اعمال الحجارة

Masonry Work

الحجر : هو وحدات بنائية منتظمة أو غير منتظمة تستخدم في أعمال البناء, كما ويطلق لفظ أحجار البناء على الاحجار التي يمكن استخدامها في اغراض البناء, كبناء الجدران ورصف الطرق وتكسية الانهار .

أنحسر استخدام الحجر في الوقت الحاضرللاسباب التالية:-

- لصعوبة تهيئة الحجر وإعداده بالتشكيل المطلوب بكلفة مناسبة.

-2- محدودية انتشار الأحجار.

3- وجود مواد بديلة أرخص وأفضل.

4- لا يمكن تحليل المنشآت المشيدة من الحجر مثل منشآت الحديد والخرسانة

بالحاسبة الألكترونية.

التحليل والتصميم:-

التحليل الإنشائي : إيجاد العزوم والقوى المسلطة على كل جزء من أجزاء المنشأ.
والتصميم : هي عملية إيجاد الأبعاد الإنشائية وكذلك حساب كميات حديد التسليح.

استخدامات الحجر

تنحصر استخدامات الحجارة حاليا في القطر لاغراض البناء بالحالات التالية :_

1- في الصناعات الإنشائية مثل السمنت وصناعة الجص.

2- في أعمال التغليف والإكساء للأرضيات.

3- في أعمال التكسية لضمان الأنهاء.

4- في طبقة ما تحت الأساس للمطارات والطرق وسكك الحديد.

5- كوحدات بنائية في الأماكن المتوفرة فيها بكمية كبيرة.

6- في صناعة الكاشي.

7- في تشيد وصيانة الأبنية التراثية -

8- كركام في صناعة الخرسانة.

تصنيف الصخور Classification of Rocks

1- الأصل الجيولوجي لها - According to Geological Origin

أ- الصخور النارية Igneous Rocks

وهي الصخور الناتجة عن تصلب الحمم البركانية السائلة المندفعة من باطن الأرض وتعتمد في خواصها على كيفية تصلبها وتركيبها الكيمياوي تتميز الصخورالنارية بأنها قوية وذات دوام جيد بصورة عامة.

ب- الصخور الرسوبية Sedimentary rock

وهي الصخور التي تكونت في الغالب نتيجة تحلل صخورقائمة بفعل التجوية والتعرية وانتقال المواد الناعمة وترسبها بشكل طبقات بفعل الماء أو الهواء تم تصلدها من أهم أنواعها الصخور الكلسية والرملية. تتميز هذه الصخور بخواصها المتباينة ويكونها متعددة التراكيب وطبقية ذات تحمل ضعيف ومسامية عالية.

ج-الصخور المتحولة Metamorphic Rocks

وهي صخور تكونت من أصل ناري أو رسوبي تم تحولت بنتيجة الى ضغط عال أو حرارة مرتفعة. من أهم أنواعها المستعملة في البناء الرخام والاردواز .حالة وسط بين النارية والرسوبية.

2 – التركيب الفيزيائي (البنية المجهرية) لها Physical structure :

*** صخور طبقية**

نستطيع فصل الصخور الى طبقات مثل الحجر الجيري.

*** صخور غير طبقية**

لا نستطيع فصل الصخور الى طبقات مثل الحجر الناري.

3 – التركيب الكيمياوي Chemical composition :

تتكون في الغالب من الألومينا (Al_2O_3).

الخواص الهندسية للحجارة

1- التركيب العام: تكون الحجارة اما حبيبية التركيب كالصخور الرسوبية او – كالحجارة الرملية او طبقية رقائقية كالصخور المتحولة ، ولا تكون الرقائق (في هذه الحالة نتيجة عملية الترسيب او التراكم بل نتيجة التحول بفعل الضغط او الحرارة الامر الذي ينتج عنه تراكيب غير متجانسة احيانا .

2- الدوام: يعتمد دوام الحجارة على تركيبها العام وتكوينها الكيميائي وعلى مدى تعرضها للهواء الجوي فتعتبر الحجارة المتبلورة وخاصة النارية منها ذات دوام عالي.

