1.2 المقدمة :

يقصد بأعمال المباني في المواصفات الفنية والمعمارية كل ما يبني بوحدات من المواد التي تربط ببعضها بواسطة مونة . وعموما فان مواد هذه الوحدات البنائية تكون اما من مواد طبيعية او مواد صناعية او خليط منها ، ويدخل في نطاقها جميع انواع الطوب والحجر ، وقد ذكر فن تشييد اعمال المباني في التاريخ منذ عصر فراعنة مصر القديمة ويعتبر استعماله قديم قدم مجهود الانسان الاول في تشييد مسكنة وتوجد دلائل تؤكد وجود تصنيع الطوب منذ اكثر من عشره الالف سنة ويظهر ذلك عبر التاريخ باستعمالهم اشكال وطرق خاصة في البناء لمبانيهم .

نجد ان نظلم التشييد لأعمال المباني في تلك العصور تعتمد على الوحدة البنائية وطرق البناء المختلفة التي مارسوها سواء اعتبرنا ذلك في انواع الحجر او الطوب النبي الذي استعمل في عصر الفراعنة او انواع الطوب المختلفة التي استعملت في العصر البابليوني او الهنود الحمر في امريكا اللاتينية او الحجر الرخامي الذي استعمل في العصر الاغريقي او الروماني ، لذلك تعتبر اعمال المباني من اساسيات التشييد المعماري وخليقة تكنلوجيا الانسان.

وسوف نذكر فيما يلي اهم الانواع والطرق المختلفة في تشييد اعمال المباني لكل من الطوب الحجر وكيفية تصنيعهم او تشكيلهم من موادهم الاولية مع دراسة طرق البناء والكفاءة الانتاجية لأعمالهم بالإضافة الى دراسة نسب موادهم المستعملة (حامد ، 2007م).

يعتبر الطين منذ الاف السنين ارخص مادة بنائية ولا يحتاج العمل به الى مهارة كبيرة حيث عادة يبنى حائط الطين بسمك لضعف مواده البنائية وحتى يتحمل الضغوط الواقعة عليه ، اما طرق البناء فتتلخص في الاتي:

1. الطريقة البدائية :

وفيها تعمل عجينة من التراب الناشف مضاف اليها نسبة ماء مناسبة ويبنى الحائط بوضع طبقات من الطين فوق بعضها وعادة سمك الحائط اكبر من اعلاه.

2. طريقة ملء الفراغ:

وفيها يبنى سطح الحائط الداخلي اما من الحجر او الخشب او اي مادة اخرى ثم يملأ الفراغ الذي بينهم بالطين وفي هذه الطريقة يجب ان يترك الحائط الخارجي لحماية الطين من العوامل الجوية.

3. طريقة خرسانة الطين:

وهي تحتاج الى فورمة خشبية يصب فيها الطين ثم تفك هذه الفورمة بعد جفافه ، طورت بعد ذلك فكرة البناء بعمل وحدات بنائية من الطين بسهولة المناولة عند البناء به وهي ما يسمى (بالطوب) في مصر وكثير من الدول العربية (والطابوق) في دول الخليج.

واشكال الطوب كثيرة و لكن اكثرها استعمالا هو المتوازي المستطيلات وقد يأخذ اشكاله الصلبة بتجفيفه او بحرقة او بمعاملته كيميائيا ، وقد يصنع الطوب مصمتا او مفرغاً كما يمكن الحصول عليه بأنواع مختلفة.

مميزات بعض انواع الطوب:

1. تحمله للعوامل الجوية والطبيعية.
2. مقاومتة للحرائق بجانب تحملة للضغوط العالية.

ويمكن تقدير جودة الطوب على حسب انتظام شكله وابعاده وصلابته من المواد الجيرية وتجانس لونه وسهوله كسره بالمسطرين الى قطع صغيره .

والمواد العضوية المتحوله وكمية امتصاصه للماء عند غمره فيها كما يجب ان يشون الطوب في الموقع في رصات لا يزيد ارتفاعها عن مترين وعرضها عن مقاس طوبتين وبشكل يسمح بالمرور بين صفوف الرصات بسهولة وذلك للكشف عليها بجانب سهولة حملها ورشها بالماء اذا لزم الامر.

2.2 انواع الطوب (Type of Bricks)

توجد انواع كثيرة من الطوب في عالم تشييد المباني وهي

1. الطوب الطيني (Clay Bricks)

أ. الطوب النيء Adobe Bricks

ب. الطوب الاحمر Red Bricks

1. طوب بلدي Ballade Bricks

2. طوب نصف سفره Half & Darb Sofra Bricks

3. طوب قطع السلك Wire Cut Bricks

4. طوب كبس Pressed Bricks

5. طوب تيراكوتا Terra Cota Bricks

6. طوب واجهات Facing Bricks

7. طوب طفلي Tuffly Bricks

8. طوب مخرم Perforated Bricks

2. الطوب الجيري الرملي (Sand Lime Bricks)

أ. الطوب الرملي Solid Sand Bricks

ب. الطوب الرملي الخفيف Light Sand Bricks

3. الطوب الخرساني Concrete Bricks

أ. البلوكات الخرسانية المفرغة Hollow Concrete Blocks

ب. البلوكات الخرسانية المصمتة Solid Concrete Blocks

4. الطوب الحراري Fire Bricks

5. البلوكات الزجاجية Glass Blocks

أ. البلوكات الزجاجية المفرغة Hollow Glass Blocks

ب. البلوكات الزجاجية المصمتة Solid Glass Blocks

6. البلوكات الجبسية Gypsum Blocks

7. البلوكات المشربية Screen Blocks

8. طوب الحجر الصناعي Artificial Stone Bricks

9. الطوب الاسفلتي Asphalt Bricks

أ. طوب حلمي Helmi Bricks

ب. طوب خفيف Light Bricks

10 . الطوب الخفيف Lightweight Bricks

11 . الطوب المطاطي Rubber Bricks

أ. طوب جسماني Jesman Bricks

ب. طوب كاوير Caweer Bricks

سنذكر في ما يلي الخصائص المميزة لكل نوع وكيفية تصنيع انواع هذا الطوب وتشييد المباني منهم.

12. الطوب الازرق (طوب مجاري) Blue Bricks

13. طوب معدني Metal Bricks

14. الطوب الخشبي Wooden Bricks

1.2.2 الطوب الطيني Clay Bricks

ينقسم الطوب الطيني عموما الى نوعين رئيسيين هما :

أ. الطوب النيء

ب. الطوب الاحمر

أ.الطوب النيء (Adobe Bricks)

وقد يسمى الطوب الاخضر ويعتبر ارخص انواع الطوب نظراً لبدائيتيه في تصنيعه ، ويكثر استعمال في الريف المصري وشمال السودان والعراق وسوريا والاردن ودول الخليج وامريكا اللاتينية وبعض الدول الاخرى.

تصنيع الطوب النيء:

يجرف 1 متر مكعب تربه سطحية من الموقع او من على ضاف الترعة او الانهار ويفضل ان يكون مكونات التربة السطحية من طين وطمي خالي من القواقع النهرية والاملاح ، واحسن خلطة الطوب النيء هي التي يضاف ايها 1 متر مكعب رمل و 20 كيلو جرام قش او تبن وماء بنسبه اقصاها 30% من حجمها ، وقد جرت العادة بإضافة القش المذكور في خلطة الطوب ليساعد على تماسكها ويقلل من حدوث الشروخ فيها ، وبعد خلط المكونات يدويا جيداً يصب الخليط في قوالب (فورمات) خشبية مقاس 40*20*8 سم (مقاس دولي) او 24*12*8 (مقاس مصري) ... اما الطوب الذي يخرج من الفرم فيوضع تحت اشعة الشمس ويفضل ان يكون تحت مكان مظلل حتى لا يتشقق الطوب من حراره الشمس القوية ، وعلى العموم فالطوب ينكمش بعد

الجفاف ويكون مقاسة حوالي 39*19*7 سم (للمقاس الدولي) 23*11*7 سم (للمقاس المصري) انظر الشكل (1.2)

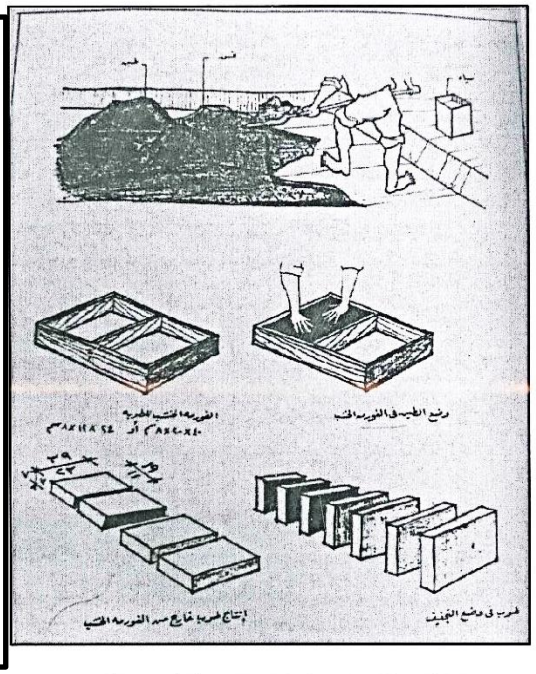
وعلى ذلك نجد ان معادلة عجينة هذا الطوب التي تنتج كالاتي :

الخلطة مكونة من 1متر مكعب تراب + 1 متر مكعب +20 كجم قش + 30% ماء تعطي 660 طوبة مقاس 23*11*7 سم .

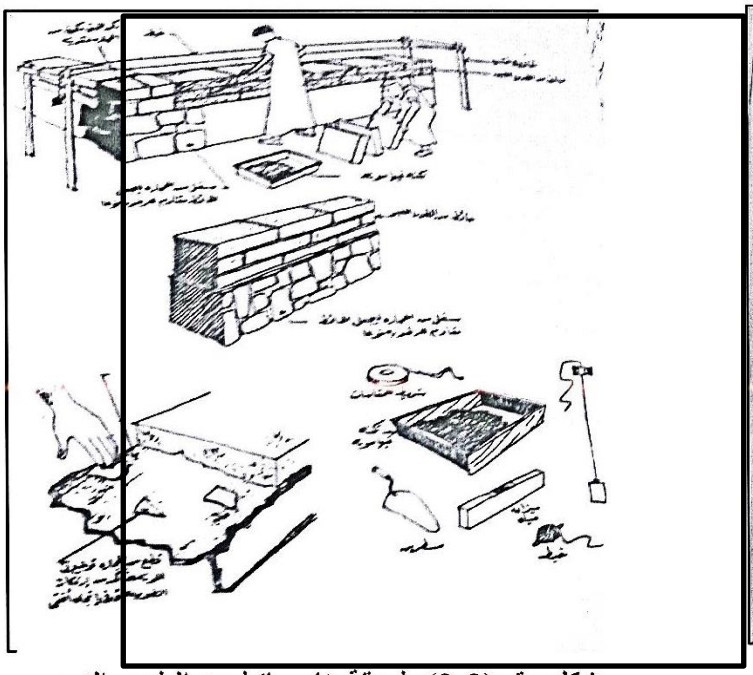
تبنى حوائط الطوب النيء في مداميك باستعمال مونة الطين او اضافة الحمرة او الرماد (القصرمل) (مادة سوداء اللون ناتجة من حريق القمامة) لربط الطوب ببعض ويفضل بناء الحوائط بسمك لا يقل عن طوبتين بالمقاس المصري المذكور ، كما يفضل في البناء الحديث عمل تقوية لمباني الطوب النيء وذلك بعمل نواحي واثقال بالمبنى بالأحجار او اي مادة اقوى من الطوب النيء وذلك لمقاومة الكسر والرطوبة والماء ويوصي بوضع قطع من الحجارة داخل المونة الافقية للتأكد من ارتكاز الطوب النيء عليها في اتجاه افقي كما يوضح في الشكل رقم (2.2) وطريقة البناء بالطوب النيء تمتاز عن البناء بالطين بالاتي :

1. الانكماش الذي يحدث في المباني الطينية يحدث في الطوب اثناء جفافه وقبل وضعه في الحائط.

2. وجود القش في خلطة الطوب بجانب حجم الطوبة الصغيرة يقلل من الشروخ و الالتواء في المباني.



شكل رقم (2-1) تصنيع الطوب النئ



شكل رقم (2-2) طريقة بناء حائط من الطوب النئ

فوائد الطوب النيء :

من فوائد البناء بالطوب النيء انه اقل توصيل للحرارة من الطوب الاحمر كما انه ذو سعه كبيرة للاحتفاظ بالحرارة وهذا يساعد على دفئ مباني الطوب النيء في الشتاء واعتدال جواها في الصيف وساعد على ذلك ان سمك حائط الطوب النيء اكبر من الطوب الاحمر وهذا يساعد ايضا على بطئ انتقال الحرارة خلاله.

