المصانع (Factories)

المصنع: هو مبنى أو مجموعة من المباني التي تُصنع فيها المنتجات .وتتراوح المصانع في الحجم بين ورش صغيرة وبنايات تملأ مدينة بأكملها. ويحوِّل العمال والآلات داخل المصانع المواد الخام، والأجزاء، إلى منتجات جاهزة للاستخدام. وتنتج المصانع تقريبا كل المنتجات التي يستخدمها الناس فيما عدا الغذاء .ومع ذلك فهناك مصانع عديدة تعالج وتعد وتعبئ المنتجات الغذائية. تلجأ المصانع إلى مبدأ تقسيم العمل أي أنها تقسم العمل المطلوب إلى عدد من العمليات المنفصلة. وتوجد ثلاثة أنواع من المصانع هي

- المصانع النمطية
- مصانع المهمات
- مصانع السلع المتنوعة

اختيار موقع المصنع (choosing factory site) :

تستند عملية اختيار الموقع الجغرافي للمشاريع على طبيعة ونمط الإنتاج الصناعي. ويعد اختيار الموقع المناسب أحد أهم الخطوات قبل البدء في أعمال البناء. يجب على المقاول أو المهندس المدني مراعاة العوامل الرئيسية التي تؤثر على اختيار الموقع. يجب أن يتم اختيار موقع المبنى بناءً على بعض الدراسات الاستقصائية لمختلف جوانب الموقع مثل تطوير الموقع والتكلفة واستقرار الهيكل المقترح ونوع مشروع البناء ، على سبيل المثال مبنى صناعي أو تجاري أو سكني.

العوامل المؤثرة في اختيار موقع المصنع (Factors affecting choosing site):

هناك ثلاث **عوامل رئيسية** تؤثر على عملية اختيار الموقع البناء والتخطيط

1. عوامل طبيعية
2. العوامل التي من صنع الإنسان أو العوامل الثقافية
3. العوامل الجمالية

وأيضا يجب مراعاة **العوامل العامة** التالية عند اختيار موقع لأي نوع من أنواع تشييد المباني:

1. الغرض من البناء
2. قوانين الحكومة
3. حجم و الشكل البناء
4. حالة التضاريس
5. نوع التربة الأرضية
6. الضوء الطبيعي والهواء
7. الحالة البيئية
8. الجوانب القانونية والمالية.

التخطيط المنهجي للأجهزة والمعدات داخل المصنع(planning device and equipment):

التخطيط المنهجي للمصنع يُعنى بالترتيب الفعلي للمعدات والملحقات والمرافق الأساسية داخل المصنع أو مكان العمل. وتتم دراسة وتخطيط المصنع بطرق هندسية تستخدم لتحليل التكوينات الأساسية والأولية لمختلف المنشآت الصناعية. التخطيط المنهجي للمصانع هو تقنية أو أداة تسمح بتحديد وتصور وترتيب مختلف الأنشطة والعلاقات والبدائل التي ينطوي عليها مشروع تخطيط مصنع أو ورشة عمل ما. التخطيط المناسب للمصنع من العوامل الأساسية في تطوير العمل وينتج عنه زيادة الإنتاجية والمحافظة على الجهد والوقت ، وهو عامل مهم في تقليل التكاليف والأخطاء الواردة في العمليات الصناعية، ويزيد من كفاءة العاملين.

عوامل منهجية التخطيط:

ترتكز منهجية التخطيط على ثلاث عوامل: مجال العمل، العلاقات والروابط ، والتنظيم والتوافق.

مجال العمل يتضمن:

- متطلبات العمل.
- مساحة العمل المتاحة وتناسبها مع الإنتاج المطلوب.
- الرسم التخطيطي لمساحة العمل.

العلاقات والروابط تتضمن:

- جمع البيانات والمدخلات.
- طبيعة ونوعية العلاقات.
- الرسم التخطيطي الذي يربط أجزاء العمل.

التنظيم والتوافق يتضمن:

- أهمية التطوير والتعديل.
- تحديد وتقنين العمليات.
- التقييم والاختيار النهائي

الخطوات الخمس لتطبيق التخطيط المنهجي للمصنع:

1. إنشاء ورسم العلاقات: في هذه الخطوة يقوم المستخدم بربط كل نشاط ومكان ووظيفة في نطاق العمل بالأنشطة الأخرى.
2. إنشاء متطلبات مساحة العمل: هنا يتم تحديد مساحة العمل والملحقات وجميع متطلبات كل وظيفة ونشاط.
3. رسم تخطيطي لربط الأنشطة: في هذه الخطوة يتم ربط الأنشطة ببعضها بخطوط بصرية مبنية على تقاربها.
4. رسم تخطيطي لمساحة العمل: هذه الخطوة تتيح تصور وترتيب وتخطيط متطلبات جميع الوظائف.
5. وضع وتقييم ترتيبات بديلة: يتم هنا اختيار التصميم الأمثل المناسب للعمل المطلوب.

الطابوق (Bricks)

الطابوقة هو وحدة بناء معمولة من عناصر لمركبات معدنية غير عضوية قوية ومتينة وبأشكال هندسية منتظمة. يصنع الطابوق بواسطة قولبة (تشكيل) الطين بقوالب مستطيلة وبأحجام منتظمة وتليها عمليات تجفيف وحرق لهذه القوالب الطينية ، ويمكن ان يستبدل الحجر بالطابوق بعمليات البناء ولذلك لسهولة تنظيمه وترتيبه نظرا لكونه ذا حجم منتظم وخفيف الوزن مقارنا بالحجر.

1. مكونات الطابوق وعملية التصنيع (Composition-Manufacturing process):

الطابوق هو مادة بناء يتألف من المكونات التالية:

a. Alumina
b. Silica
c. Lime
d. Iron Oxide
e. Magnesia

تصنيع الطابوق:

أن عملية صناعة الطابوق تتضمن عدة مراحل وهي:

a. تحضير الطين Preparation of clay
b. القولبة (التشكل) Molding
c. التجفيف Drying
d. الحرق Burning

تحضير الطين Preparation of clay :

يصنع الطابوق من خلط التربة الطينية المتوفرة في الطبيعة بعد تنظيفها وتنقيتها من الشوائب مع كمية مناسبة من الماء. والتربة الصالحة لانتاج الطابوق الطيني مكونة من رمل والغرين والطين ويجب ان تحتوي على ما لا يقل عن (25%) من معادن طينية لغرض تشكيل الطابوق والحصول على خواص جيدة مثل قابلية انضغاط عالية وامتصاص قليل .

القولبة (التشكل)Molding :

هناك ثلاثة طرق رئيسية لتشكيل الطابوق هي:

1. **طريقة البثق Plastic Extraction method:** وهي اكثر الطرق شيوعا حيث يتم فيها تشكيل التربة التي تحتوي على نسب رمل تقل عن (40%) تقريبا حيث يتم عجن التربة مع الماء و دفعها في عمود التربة المبثوق وامرارها خلال فتحة معدنية مستطيلة بابعاد الطابوقة مع تسليط تفريغ هوائي لزيادة كثافة

الطابوقة ويقطع فور خروجه من ماكنة البثق بسلك معدني متحرك بسرعة معينة لاعطاء البعد الثالث للطابوقة .

2. **طريقة الكبس Pressing method:** وتتضمن :

أ- **الكبس اليدوي:** وهي طريقة بدائية توضع فيها التربة الطينية في قوالب وتترك في الشمس لتجف ثم يفتح القالب. هذه الطريقة تحتاج الى كمية ماء كبيرة . كما وأن التربة المشكلة بهذه الطريقة لا تتعرض لضغط اثناء عملية التشكيل لذا فأن خواص الطابوق المشكل بهذه الطريقة لايكون ذو خواص جيدة.

ب- **طريقة الكبس شبه الجاف**: تستخدم هذه الطريقة اما في حالة احتواء التربة على نسبة عالية من الرمل (اكثر من 40%) بحيث لا يمكن تشكيل بطريقة البثق او عند الحاجة لصناعة طابوق ذو خواص جيدة حيث ان الكبس يضمن الحصول على كثافة عالية. وتكبس التربة بحالة شبه جافة ويتم تحديد الضغط المسلط اعتمادا على نوع التربة.

ويمكن أيضا تقسيم عملية تشكيل الطابوق (القولبة) التي تعتمد على كمية الماء المضاف وكما يلي:

1- **طريقة الطين اللين** Soft-mad process: يعمل منه عجينة لدنة باستخدام نسبة ماء (20-30) % تشكل وتكبس هذه العجينة في قوالب بطريقة الية او يدوية . يتم منع التصاق عجينة الطين بالقالب وذلك بتبليل القالب أو نثرها بالرمل .

2- **طريقة الطين المتيبس** Stiff-mad process :يمزج الطين مع كمية كافية من الماء (18-28) % لعمل عجينة يمكن دفعها خلال قالب الذي هو يشكل فوهة معدنية مستطيلة بأبعاد (طول x عرض) او (عرض x سمك) للطابوقة حيث تخرج عجينة الطابوق بشكل شريط مستمر على حزام متحرك وتقطع فور ذلك بواسطة سلك معدني (سمك الطابوقة اوطولها).