3- نعومة الحبيبات: قد تكون الحجارة ذات حبيبات خشنة او ناعمة وتمتاز الحجارة ذات الحبيبة الناعمة بانها سهلة التشكيل وصالحة للأعمال الفنية التي تتطلب نحت الحجارة.

4- المسامية والامتصاص: تعتمد مسامية الحجارة على الكيفية التي تترابط بها مكوناتها ،وتتأثر قابلية الحجارة على الامتصاص على التركيب الكيميائي والمعدني للصخور فتتراوح نسبة الامتصاص بين ٨% او اثر للحجارة الرملية او الجيرية ذات المسامية العالية واقل من ٠.٥ % للحجارة ذات المسامية الواطئة مثل الرخام او الكرانيت.

- التحمل:- لا يعتبر تحمل الضغط في الحجارة من الأمور المهمة كثيرا عند استعمالها في البناء لان تحمل الضغط في أنواع الحجارة البنائية يتراوح بين 150-1000 كغم/سم2 بينما لا يتجاوز مقدار الإجهاد المسلط على الحجارة في اغلب الأبنية التقليدية (لحد ثلاثة طوابق) 10 كغم/سم2 تقريبا. قد تتعرض الحجارة لاجهادات عالية نسبيا في بعض المنشات مثل السدود، الجدران السائدة، الجسور، الاعمدة الخ وعندها لا يفضل أن يتجاوز الاجهاد المسلط ١٠ ٪ من تحمل الحجارة القوى الضغط .

-الصلادة :- تعتبر من الخواص المهمة عند تعرض الحجارة إلى تأثير الاحتكاك كما في اعمال التبليط وتغليف الأرضيات و بعض الجدران . - الكثافة - وتسمى الوزن احيانا ولا تكون من الخواص المهمة عند استعمال الحجارة في الأبنية الا انها تكون أكثر أهمية في المنشات البحرية والسدود والجدران السائدة حيث تؤثر في استقرارية المنشا لذا تستعمل الحجارة الكثيفة في تلك المنشآت بينما تفضل الحجارة واطئة الكثافة في اعمال العقادات والأقواس والاطواق . تتراوح كثافة الصخور بين ١٢٠٠ - ٢٨٠٠ كغم / متر مكعب .

المظهر:- هذه الخاصية مهمة من الناحية المعمارية للحصول على لون ونسجة سطح معينة حسب التصميم المعماري . تختلف انواع الصخور في هذه الناحية تبعا لطريقة تكوينها وتركيبها المعدني.

1-الصخور الطينية Argillaceous تتكون في الغالب من الألومينيا (Al_2O_3)

2- صخور سليكية Silicious تتكون في الغالب من SiO_2 .

3- صخور كلسية Calcareous تتكون في الغالب من CaO

الفحوصات والمواصفات :- من الخطأ التصور بأن لا حاجة أبدا إلى فحص الحجارة، بل ان ذلك ضروريا في . حالة عدم معرفة الخواص بدرجة كافية أو في حالة استخدام الصخور في ظروف خدمة أو عوامل جوية قاسية وخاصة تلك التي تتعرض للانجماد وكذلك في المشآت ذات الكلفة المرتفعة.

نوع الفحص	الغاية من الفحص
فحص الانثناء(معاير الكسر)	لتحديد تحمل الحجارة عند استعمالها في الاعتاب العليا والتبليط.
فحص مقاومة الضغط	لأغراض التصميم عندما تتعرض الحجارة لاجهادات عالية.
فحص الكثافة	لأغراض التصميم عندما وزن الحجارة وكثافتها عاملان مهمان في استقرار المنشأ كما في انواع الجدران الساندة.
فحص الأنجماد والذوبان Natural Freeze Thaw Test	لمعرفة مد تأثر الحجارة بالأنجماد.
فحص التبلور Crystallization test	لغرض التعرف على دوام الحجارة ونوعيتها احيانا عندما تكون الفحوص الأخرى غير كافية للاستدلال على الدوام.
فحص المسامية	لغرض التعرف على دوام الحجارة
فحص معامل الأشباع	لغرض التعرف على دوام الحجارة
فحص المسامية الدقيقة (المجهرية)	لغرض التعرف على دوام الحجارة
فحص التأكل بالأحتكاك (Attrition test)	لمعرفة مدى تأثر الحجارة بلأحتكاك المسبب عن المرور والحركة .