اضرار الطوب النيء:

1. حوائط الطوب النيء لا تقاوم الرطوبه ومياه الامطار.
2. حوائط الطوب النيء والطين تكون مكان جيد لمعيشة الحيوانات القارضة والحشرات والبكتريا والطحالب وتكاثرها وهذا يساعد على انتشار الامراض في هذه المباني.
3. سهولة تشقق الحوائط بفعل العوامل الجوية المختلفة وهذا يؤثر على شكل المبنى.

ب. الطوب الاحمر (Red Bricks)

من اشهر انواع الطوب الاحمر المستعملة في البلاد العربية هو الطوب البلدي وضرب سفره وقطع السلك والمكبوس والتيراكوتا وطوب الواجهات والطفلي والمخرم.

تعتمد درجة نوعية الطوب الاحمر على ثلاثة عوامل اساسية:

- مكونات المواد الكيميائية للارض الطبيعية المأخوذة منها عجينة الطوب.
- تجهيز الارض الطبيعية وخلطها.
- درجات الحرق المختلفة في الفرن.

وتتكون جزيئات الطوب الطيني الجيد كيميائيا من :

- الومينا (Alumina) : وهي مادة الطين وبعد خلطها بالماء تعطي لعجينة الطوب سهولة للحرق ولكن عندما تجف تشقق وتعجن.
- السيليكا (Silica) : وهي مادة الرمل وبخلطها بمادة الالومنيا تعطي صلابة للطوب وتمنع التشقق والاعوجاج.
- اوكسيد الحديد (Iron Oxide) : وهي المادة التي تعطي اللون الاحمر للطوب بعد حرقة.
- الكالسيوم (Calcium) : لا يفضل وجودها متكسلة في عجينة الطوب كمثل وجود الصدف (Shells) والقواقع البحرية (Snails) التي تتحول في عملية حريق الطوب الى جير حي وعند رش الطوب بالماء للاستعمال تتحول هذه المادة الى جير مطفي الذي يؤدي الى اضعاف تحمل الطوب.
- الصوديم (Sodium) : لا يفضل زيادته في عجينة الطوبلان ذلك يؤدي الى تلميحه وتغطية سطحه ببودره ملح ابيض.

- المغنسيوم (Magnesium) : يعطي اللون الاصفر للطوب (Buffs) وزيادته يؤدي الى تمليح الطوب كالصوديوم.
- المانجنيز (Manganese) : يعطي اللون الاسود للطوب.
- بوتاسيوم (Potassium) : مهم في تكوين خلطة الطوب.

تصنيع الطوب الاحمر:

عموما يمكن تصنيع الطوب الاحمر في 5 مراحل كالاتي :

- ✓ المرحلة الاولى : تحضير الارض وخلطها جيداً.
- ✓ المرحلة الثانية : تشكيل وسبك قوالب الطوب.
- ✓ المرحلة الثالثة : تجفيف قوالب الطوب.
- ✓ المرحلة الرابعة : حرق الطوب
- ✓ المرحلة الخامسة : تخزين الطوب.

والشكل رقم (3.2) يلخص سير تصنيع هذا النوع من الطوب ويوضح ايضا الطرق العديدة لسبك الطوب وحرقة وتجفيفه وهذا بلا شك يؤثر على نوعيته وشكله وقوة تحمله للضغوط ، وعلى ذلك يمكن القول انه يوجد طريقتين اساسيتين لسبك الطوب الاحمر كالاتي :

1. **الطريقة اليدوية:**

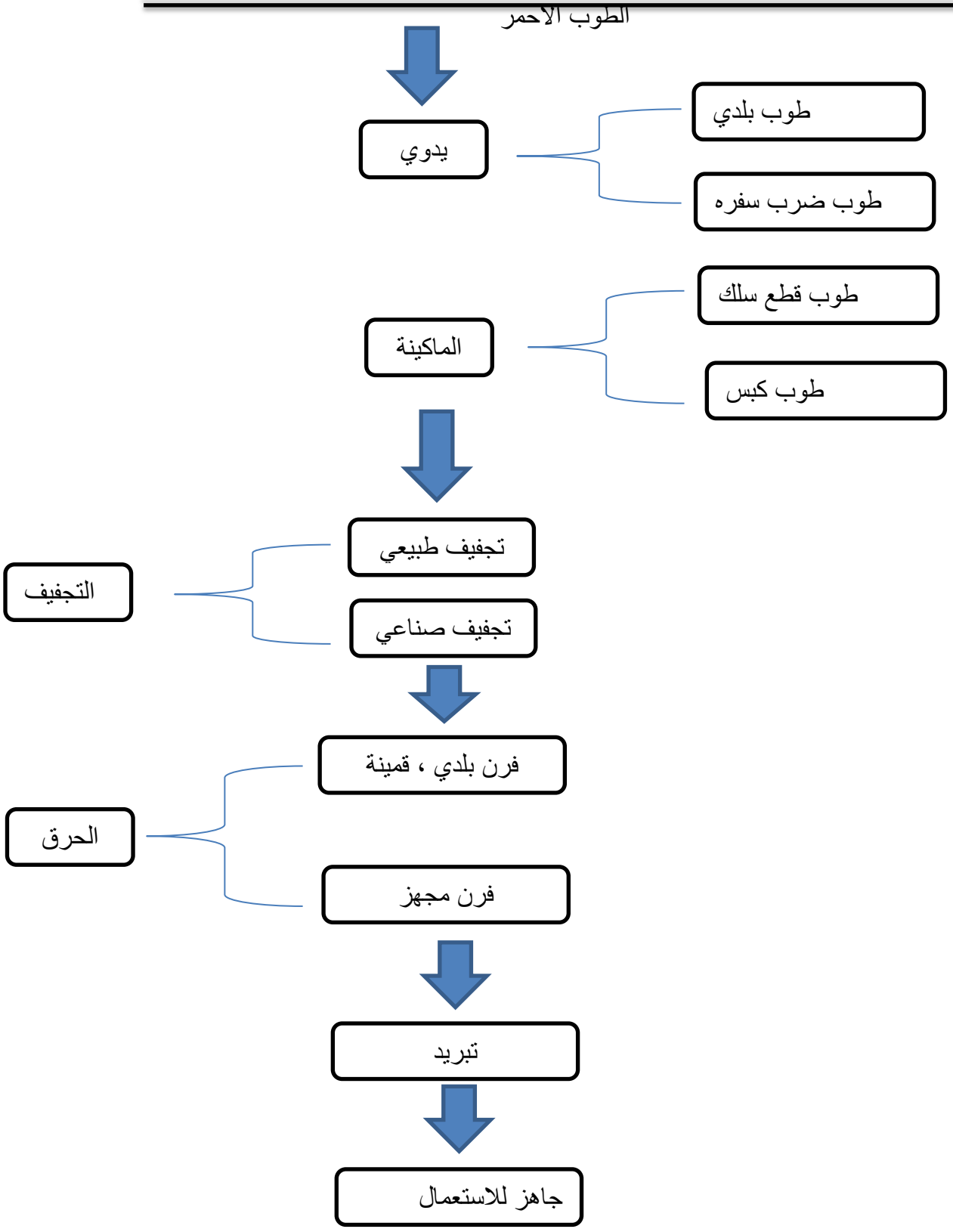
وفي هذه الطريقة تحفر الارض وتجرف بعد التأكد من نوعية جزيئاتها الطينية الجيدة باختلاطها بطمي النيل لعمل هذا النوع من الطوب ، ثم تفصل الحجارة والشوائب عن تربتها بواسطة منخل (Sieve) ثم تخلط مكوناتها الاساسية من الطين والطمي بالماء مع اضافة قليل من الرمل والاكسيد المختلفة ، ثم بعد ذلك يتم سبك الطوب يدويا حيث تعمل فورمة من الطوب من الخشب وتكون عادة اكبر من مقياس الطوب بحوالي 10% نظرا لانكماش الطوبه بعد الجفاف والحريق.

ثم يصب عجينة الطوب فيها ويضرب على المنضدة المصنوعة من الخشب لتخرج من الفورمة ، ثم يترك الطوب تحت المظلة ليجف طبيعيا وبعدها يحرق اما في فرن بلدي (قمينة) او مجهزة وبعدها يبرد ثم يخزن وبذلك جاهزة للاستعمال في البناء يوضح طريقة سير تصنيع الطوب الاحمر على اساس استعمال الطريقة اليدوية تشكيلة . ومن امثله الطوب الذي يصنع بهذه الطريقة هو الطوب البلدي ونصف سفره وضرب بسفره .

2. الطريقة الميكانيكية :

في هذه الطريقة يتم تجهيز عجينة الطوب بنفس الطريقة السابقة اليدوية ولكن يتم عملية سبك الطوب ، اما تجفيفه وحرقة وتبريده فيكون ميكانيكياً وذلك باستعمال الافران المجهزة مثل افران سكوت (Scot) او هوفمان (Hoffman) او تانيل (Tunnel) او داون دروت (Down Drought) او المستمر (Continuons) وتستغرق عملية الانتاج بهذه الطريقة مدة اقل من الطريقة اليدوية السابقة الذكر .

ومن امثلة الطوب المجهزة بهذه الطريقة هو الطوب قطع السلك والكبس والتيراكوتا .



الشكل رقم (3.2) يوضح طريقة سير تصنيع الطوب

مميزات وعيوب طرق التصنيع على جودة الطوب:

من مميزات تصنيع الطوب يدويا مع حرقه بالفرن البلدي هو اماكن تصنيعه بعمال مدربة تدريب بسيط بالإضافة الى التكلفة البسيطة ايضا.

اما عيوب الانتاج بهذه الطريقة فهي كالاتي :

1. كثرة الحصول على طرب ذو نسب عالية من الاملاح نظرا لعدم وجود الخبرة الكافية للكشف عن نوع التربة المشتملة في انتاج هذا الطوب اليدوي قبل استعماله وهذا يؤدي الى تزهير الطوبه.
2. كثرة الطوب الذي يمتص الماء بنسبة كبيرة ويؤدي ذلك الى سرعة تآكله لكثرة بقاء الرطوبه عليه.
3. الطوب الناتج من هذه الطريقة عادة يكون مقاوته للضغط لحد الكسر اقل اذا ما قرون بالطوب المصنع ميكانيكيا.
4. بطء الحرق في الفرن البلدي يقلل من دورة انتاجة وسرعة مناولته.
5. حرق الطوب في هذه الطريقة عادة يكون متجانس اللون نتيجة وضع الطوب في الفرن عند حرقة ، فقربه من مصدر النار يعطي الطوب اللون الاسود ويسمى طوب مزلط اما عبده عن مصدر النار فيعطي اللون الاصفر ويمسى طوب مطفل.
6. طريقة الانتاج تعطي انتاج محدد حيث يعتمد على انشاء فرن بلدي جديد في كل مرة يراد عمل طوب منها.

اما مميزات تصنيع الطوب ميكانيكيا مع حرقة بالفرن المجهز واهمها :

1. اعطاء انتاج ودورات سريعة للطوب

2. حرقة للطوب في معظم الاوقات يعطي تجانسا في اللون.

اما مضار هذا النوع من التصنيع فاهمها:

1. تكلفة الانتاج العالي.

2. التصنيع بهذه الطريقة يتطلب عمالة عالية الكفاءة.

انواع الطوب الاحمر:

1. طوب بلدي (Baladi Bricks) :

يصنع هذا الطوب من نفس خلطة عجينة الطوب النيء السابق ذكره ثم يجفف ويحرق في قمينة الطوب البلدي ، وعادة يكون هذا النوع غير منتظم الاحرف وغير متجانس في الحجم واللون نتيجة حرقه الغير منتظمة (حيدر، 2014م)

مواصفة الطوب الاحمر البلدي

1. المجال :

تختص هذه المواصفة القياسية بالطوب الاحمر البلدي وتحدد المتطلبات الفيزيائية والكيميائية وطرق اخذ العينات.

2. التعريف:

الطوب الاحمر البلدي هو الطوب المصنوع من الطين او الطفل و الذي يستخدم في اغراض البناء العادي التي لا تتطلب اهمية كبرى لمظهر الطوب الخارجي.

3. متطلبات عامة:

المتطلبات الفيزيائية:

الشكل:

يجب ان يكون الطوب ذا شكل منتظم وان يكون زواياه وجوانبه معتدلة اعتدالا مناسباً ويجب ان يكون مقطع (مكسر) الطوبة متجانسة خالية من الفصوص والعقد الجيرية الظاهرة.

