

البناء بالحجر

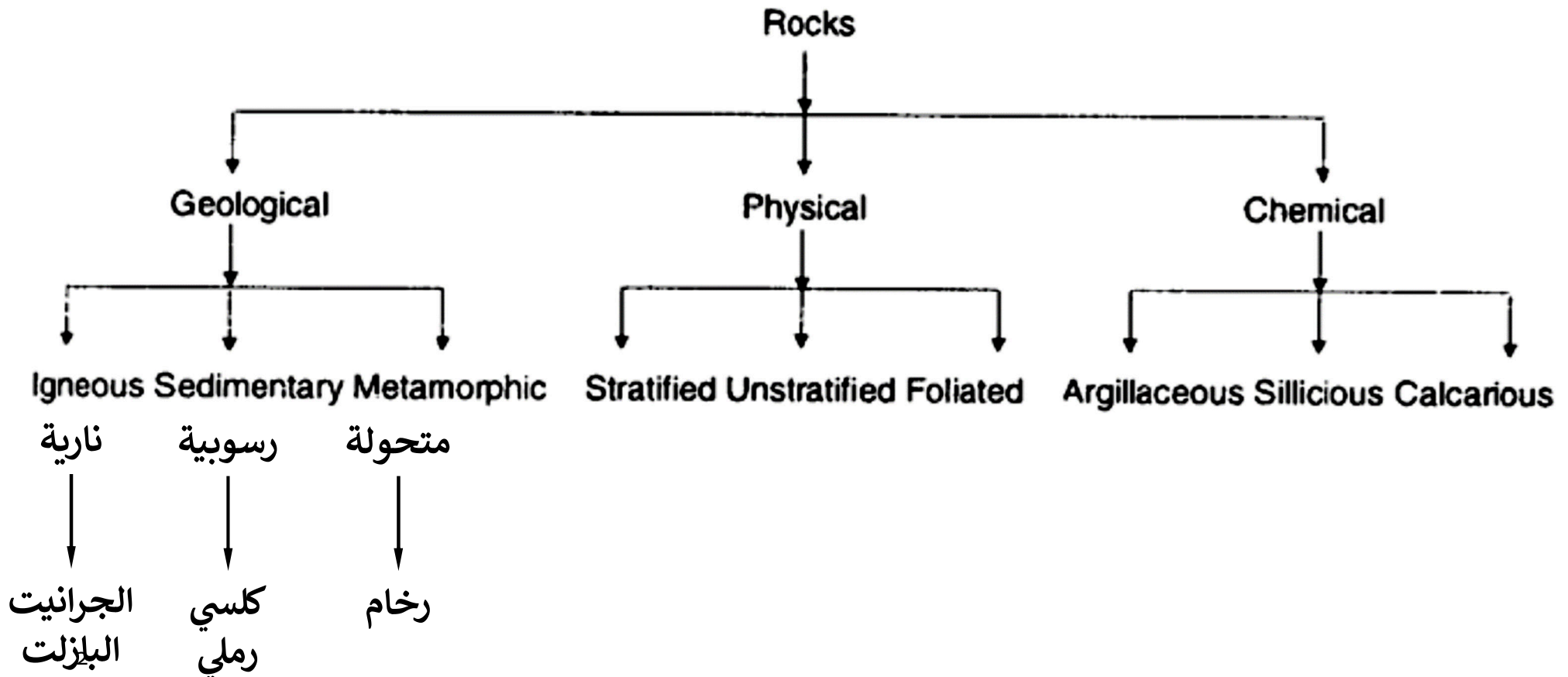
Chapter

5

Natural Stones

الحجر

- الحجر هو مادة طبيعية قاسية مشكله من المعادن والمركبات الأرضية الموجودة في الصخور والتي هي الجزء العلوي من القشرة الأرضية.
- يمكن تصنيف الصخور بثلاث طرق على أساس تكوينها الجيولوجي وصفاتها الفيزيائية إضافة لتركيبها الكيماوي كما في الشكل.



الصخور النارية (Igneous Rocks)



- تتكون نتيجة انجماد الصخور المنصهرة (غالباً نتيجة البراكين). وتمتاز بألوانها القاتمة، ومساميتها القليلة، وقوتها العالية، ووزنها الثقيل ومن أمثلتها الجرانيت والبازلت.

- الجرانيت: اهم صخور هذه المجموعة وأكثرها استخداما في حجر البناء ويتكون من عدة عناصر أهمها الكوارتز (25-40%) ، الميكا (3-10%) والفلدسبار (50% وأكثر) ويمتاز بالكثافة العالية والقوة، حيث يعتبر حجر الجرانيت من اقوى واثقل الحجارة المستخدمة واقلها تأثرا بالظروف البيئية المحيطة لذا يكثر استخدامه في الاعمال الخارجية كأعمال التكسية بالإضافة الى الاعمال المعرضة لظروف بيئية صعبة. الا انه ونتيجة لقساوته وقوته يصعب قصه وتشكيله ونقشه.

الصخور الرسوبية (Sedimentary Rocks)

- هي صخور تكونت في الغالب من تحلل صخور قديمة بفعل الماء والرياح واستقرت على شكل طبقات في المنخفضات على سطح الأرض وقد تتكون من تراكمات ذات أصل عضوي تدريجيا بالماء على مدى آلاف السنين. ومع مرور الزمن وبفعل الضغط فوقها اصبحت الطبقات الرملية والكلسية كتل مترابطة. تمتاز بخواص متباينة بسبب تعدد التراكيب والطبقات . من اهم الصخور في هذه المجموعة الصخور الكلسية والرملية.

- **الصخور الكلسية (Lime Stone):** هي صخور متكونة بصورة أساسية من كربونات الكالسيوم (كالسيت) او الماغنيسيوم (دوليميت)، وتكون ذات لون ابيض او قريبة منه وتفاوت كثيرا بالصلابة ، ومنها ما يصلح للنحت ومنها رخو سهل قطعة بالمنشار . تعتبر الحجارة الكلسية جيدة للبناء وينتشر استعمالها في فلسطين لإنتاج حجر البناء، والخرسانة وفي أعمال الطرق. تنتشر الصخور الكلسية في مناطق متعددة من الشمال الى الجنوب.

الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks)

تتكون الصخور المتحولة من تعرض صخور اقدم سواء كانت رسوبية ام نارية الى الضغط والحرارة العالية في باطن الارض والذي يسبب تغيرا في تركيبها الإنشائي، فمثلا تتحول الصخور الكلسية الى الرخام، اما الصخور الرملية فتتحول الى حجر الكوارتز الرملي.



- **الرخام:** هو حجر كلسي متحول نتيجة الضغط والحرارة لذا فهو اقصى من الحجر الكلسي واكثر كثافة ويمكن صقلة وتهذيبه. لونه بالأساس ابيض اذا كان نقي تماما ويتلون بسبب وجود الشوائب في الحجر الجيري الأصلي المكون له بعدة الوان من الاحمر للوردي والاخضر والبيج وحتى الأسود. يتأثر بالأحماض مثل الحجر الجيري لذا يوصى بصقلة جيدا في حال استعماله في بيئة حامضية.

استخراج وتصنيع حجر البناء



1. التحجير: هي عملية إخراج الحجر من مواضعه في ما يسمى بالمحاجر. يتم التحجير بوحدة أو أكثر من الطرق التالية: الحفر، الثقيب والوتاد، القص بالمنشار، التسخين والتفجير وذلك اعتماداً على نوعية وأبعاد الحجر المراد استخراجها.