3- **طريقة الكبس الجافة** Dry process: يكون الطين ذو القوام الجاف وبنسبة (10-20) % ماء وزناً في منظومة قوالب تحت ضغط عالي ويكون الطابوق الناتج بهذه الطريقة من اكثر الانواع انتظاما ولاتوجد في هذه الطريقة مرحلة تجفيف لان الماء اصلا قليل .

- ويجفف اللبن (الطابوق بعد القولبة وقبل الفخر) بتعريضه للهواء والشمس في المعامل البدائية ويجفف صناعيا في المعامل الحديثة بواسطة الغازات الناتجة عن الحرق.

التجفيف Drying:

وهي مرحلة مهمة جدا وحرجة في صناعة الطابوق وهي التي تحدد نوعية الطابوق المنتج ويوجد الماء في جسم الطابوق بثلاث أماكن:

1. كل جزيئة من جزيئات التربة محاطة بغشاء مائي رقيق جداً.
2. الفجوات الموجودة بين أغشية الماء المحيطة بدقائق (جزيئات) التربة وتكون مملوئة بالماء.
3. الماء الممتص من قبل جزيئات (دقائق) التربة نفسها اضافة الى الماء المتحد كيميائيا مع دقائق التربة .

تجري عملية التجفيف بالمراحل التالية:

1- يتبخر اولاً الماء الموجود بين دقائق التربة وينتج عن ذلك تقارب بين دقائق التربة وبالتالي انكماش الطابوق

2- الغشاء المائي المحيط بدقائق التربة يتبخر ثانياً وينتج عنه انكماش اخر للطابوق .

3- الماء الممتص من قبل مسمات دقائق التربة حيث ينتقل اولاً الى الفجوات بسبب اختلاف تركيز السوائل ثم يتبخر محدثاً انكماش ثالث .

* يجفف اللبن الطابوق (بعد القولبة وقبل الفخر) بتعريضه للهواء والشمس في المعامل البدائية ويجفف صناعياً في المعامل الحديثة .وتقسم عملية التجفيف الى ثلاث مراحل:

1- المرحلة الاولى: حيث تستخدم هواء ذو رطوبة عالية وترتفع درجة الحرارة بشكل بطئ لغاية 40 درجة مؤية وإذا تم تعريض النموذج الى الهواء الجاف ذوالحرارة العالية وبسرعة عالية فإن السطوح الخارجية ستجف وتنكمش بينما الاطراف والاجزاء الداخلية تبقى رطبة ومنتفخة مما يسبب تشقق الطابوق يسبب عدم تجانس حركة الرطوبة فيها.

2- المرحلة الثانية: بعد وصول الحرارة الى 40 درجة مؤية يتم رفع درجة حرارة الهواء الخاص بعملية التجفيف وتقليل الرطوبة فيه تدريجياً بحيث تبدأ عملية الفقدان الحقيقية للماء من الطابوق .هذه العملية تسير بشكل متوازن ومتوازي للتخلص من أكبر كمية من ماء الطابوق.

3- المرحلة الثالثة: بعد أنتهاء عملية الانكماش تبدأ مرحلة التجفيف النهائية وفي هذه المرحلة لايوجد خطر من تعرض النموذج الى حرارة عالية ورطوبة واطئة لذلك يتم رفع الحرارة بشكل كبير وتنخفض الرطوبة فتزداد سرعة هواء التجفيف.

العوامل ألرئيسية التي تحدد حساسية الطابوق للتجفيف:

1- سرعة التبخير (سرعة الهواء ، الحرارة ،الرطوبة).
2- التدرج الحبيبي للتربة (نسبة الطين والغرين والرمل).
3- نوع المعادن الطينية وتركيبها.
4- محتوى ماء التشكيل (طريقة الكبس وطريقة التشكيل).

الحرق (فخر الطابوق) Burning:

بعد اتمام عملية التجفيف بالشكل الصحيح تبدأ عملية حرق (فخر) الطابوق اما بافران بدائية مثل الكورة او بواسطة افران حديثة. يتم فيها تعريض الطابوق الى درجات حرارة تتراوح بين (900-1200) درجة مؤية وبعد مرحلة الحرق تتم عملية تبريد الطابوق وتفريغه خارج الفرن استعدادا لتسويقه. وتتم عملية حرق الطابوق بمراحل متعددة وهي:

1- بين درجة حرارة (150-400) درجة مئوية يتم فقدان معظم الماء المتحد كيمائيا.
2- في درجة حرارة (573) يحدث تحول الكوارتز الى بيتا كوارتزويصاحب هذه العملية تمدد بنسبة (18%) ويسترجع هذا التمدد عند تبريد الطابوق.
3- عند درجة حرارة (600) تبدا معادن الطين بالتكتل وتحدث عملية التلبد وتبدا الطابوقة باكتساب القوة.
4- بين درجة حرارة (300-600) تبدا عملية الاكسدة وتشمل احراق المواد الكاربونية وتحويلها الى بايرات الحديد وينطلق غاز CO_2 و SO_2 اضافة الى ما تبقى من بخار الماء.
5- بين درجة حرارة (850-900) وبسبب تحرر غاز CO_2 سوف يسلط ضغط على سطح الطابوقة وتكوين فجوات مما يؤدي الى تمدد في حجم الطابوقة وحدوث نقصا في تحملها.

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$$

6- تبدا عملية الانصهار بين درجة حرارة (800-1100) حيث يتم عندها تحويل محتويات الطابوقة الى مادة زجاجية كثيفة بعد صهرها ليحصل التماسك المطلوب بين الجزيئات والذي يؤدي الى اكتساب الصلابة المطلوبة.

ان استخدام حرارة حرق عالية جدا يؤدي الى زيادة القصافة او الهشاشة كونه يزيد من احتمال حدوث تشققات انكماشية بعد عملية تبريد الطابوق. وهناك عدة عوامل توثر على درجة الحرارة القصوى وهي:

1- نوع المعادن الطينية.
2- التدرج الحبيبي للتربة.

3- نسبة الكلس (كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$) وبزيادته يزداد تولد او تحرر غاز (CO_2) والذي بدوره يسلط ضغطا على سطح الطابوقة وزيادة مساميتها وبدوره يزداد التزهر وتقل مقاومة الانضغاط.

4- كمية الاكاسيد المساعدة للانصهار مثل اوكسيد الكالسيوم واوكسيد الحديد واوكسيد الصوديوم والتي تؤدي زيادة كمياتها الى خفض درجة الحرارة اللازمة لتكوين الطور الزجاجي.

<u>ويمكن تقسيم الطابوق من حيث الجودة تبعا لدرجة التعرض الحراري الى ما يلي:</u>

1- <u>الطابوق الملامس للاشتعال</u>: وهو الطابوق الذي يتعرض الى درجة حرارة عالية اذ يتم انصهار جميع جزيئات الطابوق وتحويلها الى كتلة صلبة بعد التبريد ومن انواعه الطابوق المصخرج الذي يكون شكله غير منتظم ، قوته عالية، مساميته قليلة، مقاومته ممتازة للظروف الخارجية والتاكل للحوامض ولهذا يفضل استعماله في الباتلو والاسس.

2- <u>الطابوق الوسطي</u>: ويلي الطابوق الملامس ويكون عادة معرض لدرجات حرارة معتدلة وكافية لتوفير الخواص المطلوبة منه من حيث الشكل، القوة، المتانة، وتجانس الالوان ولونة يكون بين الاصفر والابيض ويستخدم كوحدات بنائية في جميع اجراء المبنى.

3- <u>الطابوق البعيد عن منطقة الاشتعال</u>: والذي يلي الطابوق الوسطي ويكون معرض لدرجات حرارة واطئة وغير كافية لتكوين الطور الزجاجي وتكون قوته ضعيفة، مساميتة كثيرة ولونه احمر ويستعمل في الجدران الغير حاملة للاثقال كالاسيجة والقواطع.

2. <u>افران حرق الطابوق:</u>

هناك انواع مختلفة من الافران التي تستعمل لفخر الطابوق في العالم ولكن الشائع في العراق هو:

1- **الافران المفردة**: يشيد على شكل مستطيل وله مدخنة واحدة او اكثر حسب التصميم وتقع على احدى الطرفين ويجري الحرق من خلال انفاق تعمل في القاعدة وتتصل بممرات صعودا الى الاعلى لتغليف الطابوق الطري الذي يرصف على شكل طبقات افقية ثم وحدات عمودية لغرض ايصال النار الى كل طابوقة حيث تلتقي هذه الممرات بالمدخنة الرئيسية لغرض تصريف الابخرة في الجو ويستغرق الحرق بين اسبوعين الى اربعة اسابيع ويستعمل وقود الفحم الحجري او النفط الاسود.