الابعاد:

الابعاد المحددة للطوب الاحمر البلدي هي :

70x120x250 ملم

60x110x230 ملم

امتصاص الماء:

1. الا يزيد مقدار الامتصاص للطوبة الواحدة عند اختبار الغمر في الماء لمدة 24 ساعة على 35% بالوزن على الا يزيد متوسط امتصاص 5 طوبات على 35 % بالوزن.

2. الا يزيد مقدار الامتصاص للطوبة الواحدة عند اختبار الغليان في الماء لمدة 5 ساعات على 38% بالوزن ، على الا يزيد متوسط امتصاص 5 طوبات على 35% بالوزن

التزهر :

يكون التزهر متوسطا على الاكثر عند اجراء اختبار التزهر على الطوب البلدي

المتطلبات الميكانيكية

مقاومة الضغط

الا تقل مقاومة الضغط للطوبة عن 20 كجم/سم^2 على الا يقل متوسط مقاومة الضغط لخمس طوبات عن 25 كجم/سم^2

4. طرق اخذ العينات :

يختار المشتري او من ينوب عنه عينات الطوب للاختبار بحيث تكون ممثلة للانتاج التجاري وعلى المنتج ان يقدم العينات للاختبار بدون مقابل بمعدل 20 طوبة لكل كمية تبلغ (20 الف طوبة) او اقل . تؤخذ العينات اللازمة من اماكن مختلفة تحدد طبقا لما يزيد في هذه المواصفة ويأخذ الطريقتين الاتيتين :

1. اخذ العينات اثناء النقل :

تؤخذ العينات اثناء النقل سواء عند التحميل او التفريغ وفي هذه الحالة يؤخذ الطوب حيث اتفق من كل شحنة بحيث يكون العدد مطابقا لما جاء بالفقرة السابقة.

2. اخذ العينات في الرصات:

اذا اخذت العينات من الرصات يزال الطوب من الصفين العلويين بشكل خندق حتى يمكن اخذ العينات من الصفين الثالث والرابع وعلى ابعاد منتظمة بطول الخندق واذا امكن الوصول الى الجوانب تؤخذ العينات من جانب واحد او من حيثما اتفق بشرط ان تتمثل العينة الكمية الموردة.

5. طرق الاختبارات :

تجري الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية طبقا للمواصفة القياسية السودانية.

م.ق.س 7-1974.

6. تكاليف اجراء الاختبارات:

1. يقدم البائع العينات اللازمة للاختبارات بدون مقابل .

2. يتحمل البائع تكاليف اجراء الاختبارات اذا لم تطابق العينات المختارة شروط المواصفات المتفق عليها ويتحمل المشتري تكاليف اجراء الاختبارات اذا طابقت العينات المختارة شروط المواصفات المتفق عليها الا اذا اتفق الطرفان على غير ذلك.

3. يعطي كل من البائع والمشتري صورة عن تقرير نتائج الاختبارات.

7. معلومات اضافية:

1. تؤخذ عينات الطوب الاحمر البلدي من مواقع العمل او اثناء النقل بحيث تكون ممثلة للانتاج المتعاقد عليه بمعدل 20 طوبه لكل كمية تبلغ 20 الف طوبة او اقل وتحفظ العينات في مكان جاف بعيد عن سطح الارض لحين اجراء الاختبارات عليها.

2. يكون التجاوز في الابعاد للطوب الاحمر البلدي كما يلي :

3% بالنسبة للطول والعرض

4% بالنسبة للسمك

3. في حالة عدم مطابقة احدى الاختبار المنصوص عليها في هذه المواصفة يعاد الاختبار على ضعف العدد الاول فاذا اجتازت عينات الاعادة لاي من الاختبارات المنصوص عليها تعتبر الدفعة غير مطابقة لهذه المواصفة القياسية.

9. المطلحات الفنية:

جدول (1.2) يوضح المصطلحات الفنية للطوب الاحمر البلدي

Common Burnt Clay Building Bricks	الطوب الاحمر البلدي
Shape	الشكل
Format	الابعاد
Absorption	امتصاص الماء
Efflorescence	التزهر
Compressive Strength	مقاومة الضغط
Dimension	قياس الابعاد

اهمية المواصفات:

1. العمل على تنسيق مجهودات المنتجين والمستهلكين لتحسين وتقييس وتبسيط المواد الهندسية والصناعية
2. لتسهيل الانتاج والتوزيع
3. اهمية المواصفات في الاعمال الهندسية تساعد في التخلص من ضياع الوقت ومنع الخسارة في المواد اثناء انتاج الاصناف بمختلف الاحجام والنماذج غير الضرورية لنفس الغرض.
4. لوضع قياسات الجودة وقياس الابعاد
5. المواصفات تساعد في تبني وتطبيق القياسات .
6. تتميز المواصفات والمقاييس باهميتها لخدمة قطاعات البناء والاسكان والطرق والمواصفات والعلوم والتكنلوجيا والقطاعات الاقتصادية والتجارية والصناعية وغيرها . ناهيك عن الدور الكبير الذي تقوم به المواصفات والمقاييس في توفير الحماية الشاملة للمستهلكين.

الهيئات التي ساهمت في اعداد المواصفة:

1. ادارة الشئون الفنية – قوات الشعب المسلحة
2. الفرقة الثامنة مهندسين
3. ادارة الاشغال العسكرية
4. ادارة المواصفات وضبط الجودة – وزارة الصناعة.
5. مركز البحوث والاستشارات الصناعية
6. معهد بحوث البناء والطرق – جامعة الخرطوم
7. مركز ابحاث الغابات – وزارة الزارعة
8. الهيئة القومية للكهرباء.

9. الهيئة القومية لمياه المدن .

تقديم :

اعدت هذه المواصفة القياسية لتصدر كواصفة للطوب الاحمر البلدي خاصة بقوات الشعب المسلحة . وقد اعتمدت هذه المواصفة على المواصفة السودانية رقم (7) 1974م (عبد الله واخرون ، 2017م)

2.طوب ضرب سفرة (Darb Sofra Bricks) :

يصنع هذا الطوب من طينة جيدة مخلوطة بطمي النيل وقليل من الرمل والاكاسيد والماء وتسبك في قوالب خشبية ثم تضرب على السفره (ترابيزه خشبية) لاخراج القالب من فورمته ثم يجفف ويحرق في قمائن او افران مجهزة وعادة يتحمل هذا النوع من الطوب ضغطا مقدراه 30 – 25 كيلوجرام على سنتمتر مربع.

وقد يسمى هذا النوع من الطوب نصف سفره نتيجة فصل الفورمة من طوبتها وذلك بضربها على السفرة الخشبية من ناحية واحدة لإخراج الطوبة اما بالنسبة لضرب سفرة فتضرب فورمة الطوب من ناحيتين وينتج عادة اطوال هذه الانواع بالمقاسات الاتية على ان لا تتعدى مقاساتها زيادة او نقصان عن 5 ملم في الطول و 3 ملم في العرض و 2 سم في السمك:

مقاسات طوب مدينة القاهرة وضواحها :

- 25*12*6 سم
- 25*12*6.5 سم
- 25*12*7 سم

مقاسات طوب مدينة الاسكندرية وضواحيها:

- 23*11*5.5 سم

- 23*11*6 سم

وقد قل انتاج هذا الطوب في مصر العربية في الوقت الحاضر نتيجة منع الحكومة تجريف الاراضي الزراعية بها.

3. طوب قطع سلك (Wire cut Bricks) :

يصنع طوب قطع السلك من نفس عجينة طوب ضرب سفره ولكنه يصب ويقطع بماكينات سلك رفيع ثم يجفف ويحرق في افران مجهزة ولذلك فهذا النوع من الطوب يعتبر منتظم التكوين والشكل ومتجانس في الحريق وعادة يتحمل هذا الطوب ضغطا مقدراه 200 – 400 كيلوجرام على سم مربع كما ان مقاساته تكون عادة على النحو التالي :

- 23*11*5.5- سم
- 25*12*6 سم

ويتميز هذا الطوب عن غيره بوجود اثار جزيئات على الطوب نتيجة لقطعها بالسلك

4. طوب كبس (Pressed Bricks) :

يصنع من نفس عجينة طرب السفره ولكنه يصب في قوالب تحت ضغط ميكانيكي ثم يجفف ويحرق في افران مجهزة ويعتبر هذا الطوب اكثر صلابه من الطوب السابق ذكره واقلهم امتصاص الماء كما يتميز بحوافه الحادة وانتظام شكلة ومقاساته .

كما انه يتحمل ضغطا مقدراه 250-600 كجم/سم^2 ويكون مقاساته 23*11*5.5 سم او 25*12*66 سم او حسب الطلب.

5. طوب تيراكوتا (Terra-Coata Bricks) :

هو طوب احمر مفرغ خفيف الوزن يتراوح وزن المتر المكعب 600-800 كجم ، يصنع من مادة صلصاليه جيدة ، يعتبر هذا الطوب مقاوم للحريق والسوس والفئران ولا يتأثر بمياه او الكيمياويات – يبنى به دائما القواطيع والحوائط القليلة الاحمال ويوجد منه اشكال ومقاسات كبيرة كالاتي :

- 19*19*9 سم
- 20*20*8 سم
- 30*30*9 سم
- 30*30*15 سم

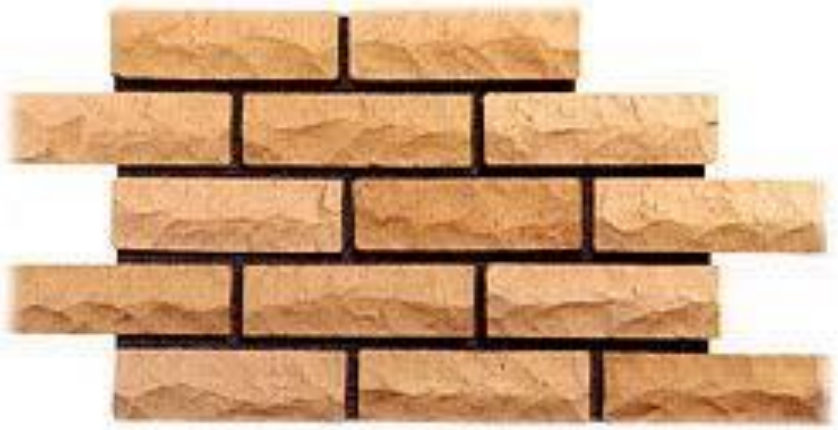
6. طوب واجهات (Facing Bricks) :

يصنع من نفس عجينة طوب ضرب السفره ويصب في قوالب باحجام صغيره تحت ضغط ميكانيكي . انظر الشكل رقم (4.2) وهذا النوع من الطوب يستعمل كسوة للحوائط الاساسية للمباني ، وقد يأخذ الوان مختلفة نتيجة الاكاسيد المخلوطة بالعجينة وقت التصنيع ، كما انه يتحمل ضغطا مقدراه حوالي 180 كجم/سم^2

وبجانب استعمال هذا الطوب لكسوة حوائط المبنى فانه يقيها كذلك من العوامل الجوبة ويعطيها شكل خاص ويعتبر استعمال طوب الواجهات في المباني من انواع انشاء الحوائط المزدوجة ، ويختلف طوب الواجهات عن الطوب العادي في مواصفاته ففي المناطق القريبة من البحر يشترط ان يكون مقاوم للأملاح والرطوبة والتآكل بينما في المناطق الصحراوية يشترط فيه مقاومته للجو القاري من التلوث درجات الحرارة والنحر من الرياح المحملة بالرمل وفي المناطق الباردة يقاوم تأثير الصقيع (Snow) وهكذا ، وكثافة ومتانة طوب الواجهات عموما اكثر من الطوب العادي ، اما أبعاده فقد تكون مثل الطوب العادي او تختلف عنه ، المقاس الشائع منها

بحجم 25*6*6 سم او 23*4*4 سم . وقد يصنع طوب الواجهات من طوب ملبس بالحجر ويكون له اشكال ومقاسات مختلفة او طوب خفيف قد يصل سمكه الى 2 سم.