2. قص و تشكيل الحجر: قص الكتل المستخرجة من المحجر (المرايع) إلى ألواح أو قطع صغيرة و معالجتها حسب الطلب قبل شحنها للأسواق وتستخدم للقص مناشير خاصة يطلق عليها باللغة الدارجة «القاطر» وهي آلة متعددة الشفرات تستخدم لقص المرايع لألواح منتظمة السمك دفعة واحدة لتصنيع البلاط أو ألواح الرخام، و «المنجل» وهو منشار بشفرة واحدة يستخدم للمرايع التي بها فواصل وعيوب لقص حجر البناء منها.

استخراج وتصنيع حجر البناء

3. الجلي والمعالجة: بعد القص يجلى الحجر المراد تصنيعه لبلاط او الواح لضبط سمكة ثم يجفف بأفران خاصة ويعالج بمادة ابوكسية لتعبئة الفراغات والشقوق ثم يجفف ويجلى مرة اخرى قبل ان يقص بأبعاد موحدة حسب الطلب.

4. نقش الحجر: يتم نقش الحجر بأشكال مختلفة لإعطاء المظهر الجمالي والتخلص من آثار قص المنشار على سطح الحجر. أنواع التشطيبات التي تتم على وجه الحجر والرخام الفلسطيني بشكل عام هي الطبزة، الملطش، المسمم، المط، منشور والمنشور والمط.



نقش الحجر

الطبزة

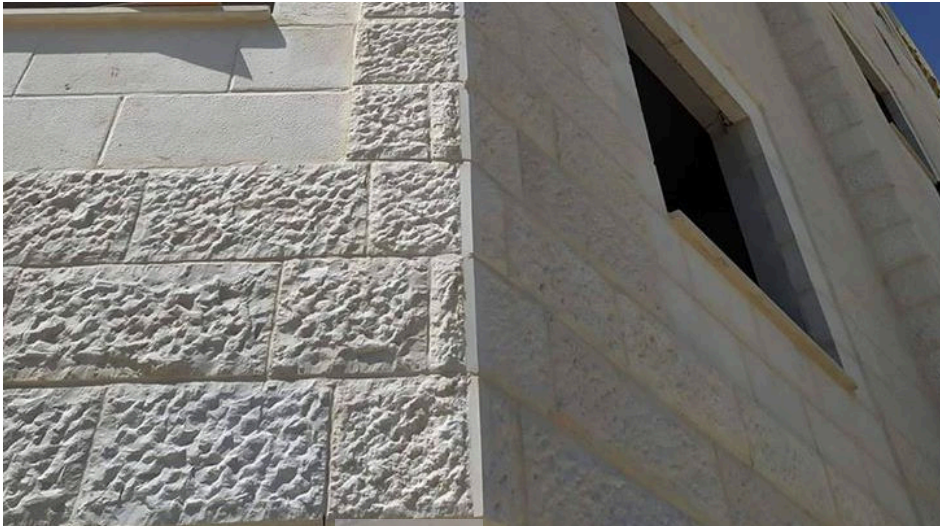
يتم نقش وجه الحجر بحيث يظهر وكأنه طبيعي وذلك باستخدام الازميل والمطرقة وتبقى باقي جوانب الحجر كما هي بعد قصها بالمنشار. ومن الجدير بالذكر أن هذا النقش تراجع وقل استخدامه بعد التطور الذي حصل في ماكينات قص الحجر لكونه يستهلك كميات كبيرة من المادة الخام وتكون نسبة الفاقد فيه عالية. حالياً يقتصر استعمال هذا النقش على أنواع الخامة المتوسطة الجودة والرخيصه مثل حجر الشيوخ الأبيض وحجر بيت فجار الأصفر حيث تساعد طريقة النقش هذه في اخفاء عيوب الخام .



نقش الحجر

الملطش (المفجر-المنقر)

يتم نقش هذا الشكل (الصنف) بتنقير السطح بالشوكة المدببة أو ما يسمى بالأزميل (يدويا) على شكل خطوط قصيرة موزعة، وقد يكون التوزيع منتظما على شكل خطوط مائلة وقد يكون عشوائيا بحيث يكون حجم النقر كبير مقارنة مع المسمم، وبعمق لا يتجاوز 3 ملم لأبنية الدرجة الأولى و 5 ملم لأبنية الدرجة الثانية والثالثة. ويشترط أن يكون شكل الحجر موحدًا في البناء كله.

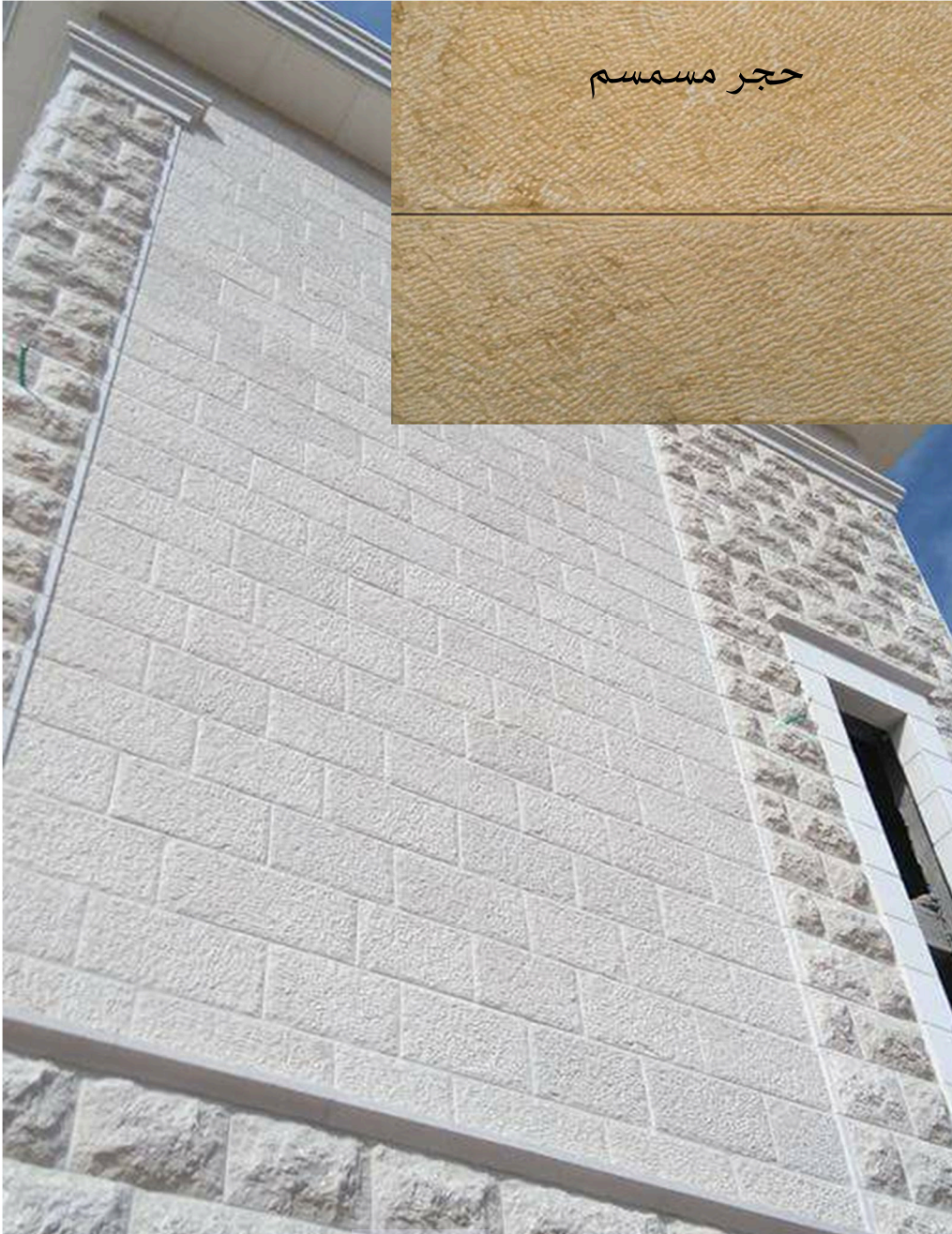


نقش الحجر

المسمسم

يتم نقش هذا الشكل بتهذيب وجه الحجر بالأزميل (يدويا) بخطوط متساوية ومتوازية أفقيا وعموديا أو بزاوية ميل 45 درجة، وبشكل مكثف على أن لا يتجاوز عمق النقش عن 3 ملم لأبنية الدرجة الأولى و 5 ملم لأبنية الدرجة الثانية. يجب أن تكون جوانب الحجر الأربعة مستقيمة ومتعامدة مع بعضها البعض وان يكون الوجه الأمامي في نفس مستوى الجوانب بدون بروز.

