الطابوق Bricks

الطابوق : هو وحدات بنائية منتظمة الشكل من الطين او النورة او الرمل او اي مادة اخرى يمكن صنعها ونقلها واستعمالها بسهواة في البناء ولها القابلية في تحمل الاثقال ومقاومة التاثيرات والتغييرات الجوية .

يصنف الطابوق :
1- حسب المواد الاولية المستعملة في صنعه :
الى طابوق الطيني (clay brick)او الرملي (lime brick)او طابوق خرسانة (concrete brick)...الخ

2- بالنسبة لشكله:
يقسم الطابوق الى مصمت ومثقب ومجوف .

3- بالنسبة لكمية الحرارة المسلطة :
طابوق ابيض واصفر ومصخرج

4- بالنسبة لطريقة صنعه:
الى طابوق ميكانيكي او نصف ميكانيكي او يدوي .

- **الطابوق الطيني (clay brick)**

❖ **المواد الاولية :**
تربة (Soil) + ماء (Water) + مضافات (Additives)

- تربة الطابوق الطيني :
يجب ان تحتوي التربة الصالحة لصناعة الطابوق على توزيع حبيبي جيد اي ان تكون الحبيبيات متدرجة وان تكون خالية من المواد العضوية والانقاض :

تربة بغداد :

المكون	التدرج size mm	نسبته Percentage
طين clay	0.002	13% -15%
غرين silt	0.02	45%-55%
رمل ناعم fine sand	0.2	17%-20%
رمل خشن coarse sand	2	8%-10%

اهم المركبات الموجودة في التربة وتاثيرها على الطابوق :

1- الالومينات (Al_2O_3) :هي احد الناصر الاساسية الموجودة في التربة. التربة الجيدة لصناعة الطابوق يجب ان تحتوي ما بين 20% الى 30 % من الالومينات التي تساهم في اعطاء التربة اللدونة اللازمة لاخذ شكل القالب. اما وجودها بنسبه عالية تؤدي الى زيادة لدونة الطين مما يزيد الانكماش حيث ان زيادة الانكماش توؤدي الى تشقق واعوجاج الطابوق .

2- السيليكا SiO_2 : توجد في التربة اما بشكل حر مثل الرمل او بشكل متحد ضمن التكيب الكيميائي للالومينا. الطابوق الجيد يجب انت يحتوي ما بي 50% الى 60% من السيليكا. حيت تمنع الانكماش و التشقق و الاعوجاج. زيادة نسبته تقلل من لدونة الطابوق وتماسكه ويحتاج الى درجة عالية عند الفخر كما ان قلة نسبته توؤدي الى حدوث التشققات

3-الكاربونات الكالسيوم CaCo3 :عندما تتعرض الى حرارة عالية يعطي CaO اللون الاصفر بدل الاحمر.

4- الكلس (Lime): ان نسبة 5% من الكلس تعبر كمية جيدة. حيث تمنع الانكماش و تساعد على انصهار الرمل الذي يعمل كمادة رابطة بين مكونات الطابوق. اما زيادته تؤدي الى انصهار الطابوق و فقدانه لشكله.

5- اكاسيد الحديد Fe2O3:ان نسبة 5% الى 6% من اكاسيد الحديد هي كمية ملائمة لانتاج طابوق جيد. يعطي اللون الاحمر للطابوق.