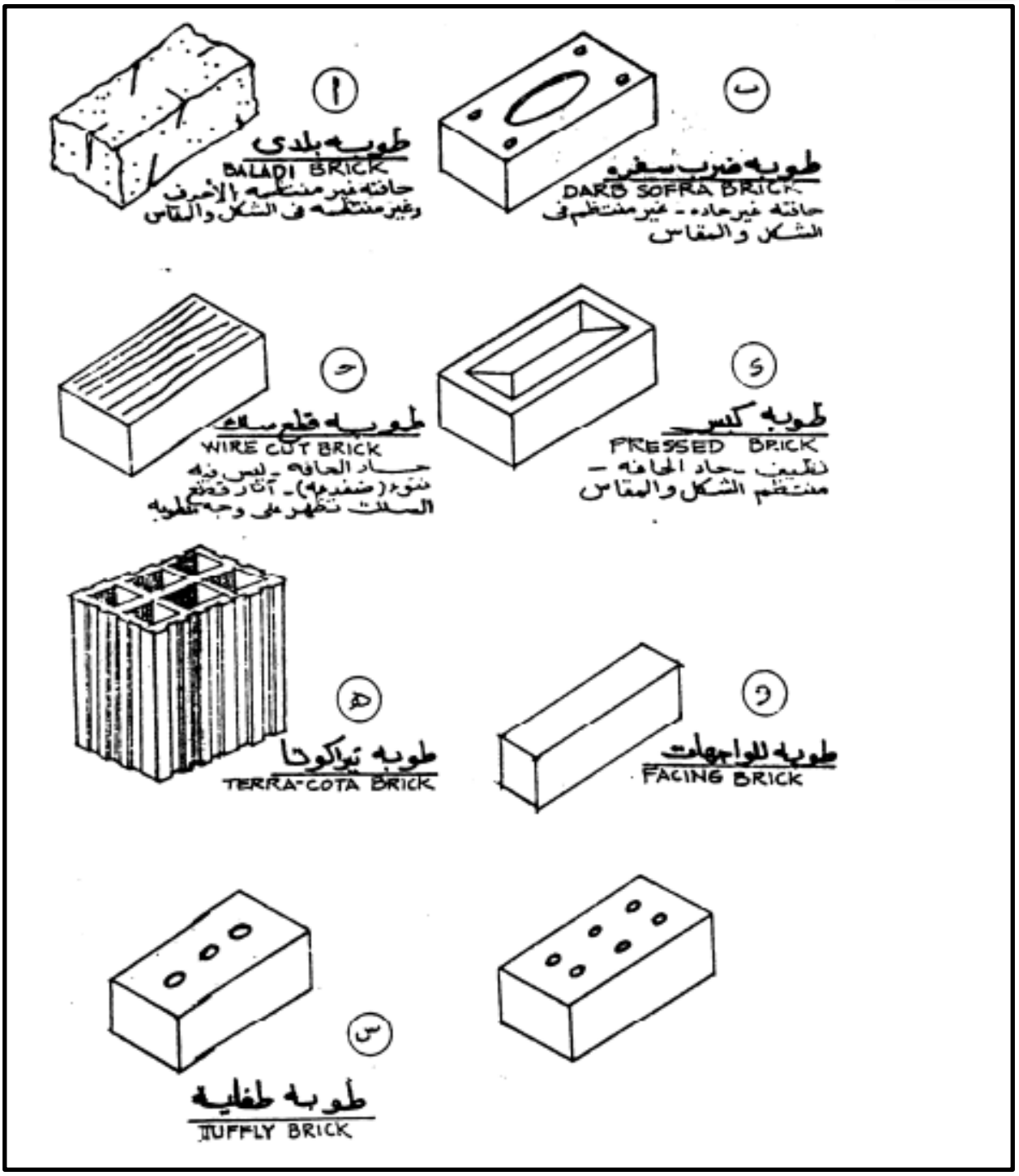
ولما كانت صلابة الطوب المستعمل للواجهات اكثر من الطوب العادي لذلك فهو اسرع توصيلا للحرارة والصوت ويجب مراعاة ذلك العيب جيداً عند استعماله لتكسيه الحوائط.



الشكل رقم (4.2) يوضح طوب واجهات

7. طوب طفلي (Teffly Bricks) :

وهو طوب مفرغ بعيون دائرية حيث يصنع من مادة طفلة تستخرج من مناطق كثيرة في مصر كمثل مناطق غرب السويس ومنطقة العباسية ومناطق عديدة اخرى .حيث تطحن هذه الطفلة ويضاف عليها مادة كيميائية خاصه وتعجن ثم تشكل القوالب اليا وتحرق في افران خاصة تحت درجات حرارة عالية في المصانع المجهزة لذلك ، علما بان تكاليف انشاء هذا النوع من المصانع عالي التكلفة بالمقارنة لبعض مصانع الطوب الاخرى كما ان انتاجية يصل الى 60 مليون طوبة سنويا. (عبدالجواد ، 1984م)



الشكل رقم (5.2) يوضح انواع الطوب الاحمر

المعلومات الفنية :

جدول (2.2) يوضح المعلومات الفنية

الابعاد (سم)	6.50*12*25	13*12*25	15*12*25
الوزن (كجم / وحده)	2.100	4.250	4.600
عدد القطع في م 2	52	28	24
اجهاد الكسر (كجم/سم2)	120:100	80:70	40:30

مميزات البعد الاول والثاني :

وجود 19 ثقب بنسبة فراغات 22% وذلك يعمل على خفة وزن الطوبة

مميزات البعد الثالث:

- وجود الثقوب بنسبة فراغات 70 % وذلك يعمل على خفة وزن الطوبة
- السهولة في البناء
- توفير كبير في مواد البناء نتيجة مقاسات الطوبة الكبيرة.
- توفير وقت البناء نظرا لقلة العدد في المتر
- توفير تكلفة في الاستخدام لانعدام الهالك
- عازلة للصوت والحرارة نتيجة الهواء الساكن بالحجرات الهوائية العريضة بالطوب.
- لا يوجد اختلاف نهائيا بين الواجهة الامامية والخلفية للحائط
- يمكن عدم محاربة هذا النوع من الطوب لأنه ذو منظر جمالي ممتاز.

يستعمل هذا الطوب في بناء الحوائط التي لا تتعرض لأي احمال في المباني ومن مساوية عدم قبول التثقيب بالمسمار ويعتبر هذا الطوب احد بدائل للطوب الاحمر ضرب سفره في مصر.

2.2.2 الطوب الرملي الجيري(Sand lime bricks):

ويطلق عليه اسم الطابوق الجيري في دول الخليج العربي وبالطوب الرملي في مصر ويصنع من مادة الرمل والجير وينتج بمقاسات كالاتي :

- طوب الجير الرملي المصمت : 25*12*6 سم و 23*11*5.5 سم
- الطوب الجيري الرملي المفرغ : 25*11*13 سم
- بلوكات الطوب الخفيف : 50*12*20 سم او 50*10*20 سم ، 60*12*20 سم
- طوب جيري رملي للواجهات : 23*6*6 سم

ويستعمل عادة هذا الطوب في بناء الحوائط او لتكسيه الحوائط الاساسية نظرا لمقاومته العوامل الجوية ويجب عدم استخدامه في مباني معامل الكيماويات او في الاساسات المغمورة في الماء نظرا لوجود العنصر الجيري في تكوينه الاساسي بالاضافة الى ان هذا الطوب يتأثر بالأحمال.

تصنيع الطوب الرملي الجيري:

بخلط 90 % بالوزن رمل مع 10% بالوزن جير ثم يعجن المخلوط بالماء جيداً تحت ضغط بالمكابس مقداره 400 كجم / سم 2 ثم يترك للتصلد في خزنات بخارية (اتوكلاف) لمدة 4-8 سعات وفي درجة حرارة 175-210 درجة متر وضغط جوي يتراوح 8-16 جوي . تحت هذه الظروف يتفاعل حامض هيدروسليكات (البطئ التفاعل) مع هيدروكسيد الكالسيوم وتنتج هيدروسليكات الكالسيوم على السطح الخارجي لحبيبات الرمل بالطوبة ويحدث عند ذلك تلاحم حبيبات الرمل مع بعضها وتتوقف عملية التفاعل هذه بمجرد خروج الطوبة من الاتوكلاف ، اما هيدروكسيد الكالسيوم الباقي في الطوبة يتصلد عن طريق الاتحاد مع ثاني اوكسيد الكربون

الجوي بالطوبة المعتادة مكونا كربونات الكالسيوم ، ولا ينصح بالبناء بهذا الطوب فور خروجه من الاتوكلاف لان انكماشه يستمر فور تصنيعه.

ومن خواص الطوب الرملي مقاومته للضغط 120–250 كجم /سم2 كما انه يعتبر ثقيل الوزن بمقارنته لبقية انواع الطوب الاخرى وقد يصل وزنه طن / م2 وامتصاصه للماء يقل عن 18% وكذلك مقاومته للانحناء تقل عن 30 كجم / سم2 ويمكن انتاج طوب رملي خفيف بنفس الطريقة المذكورة الا ان الخلطة مضاف اليها مواد نافخة لإحداث مسامية به حيث يضاف مسحوق معدن الالمونيوم الى رمل الناعم والجير المحروق واحيانا بدلا من الرمل يستخدم اما رماد الميكا او خبث الافران او الرماد الطائر (Fly Ash)

ومن مميزاته:

- خفه وزنه عن الطوب السابق ذكره .
- نسبته العالية لعزله الحراري.
- سهوله تشغيلية .

ومن عيوبه :

- مقاومته المنخفضة للضغط
- شدة ميوله للانكماش

ويمكن انتاج الوان كثيره منه مثل الابيض الطبيعي والاصفر والاحمر والذهبي والاخضر.

1.2.2 الطوب الخرساني (Concrete bricks):

يطلق عليه بالطابوق العادي في دول الخليج العربي ويصنع من خلطة كسر الحجر الجيري او خبث الافران مع اضافته مع الرمل والاسمنت .

يوجد منه نوعين رئيسين :

1. البلوكات الخرسانية المفرغة (Hollow Concrete Blocks) :

وقد تغير هذا الاسم في الولايات المتحدة الامريكية واصبح باسم (Concrete Masonry Units CMU) ويوجد له اشكالاً ومقاسات عديدة .

- 40*20*20 سم
- 40*20*15 سم
- 40*20*10 سم
- 40*20*12 سم
- 40*20*25 سم
- 40*15*20 سم
- 40*10*20 سم
- 40*12*6 سم
- او حسب الطلب

وتصنع عادة هذه البلوكات المذكورة مفرغة بعينين او ثلاثة عيون على حسب استعمالها في الحوائط او الاسقف ، وقد تكون هذه البلوكات احد البدائل للطوب الاحمر ضرب سفره في جمهورية مصر العربية بعدما اوقف انتاج هذا الطوب نظرا لمنع تجريف الاراضي الزراعية فيها.

2. البلوكات الخرسانية المصمتة (Solid Concrete Blocks)

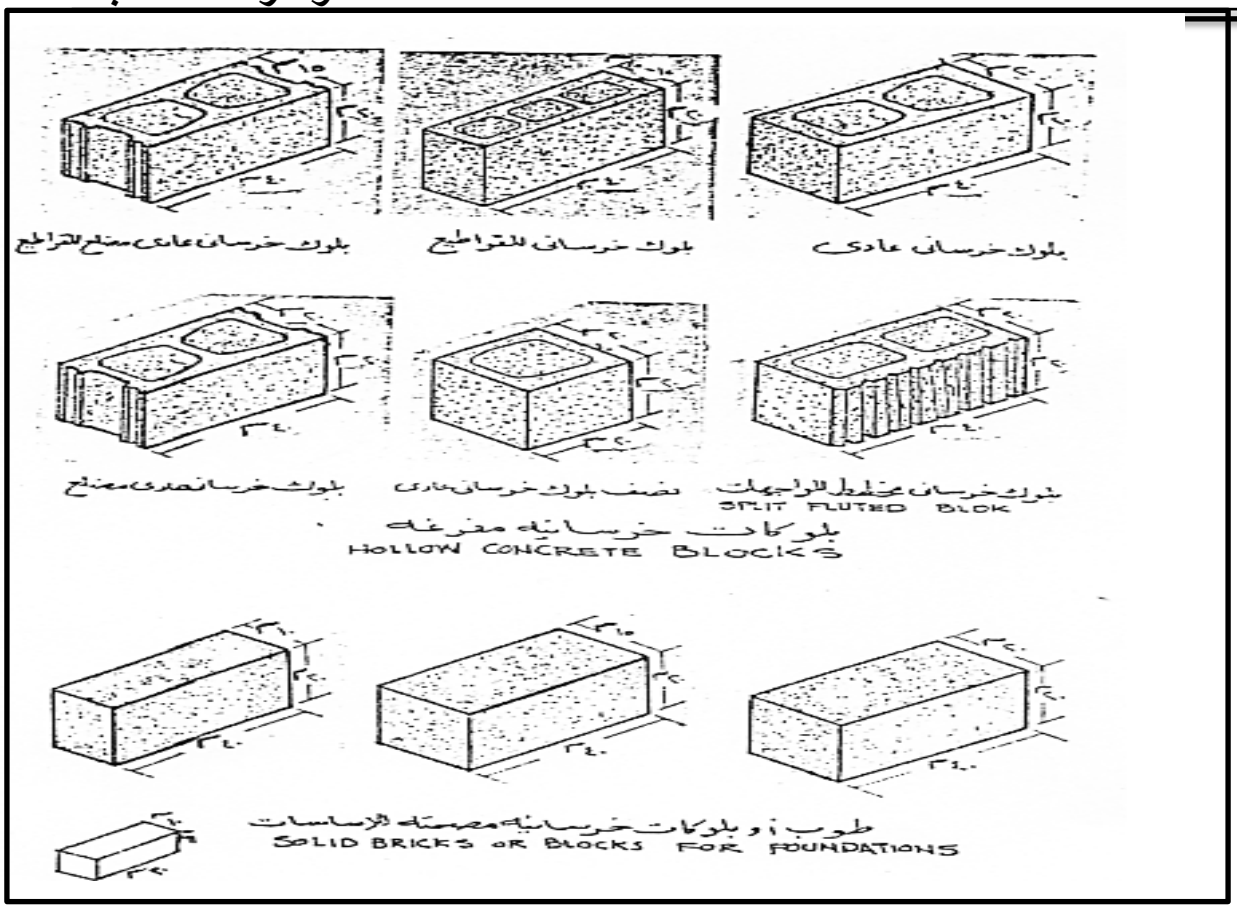
تخزن المواد الخام لهذه البلوكات بالمصنع حيث تتكون هذه المواد من الرمل والاسمنت وكسر الحجر الجيري مقاس 0.5 – 1 سم.