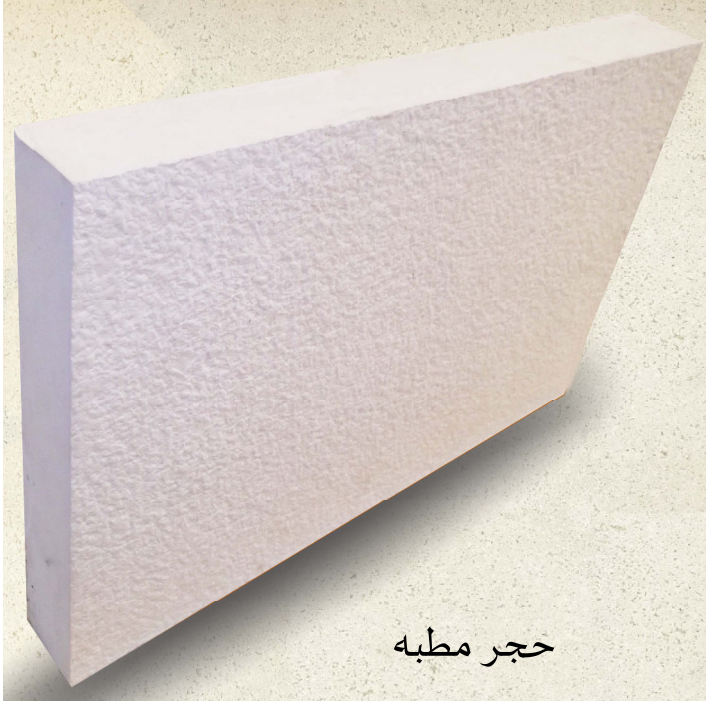
حجر مسمسم



نقش الحجر

المطبة

بعد قص الحجر بالمنشار الآلي ينقش بالمطبة (سن 10 أو 12 أو 14) وبشكل مكثف وحسب الطلب على أن يكون وجه الحجر خاليا من أي تجويف أو نقر أو لمعه أو ما شابهها من عيوب، وقد شاع مؤخرا استخدام المطبة الآلية والتي تعمل بضغط الهواء لتسريع العمل.



حجر مطبه



المطبة

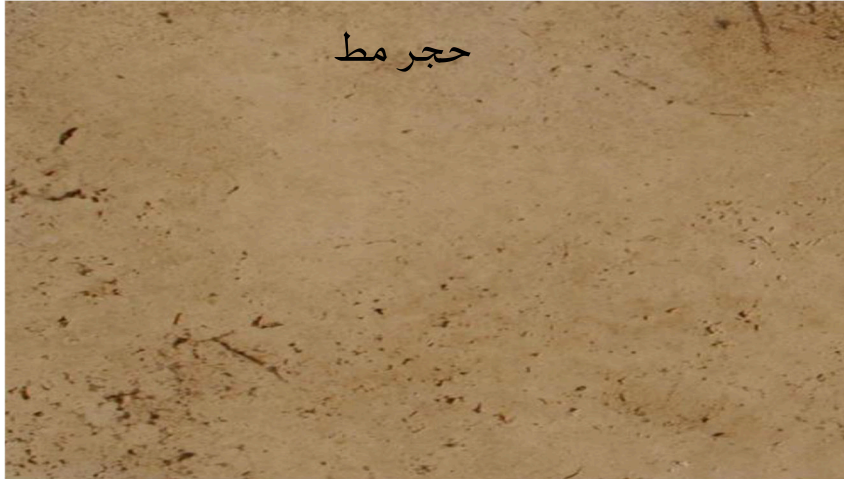


المطبة الآلية

نقش الحجر



■ **المنشور - النشر:** هو النقش الذي يتم الحصول عليه من جراء قص الحجر بواسطة المنشار (القاطر أو المنجل)، ويكون عليه آثار دسكات المنشار والتي هي عبارة عن حزوز وعلامات. أي أن هذا النقش لا يتم عليه أي نوع من أنواع المعالجة سواء كانت يدوية أو آلية.

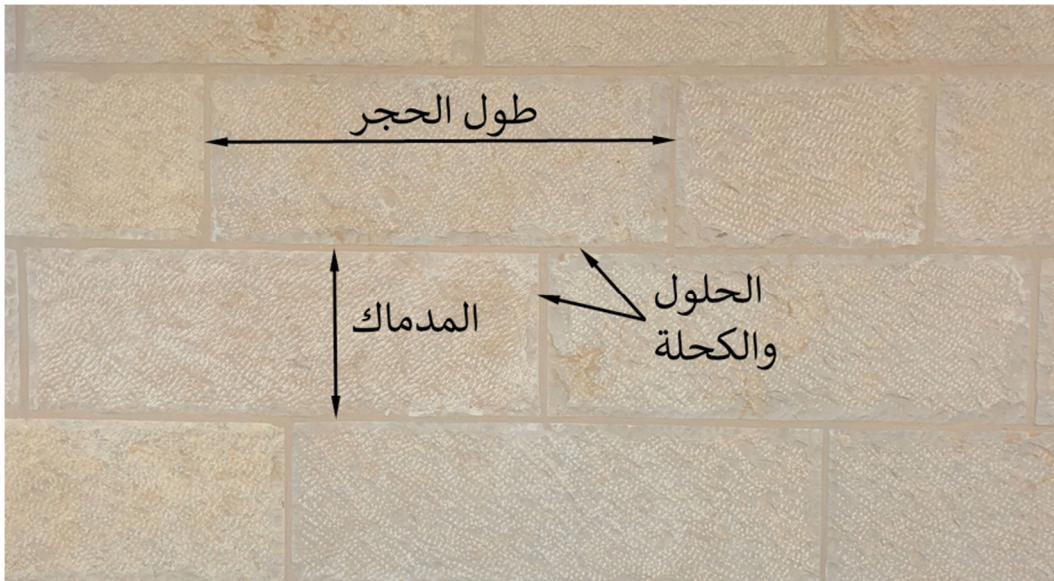


■ **المط بدون معالجة:** (للبلات غالبا) يتم في هذا النقش إزالة الحزوز وعلامات القص التي تتركها الدسكات، ولا يتم في هذا النقش معالجة وتعبئة الثقوب. ويعطي هذا النقش ملمس ناعم لوجه الحجر بعد التخلص من آثار القص.

