الرخـــام

صناعة – تركيب – صيانة

تأليف

دكتور مهندس

حسين محمد جمعة

﴿ومن الجبال جُدَدٌ بيضٌ وحمرٌ مختلفٌ ألوانها وغرابيبُ سودٌ﴾

[سورة فاطر: من الآية ٢٧]

إهـداء

إلى كل من يسعى إلى اكتشاف ثروات مصر الطبيعية

من أجل رفعة شأن هذه البلد الأمين

مقدمة

الكوكب الذي نحيا عليه به ثروات هائلة هي كل ثرواتنا نحن البشر. فهناك ثروات في باطن الأرض وعلي سطحها وفي البحار والمحيطات وهذه الثروات تنتظر العقل البشري المبدع لدراستها واستغلالها الاستغلال الأمثل والحفاظ عليها ومعرفة التقنيات المختلفة لتغيير وتحسين خواصها واستثمارها وتسخيرها لخدمة المجتمع والبيئة.

والصخور من أهم الموارد الطبيعية في الأرض والتي تستحق أن يدرس الإنسان تكوينها ونشأتها فهي آية من آيات الله، ولها مكانة عظيمة في الأديان السماوية وفي القرآن قال تعالى عنها:

﴿ومن الجبال جُدَدٌ بيضٌ وحمرٌ مختلفٌ ألوانها وغرابيبُ سودٌ﴾

صدق الله العظيم

[سورة فاطر: من الآية ٢٧]

ففي هذه الآية وصف للجبال والحديث عن الجبال هو بالضرورة حديث عن الصخور، لأن الصخور هي أصل الجبال أي الوحدة البنائية التي يتكون منها الجبل. فمن الجبال جدد أي رقائق مختلفة الألوان، بيض مختلفة البياض، حمر مختلفة في حمرتها، وغرابيب سود أي جبال شديدة السواد وكلنا يعرف الأنواع المشهورة من الرخام الأبيض كالكرارة والجرانيت الأسود كأسود أسوان وأسود أفريقيا وغيرها.

وقد نجد الجبل الواحد ذو ألوان عجيبة وفيه عروق ومعادن ملونة بألوان مختلفة ومتجمعة ومموجة كما في صخور الجرانيت مثلاً.

إن النظر إلى ألوان الصخور التي خلقها الله وتنوعها وتدرجها داخل اللون الواحد تهز القلب هزاً وتوقظ فيه حاسة الذوق الجمالي العالي بما يستحق النظر والدراسة.

ويقودنا الحديث عن عظمة صنع الخالق إلى التعرف على آية من آياته وهي صخور الرخام والجرانيت والتي هي موضوعنا في هذا الكتاب.

وهذا الكتاب عزيزي القارئ هو في رحلة قصيرة مع ملك الأرضيات **(الرخام)** وسيد الفخامة **(الجرانيت)** لنتعرف على نشأة وتكوين وخواص الصخور المكونة لها وإعطاء فكرة عن إستخدامات الرخام والجرانيت ومزاياها وأساليب التركيب والصيانة والتنظيف.

وتعتمد صناعة الرخام والجرانيت أساسا على استغلال الثروات الطبيعية وكنوزها التي لا حدود لها وما علي الإنسان إلا أن يطور في استغلال هذه الثروات وفي وسائل استخراج هذه الخامة الجميلة من باطن الأرض ويستحدث الآلات والمعدات والأساليب الخاصة بذلك.. مع طرق وأساليب التركيب المتطورة.

وفي الآونة الأخيرة قد حدثت طفرة في صناعة الرخام والجرانيت واستخراجه بالأساليب الآمنة والتي لا تضر البيئة ولا الطبيعة... كما حدث تطورا كبيرا في ماكينات التقطيع والصقل والحفر والرسم والنحت على الرخام.. هذا بجانب التطور في أساليب وطرق التركيب سواء الحوائط أو الأرضيات أو الحليات أو الرسومات أو الزخارف الجميلة.

وتطور الأمر الآن إلى استحداث مواد كيماوية لحماية الرخام وتقويته.. بل إلى تلوينه بجانب جمال التشكيلات الطبيعة الجميلة في بعض أنواعها.

ولكن الشيء الذي يقلقني أن بعض الدول الأسيوية تستورد بعض أنواع الرخام وتعالجه وتجميله وتعيد تصديره لنا بأضعاف أضعاف ثمنه.. كما كان يحدث معنا قديما عندما كانت بعض الدول تستورد القطن المصري طويل التيلة وتصنعه وتعيد تصديره لمصر.. بل ولجميع أنحاء العالم.

ولو أحسنا إستغلال هذه الخامة الرائعة وطورناها من جميع الجوانب لحققت دخلا قوميا أضعاف أضعاف ما تحققه حاليا.

وكتابي هذا لبنة في بناء صرح تطوير هذه الصناعة أو هذه الثروة القومية متمنيا أن يحقق هذا الكتاب النفع المرجو منه.

والله ولي والتوفيق،،،،،

دكتور مهندس استشاري

حسين محمد جمعة

الباب الأول

نشأة الرخام والجرانيت وتكوينهما

الباب الأول

نشأة الرخام والجرانيت وتكوينهما

١-١ الرخام.

١-٢ الجرانيت.

١-٣ المرو (الكوارتز).

١-٤ نبذة عن نشأة وتكوين الصخور المكونة للرخام والجرانيت.

١-٥ صخور الرخام.

١-٦ تكوين صخور الرخام.

١-٧ صناعة الرخام.

١-٨ ألوان الرخام والجرانيت ومسبباتها.

١-٩ مزايا إستخدام الرخام والجرانيت.

١-١٠ أهم التوصيات قبل البدء في عمليات الكساء.

١-١١ عمليات إكساء الأرضيات والجدران والواجهات.

١-١٢ مونة اللصق.

١-١٣ طريقة إكساء الأرضيات.

١-١٤ الأرضيات المنفذة بميول.

١-١٥ طريقة إكساء الجدران.

١-١٦ الواجهات (الجدران الخارجية).

١-١٧ صيانة الرخام بعد التركيب.

١-١٨ سبل العناية بالرخام.

١-١٩ أسباب حدوث التطبيل.

١-٢٠ العناية اليومية والدورية بالرخام.

الباب الأول

نشأة الرخام والجرانيت وتكوينهما

١-١ الرخام: Marble:

هو صخر طبيعي بلّوري يتكون فوق سطح الأرض ناتج عن تحول الصخر الجيري الرسوبي بالحرارة، وهو ذو نسيج حبيبي يتكون أساساً من معدن الكاليت (كربونات الكالسيوم $Caco_3$).

وأحياناً من معدن الدولوميت إذا حلّت **(كربونات الماغنسيوم)** محل كربونات الكالسيوم في الصخر الجيري.

يمتاز بجماله وقوته ومقاومته للنار والتآكل والنوع النقي منه يحتوي على بلّورات معدن الكاليت فقط ويكون أبيض اللون أما إذا كان يحتوي على شوائب أخرى فإن لونه يميل إلى الاخضرار أو الاحمرار أو الاصفرار وهو يستخدم في أعمال البناء والزينة.

قد يوجد به عروق نتيجة وجود أحافير في الصخر الرسوبي الأصلي.

١-٢ الجرانيت: Granite:

صخر طبيعي ناري تكون أساساً تحت سطح الأرض في أعماق كبيرة وعند صعود الصهير الجرانيتي إلى سطح الأرض أو بالقرب منها نتيجة الحركات الأرضية فإنه يظهر على سطح الأرض.

وهو صخر لونه فاتح مكون بشكل رئيسي من خليط من معادن الميكا والهورنبلند.

١-٣ المرو (الكوارتز):

معدن معين يتميز بألوان متعددة كالوردي والأسود والشفاف وغيرها نتيجة إختلاف نسبة وأنواع الشوائب، ويتميز كذلك ببريق لا فلزي زجاجي.

ويتميز هذا النوع من الصخور بالصلابة الشديدة والمقاومة العالية للتآكل والخدش، وحسن المنظر.

وترجع الصلابة الشديدة نظراً للتماسك القوي في نسيجه بين حبيبات كبيرة الحجم وحبيبات دقيقة في وسط زجاجي مع إنعدام المسامية. وصخور الجرانيت خالية من الأحافير لأنها تكونت من صهير شديد الحرارة يستحيل على أي كائن حي أن يعيش فوقه.

الهورنبلند والميكا: معادن أولية هامة تحتوي على الحديد والمغنسيوم.

١-٤ نبذة عن نشأة وتكوين الصخور المكونّة للرخام والجرانيت:

صخور القشرة الأرضية جميعها تحتوي على معادن فالصخر عبارة عن تجمع معدني ينشأ عن إندماج مجموعة من المعادن كما في صخر الجرانيت، وفي بعض الأحيان يتكون الصخر من معدن واحد كما في صخر الرخام.

أي أن المعدن هو الوحدة الأساسية التي يتكون منها الصخر والمعدن مادة صلبة من أصل غير عضوي وله تركيب كيميائي ثابت وذراته تترتّب في شكل بلّوري محدد ومميز.

وتتكون المعادن من مواد كيميائية أساسية تسمى (عناصر)، ومعادن صخور القشرة الأرضية تتكون من عنصرين أساسيين هما: (**السليكون – الأوكسجين**)، وتأتي العناصر التالية حسب أغلبية شيوعها في القشرة الأرضية وبالترتيب التالي: (الألومونيوم – الحديد – الكالسيوم – الصوديوم – المغنسيوم).

شرح مختصر للدورة الصخريّة:

تحولات الصخور: The Rock Cycle:

القشرة الأرضية تتكون من ثلاثة أنواع من الصخور (رسوبية – نارية – متحولة).

الصخور النارية Ingneous Rocks: هي أول الصخور المكونة للقشرة الأرضية، وتسمي بالصخور الأولية لأنها الصخور التي أشتقت منها الصخور الأخرى.

وهذه الصخور تتشكّل عندما يبرد ويتصلّب الصهير (الماجما) في أعماق القشرة الأرضية أو يطفح على السطح على شكل حمم بركانية.

والماجما هي أصل الصخور النارية وهي عبارة عن:

صهير سيليكاني يتكون من عناصر السليكون – الألومونيوم – الحديد – المغنسيوم – الكالسيوم – الصوديوم – البوتاسيوم بالإضافة إلى الأوكسجين وغازات ذائبة على رأسها بخار الماء وثاني أكسيد الكربون.

ويرجع سبب نشأة الماجما إلى:

١- إرتفاع درجات الحرارة بازدياد العمق وهو ما يسمى بالمعامل الحراري للأرض والذّي يبلغ معدله ٣٠° لكل كيلو متر واحد في العمق بداخل القشرة الأرضية.

٢- وجود تركيز عال للعناصر المشعة في معادن الصخور مثل عنصر اليورانيوم.

٣- وعندما تتكون الصخور النارية على سطح الأرض نتيجة تصلّب الصهير المتدفق من فوهات البراكين النشطة بسبب تعرضه للبرودة المفاجئة من الجو فتتجمد ويكون صخور نارية عديمة التبلور زجاجية تكون هذه الصخور معرضة لعمليات التجوية:

(تكسير الصخور بأحد العوامل مثل الماء – الرياح – المواد الكيميائية – نمو النباتات – التغير في درجة الحرارة).

ونتيجة لذلك فإنها تتفتت يوماً بعد يوم إلى فتات تجرفة عوامل التعرية – الجاذبية – المياه الجارية – وتنقله إلى مواقع الترسيب.

ثم تتراكم هذه الرواسب في صورة طبقات أفقية ويحدث لها عملية تلاصق (لحام) (Ementation).

ففي الرسوبيات ذات الحبيبات الخشنة والتي يصعب تماسكها بالضغط، حيث تقوم المياه الجارية بترسيب المواد اللاحمة في الفراغات المتاحة بين الحبيبات ومن أهم هذه المواد اللاحمة (الكاليت – السليكون – أكاسيد الحديد).

أما في الرسوبيات دقيقة الحبيبات فيحدث لها عملية تراص بالضغط (Compaction). فتتراكم الرسوبيات علي مر الزمن بضغط وزن المواد اللاحقة علي الرسوبيات السابقة، وبالتالي تنضغط الحبيبات إلى بعضها البعض ويتناقص الفراغ الذي يفصلها عن بعضها وتصبح شديدة التماسك ونتيجة لهذه العمليات تتكون صخور تسمى الصخور الرسوبية (Sedimentary Rocks).

وتحتوي العديد من الصخور الرسوبية على أصداف وعظام وبقايا أشياء كانت حية، وتسمى هذه البقايا أو آثارها بـ (الأحافير).

وفي مناطق عدم استقرار الطبقة السطحية نتيجة حركات بناء الجبال مثلاً يهبط الصخر الرسوبي إلى أعماق كبيرة تحت سطح الأرض فيتعرض إلى حرارة عالية ناتجة عن الأجسام النارية المتداخلة والاحتكاك والدفن، وضغط شديد ناتج عن وزن الصخور في العمق فتحدث عملية تحول (Metamorphism)، أي يتغير النسيج والمحتوى المعدني للصخر.

ويقصد بنسيج الصخر: حجم وشكل وطريقة ترتيب بلورات المعادن المكونة للصخر.

والصخور الناتجة عن عملية التحول تسمى الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks).

وعندما تتعرض الصخور المتحولة إلى ضغط وحرارة أكثر فإنها تنصهر لتكون صهراً يتصلب بدوره ليكون الصخر الناري وهكذا...

وإذا تسرب الصهير الأسفل إلى الصخور الرسوبية السطحية المحيطة فإنها تتعرض على درجة حرارة شديدة تؤثر على هذه الصخور فيحدث لها تحول يسمى في هذه الحالة التحول الحراري (التماسي) (Thermal Metamoerphism)، لأنه ناتج عن الحرارة فقط، حيث تعمل الحرارة على زيادة الطاقة الكامنة في المعادن فتكون مهيأة لحدوث التفاعلات بينها والصخور الناتجة عن التحول الحراري تكون دقيقة الحبيبات ومتراصة وقوية ومتنوعة في تركيبها الكيميائي ومعادنها غير موجهة بل موزعة بالتساوي في جميع أجزاء الصخر لأن الضغط لا يكون له اثر، ومن أمثلة الصخور المتحولة بهذه الطريقة:

١-٥ صخور الرخام:

إن التحول الذي يحدث تحت سطح القشرة الأرضية يكون الصخر فيه معرض للحرارة العالية والضغط الشديد ويكون الضغط ناتج إما عن وزن الصخور وهو يعمل بصورة عمودية، وضغط الإجهاد (الضغط الموجه) وهو العامل الأساسي الذي يحدث للمعادن المكونة للصخر نوع من الترتيب في نسق إتجاهي، وضغط ناتج عن وجود المحاليل والمكونات الطيارة، فالماء من أهم العوامل المساعدة في التفاعلات الكيميائية.

كذلك عندما تتعرض الصخور النارية المتكونة على أعماق كبيرة تحت سطح الأرض لحرارة وضغط عاليين فإنها تتحول إلى صخور متحولة مثلاً تحول صخر الجرانيت إلى صخر النايس.

- الصخور المتحولة تحت سطح الأرض تكون خشنة الحبيبات وبلورات معادنها تكون مرتبة في صفوف متوازية ومتقطعة.
- عندما يحدث التحول في الصخر الرسوبي تشتد صلابته نتيجة لزيادة التبلور وتتلاشى طبقية الصخور الرسوبية وتختفي بقايا الكائنات العضوية التي تحترف بواسطة الحرارة الشديدة.
- عندما يحدث تحول في الصخور النارية يتغير مظهرها ونسيجها وتنظم البلورات في ترتيب آخر يتلاءم مع الظروف الجديدة.

١-٦ تكوين صخور الرخام

يتكون الرخام من تحول الصخر الجيري المتكون على سطح الأرض عند تعرضه لحرارة شديدة من الصهير المتسرب من الأسفل حيث يعاد تبلور المواد المتحجرة في الصخر الجيري وكذلك معادن الكربونات الأصلية وتؤثر الشوائب الموجودة في الصخر الجيري أثناء إعادة التبلور على التركيب المعدني للرخام المتكون، وتعطي المعادن التي تنجم عن الشوائب الرخام ألواناً متباينة.

والصخور الجيرية هي صخور رسوبية تكونت نتيجة ترسيبها من محاليل تحتوي على مواد مذابة وعندما تتبخر هذه المحاليل تتكون الرواسب نتيجة التفاعل الكيميائي بين مكونات هذه المحاليل.

ويكون الرخام المتكون أعلى كثافة من الصخر الجيري بسبب إعادة تبلور المعادن على هيئة بلورات كبيرة متراصة ومتماسكة مع انخفاض المسامية.

ويمكن تصنيف الرخام على أساس التركيب الكيميائي إلى أنواع:

١- رخام عقيقي: يحتوي على كربونات الكالسيوم المترسبة والتي تتشكل من الترسب البطيء للمحاليل الباردة من الينابيع ويتميز بصفة عامة بأنه شفاف وعلى شكل طبقات ويغلب عليه اللون الأصفر أو البني أو الأخضر.

٢- **رخام دولوميتي:** يحتوي على نسبة ما بين ٥% - ٤% من كربونات المغنسيوم.

٣- **رخام حجر حية:** يحتوي على نسبة عالية من معدن السربنتين.

٤- **رخام ترامزتين:** وهو طبقات مسامية من الكاليت المتبلور جزئياً من أصل كيميائي والذي يتشكل بالترسيب من المحاليل الساخنة لمياه الينابيع المشبعة بثاني أكسيد الكربون.

٥- **رخام كاليتي:** يحتوي على أقل من ٤% من كربونات المغنسيوم.

٦- **رخام أخضر ذو عروق أو أجذع:** يحتوي على معدن السربنتين المتكتل ويكون قابل للصقل بدرجة عالية.

١-٧ صناعة الرخام:

الرخام حجر طبيعي ويقصد بصناعة الرخام: قص كتل الرخام الضخمة من مقالعها الطبيعية ثم نقلها ونشرها بمناشير ضخمة (حوازيز) على ألواح بسماكات مختلفة ثم تدخل هذه الألواح إلى جلاية لتلميعها ثم تقطع الألواح إلى مقاسات حسب الطلب.

المقطع (المحجر): هو مصدر الأحجار الطبيعية حيث يتم تفتيت الصخور في أماكن معينة للحصول على أحجار صالحة للبناء وكان قديماً يتم هذا التفتيت بطريقة التفجير الخاطئة وتوجد طرق حديثة غير التفجير لإتمام هذه العملية كما سيلي شرحه لاحقا.

ومن المقلع يتم نقل الأحجار إلى المنشرة حيث يتم تحضيرها ومن ثم نقلها إلى الورش.

وتستخرج كتل الرخام بواسطة ألات التحديد حيث يتم حفر أخاديد وثقوب بالصخر، ويحدد رجال التعدين الأوتاد داخل الفتحات ويقومون بفصل الكتلة عن الصخور المحيطة بها.

وهناك آليات كهربائية حديثة تستخدم لهذه العملية حسب الخطوات التالية:

- إزالة الغطاء الترابي عن مساحات واسعة بواسطة الجرافة وذلك لتسهل حركة المنشار الآلي.
- تثبت سكك حديدية بأطوال مختلفة حسب المساحة وطول الطبقة المكشوفة ليسير عليها منشار القص الكهربائي الذي يقوم بقص الحجر على شكل خطوط طولية وعمودية. والمسافة بين الخطوط تعتمد على المسافة بين الشقوق والفواصل وحجم الكتل المطلوبة.
- بعد عملة القص يتم دفع الكتلة بواسطة الجرافات أو القلات اليدوية، وتكون الكتل على شكل بلوكات.

- بعد إستخراج الكتلة من الطبقة الأصلية يتم تربيع الكتلة الصخرية وذلك بإستخدام منشار السلك حسب الأبعاد المطلوبة وبعدها يتم شحنها بواسطة الحاويات ونقلها إلى المصانع.
- وفي المصنع تمر الكتل الصخرية بعدة مراحل قبل أن تصبح جاهزة للاستعمال في البناء، وتستخدم ماكينات خاصة لكل مرحلة.
- مراحل التقطيع المختلفة حسب المقاسات المطلوبة.
- مراحل التسوية والمعالجات الفنية للسطح العلوي.
- مراحل الصقل والتلميع.
- مراحل الفرز حسب الاستخدام.

ملحوظة:

الـ C.D يتضمن رحلة الرخام من المقلع إلى المصنع بالصور بالإضافة إلى تصميمات مختلفة لأرضيات وحوائط رخام وجرانيت ومحتويات كثيرة ومفيدة.

١-٨ ألوان الرخام والجرانيت ومسبباتها:

للرخام والجرانيت أسماء وألوان مختلفة، فالأسماء ترجع إلى أسماء المحاجر التي تستخرج منها وليس لها مدلول علمي لها.

أما بالنسبة للألوان فيوجد الرخام الأبيض (أبيض سادة – ناصع – أبيض بظلال خفيفة – أبيض بظلال داكنة رمادية أو زرقاء – أبيض معرق).

والرخام الملون (أسود سادة – أسود بعروق مختلفة الألوان – أخضر سادة – أخضر بعروق مختلفة اللون – رمادي سادة – رمادي بعروق – بني سادة – بني بعروق – أحمر – أصفر).

والجرانيت الملون (رمادي منقط بالأسود – أحمر وهو درجات – أسود سادة – أسود بعروق بيضاء – وردي – أخضر سادة – أخضر معرق).

الرخام النقي يحتوي على معدن الكاليت فقط (كربونات الكالسيوم $CaCo_3$) ويكون لونه أبيض ناصع أما إذا وجد مع هذا المعدن شوائب أخرى فإنه يتغير لونه. فاللون الأحمر والأصفر والوردي والبني ينتج بسبب وجود مركبات الحديد كالهيماتيت الذي يحول لون الرخام إلى الأحمر، والليموتيت الذي يحول لون الرخام إلى الأصفر والسربنتين الذي يحوله إلى الأخضر، أما اللون الرمادي أو الأسود فيسببها وجود المركبات العضوية الكربونية أو الجرافيت.

