

الحجر القدسي

مقدمة :

يعتبر الحجر من أقدم مواد البناء المعروفة وبالنظر لخواصه الفريدة فقد اعتبر الحجر من المواد الأساسية في الأبنية الدائمة وظل الحجر هو المادة السائدة في البناء حتى حلول القرن العشرين حيث أدخلت مواد أخرى .

الحجر الطبيعي له عدة مصادر منها الأردن و فلسطين و السعودية و المغرب و غيرها..



استخدامات الحجر:

بشكل عام يستخدم الحجر الأكثر صلابة للأرضيات كالجرانيت والرخام أما الأقل صلابة فستعمل في الواجهات وذلك لخفض التكلفة

استخراج الحجر الطبيعي

يتم استخراج الحجر من المحاجر على شكل مكعبات حجرية كبيرة
ثم يتم قصه إلى المقاسات المطلوبة بحيث يكون اتجاه طبقات الحجر الترسيبية
عمودياً على اتجاه تحميل الحجر.



مزايا الحجر الطبيعي:

1. ثبات الألوان وعدم تأثره بالعوامل الطبيعية
2. العزل الحراري والصلابة المتانة .
3. المحافظة على الشكل والرونق الطبيعي.
4. قلة الحاجة إلى الصيانة
5. مناسبة لكافة الظروف المناخية.

عيوب الحجر الطبيعي:

كون الحجر مادة طبيعية فهو لا يخلو من العيوب مثل الترسبات الكلسية والعروق الطينية والتجويفات .
ولتفادي هذه العيوب إن وجدت يتم النقش على الحجر بأشكال عدة ومن هذه الأشكال المتعارف عليها محلياً : الطيزة والمطبة والمسمم والمنقر (الملطش) والمجلي والممشط.

أولاً: تصنيفات الحجر :

1- التصنيف حسب المركبات التي يحتويها :

- أ- حجارة تحوي سليكا بشكل رئيسي مثل حجر الكوارتز
- ب- حجارة تحوي سيليكات ومعادن أخرى .
إن معادن السيليكات تحوي فلديسبار الذي هو سيليكات الألمنيوم مع جير وبوتاسيوم وعندها تكون حمراء أو زهرية صافية أما إذا كانت سيليكات الألمونيوم مع الحديد فإن لونه يصبح بنياً أسوداً.
- ج- حجارة تحوي معادن كلسيه وهي إما تكون كالسيت أي كربونات الكالسيوم النقية أو دولوميت أي كربونات الكالسيوم مع المغنيسيوم.

2_ التصنيف حسب النقش :

يتم نقش وجه الحجر بأشكال متعددة منها :



أ. مطرش (منقر):

تم نقش هذا الحجر بتتقير
السطح بالشوكة المدببة
موزعا توزيعا منتظما قدر
الإمكان وموحدا لكامل البناء
على ألا يزيد عمق التقير
في بناء الدرجة الأولى عن
3 ملم وعن 5 ملم في بناء
الدرجتين الثانية والثالثة.



ب. حجر مسمس :

يتم نقش هذا الحجر بتهذيب
السطح بالأزميل بخطوط
متساوية ومتوازية أفقيا أو
عموديا أو بزاوية 45 درجة
وبشكل مكثف مع مراعاة عدم
زيادة عمق النقش عما هو
مبين فيما يلي :

1. بناء درجة أولى 3 ملم

2. بناء درجة ثانية 5 ملم

ج. حجر طبزة :



يتم نقش هذا الشكل بترك بروز الوجه
طبيعيه دون أي تهذيب سوى إزالة
الرؤوس المدببة أو النافرة والظاهرة
بشكل غير لائق على ألا يزيد بروز
الدرجة عن 90 ملم من مستوى
الحواف وألا يقل عن 50 في بناء
الدرجة الأولى و 40 في بناء الدرجة
الثانية و 30 في بناء الدرجة الأولى .

د. حجر مطبه :



يتم نقش هذا الشكل بتسوية وجه الحجر
أولا إما يدويا أو بالمنشار ثم دقه
بالمطبه سن 10 أو 12 أو 14 بشكل
مكثف وحسب ما هو مطلوب.

على أن يكون وجه الحجر خاليا من
أي تجويف أو نقر أو ما شابه من
عيوب .