التكسية بالحجر

قياسات الحجر المستعملة

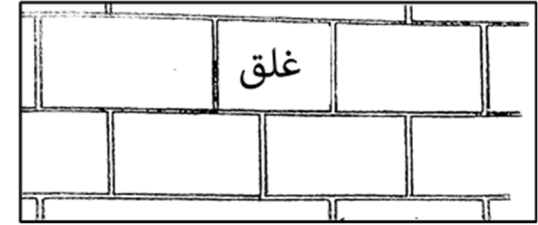
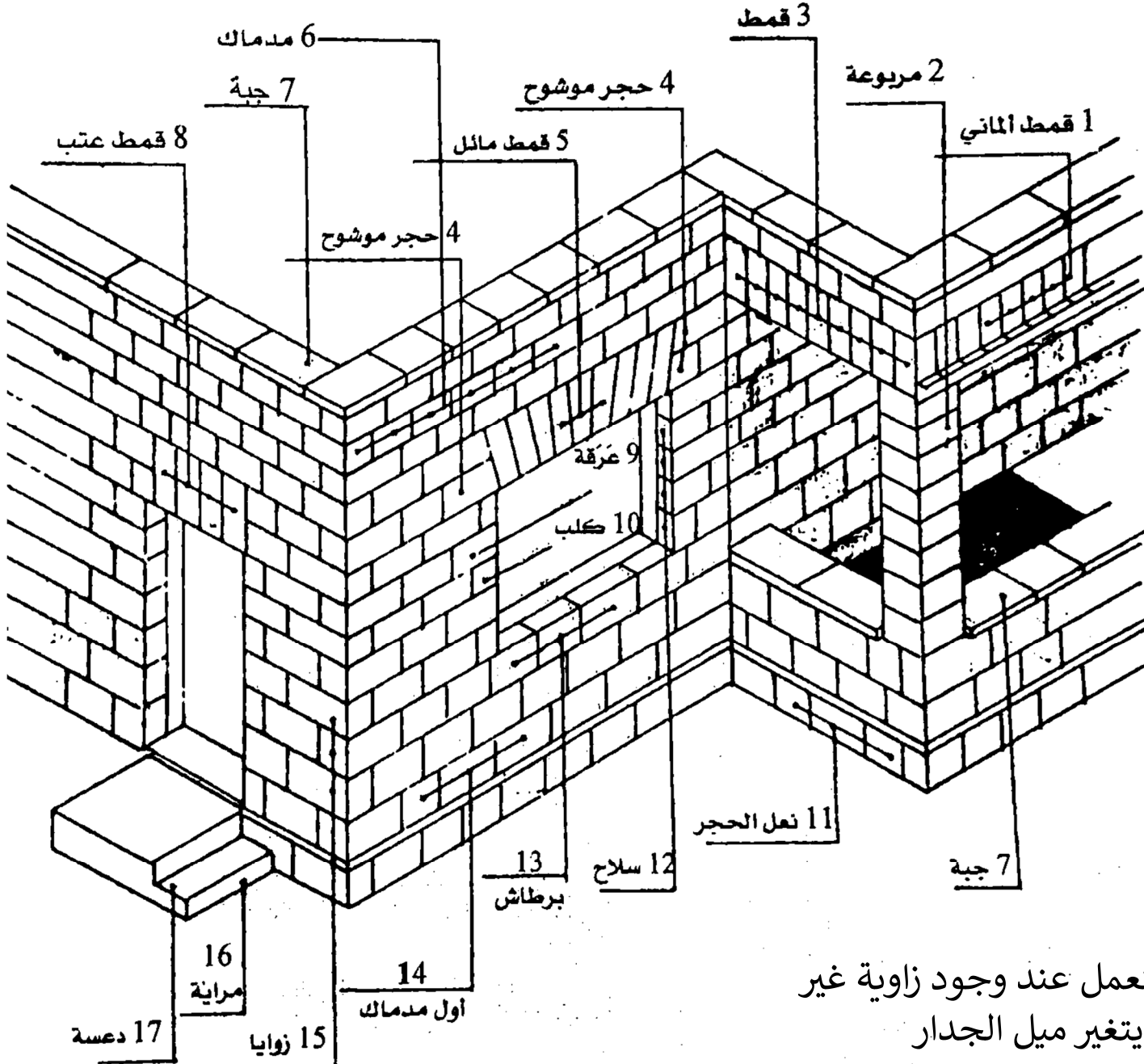
- طول الحجر: متغير في الواجهة الواحدة و يتراوح بين 35 سم – 70 سم.
- ارتفاع الحجر (المدماك) ثابت في الواجهة ويكون 25 سم في معظم الحالات ويمكن أن يكون 12.5 سم-50 سم في بعض التصاميم.
- سمك الحجر (الدمغ) 5 سم ، ويتوفر بالسماكات التالية (3 سم ، 4 سم ، 4.5 سم ، 5 سم ، 7 سم) .



- قياسات خاصة: ويمكن اختيار قياسات أخرى حسب حاجة المشروع على أن لا يقل طول الحجر عن 1.5 x الارتفاع.

التكسية بالحجر

أشكال وأسماء القطع الحجرية



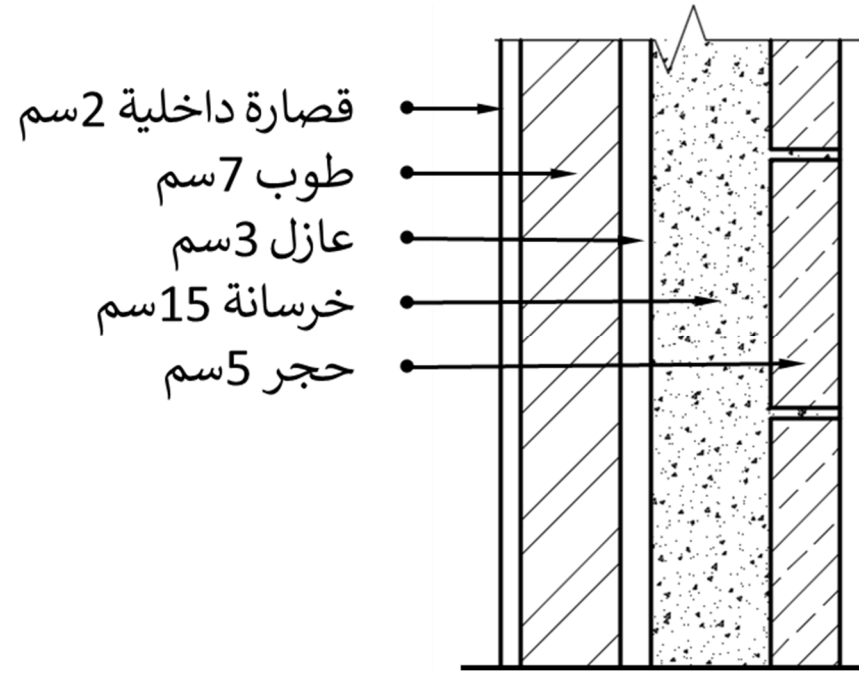
■ الغلق: حجر يقص
بمقاسات تحددها
الفتحة المتبقية في
المدماك.



■ الرخ: حجر يستعمل عند وجود زاوية غير
قائمة أو عندما يتغير ميل الجدار

التكسية التقليدية

- يتكون الجدار التقليدي المكسو بالحجر من خمس طبقات كما في الشكل. أحيانا يبني الجدار من اربع أو ثلاث طبقات وذلك دون طبقة العزل أو طبقتي العزل والطوب معاً.