انواع الحجارة الشائعة الاستعمال :- يمكن تقسيم الحجارة من الناحية العملية إلى اربعة انواع رئيسية هي :-

1- الكرانيت وانواع الحجارة النارية .

2 - الحجارة الرملية.

3- الحجارة الكلسية والرخام

4 - الاردواز .

1- الحجارة الكرانيتية : - من الصخور النارية المتبلورة تتكون من الكوارتز والفيلسبار وشيئ من المايكا مع تراكيب معدنية اخرى بكميات ضئيلة. توجد بالوان متعددة تتراوح بين الرمادية والسوداء أو الحمراء والقرمزية. تتميز الحجارة الكرانيتية بقابلية صقل ممتازة وبدوام عال وبصلادة وكثافة عاليتين (الوزن النوعي ٢.٧) وذات تحمل ضغط عال (٧٧٠ - ١٣٠٠ كنم / سم ") . تستعمل في الاعمال الهامة فقط لكلفتها المرتفعة واكثر ما تستعمل لاغراض تجميلية معمارية .

٢ - الحجارة الرملية : - وتتكون من الرمل أو الكوارتز المتماسك بواسطة مواد سمنتية مثل الجير. المغنيسا . الألومينا أو أوكسيد الحديد أو بمزيج من تلك المواد . تختلف خواص الحجارة الرملية باختلاف المواد اللاصقة السمنتية فيها فعندما تكون كميتها - أي المواد السمنتية - كافية تكون الصخور قوية وخاصة اذا كانت تلك المواد جيرية وفي عين الوقت يكون لون الحجر مائلا إلى اللون الابيض اما اذا كانت المواد السمنتية قليلة فان الحجارة تكون رخوة .

3- الحجارة الكلسية : - يعتبر حجر الكلس الحاوي على كربونات الكالسيوم مع نسبة ضئيلة من مواد رملية أو طينية وأوكسيد الحديد. تكون هذه الحجازة في الغالب سهلة القطع والتشكيل الا ان بعضها تكون صلدة وصعبة التشكيل . تعتبر الحجارة الكلسية جيدة للبناء وهي كثيرة الاستعمال في العراق وكذلك مادة اساسية في صناعة السمنت وتستعمل ايضا في تعدين الحديد في الفرن العالي. يستعمل ركام حجر الكلش في اعمال الطرق والسكك الحديدية وفي الخرسانة.

4- الاردواز : - حجارة متحولة تتكون أساسا من السيليكا والالومينا . ناعمة الحبيبات ومرصوصة . صلدة وذات دواء عالى طبقية التركيب وقابلة للانفلاق مكونة صفائح رقيقة . تستعمل الواح الاردواز القليلة السمك في اعمال التسقيف بدلا عن الصفائح المعدنية والاسبستية بينما تستعمل الالواح السميكة في اكاء الارضيات والمرافق الصحية وكذلك كطبقة مانع الرطوبة في الجدران .

البناء بالحجارة : -

تستخرج الحجارة من المقالع بطرق خاصة ثم تقطع أو تعدل وتجفف . ان عملية التجفيف ضرورية حال استخراجها من المقالع تحتوي في الغالب على رطوبة معينة تجعلها سهلة القطع والاعداد الا انه ليس من الصحيح البناء بالحجارة وهي بهذه الدرجة من الرطوبة لانها تسبب تحلل الحجارة مستقبلا.

اعداد الحجارة للبناء : - ويقصد به تحضير الحجارة وقصها ونحت الوجه أو صقله وضبط الحافات نوع البناء . يكون الاعداد باشكال متعددة منها : -

1-المتروك - Self-faced or quarry faced

ويعني الحجارة المستعملة بحالتها الطبيعية شرط ان يكون مقاسها ملائما من دون تعديل. يكون الوجه خشنا والشكل غير منتظم الشكل (٧ - أ) .