هـ. حجر ممشط :



يتم نقش الوجه بتسوية سطح الحجر أولا
ومن ثم تمشيط الوجه بالمشط الخاص
وبشكل مكثف هذا ولا يصلح الشكل إلا
للأحجار الطرية .



3. تبعا للأبعاد :

أ. الأبعاد y, x :

$X * 20$ سم

$X * 10$ سم.

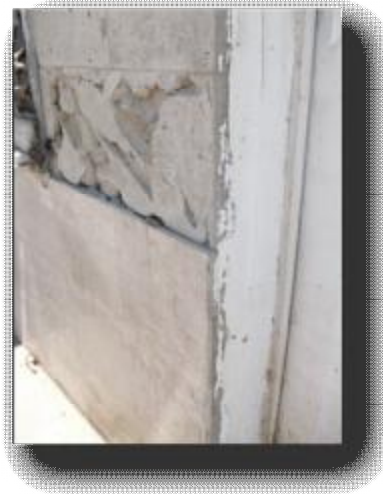
ب. البعد Z :

3 سم

5 سم

7 سم

15 سم.



4. تبعا للون:

أ. أبيض

ب. أحمر (دم الزغلول)

ج. أصفر

د. صليب



العيوب الحجرية :

- 1- الفجوات: على هيئة جيوب داخل الحجر مما يجعله ضعيفا بمرور الزمن.
- 2- التسوس: على هيئة جيوب مملوءة بمواد متحجرة - كالصدف مثلا .
- 3 - العروق: عبارة عن شقوق مملوءة بمواد أهمها كربونات الكالسيوم المتبلورة .
- 4-الرقش: وهي جيوب مملوءة بمواد طباشيرية الأمر الذي يشوه منظره ويجعله ضعيفا أيضا .

التحجير:

- هي عملية إخراج الحجر من موضعه في المحجر .
- وقبل المباشرة في إخراج الحجر لا بد من معرفة صلاحية الحجر للاستعمال والتأكد من أن الحجر يحقق المتطلبات من حيث القوة والصلابة وإمكانية التصنيع والدوام واللون والمسامية، بالإضافة إلى سهولة التحجير والوصول إليه والحجم والنقل وعمق التحجير وقرب الطبقات من السطح وهي كلها عوامل مهمة من عوامل دراسة صلاحية الحجر للبناء .
- كما أن تركيب الطبقات والفواصل تلعب دورا هاما في إمكانية التحجير بكتل مناسبة قوية حيث يجب أن يخلو الحجر من الفواصل القريبة والتشققات والفواصل الضعيفة .
- يمكن استعمال التثقيب والفلق في التحجير مع الاستعانة بالتشققات الموجودة بين طبقات الصخر فهذه تحدد سماكة الكتل التي يتم تحجيرها.
- عند عمل الثقوب في المحجر ذي الطبقات تكون الثقوب متعامدة مع اتجاه الطبقات وفي حالة وجود الصخر ككتلة دون طبقات تعمل ثقوب رأسية وأفقية .
- في كلتا الحالتين تدخل الأسافين لكي تفصل الصخر باتجاه الثقوب ثم تقطع إلى الكتل اللازمة ثم تهذب .
- تستعمل المناشير لكي تقطع الصخر للأحجام والأبعاد المطلوبة .

التصنيع :

- 1_ بعد استخراج الكتل الحجرية من المحاجر يتم تربيع هذه الكتل إلى المقاسات والأحجام المطلوبة إما يدويا أو بالمنشار
- 2_ بعد ذلك يتم نقش الحجارة بالنقوش المطلوبة .

الأدوات المستخدمة:

أدوات السلامة

خيط قطني

أسافين

مطارق

مواد اللصق (ديبق)

مناقب بسمكات مختلفة

حجر جلع (صاروخ)



أدوات خاصة بعملية التكحيل :



مطارق

مناقب بسماقات مختلفة

فرشاة سلك + فرشاة ناعمة

فرشاة

مقدح

مسطرين تكحيل

ميزان





تشوين المواد:

الحجر القدسي

رمل

اسمنت بورتلاندي

اسمنت أبيض

حصمة

(عدسية)

الحديد 6 ملم

مكملات



تجهيز الموقع:

