة من مقاومتها فى خلال ٢٤ ساعة الأولى وتقريبا كل المقاومة بعد ثلاثة أيام .

**استخداماته :**

للخرسانة التى تحتاج مقاومة عالية مبكرة خلال يوم أو يومين . مثل خرسانة صناعة البلوكات الخرسانية والوحدات الجاهزة حتى يمكن نقل هذه المنتجات بعد فترة قصيرة واستخدام قوالب الصب فى عمليات متتالية توفيراً للعددها . وكذلك خرسانات أعمال الرصف وبها بط الطائرات والاصلاحات المطلوبة فيها السرعة .

**عيوبه :**

نتيجة زيادة نسبة سلكيات الكالسيوم فى هذا النوع يمان الحرارة الناتجة عن عمليات التفاعل فى الخرسانة تكون عالية مما يؤدى الى اختلاف الحرارة فى مكونات الخرسانة ينتج عنها اجهادات شد داخلية فى الخرسانة تعمل على حدوث تشققات . .

وعليه ينصح بعدم استخدامه فى الخرسانة الكتلية مثل السدود ودعامات الكبارى وغيرها .

ويمكن استخدام الأسمنت البورتلاندى العادى مع زيادة نسبته فى الخرسانة ومعالجة الخرسانة جيدا لفترة تزيد عن ثلاثة أيام بدلا من استعمال الأسمنت المبكر المقاومة .

## ٢ - الأسمنت البورتلاندى منخفض الحرارة : Low heat portland cement

**مكوناته :**

نسبة من الجير أقل من الأسمنت البورتلاندى العادى + نسبة أعلى من السليكا ومركبات الحديد أكبر من الأسمنت البورتلاندى العادى .

## خواصه

- (أ) الحرارة المنبعثة عند التفاعل تقل الى ثلث الحرارة المنبعثة في الأسمنت العادى .  
(ب) بطء التصلد .  
(ج) مقاومته في بداية الخرسانة أضعف من الأسمنت العادى ولكن في النهاية يتساويان في المقاومة .

## مميزاته :

- قلة التمدد والانكماش في الخرسانة المستخدمة فيها هذا الأسمنت .
- قلة كمية حرارة الاماهة الناتجة من التفاعل .
- المركبات الكيميائية لهذا النوع تساعد على تحسين درجة نعومته فيفيد في سهولة تشغيل الخرسانة مع تقليل قباليته نفاذيتها للمياه .

## استخداماته :

الخرسانة الكتلية وخاصة خرسانة السدود .

## عيوبه :

لا يستخدم في الأعمال التي تتطلب سرعته في الحصول على المقاومة .

## ٣ - الأسمنت البورتلاندى الأبيض : White portland cement

## مكوناته :

نفس مكونات الأسمنت البورتلاندى العادى (حجر جيرى + طين أبيض) ويرجع تميزه باللون الأبيض الى قلة نسبة أكاسيد الحديد (لا تزيد عن ٠,٥ %) وهذه الأكاسيد توجد بنسبة أكبر في الأسمنت العادى ويرجع لها اللون الرمادى المتميز به الأسمنت العادى .

## خواصه :

نفس خواص الأسمنت العادى .

## مميزاته :

للاستخدام الظاهر بدون حاجة لدهانها .

## استخداماته :

البلاط بأنواعه + الموازيك + سقى القيشان والبلاط + الحجر الصناعى وأعمال التشطيبات عامة .

## عيوبه :

غالى الثمن .

## ٤ - الأسمنت البورتلاندى خبث الأفران العالية (الأسمنت الحديدى)

### Blast furnace slay portland cement

مكوناته :

نفس مكونات الأسمنت البورتلاندى العادى + جليخ الأفران «خبث الأفران» .

خواصه :

- حرارة الاماهة أقل من حرارة اماهة الأسمنت العادى .
- تزيد معدل مقاومته على مدى الأزمنة البعيدة .

مميزاته :

- يقاوم فعل بناء البحر والكمياويات لاحتوائه على كمية قليلة من أكسيد الكالسيوم ونسبة عالية من السلكيات .
- أرخص من الأسمنت العادى .

استخداماته :

فى جميع استخدامات الأسمنت العادى .