صخور الجرانيت الغنية بالسيليكا تكون فاتحة اللون وتسمى صخور فلسية أما الفقيرة لها تكون قاتمة اللون.

إذن الألوان والعروق الموجودة في الرخام والجرانيت ما هي إلا ترسبات كانت في الصخرة الأم.

وتقول كتب الجيولوجيا أن لون الصخر أساساً هو نتاج ألوان المعادن المكونة له والنسيج الذي ينظمها والعوامل الجوية التي تعرضت لها،كما أن لون المعدن هو نتاج التركيب الكيميائي والبيئة التي يتكون فيها مؤكسدة ام غير ذلك.

وتفسر كتب علم المعادن أسباب تغير ألوان المعادن بظاهرة الامتصاص (Absorption) حيث تمتص المعادن بعضاً من طاقات أو موجات الأشعة المرئية فتكون صحبة جديدة من الطاقات أو الموجات ذات الألوان المعروفة من البنفسجي حتى الأحمر، وتربط بعض الكتب ذلك بالانتقالات الالكترونية بين مستويات الطاقة ذات الترتيب المنظم داخل البلورات في ضوء ما يسمى (Crystal field Theory) ونظراً لأن أيونات بعض العناصر خاصة الفلزات الانتقالية مثل الحديد والكروم والمنجنيز لها دوراً بارز في هذا المجال فقد تم التركيز على أن محتوى المعادن من هذه العناصر هو الذي يلعب الدور الرئيسي في تحديد ألوانها وهناك أسباب أخرى مثل وجود الشوائب والتحطم الإشعاعي.

ومن الجدير بالذكر أن الماء يلعب دوراً هاماً في القيام بالعمليات الجيولوجية المختلفة التي ينتج عنها تكون المعادن المختلفة التي تضفي على الصخور ألواناً ميزة وذلك لما فيه من صفات وخصائص تعطيه مزايا كبيرة أهمها:

- يعد الماء أفضل مذيب في ظروف الضغط الجوي بسبب تركيبه الجزئي، مع العلم أنه لا يفقد هذه الخاصية وهو في طور بخار الماء بل إن بخار الماء في باطن الأرض تزداد فعاليته في الإذابة، كما أنه يذيب نفسه في الصهير لتكوين خليط سيسيل مع المعادن المكونة للصخر.
- كثافة الماء ولزوجته تتيحان له الحركة داخل مسام الصخور والشقوق والفتحات مما يمكنه من القدرة على إذابة المواد أو نقلها.
- الماء هو المادة الوحيدة على الأرض التي يمكن أن توجد في الحالات الصلبة والسائلة والغازية في وقت واحد.
- سهولة تفككه على أيوني الـ H^+ - OH وكلاهما أيون نشط، وهذا التفكك يزداد بإزدياد العمق في القشرة الأرضية وتزداد مقدرة أيون الأيدروجين على الدخول في عمليات كيميائية متعددة بسبب صغر حجمه، كما يلعب أيون الهيدروكسيل دوراً بارزاً في إتزان الشحنات للمعادن المختلفة.
- لذلك يعد الماء أفضل العوامل المساعدة على تحويل الصخور من نارية ورسوبية إلى متحولة.

والعمليات الجيولوجية التي ينتج عنها تكون المعادن المختلفة المسببة لتلوين الصخور هي:

أ- ظروف الجو (Weathering):

في هذه العملية يلعب الماء دوراً هاماً في تغيير التركيب الكيميائي لأكثر الصخور صلابة فينتج عن ذلك تغير في ألوانها، وتختلف درجات اللون بمقدار استجابة الصخور لظروف الجو بسبب تركيبها المعدني أو كثرة الماء أو الرطوبة الجوية. وعلى سبيل المثال:

- الماء له قدرة على أكسدة المعادن الحديدية حيث يصاحب هذه العملية تغير واضح في لون الصخر الحادي لهذه المعادن، بل إن محتوى الماء في هذه الأكسدة يلعب دوراً بارزاً في إعطائها الألوان حتى أنها تقسم أحياناً على أساس هذه الألوان ما بين الأحمر – البني والأصفر.
- تغير معادن الفلسبار (سليكات ألومنيوم وبوتاسيوم أو صوديوم أو كالسيوم) وهو على رأس المعادن المكونة للصخور أهمية ووفرة إلى معادن الطفلة ذات الألوان البيضاء المميزة.

ب- الترسيب (Sedimentation):

تحدث هذه العملية دائماً في بيئات مائية حيث يتجمع الماء المستخدم في عملية تغيير الظروف الجوية أو الماء الجاري في أحواض الترسيب التي يتم فيها تكون مختلف الصخور الرسوبية، ومن أمثلة ما يحدث في عمليات الترسيب:

- تكون الرسوبيات الفروية حيث أنها تتكون أثناء عمليات تغير الظروف الجوية وتنتقل في الماء الجاري وتترسب بعد إجتذابها والتحامها بالأيونات السائدة ونظراً لأنها تكثر بين عناصر الحديد والمنجنيز والسيليكا فإنها تقطب ألواناً مميزة للرواسب الناتجة.
- أيضاً تتكون في أحواض الترسيب أنواع كثيرة من المواد اللاحمة التي تربط بين الحبيبات المنقولة فتعطي الصخر ألواناً مميزة كما في رواسب الحجر الرملي.
- إن عملية تغير الظروف الجوية والترسيب عمليات خارجية تتم فوق سطح الأرض وتستمد الطاقة اللازمة لإتمامها من حرارة الشمس.

- وهناك عمليات أخرى داخلية تتم تحت سطح الأرض وتستمد الطاقة اللازمة لإتمامها من الحرارة الداخلية للأرض، وفي هذه العمليات تتكون المعادن المختلفة من الصهير (Magma).

ويعتبر الماء من مكونات الصهير وله دور هام في جميع مراحل التبلورومن أمثلة ذلك:

- يؤثر الماء على درجات حرارة التبلور لأن وجوده ولو بكميات صغيرة يؤدي إلي خفض درجة حرارة التبلور إلى مدى بعيد.
- كما يؤثر الماء على لزوجة الماجما وبالتالي على صعوبة أو سهولة تحركها أو صعودها إلى سطح الأرض لتكون صخور بركانية أو تبقى لتتبلور داخل أعماق الأرض، وفي حالة الصخور البركانية تهرب منها المكونات الغازية والطيارة ومنها الماء بينما يبقى في الصخور الجوفية ليدخل في تركيب الكثير من المعادن وفي كلا الحالتين تتكون صخور مختلفة الألوان نتيجة تكون المعادن المختلفة.
- كذلك يؤثر الماء في أعماق الأرض على درجة تأكسد الحديد، وهناك علاقة مباشرة بين محتوى الماء والوفرة النسبية للأوكسجين، ووجود هذه البيئة المؤكسدة تساعد على إدخال العناصر التي تعد من المواد الصابغة أو الملونة للمعادن مثل الكروميوم.
- مما سبق يتضح أن الماء له أهمية كبيرة في عملية التحول الكيميائي للمعدن، وإعادة توزيع المعادن بل وفي إعادة توزيع العناصر في داخل المعدن الواحد.

١-٩ مزايا استخدام الرخام والجرانيت:

١- صخر الرخام:

صخر الرخام من أجمل الصخور وأكثرها تألقاً وأنصعها بياضاً وتمتاز بالطبقات الجميلة المنتظمة وبالألوان الجميلة المختلفة، كما يتميز بقوته ومقاومته للنار والتآكل والعزل الحراري والكهربائي وسهولة صيانته وسهولة تنظيفه لأن مساميته قليلة لكن يعيبه تأثره بالشمس لذلك يكون مناسبا في الأعمال الداخلية أو في الواجهات الغير معرضة للشمس بطريقة مباشرة.

٢- صخر الجرانيت:

يمتاز بوجود البلورات المتنوعة الأشكال والألوان الموجودة بداخلها، كما انه أكثر الصخور صلابة وقوة وألوانه زاهية قابلة للصقل والتلميع وتعطي انعكاسات جميلة وجذابة للضوء. واللون الغالب فيه هو اللون الرمادي بالإضافة إلى الأبيض والأسود عديم المسام، شديد التماسك.

٣- إستخدامات الرخام والجرانيت:

لهذا لما تمتاز به هذه الصخور من مميزات فقد تعددت استخداماتها ومنها:

- يدخل الرخام والجرانيت في معظم التصميمات المعمارية الحديثة داخل المباني وخارجها كعنصر قوة وجمال في تكسية الواجهات والأرضيات والدرج فهذه الصخور تناسب الأجواء الحارة وتصلح لجميع المساحات كبيرة أو صغيرة سواء للمنازل أو الفنادق أو شركات وقد استطاع الفنيون إستغلال جمال الرخام وألوانه الجذابة في صنع الأرضيات السجادية في أشكال وتصميمات بديعة وعديدة عن طريق تعشيق قطع الرخام ومن أغلى أنواع الرخام وأفضلها وأشهرها (الكرارة البيضاء) وهو عدة أنواع ومنه نوع عروقه رمادية فقط وهو شديد اللمعة ويعتبر من أجود أنواع الرخام حيث يحتفظ ببرودته مهما تعرض للحرارة نتيجة تعرضه لأشعة الشمس لذلك فإن إستخدم في الأرضيات حول الكعبة المشرفة كذلك فإن

استخدم الرخام والجرانيت يغني عن إستخدام سجاجيد كبيرة لتغطية الأرضيات (ويوجد منه نوع مستورد من إيطاليا..ونوع أخر من تركيا).

- كما يتم سحق قطع الرخام الصغيرة أو طحنها لإستخدامها كمادة كاشطة في الصابون وبعض المنتجات الأخرى، كذلك يتم إستخدام الرخام المسحوق أو المطحون في رصف الطرق وتصنيع مواد الأسقف ومنتجات علاج التربة كذلك في بعض أنواع تكسيات الحوائط في أعمال البياض.
- يستخدم الرخام والجرانيت في إنشاء النصب التذكارية والمقابر والتماثيل ودور العبادة وغيرها..
- ولأن نسبة امتصاص الماء لهذه الصخور قليلة نظراً لقلة المسامية أو إنعدامها، ويقصد بالإمتصاص هو قابلية الصخر علي جذب الماء والموائع الأخرى بين المسام وحول سطح الحبيبات فهي تستخدم في بناء جدران السدود والحوائط الساندة. حيث أن وجود الماء داخل مسامات الصخر يعمل على تحللها كيميائياً وبالتالي تتفكك حبيباتها فتتشقق.
- نظراً للمقاومة العالية للضغط في صخور الجرانيت وكذلك المقاومة لعوامل التعرية فهي تستخدم في بناء الأساسات وجوانب دعامات الكباري، كما يستخدم كسرة كركام للخرسانة.
- كذلك تستخدم في زخرفة المدافئ وصناعة الأثاث نفسه وكذلك الديكورات فمثلاً الديكورات التي يتخللها نافورة لا يمكن وضعها إلا في وجود الرخام. والرخام عنصر أساسي لديكورات الحمامات والمطابخ لما له من خصائص قوة وجمال وسهولة تنظيف، فلا يكاد يخلو حمام من وحدات مصنعة من الرخام وفي المطابخ بالذات لأسطح الوحدات فيتم عمل قرصة رخام أو جرانيت لعدم تأثرها بالمواد الحمضية والمقاومة للخدوش وقلة تأثرها بالرطوبة والحرارة وبقاء اللمعة مدة أطول.

١-١٠ أهم التوصيات قبل البدء بعمليات الإكساء:

١- يتم إختيار قطع الرخام الجيدة أي التي يكون نسيجها خال من الشروخ أو الفجوات أو العروق أو التسوس.

(الصدف): وهو عبارة عن جيوب ممتلئة بمواد متحجرة تأخذ شكلاً شبيهاً بالأصداف داخل النسيج مع سلامة الحواف.

ملحوظة:

إذا كانت الشروخ سطحية ومن طبيعة الرخام فإنه يتم حشو هذه الشروخ بمادة خاصة بلون الرخام بحيث تتجانس مع لون القطعة، وتقويتها بالحديد من الخلف في حالة المقاسات الكبيرة.(بشرط موافقة الاستشاري حسب الحالة)

٢- تسوية فروق المناسيب إن وجدت (إزالة ونحت البروزات والنتوءات الموجودة على السطح)، ويتم ذلك بعد أن يعتمد منسوب محدد جديد بإستعمال ميزان تسوية زئبقي، كما يتم إختيار بداية واتجاه سير خطوة القطعة حتى يتحقق لنا في النهاية الوضع المطلوب.

٣- التأكد من عدم وجود آثار للزيوت أو الشحوم أو المواد الدهنية على السطوح والعمل على إزالتها إن وجدت.

٤- ترطيب السطوح البيتومينية قبل التركيب باستخدام المونة الأسمنتية.

٥- يتم تقسيم العنصر المراد إكسائه إلى مسافات منتظمة لمعرفة عدد المسافات اللازمة وتفريد قطع الإكساء الخاصة بها.

١-١١ عمليات إكساء الأرضيات والجدران والواجهات:

إن تركيب الرخام يحتاج إلى خبرات خاصة سواء على الجدران الأسمنتية أو البلوك أو الخلفيات الأخرى.

ففي الجدران الأسمنتية يستخدم في التثبيت زوايا معينة مع كانات للتثبيت في الأسمنت المسلح، وهناك نوعان من الزوايا (السلك):

١- حديد صلب وهو مقاوم للرطوبة والصدأ وأعلى في التكلفة.

٢- حديد مجلفن وهو أقل تكلفة (سعراً أقل).

أما الجدران البلوك فيتم تركيب الرخام عليها بإستخدام مشابك تثبيت من الحديد الصلب تركب على الحائط بأسمنت من نوع خاص(أنظر أكسسورات تركيب الرخام والجرانيت لاحقا).

التركيب على الخلفيات الأخرى يتم عن طريق تثبيت أو وضع قطع الرخام في إطار معدني ثم يركب الإطار في الجدران.

كما يمكن تركيب الرخام على الحوائط بإستخدام الربط بدون لصق وهو ما نراه كثيراً في العمارات والمجمعات والمباني الحكومية حيث يتم بإستخدام الطرق الميكانيكية والتي تعتمد على استخدام المسامير الفشر ومن مميزات هذه الطريقة: سهولة التنفيذ نظراً لنقل الأحمال من خلال المسامير إلى المنشأ، ولا يكون الاعتماد على المواد اللاصقة، كذلك التركيب بالطريقة الميكانيكية يعطي عازل للحرارة لوجود فراغات بين الشاسيهات الحديد والحوائط والرخام أو الجرانيت مما يسمح بمرور تيار هوائي عازل.

ملحوظة:

مسامير الفشر: هي زوايا حديد يوجد بها مكان لتثبيت المسامير داخلها في كل طرف للحائط والرخام.

كذلك يمكن تثبيت قطع الرخام على الجدران من وزاياها فقط بإستعمال معجون من مادة لاصقة (كالجبس) تثبت بها زوايا القطع مع الجدار بالوضع المطلوب، ثم يملأ الفراغ بين القطع التي على صف واحد والجدار بالمونة الأسمنتية السائلة (مونة اللصق) أنظر الـ CD.

ملحوظة:

الجبس: يستخرج الجبس الخام من صخور القشرة الأرضية التي تظهر أحياناً على سطح الأرض أو يستخرج من تحت سطح الأرض عن طريق فتح المحاجر حيث يتم تكسيره إلى أحجار مناسبة توضع في الأفران أو القمائن وتبدأ بعد ذلك عمليات الحرق أو التكليس وتستخدم الأفران الدوارة أو القمائن التي تتراوح درجة حرارتها (١٨٠ – ١٢٠م°) حيث يفقد الجبس حوالي ثلاثة أرباع ماء التبلور ثم يصنف بعد ذلك بالنسبة لدرجة نعومته ويعبأ في أكياس أو عبوات مناسبة ويتم إنزاله إلى الأسواق لغرض إستخدامه في البناء ويتميز الجبس بإمكانية تحويله إلى ما يسمى بعجينة باريس بتسخينه على درجة حرارة (١١٠° – ١٢٠م°) حيث يفقد الجزء الأكبر من ماء التبلور ويصبح شرهاً لإمتصاص الماء عند إستخدامه ليستعيد تركيبه الأصلي في مادة صلبة بعد التشكيل.

وهناك أنواع منه تستخدم في طبقة الضهارة لبياض الأسقف والحوائط الداخلية مثل جبس المصيص الذي يمتاز بلونه الأبيض الناصع، ونوع يستخدم في أعمال الزخرفة وصناعة الخزف مثل جبس التشكيل، كما يستخدم الجبس الخام في صناعة الأسمنت البورتلاندي كمادة تتحكم على سرعة تصلب الأسمنت ولكن الحذر كل الحذر من الجبس مع الحديد حيث يحدث تأكل للحديد بفعل مكونات الجبس.

١-١٣ مونة اللصق:

تستخدم المونة الأسمنتية وهي (مونة مؤلفة من مزيج الأسمنت والرمل والماء) وهي أكثر أنواع المواد اللاصقة استعمالاً لكونها سهلة التحضير ورخيصة الثمن، وقد يضاف إلى هذا المزيج كمية من المواد البولمرية كي يعطي الخلطة ليونة أفضل وتساعد عليقوة الإلتصاق.

وتستعمل المونة الأسمنتية عموماً فوق السطوح الخشنة كجدران البلوك التي تحتوي على بعض العيوب في إستواء سطحها، إذ يمكن من خلال تكبير أو تصغير سماكة المونة التحكم باستوائية السطح الكلي بعد عملية التركيب، كذلك تستخدم فوق السطوح الناعمة ولكن الشرط الرئيسي الذي يحدد إمكانية إستخدامها هو قابلية مادة السطح للتماسك مع المواد الأسمنتية.

وتحضر هذه المونة بنسب محددة بحيث لا تقل كمية الأسمنت في متر مكعب من الخلطة عن ٣٥٠ كجم مع نسبة من الماء لا تزيد عن ٢٠٠ لتر / م^{٣}.

١-١٣ طريقة إكساء الأرضيات:

الأرضيات الأفقية:

١- تسوية الأرضية المراد إكسائها وتحديد منسوب التركيب.

٢- تؤخذ أبعاد الأرضية وتحسب منها صفوف قطع الرخام المطلوبة.

٣- ترش الأرضية بالماء ثم تفرش طبقة من الرمل الناعم مع مراعاة أن تكون سماكتها المتغيرة مع سماكة المونة والبلاطة مماسة لخط المنسوب المحدد سابقاً.

٤- يتم تنفيذ صفوف البلاط بحيث يتم فرد المونة على ظهر البلاطة الأولى بسمك (٢ – ٣ سم) وتركيبها في بداية الصف وتركيب البلاطة الأخيرة بنفس الصف ويشد خيط بين البلاطتين بشكل ملاصق لحافتيهما.

٥- يتم تركيب القطع الأخرى اعتماداً على البلاطتين الأساسيتين وذلك بالإستعانة بالخيط المشدود والقدة وميزان الزئبق مع مراعاة أن تكون الفواصل بين البلاطات في حدود (١ – ٢ مم).

٦- بعد الانتهاء من كافة الصفوف يبقى الصف الخير حيث نقوم بقص القطع بالعرض المطلوب بعد أخذ مقاساتها عبر الواقع.

٧- بعد الإنتهاء من إكساء الأرضية يتم تنفيذ الغززة وتكون قائمة مع سطح الأرضية المنفذة موازية لصفوف الرخام وتثبت بنفس الطريقة السابقة (بشد خيط بين بداية ونهاية الجدار)، ثم تملأ بالمونة الأسمنتية من الأعلى.

٨- توضع روبة الأسمنت بحيث تملأ الفواصل بين البلاطات.

٩- تتم عملية الجلي للحصول على سطح ناعم وخال من الخدوش ثم عملية التلميع للحصول على اللمعة المطلوبة.

١-١٤ الأرضيات المنفذة بميول:

يستخدم هذا النوع من الأرضيات في الأماكن الخاصة بالوحدات الصحية والمطابخ وكذلك في الأرضيات الخاصة بغرف النوم والمعيشة وتختلف عن الطريقة السابقة بأن المناسيب التي سينفذ فوقها سطح البلاط لا تكون واقعة في مستوي واحد، وإنما في مستويات مختلف مرتبطة بمناسيب البالوعات حيث توضع بلاطة عند منسوب البالوعة وتوضع ودعات أخرى على أطراف الغرفة المراد تبليطها، بحيث يكون فرق المنسوب بين أعلى تلك البلاطات والبلاطة الموجودة عند البالوعة محققاً للميل ١% تقريباً، ثم تشير خيوط بين المناسيب وتنفذ الأرضية كما سبق شرحه.

ويعطي هذا الميل للأرض بإتجاه المصارف الموجودة بهدف تصريف الماء الناجم عن غسل الأرض بالجريان الحر للماء.

١-١٥ طريقة إكساء الجدران:

الحوائط الداخلية:

في هذه الحالة تكون الجدران بإرتفاعات قليلة لذلك يكون الوزن الناتج عن تركيب قطع الرخام فوق بعضها البعض صغيراً، ويفضل أن تكون القطع المستعملة في هذه الحالة ذات قياسات كبيرة نظراً لما تعطيه من جمال في المنظر أكثر من القطع الصغيرة. وطريقة التركيب كما يلي:

١- بعد تسوية الحوائط وتنظيفها تسقى بصورة جيدة بالماء.

٢- يتم تفريد قطع الرخام المطلوبة ويدهن السطح الخلفي للقطعة بروبة الأسمنت والماء وتركب كانات التثبيت.