يخلط كسر الحجر مع الرمل بنسبة 1:2 ثم يضاف اليهم 300 كجم اسمنت لكل م^3 من الخلطة مع اضافة الماء اللازم في خلاط المصنع (Mixture Plant) ثم تدفع هذه الخلطة عن طريق فتحه سفلية من خلاط المصنع الى العربة الناقلة الخاصة (دامير) (Damaer) ومنها الى قمع تجويف ماكينة تصنيع البلوكات (Blocks Malring Machine) .

وعلى ذلك نجد ان خليط الخرسانة يستقر بالحلة الموجودة اسفل العربة والتي تتحرك افقيا عن طريق الزراع المثبت بها الى المكبس الملحق بالعربة لصب وكبس الخرسانة في 10 فورمات حديدية يخرج منهم 10 بلوكات خرسانية مرة واحدة حيث تضعهم الماكينة بلطف على الارض الافقية المجهزة لذلك تحت العربة.

اما باقي خلطة الخرسانة الموجودة في الحلة فترفع اوتوماتيكيا لأخذ خرسانة اخرى من العمق ثم ترجع مرة اخرى تحت المكبس لكبس 10 بلوكات اخرى وتركهما بجانب البلوكات المصبوبة الاخرى وهكذا يسير العمل لصب البلوكات الخرسانية ، تترك هذه البلوكات على الارض لمدة 5 ساعات لتجف ثم يرش عليها الماء وتترك 24 ساعة اخرى في مكانها ثم بعد ذلك تنقل هذه البلوكات لمكان تخزينها لإتمام عملية الجفاف مع مداومة رشها بالمياه لمدة لا تقل عن 7 ايام متواصلة بعد ذلك . ويجب مراعاة ألا تقل مدة تجفيف هذه البلوكات عن 4 اسابيع تحت الظروف الجوية العادية قبل استعمالها وحتى تعطي قوة تحمل للضغط الى حد الكسر (Crushing) ك1الاتي:

- البلوكات الخرسانية المفرغة 25 كجم / سم2
- الطوب الخرساني المصمت 70 كجم/سم2



الشكل رقم (6.2) يوضح بلوكات خرسانية مفرغة ومصمته

كذلك يمكن بنفس الطريقة المذكورة في تصنيع البلوكات الخرسانية تغيير الفورمات الحديدية المثبتة في ماكينة الصب لتصنيع انواع اخرى من هذا الطوب الخرساني كمثل تصنيع الطوب الخرساني المصمت كما يمكن صب بلاطات رصف الممرات بهذه الطريقة ايضاً.

وتستعمل عادة البلوكات الخرسانية المفرغة في بناء حوائط المباني والارصفة كما يمكن الحصول على حوائط عازلة للحرارة من هذه البلوكات بعد خلطها بالمواد العازلة كمثل مادة الفيرميكوليت (Vermiculite) او البلوليث (Polith) او خلافه. يجب ان يتم ربط مداميك هذه البلوكات ببعضها عند بناء الحوائط بحديد تسليح او شبك معدني على مسافات متفاوتة مع مراعاة دفن هذا التسليح في المونة الافقية للبلوكات ، مع عمل فواصل للتحكم في تمدده كما يلي:

فواصل التحكم في حوائط الطوب الخرساني :

تعمل هذه الفواصل في التحكم في الشقوق والشروخ التي تحدث في الطوب حوائط الخرساني ولتقلل من مقاومة التمدد والانكماش فيها نتيجة العوامل الجوية المختلفة ، فالانفصال الرأسي في حوائط هذا الطوب تحدث عادة نتيجة اما من تمدد حوائط الطوب نفسها او تمدد عناصر المنشأ الملاصق بها.

تعمل فواصل التحكم رأسيا في الاماكن التي يتوقع حدوث شرخ فيها نتيجة الاجهادات الافقية (Horizontal Stress) كما تعمل هذه الفواصل على مسافات تعتمد على :

- حركة او حركات التمدد المتوقعة في الحائط او العناصر الاخرى المناظرة لها.
- مقاومة الحائط لاجهاد الشد الافقي فيها.
- موقع وامتداد اماكن الشبابيك والابواب والنونات (Reresses) والفجوات (Chases) للمواسير او الاعمدة .... إلخ . الموجودة في الحائط.

كما يمكن استعمال فواصل التحكم في مقاومة الشروخ فقط او تستعمل في ربط الحائط اما بالكمرة او بوصلة لتسليح الحائط نفسها ، الجدول التالي يبين المسافات التقريبية التي توصى بها الشركات العالمية القومية لصناعة الطوب الاسمنتي بأمريكا (National Concrete Association) لعمل فواصل في الحوائط بدون فتحات.

جدول (3.2) يوضح المسافات بين فواصل التحكم في حوائط الطوب الخرساني

توصيات للمسافات بين فواصل التحكم	المسافات الرأسية لتسليح الفاصل		
	60 سم	40 سم	20 مم
معبره عنها بالنسبة بين طول الحائط وارتفاعها (L/H)	2.5	3	4

وتوجد اماكن اخرى في المباني يجب وضع فواصل تحكم لحوائطها المكونة من الطوب الخرساني كما يلي :

- عند تغير في ارتفاع سمك الحائط
- عند فواصل الصب للأساسات والسقف والارضيات.
- عند اكتاف الحائط والاعمدة.
- عند نقط اتصال المباني.

4.2.2 الطوب الحراري (Fire Bricks):

يصنع عادة من طينة خاصة وخلطها بخبث افران الحديد وقد تحضر الطينة في جمهورية مصر العربية من بلاد النوبة حيث تسمى (اميركاب) وتصب عجينة الطوب بقوالب خاصة تحت ضغط ميكانيكي ثم تجفف وبعدها تحرق في افران مجهزة بدرجة حرارة عالية جدا.

ويستخدم مثل هذا الطوب في بناء الدفايات والافران والاماكن التي تتعرض للحرارة . مقاومة هذا الطوب للحرارة تتراوح بين 1650 – 1750 درجة مئوية ، ومقاساتة 25*12*6 سم او 23*11*5.5 سم او حسب الطلب.

5.2.2 البلوكات الزجاجية (Glass Blocks):

تصنع البلوكات الزجاجية من نصفين متلاصقين تحت ضغط عالي ودرجة حرارة مرتفعة ويعمل كل نصف من زجاج عديم اللون ونقي ومفرغاً من الهواء جزئياً ، وتكون احرفه منتظمة قائمة الزوايا والاسطح الجانبية ومقعره لتكوين تعشيقة بين البلوكات وبعضها ، وتكون مقاومتها 20*20*10 سم او 15*15*10 سم تستعمل البلوكات الزجاجية في القواطيع الداخلية وواجهات المباني السكنية والمكاتب والمستشفيات والمعامل والمسارح والفنادق.

ويمكن ربط البلوكات الزجاجية بالمباني باستعمال الاربطة الخاصة كل اربعة مداميك على الاكثر وذلك يربطها بالحوائط بواسطة سلكين من الحديد المجلفن قطر 3 مم حيث يدخل في اللحامات الافقية والراسية للبلوكات الزجاجية على ان يربط السلك في الحوائط والارضيات المحيطة بها مقدار 10 سم ويفضل ان تدهن الحوائط والاسقف والارضيات المذكورة وجها واحدا بمحلول البيتوم الساخن قبل البناء.

كما يجب ان يكون البناء بالبلوكات الزجاجية على السيخ حتى تكون العراميس منتظمة في الاتجاهين الافقي والراسي ، ولا يزيد عدد العراميس عن 6 مم والقياس الهندسي لهذا النوع من البلوكات يكون بالمتر المسطح عند تمام بنائه ، اما المونة المستعملة في بناء المونة الزجاجية فهي كالاتي :

1 جزء جير : 4 اجزاء رمل ويضاف 350 كجم اسمنت ابيض لكل م3 من الخلطه.

6.2.2 البلوكات الجبسية (Gypsum Blocks):

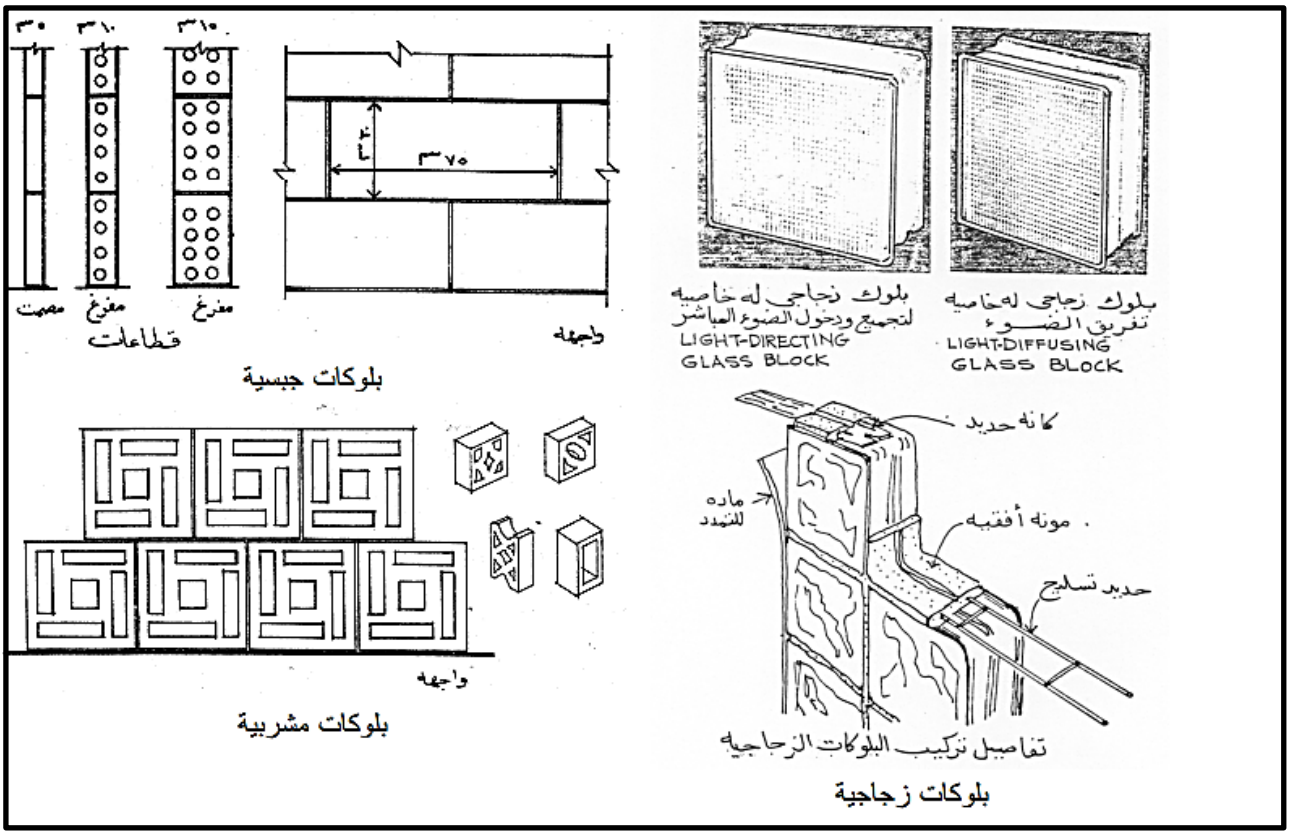
وقد يسمى بلاط جبسي (Gypsum Tiles) وتصنع هذه البلوكات اما مصمته او مفرغة وبسمك يبدأ من (5-15) سم وتستعمل المقاسات النمطية لهذه البلوكات بارتفاع 30 سم وطول 75 سم وتستعمل هذه البلوكات عادة في القواطيع الخفيفة او المؤقته كما انها مقاومة ضد الحريق ولا يفضل استخدامها في الاماكن الرطبة مثل الحمامات او المسابح.