6- اكاسيد الكالسيوم واكاسيد المغنسيوم : وتتكون من الكبريتات اثناء عملية الحرق وتجعل الطابوق ينصهر في درجة حرارة منخفضة قبل الوصول الى درجة حرارة الصهر . وفي بعض الاحيان لا تتحد هذه الاكاسيد وتبقى حرة وعند امتصاص الطابوق للماء يتكون هيدروكسيد الكالسيوم او اوكسيد المغنسيوم فيحدث التمدد الذي يؤدي الى تشقق الاوجه .

$$CaO + H2O \longrightarrow Ca(OH)2$$

مركب ذو حجم كبير

ان زيادة نسبة الاملاح الذائبة في الطابوق عن النسبة المسموحة يؤدي الى تبلور الاملاح تحت القشرة الخارجية فيحدث التزهر ويؤدي الى تشقق هذه القشرة .

$$Mg\ SO4 + H2O \longrightarrow Mg(OH)2$$

- **الماء** : يتواجد الماء في التربة بشكل متحد او غير متحد فالماء المتحد تتاصر جزيئات الماء مع جزيئات المعادن الاخرى كما في الماء الموجود في المعادن الطينية اما الماء الغير متحد فهو الموجود في مسامات التربة ويلعب دورا مهما في عمليات انتاج الطابوق .

- **المضافات (Additive) :**

تستخدم المواد المضافة لتقليل نسبة الاملاح الكبريتية الموجودة في التربة .حيث أن هذه المضافات تتفاعل مع الاملاح الكبريتية وتحولها الى املاح ذائبة في الماء يتم التخلص منها عند غسل التربة وتترك الاملاح الكبريتية خاملة غير متفاعلة واهم المواد المضافة هي كلوريد الباريوم (BaCl)

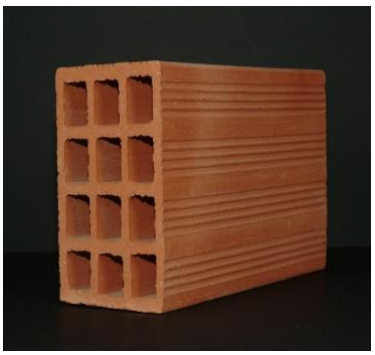
$$CaSO4 + BaCl2 \longrightarrow Ba\ SO4 + CaCl2$$

❖ **الشكل :**

1- الطابوق المصمت Solid: هو الطابوق الذي لا يزيد مقدار احتوائه على المسامات النافذة والغير نافذة على 25 % من حجمه الكلي .ويكون ذو تحمل اكثر من غيره من الانواع لذلك يستعمل في الاسس والانشاءات التي تحتاج الى قوة تحمل عالية والى دوام جيد .

2- **الطابوق المثقب Perforated :** نسبة الثقوب تزيد عن 25 % من حجمه وقوة تحمله اقل نسبيا من المصمت يستخدم عادة في الجدران المحملة نسبيا حيث تتغلغل المونة في الفراغات الموجودة في الطابوق مما يوفر ربط جيد.

3- الطابوق المجوف Hollow : يحتوي على تجاويف تزيد على 25 % من حجمه وقوة تحمله واطئة ويستخدم في القواطع Partitions .



❖ **اللون و درجة الحرارة المعطاة:**

1- **طابوق مصخرج :**وهو الطابوق المتصلب الذي يكون واحد من اوجهه قد ذابت لقربه من محل الاشعال ويكون صلب ذو كثافة عالية لا تظهر على اوجهه الاملاح يفخر بدرجة حرارة 950 الى 1050 درجة مئوية يستعمل غالبا في الاسس لقوته وعدم نقله الرطوبة .

2-الطابوق الاصفر :وهو النوع الذي حصل على درجة حرارة اقل من الاول ذو لون اصفر ذهبي ينتج بكثرة في الاراضي الملحية التي تحتوي على نسبة املاح كبريتية عالية ويستعمل في الواجهات لصفاء لونه .

3-الطابوق الابيض :ويحرق في درجة حرارة معتدلة يستعمل في جدران الابنية الداخلية والخارجية .

4-الطابوق المشوهب :وهو الطابوق الغير متجانس الاحتراق ذو مسامية اكثر من الابيض تساعد على امتصاص ماء الجص الزائد ونادرا ما تظهر بقع البياض على هذا النوع من الطابوق لذا يستعمل غالبا في بناء الجدران الداخلية .