٣- يتم تنفيذ التكسية إعتباراً من الجزء السفلي للحائط فتدق القطع حتى تأخذ الوضع المطلوب ويقاس مدى ضبطها وأفقية حوافها بميزان الماء، ويقاس إنطباق سطح القطعة علي القطع المركبة قبلها بواسطة القدة، كما تثبت من زواياها مع الجدار بإستعمال معجون من الجبس (الذي يجب إزالته بعد عملية التثبيت).

٤- في نهاية تركيب صف كامل من القطع، نحصل على قطع مثبتة على الحائط بواسطة حوافها أما في المنتصف فهناك فراغ بين سطحها الداخلي والحائط، يملأ هذا الفراغ بالمونة الأسمنتية وذلك بعد مرور يوم على الأقل من تركيب القطع حتى يتسنى لمونة الحواف الجفاف ومقاومة الضغط الناتج عن سكب المونة خلف قطعة الرخام.

٥- ينفذ الصف الثاني بنفس الطريقة، وتستعمل القدة لتحقيق تراكب القطع مع بعضها البعض وهكذا.

٦- تعالج الفواصل بين الألواح عن طريق ملئها بروبة أسمنتية باللون المطلوب (كحلة غاطسة أو مستوية أو بارزة).

١-١٦ الواجهات (الحوائط الخارجية):

يتطلب تركيب الرخام على الحوائط بإرتفاعات كبيرة كالواجهات مثلاً أن تثبت قطع الرخام مع الحائط بصورة محكمة لتجنب سقوط أو تخلخل هذه القطع نتيجة تأثير العوامل الجوية المختلفة، والوزن الناتج عن الارتفاع، وتعدد قطع الرخام المثبتة فوق بعضها البعض وأنا شخصيا أفضل تركيب الرخام والجرانيت بالطريقة الميكانيكية في الواجهات ضمانا للعمر الإفتراضي ولمقاومة العوامل الجوية وهذه الطريقة الميكانيكية

تعتمد علي تركيب شاسيه حديد مناسب تثبت فيه بلاطات الرخام أو الجرانيت من أسفل إلي أعلي بواسطة أكسسورات التثبيت والتركيب كما أن هذه الطريقة تساعد كما ذكرنا علي تحقيق العزل الحراري لوجود فراغات بين الحائط والشاسيه والرخام ويسمح هذا الفراغ بمرور الهواء.

ويفضل إستخدام القطع ذات المقاسات الصغيرة بسبب مقاومتها لأنها تزيد المقاومة نتيجة وجود فواصل كثيرة أثناء تركيبها كما أنها تساعد على امتصاص التغيرات التي تحدث في الجدار (تمدد وانكماش).

ويوجد عدة طرق لتحقيق الثبات المطلوب لقطع الرخام ويعتمد هذا الاختلاف على نوع وشكل الرخام وطريقة العمل والدقة المطلوبة وفيما يلي بعض هذه الطرق:

الطريقة الأولي:

بعد تشطيب السطح الخلفي لقطع الرخام المستخدمة والذي يتم بواسطة الصاروخ حفر خندق طولي مائل ضمن السطح الخلفي لكل قطعة (بعرض ٧: ٩سم وعمق ١سم) ثم يثبت قضيب حديد قطر ٦: ٨مم ضمن هذا الخندق بواسطة (مادة إيبوكسيه) ويبرز طرفي الخندق بطول يتناسب وأبعاد القطعة، وعلى أن لا يقل عن ١٠سم من كل طرف، ويفضل أن تنفذ عجينة التثبيت في نهايتي القضيب ويستفاد من هذا القضيب في إحكام تثبيت قطعة الرخام مع المونة الأسمنتية منعاً لتخلخلها مستقبلاً وبالتالي سقوط قطعة الرخام.

الطريقة الثانية:

بعد تحضير الحائط تنفذ وزنة في أوله وعلى مسافة تساوي (سمك المونة + سمك قطعة الرخام) وودعة أخرى في آخر الجدار بنفس السماكة ثم ينفذ الصف الأول باستخدام قدة مثبتة على طول الجدار بصورة أفقية باستخدام ميزان الماء ويملأ الفراغ بين الجدار والصف بالمونة، وبعدها تنفذ باقي الصفوف كما سبق شرحه في الجدران الداخلية وفي النهاية بعد جفاف المونة المثبتة لهذه القطع يتم ثقب قطعة الرخام من زواياها الأربعة وأحياناً من المنتصف وتثبت مع الجدران بواسطة أسافين ومسامير صلب.

الطريقة الثالثة:

تثبت قطع الرخام بإستعمال زوايا معدنية تثبت مع الجدار وزوايا قطعة الرخام، ويملأ الفراغ بين الجدار والقطعة بروبة من الأسمنت والرمل، وأحياناً يترك هذا الفراغ كما يوجد أو يملأ بمادة عازلة للحرارة والصوت.

١-١٧ صيانة الرخام بعد التركيب:

تشمل عملية صيانة الرخام ما يلي:

١- ملء الفواصل بين ألواح الرخام في حال وجود فواصل فارغة.

٢- إستخدام معدات خاصة بالجلي تقوم بإزالة فروق الارتفاع بين ألواح الرخام ثم التسوية ثم إزالة الخدوش ثم التنعيم.

٣- التلميع بواسطة مسحوق خاص لإظهار اللمعة الطبيعية للرخام ومن أمثلتها (الشمع) (أنظر المواد الكيماوية المستخدمة في أعمال الرخام).

٤- إن عملية تبخر الرطوبة من الرخام عبر المسام المفتوحة يعني حياة أطول للرخام لذلك يجب مراعاة ذلك عند إستخدام مواد التلميع.

٥- إعادة بلورة سطح الرخام مما يضفي صلابة أكثر ومقاومة أكبر للخدش.

وأهم عمليات التشطيب التي تجرى على الرخام حسب مكان تركيبه كالآتي:

- **التشطيب الخشن:** يعطي البلاطة سطحاً مستوياً غير لامع.
- **التلميع:** يعطي الرخام لمسة جمالية من البريق واللمعان ويظهر ألوان الرخام والطابع المميز له إضافة إلى أنه يسد المسامات والفراغات ليحد من تأثر المواد الكيماوية والعوامل الجوية.
- هناك تشطيب أقل درجة من التلميع بحيث يعطي بلاطة الرخام سطحاً جميلاً ولكنه قليل اللمعان أو يدون لمعة.
- **التخشين:** يستخدم لمنع الانزلاق خاصة في الدرج وبجانب حمامات السباحة.

- **التعتيق:** من العمليات التجميلية التي بدأت تستخدم في الفترة الأخيرة حتى تبدو قطع الرخام ليست كلها متساوية لأنها تعتمد على نوع الحجارة المستخدمة في الجلي كما تختلف حسب الآلة المستخدمة كاختلاف الرؤوس وقوة الضغط وحجارة الجلي وكانت تتم قديما عن طريق التكسير والنحت في الرخام أو الجرانيت ولكنها الآن تتم بالمواد الكيماوية كما سيلي شرحه.

١-١٨ سبل العناية بالرخام:

يجب الإهتمام بنظافة الرخام وإزالة البقع فور حدوثها عليه قبل أن تثبت ويصعب إزالتها مع تجنب إستخدام الأحماض في عملية التنظيف، لأن الرخام هو كربونات كالسيوم تتأثر كثيراً بالأحماض.

وخطوات التنظيف تكون كالآتي:

١- يزال الغبار أو الأتربة بخرقة أو فرشاة خاصة.

٢- يغسل الرخام بالماء الدافئ والصابون مع إستعمال ليفة أو فرشاة ناعمة.

٣- تشطف جيداً بالماء ويجفف ويلمع بقطعة من الصوف، ويزيد لمعانه إذا عولج بالشمع أو بالمواد الكيماوية الأخرى (كما سيلي شرحه).

وإذا كان به بقع سمراء من أثر طعام يتم إزالتها بقطرات من بيروكسيد الأيدروجين وقطرات النشادر السائل بأن تبل قطعة من ورق النشاف بالمزيج وتوضع على البقع حتى تجف الورقة ويتم تكرار العملية إذا لزم الأمر.

وينصح الفنيون المتخصصون بإستخدام مواد خاصة لتنظيف الرخام متوافرة في الأسواق لتحافظ على الشكل الطبيعي للرخام ولمعانه. وفيما يلي طريقة لتنظيف الرخام باستعمال مزيج الرخام:

١- يخلط مقدار من الصابون السائل مع مقدار ماء له من الأسبيداج الراسب مع قليل من الماء ليصبح المزيج متوسط الليونة.

٢- يغلى المزيج ويعبأ في زجاجات ويستعمل ساخناً أو بارداً.

٣- عند التنظيف تغمس خرقة نظيفة أو فرشاة ناعمة في هذا المزيج ثم تمرر على الرخام ويترك المزيج على الرخام مدة لا تقل عن ساعة ثم يشطف لإزالته.

١-١٩ أسباب حدوث التطبيل (SOUNDING) في أعمال الرخام:

قد يحدث تطبيل الرخام بعد التركيب فما هو التطبيل؟.

وهل تؤثر على الرخام؟

وكيف يمكن تفادي هذه المشكلة؟

التطبيل: يكشف عندما يتم طرق البلاطة فتصدر صوتاً، وهذا يعني عدم وجود الكمية الكافية من المونة الأسمنتية بين البلاطات والحائط.

أسباب حدوث التطبيل سواء للأرضيات أو الحوائط:

١- عدم تجهيز الأرضية جيداً قبل لصق البلاط حيث لا تتم المعالجة الجيدة لها بالماء ويتم لصق البلاطة والأرضية جافة مما يؤدي إلى امتصاص ماء المونة الخاص باللصق تاركاً المونة شبه جافة والعكس عند زيادة رش الماء على الأرضية.

٢- عدم فرد المونة على ظهر البلاطة مما يؤدي لوجود أماكن فارغة تحت البلاطة.

أي أن الفني يضع مونة اللصق في المنتصف ثم يفردها مما ينتج عنه نقص في الزوايا.

والتطبيل الناتج عن هذه الأسباب قد يسبب إنفصال البلاطات وأحياناً يؤدي إلى كسر البلاطات المطبلة نتيجة الضغط عليها أو إصطدامها بأي شيء.

ولتفادي هذه المشكلة يجب مراعاة دقة التنفيذ وتغطية كامل ظهر البلاطة بمونة اللصق ذات اللزوجة والشحومية المناسبة ويراعي ذلك عند الإستلام بمعرفة المهندس مع ملاحظة أن التطبيل لا يظهر إلا بعد جفاف مونة اللصق.

١-٣٠ العناية اليومية والدورية للرخام:

الرخام مثل أي سطح يحتاج إلي صيانة من أجل زيادة العمر الافتراضي له ولكنه يحتاج إلي عناية خاصة لأنه حساس من الأحماض، المواد الحمضية أو مواد التنظيف العادية التي يمكن تتلف سطحه وهو عندما يستخدم في الواجهات الخارجية فهو معرض للمطر والحامض الموجود في الجو الذي يسبب تآكله وتشوه سطحه لذلك يجب الاعتناء به بطريقة خاصة لإبقائه جميلا وتوفير تكاليف إعادة عمله على المدى البعيد.

ومن أجل الوقاية وتقليل الضرر علي الرخام: هناك بعض الملاحظات:

١- تقليل إستعمال الرخام في الأرضيات (إستعمال رخام مقاوم للخدش).

٢- تجنب إستعمال الرخام اللامع في مناطق المرور العالية.

٣- تنظيف أي شئ يسكب علي الرخام فورا.

٤- إستعمال ركائز لمنع وضع المواد الحارة علي الرخام مباشرة.

٥- تنظيف يومي ودوري.

٦- عدم إستخدام المكانس الكهربائية التي تسبب خدش للرخام.

٧- إستخدام المواد الحاكة (قشور – فلسبار – سليكا – كوانتز – الخ) علي الرخام الخشن أما اللامع يمكن أن تسبب خدوش به.

٨- تجنب إستعمال المنظفات الكيماوية الغير مدروسة.

٩- إستخدام صابون الحجارة وكذلك المساحيق الخالية من الفوسفات المعتدلة.

الباب الثاني

صناعة الرخام

الباب الثاني
صناعة الرخام

٢-١ طريقة صناعة الرخام والجرانيت.

٢-٢ المناشير.

الباب الثاني
صناعة الرخام

٢-١ طريقة صناعة الرخام والجرانيت:

يتم جلب الحجارة الطبيعية من المحاجر حيث تقطع لبلاطات بدلا من الكتل الكبيرة ثم تنقل وتلمع وتشحن للتركيب – وقد تم تطوير ماكينات صناعة الرخام علي مر السنين ويوجد ثلاثة أنواع أساسية من المعدات التي تستخدم في تصنيع الرخام:

١- المناشير.

٢- ماكينات التلميع.

٣- ماكينات الحفر (التشكيل)

وستناولها بشئ من التفصيل.

٢-٢ أولا: المناشير:

تنقسم المناشير الي عدة انواع:

أ- منشار كتلة (منشار عصابي) ويستخدم في تقطيع كتل الحجارة الهائلة الي كتل صغيرة نسبيا.

ب- منشار (السلك) وهو عبارة عن منشار ذو سلك معدني ذو درجة صلابة محددة واحيانا يرصع بالماس الصناعي ويقطع هذا السلك بسرعة خلال الحجارة الصلبة.

ج- منشار (جسر) يستخدم في تقطيع كتل الحجارة الي الشكل النهائ للاستخدام.

وبتطور التكنولوجيا الحديثة تم عمل طرق جديدة للقطع وذلك بعمل (فوهة) يخرج منها خليط من الماء مع مواد قاسية بسرعة عالية تقوم بقطع هذه الاحجار (الواتر جيت water get) (كما سيلي شرحه).

ثانيا: ماكينات التلميع:

تقوم هذه الماكينات بتلميع الأحجار لإرضاء رغبات المستهلك حتى تصل الأحجار إلي لمعان بدرجة عالية (مثل المرآة) ففي الماضي كانت هذه الماكينات تشغل باليد وكان البعض يلجأ إلي استخدام الة للقيام بعملية التلميع.

ثالثا: ماكينات الحفر:

قديما كان الحفر اليدوي يستخدم في النقش والزخرفة علي الرخام ولكن مع ظهور الماكينات الحديثة حدث توفير في الوقت والجهد فأمكن الوصول إلي أشكال عديدة زخرفيه في وقت وبجهد قصير.

وبظهور ماكينات CNC أصبح هذا المجال سهلا حيث يمكن السيطرة علي المنشار وماكينات التلميع وماكينات الحفر بإستخدام الحاسب الآلي حيث يتم إبلاغ المنشار العصابي مقاسات الكتل المراد قطعها عن طريق الحاسب الآلي والتي يقوم بقطعها ثم تنقل عن طريق الأسلحة الالكترونية إلي منشار الجسر حيث يتم تقطيعها إلي أجزاء صغيرة طبقا للأبعاد التي تم أخذها مسبقا من الحاسب ومن ثم تنقل القطع الصغيرة إلي ماكينات التلميع حيث يتم تلميع سطح الكتلة إلي النعومة المطلوبة وببعض الماكينات يكون لها عيون ليزر لإختبار درجة النعومة.

وقد أكدت معظم الشركات التي تعمل في هذا الاتجاه أن إستخدام تكنولوجيا CNC أدي إلي تضاعفه معدل الإنتاج والذي سهام بشكل ملحوظ في تخفيض تكلفة إنتاج (المناضد – المفاصل – البلاطات – المواقد – أحواض الرخام).

الباب الثالث

تطبيقات الرخام

الباب الثالث

تطبيقات الرخام

٣-١ تطبيقات الرخام.

٣-٢ حساب التوريد والتركيب.

٣-٣ أعمال الرخام.

٣-٤ تجهيز الرخام.

٣-٥ مواصفات أعمال التوريد والتركيب.

٣-٦ تحليل أسعار الرخام.

الباب الثالث

تطبيقات الرخام

٣-١ تطبيقات الرخام:

يسمون الرخام حجارة الملوك وهي أكثر قدما من أي حجارة أخري وقد اثبت كفاءة في المباني القديمة عن أي حجارة أخري كما يستخدم الرخام والجرانيت في إستخدامات أخري.

ويستخدم الرخام في عدة استخدامات أخري مثل:

كسو مداخل الكنائس (الكاتدرائيات) – المساجد – القصور – بعض الحمامات (من اجل المنظر الجمالي) حيث انه من المعتاد وجود الرخام في الحمامات في المنزل الحديث واحتفظ الرخام بمكانته (كأعلى مواد للتشطيب).

٣-٢ حساب التوريد والتركيب:

- ثمن المتر المسطح المصنع هو تسليم المصنع + هامش الربح المناسب=٠٠,٠٠
- قيمة النقل = إيجار سيارة في اليوم ÷عدد النقلات(٣)×٤٥م^{٢}= ٠٠,٠٠
- أجور نقل وتفريغ= أجر ٨ عمال÷ ٣ نقلات ×٤٥م^{٢} =٠٠,٠٠
- ثمن مونة التركيب= (ثمن م^{٣} رمل÷ثمن ٢٥٠كج اسمنت عادة÷ ٣٠م^{٢})١,١=٠٠,٠٠
- ثمن فرشة الرمل=١×٠,٧×ثمن المتر المكعب رمل×١,١ = ٠٠,٠٠
- مصنعية التركيب= (أجر العامل مبلط + أجر مساعد + أجر عامل عادي) ÷٣٠م^{٢} =٠٠,٠٠
- مصنعية الجلاء=(أجر عامل جلاء + أجر ٢عامل مساعد) ÷١٨٠م^{٢} =٠٠,٠٠

- إهلاك جلاء وسقية=(ثمن١٥قطعة حجر صغيرة÷٦٠٠م^{٢} + ثمن نصف كيلو اسمنت ابيض بودرة حجر ابيض)=٠٠,٠٠
- أجر + مستلزمات وسقية=ثمن ربع كيلوات كهرباء + ثمن٠,١٥ م^{٣} مياه=٠٠,٠٠
- إجمالي التكلفة الفعلية للتوريد والتركيب=٠٠,٠٠
- يضاف ٢٠٪ من المصنعية علاوة لكل دور.

٣-٣ أعمال الرخام:

أنواع الرخام:

(أ) الرخام المستورد: ويتم إستيراده حاليا بكميات قليلة لارتفاع تكاليف استيراده ومنه:

- الأبيض أو المعرق بالأسود ويستورد من إيطاليا.
- الأسود السادة أو المعرق باللون الذهبي ويستورد من بلجيكا
- الأحمر السادة أو المعرق ويستورد من بلجيكا
- ألوان أخري كالأخضر والأصفر والأزرق – الخ وتستورد من بعض بلدان أوربا كأسبانيا – التشيك – وسلوفانيا – ورومانيا.

(ب) الرخام المحلي ويتم إستخراجه من المحاجر المنتشرة بجمهورية مصر العربية ومنه:

- ابيض واسود ادفو ويستخرج من محاجر ادفو وحاليا يستخرج مشابه له من سيناء.
- بوتشينو ويستخرج من الزعفرانة علي البحر الأحمر وحاليا يستخرج نوعية مشابهة في اللون ومختلفة في النوعية من منطقة الهرم وبني سويف.
- البرلاتو ويستخرج من شرق وغرب سمالوط وأسيوط واللون ابيض مشعر باللون الأسود.
- الجرانيت ويستخرج من أسوان ومن سيناء.
- الألبستر ويستخرج بني سويف ومن أسيوط.

(ج) الرخام الصناعي:

ويتم تصنيعه من كسر الرخام والاسمنت ومواد كيميائية متنوعة تعطي له بعض الخواص في اللون والصلابة.

٣-٤ تجهيز الرخام:

- يتم الحصول علي الرخام المحلي من المحاجر المنتشرة بمصر في صورة بلوكات بمقاس ١ متر مكعب للمصانع التي تقوم بالنشر بمناشير الواتر جيت.
- يتم النشر بالمناشير منها الذي يعمل بالمياه ومناشير تعمل بالمناشير الكهربائية وهذه تعمل بوضع البلوك تحت المنشار والذي يتكون من ٢٠ – ٤٠ سلاح طبقا للنوع ويستغرق البلوك من ٦-٨ ساعة لانتهاء قطعها إلي ألواح سمك ٢-٤ سم حسب الحاجة.
- بعد ذلك يتم تقطيع الألواح إلي المقاسات المطلوبة ويتم صقلها وجلبها.
- يتم النقل إلي المشروعات المطلوب تركيب الرخام بها.(انظر ال (CD

٣-٥ مواصفات أعمال الرخام (التوريد والتركيب):

- يراعي أن يكون الرخام خالي من العروق المعدنية والشروخ والشقوق.
- يجب أن يكون الرخام متجانس اللون وحبيباته دقيقة وتامة التبلور.
- كما يتم توريد الرخام إلي الموقع بالمقاسات والأسماك المطلوبة ولا يسمح بالقطع في مكان العمل.
- يتم تركيب الرخام بمونة مكونة من ١ متر مكعب رمل و ٣٠٠ كيلو جرام أسمنت أو ٣٥٠ كيلو جرام أسمنت علي فرشة من الرمل النظيف.
- يتم ملء اللحمات بين القطع بلباني الاسمنت الأبيض بعد التركيب يتم تغطية الرخام بعدد اثنين طبقة جبس وكذلك بطبقة من الشكاير يوضع عليها ألواح خشبية للسير عليها.
- تجاليد الرخام للأعمدة والحوائط الداخلية والخارجية يتم تثبيتها بطبات نحاس.
- بعد تمام التركيب يتم إزالة الجبس ويصقل جيدا يدويا أو ميكانيكيا.

وعلي ذلك يكون ثمن الرخام المورد للموقع يشمل:

١- ثمن حجر البلوكات.

٢- ثمن قطع البلوكات.