وتشيد البلوكات على اساسات من الخرسانة او على الاراضي جاهزة التشطيب كمثل ارضيات الرخام او خلافه.

7.2.2 البلوكات المشربية (Screen Blocks):

وهي مخرمات بلوكات جبسية او اسمنتية او خرسانية وقد تسمى كوليسترا (Colistra) او كولسترات وتبنى هذه البلوكات فوق بعضها لتعطي حائط او قاطوع مشربيات ، ومقاسات واشكال

هذا النوع من البلوكات كثيرة وتستعمل كثيراً في جميع دول العالم بالاخص في الدول العربية (عبدالجواد ، 1984م)



الشكل رقم (7.2) يوضح البلوكات الزجاجية والجبسية والمشربية

8.2.2 طوب الحجر الصناعي (Artificial Stone Bricks):

وقد يسمى بحجر الواجهات وله انواع ومقاسات كثيرة ويبنى هذا الطوب عادة لكسوة الحوائط الاساسية وذلك بربطهم بالكانات وخلافه ، ويصنع عادة هذا الطوب من:

4 جزء حصى حجر جيري + 1.5 جزء مجروش الحجر على 2 جزء بودره حجر + 2حجر اسمنت بورتلاندي + لون . ثم يشكل الى طوب حسب المقاسات المطلوبة لكل عملية ويبقى الطوب على الاقل 7 ايام مرطب بالماء ومعرضاً للهواء والشمس حتى الاستعمال.

9.2.2 الطوب الاسفلتي (Asphalt Bricks):

ويستعمل في كسوة الارضيات واسفل المباني ورصف الطرق والكباري وهو مقاوم جيد للرطوبة . ويصنع هذا الطوب بتسخين مواده الاولية وهي البتيومين ومسحوق الكسر الحجري ثم يكبس المخلوط بمكبس هيدروليكي ويبرد بالماء بعد خروجه من المكبس ، ويمكن الكشف على جودة هذا الطوب بعدم وجود فراغات هوائية داخل الطوب مع عدم امتصاصه للماء ومقاومته للاحتكاك.

ومقياس الطوب الاسفلتي الشائع الاستعمال هو:

30*12.5*5 سم يستعمل للطرق ذات حركة المرور الثقيلة ويسمى طوب حلمي.

20*10*3 سم يستعمل للطرق ذات حركة المرور الخفيفة ويسمى طوب خفيف.

يوضع عادة اساس خرساني تحت الطوب الاسفلتي عند استعماله لرصف الطرق ثم يلصق بالاسمنت او البتيومين وبعدها يفرش السطح بمستحلب بتيوميني مع ملء الفواصل بين الطوب ثم يفرش فوقه طبقة خفيفة من الرمل وتكنس لتمسح البتيومين على سطح الطوب ، ويجب ان يترك رص الطوب على هذا الحال لمدة 10 ايام او اكثر الى ان تتصلب المونة الاسمنتية تحته. ويتم اختبار الطوب الاسفلتي بوضعه في حوض من المياه الساخنة لدرجة حرارة 75 درجة مئوية وتعريضه لضغط 1 طن لمدة 1.5 ساعة باستعمال مكبس به مكعب صلب املس طول ضلعه 5 سم ويجب ان لا يزيد عمق الاثر في الطوب عن $\frac{3}{4}$ مم لان ذلك يجعل الطوب الاسفلتي يتشقق او ينحني او يزيد سطحه.

10.2.2 الطوب الخفيف (Lightweight Bricks):

وقد يسمى بلوكات الطوب الخفيف حيث يتمتع بالعديد من المميزات:

* عزل الحراره : حيث يعطي الطوب الخفيف مستوى عالي من العزل الحراري الذي يؤدي الى توفير طاقة في المباني.

- عزل الصوت : حيث يعطي مستوى عالي من عزل الصوت ولذلك يمكن استعماله في دور السينما والمسارح والمستشفيات والفنادق والمباني السكنية .
- مقاومة الانضغاط : حيث يستخدم في الحوائط لان مقاومتة للضغط 40-50 كجم /سم2
- مقاومة الزلازل : يستعمل الطوب الخفيف ذات الوزن 600-650 كجم / سم 3 والمقاوم للضغط 40-50 كجم/سم3 في تقليل الاجهادات السيرماتيكية المؤثرة على هيكل المبنى.
- مقاومة الحريق : حيث تعتبر المواد المكونة للطوب الخفيف مقاومة للحريق وغير قابلة للاشتعال وقد تصل مقاومتة للحريق في حدود 3 ساعات عند درجة حرارة 860 درجة مئوية.
- سهولة التشغيل : وذلك لسهولة رصه وقطعة ونشره وثقبه بواسطة المسامير او الفيشر او القلاووظ بخلاف ان انتاجة لا ينبعث منه ملوثات خطره تضر الانسان.

11.2.2 الطوب المطاطي (Rubber Bricks):

المطاط يستخلص من الاشجار الخاصة ويخلط بمواد خاصة لتكوين الطوب المطاطي ويستعمل هذا الطوب في رصف الطرق ومن مزاياه عدم البلل بسرعة فبالرغم من انه املس الا انه مضاد للانزلاق ومتين كما يمكن تنظيفه بسهولة كما ان له خاصية امتصاص الاهتزازت (Vibration) وتقليل الضوضاء واكبر معامل للاحتكاك.

يوجد منه نوعان :

1. طوب عادي جيسمان.
2. طوب كاوير.

12.2.2 الطوب الازرق (Blue Bricks):

يتكون من انواع مختارة من الطين ويشكل بطريقة الطين الصلب بالأبعاد القياسية واشكال تتفق مع اغراض استخدامه ويحرق حرقا جيدا كما انه يستخدم في تبطين مجمعات الصرف الصحي وارضيات المعامل والاجزاء التي لا تؤثر عليها الاحماض ،والطوب الازرق المزجج المستعمل في المجاري لمقاومته للأحماض.

13.2.2 طوب معدني (Metal Bricks):

هو عبارة عن طوب ستيلكريت او ميتا لسكريت ، شديد المقاومة لا يتأثر بالمواد الدهنية والشحمية والاحماض.

14.2.2 الطوب الخشبي (Wooden Bricks):

من مزايا الرصف بالطوب الخشبي ما يأتي :

1. الحصول على سطح ممهد املس
2. تحمله للاستعمال مدة طويلة
3. اقل انزلاقا من انواع الرصف في الجو الممطر.
4. يعطي فرصة لحوافر الحيوان لعدم الانزلاق.
5. عدم انزلاق الاطار المطاطي للسيارات عليها.
6. يمتص المواد الغير صحية نظرا لتشبعة بالكربوزوت.
7. ارخص انواع الرصف الحديثة بالنسبة للبلاد الاوربية .

ويجب اختيار الاخشاب وتجفيفها تجفيفاً تاماً لمدة طويلة واحسن الانواع هو الصنوبر بأنواعه ، وحجم الطوبة هو في الطول من 6–9 بوصه والعمق بين 2.5–4 بوصه والعرض من 3– 4

بوصه ، ويجب ان يكون الطوب خاليا من العيوب والشقوق والعقد وان تقطع اضلاعه متعامدة وهي على نوعين.

وللاحتفاظ بالطوب يجب ان يستعمل زيت الكربوزوت او خليط منه مع القار وذلك لمنع الديدان وغيرها من مهاجمة الخشب والتأثير عله وذلك لملء ثقوب الخشب ولذلك تزيد مقاومة الخشب للتآكل ، وتقلل قدرته على امتصاص الماء ويقلل التمدد والانكماش ، علماً بأن الكمية التي تستعمل حوالي 16-18 رطل من الكربوزوت للقدم المكعب من الخشب.

وقبل وضع الطوب يجب ان يكون للطريق اساس خرساني ويوضع فوقه رمل او مونه اسمنتية جافة او طبقة من البيتومين ، والطبقة البيتومينية احسن لا نها تساعد على منع الرطوبة من الوصول للخشب.

وطريقة وضع الطوب على هذه الطبقة مماثلة لها عند وضع الانواع السابقة ثم يغطي الطوب بمادة بيتومنينة ثم يفرش رمل فوقها ليملأ الفواصل بين الطوب ويكون الرمل بسمك 0.5 بوصه ، ثم يهرس الرمل ويترك لمدة تتراوح بين 24 و 48 ساعة ثم يزال الرمل الزائد وعندئذ يكون الرمل قد تماسك مع المادة البيتومينية والتصق بالخشب وينمع الانزلاق ويساعد السطح على مقاومة حركة المرور.

ومن عيوب استعمال الخشب هو سرعة خروج الكربوزوت منه ولمنع ذلك يجب اتباع الاتي:

1. استعمال الاخشاب التي تتشرب بالمحلول بعد تجفيفها تماماً.
2. قبل وضع المحلول يجب اخراج الرطوبة من الخشب تحت ضغط جوي قليل.
3. تتأكد من ان الرطوبة قد تشربت بالمحلول من جميع اجزاءها.
4. لا تزيد كمية المحلول عن 18 رطل للقدم المكعب.
5. لا توضع الاخشاب ملتصقة تمام عند الرصف.

6. عند فرش السطح بالبيتومين لا تملأ الفواصل به

وعند حدوث ذلك فان احسن علاج في هذا هو فرش رمل ليتحد من البيتومين او الكربوزوت الزائد ثم يزال ويوضع غيره عند الضرورة اذ يساعد على ملء الفواصل ليمنع خروج البيتومين او غيره للسطح (عبدالجواد ، 1984م)

الاختبارات التي تجري على الطوب:

الطوب الجيد يجب ان يكون:

- متجانسا في لونه وتركيبه الكيميائي.
- خالي من المواد الجيرية
- منتظم الشكل والابعاد.
- محروقاً حرقاً جيداً
- مقاوم لتأثير العوامل الجوية
- مقاوما للاحتكاك والضغوط العالية
- قليل المسام
- له رنين عند الطرق عليه .
- يسهل كسره بالمسطرين الى قطع صغيره
- خالي من الاملاح الذائبة

لذلك فانه يلزم اجراء عدة اختبارات للطوب المستخدم في البناء والترميم ، في نفس الوقت تجري اختبارات مشابه على عينات من الطوب المستخدم في المنشآت الاثرية ، وذلك بهدف اختيار الطوب المناسب لعمليات الترميم وقبل كل ذلك يجب معرفة ابعاد الطوب القديم ومقارنتها بابعاد

الطوب الحديث ، اذ ان اختلاف الابعاد قد يؤدي الى اختلاف رص مداميك الطوب في المبنى القديم .

3.2 اهم الاختبارات التي تجري على طوب البناء

1.3.2 اختبار الامتصاص :

يجري هذا الاختبار لتحديد النسبة المئوية لامتصاص طوب البناء للماء وحساب معامل التشبع وذلك لان معدل امتصاص الطوب للماء يشير الى سلوك جدران الطوب عند تعرضها للمؤثرات الخارجية خاصة الرطوبة والمياه وكلما انخفض معدل الامتصاص كلما زادت مقاومة الطوب لتأثير العوامل الطبيعية والمؤثرات الجوية ، وكلما زاد معدل الامتصاص كلما زادت مسامية الطوب وانخفضت قدرته على مقاومة الاحمال التي يتعرض لها.

2.3.2 اختبار المسامية:

يجري هذا الاختبار لتحديد نسبة الفراغات او الفراغات بين حبيبات الطوب بالمقارنة بالحجم الكلي للعينة المختبرة وايضا قياس حجم الماء الذي يملأ هذه الفراغات لمعرفة قدره الطوب على امتصاص الماء ومحاليلها من المصادر المختلفة (ترعة – مياه جوفية – امطار – ... إلخ) والتي تزداد بزيادة مسامية الطوب.

وقياس المسامية يفيد كثيرا العاملين في علاج مباني الطوب خاصة اذا تقرر تقوية الطوبات بالمواد الكيميائية او الاملاح الذائبة منها بطريقة الكمادات.

4.3.2 اختبار الانكماش بالجفاف :

يجري هذا الاختبار لتحديد النسبة المئوية لانكماش الطوب بعد الجفاف اي التغير في الابعاد الطولية الذي يحدث في الطوبة المحروقة نتيجة تغير نسبة ما تحتويه نسبة من الطوبة ، وكلما كانت نسبة الانكماش صغيره كلما كان الطوب جيدا صالحا للبناء.