2- المعدل Scabbled

ويعني قص الزوايا البارزة غير المنتظمة بالفاس وجعل قطع الحجارة ذات ابعاد شبه منتظمة. شكل(7 -أب) . قد يعالج وجه الحجارة بالمنقار لاعطاء مظهر منتظم وخشن ويسمى في هذه الحالة المنقور.

3- المنشور Half swan

ويعني تعديل الحجارة ثم قصها بالمنشار بحيث يكون وجه الحجارة مستو مع وجود اثر المنشار بشكل خطوط متوازية أو مائلة . (شكل ٧ - أ جـ) .

نوع الاعداد الذي تعمل فيه حاشية مستوية وصقيلة في اطراف الوجه بعرض ٢٠ - ٣٠ ملم وتترك بقية مساحة الوجه بانهاء خشن (شكل ٧ - أ د) . يمكن عمل الانهاء الخشن بطرق متعددة لاعطاء المظهر المطلوب. تفيد الحاشية المستوية في تقليل عرض المفصل في البناء نتيجة لدقة حافات المقطع .

5- الأعداد المستوي Plain work

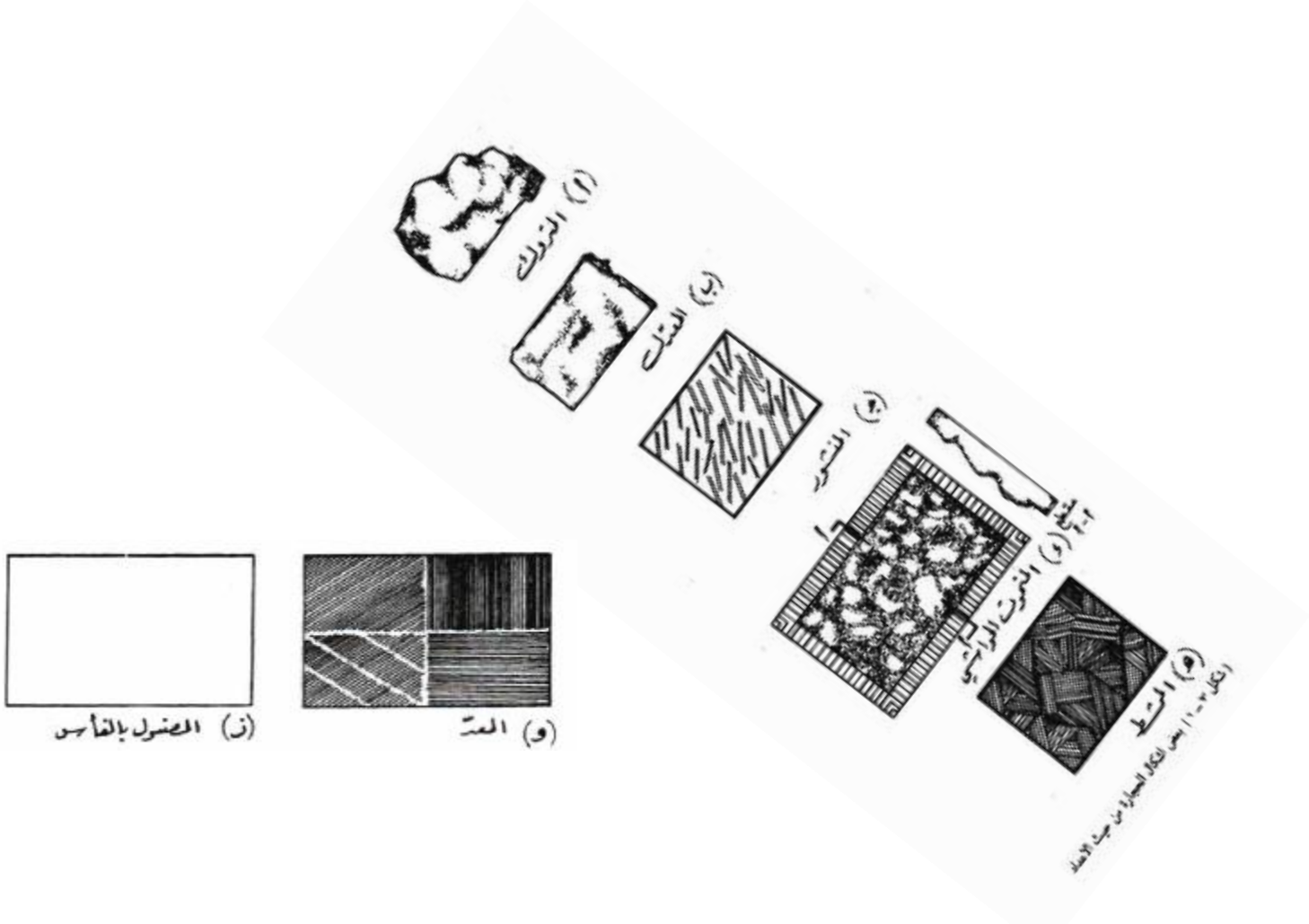
ويعني اعداد الوجه وجعله مستويا بدرجة او بأخرى وذلك بوسائل يدوية كالفاس او ميكانيكية ثم يصقل الوجه باليد او بالات كهربائية . يفضل هذا الاعداد في البناء المنتظم المستوي والصقيل في الواجهات والجبهات على الاغلب ويكون بأشكال متعددة منها : -