5- الطابوق الاحمر :وهو طابوق غير كامل الاحتراق يستعمل في الجدران الداخلية في الاماكن التي لاتصلها الرطوبة ويستعمل لاغراض فنية .

❖ صناعة الطابوق :

يمر الطابوق اثناء صناعته بمرحلتين رئيسيتين وهما التجفيف والحرق او الفخر وتختلف الطرق المتبع لانجاز هذه المرحلتين الى الطرق التالية :

1- الطريقة البدائية :

- تنقع التربة بالماء لتخميرها لمدة اسبوع ثم تعجن بعد بزل الماء الزائد عنها والغرض من هذه العملية هي جعل جزيئات التربة تنحل وتصبح ناعمة ومتجانسة بواسطة الماء .
- تكبس عجينة الطين في قوالب مغلفة من الداخل بتربة جافة وناعمة تمنع تماسك الطين مع القالب وتسمى الكردة في الطابوق المفخور.
- يترك اللبن الناتج خارجا حتى يجف حيث تكون الذرات محاطة بغشاء من الماء يفصل بينها وعند الجفاف وتبخر الماء تقترب الذرات فيما بينها ويقل حجم الطابوقة وبهذا التقلص المتناسب يزول خطر تشقق الطابوق .
- يجمع الطابوق ويصف بشكل حزم ذات فراغات تغطى من الاعلى بالتراب .
- توضع في كورة بدائية دائرية او مستطيلة تتكون من محل الاشعال وهو سرداب ذو سقف مثقب من الاعلى وذو بوابتين للاشعال ويقع فوقه جدار الكورة وهو بدون سقف وله فتحتان لتجهيز اللبن وافراغ الطابوق
- الطابوق الناتج ذو مسامية عالية قليل التحمل متباين اللون وذو اوجه غير منتظمة خفيف عازل للحرارة ويكون ثلثه ذو لون احمر

2- الطريقة نصف ميكانيكية :

- ينقع الطين كما في الطريقة السابقة مع غسله عدة مرات اثناء التخمير لازالة الاملاح القابلة للذوبان في الماء .
- ينقل الى الة العجن والقص وهي عبارة عن مكبس ميكانيكي يدفع الطين الى فتحة ذات ابعاد 25 * 12 سم ويندفع كمتوازي مستطيلات مستمر على اسطوانات خشبية ثم يقص بالسمك المطلوب .
- ينشر خارجا ليجف .
- ينقل الى افران تسمى افران هوفمان (Hoffman tunnel) وهي عبارة عن غرف ذات فتحات من الاعلى تدخل منها مواد الحرق وفي الاسفل مجاري للدخان متصلة بالمدخنة .

- الطابوق الناتج ذو اوجه منتظمة وغير صقيلة وقابلية تحمله تصل الى 50 – 60 طن على الطابوقة متباين في اللون ولكن اقل من الطريقة الاولى حيث يكون غالبا 15 % مصخرج 10 % اصفر 60% ابيض 15 % مشوهب

3- الطريقة الميكانيكية :