2- **- فرن هوفمان (Hoffman Kiln)** : نرى في هذا الفرن قاعة كبيرة مستطيلة الشكل ذات جدران سميكة . يتم ادخال الطابوق واخراجه عن طريق عربات خاصة تمر من خلال الابواب الجانبية للقاعة بينما تسلط الحرارة من خلال فتحات موجودة في السقف. من الجدير بالذكر ان هذه الطريقة تتطلب ايدي عاملة كثيرة والطابوق المنتج اقل جودة من الطابوق المنتج بالطرق الاخرى كالأفران النفقية الا ان هذه

الطريقة تتطلب رأس مال قليل . نلاحظ انسيابية في عملية الانتاج اذا تتابع كل من عملية التعبئة والحرق والتفريغ بشكل دوري .

a. **الفرن النفقي (Tunnel Kiln)** : يتكون هذا الفرن من نفق بطول (90-100) متر يتم ادخال العربات الحاوية على الطابوق من جهة وتخرج مفخورة من الجهة الاخرى .نلاحظ هذه الطريقة تتطلب ايدي عاملة ماهرة قليلة والطابوق المنتج ذو جودة افضل من الطريقة السابقة كما ان هذه الطريقة تتطلب رأس مال أكبر. خلال مرور العربات بالنفق نلاحظ ازدياد الحرارة بشكل تدريجي بحيث تصل درجة الحرق (750-1000) درجة مؤية ، و تستغرق عملية الحرق بهذه الطريقة يوما كاملاً .وفيما يلي مقارنة بين فرن هوفمان والفرن النفقي:

فرن هوفمان (Hoffman Kiln)	الفرن النفقي (Tunnel Kiln)
ذا شكل مستطيل او مستدير	يكون بشكل نفق طويل بطول 90-100 متر
عملية الحرق تنتقل من غرفة الى اخرى ولكل غرفة فتحات خاصة للاشتعال واخرى للدخان ويصعب التحكم بدرجات الحرارة	مكان الحرق ثابت ويمكن التحكم بدرجات الحرارة
الايدي العاملة كثيرة	الايدي العاملة قليلة ولكنها ماهرة
النوعية المنتجة غير متجانسة	النوعية المنتجة متجانسة
نسبة تلف الطابوق في هذا الفرن عالية	نسبة التلف اقل نسبيا
استهلاكه للوقود كثير	استهلاكه اقل نسبيا
يحتاج الى راس مال قليل	يحتاج الى راس مال كثير

3. التغيرات الفيزيائية الحاصلة للطابوق (عند الفخر)

تحدث مجموعة من التغيرات الفيزيائية على الطابوق عند حرق الطابوق يمكن ان نوجزها بما يلي :-

1- نقصان بالوزن جراء فقدان الماء بسبب التبخر.
2- عند الوصول الى درجة حرارة 1000 درجة مؤية يبدأ ما يسمى بالانصهار الموضعي ويعتمد على مكونات التربة التي صنع منها الطابوق .
3- حدوث الانصهار العام حيث تبدأ حصول تشوه بالأبعاد ويعتمد مقدار هذا التشوه على مقدار الكبس أثناء القولبة وعلى شكل القالب ومدى كفائة عملية التجفيف.
4- مع تقدم درجة الحرارة يحدث نقصان في المسامية وبالتالي نقصان الامتصاص وزيادة في القوة.
5- تغير اللون وهي حسب تسلسل حصوله اعلى الحرارة من الاقل الى الاكثر كما يلي (الاحمر – المشوهب – الابيض – الاصفر – الاخضر- المصخرج).

الطابوق الجيري – الرملي Sand-Lime Brick:

هو طابوق يصنع من .....

النورة المطفأة	$Ca(OH)_2$	10-5%
الرمل	SiO_2	95-90%
الماء	H_2O	-----

يضاف الماء الى خليط الرمل والنورة في خلاطات لعمل (البسيس) ثم ينقل الى سايلوات لاستكمال عملية التخمير والتفاعل، ومن ثم ينقل البسيس المتفاعل الى قاطعة كابسة (٥٥٠ - ١٢٠٠طن) تقطع البسيس الى شكل الطابوق المطلوب ثم يدخل الى اوعية خاصة مغلفة تدعى المحمم (Autoclave) حيث يتعرض الى بخار تحت ضغط جوي لا يقل عن خمس اضعاف الضغط الجوي الاعتيادي (١٦ جو) (١٦ جو ، ٢٠٤ م لمدة 6 ساعات) يمكن السيطرة على شكل الطابوق المنتج فهو الطابوق الطيني.

$$Ca(OH)_2+H_2O+SiO_2 \longrightarrow CaO.2SiO.3H_2O$$

-الترابط بين حبيبات الرمل والتفاعل يحدث فقط على الخارج ، ومن رفع درجة الحرارة الى ٢٠٠ مْ فيجب رفع الضغط حتى نحصل على تلك الدرجة.

-سرعة التفاعل تعتمد على مايلي-:

1. درجة حرارة المحمم كلما كانت التسخين اقل واعتياديا يكون الانتاج وجبة واحدة باليوم والعملية اسرع من انتاج الطابوق الطيني.
2. مقدار النورة المضافة تعتمد على القوة المرادة في الطابوقة وتكون (5-10)% وقوة الطابوقة الناتجة مقارنة الى الطابوقه الطيني صنف (ب)

خواص الطابوق الجيري الرملي :

1- وزنه اكثر من الطابوق الطيني وخاصة اذا ما قورن بالطابوق المجوف او المثقب.
2- عزله الحراري اقل من الطابوق الطيني
3- لون المنتج يعتمد على لون الرمل المستعمل وهو بشكل عام مائل الى السمرة.
4- يستخدم في ربطة مادة الجص اقوى من الربط في الطابوق الطيني.
5- يستخدم في القواطع والجدران حسب تحمله.
6- حسب ال م.ق.ع 548 لعام 1989 فأنه يتحمل ضغط لا يقل عن (17 ميكاباسكال) كحد ادنى والمواصفة (ASTM- C73-75) بنوعين احدهما (12 ميكاباسكال) والاخر(17 ميكاباسكال).

الطابوق والكتل الرملية ـ الجيرية (Sand- Lime Bricks and Blocks)

يخضع الطابوق والكتل الرملية ـ الجيرية إلى المواصفة القياسية العراقية رقم(٥٤٨) لعام١٩٨٩ وتضع المتطلبات والمحددات وعلى النحو الآتي :-

أولا :ـ الأبعاد القياسية.

النوع	الطول (ملم)	العرض(ملم)	الارتفاع (ملم)
الطابوق (Bricks)	٢٤٠	١١٥	٧٥
الكتل (Blocks)	٢٤٠	٢٤٠	١٦٠

ثانيا :ـ مقدار التفاوت المسموح بالأبعاد .

ـ الطابوق (Bricks) ± ٣ملم (للقيمة الفردية)
± ٢ملم (للمعدل للوحدات)

ـ الكتل المجوفة والمصمتة (Blocks) ± ٤ملم (للقيمة الفردية)
± ٣ملم (للمعدل للوحدات)

ثالثا:ـ تحمل الضغط .

للنماذج الجافة الحد الأدنى لقيم التحمل للضغط كما بالجدول الآتي :

النوع	الحد الأدنى لتحمل الضغط نيوتن /ملم²		الكثافة الإجمالية غم/ سم³	
	وحدة واحدة	معدل الوحدات	وحدة واحدة	معدل الوحدات
الطابوق(Bricks)	١٤	١٧	١,٧ كحد أدنى	١,٨ـ٢,٠
الكتل(Blocks)	١٠	٩	١,٣ كحد أدنى	١,٤ـ١,٦

للنماذج الرطبة : لايقل الحد الأدنى لتحمل الضغط للنماذج المغمورة بالماء عن(٨٥%)عن القيم الواردة في الجدول أعلاه.

رابعا:ـ الكثافة الإجمالية.

كما بالجدول السابق

خامسا:ـ الحد الأقصى لانكماش الجفاف.

يجب أن لايزيد الحد الأقصى لانكماش الجفاف عن ٠,٠٤%

سادسا:ـ امتصاص الماء .

يجب أن لايزيد نسبة امتصاص الماء عن ١٢%.

11 المواد المستخدمة في الطابوق الرملي الجيري(Sand Lime Bricks)

تستخدم المواد المذكورة أدناه لإنتاج الطابوق الرملي الجيري (سيليكات الكالسيوم).

- رمل Sand
- جير Lime
- ماء Water
- صبغ Pigment

رمل Sand

طابوق الرملي الجيري (سيليكات الكالسيوم) يحتوي على كمية عالية من الرمل حوالي 88 - 92 ٪ .وهذا يعني أن خصائص هذه الطابوق تعتمد على خصائص الرمال المستخدمة.

لذلك ، يجب أن يكون الرمل المستخدم متدرجًا جيدًا ويجب ألا يحتوي على أي شوائب مثل المادة العضوية ، والشرائح القابلة للذوبان ، إلخ. قد يكون الطين المنقسم ناعماً ولكنه يصل إلى 4٪ فقط مما يساعد على الطوب في الضغط ويوفر ملمسًا أكثر سلاسة.