٣- ثمن نقل البلوكات إلي المصنع.

٤- ثمن تقطيع البلوكات إلي المقاسات المطلوبة.

٥- ثمن صقل وجلي البلوكات.

٦- ثمن نقل القطع إلي مربع العملية.

وهذه العمليات جميعها تتم بمعرفة الشركات المنتجة علي أن تقوم بتحديد أسعار توريد المتر المسطح لجميع النوعيات المختلفة من الرخام في نشرات سنوية.

٣-٦ تحليل أسعار الرخام:

وفيما يلي كيفية تحديد فئات الأسعار لنوعيات الرخام المختلفة:

(١) بالمتر المسطح: توريد وتركيب ترابيع للأرضيات مقاس ٣٠×٣٠ سم أو ٤٠×٤٠ سم أو ٥٠×٥٠سم أو ٦٠×٦٠سم أو ٣٠×٤٠سم أو ٤٠×٥٠ سم أو ٥٠×٦٠ سم.. الخ بسمك ٢ سم والسعر يشمل توريد وتركيب وزرة والجلاء والتلميع طبقا للأصول الصناعة:

- ثمن المتر المسطح سم ٢ سم شامل النقل إلي موقع العمل =٠٠,٠٠
- فرشة رمل ٠,٠٦(سمك الفرشة) × ثمن م^{٣} رمل × ١,٠٥= ٠٠,٠٠

مونة:

- رمل متر مكعب × ثمن المتر =٠٠,٠٠
- أسمنت ٣٠٠ كج × ثمن الكيلو =٠٠,٠٠
- ٥٪ هالك =٠٠,٠٠
- إجمالي قيمة المونة..× ٠,٠٢ (سمك المونة)=٠٠,٠٠

مصنعية التركيب:

- أجر عامل فني
- أجر عامل عادي
- أجر عامل عجان
- إجمالي الأجور..÷ ٥٠ م^{٢} الإنتاج اليومي =٠٠,٠٠

إهلاك عدة صغيرة:

- غلق × ثمن الوحدة =٠٠,٠٠
- ٢ قطعة × ثمن الوحدة =٠٠,٠٠
- اجمالي..÷ ٥٠٠٠م^{٢}=٠٠,٠٠

جبس الحماية:

- ١×١×٠,١٠(١٠٠٠÷١٥٠٠) × ثمن طن الجبس =٠٠,٠٠
- عامل عادي × الأجر اليومي ÷ ١٠٠م^{٢} =٠٠,٠٠
- إجمالي قيمة الجبس والمصنعية =٠٠,٠٠
- إهلاك المياه= قيمة جبس الحماية =٠٠,٠٠

الجلي:

- عامل فني × الاجر اليومي =٠٠,٠٠
- عامل عجان × الاجر اليومي =٠٠,٠٠
- ٢ شيكارة أسمنت ابيض × ثمن الشيكارة =٠٠,٠٠
- ٢ شيكارة بودرة × ثمن ١ شيكارة = ٠٠,٠٠
- =٠٠,٠٠ ÷ ١٠٠م^{٢} = ٠٠,٠٠
- إجمالي مصنعية الجلاء والمون =٠٠,٠٠

قيمة الوزرة توريد وتركيب:

- إجمالي قيمة المتر المسطح × ٠,١٥ × (المعدل من ٨-١٢٪ هالك) × لتكن ١,١ إجمالي قيمة التكلفة الفعلية شامل الوزرة =٠٠,٠٠

- يضاف ٢٠٪ من المصنعية علاوة لكل دور.

(٢) بالمتر المسطح: توريد وتركيب تكسية رخام محلي سمك ٢ سم للأعمدة والحوائط مع الصقل والجلاء طبقا لأصول الصناعة:

- ثمن المتر المسطح لموقع العملية =٠٠,٠٠
- مونة كالبند السابق = ٠٠,٠٠
- مصنعية تركيب =٠٠,٠٠
- عامل فني × الأجر اليومي =٠٠,٠٠
- عامل عادي × الأجر اليومي =٠٠,٠٠
- عامل عجان × الأجر اليومي =٠٠,٠٠
- عامل خشاب × الأجر اليومي =٠٠,٠٠

إجمالي الأجور = ٠٠,٠٠

- إهلاك عدة صغيرة كالبند السابق =٠٠,٠٠
- جبس الحماية كالبند السابق =٠٠,٠٠
- إستهلاك المياه كالبند السابق =٠٠,٠٠

إجمالي...÷ ٢٠٠ = ٠٠,٠٠

إجمالي التكلفة الفعلية للتكسية =٠٠,٠٠

إهلاك أخشاب ودبلاق:

- عدد ٤ عرق خشب × ثمن الوحدة =٠٠,٠٠
- ٢ لوح بنطي × ثمن الوحدة = ٠٠,٠٠
- كيلو دبلاق × ثمن الكيلو جرام =٠٠,٠٠

إجمالي..÷ ٢٠٠ =٠٠,٠٠

إجمالي التكلفة الفعلية للتكسية =٠٠,٠٠

ويضاف ٢٠٪ من المصنعية زيادة لكل دور.

في حالة تكسية الحوائط الخارجية:

جميع البنود كما سبق ذكره ماعدا إهلاك الأخشاب والدبلاق تكون كالاتي:

- عدد ٤ عرق خشب × ثمن الوحدة =٠٠,٠٠
- ٢ لوح بنطي × ثمن اللوح=٠٠,٠٠
- كيلو دبلاق × ثمن الكيلو =٠٠,٠٠

إجمالي = ÷ ٥٠م^{٢}

إجمالي قيمة التكلفة الفعلية لتكسية الحوائط الخارجية.

ويضاف ٢٠٪ من المصنعية علاوة لكل دور.

ملحوظة: في حالة الواجهات المسطحات الكبيرة يضاف ثمن عناصر التثبيت من إطارات معدنية ومسامير تثبيت والسدايب النحاس طبقا لما يحدده مواصفات البند (كما في التثبت الميكانيكي).

* بالمتر الطولي توريد وتركيب وتكسية درج رخام محلي من قائمة سمك ٢ سم ونائمة سمك ٤سم والسعر يشمل توريد وتركيب وزرة بارتفاع ١٥ سم مع الصقل والجلاء طبقا لأصول الصناعة:

قيمة التوريد: شامل النقل والهالك لموقع العملية

- القائمة ٢سم = ٠,١٥ × ثمن المتر المسطح =٠٠,٠٠
- القائمة ٤سم = ٠,٣٠ × ثمن المتر المسطح =٠٠,٠٠
- اجمالي القيمة.. × ١,٠٥

هالك = ٠٠,٠٠

مونة تركيب:

رمل ١ م٣ × ثمن المتر المكعب أسمنت ٣٠٠ كج × ثمن الكيلو جرام =٠٠,٠٠

٥ ٪ هالك = ٠٠,٠٠

إجمالي قيمة المونة..÷ ٣ = ٠٠,٠٠

مصنعية تركيب:

- عامل فني × الأجر اليومي =٠٠,٠٠
- عامل عجان × الأجر اليومي = ٠٠,٠٠
- عامل عادي × الأجر اليومي = ٠٠,٠٠

إجمالي الأجور..÷ ٥ م.ط =٠٠,٠٠

- إهلاك عدة صغيرة كالبند السابق = ٠٠,٠٠
- جبس للحماية = ثلث القيمة بالبند السابق = ٠٠,٠٠
- إهلاك مياه = كالبند السابق = ٠٠,٠٠
- الجلاء = ثلث القيمة بالبند السابق = ٠٠,٠٠

إجمالي التكلفة للمتر الطولي = ٠٠,٠٠

توريدوتركيب الوزرة = قيمة توريد وتركيب المتر المسطح من بند رقم(١) × ٠,١٥ ×(٨-١٠٪ هالك) × ١,١ =٠٠,٠٠

إجمالي التكلفة الفعلية =٠٠,٠٠

يضاف ٢٠٪ من المصنعية علاوة لكل دور.

ملحوظة:

* في حالة طلب تكسية أرضيات أو حوائط او أعمدة بزخارف ورسومات معمارية يتم حساب المصنعية بقيمة مضاعفة عن القيمة للأرضيات والأعمدة والحوائط برخام عادي.

الباب الرابع

إكسسوارت الرخام

الباب الرابع

إكسسوارات الرخام

٤-١ إكسسوارات تركيب الرخام والجرانيت

٤-٢ الكيماويات المستخدمة في أعمال الرخام

٤-٣ بعض الماكينات المستخدمة في أعمال الرخام والجرانيت

الباب الرابع

إكسسورات الرخام

٤-١ إكسسورات تركيب الرخام والجرانيت:

إن إستخدام الإكسسوارات سواء كانت إكسسورات من الإستانسيل أو أسلاك صلبة أو حديد مجلفن..أو مسامير بصامولة أو مسامير فيشر..حسب الإستخدام الأمثل لهذه الإكسسوارات لها تأثير هام لضبط جودة التركيب..سواء كان التركيب عادي أو ميكانيكي أو نصف ميكانيكي بجانب زيادة العمر الإفتراضي.

والأشكال والبيانات المرفقة بالـCD وهي توضح بعض هذه الأنواع بمواصفاتها وأوزانها وطرق تركيبها وكذلك المواصفات العالمية الخاصة بهذه الإكسسوارات.

٤-٢ الكيماويات المستخدمة في أعمال الرخام:

إن العلم الحديث لم يدخر جهدا لتطوير صناعة الرخام..ومن نتاج الأبحاث العالمية الهامة هو إنتاج العديد من الكيماويات لخدمة قطاع الرخام سواء لتثبيت الرخام مع الإكسسوارات المختلفة الموضحة سابقا..أو كيماويات التنظيف..أو كيماويات الصيانة..أو كيماويات المواد الملونة للفواصل والعراميس أو غير ذلك من الكيماويات الهامة في أعمال الرخام..ونوضح فيما يلي تفاصيل بعض هذه المواد.

مواد حماية أسطح الرخام والجرانيت PROTECTION MATERAILS.

أ- يوجد مواد كيماوية متوفرة في الأسواق هدفها منع التسرب حيث تقوم بحماية الأسطح الخارجية من تسرب المياه.

ب- يوجد أيضا مواد كيماوية لحماية الأسطح من الصبغات المستخدمة في تلوين العراميس.

ج- يوجد أيضا مواد مانعة للتسرب لحماية الفواصل الأسمنتية من المياه أو الزيوت أو الملونات الحمضية.

د- كما توجد مواد كيماوية مانعة للتسرب فتكون طبقة عازلة شديدة الاحتمال تحمي أسطح الرخام والجرانيت الغير لامعة.

هـ- يوجد أيضا مواد تعطي طبقة حماية لأسطح الرخام والجرانيت وتكون شديدة اللمعان.

و- مواد مثبتة للون الرخام والجرانيت ولتقوية أسطحها.

المواد الملونة للفواصل الأسمنتية من الجراوت GROVT COLOL MAT.

أ- وهذه المواد تمتاز بثبات لونها وقوة تحملها مع الزمن وهذه من خواص مادة الجراوت بجانب أنها غير قابلة للانكماش.

ب- يوجد منها أنواع من الإيبوكسي بألوان ثابتة ورائعة وسهلة الاستعمال مع وجود فاتورة ألوان بأرقام محددة.

ج- تمتاز هذه المواد أنها غير منفذة للمياه كما أنها مانعة للتسرب (إنظر الـ CD).

مواد صيانة الأسطح للرخام والجرانيت والأحجار STONERAESTORATION

يوجد من هذه الأنواع ستة أنواع:

١- النوع الأول عبارة عن معجون يعيد البريق واللمعان لأسطح والرخام والحجر.

٢- النوع الثاني عبارة عن كريم يزيل الخدوش ويعطي لمعان وبريق للرخام والحجر أيضا.

٣- النوع الثالث عبارة عن شمع يزيل الخدوش ويعطي لمعان وبريق جيد.

٤- النوع الرابع عبارة عن مزيل للشحومات والشمع ويعيد الأسطح لحالتها.

٥- النوع الخامس هو مسحوق صقل يعمل علي إزالة الخدوش من الأجزاء الضعيفة من الرخام والحجر.

٦- النوع السادس هو خاص بالأسطح القديمة من الرخام أو الحجر حيث يعيد إليها المعان والبريق (إنظر الـ CD).

المنظفات CLEANERS:

يوجد من هذه المنظفات ستة أنواع:

١- النوع الأول يزيل الأتربة والشحومات والبكتريا المتكونة علي الأسطح.

٢- النوع الثاني يزيل الروائح وقاتل للبكتريا ولا تؤثر علي الأسطح.

٣- النوع الثالث يزيل الاسمنت والصدأ والرواسب المعدنية.

٤- النوع الرابع بودرة لإزالة بقع الشحم العميقة من البلاطات ومن الفواصل.

٥- النوع الخامس مركب خاص لإزالة المواد الايبوكسية والبولي ريثان المستخدمة في التشطبيات الصناعية.

٦- النوع السادس منظف عام ذو رائحة جيدة للنظافة الدورية.

مواد تفتيت الصخور والجرانيت والرخام:

أ- وهي بديل المواد المتفجرة الضارة بالبيئة حيث تصل قوتها إلي ٨٠٠٠٠ طن/م^{٢} وتعتمد في عملها علي نظرية التمدد الجانبي نتيجة زيادة حجمها مستخدما فتستخدم في التكسير والتنقيب.

ب- تحدث هذه المادة تشققات وتحدث أيضا تكسير وتفتيت في الصخور في بضع ساعات قليلة.

ج- يوجد من هذه المواد أنواع مستخدمة في الظروف المناخية السيئة كالأمطار أو في حالة الحرارة المختلفة.

د- لا تحدث ضوضاء أو اهتزازات وليس لها أضرار علي البيئة أو الصحة العامة.

هـ- تستخدم هذه المواد في الأتي:

- تفتيت الصخور وكتل الرخام والجرانيت بدون تفجير.

- شق الصخور الكبيرة.
- قطع الرخام والجرانيت في المحاجر.
- تهذيب حواف الصخور.

و- يجب عمل الاحتياطيات اللازمة والخاصة بالأمن الصناعي والسلامة المهنية سواء إرتداء النظارات والقفازات والكمامات وعدم تعرض الجلد أو العين لهذه المواد.

ز- طريقة الإستخدام يتم عمل ثقب بقطر معين وبعمق محدد وثم خلط المادة بالماء مع التقليب الجيد ثم يتم ملئ الثقوب بالخليط خلال ٥ دقائق..وتترك لمدة ١٢ ساعة لتحدث التشققات المطلوبة والمحددة نتيجة زيادة حجمها (إنظر الـ CD).

المواد الايبوكسية ومواد البوليمر:

- تستخدم هذه المواد في أعمال لصق الرخام أو تجميع الأجزاء الصغيرة من الرخام والجرانيت لعمل أشكال ديكورية رائعة.
- كما تستخدم في ملئ الشروخ ولحام الكسور وملئ الفراغات (إنظر الـ CD).

مواد معالجة أسطح الرخام (التعتيق):

وهي مواد يعالج بها سطح الرخام وكأنه من قديم الأزل ويسمي (أنتيك) (إنظر الـ CD).

٤-٣ بعض الماكينات المستخدمة في أعمال الرخام والجرانيت:

١- ماكينة الكتابة علي الرخام MARBLE WRITER MACHINE.

- وهي من أحدث ماكينات أعمال الرخام والجرانيت (انظر الرسم والCD)
- تستوعب الماكينة قطعة رخام أو جرانيت في حدود ١٠٠ سم
- يتم الكتابة بعدد ٢ قلم ويتم ربطها بجهاز كمبيوتر.

٢- خط كسر البلاط BEVEL CRUCHING LINE.

أ- حيث تسوية السطح بماكينة خاصة ذات الجهة الواحدة.

ب- يتم كسر الخامات بواسطة ماكينة خاصة ذات جهتين.

ج- يتم تقليب الحجر بواسطة التقليب.

تستوعب من ٢٠ إلي ٦٠ سم

انظر الرسم وال CD.

٣- ماكينة الحشو ذات ال٥ رؤوس ٥HEADS CEMENT FILLING MACHINE.

١- تحتوي هذه الماكينة علي نظام التجفيف من القسم العلوي.

٢- تمكن تحرك الرؤوس من أسفل ومن اعلي.

٣- يمكن حشو من ٣ الي٦,٥ سم.

انظر الرسم وال CD.

٤- ماكينة الحشو ذات الرأسين ٢HANDS DIMENSIONS MACHINE.

١- تستوعب قطع بمقاس ٦,٥ سم

٢- ترفع الرؤوس بواسطة مكبس هوائي اتوماتيكيا.

انظر الرسم وال CD.

٥- خط جلخ البلاط TILE CRINDINGLINE:

١- هذه الماكينة لها شريط للجلخ.

٢- يقوم بالحركة من والي اعلي والي أسفل بواسطة جهاز الاختزال.

انظر الرسم وال CD.

٦- ماكينة جلخ اتوماتيكية ذات رأس ثابت (٤ + ٥)٧٠٠ مم

4 + 5 700MM FIXED HEAD AUTOMATIC MARBL MACHINE

١- بها أكثر من شريط.

٢- يقوم بالحركة من والي اعلي والي أسفل بواسطة جهاز الاختزال.

انظر الرسم والـ CD.

٧- ماكينة القطع ذات الرأسين ٢ HEAD CUTTING MACHINE:

تستوعب تقطيع ٥٠٠ م^{٢}/ اليوم

انظر الرسم وال CD.

٨- ماكينة الشق الرأس ذات ٦ رؤوس أو ٤ رؤوس.

٤ OR ٦ HEADS HORIZONTAL SPLIT MACHIN

تتكون هذه الماكينة من ٤ مناشير أو ٦ حسب نوعها.

انظر الرسم وال CD.

٩- ماكينة قطع الكائن (ST) ذات أربع رؤوس ST 4 LEG BLOCK CUTTINE MACHINR.

لها حركتان حركة الجسر بنظام ميكانيكي وحركة المنشار بنظام هيدروليكي (إنظر الـ CD).

١٠- حلاية الرخام سرعة ٣٠٠٠ لفة/د-٧,٥ حصان.

7.5 H.P &3000 rotate speed

١١- تقطيع الرخام بالواتر جيب:

١- من أهم وحدات ماكينات الرخام حيث تقوم بتقطيع الرخام والجرانيت بقوم ضغط الماء بواسطة طلمبة شديدة وعن طريق التحكم من لوحة كنترول.

٢- تكون موصلة علي جهاز كمبيوتر حسب الرسم المطلوب.

٣- تكون سرعة ضخ المياه المضاف إليها بحمامات خاصة بسرعة ٣ مرات بسرعة الصوت.

٤- يمكن لهذه الماكينة التقطيع حتى سمك ٦ سم.

(إنظر الـ CD).

الباب الخامس

أعمال الرخام

الباب الخامس

أعمال الرخام

- مقدمة

٥-١ الرخام الطبيعي وأحجار الزينة

٥-٢ التكسيات بالأحجار والطوب

٥-٣ قوائم بنود أعمال الأرضيات والتكسيات وأعمال الرخام

٥-٤ مواصفات أعمال الرخام

٥-٥ خصائص ومواصفات الرخام

٥-٦ العناصر التي تفضل في إختيارات التكسيات بالرخام والجرانيت

٥-٧ مقايسات الرخام

الباب الخامس
أعمال الرخام

مقدمة

مدخل إلي عالم الجرانيت:

أن استخدام الرخام والجرانيت يرجع إلي عصور الحضارات القديمة حيث استخدمها المصرين القدماء والإغريق والرومان في العديد من الاستخدامات سواء في النواحي المعمارية أو في الطرق أو المعابد أو دور العبادة وغير ذلك من الاستخدامات الرائعة.

وقدماء المصريين أول من عرف خصائص الرخام بل والصخور عموما.. ووظفوها تبعا لخواصها وصلاحيتها..كما إستفادوا من ألوانها الرائعة العديد من الاستخدامات سواء في التماثيل أو التحف الجميلة.

وأصبحت الميادين والمتاحف تزين من التحف الرخامية ومن التماثيل أو النافورات الرائعة.. لما لهذه المواد من خصائص التحمل الزمن كانت عدم التأثر بالماء.. هذا بجانب جمال أشكالها وألوانها.

وتطور إستخدام الرخام والجرانيت حتى أصبح يستخدم في أعمال تكسية الواجهات والمداخل للمباني والفنادق..هذا بجانب إستخدام هذه المواد في الأرضيات والدرج والنافورات والتماثل والديكورات وفي أعمال الزخرفة.

وأصبح أيضا كسر الرخام والجرانيت يستخدم في أعمال البلاط وفي أعمال الرخام الصناعي وفي أعمال الخردة (الأزملدو).

وكلمة رخام جاءت من كلمة يونانية هي (مارمارويس) marmareos.

ومعناها البريق واللمعان.

تطوير صناعة الرخام:

مع التطور الحديث وزيادة الإقبال علي إستخدام الرخام محليا وعالميا..بدأ العلماء والخبراء في صناعة الرخام في عمل الأبحاث والدراسات لدراسة معوقات تطوير هذه الصناعة الهامة وإيجاد الحلول العلمية..وخاصة في منطقة الشرق الأوسط وفي مصر بالذات.

١- ظاهرة ظهور طبقة من الأملاح علي سطح الرخام خاصة في المناطق ذات معدلات الرطوبة العالية.

٢- ظاهرة تشقق وتساقط أجزاء من أسطح الرخام..وعدم فاعلية معظم مواد معالجة الأسطح.

٣- ضعف بعض مواد معالجة وصقل الرخام.

٤- بدائية بعض طرق الإستخراج من المحاجر مما يزيد من الهالك في هذه العملية.

٥- عدم وجود كود ومواصفات قياسية مصرية أو عربية لخامتي الرخام والجرانيت.