- يبني الجدار على مراحل بدون طوبار حيث تبني الحفة الخارجية من الحجر بارتفاع 3-4 مداميك، ثم تبني الحفة الداخلية من الطوب وتبطن بمادة العزل ثم تصب الخرسانة في الوسط على طبقات لا يتعدى عمقها 20 سم.
- بطريقة أخرى، يبني الحجر كما سبق ثم ينصب طوبار عند حافة الخرسانة الداخلية ثم تصب الخرسانة بين الطوبار والحجر. في مرحله لاحقه تنفذ طبقة العازل ثم يبني الطوب.
- في الحالتين ينفذ بناء الجدار قبل صب عقدة الطابق وربما بعد تنفيذ الأعمدة.

التكسية التقليدية

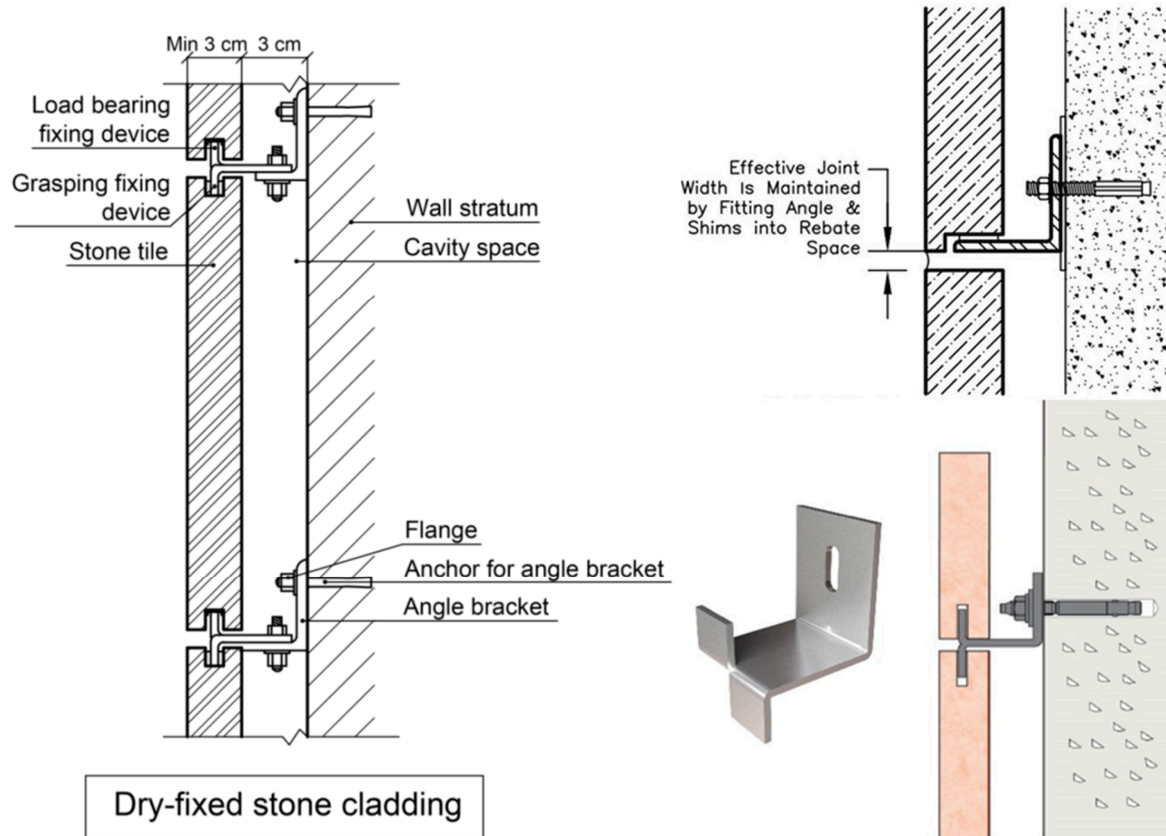
■ من مساوئ هذه الطريقة ما يلي:

- اندفاع الحجر للخارج بسبب ضغط الخرسانة الطازجة.
- تعد الخرسانة المستعملة في الموقع دون رقابة كافية مما يؤثر سلبا على نوعيتها كما إنها لا تدمك جيدا خوفا من اندفاع الحجر.
- نتيجة لصب الخرسانة على طبقات تظهر فواصل أفقية في الواجهة تزيد من نفاذيتها.
- يعتمد ثبات الحجر في مكانه على التصاقه بالخرسانة فقط. هذا قد لا يكون كافيا سيما أن معظم الحجر المتوفر حاليا في الأسواق منشور وذا سطح داخلي أملس. يمكن تحسين التصاق الحجر بالخرسانة عبر تخشين السطح الداخلي للحجر أو ربطة بأسياخ/ دسر خاصة حسب المواصفات.

التلبيس

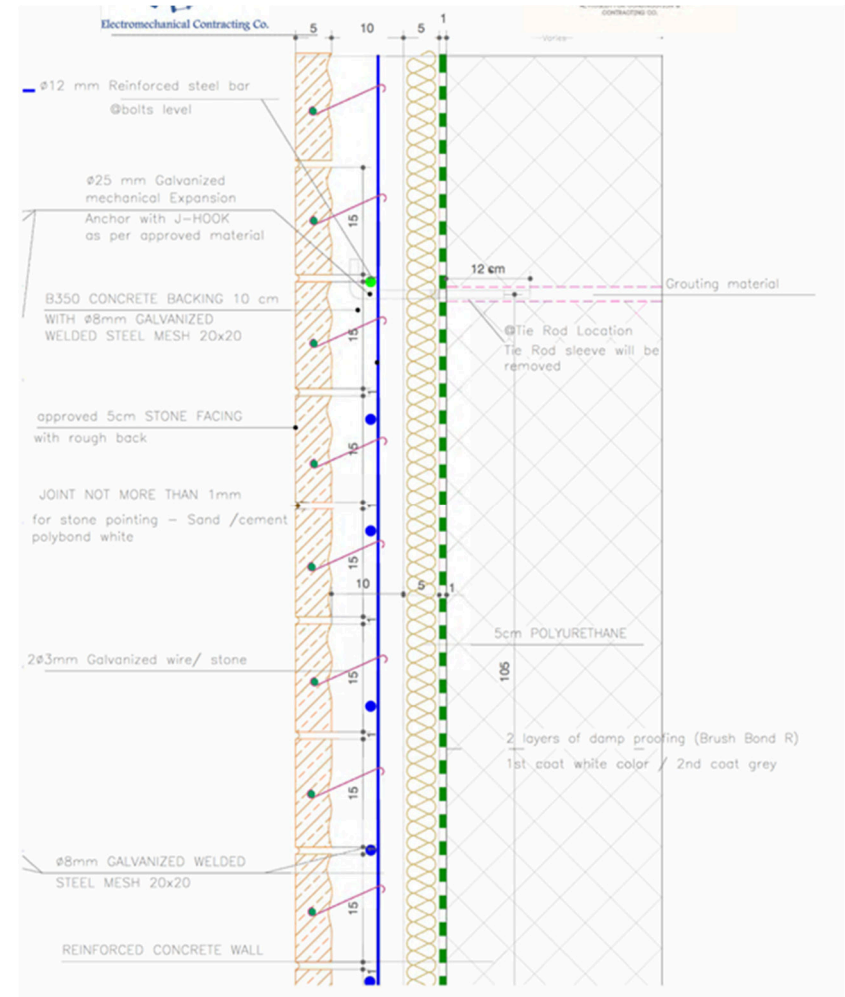
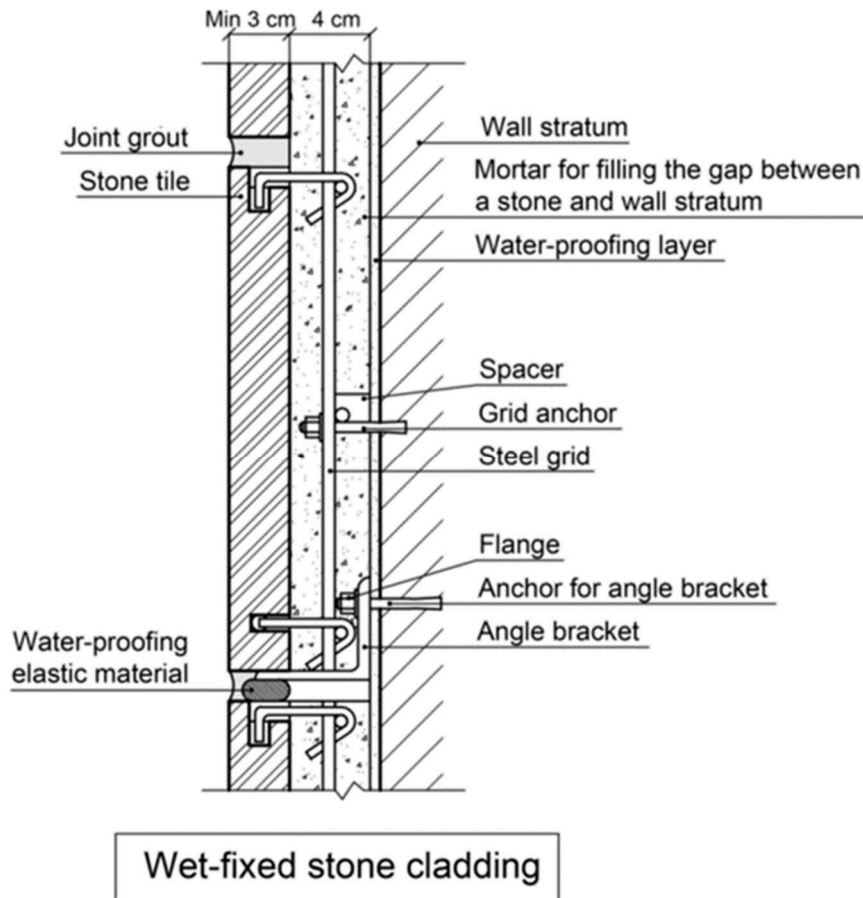
■ إكساء الجدران أو العناصر الإنشائية بالحجر بعد إنشائها ويتم ذلك بعدة طرق منها