1. - أعمال السقف

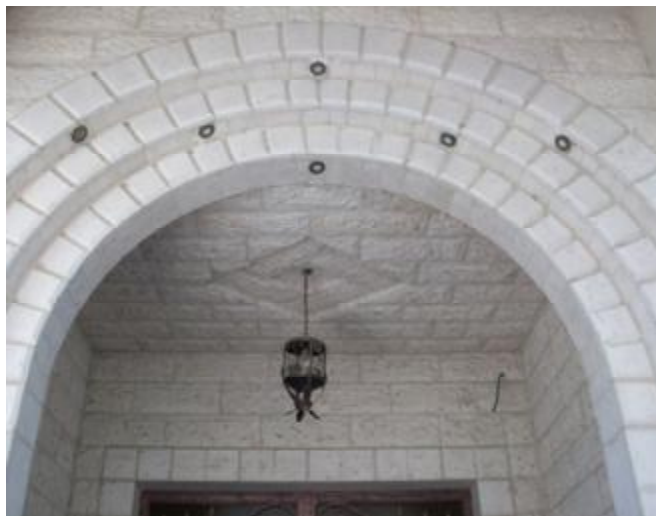
1- تخشين السطح السفلي

من الحجر.

2- - إضافة حديد التسليح.

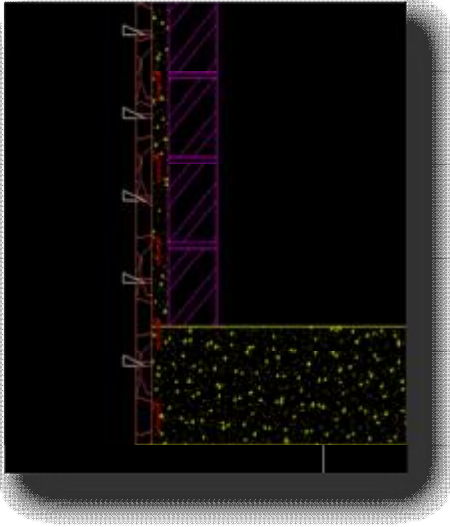
3- رص الحجر على طوبار

السقف مباشرة



2. أعمال الجدران :

- 1- تخشين السطح السفلي من الحجر
- 2- إضافة حديد التسليح
- 3- رص الحجر على جنب طوبار السقف



طريقة البناء:

- 1- كمادة مستقلة
- 2- تغطية خارجية
- 3- تلبيس



طرق تثبيت الحجر:

تقسم إلى ثلاث طرق رئيسية:

1. **الطريقة الأولى :** يتم تثبيت الحجر بواسطة مرابط خاصة تشبك في سلك فولاذية خاصة يتم تثبيتها مسبقاً على الجدران وهذه الطريقة تسمى طريقة السكك.
2. **الطريقة الثانية :** وهي طريقة المرابط وفيها يتم تثبيت القطع الحجرية بواسطة مرابط خاصة تثبت الحجر مباشرة بالجدران.

الطريقة الثالثة : هي طريقة تربيط بالأسلاك وهي الطريقة الشائعة محلياً وهي عبارة عن استخدام مجموعة من الأسلاك الفولاذية لتثبيت الحجر إلى شبكة تسليح مثبتة مسبقاً على الجدران من منتصف الفراغ المتروك للحشية الخرسانية بين الحجر والجدران

يثبت على الأقل مربطين من السلك الفولاذي في حافة الحجر العليا بعد تجهيز الثقوب اللازمة في الحجر وتكون بعمق 5 سم تقريباً ومن ثم يربط إلى شبكة التسليح مباشرة .

جميع مواد التربيط يجب أن تكون مصنوعة من الفولاذ المغلف عديم الصدأ .



تركيب الحجر :

يوجد حالتان في تركيب الحجر :

- 1_ أن يكون البناء قيد الإنشاء ويراد تغطيته بالحجر الصخري
 - 2_ أن يكون المبنى قد تم بناءه ومن ثم يراد تكسيته بالحجر الصخري.
- في كلا الحالتين يتم وضع شبكة من الحديد قطره 6 ملم ويتم صب خرسانة بين الجدار والتغطية ولكن الاختلاف في الخرسانة:
- ففي الحالة الأولى يتم وضع رمل واسمنت وحصمة.
- أما الحالة الثانية فلا يوضع حصمة .