٦- عدم وجود مراكز أبحاث متخصصة في كيماويات الرخام والجرانيت حتي أن بعض الدول الأسيوية تستورد الرخام من مصر وتعالجه معالجة كيمائية متطورة وتعيد تصديره إلي جميع أنحاء العالم.

٧- يوجد معوق أخر متعلق بالحرفيين ومستواهم الفني والتقني وعدم إطلاع بعضهم علي أحدث أساليب وإكسسوارات التركيب والصيانة.

٨- كما أن هناك معوق متعلق بعدم إستخدام التكنولوجيا العالية الحديثة مثل الأحجار الصناعية وعمل الجسات العميقة وعدم إستخدام الخرائط الرقمية.

٩- عدم الإستخدام الأمثل لمخلفات ونتاج صناعة الرخام ومطلوب عمل دراسات منخفضة لإستخدام هذه النواتج في صناعات مواد البناء مثل السيراميك والدهانات وبعض أنواع البياض المتطور.

ومع إنتشار المحاجر الكثيرة والغنية بخامات الرخام والجرانيت ودعم الإقتصاد القومي فإن هذه الصناعة الهامة كفيلة بتوريد العملة الصعبة عن طريق التصدير مع توفير فرص كثيرة لمواجهة مشكلة البطالة.

والرخام عبارة عن حجر جيري رسوبي متحول..وهو غالبا ما يكون فوق سطح الأرض.. أم الجرانيت فهو من الصخور النارية وذو صلابة عالية ويكون موجود داخل باطن الأرض.

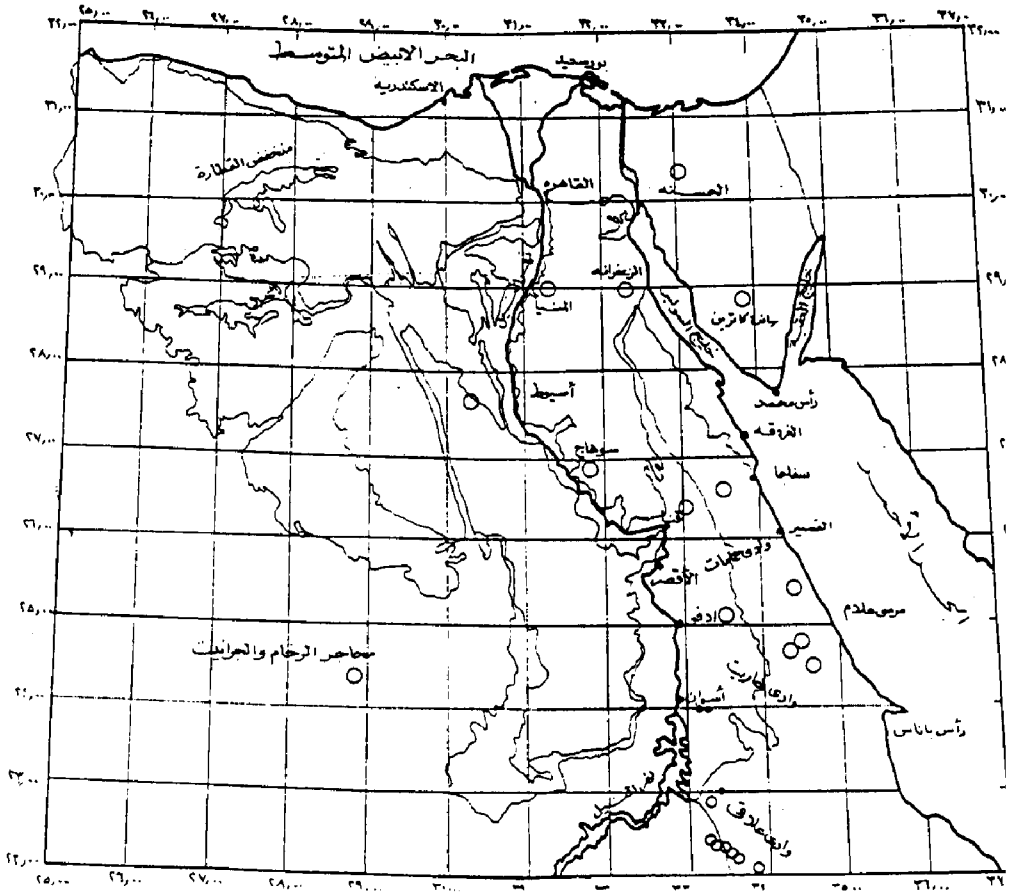
٥-١ الرخام الطبيعي وأحجار الزينة:

إن إستخدامات الرخام وأحجار الزينة ليست وليدة النهضة العمرانية الحديثة ولكن جذورها تمتد إلي بداية عصور الحضارات القديمة وقد تطورت وتعددت إستخداماتها مع الزمن فقد إستخدم المصريون القدماء والإغريق والرومان الرخام وأحجار الزينة في الأغراض المختلفة وامتد إستخدامه إلي فترات الإزدهار المعماري والحضاري في الدول الإسلامية.

وقد برع المصريون القدماء في معرفة خصائص ومدي صلاحيتها للإستخدام في الأغراض المختلفة وقد تفوقوا في إختيار النوعيات ذات الصلابة العالية والألوان المتجانسة والتي تعطي لمعانا عند صقلها واختاروا المواقع التي تبعد فيها الفواصل الصخرية بحيث يمكن الحصول علي كتل ويدل علي ذلك الأعداد الكبيرة من المحاجر المختلفة من صخور هذه المحاجر بأحجامها المختلفة.

وأصبحت التحف المصنوعة من أنواع الرخام أو أحجار الزينة المختلفة جزءاً من المعالم السياحية المختلفة في أنحاء العالم حتى اليوم لا يخلو من ميدان أو شارع أو مبني رخامية أو تمثال أو نافورة.

ومعظم المساجد القديمة الموجودة بالقاهرة القديمة وأشهرها مسجد السلطان حسن بالقلعة والمساجد الموجودة بمنطقة الغورية توضح مدي جمال الصخور المستخدمة ومدي الذوق السليم في تناقسها وقد أستخرجت هذه الأحجار من المحاجر المختلفة بصحراء مصر.



محاجر الرخام والجرانيت

وتعددت إستخدامات الرخام وأحجار الزينة الأن فأمكن إستخدامها في العديد من الإستخدامات بالإضافة الحالية في أعمال البناء وتكسية المداخل والواجهات للمباني الخاصة والعامة للفنادق والأرضيات ودرج السلالم والدفايات والنافورات والزخرفة والمحلات التجارية والنصب التذكارية وأعمال الأثاث عموما.

كذلك أستخدمت مشتقات الرخام وأحجار الزينة (الحصوة والكسر والبودرة) في عمل التكسيات من البلاط الأسمنتي والتراتزو والرخام الصناعي والتي ينتج منها أنواع كثيرة وبأشكال جميلة.

وجدير بالذكر إن كلمة رخام في اللهجة الدراجة تعبر عن أي من الصخور الطبيعية وتستعمل لأغراض الزخرفة والزينة عموما.

وهذه الصخور في الغالب تقبل الصقل والتلميع وكلمة رخام (marble) جاءت من كلمة يونانية (مارمرويس) ((marmareos أي البريق واللمعان والرخام علميا هو حجر جيري رسوبي متحول ولكن عند النظر إلي الإستخدام الفعلي للفظ الرخام الأن نجد أنه تجاوز كثيرا من تعريفه العلمي وأصبح يطلق علي جميع أنواع الصخور المستخدمة في أغراض الزينة سواء كانت هذه الصخور نارية أو متحولة أو رسوبية ومن هذه الصخور:

- الجرانيت.
- البورفرايت.
- الشست.
- السربنتين.
- البريشيا بأنواعها.
- الأحجار الجيرية المتحولة.
- الأحجار الجيرية الصلبة.
- الألباستر.
- الترافرتينو.

وتشترك كل هذه الأنواع من الصخور في أنها تستخدم في أغراض الزينة المختلفة وبالنظر إلي أصلها جيولوجيا أو تركيبها كميائيا فإننا نجد أنها تختلف عن بعضها إختلافا كبيرا وعند محاولة تقسيم هذه الصخور علي أساس جيولوجيتها أو تركيبها الكيميائي نجد أنه من الصعب أن نصل إلي نتيجة من مثل هذا التقسيم وأمكن فقط تقسيم أحجار الزينة علي أساس شكلها ولونها.حيث تم تقسيم جميع أنواع الصخور المستخدمة في الزينة إلي عشرة أقسام رئيسية وهي:

١- الرخام السكري:

ويطلق هذا علي صخور الزينة ذات البلورات المتساوية والتي يقارب شكلها شكل حبيبات السكر.

٢- الرخام ذو اللون الواحد:

يطبق هذا الأسم علي الأنواع ذات اللون الواحد المتجانس والخالية من أية عروق.

٣- الرخام المتعدد الألوان:

ويطلق علي الأنواع متعددة الألوان والتي تكون ألوانها ناتجة من الأكاسيد المعدنية المختلفة وكذلك يطلق علي الأنواع التي تنتشر فيه العروق.

٤- الرخام الحفري:

وهو نوع من الرخام يحتوي علي حفريات مختلفة وهذه الحفريات هي التي تعطي لهذا النوع من الرخام لونه.

٥- الرخام الكرينودي:

وهو نوع من الرخام يحتوي علي حفريات من الكرينويدز وقد تكون كاملة أو جزء منها.

٦- البريشيا:

يطلق علي الأنواع المكونة من قطع الصخور المختلفة المتجمعة والمتماسكة.

٧- رخام معرق:

يطلق علي النوع الذي يحتوي علي عروق منتظمة متجانسة الألوان أو مختلفة الألوان.

٨- الترافرتينو:

وهو نوع من أحجار الزينة التي تعطي لمعانا زجاجيا شفافا وهذا الصخر يتكون من الحجر الجيري الناتج من أبار المياه الساخنة التي يتسرب عنها هذا النوع من الحجر الجيري.

٩- السربنتين:

وهو نوع من الرخام يتكون كلية من معدن السربنتين ويطلق أيضا علي معظم أنواع الرخام الأخضر.

١٠- الألباستر:

وهو أقل أنواع الرخام صلابة وتكوينه الكيماوي هو كبريتات الكالسيوم وهو كريمي اللون غالبا وهناك أنواع من الألباستر يتكون من كربونات الكالسيوم ويطلق عليه الألباستر المصري ويعطي لوناً كريم به أجزاء بيضاء وهو يستخدم في الأياجورات والأباليك والتحف.

والرخام الطبيعي المصري يمكن تقسيمه إلي المجموعات التالية:

<u>المجموعة الأولي:</u>

- الأبيض الكريستال (السكري).
- الرمادي الأبيض المعرق أسود والأسود الشبكي.
- ويوجد في وادي العلاق بمحافظة أسوان.
- الأبيض والأبيض الملون والأسود.

ويوجد بمنطقة وادي مياه بإدفو وقد قاربت هذه المحاجر علي الأنتهاء حاليا ويوجد رخام أسود بسيناء ووادي خريف بمحافظة السويس ولكن ذا جودة منخفضة والكثافة النوعية لهذه المجموعة هي بمتوسط ٢,٩٠ طن/م^{٢}.

المجموعة الثانية:

- البوتشينو المعرق ذو الفصوص أو بدون فصوص بألوانه البيج بدرجاته.
- البوتشينو المعرق ذو الفصوص الوردي والمائل للأحمر (الوادي الجديد– زعفرانة– سيناء) وأماكن تواجدها وإنتاجها حاليا (جبل ثليمات محافظة البحر الأحمر ومحافظة الوادي الجديد ومنطقة الحسنة شمال سيناء وساقلتة محافظة سوهاج) والكثافة لهذه المجموعة هي بمتوسط ٢,٧ طن/م^{٢}.

المجموعة الثالثة:

- **البرلاتو المصري بأنواعه:**

أ- ذو اللون المتجانس الخالي من العروق ويتواجد النوع الجيد إدفو (غرب سمالوط) محاظة المنيا.

ب- نوع شكلت ألوانه وصلابته الحفريات الموجودة به ويتواجد بشرق المنيا وأسيوط وشمال جزيرة سيناء وجبل الجلالة بمحافظة السويس والكثافة النوعية لهذه المجموعة بمتوسط ٢,٦٥ طن/م^{٢}.

المجموعة الرابعة:

البريشيا:

المكون من قطع الصخور البيج والأرضية التي تتفاوت ألوانها من البرتقالي إلي الأحمر وكذلك الأخضر الداكن والفاتح ويتواجد بالعيساوية محافظة سوهاج (طريق فقط الصير + الحمامات) الصحراء الشرقية والكثافة النوعية لهذه المجموعة بمتوسط ٢,٧طن/م^{٢}.

المجموعة الخامسة:

- السربنتين(الأخضر):

وهو الأخضر الفاتح والغامق والمصفر ومناطق إنتاجه حالياً طريق فقط القصير وادي عطا الله قنا والبحر الأحمر وهو ذو صلابة متفاوتة وينتج بأحجام صغيرة وغير إقتصادية في التشغيل والكثافة النوعية هي بمتوسط ٢,٧ طن/م^{٢}.

المجموعة السادسة:

الأحجار والصخور النارية (الجرانيت):

وألوانه الأحمر الغامق والفاتح والرمادي المنقط أسود والرمادي بالبني الفاتح.. إلخ وجاري إنتاجه حالياً في محافظات أسوان وبوادي العلاقي بأسوان وسيناء والغردقة بالبحر الأحمر ويستخرج أجود أنواعه من أسوان محافظة أسوان والكثافة النوعية لهذه المجموعة هي بمتوسط ٢,٨طن/م^{٢}.

المجموعة السابعة:

صخور السماق الإمبراطوري (الديوريت) ولونه أخضر والكثافة النوعية هي بمتوسط ٢,٩طن/م^{٢}.

المجموعة الثامنة:

الألباستر:

ويغلب عليه اللون الكريمي المعرق بأبيض ويوجد بواد سنور محافظة بني سويف كذلك الكريم والبني بمحافظة أسيوط وبعض الألوان الأخري بالصحراء الشرقية والكثافة النوعية لهذه المجموعة ٢,٥طن/م^{٢}.

المجموعة التاسعة:

الترافرتينو:

ويغلب علينه اللون الكريمي الفاتح إلي بني فاتح والكثافة النوعية لهذه المجموعة هي بمتوسط ٢,٥طن/م^{٢}.

المجموعة العاشرة:

البازلت:

أحجار صلبة ولونها أسود وهي أحجار جيرية متحولة للبازلت وغالبا ما تستعمل في أعمال الطرق ويستخدم الكسر (السن) في الخرسانة والرصف وصناعة الطوب والبلاط وأعمال الموانى البحرية ولا يندرج تحت مجموعة الرخام وأحجار الزينة كما أنه غير إقتصادي في التشغيل لغير الإستخدامات المذكورة عاليه.

المجموعة الحادية عشر:

الأحجار الجيرية الصلبة(غير المتبلورة):

وهي غير قابلة للصقل وهي أحجار جيرية متوسطة الصلابة وغالبا ما تستعمل في الطرق والبلاط المعصراني وأعمال الدرج الحامل ويستعمل السن (الكسر) في أعمال الرصف وصناعة الطوب الأسمنتي المكبوس والمفرغ وكذلك أعمال البياض الحجريت (حجر صناعي).

التركيب مع وجود فراغ بين الرخام أو الجرانيت وبين المباني:

يستلزم الأمر في هذه الطريقة عناية كاملة في تركيب الألواح والكانات لضبط التركيب حتي يتم إيجاد تيار تهوية خلف ألواح الرخام او الجرانيت لمنع تجميد مياه الأمطار خلفها وهي غالبا ما تستعمل في شمال أوربا وأمريكا كما أن هذه الطريقة جيدة في عمل العزل الحراري للمبني.

نتبع نفس الخطوات السابق ذكرها في طريقة التركيب للواجهات ما عدا القيام بعمل السقية بمون الباني.

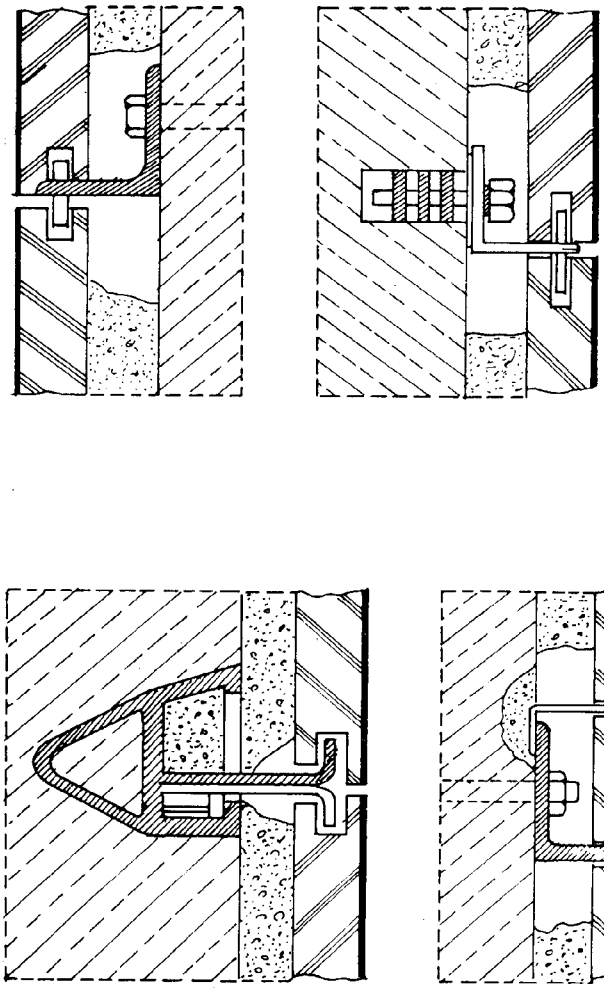
ملحوظة:

يراعي تركيب النواصي في الأركان والنهايات بأحد الطرق الأتية:

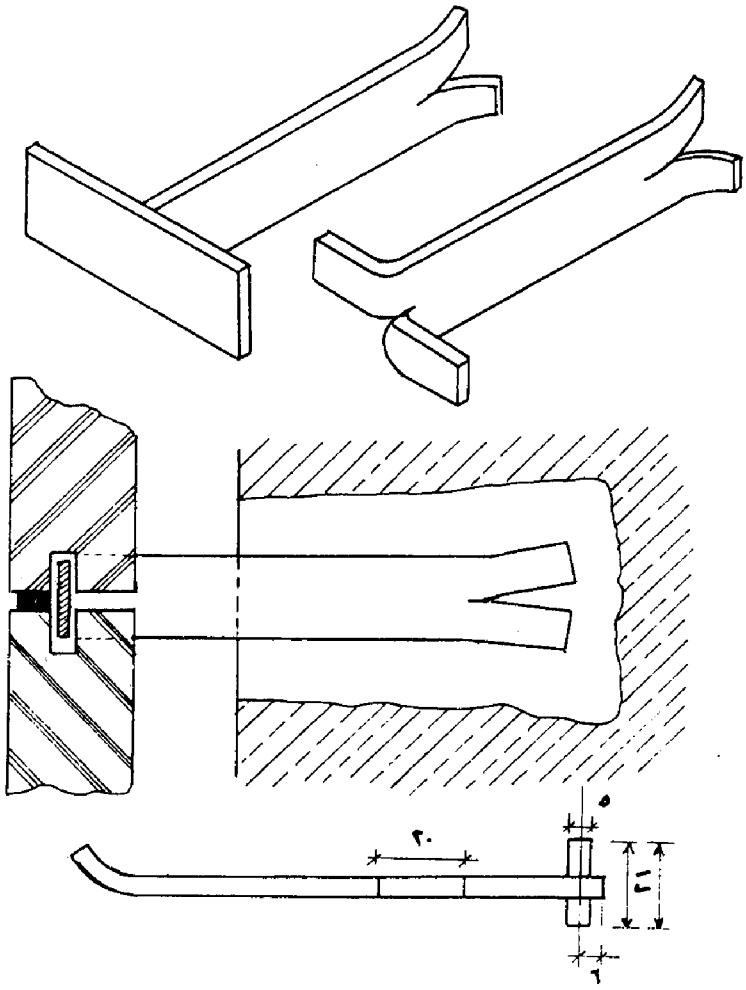
١- عدلة بالطريقة العادية.

٢- ذيل الزاوية ٤٥°.

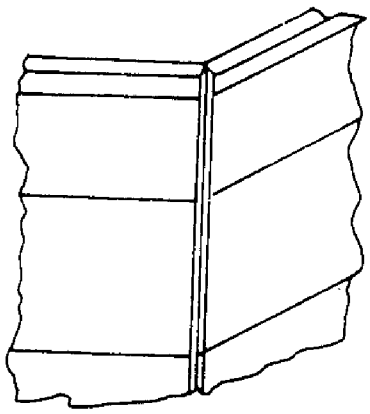
٣- كرتبونة (نصف علي نصف).