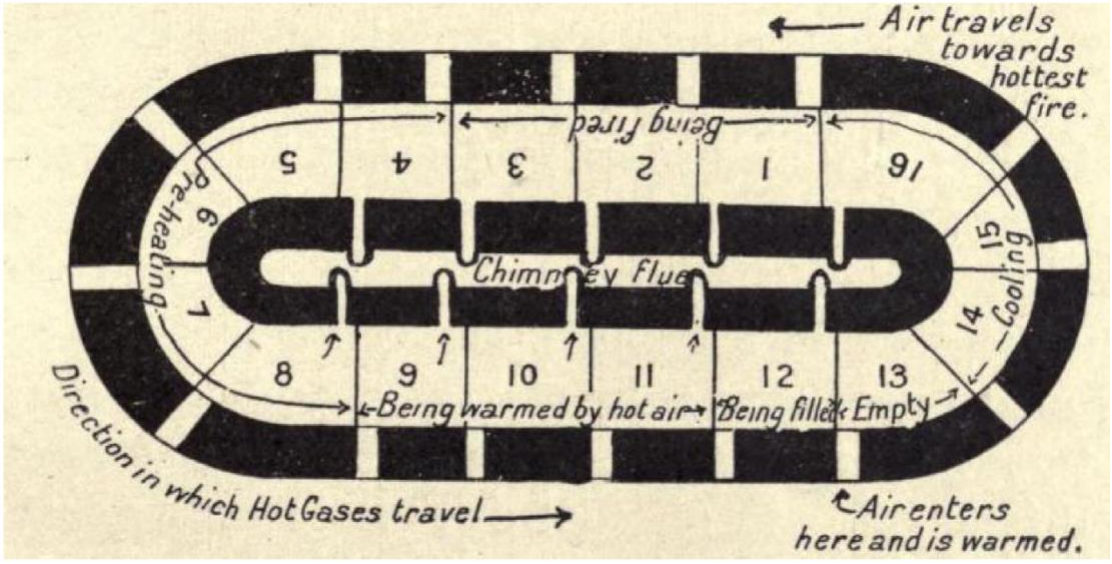
- يكون العمل ميكانيكيا كاملا من الحفر بجهاز الحفر ثم الطحن ثم مكائن العجن ثم جهاز القص ثم الى غرف التجفيف حيث يجفف بالهواء الحار .

- ينقل الى افران (Improved Hoffman kiln) وهو عبارة عن غرف مجهزة بفتحة الاحراق التي لها صمام ضبط الهواء المضغوط وصمام ضبط النفط وشباك المراقبة ويندفع اللهب في الغرفة في ساقية وينتشر بين اللبن فترتفع الى درجة الحرارة المطلوبة .

- الطابوق الناتج منتظم الاوجه صلب ذو تحمل عالي ونوعية واحدة من حيث اللون حيث يمكن ضبط حرارة الغرفة بالنسبة لنوعية الطابوقة المراد انتاجها .

- يحتوي اي مدخنة حيث يندفع الهواء مع النفط ويستفاد منه في عملية التجفيف

فرن هوفمان Hoffman kilns: هو عبارة عن فرن دائري او مستطيل في اغلب الاحيان يستخدم في فخر الطابوق الطيني و يحتوي على غرف تتراوح ما بين 12 الى 24 غرفة حسب الطاقة الانتاجية المطلوبة. ان عملية حرق الطابوق باستخدام هذا الفرن تتم على عدة مراحل حيث يتم تجهيز الوقود في الغرفة من 1 الى 3. ثم تنقل الغازات الناتجة من عملية الحرق الى الغرف (4-8) التي تحتوي على الطابوق بذلك يتم تسخين الطابوق الى درجة 240C بعد ذلك ينقل الطابوق الى غرف (9-12) حيث تتم عملية الحرق. ثم تبدأ مرحلة التبريد في الغرف (14-15). في الغرفة النهائية يتم اخراج الطابوق كما موضح في المخطط ادناه.



مراحل انتاج الطابوق في فرن هوفمان From http://www.resilience.org/

4- الطريقة الجافة :

- تؤخذ التربة الجافة وتطحن .

- تدفع في قرص دائري يحتوي على مكابس بحجم الطابوقة .يندفع التراب الناعم داخل كل مكبس ويكبس تحت ضغط مقداره 300 باون على الانج المربع وبذلك ينكبس وتخرج اللبنة الجافة .

- ينقل الى فرن كما في الطريقة الثانية او الثالثة .

- الطابوق الناتج منتظم الوجه حاد الزوايا ذو تحمل عالي يصل الى حد تسعون طنا على الطابوقة الكاملة من النوع المصخرج ,متجانس التركيب والاملاح موزعة في جميع انحاء الطابوقة .