1. التلبيس الجاف: تثبيت القطع الحجرية على الجدران بواسطة سكك ومرابط خاصة من البرونز أو النحاس الأحمر أو الفولاذ المجلفن أو الغير قابل للصدأ.



التلبيس

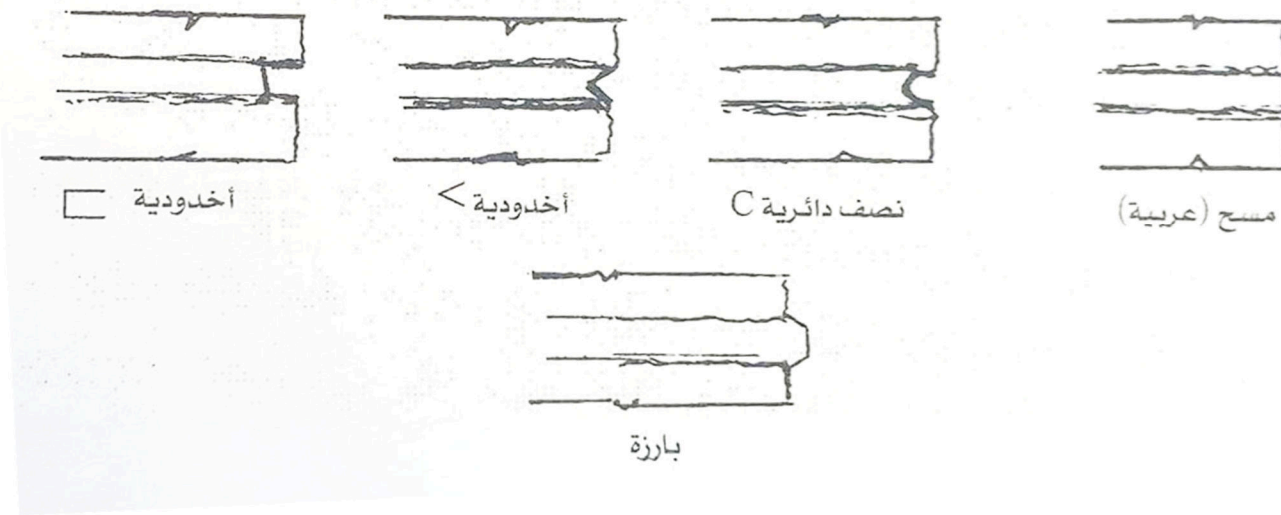
التلبيس الرطب: تثبيت القطع الحجرية الى الجدران بواسطة دسر ومرابط تثبيت من خلال شبكة تسليح خرسانة التحشية بين الحجر والجدار.



الكحلة

- الكحلة هي تعبئة الحلول بعمق 20-30 ملم بمونه من الأسمنت الأبيض والرمل بنسبة 1:1 بالإضافة الى بعض المضافات والألوان. وذلك للمحافظة على الحلول ومنع تشققها.

أنواعها



طريقة العمل

- تحرير الحل بعمق 15 ملم وإزالة الاسافين وتنظيفه بالفرشاة وشطفة بالماء.
- تعبئة الحل بالمونة وصقلها بأداة التكهيل حتى الوصول للشكل المرغوب فيه.

مواصفات الحجر الطبيعي

يشترط في حجر البناء الجيد من الدرجة الاولى ما يلي:

1. المظهر واللون: يكون الحجر المرغوب عادةً ناعم الملمس، متجانس ومتماسك بلون فاتح يميل للأبيض على ان لا يتغير لونه كثيرا مع الزمن او في ما بين الطلبات المختلفة (توحيد اللون).
2. البنية: يفضل الحجر الصلب المتجانس الخالي من الفجوات والجيوب والأملاح والعروق والعيوب الاخرى كسوس الحجر، والبقع الصفراء والحمراء والبنية وغيرها.
3. القوه: مع ان الحجر حاليا لا يستعمل كعنصر حامل في الأبنية الا ان الحجر المستخدم ينبغي ان يكون قويا بما يكفي لتحمل اية احمال من الممكن ان يتعرض لها.
4. امتصاص الحجر للماء: يتوجب ان يكون الحجر المستعمل في البناء قليل الامتصاص للماء لضمان ديمومته ومقاومته للأحوال الجوية المختلفة.
5. الابعاد والتربيع: يجب ان يكون الحجر قائم الزاوية وخالياً من الانحرافات (الفتال). وان يتم تهشير وخشخشة الجوانب وخلف الحجر من اجل تسهيل تماسك الحجر مع الخرسانة.
6. قابلية الحجر للتشغيل: يجب ان يكون الحجر قابلاً للقص والنقش وان لا يتلف بسهولة اثناء العمل حتى يكون استخدامه اقتصادياً.