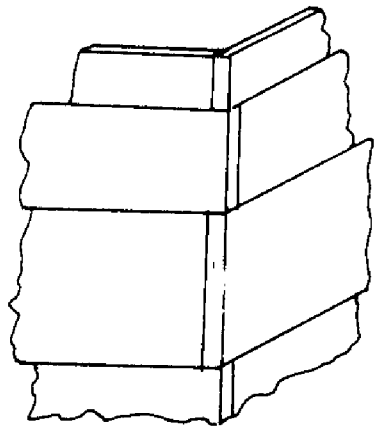


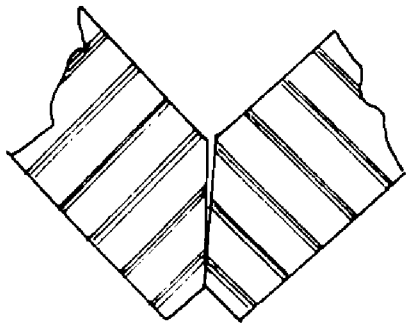
طرق التثبيت

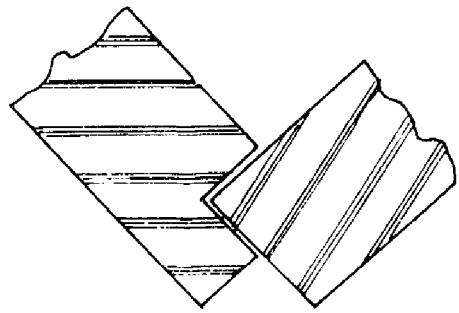


طرق تثبيت الكانات



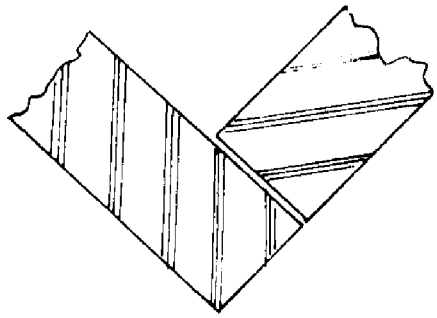






كرتبونة نصف علي نصف

زيل الزاوية



عدلة بالطريقة العادية

الواجهات الداخلية ولأسفال والوزارات (السكلو):

- تركب بنفس أسلوب وتركيب الواجهات الخارجية وبنفس مون التركيب.

الارضيات والطروفيات والطلسانات:

- يجب أن يكون المكان نظيفا خاليا من الأتربة أو المخلفات.
- تفرش الأرضية بالرمال بسمك متوسط ٦ سم حسب المنسوب المطلوب وتعمل مونة اللصق بنسبة ٣٥٠كجم أسمنت للمتر المكعب رمل ثم يركب الرخام أو الجرانيت حسب الرسومات والمظهر المعماري المطلوب بحيث تعطي المنسوب والشكل والزاويا طبقا للأصول الفنية للتركيب والرسومات.
- تسقي العراميس بعد تمام جفاف مونة اللصق بلباني الأسمنت واللون المطلوب ثم ينظف سطح الرخام بعد السقية ببودرة الرخام أو الحجر وذلك بإستخدام العدد (الممسحة الكاوتشوك- الفوطة من الخيش- الدلو) ولحماية الأرضيات بعد تمام جفاف السقية تغطي الأرض بطبقة من الجبس لحين التسليم أو الإستعمال (يحذر إستعمال الأسمنت الأبيض أو الأسود في التغطية).

الدرج:

- يجب أن يكون المكان نظيفا خاليا من الأتربة والمخلفات والزوائد الخرسانية.
- تحديد المناسيب والميول ويقسط الدرج بدقة لمعرفة البداية والنهاية مع الأخذ في الإعتبار المناسيب المحددة.
- تركيب الدرجة الأولي بتركيب القائمة علي الميزان وتثبيتها بأربطة من الجبس.
- وبعد تمام شك الأربطة الجبسية توضع مونة التركيب خلفها وهي من الأسمنت والرمل بنسبة ١: ٢.
- تركب النائمة بعد فرشة الرمل ومونة اللصق لتحديد الوزنة المطلوبة للنائمة.
- يبدأ في تركيب القائمة للدرجة التي تليها والنائمة بنفس أسلوب الدرجة الأولي وذلك حتي إستكمال قلبة السلم.

- بعد الأنتهاء من تركيب الدرجات للسلالم تجهيز مونة وبودرة الرخام + اللون المطلوب لملء اللحامات (تزميك) بين القوائم لتمام تربيطها وتستعمل في بعض الأحيان مواد أيبوكسيه بدلا من المونة لنفس الغرض.
- يغطي الدرج بلباني الجبس بعد عمل عوارض خشبية علي أنوف الدرج بعرض حوالي ١٠سم وبطول الدرجة لحماينها من الكسر أو الشطف أو الخدش لحين التشطيب والتسليم.

التشطيب والجلاء:

الواجهات الخارجية والداخلية والأسفال والوزرات:

- تنظف الواجهات للرخام من أربطة الجبس بإستعمال السكين أو المسمار والشاكوش.
- تنظف الأسطح بالسكين لرفع رايش والتلميع وبودرة الرخام + اللون (حسب الطلب).
- تغسل الواجهات بالمياه.
- تخديم (تسوية) اللحمات بالصاروخ وأحجار الصنفرة.
- يتم التنشطيب والصقل طبقا للمظهر المعماري المطلوب.

الأرضيات والطروفيات والطلسانات:

- تزال طبقة الجبس بالسكين وتنظف الأرضية جيداً.
- تسقي أي لحامات فارغة.
- تستعمل ماكينات تلميع الرخام أو الجرانيت حسب درجة الصقل المطلوبة (مصقولة–نصف مصقولة– خام) وقد يستعمل الصاروخ عليه الصنفرة بدرجاتها في الأماكن الضيقة.
- يستعمل في جلاء وتشطيب وتلميع الرضيات أحجار الجلاء الماسية أو السراميك أو الماجنزيت وأقراص الرصاص وأملاح الأكساليك وأحجار الجملكة واللباد وشموع التلميع والريزنس حسب الطلب.

الدرج:

- تزال الأخشاب وتفك أنوف النوائم للدرج.
- تفك أربطة الجبس ويزال الجبس من أعلي الأسطح بواسطة السكين.
- ينظف الدرج جيدا وتفرغ العراميس إن وجدت بالسكين.
- يتسعمل الصاروخ في لف انوف الدرج (ظهر حية) أو حسب الطلب.
- تملأ (تزمك) العراميس بمونة الأسمنت الأبيض + بودرة الرخام + اللون المطلوب(حسب الطلب) بنسبة (١) جزء أسمنت إلي (١) جزء بودرة الرخام + اللون المطلوب.
- يستعمل الصاروخ بأفرخ الصنفرة وبدرجات النعومة المختلفة في تشطيب الدرج والقوائم حسب الطلب ودرجة الصقل المطلوبة وعموما فإنه من الغالب أن تكون القائمة وبسطوم الدرجة (نخانة النائمة) مصقول لامع أو النائمة فقط حسب الطلب.

الرخام الصناعي(التجميعي):

يدخل في صناعته الأسمنتات والملونات (الأكاسيد الصناعية) والركام والمواد وتختلف وسائل التصنيع وأحجام الكتل الركامية (الرخامية) حسب أسلوب إنتاج كل مصدر وتسري علي المواد الداخلة في صناعته المواصفات القياسية الخاصة بكل مادة من مواده وتجري علي المنتج النهائي الإختبارات اكما ذكر في بنود البلاط الركامي.

طريقة التركيب:

يتبع في تشوينه الأدوات والعدد المستخدمة في تركيبه وكذلك طرق التركيب الختلفة والتشطيب والجلاء نفس طرق وأساليب العمل في الرخام والجرانيت وأحجار الزينة الطبيعية.

٥-٣: التكسيات بالأحجار والطوب:

تعريف:

الأحجار الغير متبلورة منشرة في مصر ومنها الأحجار الجيرية علي مختلف ألوانها وصلابتها وكذلك الرملية وهي عموما سهلة التشكيل والتقطيع والدق وتستعمل لأعمال التكسيات الخارجية والداخلية حسب متطلبات المصمم،تستعمل أيضا كأرضيات وبلاطات (المعصراني للأسطح) وبعض الأزقة والحارات والأحواش في مصر القديمة كما تستعمل كبردورات لأرضية الطرق والشوارع وكدرج السلالم للمساجد الأثرية والمساكن القديمة وما زال الدرج من الحجر المعصراني الحامل يستعمل في بعض المساكن الإقتصادية والدور السكنية بالبنادر والقري.

ويستعمل أيضا في أعمال خاصة بتكسيات الواجهات والعقود والقباب والحليات وتستعمل أحجار الباز البسوداء في المعامل المقاومة للآحماض وكذلك في أعمال الرصف للطرق والبوبيه لأرضيات الأنفاق والكباري وكذلك لبردورات أرصفة الشوراع بالطرقات.

كما يستعمل علي مختلف أنواعه الرملي والأسمنتي والطفلي والحراري وقطع السلك بألوانه وأشكاله ومقاساته في تكسيات الوجهات والمداخل والأسوار وأحواض الزهور والدرج سواء في تكسيات ما كان مبنيا منها بلحامات مفرغة (على السيخ) أو مكحولة بألوان مختلفة.

التركيب:

تركيب جميع أنواع الأحجار والطوب بمونة الأسمنت والرمل بنسبة ٣٠٠كجم/م^{٣} رمل علي المباني المطلوب كسوتها تمع ضرورة ربطها بالمباني الأصلية سواء بالسلك المجلفن أو بالكانات النحاس أو الصلب الذي لايصدأ.

تنظف الأسطح بفرشة سلك وتملأ العراميس وتكحل باللون المطلوب مع مراعاة أن تكون هذه الأسطح مستوية وبالشكل المطلوب.

القياس والمحاسبة:

١- الواجهات الداخلية:

بالمتر المسطح لجميع ما هو ظاهر من الرخام أو الجرانيت أو الأحجار أو الطوب حسب أصول الصناعة بالنوع والسمك المطلوب.

٢- الواجهات الداخلية:

بالمتر المسطح لجميع ما هو ظاهر من جميع أنواع الأرضيات كل حسب سمكه.

٣- الوزرات (السكلو) والطلسانات:

بالمتر الطولي حسب السمك والإرتفاع أو العرض المطلوب.

٤- الدرج:

بالمتر الطولي شامل القائمة والنائمة والمقاس هندسي لما هو ظاهر بدون حساب الوزرات طبق لما هو مطلوب.

وبالنسبة للدرج المروحة يحتسب الطول من محور منتصف الدرجة غير شامل الوزرة.

٥- الأشكال الخاص:

بالمقطوعية حسب الشكل والتكزين والرسومات والعينات المعتمدة.

نماذج بنود مواصفات:

١- بالمتر المسطح توريد وتركيب كميات للأرضيات من (الرخام – الجرانيت – أحجار – طوب) حسب الأشكال والرسومات وحسب أصول الصناعة شاملة الفرشة الرمل ومون اللصق والسقية والتشطيب حسب الطلب مما جميعه بالمتر المسطح.

٢- بالمتر المسطح توريد وتركيب كسوات للواجهات من (رخام – جرانيت – أحجار – طوب) حسب الرسومات وأصول الصناعة بالسمك والمقاس المطلوب شاملا مون التركيب مع التشطيب مما جميعه بالمتر المسطح.

٣- بالمقطوعية توريد وتركيب الأشكال بالرسومات والقطاعات المطلوبة من (رخام – جرانيت – أحجار – طوب) حسب الرسومات وأصول الصناعة والأشكال والمقاسات المطلوبة شامل مون التركيب مع التشطيب مما جميعه بالمقطوعية.

إستلام الأعمال:

إستلام التوريدات:

١- تأكد أن الرخام والجرانيت المورد مطابق للعينات المعتمدة وأصول الصناعة.

٢- تأكد أن المورد من الرخام والجرانيت خالي من التمليح والشروخ والفجوات والشطوف للسوك والسمارات واللحامات والكسور.

٣- تأكد من إستواء السطح ودرجة الصقل حسب المطلوب كذلك التخانات حسب المواصفات المعتمدة وحسب العينة المطلوبة.

٤- تاكد أن الرخام والجرانيت مشون علي مراين خشب علي سيفه وتكون المراين موزونة.

إستلام الأعمال:

١- تأكد أن لحامات التركيب سواء للأرضيات أو الحوائط ليس بها تجويف أو تحريف.

٢- تأكد أن جميع اللحامات "العراميس" مسقية تماماً بالمونة واللون والمطلوب.

٣- تأكد من إستواء السطح وصقله حسب الدرجة المطلوبة من تجانس الألوان.

٤- تأكد أن الأرضيات غير مدهونة بالشمع منعا للحوادث.

٥- تأكد من تطابق لحامات الوزرة مع الأرضية.

٦- تأكد عند إستلام التكسيات أنه لا يوجد بها شروخ أو تنميل أو نتوءات أو قطع مطبلة أو تكون السقية فصلت عن الرخام أو الجرانيت.

٧- تأكد في إستلام أعمال الدرج أن تكون النوائم مجلية والقوائم مصقولة أو حسب الطلب.

٨- تأكد أن سوك أنوف الدرج ملفوفة أو (ظهر حية) بتفاريز أو بدون حسب الطلب.

٩- تأكد من أن النهايات والأركان والتقابلات في الزاويا منفذه طبقا لأصول الصناعة والرسومات.

١٠- تأكد من عدم إستعمال المون الجبسية كمونة لصق لكن لايسمح بها في رباط التكسيات وتزال بعد تماسك التركيب.

١١- يتم استلام الدرج شد خيط أو وضع قده على الأنوف.

الفسيفساء والأمازمالد وقطع الخردة:

١- تفريغ مونة اللصق أسفل القطع التي تكون قد سقطت أو تم إعادة تركيب قطع أخري مكانها.

٢- سقية عراميس هذه القطع وكذلك أي عراميس تكون مفتوحة بعد تمام جفاف مونة اللصق القطع المسيلة.

٣- إزالة الرايش من لباني الأسمنت بإستعمال بودرة الحجر الجافة.

٤- إستعمال فواطة منداه بالمياه في نظافة الأسطح.

الرخام والجرانيت وأحجار الزينة:

أ- أعمال الواجهات الخارجية والداخلية والأشكال والوزرات:

١- يعاد فك ألواح الرخام أو الجرانيت التي بها تحرك أو تخلخل أو غير سليمة من أماكنها نتيجة العوامل مختلفة وتكسير مونة السقية مع إعادة التركيب السليم من ألواح جيدة في مكانها أو توريد ألواح رخام أو جرانيت جديدة من نفس النوع المركب وتكون سليمة بدلا من التي بها كسور مع تأمين التثبيت للألواح المستجدة خلفها.

٢- نظافة اللحامات والعراميس وإعادة ملئها(تزميك) بالمعاجين والألوان الخاصة.

٣- إعادة إزالة الأتربة والأملاح والعوالق بالواجهات من رخام وجرانيت بإستعمال سكين المعجون وحجارة الجلاء الكربوراندم وأفرخ الصنفرة بإستعمال الصاروخ الكهربي أو ماكينة الجلاء الكهربائية للحوائط حسب الحاجة.

٤- غسيل الواجهات بالمياه الحلوة النظيفة.

٥- ملء (تزميك) اللحامات والثقوب بقطع الرخام والجرانيت بالمعجون (والكولة السيريعة أو البطيئة) واللون حسب الحاجة.

٦- إعادة جلاء وتلميع الواجهات للرخام والجرانيت بنفس أسلوب التشطيب والجلاء.

ب- الأرضيات والطروفيات والطلسانات:

١- رفع أي قطع بها تخلخل والنظافة أسفلها من المونة وإعادة تركيبها مرة أخري أو توريد وتركيب بدلا منها التي بها كسور.

٢- نظافة الثقوب والشروخ بالسكين والمعجون والمسمار والشاكوش وغسلها بالماء ثم إعادة ملئها بكسر الرخام أو الجرانيت مع إستعمال الأسمنت والمعاجين (والكولة السريعة والبطيئة) واللون حسب الحاجة.

٣- نظافة العروق المفتحة أو العراميس ثم غسلها بالماء النظيف.

٤- سقية الأرضية بلباني الأسمنت والملونات حسب الطلب:

٥- إعادة الجلاء والصقل.

الدرج:

١- تفك نوائم الدرج التي بها كسور وشطوف بأنواعها كذلك التي بها تآكل (تنقير) علي سطحها وتنظف المون أسفلها ثم يعاد تركيب هذه النوائم علي ظهرها مع إدخال الجزء الذي به شطوف أو كسور بأنواعها أسفل القائمة التي تعلوها وتربط بالجبس لحين جفاف مونة اللصق.

٢- تعالج الثقوب والتفاتيح باللحامات وبالعروق للرخام بنظافتها بالمادة اللازمة وغسلها بالمياه النظيفة ثم المعالجة بقطع الرخام والجرانيت من نفس النوع مع إستعمال الأسمنت والملونات والمعاجين (والكولة السريعة والبطيئة) حسب الحاجة.

٣- يعاد تشطيب وصقل الرخام والجرانيت.

٤- يتم شد خيط أو وضع قده على أنوف الدرج.

التكسيات بالأحجار والطوب:

١- تنظيف أسطح التكسيات بفرشة سلك وتفك أي تكسيات تكون مخلخلة من أماكنها وتنظف المون ويعاد تركيبها مرة أخري كذلك تركيب أي قطع ساقطة من مكانها مع غسيل الأسطح بماء نظيف تحت ضغط.

٢- تزمك اللحامات بمونة الأسمنت ويملأ فراغ أي عراميس بالمونة الأسمنتية باللون المطلوب وينظف الريش من السطح حسب الطلب.

٥-٣: قوائم بنود أعمال الأرضيات والتكسيات وأعمال الرخام:

أولاً: أعمال البلاط والدرج والبرودرات (الأسمنتي والركامي بأنواعه)

ثانياً: أعمال تكسات (حراريات) السيراميك والقيشاني والفسيفساء.

ثالثاً: الأرضيات من المواد المرنة (فينل- مطاط) والأرضيات الخاصة.

رابعاً : الرخام وأحجار الزينة.

خامساً : الكسيات بالأحجار والطوب.

مادة١: الرخام المذكور فيما بعد قد يكون من أجود صنف ومن النوع والسمك المطلوب الصلب الخالي من العيوب والعروض المعدنية والشروخ والخدوش ويكون بقدر الإمكان متجانس اللون وعند كسره تري له حبيبات دقيقة مندمجة تامة التبلور كما يجب أن يكون من الصنف المعروف بنمرة (١) وأن يكون من المحاجر التي تشير إليها بنود المقايسات ويلزم إعتماد عينة منه قبل التوريد.

مادة ٢: يورد الرخام للعمارة تام التقطيع مطابقا لما هو مبين بالرسومات التفصيلية ولا يسمح بقطعة أو توريبه في نقطة العمل إلا ما إذا كان ضروريا لقطع العلاقات والكينارات بتقفيل أطوالها ويشمل الثمن الصقل والتلميع للحصول علي سطح ناعم مستويا تماما مع تلميع ألجزاء الظاهرة (بالشمع) فيما عدا الأجزاء المعرضة للمرور مثل الأرضيات والنوائم والدرج.

مادة ٣: يلصق الرخام بمونة مكونة من ٣٥٠كجم أسمنت للمتر المكعب من الركام الصغير(رمل) النظيف وتملئ لحاماته بلباني أسمنت الأبيض الصافي إليه مسحوق الرخام الأبيض مع إضافة اللون إذا لزم إستعمال رخام الهرم تكون مونة اللصق من جرئين وثلاثة أجزاء ركام صغير (رمل) مع إضافة ١٠٠كجم أسمنت للمتر المكعب من هذه الخلطة كما يشمل علاوة علي ما ذكر تثبيت الكسوة الرخام علي الحوائط أو البطنيات بالكانات النحاس وتثبيت الأرفف الرخام علي كوابيل حديد من قطاع ٤٨×٤٨مم حرف T تثبت بالحوائط بمونة

الأسمنت والرخام الصغير بنسبة ١:٣ ودهان الكوابيل بالإيبوكسي الزنك المرشوش بالرمل الحرش.

مادة ٤: بعد تركيب الرخام يلزم وقايته بتغطية بالمشمع ووضع ألواح خشب عليها أو بتغطيته بطبقة كافية من الخيش أو الجبس وذلك في النقط المعرضة للمرور.

مادة ٥: يقاس الرخام حسب الأبعاد الظاهرة بعد البياض والوزرات بدون إحتساب الأجزاء الداخلة في الحوائط وتحت البياض والوزرات. تقاس بوادي الدرج ذات الجوانب الظاهرة سواء كانت منحنية أم مشطوفة أم بأي شكل أخر حسب إنفراد أطوال قوائمها.ويشمل هذا الباب البنود الأتية:

بند ١: بالمتر الطولي- كسوة بالرخام للدرج والطرفيات من نائمة سمك ٤٠مم وقائمة سمك٢٠مم حسب النوعالمطلوب:

بند ٢: بالمتر الطولي- كسوة بالرخام للدرج والطروفيات من نائمة سمك ٥٠مم وقائمة سمك ٣٠مم حسب النوع المطلوب:

بند ٣: بالمتر المربع – تبليطات أو جلسات أو طروفيات أو (عتبات من نائمة فقط) من الرخام حسب النوع والسمك المبين لكل من الأتي أو حسب الموضح بالمقايسة:

- رخام بيتشينو (مصري) سمك٥٠مم.
- رخام أدفو سمك ٥٠مم.
- رخام بيتشينو (مصري) سمك ٤٠مم.
- رخام أدفو سمك ٥٠مم.
- رخام بيتشينو (مصري) سمك ٣٠مم.
- رخام أدفو سمك ٣٠مم.
- رخام بيتشينو (مصري) سمك ٢٠مم.
- رخام أدفو سمك ٢٠مم.

أو أي نوع لأخر حسب المقاس(انظر تفاصيل الأنواع بالCD المرفق).

بنـد ٤: بـالمتر المربـع- كسـوات مـن الرخـام مـن النـوع والسـمك المبـين بالمقايسـة ويشتمل الثمن التثبيت بالكانات النحاس علاوة علي مونةاللصق.

بنـد٥: بـالمتر الطـولي- وزرات مدرجـة مـن الرخـام سمك ٢٠مـم حسـب الإرتفـاع المبين بالمقايسة أو الرسومات.

بنـد ٦: بـالمتر الطـولي- وزرات مـن الرخـام مثـل المـذكور بالبنـد رقـم (٥) ولكـن مستقيمة.