جير Lime

يتراوح محتوى الجير في طابوق سيليكات الكالسيوم من 8 إلى 12٪ .يجب أن يكون الجير المستخدم من نوعية جيدة وجير الكالسيوم العالي.

ماء Water

يجب استخدام الماء النظيف لإعداد طابوق سيليكات الكالسيوم .مياه البحر أو الماء الذي يحتوي على أملاح قابلة للذوبان أو مادة عضوية أكثر من 0.25 ٪ ليست مناسبة.

12 **صبغ Pigment**

تستخدم أصباغ عموما لإعطاء اللون للطابوق .تضاف إلى الرمل والجير أثناء الخلط.
الوزن الكلي للطابوق يحتوي على 0.2 إلى 3 ٪ من كمية الصباغ .الأصباغ المختلفة المستخدمة للحصول على ألوان مختلفة مجدولة أدناه:

اللون	صبغ
أسود ، رمادي	أسود فاحم
بني محمر	أكسيد الحديد
أخضر	أكسيد الكروم
الأصفر	أكسيد الرصاص

تصنيع الطابوق الرملي الجيري Production of Sand lime Bricks

الخطوة الأولى ، يتم أخذ نسب مناسبة من الرمل والجير والأصباغ وتخلط جيدًا بنسبة 3 إلى 5٪ من الماء .ثم يحصل لصق ويصب بكثافة.

الخطوة الثانية : يتم تشكيل الخليط في الطابوق باستخدام مكبس طاولة دوارة يستخدم الضغط الميكانيكي للضغط على الطابوق. تتراوح قوة الضغط من 31.5 إلى 63 نيوتن / مم. ^{2}

المرحلة النهائية ، يوضع الطابوق في الأوتوكلاف .الأوتوكلاف ليس سوى أسطوانة فولاذية ذات نهايات محكمة الغلق .قطر الأوتوكلاف هو نوبة 2 متر والطول حوالي 20 متر.
بعد وضع الطابوق في هذه الغرفة المغلقة ، يتم تحرير ضغط البخار المشبع الذي يتراوح بين 0.85 إلى 1.6 نيوتن / ملم . ^{2} يتم رفع درجة الحرارة داخل الغرفة وتبدأ عملية التفاعل.
يتفاعل محتوى السيليكا في الرمل ومحتوى الكالسيوم في الجير ويشكل بلوراً مثل مركب يسمى سيليكات هيبو الكالسيوم .تتم هذه العملية لمدة 6 إلى 12 ساعة .أخيرًا ، يتم نقل الطابوق الذي تم الحصول عليه إلى مكان العمل.

الخرسانة (الطابوق والكتل الخرسانية) Concrete Bricks and Blocks:

الخرسانة هي مادة إنشائية تنتج من خلط عدة مواد: طبيعية (مثل الرمل والبحص والماء) وصناعية (مثل الاسمنت والإضافات) وهي تشبه الصخور من ناحية تحملها للضغوط ولكتها لا تتحمل الشد لذلك يوضع بداخلها حديد التسليح لإكسابها هذه الخاصية وبالتالي يمكن استخدامها في جميع أجزاء المنشآت (المعرضة للضغط أو الشد)، وهي تستخدم في المقام الأول في بناء الجدران.

وتعتبر الخرسانة من أكثر المواد الإنشائية استخداما للأسباب التالية:

1. توفر المواد اللازمة لتصنيعها (البحص والرمل والأسمنت والماء)
2. رخص تكلفتها وصيانتها.
3. لها قدرة عالية على تحمل الأحمال.
4. تعمر طويلا إذا صنعت بطريقة سليمة ولم تتعرض لعوامل تتلفها.

تتكون الخرسانة من:

- ركام صغير(رمل) Fine aggregate
- ركام كبير(حصى) Aggregate
- أسمنت Cement
- ماء Water
- حديد تسليح (في الخرسانة المسلحة فقط) Steel reinforcement
- إضافات (إن لزم الأمر) Additives.

1. **الركام الصغير (الرمل):**

يجب أن تكون حبيباته متدرجة الحجم وخشنة وخالية من المواد الناعمة الطينية أو العضوية وأن يكون تركيبه خالي من الأملاح (لأنها تؤثر تأثيراً سيئا على قوة الخرسانة).

2. **الركام الكبير (البحص):**

يجب أن تنطبق عليه نفس مواصفات الركام الصغير من حيث التدرج في حجم الحبيبات والخلو من المواد الناعمة والأملاح.

ويمكننا الحصول عليه من الطبيعة مباشرة أو بتكسير الصخور في كسارات مخصصة للحصول على التدرج الحجمي المطلوب.

و يقصد بالتدرج الحجمي : أن تكون حبيبات الركام غير متساوية في الحجم أي أنها متدرجة من الصغر إلى الكبر بحيث يحدث لها تداخل بينها وبين بعضها عند عمل الخلطة الخرسانية مما يعطي قوة أكبر للخرسانة.

3. **الاسمنت:**

هو مادة تصنع في المصانع أساس تكوينها مواد جيرية وطينية تطحن مع بعضها وتخلط ثم تعرض في أفران مصانع الاسمنت لدرجة.حرارة عالية لفترة زمنية محددة فينتج بذلك مادة تسمى (الكلنكر) يطحن بعد ذلك (الكلنكر) لدرجة نعومة عالية جداً وبضاف إليه الجبس وبعض المواد الأخرى لإكسابه مواصفات خاصة ثم يعبأ في أكياس وهو الشكل الذي يطرح به الاسمنت في الأسواق.

وفي صناعة الخرسانة: عند اختلاط الاسمنت بالماء تتكون مادة لاحمة تأخذ قوتها تدريجيا وتتصلب حيث تقوم هذه المادة اللاحمة بتغليف حبيبات الركام الصغير والكبير وتربطهم ببعضهم مكونة الخرسانة.

- ويأخذ الاسمنت قوته المبدئية (الشك الابتدائي) بعد حوالي 45 دقيقة من وضعه في الفرم (القوالب) بصل إلى الشك النهائي بعد حوالي 10 ساعات. ويصل الاسمنت إلى معظم قوته بعد 28 يوماً، مع العلم أن قوته تتزايد مع الزمن بمعدل بطيء إذا كانت الظروف المحيطة به من ناحية درجة الحرارة ونسبة الرطوبة مناسبة.

4. الماء

الماء الصالح للشرب هو الماء المناسب لصناعة الخرسانة. ويمنع استخدام الماء الذي به نسبة عالية من الأملاح سواء في خلط الخرسانة أو حتى في معالجتها (رشها بالماء بعد التصلب)، حتى لا تتلف الخرسانة بفعل الأملاح.

5. **حديد التسليح:**

يستخدم حديد التسليح في الخرسانة المسلحة فقط، ولا يستخدم في الخرسانة العادية.

وينقسم حديد التسليح إلى:

- حديد طري عادي (صلب 37)
- حديد عالي المقاومة (صلب 44، صلب 52)

-ويتوفر الحديد بأقطار(من 6 إلى 32 مم) لاستخدامه في الأجزاء المختلفة من المنشآت.

-كذلك قد يكون الحديد ذو سطح أملس أو ذو نتوءات، والأخير أفضل من حيث تماسكه مع الخرسانة.

6. **الاضافات للخرسانة المسلحة**

هي مواد كيميائية تضاف للخرسانة سواء أثناء الخلط أو تعالج بها بعد تصلدها بغرض إكسابها خواص معينة.

الشروط الواجب مراعاتها عند استخدام الإضافات:

- ألا تتجاوز نسبة استخدام الإضافات في الخلطة النسبة المحددة من قبل المصنع حتى لا تؤثر على مقاومة الخرسانة.
- أن يكون هناك تناسب بين تكلفة استخدام الإضافات والفائدة الي ستعود منها.
- ألا تقل مقاومة الخرسانة وتماسكها مع حديد التسليح عن 85% من القيم الأساسية لها في حالة عدم استخدام إضافات.

أنواع الإضافات:

توجد أنواع كثر من الإضافات أكثرها شيوعا الأنواع الآتية:

1. إضافات تعجيل الشك: هي مواد تستخدم للحصول على مقاومة مبكرة عالية للخرسانة.

استخداماتها:

* توفير الوقت اللازم لتنفيذ المنشآت.

* إزالة الفرم مبكراً.

2. إضافات إبطاء الشك:

هي مواد تستخدم لغرض تأخير الشك الابتدائي أو النهائي للإسمنت.

استخداماتها:

* صب الخرسانة في الأجواء الحارة حيث يكون شك الاسمنت سريعاً بسبب حرارة اسو الي تسرع من تفاعله مع الماء.

* الحاجة إلى عمل تشكيلات إضافية لسطح الخرسانة مما يتطلب بقاء الخرسانة لدنة مدة أطول.