عيوبه :

ضعف مقاومة الخرسانة الداخلى فى مكوناتها عن الأسمنت العادى .

## ٥ - الأسمنت على الألومينا : High Alumind cement

مكوناته :

مواد جيرية + مواد الومينية «جير وبكسيت»

خواصه :

- السرعة العالية للتصلد مع ضعف المقاومة .
- حرارة عالية فى التفاعل .
- فقد جزء من مقاومة الضغط عند ارتفاع درجة الحرارة الى أكثر من ٣٠٠ م° .

مميزاته :

يقاوم الكبريتات والأحماض المخففة وماء البحر .

استخداماته :

فى الأجواء الباردة وخرسانات المعرضة لماء البحر والكبريتات .

عيوبه :

- لا يستخدم فى الأجواء الحارة أو شبه الحارة «مصر» .
- لا يستخدم فى الخرسانة الكتلية .

- تكاليفه تعادل ثلاثة أمثال تكاليف الأسمنت العادي .

## ٦ - الأسمنت المخلوط «الكرنك»

مكوناته :

كلنكر أسمنت عادي بورتلاندى + مادة غير فعالة «رمل أو بازلت أو حجر جيرى أو جرانيت أو خبث الحديد المبرد هوائيا» + جبس كمادة مبطنة للشك .

خواصه :

نفس خواص الأسمنت البورتلاندى الحديدى .

مميزاته :

رخيص التكاليف .

استخداماته :

جميع مجالات استخدام الأسمنت البورتلاندى العادى ماعدا الخرسانة المسلحة .

عيوبه :

ضعف مقاومته .

## ٧ - الأسمنت المقاوم للكبريتات «سى ووتر»

تضاف مواد مقاومة الكبريتات أثناء عمليات الطحن الكرنك فيكتسب الأسمنت خاصية مقاومته للكبريتات ويستخدم فى الأساسات والخرسانة تحت المياه . وهو أغل من الأسمنت العادى .

جدول يوضح المقارنة النسبية لخواص أنواع الأسمنت المختلفة

نوع الأسمنت	معدل تحسين المقاومة	مقاومة انبعث الحرارة	الانكماش بالجفاف	مقاومة التشقق	المقاومة للمذيبات الكيميائية
بورتلاندى عادى	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	منخفض
سريع التصلد	عالى	عالى	متوسط	منخفض	منخفض
منخفض الحرارة	منخفض	منخفض	عالى	عالى	متوسط
مقاوم للكبريتات	منخفض متوسط	منخفض متوسط	متوسط	عالى	
بورتلاندى خبث الأثران العالية	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
غالى الألومينا	عالى جدا	عالى جدا	متوسط	منخفض	عالى جدا

## جدول مقارنة لمقاومة الضغط لأنواع الأسمنت

مقاومة الضغط لمونة (١ - ٣ مكعبات كجم / سم <sup>٢</sup> )				نوع الأسمنت
يوم	٣ أيام	٧ أيام	٢٨ يوم	
-	١٥٤	٢٣٨	٣٤٠	بورتلاندى عادى
-	٢١٠	٢٨٠	٣٥٠	سريع التصلد
-	١١٢	٢١٠	٣٥٠	خبث الأفران العالية
-	٧٧	١٤٠	٢٨٠	منخفض الحرارة
٤٢٠	٤٩٠	-	-	على الألومينا

ملاحظة : ان كل أنواع الأسمنت تبدى زيادة فى المقاومة مع الزمن .

### طرق تعبئة الأسمنت ونقله

#### شكاير الأسمنت :

وفىها يوضع الأسمنت فى شكاير ذات أغلفة ثلاث طيات . اذا كان مكان النقل قريبا من المصنع أو ست طيات اذا كان النقل بعيدا . وتزن الشيكارة الواحدة حوالى خمسون كيلو جرام ويوضع عليها نوع الأسمنت وماركته وصناعته .

#### أسمنت سائب :

وفىها يوضع الأسمنت فى سيارات مجهزة أو فى عربات السكك الحديدية أو مراكب مجهزة خصيصا لذلك . ويوضع فى موقع العمل صهريجاً لحفظ الأسمنت المنقول بالطريقة السائبة .