اختبارات الحجر

- لغايات التحقق من جودة الأحجار وضبتها يتم توصيفها في فلسطين وفقا للمواصفات الاردنية (المواصفات الفنية العامة للمباني) والتي تشترط اجراء الاختبارات التالية:
- اولاً: الاختبار بالنظر ويعني معاينه الأحجار الموردة للموقع للتأكد من خلوها من الشقوق والعيوب التالية

- الفجوات. تكون على هيئة جيوب داخل جسم الحجر مما يجعله ضعيفا قابلا للتحلل بمرور الزمن.
- الجيوب الرملية والطينية (الكمخ). تكون على هيئة فراغات وجيوب داخل جسم الحجر مملوءة بالمواد الرملية و الطينية الأصل غير تامة التحجر مما يجعل الحجر ضعيفا قابلا للتحلل بمرور الزمن.
- الصدف (التسوس). يكون على هيئة جيوب مملوءة بمواد متحجرة تأخذ شكلا شبيها بالأصداف داخل جسم الحجر مما يجعله ضعيفا قابلا للتحلل بمرور الزمن.
- العروق : عبارة عن شقوق مملوءة بمادة الكلسيت (كربونات الكالسيوم المتبلورة) المتحجرة داخل جسم الحجر.
- الرقش. يكون على هيئة جيوب صغيرة ممتلئة بمواد طباشيرية تتوزع بكثرة داخل جسم الحجر مما يعطيه منظرا معيبا.

الفحوصات المخبرية (الخصائص الفيزيائية والميكانيكية)

- الامتصاص (Absorption): عند اجراء اختبار الامتصاص لحجر البناء حسب المواصفات القياسية الأمريكية (ASTM - c 97) يجب ان لا تزيد نسبة الامتصاص عما هو مبين في الجدول التالي.
- الوزن النوعي (Specific gravity): عند اجراء اختبار الوزن النوعي لحجر البناء حسب المواصفات القياسية الأمريكية (ASTM - C 97) يجب ان يكون كما هو مبين التالي

مواصفات الوزن النوعي للحجر

الحد الاقصى	الحد الادنى	الصنف
-	2.56	(أ)
2.56	2.45	(ب)
2.45	2.16	(ج)

الحدود القصوى لامتصاص الحجر للماء

نسبة الامتصاص (بالمائة)	صنف الحجر
3	(أ)
4.2	(ب)
7.5	(ج)

الفحوصات المخبرية (الخصائص الفيزيائية والميكانيكية)

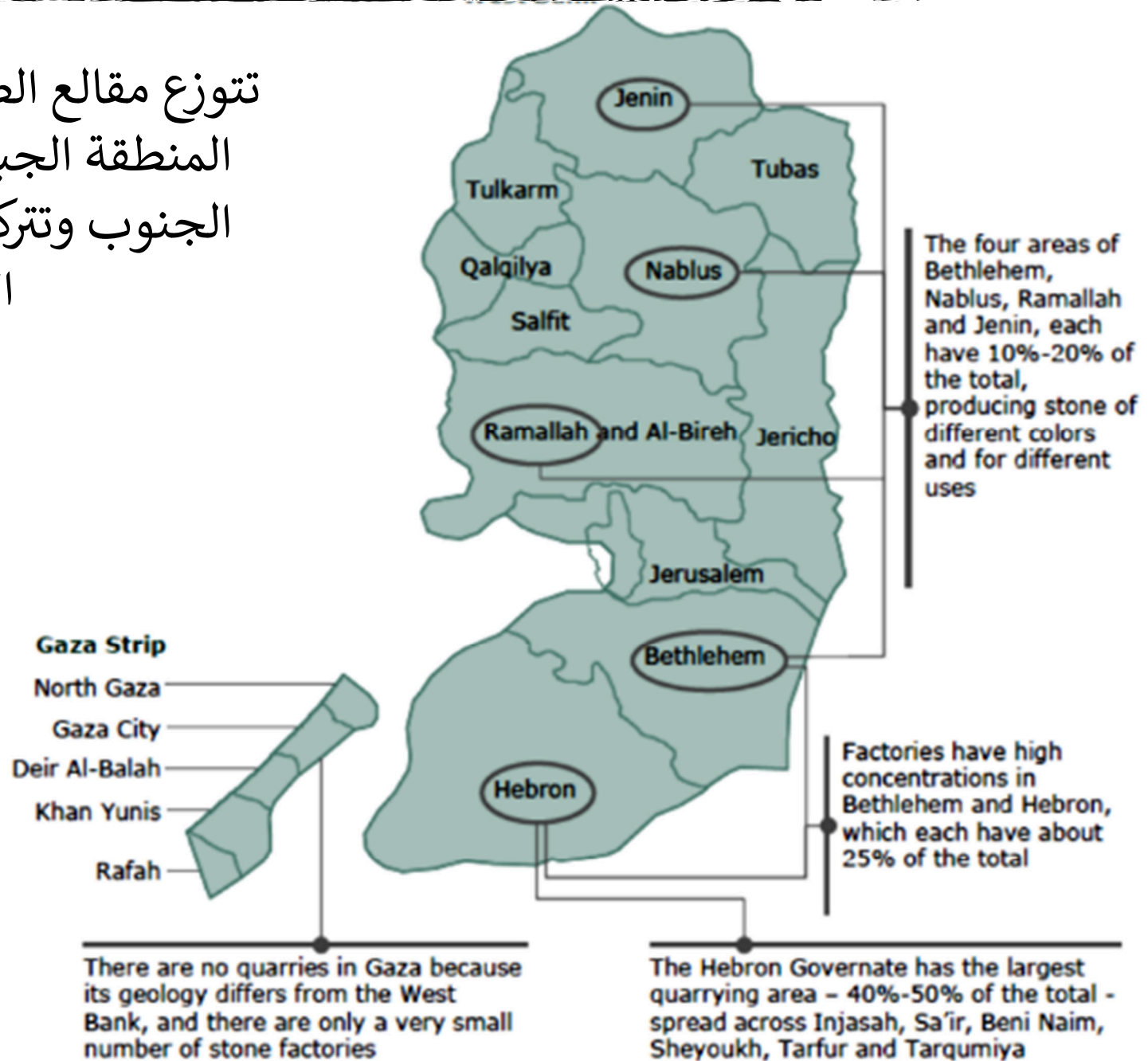
- معايير التمزق (Modulus of Rupture) : عند اجراء اختبار معايير التمزق لحجر البناء حسب المواصفات القياسية الأمريكية (ASTM - C 99) يجب ان لا يقل عما هو مذكور ادناه

صنف الحجر	معايير التمزق (نيوتن/ملم ²)
(أ)	6.9
(ب)	5.2
(ج)	7.5

- مقاومة التآكل (Abrasion Resistance) : عند اجراء اختبار مقاومة التآكل لحجر البناء حسب المواصفات القياسية الأمريكية (ASTM - C 241) يجب ان لا يقل معامل مقاومة التآكل لجميع الأصناف عن 10 بالمائة.

الحجر في فلسطين

تتوزع مقالع الصخور في فلسطين في المنطقة الجبلية من الشمال الى الجنوب وتتركز حاليا في محافظة الخليل.



مصادر وأنواع الحجر في فلسطين

1. المنطقة الشمالية : واهم مقالعها محاجر جماعين وما حولها اضافةً الى محاجر قباطية.

- حجر جماعين: حجر جيرى صلب (مزي صلب) مرغوب ومشهور، محليا و في الخارج، يمتاز عن غيره بكونه حجرا أبيضاً مائلاً للزرقة فيه بعض الحلول الخفيفة، يمكن توحيد لونه بسهولة. منه ما يسمّى بـ"الحجر الأزرق"، أو "الجماعيني الستيني" والذي يمتاز بصلابته وقدرته على التحمل، إضافة إلى قلة الفراغات فيه مما يحد من نسبة امتصاصه للماء ويساعد في الحفاظ على لونه؛ للحجر الجماعيني استخدامات رئيسية تتمثل في البناء بمختلف أشكاله، منه أيضا حجر جراعة.