1. يتم تثبيت الشبكة المعدنية في اتجاهين على الواجهة تدريجياً مع تقدم البناء وتثبت هذه الشبكة إلى الجدران بواسطة براغي مع فجل فولاذية وبإضافة الفواصل لتبعد الشبكة عن الجدار.



2. أثناء ذلك تجهز المونة المحضرة من الاسمنت الأبيض والرمل والماء.

يبدأ البناء بتركيب الزوايا أولاً مع ضبط استقامتها في كل من الاتجاهين الأفقي والعمودي ومن ثم يغلق بينهما حيث تترك مسافة بين الحجر والجدار مقدارها 5 سم على الأقل لتتم تعبئته بخرسانة طرية للتأكد من انسيابها إلى كل الفجوات.



3. يتم تثبيت الحجر بفرد المونة تحت حافة الحجر الرفيعة ، ونظراً لرفع سماكة الحجر المستعمل في التثبيت يتم تثبيت الأحجار المتتالية بمادة لاصقة (ديبك شايش) صنعت خصيصاً لأعمال الحجر والرخام وذلك لجعل المداميك متماسكة.

ولتفادي أي خلل في استقامتها خلال صب الخرسانة خلف الحجر . يستخدم في هذه العملية الخيط والميزان والشاقول للمحافظة على استقامة الحجر أفقياً ورأسياً



بالإضافة إلى استعمال أسافين خشبية تحت الحجر وذلك من أجل الحفاظ على الحلول متساوية .



بعدها يتم تثبيت أسلاك فولاذية بقطر
4 ملم في وسط الجانب العلوي
للحجر وذلك لتفادي اندفاع الحجر
للاتجاه المعاكس للجدار.

4. يمنع تثبيت أكثر من ثلاثة مداميك أو ما يزيد ارتفاعه عن 75 سم دون تصفيح
الحجر أي (صب الخرسانة خلف الحجر) .

5. يصفح الحجر بالخرسانة على
طبقات بحيث لا يزيد ارتفاع
الطبقة عن 25 سم وأن يكون
منسوب الطبقة تحت مستوى
المدماك .



ويجب ألا تصب الطبقة التالية
قبل مرور ساعة على الأقل من
صب الطبقة السابقة وذلك
لتفادي اندفاع القطع الحجرية من
مكانها بسبب ضغط الخرسانة
الطرية .

يمنع تثبيت الحجر بالإسفين من الداخل ويجب تنظيف الحلول وإزالة الإسفين أولاً
بأول بعد مضي 24 ساعة



1- أعمال الأقواس:

- 1- يحدد نسب وأبعاد قالب القوس المطلوب صبه
- 2- يرسم نسخة من القوس على الأرض على قطعة من الكرتون .
- 3- يقسم القوس إلى أجزاء ويتم رسمها على الكرتون
- 4- يتم قص الحجر تبعا للشكل الناتج من عملية قص لوح الكرتون .
- 5- يتم رص الأحجار على طوبار القوس.
- 6- تصب الكشفة والأحجار مثبتة.

أعمال التشطيب:

- 1- يتم إزالة الأسافين من الحلول .
- 2- - يتم فتح (تحفير) الحدود بين المداميك باستخدام الجلك .
- 3- يتم تنظيف الحجر باستخدام فراشي السلك .
- 4- توضع الكحلة بين خطوط المادميك .
- 4- تنظف الزوائد باستخدام فرشاة شعر ناعمة .
- 5- عند الحاجة : يطلّى الوجه الخارجي بمادة تسمى محليا “ ماء الزجاج “ لإضافة اللمعان و إغلاق المسامات.

التلميع و التنظيف:

- 1.بعد الانتهاء من تركيب الحجر تفك الأسافين ثم ينظف وجه الحجاره من الأوساخ العالقة بإحدى طريقتين :
- إما بالمضخة الهوائية مع الرمل
- الديسك مركب فيه فرشاة سلك
- 2.بعد الانتهاء من عملية التنظيف يتم فتح الفراغات بين الأحجار، ويتم وضع مونه بين الأحجار مكونة من اسمنت أبيض ورمل كساره (كوارتز)
- 3.تنظف هذه الفراغات بين الأحجار باللون الأسود بفرشاة رسم صغيرة حسب الرغبة بشرط أن تكون المونة ما زالت لينة حتى تتشرب الدهان
4. يتم دهن السطح كله بماء النار والماء ليعطينا اللون الأصلي واللامع للحجر القدسي .