الممشط Combed

يكون الانهاء بمشط حديدي خاص يترك اثره على الوجه ,تستعمل الحجارة غير الصلدة في هذا الانتهاء (شكل ٧ - ١ هـ) .

المعد Tooled

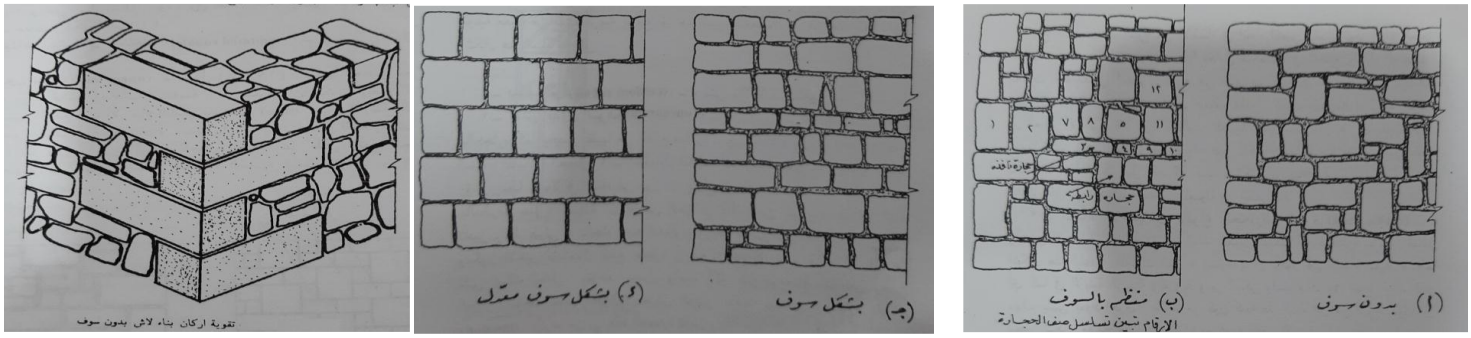
المعد - ويكون الانهاء بالمنقار مع عمل خطوط محفورة قليلا ومتوازية ، قد تكون هذه الخطوط باتجاه شاقولي أو افقي أو مائل (شكل ٧ – أ و) وتستعمل الحجارة السهلة التشكيل.