مادة ٦: أرفف من الرخام:

بالمتر المسطح- توريد وتركيب أرفف من الرخام والكرارة من عينة معتمدة حسب مـا هـو وارد بكشـف الكميـات مـع تخليـق الثقـوب والفجـوات إذا لـزم الأمـر وتركـب علـي الكوابيل من الحديد مثل المذكورة سابقا بحيث لا تزيد المسافة بين كل كابولي والأخر عن متر واحد وبما في ذلك جنيع الأعمال والمواصفات المشروحة سابقا.مما جميعه المتر المسطح بمشتملاته.

بـالمتر المسطح سفل للحوائط من الرخام:

توريد وتركيب سفل رخام للحوائط باللون المطلوب بترابيع لا يقل مقاستها عن ٦٠×١,٠٠م سمك ٢سم بالإرتفاع المطلوب كما هو موضح بالرسومات بنفس الإرتفاع المذكور للحوائط علي أن يكون الرخام من أجود الأنواع وخالي من العروق وتعتمد العينة قبل التوريد ويتم التركيب بواسطة كانات نحاس مثبتة في الرخام والحائط وحشو خاف الرخام بمونة الأسمنت والرمل بنسبة ١:١ مع العناية بتقابلات الرخام وتجميعه علي زاوية لمنع ظهور تخانة الرخام في التقابلات ويتم سقي اللحامات بلباني الأسمنت الملون وجلي وتلميع الرخام بالشمع والبند شامل كل ما يلزم لنهو الأعمال كاملة مما جميعه طبقا للرسومات والمواصفات وأصول الصناعة وتعليمات المهندس المشرف والمقاس هندسي للأجزاء الظاهرة.

بالمتر الطولي وزرة رخام بإرتفاع ١٠سم:

توريد وتركيب وزرة رخام من النوع واللون المحدد بلوحة التشطيبات بالرسومات سمك٢سم وارتفاع ١٠سم ويتم التركيب بمونة ٣٥٠كجم أسمنت/م^{٣} رمل والبند شامل الجلاء والتلميع وكل ما يلزم مما جميعه طبقا للرسومات والمواصفات وأصول الصناعة وتعليمات المهندس المشرف.

بالمتر الطولي توريد وتركيب جلسة من الرخام البرلانتو أسفل الشبابيك:

توريد وتركيب جلسة رخام البرلاتو سمك ٢سم وعرض ١٦سم أسفل الشبابيك وتلصق الجلسة بمونة ٣٠٠كجم أسمنت لكل متر مربع مكعب رمل تافلة تشمل الجلاء والتلميع والبند شامل مما جميعه طبقا لأصول الصناعة والمواصفات وتعليمات المهندس المشرف.

بالمتر الطولي كسوة درج برخام:

بالمتر الطولي وتركيب كسوة درج سلالم من النوع واللون المحدد بالرسومات بإرتفاع ١٥سم وتتكون الدرجة النائمة من سمك ٤سم وقائمة سمك ٢سم ويتم اللصق بمونة ٣٥٠كجم أسمنت لكل م٣ رمل والبند شامل الجلاء والتلميع مما جميعه وكل ما يلزم طبقا للرسومات والمواصفات وأصول الصناعة وتعليمات المهندس المشرف.

بالمتر الطولي كسوة درج برخام جرانيت غشيم للنائمة وفلنتو حسنة للقائمة:

بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة درج السلالم وتتكون الدرجة من نائمة من الجرانيت الأحمر الغشيم سمك ٤سم وقائمة من الرخام الفلنتو الحسنة سمك ٢سم وييتم التركيب بمونة ٣٥٠كجم اسمنت لكل م^{٣} رمل والبند شامل الجلاء والتلميع مما جميعه طبقا للرسومات والمواصفات وأصول الصناعة والمقاس هندسي للأجزاء الظاهرة.

بالمتر المسطح توريد وتركيب صدفة متوسطة من الرخام:

بالمتر المسطح توريد وتركيب صدفة متوسطة من قطعة واحدة من الرخام بالنوع واللون المحدد بلوحة التشطيبات سمك ٤سم ويتم التركيب بمونة ٣٥٠كجم/أسمنت لكل م^{٣} رمل والبند شامل الجلاء والتلميع وكل ما يلزم مما جميعه طبقا للرسومات والمواصفات وأصول الصناعة وتعليمات المهندس المشرف.

بالمتر المسطح توريد وتركيب كسوة رخام لأحواض الزهور:

بالمتر المسطح توريد وتركيب كسوة رخام حسب النوع واللون المطلوب بالرسومات علي جوانب أحواض الزهور للجزء الظاهر وأعلي الحوض علي شكل طبقة (أو أحدهما) طبقا للرسومات وطبقا للمواصفات وتعليمات المهندس المشرف.

بالمتر الطولي وتركيب طروفية رخام:

تورد وتركيب طروفية رخام من النوع والمقاس المحدد بالرسومات ويتم تركيبها بنفس المواصفات والبند يشمل الجلاء والتلميع وكل ما يلزم لنهو الأعمال مما جميعه طبقا للرسومات والمواصفات وتعليمات المهندس المشرف.

٥-٤: مواصفات أعمال الرخام:

١- الرخام المورد يكون من أجود الأصناف متجانس اللون خالي من العروق الغريبة وبالأسماك المطلوبة.

٢- يتم توريد الرخام للموقع تام الجلاء والتقطيع بالمقاسات المطلوبة ولا يسمح بتقطيعه في الموقع إلا في أضيق الحدود.

٣- رخام الأرضيات يتم تغطيته بطبقة من المشمع والجبس لحمايته حتي ميعاد التسليم الإبتدائي فيتم إزالة الجبس والتنظيف والتلميع بالشمع.

٤- رخام الحوائط يتم تنظيفه بطبقة من الشمع ويتم التلميع بعد الإنتهاء من جميع أعمال التشطيبات بالمبني.

٥- يجب إعتماد العينة من كل صنف رخام علي حدة وفي حالة عدم تحديد مقاسات القطع التي سيتم توريدها يتم الإتفاق علي ذلك مسبقا مع المهندس المشرف.

بالمتر المسطح أرضيات ترابيع رخام:

توريد وتركيب بلاطات أرضيات ترابيع رخام للأرضيات مقاس ٤٠×٤٠×٢سم بالنوع واللون حسب المحدد بلوحة التشطيبات بالرسومات ومن أجود الأنواع الخالي من العروق وتعتمد العينة قبل التوريد ويتم تركيب الترابيع بواسطة مونة أسمنتية ٣٥٠كجم أسمنت/م^{٣} رمل سمك ٢سم علي فرشة رمل نظيفة ويتم سقي اللحامات بلباني الأسمنت الملون ومع الجلي والتلميع بالشمع والبند يشمل مما جميعه طبقا للرسومات والمواصفات وأصول الصناعة وتعليمات المهندس المشرف والمقاس هندسي للأجزاء الظاهرة.

بالمتر المسطح كسوة للحوائط برخام:

توريد وتركيب كسوة رخام للحوائط باللون المطلوب بترابيع لا يقل مقاسها عن ٦٠×١٠٠م سمك ٢سم كما هو موضح بالرسومات مع تجليد الأعمدة بمقاسات تتناسب مع أبعادها كما هو موضح بالرسومات بنفس الإرتفاع المذكور علي أن يكون الرخام من أجود الأنواع وخالي من العروق وتعتمد العينة قبل التوريد ويتم التركيب بواسطة كانات نحاس مثبتة في الرخام والحائط وحشو الرخام بمونة الأسمنت والرمل بنسب ١:١ مع العينة بتقابلات الرخام وتجميعه علي زاوية لمنع ظهور تخانة الرخام في التقابلات ويتم سقي اللحامات بلباني الأسمنت الملون وجلي وتلميع الرخام بالشمع والبند شامل كل ما يلزم لنهو الأعمال كاملة مما جميعه طبقا للرسومات والمواصفات وأصول الصناعة وتعليمات المهندس المشرف والمقاس هندسي للأجزاء الظاهرة.

الخواص والإستخدامات للرخام وأحجار الزينة:

هناك بعض الخصائص الطبيعية والكيمائية التي يجب أن تتوافر أو بعضها في الخامة طبقا للغرض الذي سوف تستخدم فيه وهذه الخصائص:

١- اللون والشكل.

٢- البري والتآكل.

٣- تحمل الضغط.

٤- المسامية.

٥- النفاذية.

٦- معامل الإمتصاص.

٧- مقدرة الخامة علي عدم التغيير عند التعرض للجو.

٨- الفجوات.

٩- العروق.

وفيما يلي شرحا لهذه الخصائص:

٥-٥: خصائص ومواصفات الرخام:

اللون والشكل:

ينتج لون ويشكل الرخام وأحجار الزينة بتجمع أكاسيد المعادن المكونة للصخر أو من الحفريات فينتج اللون أو بعد عملية الترسيب أو التكزين الجيولوجي للصخور وتتخذ هذه التجمعات نظاما معينا يظهر متناسقا بعد صقل الصخور ويعطي ألوانا جميلة.

ويتكون اللون أيضا من ألوان المعادن المكونة للصخر نفسه.مثال ذلك الجرانيت الذي يعطي لونا مكونا من الأحمر والأبيض والأسود وهذه هي ألوان المعادن المكونة له وهي علي التوالي بالنسبة للألوان الفلسبار–الكوارتز–الهورنبلند–أواليننتونيت ويتحول لون الجرانيت من اللون الفاتح إلي اللون الغامق بزيادة نسبة المعادن الغامقة وبالمثل تعطي مكونات الديوريت–حجر السياق بأنواعه– والسربنتين اللون المميز لهذه الصخور وقد يكون ناتجا عن ألوان الصخور الأصلية المتجمعة قديما مثال ذلك البريشيا بأنواعها المختلفة وتعطي الحفريات الموجودة في الصخور الرسوبية منظرا جميلا متناسقا.

البري والتأكل:

مقاومة الرخام للبري من أهم العوامل التي تختار علي أساسها أنواع الرخام المختلفة لأمها تمثل القدرة علي البقاء والإستمرار.

وتجري الإختبارات لمعرفة درجة المقاومة للبري في معامل المواد وذلك بنسب وزن الكمية الناتجة من هذه العملية إلي الوزن الأصلي للصخر.

تحمل الضغط:

تمثل قدرة الرخام علي تحمل الضغط عنصرا هاما من عناصر إختيار الرخام في الإنشاءات التي تتعرض لمثل هذه الضغوط وتحسب في معامل المواد بالكيلو جرام علي المساحة بالسم٢.

المسامية – النفاذية – معامل الإمتصاص:

وهي التي تحدد نسبة الفراغات داخل الرخام وبمعني أخر هي الفرق بين الوزن النوعي الحقيقي والوزن الظاهر لنفس الصخر ومن المواصفات التي يجب معرفتها هي درجة النفاذية للصخر والنفاذية يمكن أن تكون بسبب مسامية الصخور أو نتيجة لوجود شقوق بالرخام وفي هذه الحالة الأخيرة يجب معرفة معامل الإمتصاص خاصة إذا كان الرخام سيستخدم في واجهات خارجية أو سيتعرض للعوامل الجوية.

ويمكن تحديد معامل الإمتصاص في المعمل بعد وضع عينة الصخر في المياه لمدة عشرة أيام كما يجب أن تحدد بدقة أيضا الخاصية الشعرية للإمتصاص ويمكن قياس هذه الخاصية عن طريق غمس منشور من الصخر في المياه وتحديد الإرتفاع الذي تصل إليه المياه إختراقا للصخر وتبلغ هذه السرعة أقل الدرجات في حالة الرخام الحقيق وتزيد سرعة الإختراق كلما زادت نسبة الطفلة في الصخر.

مقاومة الرخام للتغير عند التعرض للجو:

عند إستعمال الرخام في المناطق المعرضة للعوامل الجوية خاصة في المدن الصناعية وكذلك في المعامل حيث أن الرخام في هذه الأجواء يتعرض للغازات التي تتفاعل مع الرطوبة والمياه وينتج عنه الأحماض التي تتفاعل بالتالي مع الصخر وتفقده لمعانه وقد يصل الأمر إلي إحداث فجوات نتيجة التفاعل كذلك فإن التفاعلات بالمعامل الكيمائية قد تؤثر علي أنواع الرخام المستخدمة إذا لم يتم إختبارها لتناسب الغرض.

من عيوب الرخام:

الفجوات:

تنتج الفجوات عادة في الرخام من تأثير إذابة هذه الصخور بالأكاسيد المختلفة التي تتخلل الرخام وكثرة هذه الفجوات تقلل من صلاحية الرخام المستخدم للإستخدام في أغراض الزينة ويطلق عليها في الإصطلاح العامي للرخام (التسوس).

العروق:

يتخلل بعض الرخام عروق سواء في نفس الصخر والتي أعيد تبلورها أو من مواد أخري غريبة ويتم ذلك نتيجة لذوبان هذه الصخور وتخلل محاليل تحمل أكاسيد مختلفة تنتج عنها تفاعل هذه المحاليل مع هذه الصخور وتترك مكان التفاعل خاليا وقد يقوم مقاول الرخام بتقطيعها ونشرها إلي شرائح ويطلق عليها في الإصطلاح العامي لصناعة الرخام (الدمارات أو الكسور).

٥-٦: العناصر التي تفضل في إختيارات التكسيات بالرخام والجرانيت:

التكسيات الخارجية للوجهات:

١- يراعي أن تكون التكسية ذات مقاومة للعوامل الجوية.

٢- يراعي أن يكون اللون والتكوين والمظهر الطبيعي مناسبا لموقع التكسية ويفضل الجرانيت لصلابته ثم الرخام الأبيض الكريستالي ذو الحبيبات الكبيرة ثم يليها الرخام ذو الحبيبات المندمجة مثل البرلاتو-البوتتشينو - السربنتين ويرجع هذا كله إلي إختيار المعماري للنوعية وكذلك بالنسبة للسطح سواء خشن أو ناعم ويفضل أن يكون السمك للألواح التكسية من الرخام لا يقل عن ٢سم.

٣- **يراعي عن الإختيار العوامل المؤثرة التالية:**

- الوزن الذاتي.
- تأثير الرياح.
- الرطوبة والأمطار.
- التمدد والإنكماش للمتغيرات في درجات الحرارة بموقع التركيب.

٤- في الواجهات القبلية ننصح بإستخدام الجرانيت لعدم قدرة الرخام علي تحمل حرارة الشمس.

الوزن الذاتي: يراعي أن تكون الكانات المثبتة في الحوائط كافية لتحمل الوزن الذاتي للبلاطات "ألواح التكسية" مع ملاحظةِ أن متوسط أوزان المتر المربع الرخام بالنسبة للسمك وأفضل إستخدام طريقة التثبيت الميكانيكي في أعمال الواجهات أو النصف ميكانيكي أيضا.

تأثير الرياح: تتركز هذه التأثيرات غالباً تحت تأثير إجهاد الرياح والأمطار في الأركان والإرتفاعات ويراعي الضغط الواقع عليها عند التصميم وتحديد كيفية تثبيتها ونوعيتها.

الرطوبة والأمطار: يراعي أن تكون المباني المركب عليها هذه الكسوات من الرخام تامة الجفاف وذلك لعدم نفاذ الرطوبة والأملاح إلي السطح الخارجي.

التمدد والإنكماش: يراعي ألا يتم تركيب تكسيات الواجهات الخارجية إلا بعد حوالي من (٢-٣) أشهر من الإنتهاء من أعمال المباني والخرسانات وذلك حتي يتم نفادي متغيرات درجات الحرارة وثبات المنشأة كما يراعي عمل فواصل عند التركيب.

التكسيات الداخلية للحوائط:

يراعي أن تكون من ألوان وعروق بغرض الزخرفة ويمكن تركيبها بأكثر من طريقة زخرفية حسب إمكانيات الخامة نفسها وما يشير به المصمم في هذا الخصوص ويجب إختيار رخام يمتاز بالصلابة والمقاومة للصدمات مع التماثل في التركيب بقدر الإمكان وبصفة خاصة في محطات المترو والسكة الحديد والمعاهد والطرقات والصالات.

التكسيات الداخلية للحوائط:

تختار الأرضيات طبقا لنوعية المبني (عام – تجاري – خاص).

١- يجب أن تكون الأرضيات للمباني العامة من أنواع الرخام العالية المقاومة للتأكل مثل الكوارتز والجرانيت.

٢- يجب أن تكون الأرضيات للمباني التجارية من الأنواع الفنية ذات الحبيبات المندمجة الكريستالي والجرانيت.

٣- يجب أن تكون الأرضيات للمباني الخاصة من الجرانيت أو أحجار جيرية متبلورة أو سربنتين طبقا لطراز ودرجة المبني والألوان الخفيفة مفصلة للمداخل والطرقات ويفضل للحمامات أنواع الرخام الخالية من التسوس.

٤- تركب الأرضيات حسب الطلب وحسب المظهر المعماري مصقولة أو نصف مصقولة واللحامات من (١,٥-١)مم لون واحد من الرخام وفي حالة إستعمال أكثر من لون ونوع واحد من الرخام يستحسن أن تكون اللحامات ضيقة من

(٠,٥-١)مم ويمكن إستعمال شرائط من مواد أخري أوقطاعات نحاس بين الأرضيات الرخام أو الجرانيت.

التكسيات للدرج والطروفيات والوزرات:

وهي عبارة عن كسوات من الرخام أو الجرانيت لقطاعات من الخرسانة العادية أو المسلحة وهناك نوع أخر من درج الرخام أو الجرانيت (الماسيف الحامل).

وهناك قطاعات للنائمة مستطيلة أو مروحية القطاع حسب شكل الدرج وغالبا ما تكون كسوة الدرج من نائمة وقائمة وفي بعض الأحيان يكتفي بنائمةفقط علي حوامل من الحديد.

يجب إعمال القاعدة التالية في تصميم النائمة والقائمةللدرج.

وعادة تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم بحلية أو تفريز أو بدون سواء للقائمة أو النائمة وهناك بعض الدرج يركب بتخانة للقائمة والنائمة بسمك واحد لتظهر من الجنب بشكل معماري موحد ويمكن تركيب قطاعات من الكاوتشوك علي بعد من (٤-٣)سم من أنف النائمة لمنع الإنزلاق وفي بعض الأحيان يمكن الدق بالبوشارده بعرض ٥ سم بدلا من الكاوتشوك.

ويمكن إختيار كسوة الدرج بأن تكون النائمة والقائمة من لون واحد من الرخام أو من لونين وعادة أن تكون الوزرة عدلة أو مدرجة أو مائلة بإرتفاع لا يقل عن ٨ سم من أنف الدرجة.

الطروفيات عموماً هي عبارة عن قطاعات من نوائم الدرج وبأسماكها بدون قائمة لتحديد ولحبس الأرضيات بنوعية تكسيتها المختلفة.

أعمال خاصة (أعتاب الأبواب وأجنابها وفتحات الشبابيك وطلسانات الرابزين والسلالم والبلكونات):

وتستعمل في المباني الخاصة والقصور والفيلات والمحلات الفاخرة ويجب ألا تقل التخانة عن ٣سم في الأطوال الأكثر من ١م وبسمك ٢سم في الأطوال التي أقل من ذلك ويجب ملاحظة طرق التثبيت بالنسبة للأعتاب وربطها بحديد التسليح للأعتاب كذلك يتم عمل ميول الأمطار عند التركيب في جلسات الشبابيك ويجب صقل الأجزاء المرئية.

هناك أشكال وقطاعات خاصة في تكسيات الرخام والجرانيت كثيرة ومتعددة مثل أعمال الديكور والنحت وواجهات المحلات وتكسيات الدعمات والأعمدة والنافورات والأسبلة والأعمال الخاصة بدور العبادة كذلك دور الأوبرا والمسارح.

التشوين:

يورد الرخام والجرانيت حسب العينات المعتمدة وبالألوان والمقاسات المطلوبة مع حمايته من الكسر والشطف في أماكن مناسبة لحمايته ويرص علي ألواح خشبية أو تقفيصة من الحديد والخشب حسب نوع المنتج.

الأدوات والعدد الشائعة الإستعمال في التركيب:

ميزان المياه–الخيط–الأزميل–القدة–الشاكوش–أزميل السن–مساميرالدق– الشنيور للتخريم.

الصاروخ–مقص قطعية–الكولة السريعة والمرهم–الزاويا الحديد–حجر الكربورندم– السكينة –المسطرين – القروانة–الدلو–الممسحة–الخيشة.