4. **اضافات تحسين القابلية للتشغيل:**

هي مواد تستخدم بغرض تحسين قابلية الخرسانة للتشغيل دون إضافة مياه أكثر من اللازم لأن إضافة الماء الكثير للخلطة يقلل من قوة الخرسانة.

استخداماتها:

أ. عند وجود تسليح كثيف داخل الشداة الخشبية.

ب. عند استخدام المضخات في رفع الخرسانة.

5. **إضافات الهواء المحبوس:**

هي مواد تستخدم بغرض إحداث فراغات دقيقة داخل الخرسانة وذلك للحصول على خرسانة خفيفة الوزن.

استخداماتها:

تستخدم عند الحاجة لخرسانة خفيفة الوزن في عمل تشكيلات زخرفية ولا تستخدم في الأجزاء الأساسية من الهياكل الإنشائية للمباني (لأن الفراغات داخل الخرسانة تقلل من مقاومتها).

6. **إضافات تقليل النفاذية:**

هي مواد تستخدم بغرض تقليل نفاذية الخرسانة للماء وبالتالي تمنع حدوث مشكلة صدأ حديد التسليح في الأجزاء الي تتعرض للرطوبة. وهي إما مواد تضاف للخرسانة أثناء الخلط أو مواد تعالج بها الأسطح النهائية للخرسانة فتسد فراغاتها وتكسبها صفة عدم النفاذية للرطوبة.

استخداماتها:

أ - في الجسور الي تنفذ فوق مياه البحار والأنهار.

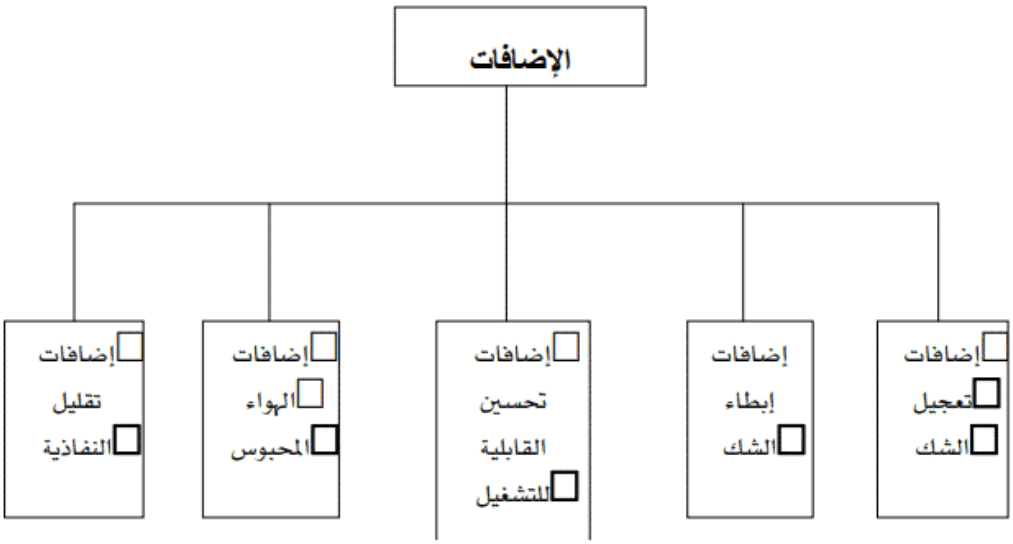
ب - في المنشآت الخرسانية المعرضة لنسبة عالية من الرطوبة (القريبة من شواطئ البحار).

ج- في خرسانات الخزانات.

وهناك إضافات أخرى كثيره منها:

* إضافات تقليل الحرارة الناتجة عن الإماهة (تفاعل الاسمنت والماء).

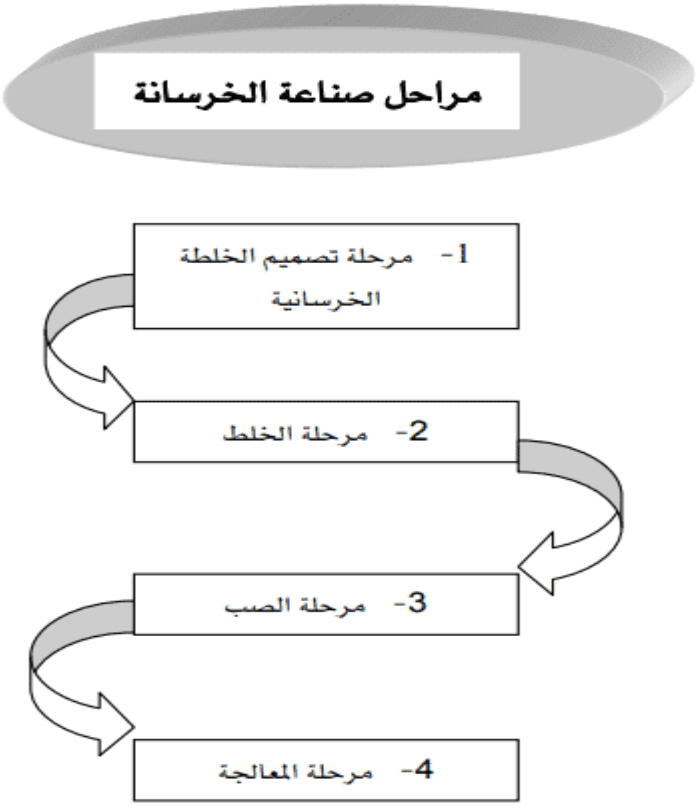
* إضافات لمقاومة التآكل.



أنواع الإضافات

صناعة الخرسانة Production of concrete:

تمر صناعة الخرسانة بعدة مراحل حتى تصل إلى شكلها النهائي. (انظر الشكل التالي الذي يوضح تلك المراحل)



صناعة الخرسانة

1. مرحلة تصميم الخلطة الخرسانية:

مرحلة تصميم الخلطة الخرسانية تعني المرحلة التي يتم فيها تحديد نسب خلط المواد المكونة لها بحيث تعطي المقاومة المطلوبة.

-نسب الخلط الشائعة الاستخدام للخرسانة العادية هي (0.8 م^3 بحص + 0.4 م^3 رمل + 250 كجم إسمنت + 160- 180 لترماء).

-بينما في الخرسانة المسلحة تزاد نسبة الإسمنت إلى 350 كجم (بدلا من 250 كجم في الخلطة السابقة).وهذه الخلطة تعطي مقاومة للخرسانة لا تقل عن 250 كجم /سم^2 بعد 28 يوماً.

العوامل الي تؤثر على مقاومة الخرسانة في مرحلة تصميم الخلطة:

a. نسبة الماء إلى الإسمنت(م/س):

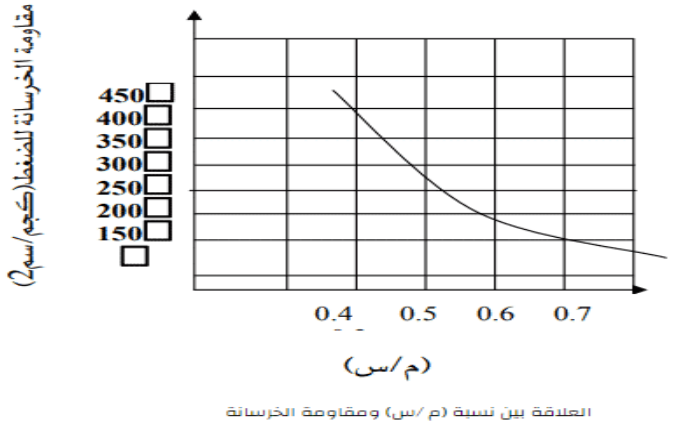
الماء الذي نستخدمه في الخلطة الخرسانية هو مجموع الجزأين التاليين:

أ- الماء المطلوب للتفاعل الكيميائي مع الإسمنت وهذه النسبة لا يمكن تقليلها حتى لا يتأثر التفاعل.

ب- الماء المطلوب لسهولة تشغيل الخرسانة وهذه النسبة كلما قلت كلما كان أفضل لأنها في النهاية تتبخر وتترك مكانها فراغات تقلل من قوة الخرسانة.

وعليه فالمقصود بنسبة (م/س) هي كمية الماء مقسومة على كمية الإسمنت (المستخدمين في الخلطة الخرسانية)

-وعموما كلما قلت هذه النسبة، حصلنا على خرسانة قليلة الفراغات عالية المقاومة (بشرط ألا يؤثر تقليل هذه النسبة على قابلية الخرسانة للتشغيل. انظر الشكل التالي:



العلاقة بين نسبة (م /س) ومقاومة الخرسانة

b. نسبة الإسمنت إلى الركام:

كلما زادت نسبة الاسمنت إلى الركام زادت قوة الخرسانة.

ويستخدم عادة:

7 أكياس إسمنت لكل 1 م3 من الركام الخليط للخرسانة المسلحة.