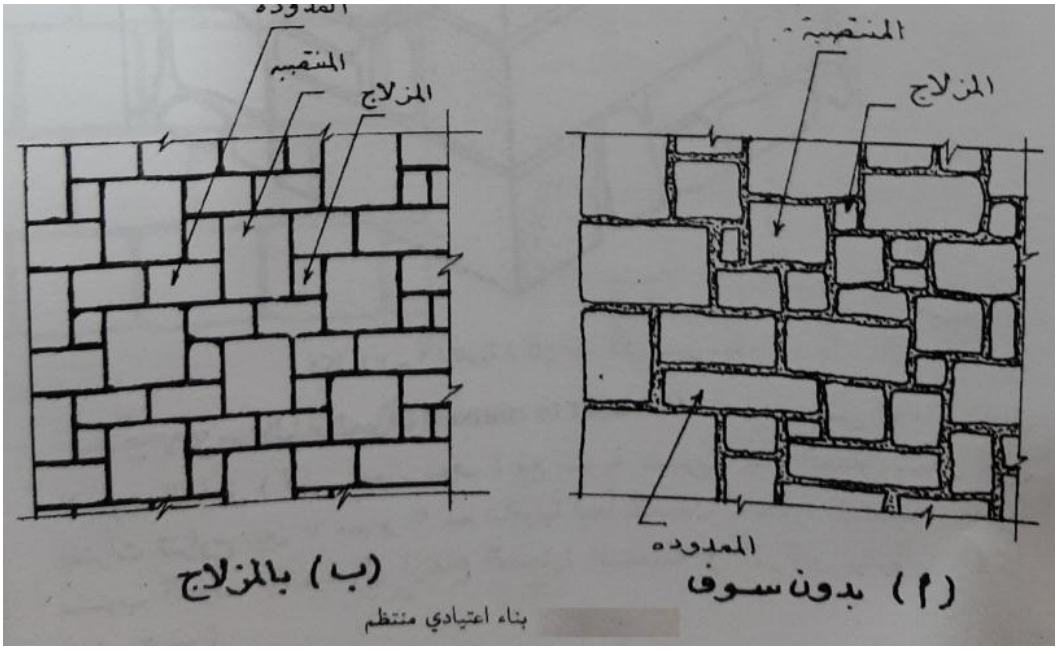
- البناء الاعتيادي بانواع الحجارة الأخرى:-

ويشمل اشكال البناء المتعددة عدا البناء الصقيل المنتظم الوارد ذكره سابقا. تفضل اشكال هذا البناء في المحلات التي لا تستوجب أن يكون فيها البناء صقيلا منتظما أي كما في الأبنية الريفية والقروية ودور السكن والسياجات وفي انواع البناء الذي سوف ينهى بمواد اخرى, **ومن اشكال هذا البناء ما يلي:-**

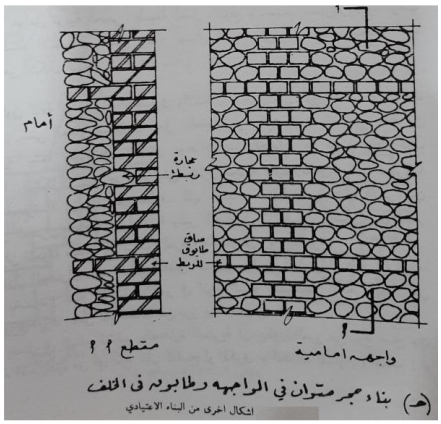
ا- بناء لاش : ويكون اما لاش بدون سوف (شكل أ) يبنى الجدار بالحجارة كما يحصل عليها من المقالع مباشرة بدون اعداد (متروك) حيث يختار البناء الحجارة ذات المقاسات الملائمة اثناء البناء عشوائيا ويصفها بشكل يؤمن ربطا مقبولا في البناء من دون أن يقطع الحجارة نفسها وانما يعدل حافاتها بالمطرقة بصورة بسيطة. من الضروري في هذا البناء اخذ قطع منتظمة في الأركان تمتد باتجاهين الجداريين المتلاقيين بالتعاقب وذلك لتامين قوة وثبات منطقة التلاقي. يتراوح سمك البناء 40-45 سم ويصعب بناء قواطع بسمك يقل عن 16 سم بسبب عدم انتظام الحجارة. والبناء الثاني لاش منظم بالسوف (شكل ب) ويبنى بنفس الاسلوب السابق مع تسوية منسوب بناء الجدار بشكل افقي بفترات تتراوح بين 60-90 شاقوليا تبعا لمقاسات الحجارة. يتميز هذا النوع بتناقص ارتفاع السوف تدريجيا نحو الأعلى يكون ارتفاع الساف في القاعدة 2-3 سم يتنافص تدريجيا ليصل في الساف العلوي حوالي 3-5-سم البناء الثالث لاش بشكل سوف (شكل) (ج) ويتميز باستعمال الحجارة ذات الارتفاع الثابت في الساف الواحد مما يعطي بناء