دور المهندس المشرف:

تحديد نوع أو شكل الحجر، كما يحدد ارتفاع الحجر المطلوب استخدامه والقطع والأشكال المرغوب بها ، بالإضافة إلى تحديد سماكة الحجر والمحبذ أن لا تقل عن 5 سم.

1. اخذ عينات عشوائية من الحجر قبل الشروع في عملية البناء.
2. التأكد من الأفقية والرأسية في المداميك.
3. التأكد من أن التسليح مطابق للمواصفات.
4. قبل البدء في تركيب الحجر يجب أن تحضر الكمية المطلوبة من الحجر وتخزن في الموقع بعد التأكد من أن جميع الحجارة الموجودة من أصل واحد ولا توجد بينها اختلافات جذرية من حيث اللون أو المصدر وذلك لا يعني الاختلافات الطبيعية البسيطة من لون وعرق الحجر.
5. التأكد من تنظيف الحجر وإزالة العوائق.
6. التأكد من إغلاق التكحيل.
7. يحسب ارتفاع أدوار المبنى حسب ارتفاع الحجر المطلوب وذلك لتوحيد ارتفاع الفتحات المعمارية في كل الأدوار، حيث تفتح تلك الفتحات كالشبابيك والأبواب حسب ارتفاع الحجر ويمنع أي غلق تحت أو فوق الفتحة.

الشروط العامة لتنفيذ الحجر:

- 1- يجب أن يكون الحجر على اختلاف أنواعه (الملطش، المجلي، المثلث.....) من النخب الأول الصلب خاليا من الأملاح والعروق والسوس ولا وجود للمواد الغريبة فيه.
- 2- يجب أن يكون متجانس اللون والمظهر ولا يفقد تجانسه مع مرور الزمن.
- 3- يجب أن تخضع الكمية الموردة للفحص المخبري بعد مرورها من الفحص البصري وذلك للتأكد من خواص الحجر، حسب البيان التالي:
فحص نسبة الامتصاص القيمة المطلوبة $>$ أو يساوي 3% من الوزن

الكثافة النوعية القيمة المطلوبة $<$ أو يساوي 2600 كجم/م³

قوة التحمل (الكسر) القيمة المطلوبة 600_800 كجم/سم²

- 4- على المقاول تقديم عينات من الحجر المراد تركيبه لتكون نموذجاً لنوع الحجر وتبقى هذه العينات محفوظة لدى المهندس المشرف طيلة فترة تنفيذ العمل.
- 5- يجب تخشين السطح الملامس لجهة الباطون بشكل جيد بالشوكة وبموافقة المهندس.
- 6- يبنى الحجر على بطنه الطبيعي بعد تنظيفه وغسله بالماء للتخلص من ظاهرة تشييد الحجر.
- 7- يجب أن تكون حلول البناء بخطوط مستقيمة خالية من أي تعرج ومتعامدة مع بعضها وتنظيف الحلول أولاً بأول وبعمق لا يقل عن 1.5 سم.
- 8- يجب أن يكون البناء على القدة والميزان والخيط والشاقول.
- 10- يراعى دعم أحجار التلبيس والبروزات في الأماكن التي يرى المهندس ضرورة لدعمها بطوبار مناسب للمحافظة عليها من الدفع عند صب الباطون ويتحمل المقاول مسؤولية أي ضرر من هذا القبيل.
- 11- يمنع صب الباطون خلف الحجر لأكثر من مدماكين لتجنب حدوث خنه في الحجر (تعشيش).
- 12- يجب خلط مونة لبناء الحجر تكفي للعمل بها خلال نصف ساعة على الأكثر وكل مونة يمضي عليها أكثر من هذه المدة لا يسمح باستعمالها حتى ولو أضيفت إليها كميات أخرى من الاسمنت.
- 13- لا يقل ركوب الحجر (التشريك) عن 25 سم من كل جهة إلا إذا كان محصوراً تحت لمع يزيد عرضها عن 50 سم فيجب أن يحصر الركوب إلى منتصف اللمع.
- 14- يجب قذح القطع المجلفنة لتثبيت الحجر بالباطون على عمق 2.5 سم (منتصف الحجر) ويجب غمس المجلفنة بالملتينية لضمان تماسكها بالحجر.
- 15- مراعاة أن يتم القذح في الباطون القائم بشكل مائل.