5 أكياس إسمنت لكل 1 م3 من الركام الخليط للخرسانة العادية.

c. نسبة (الاسمنت إلى الرمل) في الخلطة الخرسانية:

كلما زادت هذه النسبة تزيد قابلية الخرسانة للتشغيل.

d. نسبة (الركام الكبير إلى الركام الصغير):

عادة نستخدم نسبة: - (الركام الكبير: الركام الصغير) = (2 : 1) بالحجم.

ومن المهم جداً مراعاة التدرج الحبيبي لكل من : الركام الصغير و الكبير وذلك لتقليل الفراغات داخل الخرسانة وبالتالي الحصول على خرسانة قوية

2. مرحلة الخلط Mixing:

هي المرحلة التي يتم فيها مزج مكونات الخرسانة بالنسب المحددة وتكوين خليط متجانس.

- يبدأ الإنتاج ويتم نقل الكميات المطلوبة من الرمل والحصى والإسمنت عن طريق الجاذبية أو بالوسائل الميكانيكية إلى موزع وزن يقيس الكمية المناسبة لكل مادة.
- تضاف كمية صغيرة من الماء إلى الخلاط عندما يتم خلط المواد الجافة، يمكن أيضًا إضافة أصباغ التلوين والمواد الكيميائية المختلطة في هذا الوقت، ثم يتم خلط الخرسانة لمدة عشر دقائق تقريبًا.
- تقوم عجينة الاسمنت بتغليف حبيبات الركام الصغير والكبير ثم يقوم الركام الصغير والعجينة الاسمنتية بملء الفراغات بين حبيبات الركام الكبير.

أثبتت الدراسات والتجارب أن إطالة زمن الخلط (إلى حد ما) له تأثير ممتاز في تحسين مقاومتها، حيث أنه يساعد في الحصول على خرسانة متجانسة ويزيد من قابليتها للتشغيل ويقلل من الدمك اللازم في مرحلة الصب وينتج خرسانة كثيفة تمنع تسرب الماء.

قبل وضع المكوّنات في الخلاط يجب التأكد من أن تكون المقادير مطابقةً لمواصفات الطابوق الإسمنتي المستخدم في البناء، والمقادير التالية تكفي لصنع 60 طابوقةً، وزن كلّ واحدةٍ 1.6كيلوغراماً.

المقادير: 1- 200 كيلوغرامٍ من الرمل. 2- كيسين من الإسمنت.
3- 1.4 طن من الركام الناعم. 4- ماء بمقدار 70 كيلو في الصيف و30 كيلو في الشتاء.

توضع هذه المقادير في الخلاط الكهربائيّ وهو عبارةٌ عن حوضٍ يشبه السلة بقطر1.5مترٍ، ويحتوي على أذرعِ خلطٍ بداخله حتّى تخلط جميع المواد جيداً لتصبح متماسكة

الشروط الواجب مراعاتها أثناء عملية الخلط:

a. استخدام نسب الخلط المحددة بالمخططات.
b. استخدام الخلط الميكانيكي.
c. يجب ألا يقل زمن الخلط عن دقيقة واحدة لضمان خلط مكونات الخرسانة جيداً.

3. **مرحلة الصب Casting:**

يقصد بمرحلة الصب هي المرحلة التي يتم فيها وضع الخلطة الخرسانية في الفورمات (القوالب) المعدة لذلك. ويتم ذلك إما يدوياً بواسطة العمال أو ميكانيكيا بالأوناش أو مضخات الخرسانة.

الشروط الواجب مراعاتها أثناء عملية الصب:

a. يجب رش القوالب (الفورمات) بالماء قبل الصب حتى لا تتشرب جزءا من ماء الخلطة الخرسانية. فيتأثر تفاعل الإسمنت وتضعف الخرسانة.
b. يجب أن يتم الصب في أقصر وقت ممكن بعد خلط الخرسانة لأن إطالة زمن نقل الخرسانة يؤدي إلى تبخر جزء من ماء الخلط وذلك يؤثر على إتمام تفاعل الإسمنت وبالتالي يقلل من مقاومة الخرسانة.
c. يجب عدم صب (رمي) الخرسانة من ارتفاع أكبر من 1 متر حتى لا يحدث انفصال حبيبي لها (أي تنفصل الحبيبات الكبيرة من الركام عن الخلطة الخرسانية وتهبط إلى أسفل بينما تصعد العجينة الإسمنتية إلى أعلى).
d. يجب دمك (هز) الخرسانة أثناء الصب ميكانيكياً بالهزازات وذلك لطرد الهواء من داخل الخرسانة وبالتالي الحصول على خرسانة قليلة الفراغات وقليلة النفاذية وأكثر تحملا للعوامل الجوية وعالية المقاومة، كذلك فإن عملية الدمك تساعد على تماسك الخرسانة مع حديد التسليح. والدمك الجيد أيضا يمكننا من استخدام نسبة (م/س) قليلة وذلك - كما هو معلوم - يعطى خرسانة أقوى.
e. في حالة الصب باستخدام المضخات يجب عدم زيادة ماء الخلط بغرض الحصول على خرسانة طرية تسهل حركتها داخل مواسير المضخة لأن زيادة الماء يضر بقوة الخرسانة .يمكن الحصول على خرسانة طرية بتزويدها بإضافات أثناء خلطها تعطيها اللدونة المطلوبة دون التأثير على قوتها. كذلك يجب العناية بنظافة المضخات بعد كل عملية صب وذلك لسهولة العمل في المرات المقبلة.
f. عند الصب على خرسانات قديمة لابد من أن يكون سطح الخرسانة القديمة نظيفاً وخشناً ويرطب بالماء قبل صب الخرسانة الجديدة عليه. ويمكن الاستعانة بمواد كيميائية مثل المواد الإيبوكسية للمساعدة في ربط الخرسانة الجديدة بالقديمة.
g. يجب اختيار أماكن وقف الصب بعناية حتى لا تتأثر الأجزاء الخرسانية للمنشآت ولكي نضمن سلامتها يجب ألا نقف مثلا في منتصف البلاطات الخرسانية للأسقف أو منتصف الكمرات بل نقف عند 1/5 (خمس البحر) في الكمرات وبلاطات الاسقف المستمرة و7/1 (سبع البحر) في بادي الكمرات وبلاطات الاسقف وهذا أصح من الناحيان التصميمية.

4. مرحلة المعالجة Curing :

يقصد بمرحلة المعالجة هي المرحلة الي يتم فيها رش الخرسانة المتصلبة بالماء على فترات لمدة محددة حسب المواصفات الفنية للأجزاء الخرسانية المختلفة من المنشأ.

- وهذه المرحلة لها أهمية كبيرة ويجب الاهتمام بها لأن الماء ضروري لإتمام تفاعل الاسمنت حتى بعد تصلد الخرسانة.
- عادة تتم معالجة الخرسانة برشها بالماء صباحاً قبل الشروق ومساء بعد الغروب لمدة 7 أيام.
- في الأجواء الحارة تغطى الخرسانة بالخيش المبلل بالماء للمحافظة عليها رطبة.
- في مصانع المباني الجاهزة تتم معالجة الخرسانة ببخار الماء حيث يساعد على سرعة تفاعل الاسمنت مع الماء وبالتالي الحصول على مقاومة عالية مبكرة للخرسانة.

❖ تتم عملية تشكل الخلطة الإسمنتية (الخرسانية) خلال مرحلة المعالجة، حيث يتمّ نقلها بواسطة العربات اليدويّة او الميكانيكية، ثمّ توضع الخلطة في ماكنة والتي بدورها تصبها في قوالب معدنيةٍ، وبعد سكب (صب) المادة يتمّ كبس القالب جيداً حتّى يخرج متماسكاً حسب المواصفات المطلوبة.

❖ خلال عملية تجفيف الطابوق او الكتل الخرسانية تحتاج الطابوقة الواحدة بعد إخراجها من القالب إلى مدّة ثلاث ساعات حتّى تجفّ، وبعد أن تجف تسقى بالماء ثلاث مرات في اليوم مدّة يومين فقط، ثمّ يُنقل الطابوق على قواعد خشبية (طبالي خشب) ليتم ربطه وشحنه إلى مكان البناء.

❖ من المعلوم أن الخرسانة الطرية تحتوي من الماء مقدارا أكثر مما يلزم لإتمام عملية التفاعل الكيميائي للإسمنت إلا أنه في معظم الأحوال يتبخر جزء كبير من هذا الماء بفعل الحرارة، ولذلك كان لابد من عملية المعالجة للحفاظ على كمية مناسبة من الماء في الخرسانة وإكمال التقدم البطيء في التفاعل مع الإسمنت، وبالتالي الحصول على خرسانة ذات قوة ومتانة وعدم نفاذية الماء بالإضافة لمقاومتها للعوامل الجوية المتقلبة وذلك بسبب إتاحة مدة أطول للتفاعل. وهناك طرق عديدة للمعالجة تساعد على استمرار التفاعل في درجة حرارة مناسبة ورطوبة ملائمة.