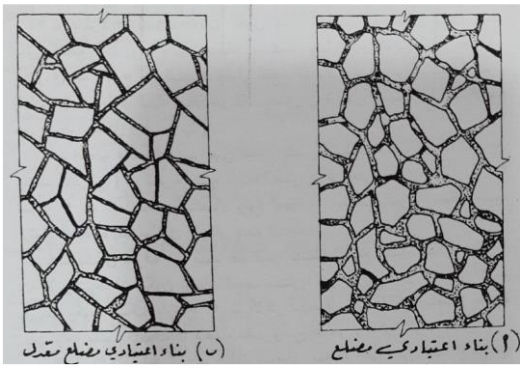


ب - بناء اعتيادي منتظم ويبني بدون سوف (شكل) (أ) تهيأ الحجارة بحيث تكون ذات زوايا قائمة وحافاتها مستقيمة . لا يشترط أن يكون ارتفاع القطع متساويا وتسمى القطع ذات الارتفاع الكبير بالمنتصبة وذات الارتفاع القليل والطول المتميز بالممدودة يفضل أن لا يزيد ارتفاع الحجارة المنتصبة على (250) ملم وان لا يزيد ارتفاع الحجارة الممدودة على ثلثي ارتفاع الحجارة المنتصبة المجاورة لها تستعمل بعض الحجارة الصغيرة لتأمين الربط بين القطع وتسمى المزلاج والبناء الثاني هو يسمى - بالمزلاج يكون البناء مشابها للنوع السابق حيث تكون القطع ذات زوايا قائمة وحافات مستقيمة ايضا الا أن مقاساتها غير محددة يكثر في هذا النوع من البناء استعمال القطع المسماة بالمزلاج وذلك لمنع استمرار المفاصل العمودية في البناء المسافة طويلة. وهنالك نوعين اخريين منظم بسوف وبشكل سوف ايضا كما في بناء لاش.



ج - اشكال اخرى : هنالك وضعيات متعددة اخرى من البناء الاعتيادي تحددها عوامل نوعية الحجر، طبيعة العمل، الموقع والتصميم المعماري وغيرها ومنها انواع البناء الاعتيادي المضلع وبناء الصوان الذي يكون بوضعيات متعددة ايضا وغيره من اشكال البناء(الشكل التالي أ) تكون كافة انواع البناء الاعتيادي والاشكال الأخرى من النوع المصمت فاما ان يبنى الجدار بسمكه الكامل بالحجارة او يكون الوجه الخارجي من الحجارة بينما يبنى ظهر الجدار بوحدات غير الحجارة مع تأمين ربط كافي بينهما (شكل 8 ج).





الربط في بناء الحجارة: - يتميز البناء بالحجارة بان ثقل الحجارة فيه والتفاصيل المعمارية لبعض البروزات والفتحات ووجود قوى جانبية احيانا يحتم استعمال وسائل ربط ميكانيكى بين القطع بالاضافة إلى الربط الناتج