وترتبط هذه الخاصية بالتمدد الذي يحدث للطوب الاحمر بعد تبريده والذي يمسى التمدد الرطوبي وهذا التمدد يرتبط بدوره بدرجة حرق الطوب فكلما كان الطوب جيد الحرق كلما قلت نسبة امتصاصه للرطوبة او المياه ، كلما قلت النسبة المئوية للانكماش عند الجفاف.

5.3.2 اختبار مقاومة الضغط :

يجري هذا الاختبار لتحديد مقاومة الطوب للاحمال وقد اتفق المتخصصين على اعتبار سطحا الطوب الافقيان عند بنائها في الحائط سطح تحميل ، وتحسب الابعاد الافقية لكل سطح من اسطح التحميل الى اقرب مليمتر وتأخذ المساحة الصغرى لاحد السطحين في حساب مقاومة الضغط ، وتتأثر مقاومة الضغط للطوب بنوع الطفلة المستخدمة في التصنيع ودرجة الحريق ونسبة الاملاح الذائبة وعلى الشكل و المقاس ونسبة الفراغات في العينات المختبرة وتقدر مقاومة الانضغاط بالكيلو جرام / سم2.

6.3.2 اختبار التزهير:

يجري هذا الاختبار لتحديد نسبة الاملاح الذائبة الموجودة في الطوب والتي تظهر عادة على سطح الطوب بعد تشربه للماء ثم جفافة ، وتظهر ايضا على سطح الحوائط المشيدة حديثا بعد الجفاف وتظهر كذلك على اسطح المباني الاثرية المبينة بالطوب الاحمر اذا غمرت بالمياه ، وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة التزهير (Efflorescence).

يوصف التزهير بدرجاته الاتية :

- تزهير معدوم : اذا لم يشاهد تزهير ما على سطح الطوب
- تزهير خفيف : اذا شوهدت رواسب ملحية خفيفة لا تزيد على 10 % من مساحة الطوب
- تزهير متوسط : اذا شوهدت رواسب ملحية تقل عن 50 % من مساحة الطوبة على ان لا يصحب ذلك تفتيت او تقشير في السطح.
- تزهير ثقيل : اذا غطت الرواسب الملحية 50% او اكثر من سطح الطوبة دون ان يصحب ذلك تفتت او تقشير للسطح.
- تزهير ثقيل جدا :اذا ترسب الملح بكثره على سطح الطوبة وصحب ذلك تفتت او تقشير للسطح او كلاهما معا مع ميل للزيادة كلما تكرر بلل العينة بالماء(بركات ، 1990م) .

4.2 مواصفات الطوب:

اول من استعمل الطوب منذ الاف السنين كان في مباني قدماء المصريين الذين لازالت اثارهم للان تثبت هذه الحقيقة وتعد المرجع الصريح لتاريخ نشأة الطوب وصنعة وطرق استعماله في المباني الخفيفة قبل ما دخل عليه من التطور على مر السنين حتى اصبح بحالته الراهنة المعروفة للجميع _ ويعد الطوب اول مواد البناء المنظمة التي عرفها علم الانشاء – كما انه اول انواع الحجر الصناعي الذي استخدم في فن العمارة – رغم ان اقدم امثلة استعماله في البناء ترجع الى ما يقارب من 4200 سنة فانه لا زال حافظا لمكانته بين مواد البناء الحديثة وذلك لمرونة استعماله الانشائي وتطور مواصفاته وتكيفها تبعا للمطالب الانشائية والبنائية لكل عصر ، فطاوع خيال المعماري في تجسيم زخرفة وحلياته في العصور الزخرفية – ووضع كثيرا من نظريات واشكال ووحدات الطرز القوطية و البيظنطية والعربية تبعا لقيود الانشاء التي خضعت له – كما امكنه ان يساير العمارة العلمية الحديثة مع ازدياد قيودها وتعدد مطالبها من حيث

المقاومة والعزل والوزن والاحمال وبعدما امكنه ان يخضع للصناعة الالية التي هي طابع العصر الحديث والتي مكنته من التخلص من نقائضة واضافت خواصه كل ما اتصفت به المواد الاخر المميزات.

ان هنالك عدة شروط معروفة يمكن بها تقدير جودة الطوب كانتظام الشكل والابعاد والرنين والصلابة وخلوه من الشروخ وتجانس اللون وسهولة كسره بالمسطرين الى اجزاء منتظمة وخلوه من المواد الجيرية والعضوية واذا غمرت القوالب مدة طويلة في الماء فلا يجب ان يزيد وزنها عن 15 % كما ان بقاء بقع رطبة على سطحه مدة طويلة بعد جفافه دليل على قابليته لسرعة التآكل(عبدالجواد ، 1984م).

وتتوقف الجودة بصفة عامة على ثلاثة عوامل اساسية :

1. التركيب الكيميائي
2. طريقة تحضير الطينة.
3. طريقة الحرق ودرجته . ولا تطبق تلك الشروط على الكثير من الانواع التي هي انتاج الصناعة الالية.

وليس للون الطوب علاقة بجودته فاللون يختلف تبعا للتركيب الكيميائي للمواد الداخلية في صناعته او للرمل الذي يغطي به سطحه قبل الحرق ودرجة حراره الحرق نفسها.

فالحديد واكاسيدة هو عامل التلوين الاساسي في الطوب الاحمر ، فالطينة الخالية منه يكون لون طوبها ابيض واللون البيج دليل على وجود كميات ضئيلة من الحديد والكالسيوم ، وكلما زادت كمية الحديد مال اللون الى الحمره وكلما زادت كمية الكالسيوم مال الى اللون البني واذا بلغت كمية الحديد 4.5 – 10 % تلون الطوب باللون الازرق الغامق واذا زادت عن 10% تحولت الى اللون الاسود.

واذا حوت الطينة لنسبة كبيرة من القلويات وحرق الطوب الى درجة مرتفعة جدا تلون باللون الاخضر المائل للزرقة واللون الازرق الغامق دليل على ان الطبقة تحتوي كمية كبيرة اكاسيد الحديد واللون الرمادي الغاتم ينتج عن اضافة طينة تحتوي بعض المنجنيز من الطينة السابقة .

اما اللون الوردي فهو دليل على نقاوة الطينة ووجود كميات مختلفة من الحديد واكاسيده يختلف تبعا لها لون الطوب من الوردي الفاتح الى الاحمر الغاتم – واللون الاصفر دليل على وجود كميات قليلة من المنجنيز مع الحديد الاوكر ينشأ وجود كميات مختلفة من الحديد ومركباتة .

وتغطية سطح الطوب بطبقة من الرمل الناعم قبل حرقة تكسب سطحه صلابة وتكسية بطبقة زجاجية تؤثر في كثير من الاحوال على لونه الاصلي – كما ان درجة الحريق نفسها تلعب دورا كبيرا في تلوين الطوب. وفي كثير من انواعه يختلف اللون اختلافاً تاماً تبعاً لمقدارها.

لقد اختلفت مواصفات الطوب في المنشآت الحديثة عنها في القديمة فبينما كانت الصناعة تتجه في الماضي نحو زيادة مقاومة الطوب للاحمال المركزة عليه تثبت ان قوة المقاومة في الحوائط الطولية تتوقف اولا على قوة تماسك المونة التي تربط الطوب ببعضه وليس على مقاومة الطوب نفسه فطوب قوة الاحتمال مرونة ضعيفة التماسك معناه حائط ضعيف والعكس فطوب ضعيف ومونة قوية التماسك معناه حائط قوي – كما ان الطوب قد تحول في المباني الهيكلية الحديثة عن كونه يحمل الادوار المختلفة والارضيات الى اقتصاره على سد فراغات الهيكل ، اي انه اصبح محمولا فأضيفت الى مواصفاته قيود جديدة لعزل الحرارة والرطوبة والصوت مع خفه الوزن وتقليل الفراغات ثم مقاومة سطحه للتآكل للعوامل الجوية الاخرى وتأثير الرياح والامطار والاملاح . كما ان الصناعة الالية قد تناولت اشكاله بالتغيير والتبديل حتى اعطته الفرصة لكي يساهم في بناء الاسقف والاعتاب وطرق البناء الجافة (حامد ، 2007م).

5.2 النظم الانشائية Structure Systems :

1. نظام الانشاء بالحوائط الحاملة.
2. نظام المنشآت الهيكلية.
3. نظام المنشآت القشرية الفراغية.
4. نظام المنشآت الخرسانية مسبقة الصب.

1.5.2 نظام الانشاء بالحوائط الحاملة:

الحوائط الحاملة هي الحوائط الداخلية والخارجية والتي يرتكز عليها المبنى ، وتقوم بنقل جميع الاحمال الميتة (ارضيات ، اسقف) والاحمال الحية (الاشخاص ، الاثاثات) الى الاساس الشريطي اسفل الحوائط ومن ثم الى التربية اسفلها مباشرة.

تاريخ الحوائط الحاملة:

منذ الازل استخدم الانسان القديم الحوائط الحاملة لتوفير مواد البناء حوله وكذلك سهولة البناء وسرعته ، وفي القرن العشرين ظهرت الحوجة الى المباني المرتفعة فتم انشاء أعلى مبنى من الطوب الاحمر كحوائط حاملة في شيكاغو بالولايات المتحدة الامريكية عام 1891م الا ان سماكة جدران الطابق الارضي بلغت 2 متر مما اعاق المساحة الاستخدامية والتكاليف الاستخدامية واعاق انتشارها ، ولجأ المستخدمين الى الخرسانة المسلحة ، في عام 1921 م ومع ازدياد الحوجه للمباني العالية وارتفاع اسعار الخرسانة المسلحة بدأ الباحثين في دراسة امكانية تطوير هذا النظام ليخدم مباني مرتفعة نوعا ما. وتوصلوا الى امكانية اضافة حديد التسليح للحوائط لتصبح الحوائط الحاملة المسلحة وكذلك امكانية التوصل الى انواع من الطوب ذات مقاومة عالية.

ارتفاع المباني ذات الحوائط الحاملة يكون دائما محدود بالاعتماد على الاحمال الميتة و الحية ، وكذلك نوع وقوة تحمل التربة الواقعة تحتها ، ولربط اجزاء المبنى ببعضها فان الاحزمة الارضية (الكمرات ، الميدات) الخرسانية يمكن عملها تحت هذه الحوائط ، وغالباً ما يتميز البناء بهذا النظام بسرعة التشييد.

لذا فان حوائط الطابق الارضي للمبنى يرتكز عليها اكبر الاحمال ونتيجة لذلك تكون اكثر سمكا من الدور الذي يليه وتقل السماكات كلما اتجهنا لأعلى نظرا لذلك يتم عمل اساسات مستمرة اسفل جميع حائط الدور الارضي وبعرض اكبر من الحوائط حتى نضمن توزيع احمال المبنى بالتساوي على التربية .

بناء على ذلك فان ارتفاع المباني في هذا النظام لا يزيد عن 5 ادوار ، ويعتمد ذلك على احمال المواد البنائية وقوة تحمل التربة ويمكن تقسيم هذه المباني الى :

- مباني مقامة على الحوائط الحاملة من الطوب او الحجر
- مباني مقامة على حوائط حاملة خرسانية.

- **يتكون المنشأ بهذا النظام من:**

- قواعد شريطية (اسفل الحوائط الحاملة)
- الجدران الحاملة بإستخدام (الحجر او الطوب الاحمر او الخرساني)
- السقف من البلاطات ذات الاعصاب الخرسانية غالباً

- **نظرية نقل الاحمال في النظام**

- اسقف الكمرات ومنها الى الحوائط الحاملة (داخلية و خارجية)
- الاساس الشريطي ومنها الى التربية اسفله

- **مميزات هذا النظام**

1. رخيص الثمن اذا ما قورن بغيره
2. سريع البناء
3. الحوائط تعتبر عازلة للصوت والحرارة
4. ذو متانة عالية وديمومة ومقدرة تحمل للظروف البيئية
5. توزيع الاحمال يكون بانتظام على طول الحائط
6. توفر المواد والعمالة.