ومن ضمن طرق معالجة الخرسانة:

1. إما منع تبخر ماء الخرسانة بتغطيتها أو قفل مسامها بعمل غشاء أو طبقة مانعة للتبخر.
2. أو إضافة الماء بإستمرار للتعويض عن الماء الذى يتبخر.

مدة تصلب الخرسانة

ما المقصود بزمن الشك الابتدائي والنهائي للخلطة الخرسانية؟

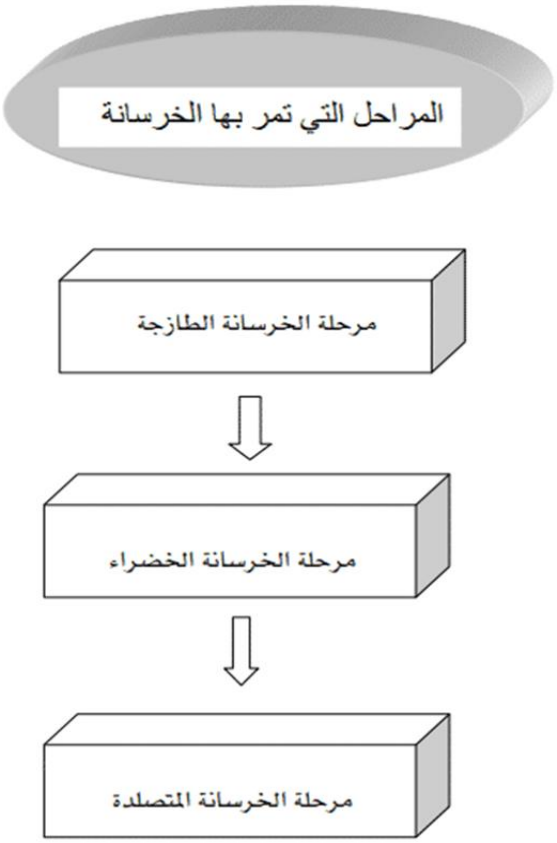
الشك الابتدائي: هو الزمن الذي ينتهي عنده تفاعل الاسمنت مع الماء ويجب ان لا تقل مدته عن 45 دقيقه ولا تزيد عن ساعتين (120 دقيقة).

الشك النهائي: هو الزمن اللازم لوصول الخلطة الإسمنتية لدرجه من التصلب لا تستطيع ابره اختراقها اثناء سقوطها من ارتفاع محدد تحت وزنها الذاتي، زمن الشك النهائي 10 ساعات.

- زمن التصلد يبدأ من 10 ساعات الى 28 يوم.

المراحل الي تمر بها الخرسانة من لحظة الخلط حتى التصلد:

1. مرحلة الخرسانة الطازجة:
   هي مرحلة الخرسانة أثناء خلطها وصبها (أي قبل الشك الابتدائي).
2. مرحلة الخرسانة الخضراء:
   هي مرحلة الخرسانة التى جفت ولم تتصلد بعد (أي لا يصلح إعادة خلطها مرة أخرى ولا تتحمل فك الشدة).
3. مرحلة الخرسانة المتصلدة:
   هي المرحلة الي تكون الخرسانة فيها قد اكتسبت قوة تتيح فك الشدة الخشبية وتبقى الخرسانة متماسكة وتتحمل الأحمال الي تؤثر عليها.



االمراحل الي تمر بها الخرسانة من بداية خلطها إلى تصلدها

Production of cellular concrete block أنتاج الكتل الخرسانية الخلوية:

الخرسانة الخلوية :- واحدة من أنواع الخرسانة، التي تتمتع بخصائص تقنية عالية، في حين أن سعرها اقتصادي جدا. يمكن صنع مواد البناء هذه بسهولة وبشكل مستقل بمساعدة المعدات الخاصة.

هذه الكتل البنائية تستخدم بصورة واسعة لأن لديها الخصائص التالية:

- منخفضة الكثافة ، وهي أقل بخمس مرات تقريبًا من الخرسانة التقليدية وثلاث مرات أقل من الخرسانة
- امتصاص الماء حوالي 20 ٪.
- الموصلية الحرارية هي 0.1 وات / م 3
- يحافظ على أكثر من 75 دورة إزالة / تجميد (وهو أعلى مرتين من مؤشر الطابوق)
- قوة ضغط عالية تسمح ببناء منازل من طابقين وثلاثة طوابق.
- عزل الصوت الممتاز بسبب البنية المسامية.
- طبقة مقاومة عالية للنار.
- فمن السهل العمل مع المواد - لقطع ، الأظافر المطرقة.
- آمن لكل من البشر والبيئة ، حيث لا توجد مكونات ضارة في التكوين.
- من الممكن إنشاء بناء الزهر على أساس كتل الخرسانة الخلوية.

تكنولوجيا إنتاج كتل الخرسانة الخلوية

هناك تقنيتان لصنع كتل من الخرسانة الخلوية: الأوتوكلاف ومع التجفيف الطبيعي للمادة.

في الحالة الأولى، يتم استخدام أجهزة خاصة - الأوتوكلاف، وهي مجهزة بمنظم درجة الحرارة والضغط. ان الكتل المنتجة بهذه الطريقة لديها خصائص أداء أفضل من المنتجات التي يتم تجفيفها بشكل طبيعي. ومع ذلك، فإن تكلفة طريقة الأوتوكلاف عالية جدا وأنه يكاد يكون من المستحيل تحقيق ذلك في المنزل. لذلك، أولئك الذين يخططون لبناء جدران من الخرسانة الخلوية بأيديهم، يمكنك استخدام المواد المصنوعة باستخدام تكنولوجيا التجفيف الطبيعي.

المكونات الرئيسية من كتل الخرسانة الخلوية هي المواد التالية:

- أسمنت بورتلاند (استهلاك 260-320 كجم لكل م^3) من درجات M400 أو M500 ،
- حشو، وهو محجر نقي أو رمل النهر مع حجم الجسيمات لا يزيد عن 2 مم.
- تغويز (مسحوق الألومنيوم)؛
- المياه ، (استهلاك 250-300 لتر لكل متر مكعب) يجب أن تكون نظيفة ولها درجة حرارة حوالي 40-50 درجة مئوية.

<u>مراحل إنتاج الخرسانة الخلوية:</u>

تشتمل تكنولوجيا الإنتاج الذاتي للكتل الخلوية الهوائية على اربع خطوات إلزامية.

1. تحديد النسب وخلط المكونات الجافة في النسبة المطلوبة. في هذه الخطوة ، من المهم أن تتبع بدقة النسب المحددة ، لأنه من خلال تغيير نسبة المكونات يمكنك الحصول على الخرسانة التي تختلف في الخصائص التقنية.
2. يضاف الماء ويحرك الخليط حتى يصبح ناعم ومتجانس. في هذه المرحلة ، يجب أن تكون المسام المتكونة في الخليط موزعة بالتساوي ، لذلك من المفضل استخدام خلاط الخرسانة.
3. تعبئة القوالب تمتلئ المقصورات الخاصة مع الخليط فقط نصف كما في الساعات القليلة الأولى يستمر التشكيل الفعال لفقاعات الغاز ، ويزداد الخليط في الحجم.
4. التغليف والنقل إلى التخزين والبيع

ثم ، بعد 5-6 ساعات بعد ملء النماذج ، يتم قطع الكتل من الخليط الزائد باستخدام سلسلة معدنية. ثم تبقى الكتل في النماذج لمدة 12 ساعة أخرى.يمكنك تركهم في موقع البناء أو في الداخل. بعد التصلب المسبق ، يمكن إزالة الكتل من الحاويات وتركها لتجف لعدة أيام ثم يتم تخزينها للتخزين فقط.

القوة النهائية للخرسانة الهوائية تكتسب في 27-28 يوما بعد الإنتاج.

نظرا للأبعاد القياسية والشكل الصحيح، تستخدم هذه المادة البناء على نطاق واسع في البناء الخاص عند بناء جدران تحمل والأقسام الداخلية. في مرحلة التصميم، فمن الضروري أن تأخذ في الاعتبار أبعاد المواد المستخدمة، لأن هذا يؤثر بشكل مباشر على استهلاكها، ونوع البناء، وخصائص العزل الحراري للهيكل، وأكثر من ذلك بكثير.

هناك عدة خيارات لنوع الخط لإنتاج كتل الخرسانة الخلوية .**اعتمادا على حجم وظروف التنسيب.**

- **خطوط ثابتة .**وضعت لإنتاج 10-50 متر مكعب في اليوم الواحد. للعمل من هذه المعدات 1-2 العمال ضرورية.
- **خطوط كنقل .**وهي تنتج حوالي 150 م 3 في اليوم ، مما يضمن كميات كبيرة منتظمة من المنتجات.
- **منشآت المحمول .**يستخدم في قوالب التصنيع الذاتي من الخرسانة الخلوية في أي مكان ، بما في ذلك مباشرة على موقع البناء.
- **خطوط صغيرة .**هذا هو مجمع آلي لإنتاج ما يصل إلى 15 م 3 في اليوم من الكتل الخرسانية الهوائية. يستغرق التثبيت بحد ذاته حوالي 150 م 2. الخط يتطلب 3 أشخاص.
- **مصغرة النبات .**هذا الخط قادر على إنتاج كتل غازية تصل إلى 25 متر مكعب. كما يتطلب عمل 3 عمال.