التركيب:

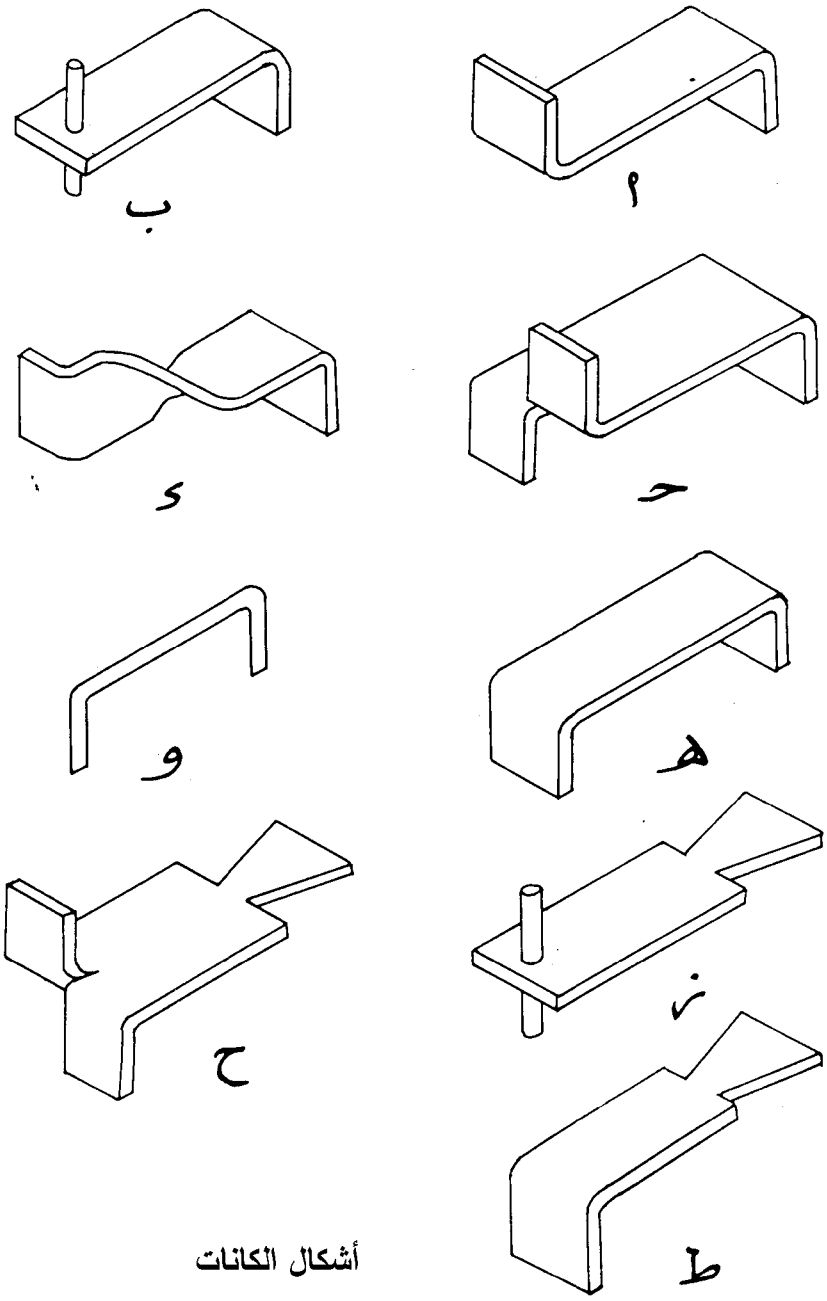
الواجهات الخارجية:

- تعمل الوزنات والبؤج لتحديد مناسيب الوجهات.
- تحديد طريقة التركيب والتي تنحصر في طرقيتين:

١- التركيب السقية بمونة خلفها (بين الرخام والمباني).

٢- التركيب مع وجود فراغ بين الرخام والمباني.

وفي كلتا الطريقتين تحدد نوعية الكانات أو المسامير التي سوف تستعمل في التركيب والشكل المناسب للتثبيت (انظر الأشكال الموضحة لبعض الكانات الشائعة الإستعمال وطرق تركيبها).



أشكال الكانات

ملاحظة:

١- يجب عن إستعمال كانات معدنية أو نحاسية ألا تلامس حديد التسليح لتفادي حدوث أي تلامس كهربائي يؤدي إلي ظهور أملاح علي سطح الرخام.

٢- علي المصمم أن يعيد حسابات التصميم لقطاعات الكانات المؤهلة لحمل الألواح طبقا لطبيعة المنشأة مع إستخدام إكسسورات الرخام المنوه عنها سابقا والموضحة بالCD.

التركيب بسقية المونة:

١- يراعي أن تكون الواجهات تامة الجفاف ويتم عمل الطرطشة الأسمنتية للحوائط المراد التركيب عليها.

٢- يتم تجويف ألواح الرخام أو الجرانيت او عمل المشقبيات الجانبية أو العلوية بالسمك والعمق المطلوب لتركيب الكانة المعتمدة للتركيب.

٣- تثبيت الكانات بالحوائط بمونة السمنت والرمل طبقا للمسافات أو الأبعاد المحددة للتثبيت بالرخام أو الجرانيت.

٤- يتم تحديد منسوب الحطة الأول وزنها علي الميزان مع شد الخيطان مع تثبيت الألواح بالكانات حسب الرسومات مع ربطها بأربطة من الجبس وتركيب القطع التي بجانبها لإنهاء الحطة الأولي.

٥- بعد تمام تصلب الجبس يسقي الفراغ بين الرخام أو الجرانيت والحائط المثبت به الكانات بمونة لباني الأسمنت والمل بنسبة ٢:١ وقد يضاف الجير الطفأ بنسبة ٣٠٠كجم جير مطفأ علي ١٥٠ كجم أسمنت علي ١م^{٣} رمل لملأ الفراغات بين الرخام والمباني ويجب أن تكون السقية علي دفعات لا يزيد إرتفاعها بين ١٥-٢٠سم مع الأخذ في الإعتبار تمام الشك للأسمنت نللحطة السابقة دون تواجد أي إهتزازات عند الصب لتلافي الضغوط الهيدروليكية وقد يسمح إذا كان الفراغ خلف الرخم أو الجرانيت كبيرا نسبيا أن يملأ بعضه بكسر الطوب الرملي أو الأحمر الطفلي مع مونة التركيب السابق ذكرها.

٥-٧: مقايسات الرخام:

١- الرخام وأحجار الزينة:

البند	بيان الأعمال	الكمية	الفئة	الجملة
١	بالمتر المسطح توريد وتركيب رخام طبيعي أو صناعي طبقا للأشكال والألوان والنوعيات والأسماك للواجهات الخارجية المبينة بالرسومات.			
٢	بالمتر المسطح كالبند السابق ولكن من الجرانيت والمقاس هندسي.			
٣	بالمتر المسطح توريد وتركيب رخام طبيعي أو صناعي طبقا للأشكال والألوان والنوعيات والأسماك للواجهات الداخلية وحوائط المدخل والصالات والطرقات إلخ والمبينة بالرسومات.			
٤	بالمتر المسطح كالبند السابق ولكن من الجرانيت والمقاس هندسي.			

تابع الرخام وأحجار الزينة:

البند	بيان الأعمال	الكمية	الفئة	الجملة
٥	بالمتر المسطح توريد وتركيب رخام طبيعي أو صناعي للأرضيات طبقا للأشكال والأسماك والنوعيات المطلوبة بالرسومات والمقاس هندسي.			
٦	بالمتر المسطح كالبند السابق ولكن من الجرانيت والمقاس هندسي.			
٧	بالمتر الطولي توريد وتركيب درج رخام طبيعي أو صناعي بالأشكال والقطاعات والأنواع والألوان والأسماك المبينة والمقاس هندسي.			
٨	بالمتر الطولي كالبند السابق ولكن من الجرانيت والمقاس هندسي.			

تابع الرخام وأحجار الزينة:

البند	بيان الأعمال	الكمية	الفئة	الجملة
٩	بالمتر المسطح توريد وتركيب طروفيات رخام طبيعي أو صناعي بالأشكال والقطاعات والألوان والأسماك المبينة بالرسومات والمقاس هندسي.			
١٠	بالمتر المسطح كالبند السابق ولكن من الجرانيت والمقاس هندسي.			
١١	بالمتر المسطح توريد وتريكب جلسات رخام طبيعي أو صناعي بالأشكال والقطاعات والألوان والأسماك المبينة بالرسومات والمقاس هندسي.			
١٢	بالمتر المسطح كالبند السابق ولكن من الجرانيت والمقاس هندسي.			
١٣	بالمتر الطولي توريد وتركيب وزرة رخام طبيعي أو صناعي (سكلو) بإرتفاع وسمك ولون ونوع وطبقا للرسومات والمقاس هندسي.			
١٤	بالمتر الطولي كالبند السابق ولكن من الجرانيت والمقاس هندسي.			
١٥	بالمقطوعية تكسيات حجار زينة رخام طبيعي أو صناعي / جرانيت طبقا للأشكال والقطاعات والألوان والأسماك المبينة بالرسومات مما جميعه بالمقطوعية.			

٣- التكسيات بالأحجار والطوب:

البند	بيان الأعمال	الكمية	الفئة	الجملة
١	بالمتر المسطح توريد وتركيب وكسوة الأحجار طبقا للنوعيات والقطاعات المذكورة بالرسومات والمقاس هندسي.			
٢	بالمتر المسطح توريد وتركيب أرضيات بترابيع حجر بالنوعيات والأسماك المذكورة بالرسومات والمقاس هندسي.			
٣	بالمتر الطولي توريد وتركيب درج من الحجر حامل بالنوعيات والقطاعات المذكورة بالرسومات والمقاس هندسي مما جميعه بالمتر الطولي.			
٤	بالمتر الطولي توريد وتركيب بردورات من الحجر طبقا للقطاعات والأشكال في الأماكن الموضحة بالرسومات والمقاس هندسي مما جميعه بالمتر الطولي.			

٣- مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
١		بالمتر المسطح توريد وتركيب ترابيع رخام أو جرانيت طبيعي لامع للأرضيات علي أن تتم سقية العرانيس بمعجون (الجلة والزنك والأكسيد باللون المطلوب) طبقا للرسومات والمواصفات والعينات المعتمدة. رخام جلاله.			
٢		رخام برلاتو.			
٣		رخام بيتشينو.			
٤		رخام كرارة أبيض شاهق مشبح.			
٥		رخام أدفة اسود.			
٦		جرانيت رمادي أوأحمر.			
٧		جرانيت جندولا.			
٨		جرانيت أحمر غردقة.			
٩		جرانيت أسود كلي.			
١٠		جرانيت حلايب.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
١١		جرانيت رمادي أو أحمر غشيم.			
١٢		جرانيت أحمر أسوان.			
١٣		رخام أخضر مصري.			
١٤		رخام لحم الهوانم.			
١٥		علاوة للمتر المسطح نظير تركيب الرخام رأسيا (علي الحوائط) طبقا للمواصفات.			
١٦		علاوة للمتر المسطح نظير تركيب الجرانيت رأسيا (علي الحوائط) طبقا للمواصفات.			
١٧		علاوة لكل متر مسطح نظير التركيب الميكانيكي للرخام أو الجرانيت الطبيعي لحوائط بإرتفاع أكثر من ٤م طبقا للرسومات والمواصفات.			
١٨		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط رخام جلاله.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
١٩		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط رخام برلاتو.			
٢٠		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط رخام فلتو.			
٢١		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط رخام بيتشينو.			
٢٢		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط رخام كرارة أبيض شاهق شبح.			
٢٣		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط رخام أدفو أسود.			
٢٤		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط جرانيت رمادي أو أحمر.			
٢٥		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط جرانيت جندولا.			
٢٦		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط جرانيت أحمر غردقة.			
٢٧		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط جرانيت أسود كلي.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
٢٨		بالمتر المسطح توريد وتكسية حوائط جرانيت حلايب.			
٢٩		بالمتر المسطح توريد وتكسية حوائط جرانيت رمادي أو أحمر غشيم.			
٣٠		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط جرانيت أحمر أسوان.			
٣١		بالمتر المسطح توريد وتكسية حوائط رخام أخضر مصري.			
٣٢		بالمتر المسطح توريد وتكسية حوائط رخام لحم الهوانم.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
٣٣		بالمتر المسطح توريد وتركيب ترابيع رخام أو جرانيت طبيعي نصف لامع للأرضيات علي أن تتم سقية العرانيس بمعجون (الجلة والزمك والأكسيد باللون المطلوب) طبقا للرسومات والمواصفات والعينات المعتمدة كالأتي: رخام جلاله.			
٣٤		رخام برلاتو.			
٣٥		رخام فلتو.			
٣٦		رخام بيتشينو.			
٣٧		رخام كرارة أبيض شاهق مشبح.			
٣٨		رخام أدفو أسود.			
٣٩		جرانيت رمادي أو أحمر.			
٤٠		جرانيت جندولا.			
٤١		جرانيت أحمر غردقة.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
٤٢		جرانيت أسود كلي.			
٤٣		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط جرانيت حلايب.			
٤٤		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط جرانيت رمادي أو أحمر غشيم.			
٤٥		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط جرانيت أحمر أسوان.			
٤٦		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط رخام أخضر مصري.			
٤٧		بالمتر المسطح توريد وتكسية الحوائط لحم الهوانم.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
٤٨		بالمتر المسطح توريد وتركيب ترابيع رخام أو جرانيت طبيعي نصف لامع للأرضيات علي أن تتم سقية العرانيس بمعجون (الكله والزنك باللون المطلوب) طبقا للرسومات والمواصفات والعينات المعتمدة كالأتي: رخام جلاله.			
٤٩		رخام فلتو.			
٥٠		رخام بيتشينو.			
٥١		رخام كرارة أبيض شاهق مشبح.			
٥٢		رخام أبيض أدفو أسود.			
٥٣		جرانيت رمادي أو أحمر.			
٥٤		جرانيت جندولا.			
٥٥		جرانيت أحمر غردقة.			
٥٦		جرانيت أسود كلي.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
		طبقا للرسومات والمواصفات.			
٥٧		بالمتر الطولي توريد وتركيب وزرة رخام فلتو بسمك ٢سم وإرتفاع ١٠سم طبقا للرسومات والمواصفات.			
٥٨		بالمتر الطولي توريد وتركيب وزرة رخام بيتشينو بسمك ٢سم وإرتفاع ١٠سم طبقا للرسومات والمواصفات.			
٥٩		بالمتر الطولي وتوريد وتركيب وزرة رخام كرارة أبيض بسمك ٢سم وإرتفاع١٠سم طبقا للرسومات والمواصفات.			
٦٠		بالمتر الطولي توريد وتركيب وزرة رخام أدفو أسود بسمك ٢سم وإرتفاع ١٠ سم طبقا للرسومات والمواصفات.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
٦١		بالمتر الطولي توريد وتركيب وزرة جرانيت رمادي أو أحمر بسمك ٢سم وارتفاع ١٠سم طبقا للرسومات والمواصفات.			
٦٢		بالمتر الطولي توريد وتركيب وزرة جرانيت جندولا بسمك ٢سم وارتفاع ١٠سم طبقا للرسومات والمواصفات.			
٦٣		بالمتر الطولي توريد وتركيب وزرة جرانيت أحمر غردقة بسمك ٢سم وارتفاع ١٠سم طبقا للرسومات والمواصفات.			
٦٤		بالمتر الطولي توريد وتركيب وزرة جرانيت أسود كلي بسمك ٢سم وارتفاع ١٠سم طبقا للرسومات والمواصفات.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
٦٥		بالمتر الطولي توريد وتركيب وزرة جرانيت أحمر أسوان بسمك ٢سم وارتفاع ١٠سم طبقا للرسومات والمواصفات.			
٦٦		بالمتر الطولي توريد وتركيب وزرة رخام أخضر مصري بسمك ٢سم وارتفاع ١٠سم طبقا للرسومات والمواصفات.			
٦٧		بالمتر الطولي توريد وتركيب وزرة رخام لحم الهوانم بسمك ٢سم وارتفاع ١٠سم طبقا للرسومات والمواصفات.			
٦٨		بالمتر الطولي توريد وتركيب جلسة رخام برلاتو أسفل الشبابيك طبقا للمواصفات والرسومات.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
٦٩		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم برخام جلاله بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			
٧٠		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم برخام فلتو بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			
٧١		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم برخام بيتشينو بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
٧٢		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم برخام كرارة أبيض بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			
٧٣		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم برخام أدفو أسوان بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			
٧٤		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم جرانيت رمادي أو أحمر بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			

تابع مقاسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
٧٥		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم جرانيت جندولا بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			
٧٦		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم جرانيت أحمر غردقة بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			
٧٧		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم جرانيت أسود كلي بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
٧٨		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم جرانيت حلايب بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل (الفرملة) بعرض ٥سم.			
٧٩		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم جرانيت رمادي أو أحمر غشيم بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			
٨٠		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم جرانيت أحمر أسوان بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			

ملحوظة: الفرملة عبارة عن دق أو تمشيط ببداية الدرجة النائمة لمنع الإنزلاق وقد تتم يدويا أو بالصاروخ أو ميكانيكيا في الورشة.

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم برخام أخضر مصري بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			
		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة لدرج السلم برخام لحم الهوانم بحيث تكون النائمة بسمك ٤سم والقائمة بسمك ٢سم والبند يشمل عمل الفرملة بعرض ٥سم.			
		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة جرانيت طبيعي لدرج السلم بحيث تكون النائمة من الجرانيت الأحمر سمك ٤سم والقائمة رخام فلتو حسنة سمك ٢سم شاملا عمل الفرملة بعرض ٥ سم طبقا للرسومات والمواصفات.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
		بالمتر الطولي شرح البند السابق ولكن جرانيت غشيم طبقا للمواصفات			
		بالمتر الطولي توريد وتركيب كسوة جرانيت طبيعي لدرج السلم سمك ٤سم والقائمة رخام فلتو سمك ٢سم شاملا عمل الفرملة بعرض ٥ سم طبقا.			
		بالمتر الطولي شرح البند السابق ولكن النائمة جرانيت غشيم طبقا للرسومات والمواصفات.			
		توريد وتركيب كسوة جرانيت أحمر طبيعي لدرج السلم سمك ٤سم نصف لامع.			

تابع مقايسات أعمال الرخام:

م	رقم البند بالمقايسة	أعمال الرخام	الوحدة	الفئة بالجنيه	
				رقما	كتابة
		ملاحظات: ١- فئة أي نوع رخام أو جرانيت سمك ٤سم = فئة نفس الرخام سمك ٢سم + قيمة ٥٠٪ منها. ٢- فئة أي نوع رخام أو جرانيت سمك ٣سم = فئة نفس نوع الرخام سمك ٢سم + قيمة ٢٥ ٪. ٣- فئة المحاسبة علي الأرفف الرخام أو الجرانيت= نفس فئة المحاسبة علي المتر المسطح من كل منها. ٤- الوزرات الغير واردة يتم إحتساب نفس فئة الرخام أو الجرانيت للمتر المسطح مضافا إليها ١٠٪			

فهرس

إهداء ..... - ٥ -
الباب الأول نشأة الرخام والجرانيت وتكوينهما ..... - ١١ -
١-١ الرخام..... - ١٥ -
١-٢ الجرانيت ..... - ١٥ -
١-٣ المرو (الكوارتز)..... - ١٦ -
١-٤ نبذة عن نشأة وتكوين الصخور المكونة للرخام والجرانيت..... - ١٦ -
١-٥ صخور الرخام..... - ١٩ -
١-٦ تكوين صخور الرخام ..... - ٢٠ -
١-٧ صناعة الرخام..... - ٢١ -
١-٨ ألوان الرخام والجرانيت ومسبباتها ..... - ٢٢ -
١-٩ مزايا استخدام الرخام والجرانيت..... - ٢٧ -
١-١٠ أهم التوصيات قبل البدء بعمليات الإكساء ..... - ٢٩ -
١-١١ عمليات إكساء الأرضيات والجدران والواجهات ..... - ٢٩ -
١-١٢ مونة اللصق..... - ٣١ -
١-١٣ طريقة إكساء الأرضيات..... - ٣٢ -
١-١٤ الأرضيات المنفذة بميول ..... - ٣٣ -
١-١٥ طريقة إكساء الجدران ..... - ٣٣ -
١-١٦ الواجهات (الحوائط الخارجية)..... - ٣٤ -
١-١٧ صيانة الرخام بعد التركيب ..... - ٣٦ -
١-١٨ سبل العناية بالرخام ..... - ٣٧ -
١-١٩ أسباب حدوث التطبيل في أعمال الرخام ..... - ٣٨ -
١-٢٠ العناية اليومية والدورية للرخام ..... - ٣٩ -
الباب الثاني صناعة الرخام ..... - ٤١ -

٢-١ طريقة صناعة الرخام والجرانيت ..... - ٤٥ -
٢-٢ أولا: المناشير ..... - ٤٥ -
الباب الثالث تطبيقات الرخام ..... - ٤٧ -
٣-١ تطبيقات الرخام..... - ٥١ -
٣-٢ حساب التوريد والتركيب..... - ٥١ -
٣-٣ أعمال الرخام..... - ٥٢ -
٣-٤ تجهيز الرخام..... - ٥٣ -
٣-٥ مواصفات أعمال الرخام (التوريد والتركيب) ..... - ٥٣ -
٣-٦ تحليل أسعار الرخام ..... - ٥٤ -
الباب الرابع إكسسوارت الرخام..... - ٥٩ -
٤-١ إكسسوارات تركيب الرخام والجرانيت ..... - ٦١ -
٤-٢ الكيماويات المستخدمة في أعمال الرخام..... - ٦١ -
٤-٣ بعض الماكينات المستخدمة في أعمال الرخام والجرانيت ..... - ٦١ -
الباب الخامس أعمال الرخام ..... - ٧١ -
٥-١ الرخام الطبيعي وأحجار الزينة..... - ٧٧ -
٥-٢ الفسيفساء والأمازمالد وقطع الخردة ..... - ٩٤ -
٥-٣ قوائم بنود أعمال الأرضيات والتكسيات وأعمال الرخام..... - ٩٧ -
٥-٤ مواصفات أعمال الرخام ..... - ١٠١ -
٥-٥ خصائص ومواصفات الرخام..... - ١٠٣ -
٥-٦ العناصر التي تفضل في إختيارات التكسيات بالرخام والجرانيت ..... - ١٠٦ -
٥-٧ مقايسات الرخام ..... - ١١٣ -

الرخـــــام

حقوق الطبع محفوظة للمؤلف

(٢٠٠٧ / ٧٨٢٢)

طبعة ٢٠٠٨

مع تحيات

جمعية الحفاظ على الثروة العقارية والتنمية المعمارية

مكتب الدراسات والاستشارات الهندسية

دكتور مهندس

حسين محمد جمعة

٢ عز الدين عمر – الهرم / الجيزة

ت/ ٠٠٢٠١٠٠٨٨٨٣٥٥٩ – ٠٠٢٠١٠١٠٨٨٨٨٥٠

www.rea-academy.com

E-mail: enghmg@gmail.com