### طرق تخزين الأسمنت

#### ١ - المخزن الرئيسى :

وهو مخزن المشروع الذى يستقبل السيارات المحملة بشكاير الأسمنت ويجب مراعاة الشروط الآتية :

- ١ - من أرضية خشب خالية من المسامير وخلافه ومرتفعة عن سطح الأرض حوالى ٥٠ سم .
- ٢ - الجوانب والأسقف من الخشب أو الاستوس مع مراعاة عزل السقف وميله لتصريف مياه الأمطار .
- ٣ - مراعاة مسطح المخزن ليسهل رص الأسمنت بطريقة منظمة وسحب الأسمنت القديم قبل الجديد وعمل منفذين للمخزن دخول وخروج .

- ٤ - رص الشكاير بطريقة منظمة ولا يزيد ارتفاع الرصة عن عشر شكاير ويوجد بين الرصات أماكن لتسهيل عملية الحركة .
- ٥ - عمل بطاقات يوضح فيها تاريخ وكمية الأسمت الواردة لكل مجموعة على حدة حتى يسهل عملية سحب الأسمت القديم قبل الجديد .
- ٦ - استخدام سقالات صغيرة لمرور العمالة بالمخزن عند التحميل أو التعتيق حتى لا يحدث غرس لشكاير الأسمت .
- ٧ - استخدام عربات صغيرة على عجل لنقل شكاير الأسمت - من المخزن الى أماكن تشوينه بالخللاطة .
- ٨ - توفير تأمين المخزن كحراسة وأمن صناعى ضد أى اخطار .

### (ب) مخزن فرعى

وهو مكان فى مسطح صغير ومجارى للخللاطة لتشوين الأسمت الذى سيستخدم فى الخللاطة لمدة يومين أو ثلاثة على الأكثر .  
ويجب مراعاة الآتى :

- ١ - أن يكون ذو أرضية خشب نظيفة ومرتفع حوالى ٢٠ سم عن سطح الأرض .
- ٢ - تغطية الأسمت بمشمعات لمنع الرطوبة والمياه .
- ٣ - استخدام عربات ذو عجل لنقل الأسمت من التشوين الى الخللاطة .
- فى الخللاطة يجب استخدام أقماع ذو فتحة متوسطة لتفريغ الشكاير دون هالك .
- الاحتفاظ بالشكاير الحالية لاستعمالها فى جمع الأسمت الساقط نتيجة النقل أو التشوين .

## مسئوليات العاملين بالموقع لبند الأسمت

### ١ - مدير العملية :

- متابعة المكتب الفني في تقدير الاحتياجات .
- متابعة الكميات المستخدمة فعلا من الأسمت ومقارنتها بالمطلوب وحساب الهالك لتقليله بقدر الإمكان
- استخدام الأسمت القديم قبل الجديد -
- متابعة تقارير المخزن ومحاسب العملية والأمن .

### ٢ - المكتب الفني :

- التعاقدات طبقا لمراحل التنفيذ والبرامج الزمنية .
- متابعة الكميات الواردة والمستخدمه .

### ٣ - مهندسى التنفيذ :

- عمل تقرير يومى للأسمت المستخدم .
- متابعة مكعبات الخرسانة .
- تليل الهالك وذلك من خلال متابعته العمالة عند النقل والتحميل والتعتيق .

### ٤ - محاسب العملية :

- مراجعة الكميات الواردة بالمخزن مع دفاتر البوابة .
- متابعة الكميات المنصرفة مع تقارير المكتب الفني .
- اجراء الجرد المفاجيء على المخازن وضمان سلامة المخزن الأسمت والتشوين .

### ٥ - أمين المخزن :

- متابعة الأرصدة .
- سلامة التخزين .
- اتباع الارشادات السابق ذكرها عند التعتيق أو التحميل من المخزن .

### الأمن الادارى :

- الدقة في قيد الكميات الواردة بدفاتر البوابة .
- توفير الحراسات اللازمة للمخازن والتشوينات .

بحوث في الطريق إليك :

- الركام
- حديد التسليح
- الخلطة الخرسانية
- التربة والأساسات
- الطبقات العازلة