خطوط ثابتة

حزام ناقل

منشآت المحمول

خطوط صغيرة

مصنع صغير

تعتبر المعدات الثابتة هي الأكثر ربحية وموثوقية ، حيث أن جميع المراحل الصلبة يتم إجراؤها آليًا ولا حاجة إلى العمل اليدوي دائمًا. في هذه الخطوط ، يتم استخدام خلاط متنقل ، ومجمع خاص لإعداد وتخزين المحلول ، ومياه التسخين وناقل لمكونات التغذية إلى الموزع. تكون الخطوط الثابتة منتجة (تصل إلى 60 م 3 مكعبات منتهية في اليوم)، ولكنها تتطلب مساحات كبيرة للتثبيت (حوالي 500 م 2) وتكون باهظة الثمن.

عند بناء الجدران من كتل الخرسانة الخلوية، من المهم أن تختار سمكها بشكل صحيح، لأن هذا سوف يحدد خصائص العزل الحراري وقوة ووزن الهيكل بأكمله. هنا يمكنك اتباع التوصيات التالية:

- لبناء المباني من طابق واحد لأغراض اقتصادية، سمك جدران الخرسانة الخلوية يجب أن يكون 20-25 سم؛
- بالنسبة للهياكل الحاملة، يمكن استخدام كتل لا تقل عن 36 سم في العرض؛
- من أجل بناء الأقسام الداخلية يتم استخدام أي كتل.

كتل الخرسانة الخلوية هي بديل حديث للطابوق والخشب. لديها خصائص تقنية جيدة، منخفضة التكلفة و بسيطة التركيب، مما يكسبها شعبية كبيرة في البناء الخاص.

احجام كتل الخرسانة الخلوية هي كقاعدة عامة: الطول - 60 سم، الارتفاع - 20-30 سم، ويمكن أن يختلف العرض حسب احتياجات البناء - من 7.5 إلى 50 سم.

صناعة الجبس (Manufacturing of gypsum):

الجص أو الجبس هو عبارة عن مادة صلبة متكونة من ثنائي هيدرات كبيرتات الكالسيوم لونها رمادي أو أبيض وقد تميل للاحمرار، وهو من الخامات الموجودة في الأرض حيث ينتشر كمعدن كبريتي في الطبيعة على الصيغة التالية: $H2O.CaSO_4$)$_2$ كبريتات الكالسيوم المائية)على شكل معدن أو صخور رسوبية على سطح الأرض أو في أعماقها حتّى 350 متراً، وقد يوجد مع الدولوميت والحجر الجيري والطين ويتداخل أيضاً مع كبريتات الكالسيوم اللامائية، ويستخدم على نطاقٍ واسع في عمل الديكورات، وتجبير العظام المكسورة، بالإضافة إلى صناعة الطباشير وغيرها.

صناعة الجبس Production of gypsum:

تشمل عملية صناعة الجبس عدة مراحل :

1. استخراج الجبس من الأرض، والذي يكون باستخدام طريقتين، وهما:
   - التعدين السطحيّ: وفي هذه الطريقة يكون الحفر بإزالة الغطاء السطحيّ لطبقة الأرض وذلك للحفاظ عليها من التشوه، ثمّ يتم إحداث فتحاتٍ على مساحاتٍ صغيرة، مع الحرص على تحليل عينات الجبس المستخرجة عند كافة المستويات.
   - التعدين تحت السطحيّ: وهي الطريقة الاكثر انتشاراً في استخراج الجبس، وفيها يتمّ استخدام غرفٍ ودعائم خاصّة، حيث تهدف إلى توفير كمياتٍ كبيرةٍ من الجبس وبجودةٍ عاليةٍ لمناسبة متطلبات السوق، مع الحرص على معالجة كميات الكلس المستخرجة، ونقلها بأسعارٍ مناسبة.

2. تكسير كميات الجبس المستخرجة، حيث يكون التكسير على أكثر من مرحلة، وهي:
   - التكسير البدائيّ (الأولي)، والذي يهدف إلى تصغير أحجام القطع الكبيرة بشكلٍ عام.
   - التكسير الثانويّ، وفيه يتمّ تكسير القطع الصغيرة إلى قطعٍ أصغر بحجم حبة العدس، ثمّ تخزينها في مستودعاتٍ لشحنها للتحميص.

3. غسل الجبس وتصفيته للتخلّص من الأوساخ والشوائب، وذلك باتباع الخطوات التالية:
   - التخلّص من الأوساخ القابلة للذوبان بالغسل، أمّا الأوساخ العضوية فسوف تطفو على السطح.
   - نزع الماء جزئياً عن الجبس لتجفيفه.
   - بلورة كبريتات الكالسيوم بالنوعين (ثنائية الماء، ونصف المائية)، وذلك لتسهيل عملية تصنيعها.

4. تحميص الجبس، وذلك من خلال وضعهِ في أفرانٍ خاصّةٍ على حرارة متوسطة، تبلغ 130 درجة مئوية.
5. ترك الجبس في الفرن حتّى يفقد ثلاثة أرباع الماء الموجود فيه، وذلك بالاعتماد على المعادلة الكيميائية التالية: (CaSO4.1/2H2O+1.5H2O = حرارة+CaSO4.2H2O).
6. إرسال الجبس المحمص إلى آلات الطحن، وذلك لتفتيته حسب الطلب.
7. أخذ عينةٍ من هذا الجبس، وفحصها للتأكد من ذائبيتها ونسبة الشوائب فيها، وتحديد جودتها.
8. شحن الجبس إلى المستودعات الخاصّة لتعبئته في أكياسٍ ورقيةٍ خاصّةٍ.

هكذا يصبح الجبس جاهزاً للاستخدام، وفي هذه الحالة ينتج نوعان منه، هما:

- ألفا نصف مائيّ: والذي يعتبر النوع الأكثر رواجاً وانتشاراً حول العالم؛ بسبب ذائبيته القليلة، وخمول تفاعله مع العناصر الأخرى، حيث إنّه يحتاج إلى كمياتٍ كبيرةٍ من الماء لإعداده.
- بيتا نصف مائيّ.

أنواع الجبس Types of gypsum:

1. الجبس الاعتيادي Ordinary gypsum : (كما تم توضيحه أنفا)
2. جبس باريس Plaster Paris gypsum:

جص باريس أو عجينة باريس أو جبس باريس ، جبس سريع التحضير و الإعداد مكون من مسحوق أبيض ناعم (كبريتات الكالسيوم نصف مائية) ، الذي يتصلب عندما يرطب و يسمح له بالجفاف . و هذا الجص معروف منذ العصور القديمة ، ويسمى جص باريس بسبب تحضيره من الجبس المتوفر بكثرة في منطقة بالقرب من باريس. و جص باريس لا يتقلص أو يتصدع بشكل عام عندما يجف مما يجعله وسيلة ممتازة لقوالب الصب ة الزخرفة ، و يستخدم بشكل عام للتشكيل المسبق لتشكيل أجزاء من الجبس الزخرفي الذي يوضع على الأسقف و الحواف اللأسقف العليا و الزخرفة بشكل عام . كما أنه يستخدم في الطب لصنع قوالب الجبس لتثبيت العظام المكسورة أثناء الشفاء ، على الرغم من أن العديد من قوالب العظام الحديثة مصنوعة من الألياف الزجاجية أو البلاستيك الحراري. و يعمل بعض النحاتين مباشرةً في جص باريس ، حيث أن السرعة التي تحدد بها الجص تعطي العمل إحساسًا بالسرعة وتمكن النحات من تحقيق الفكرة الأصلية بسرعة. و في العصور الوسطى وعصر النهضة ، تم استخدام الجيسو (عادة ما تكون مصنوعة من جص باريس تم خلطه مع الغراء) على الألواح الخشبيةو الحجارة ، أو قماش لتوفير المساحة المناسبة للألوان و الرسم الزيتي . و يحضر جبس باريس من خلال تسخين كبريتات الكالسيوم ثنائي الماء أو الجبس إلى درجة حرارة تتراوح ما بين (120-180).

3. جص الأسمنت Keens Cement :

جص الأسمنت Keene أو أسمنت Keene عبارة عن تركيبة جصية صلبة ، تستخدم في المقام الأول لأعمال الزينة، الأسماء البديلة هي أسمنت مارتين وأسمنت باريان، وهي عبارة عن تركيبة مكلسة من جص كبريتات الكالسيوم العادي مع خليط الشب . يعطي المركب لمسة نهائية صلبة يمكن تلميعها، تم تطوير المنتج بواسطة ريتشارد وين كين وحصل على براءة اختراع في عام 1838.