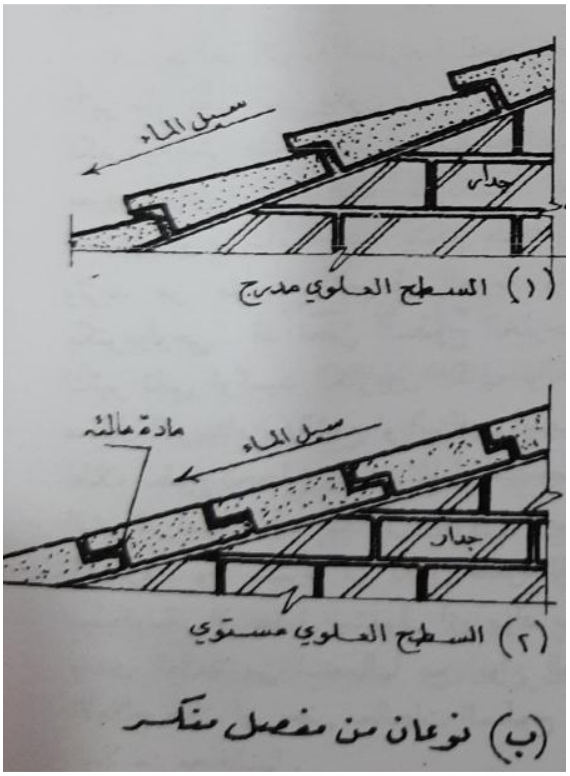
عن تداخل قطع الحجارة بسبب صفها في البناء بشكل معين اسوة بانواع البناء بالوحدات غير الحجارة. ويمكن الاطلاع على هذه الوسائل الخمسة بصفحة 268 بكتاب انشاء المباني.

محافظة البناء من المياه من الضروري محافظة البناء من الرطوبة ايا كان مصدرها الا انه نظرا لأن بناء الحجارة يتأثر بدرجة كبيرة بمياه الأمطار لذا اصبح من الأهمية بمكان معرفة التفاصيل البنائية التي تؤدي إلى طرد ماء المطر باسرع ما يمكن عن وجه الجدار وتقليل الامتصاص ، من هذه التفاصيل ما يلي :-

ا- **عمل بروزات بنائية في اعلى الجدار لتعمل كمضلة** ومن الأمثلة عليها الأفاريز والكورنيشات وقبعات الستائر . شكل ادناه.

ب- **عمل السطح العلوي للجدار** او غطاؤه بشكل منحدر يصرف مياه الامطار نحو خارج الجدار ويقلل الامتصاص الى اقل حد ممكن (شكل 1).

ج- **عمل حز نصف دائري أو بمقطع مربع** و بضلع لا يقل عن 15 ملم في الوجه السفلي للبروزات والاعتاب ويكون موازيا للحافة الخارجية وعلى طولها وذلك لمنع سيل الماء على السطح الاسفل للبروز وتسر به إلى وجه الجدار . (شكل ب).



د- عمل انحدارات نافرة نحو الأسفل وباشكال مناسبة لتعمل على منع ميل الماء على الوجه الأسفل للبروز وتركه السطح بشكل قطرات متساقطة.

ه- عمل مفاصل خاصة تسمى مفصل منكسر (شكل) ب). وينفذ باحد الأسلوبين المبينين لمنع نفاذ الماء من السطوح الأفقية أو المائلة كما في التسقيف والتسطيح واغطية الجدران . يجب تغطية أو ملئ جميع المفاصل في الحجارة المسامية وغير الصلدة بطبقة من الرصاص من الضروري أن يكون اتجاه تركيب المفاصل عكس اتجاه سيل الماء.

و- معالجة الأوجه الخارجية للحجارة - تعالج سطوح الحجارة أحيانا لتقليل تأثير ماء المطر الذي يكون مذيبا لغاز ثاني أوكسيد الكاربون وغيره من الغازات الكبريتية التي تشكل بعد ذوبانها محاليل حامضية تؤثر بصورة بالغة في الحجارة بمرور الزمن ، تعالج الحجارة الكلسية بطلاء سطحها بمحلول من فلوسيليكات المغنسيوم أو ما شابهه وهذا يشكل طبقة غير قابلة للذوبان تسد مسامات السطح تزيد من مقاومته للعوامل الجوية والتاكل.