مصادر وأنواع الحجر في فلسطين



- حجر عصيره: يشبه حجر جماعين فهو مستخرج من نفس المنطقة الا انه انصع بياضا.
- حجر قباطية: يستخرج من بلدة قباطيه جنوب جنين ومحيطها، حجر جيرى طري (مزي حلو)، متوسط الصلابة، ويمتص الماء مما يؤدي الى تغير لونه مع الزمن. كثافته قليلة نسبيا يخلو من الحمول والحبيبات، يوجد بعدة الوان ويمتاز بتوحيد اللون. بنده قليل العمق مما يضطر العاملين به على استعمال الأدوات اليدوية والبداية. يعتبر من ارخص الأنواع الموجودة بالسوق المحلي.

مصادر وأنواع الحجر في فلسطين

2. المنطقة الوسطى : وتشمل محاجر رام الله والقدس في قلنديا، جبع، عناتا، الرام، حزما، بدو بيت حنينا، المزرعة القبلية، بير زيت، كفر مالك، دير جرير، عبوين، عين يبرود. وقد توقف معظمها عن العمل او كاد الا في بير زيت.

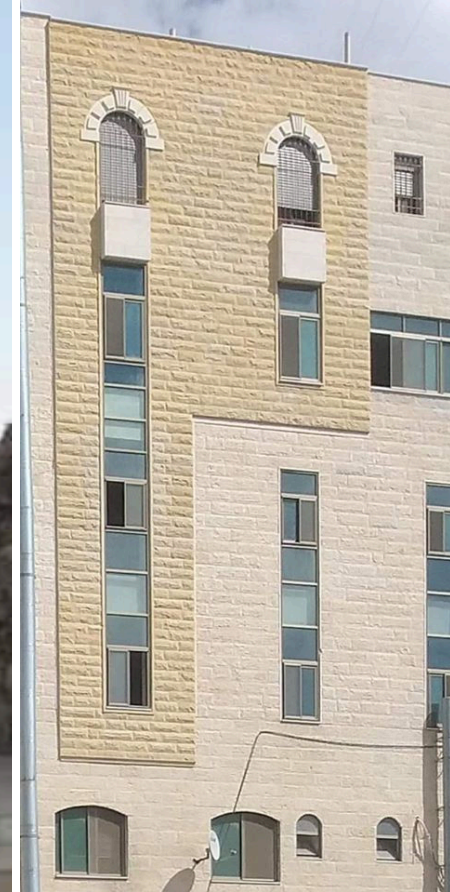


- حجر بير زيت وهو حجر يتميز بشدة تحملة للضروف المناخية. يوجد منه اللون الرمادي واللون الاحمر.

- حجر كفر مالك: يستخرج من بلدة كفر مالك شمال شرق رام الله، مزي جاف او زجاجي يوجد بطبقات ذات سمك محدود، يصلح للاستخدام في أماكن محددة كأحواض الزهور وغيرها



حجر بیر زیت



مصادر وأنواع الحجر في فلسطين

3. المنطقة الجنوبية: تتركز صناعة الحجر ومقالعة في هذه المنطقة عموما وفي الخليل بصورة خاصة. اما اهم مقالع المنطقة فهي:

- حجر يطا: حجر جيرى صلب به حلول وخطوط وردية، يشابه حجر جماعين الا ان الأخير أكثر بياضا. يتميز بعمق كبير لبنوده مما يجعله مناسباً لتصنيع الأعمدة الطويلة والقطع الكبيرة.
- حجر تفوح والشيخ: حجر جيرى طري ذا نسبة امتصاص عالية نسبياً أبيض أو أصفر يصعب توحيد لونه يستخرج من ثلاث بنود هي الأصفر والسد والأرضي. يستعمل للبناء والتبليط والديكورات المختلفة سيما ان البعض منه يعطي مظهراً قديماً للبناء .

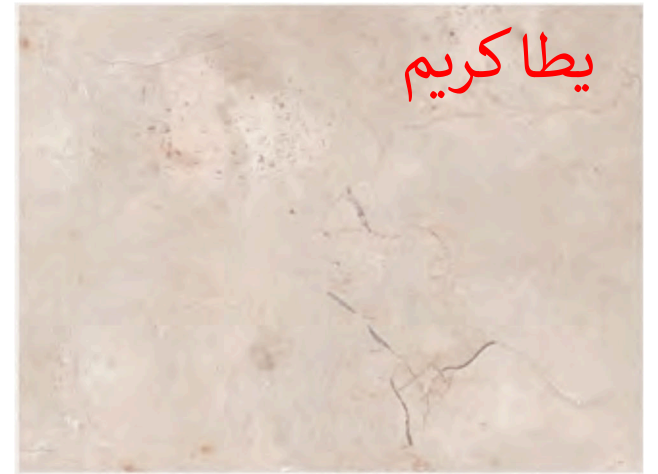
الشيخ



تفوح



يطا كريم



مصادر وأنواع الحجر في فلسطين

■ حجر بني نعيم

- يصنف حجر بني نعيم الى أربعة أصناف رئيسية وفقا للبند الذي يستخرج منه الحجر وهي الأصفر، السد، الأرضي، والسوس بالإضافة الى بند 160 وبند المترين.

- افضل أنواع حجر بني نعيم المعروف بحجر انجاصة (جيرى صلب) المستخرج من البند الأرضي وهو قريب من الرخام و يضاهي حجر جماعين بجودته وصلابته. لونه ابيض معرق بالوان مختلفة ونسبة امتصاصه قليلة، تستعمل المكعبات الجيدة منه في انتاج البلاط ويعامل كالرخام بينما تستعمل المكعبات المحتوية على حلول وكسور لإنتاج الحجر. من الأحجار المشابهة لانجاصة صرمعين وسنوت وأبو الخباز؛ حيث استغلت هذه المناطق بشكل عشوائي وجائر وتوشك على نهايتها.



- بقية البنود عادةً تتكون من حجر جيرى طري يمتاز بخلوه من الحلول وصفاء لونه وتدني نسبة امتصاصه للماء نسبيا. يصلح للبناء وللاستعمال في أجزاء الأبنية كالأدراج والبراطيش والجبة والقمط.

ملخص خواص واستعمالات اهم أنواع الحجارة في فلسطين

Stone Type	Source	Classifications	Specifications	Uses
Injasah	Hebron-Bini Na'em	It is classified into five major categories: Asfar, Sid, Ardi, Sous.	The "Ardi" type is the best one. White color, veined, different colors, hard, minimal absorption water	"Chiseled" for building, polished stone, paving sidewalks, Garden walls, decorating public places
Jarra'ah	Nablus	Band 60, and Band 40	Usually gray, minimal absorption water, veined, hard, uniform color	Building, paving, decorating public places
Aseerah	Nablus-Aseerah	Band 60, and Band 40	White, minimal absorption of water, hard, uniform color	Building (all sides), paving, decoration
Al Shyoukh	Hebron-Al Shyoukh	Asfar, Sid, Ardi	White color, absorbs water, not uniform color	Building, paving, decorating public places, renovating ancient places
Tafouh	Hebron - Tafouh	Bind Asfar, Ardi	Beige color, soft stone, absorbs water, not uniform color	Paving, polished stone, decoration
Samouh	Hebron-Samouh	Asfar, Ardi	Different colors, hard stone, minimal absorption of water	Building, paving, decoration
Qabatya	Jenin-Qabatya	Bind Awal (cover), Bind Ardi	Different colors (almost beige), absorbs water, color is changeable with time, hard stone	Building, paving
Yatta	Hebron - Yatta	Bind Asfar, Ardai	White color, hard, almost uniform color, absorbs water	Building, polished, paving, decoration