- **عيوب هذا النظام:**

1. عدد الادوار فيه 4-5 ادوار فقط
2. سمك الحائط كبير مما يعني انه سيأخذ حيز كبير من المساحة
3. بطء التنفيذ ، حيث انه لا يمكن صب السقف الا بعد بناء كل الحوائط الداخلية والخارجية
4. عدم امكانية التغيير المعماري ، حيث ان ازالة أي حائط يؤثر تأثيرا كبيرا على المبنى كله ، لان الحوائط هي التي تحمل السقف ، وهنا يلزم تشابه التقاطيع المعمارية لجميع الطوابق
5. صعوبة التمديدات الكهربية والصحية حيث ان الطوب المستخدم عادة هو الطوب البلدي المصمت والذي يصعب كسرة.
6. عدم امكانية عمل فتحات واسعة ، حيث ان الفتحات الواسعة تعني صغر الجزء الكامل بالحائط وبالتالي ضعفه بشكل عام(بركات ، 1990م)

تجربة بناء المساجد بالجدران الحاملة :

المعمار والبناء تمثل مرآة المجتمعات ماضيا وحاضراً ومستقبلاً ومن هذا المنظار وعند بداية التفكير والتخطيط لتوسعة وعمارة المساجد التاريخية ضمن توسعة خادم الحرمين الشريفين الملك فهد بن عبدالعزيز (1984 – 1988) بالمدينة المنورة مثل مسجد قباء والقبلتين والميقات ، وقد

كانت الرؤية ان تتم التوسعة والزيادة في عمارة مساحة تلك المساجد بنفس التصاميم القدمية مع اضافة لمسات معمارية ذات طابع تراثي إسلامي للمحافظة على هيئة تلك المساجد التاريخية . وقد قام المعماري عبدالواحد الوكيل بإعادة تصميم تلك المساجد بصورة جديدة ومبتكرة ، حيث استخدم اسلوب البناء بالجدران الحاملة من الطوب الاحمر الفخاري لاعادة بناء وتوسعة تلك المساجد وقد كان احد الاسباب الاساسية في اختيار هذا الاسلوب في البناء هو سهولة تشكيل الاقواس والقباب باستخدام الطوب الاحمر الفخاري اضافة الى قصر فترة التنفيذ المطلوبة لانجاز البناء في تلك المساجد حيث تمثل تلك المساجد اهم المعالم التاريخية والدينية لدى المسلمين عامة وخصوصا القادمين منهم من خارج البلاد في فترات الحج والعمرة كما ان العامل الاقتصادي المعتدل في التكاليف بالطوب الاحمر الفخاري كان سببا في التوجه لهذا الاسلوب الذي يجمع مزايا التشكيل المعماري المبتكر مع التكاليف المعتدلة وسرعة الانجاز ويوضح الشكل (8.2) احد المساجد التي قام عبدالواحد الوكيل بتصميمها وتنفيذها بطريقة الجدران الحاملة من الطوب الاحمر الفخاري ، وقد امتدت هذه التجربة لتشمل تنفيذ بعض المساجد في مدينة جدة مثل مسجد الملك سعود ومسجد الحارثي والجفالي ومساجد الكورنيش .

شكل رقم (8.2) يوضح بناء المساجد بالجدران الحاملة

تجربة البناء بالجدران الحاملة للمباني السكنية :

بعد نجاح تجربة بناء المساجد التاريخية بالمدينة المنورة وبعض المساجد في مدينة جدة ، مع توفر وجود قاعدة كبيرة من منتجات الطوب الاحمر الحامل المخصص لبناء الجدران الحاملة وضرورة استخدام تلك القاعدة الكبيرة من المنتجات في بناء المساكن والفلل السكنية وقد تم تصميم احد الفلل السكنية من دورين وملحق بالسطح بمساحة 2300 م للدور الواحد وتم تنفيذ الفلا بنهاية 1996 وقد اثبتت هذه الخطوة امكانية بناء الفلل .السكنية بطريقة الجدران الحاملة بكل سهولة واقتدار ، حيث تم تطوير صب الاسقف بواسطة استخدام الاعصاب الخرسانية مسبقة الصب وكان لهذه الطريقة الاثر الفعال في تقليل الاعتماد على النجار والحداد المسلح اضافة الى الاستغناء نهائيا عن الشدات الخشبية المستخدمة في نصب وتثبيت السقف اثناء الصب في الطريقة التقليدية وقد كان لاستخدام البناء بالجدران الحاملة من الطوب الاحمر الفخاري تقليل كميات الخرسانة المسلحة المستخدمة في القواعد والرقاب والميدات الارضية والاعمدة وكمرات السقف العميقة وقد دعمت هذه الخطوة العملية النتائج التي توصل اليها (حين سروار) في دراسته التي وجد من خلالها توفير 23% من تكاليف الهيكل الخرساني عند استخدام اسلوب الجدران الحاملة من الطوب الاحمر الفخاري في البناء (بركات ، 1990م).

الشكل رقم (9.2) يوضح مبنى سكني بالجدران الحاملة

مثال مقارنة تطبيقي:

لتوضيح ومقارنة التكاليف بين اسلوب البناء بالخرسانة المسلحة واسلوب البناء بالجدران الحاملة فقد تم اختيار احد نمازج الفلل الدارج تنفيذها في مدينة ينبع الصناعية بالمواصفات المدرجة في الجدول (3.2) وقد تم دراسة وتحليل الكميات للنموذجين قبل وبعد التعديل. تم عمل جدول مقارنة للكميات والتكاليف حسب ما هو موضح في الجدول **(3.2)** ويتضح عدم تغيير عدد الادوار او مساحة الفيلا او التصميم الداخلي لها حيث اقتصر التغيير والتعديل على نوعيات القواعد والجدران والاسقف المستخدمة في البناء الاساسي فقط ونلاحظ ان هذا التغيير البسيط ادى الى توفير حوالي 24% من التكاليف للهيكل الخرساني (حامد ، 2007م).

جدول (4.2) يوضح مواصفات وشروط تنفيذ الفلا بالخرسانة المسلحة وبطريقة الجدران الحاملة

م	البيان والوصف	المواصفات وشروط التنفيذ	
		الخرسانة المسلحة	الجدران الحاملة
1	عدد الأدوار	2	2
2	مساحة الدور الواحد	170 م^2	170 م^2
3	نوع القواعد	لبشة خرسانة بسماكة 30 سم وتزداد السماكة عند الاطراف الخارجية لتصل الى 75 سم وعرض 30 سم	قواعد شريطية مستمرة تحت الجدران بسماكة 30 سم وعرض 70 سم
4	عدد الاعمدة	23 عامود	لايوجد
5	نوع السقف	سقف خرسانة سماكة 12 سم محمل على كمرات خرسانية بعمق 50 سم مع بعض الاجزاء من السقف بسماكة 20 سم	سقف هوردي سماكة 20 سم مع استخدام الوب الهوردي الصغير بارتفاع 12 سم
6	الجدران	جدران فاصلة من الطوب الاحمر الفخاري سماكة 20 سم	جدران حاملة من الطوب الاحمر الفخاري سماكة 20 سم

المواد الرابطة لأحجار البناء:

1. **المونة الكلسية** : هي مادة رابطة قديمة مؤلفة من الرمل والكلس ،وكانت تستعمل في الجدران المبنية من الحجر الطبيعي . و هذه المونة ضعيفة مقارنة مع المواد الحديثة .
2. **مونة القرصمل** : هي مونة مكونة من التراب الاحمر والكلس مع بقايا حرق الافران (رماد) بنسب معينة ، وكانت تستعمل في الجدران المبنية من الحجر الطبيعي او من الاجر وهي ذات متانة ضعيفة ايضاً.

3. **المونة الترابية** : تتكون من التراب والتبن والماء وكانت تستعمل مع اللبن الترابي وهي ذات متانة ضعيفة تتأثر بالرطوبة وبالعوامل المناخية .

4. **مونة الجبص** : تصنع من خلط الجبص Gypsum بالماء وهي مونة سريعة التصلب وكانت تستعمل مع الاحجار المنحوتة لبناء القناطر متانتها متوسطة ويعيبها تأثرها الشديد بالماء.

5. **المونة الاسمنتية** : هي مادة رابطة حديثة ومتينة وتقاوم الرطوبة والعوامل المناخية بصورة جيدة . تتكون هذه المونة من الاسمنت والرمل بنسبة 3:1 او 4:1 وتستعمل المونة الاسمنتية في الجدران الحاملة من الحجر الطبيعي او الاجر الغضاري او الاجر الرملي الكلسي او البلوك الاسمنتي.

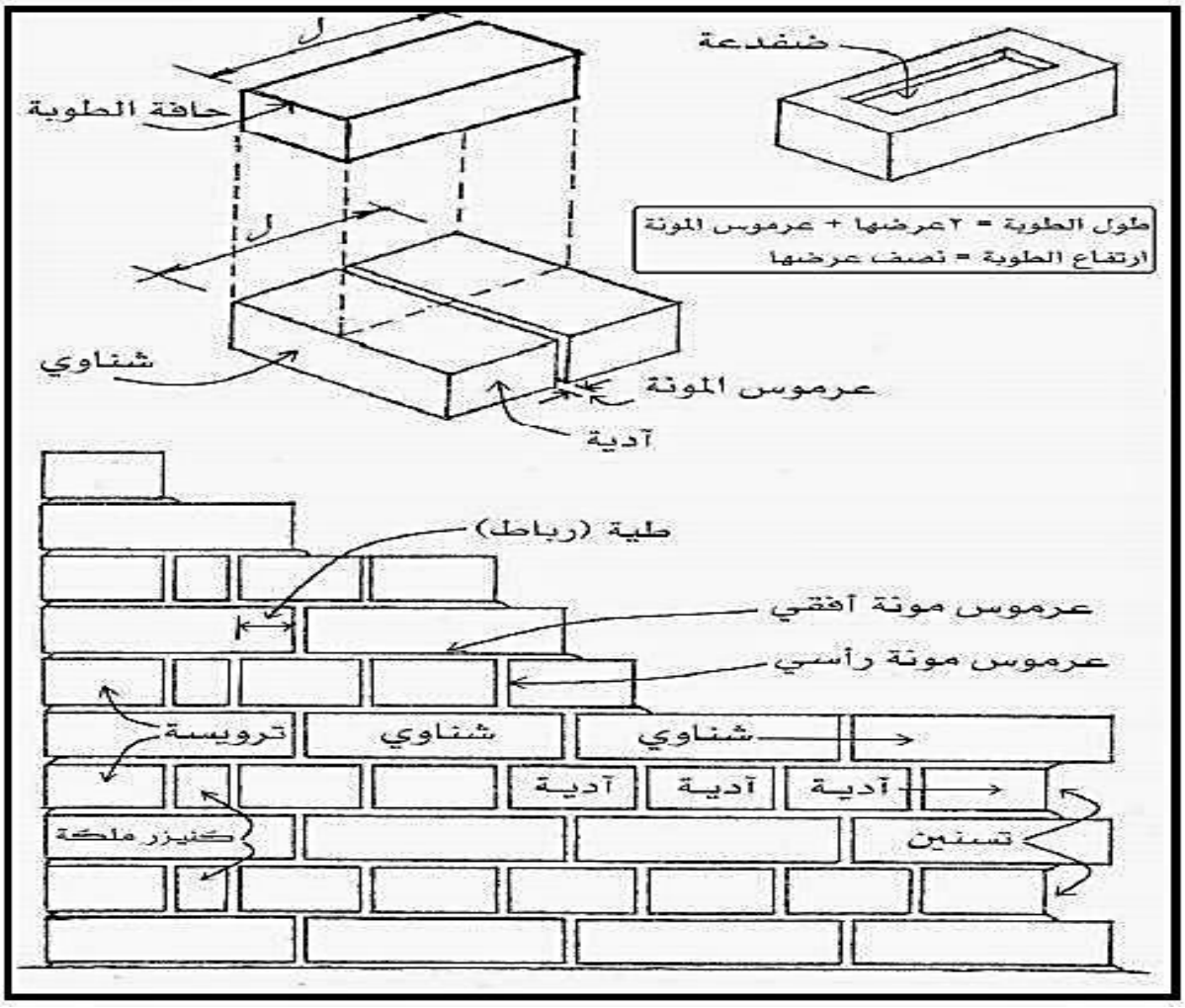
اربطة الطوب :

يجب ان يكون الحائط مترابطا ليعمل الطوب مع المونة معا كوحدة واحدة تتحمل الاحمال وتوزعها ، لذا لابد من ان يكون رص الطوب بطرق معينة لضمان الربط الجيد .

انواع اربطة الطوب:

1. **الرباط المستمر** : حائط 1.5 طوبة تشيد شناوي
2. **الرباط الانجليزي** : مدماك ادية يليه مدماك شناوي ، نجد ان الحائط المشيد بهذا النوع من الرباط ذو قوة اكبر وتراب افضل لقلة عراميسة وكذلك ربط نصفي الطوبة معاً.
3. **الرباط الفرنسي** : في المدماك الواحد يتم رص طوبة شناوي تتنصف طوبتين ادية

(British -1992)



الشكل رقم (10.2) يوضح اربطة الطوب