

الفصل السادس

مباني البلك

٢-٦-٢-٦-٢ مبانى البلك

١-٦-٢-٦-٢ تعريف الطوب الخرسانى (البلك):

عبارة عن مادة إسمنتية ذات مقاييس مختلفة تستخدم في عملية البناء وخاصة المباني الهيكلية والقواطع الداخلية

٢-٦-٢-٦-٢ طرق صناعة الطوب الخرسانى (البلك):

١-٢-٦-٢-٢ الطريقة الاتوماتيكية:

في المصنع توضع المواد الخام المستخدمة في صناعة البلك بهذه الطريقة في أحاديد (فتحات) بشكل منفصل حيث تتكون هذه المواد من الرمل وكسر الحجر الجيري مقاس ٠.٥ - ١ سم. والإسمنت فتخلط هذه المواد مع إضافة الماء اللازم في خلاط المصنع ثم تدفع هذه الخلطة عن طريق فتحه سفلية من خلاط المصنع إلى العربة الناقلة الخاصة "دامبر" ومنها إلى قمع (فتحه) عربة ماكينة تصنيع البلكات الخرسانية.

وعلى ذلك نجد أن خليط الخرسانة يستقر بالحلة الموجودة أسفل العربة والتي تتحرك أفقياً عن طريق الذراع المثبت بها إلى المكبس الملحق بالعربة لصب وكب الخرسانة في ١٠ فورمات حديدية يخرج منهم ١٠ بلوكات خرسانية مرة واحدة حيث تضعهم الماكينة بلطف على الأرض الأفقية المجهزة لذلك تحت العربة.

ملاحظة : الماكينة الاتوماتيكية تحوي الخلطة الخرسانية تكفي لإنتاج ٥ ضربات في كل ضربة ١٦ بلوكة

مقاس ٢٠*٢٠*٤٠ سم، أما باقي خلطة الخرسانة الموجودة في الحلة فترجع أوتوماتيكياً لأخذ خرسانة أخرى من القمع ثم ترجع مرة أخرى تحت المكبس لكبس ١٦ بلوكات أخرى وتركها بجانب البلكات المصبوبة الأخرى وهكذا يسير العمل لصب البلكات الخرسانية.

بهذه الطريقة يتم عمل صبة خرسانية سماكة ١٥ سم للموقع بالكامل، حيث تمكن الماكينة للحركة دون أي إعاقة .

تترك هذه البلكات على الأرض لمدة ٥ ساعات لتجف ثم يرش عليها الماء وتترك ٢٤ ساعة أخرى في مكانها ثم بعد ذلك ينقل هذا البلك لمكان تخزينه لإتمام عملية التجفيف مع مداومة رشها بالمياه لمدة لا تقل عن ٧ أيام متواصلة بعد ذلك.

ملاحظات :

- يتم الرش لمدة ٣ أيام، بعد اليوم الأول يتم رفعها بواسطة رافعه مخصصة لذلك وتورد إلى السوق بعد عملية التجفيف.

- يجب مراعاة أن لا تقل مدة تجفيف هذه البلكات عن أربعة أسابيع تحت الظروف الجوية العادية قبل استعمالها وحتى تعطى قوة تحمل للضغط إلى حد الكسر كالاتي :

• البلك الخرسانى المفرغة ٢٥ كج/سم^٢ .

• الطوب الخرسانى المصمت ٧٠ كج/سم^٢ .

- ويمكن الإسراع في عملية تجفيف هذه البلك في الموقع .

كذلك يمكن بنفس الطريقة المذكورة في تصنيع البلك الخرسانى تغيير الفورمات الحديدية المثبتة في ماكينة الصب لتصنيع أنواع أخرى من هذا الطوب الخرسانى كمثال تصنيع الطوب الخرسانى



الشكل (٢-٢٠٢): يوضح مكان الكري والرمل في المصنع الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣)م



الشكل (٢-٢٠٣): يوضح الماكينة الاتوماتيكية لصب البلك الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣)م



شكل (٢-٢٠٤): يوضح طريقة تجفيف البلك الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣)م

المصمت كما يمكن عمل بلاطات رصف الممرات أو بردورات الرصيف الخرسانية بهذه الطريقة أيضاً.

ويستعمل عادة البلك الخرساني المفرغ في بناء حوائط المباني والأسقف (الهردي) كما يمكن الحصول على حوائط عازلة للحرارة من هذه البلكات بعد ملئها بالمواد العازلة كمثل مادة الفيرميكوليت أو البيرليت أو خلافه.



شكل (٢-٢٠٥): يوضح الماكينة اليدوية لتشكيل البلك الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣) م



شكل (٢-٢٠٦): يوضح طريقة تجفيف البلك اليدوي الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣) م



شكل (٢-٢٠٧): يوضح عربة اخذ الكري والرمل الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣) م

٢-٢-٦-٢-٢ الطريقة اليدوية:

تتم بنفس الطريقة الاتوماتيكية أيضاً أما ماكينة تشكيل البلك مختلفة من حيث أنها لا تحمل الخلطة الخرسانية، وأيضاً المكنة ذات دفع يدوي، وتنتج في كل ضربه بلكه واحدة. يتم نقل البلك إلى مكان التجفيف حيث تكون موضعه على قوالب خشبية أبعادها ٢٥ * ٥٠ سم، ويتم وضعها أفقيان لتتم عملية التجفيف، وترش بنفس الطريقة الاتوماتيكية وبنفس الفترة الزمنية.

يتم إنتاج جميع أنواع البلك بمقاساته المختلفة يدوياً ويكون أرخص ثمناً من الاتوماتيكي.

- أنواعه :

بلك مقياس ١٠ x ٢٠ x ٤٠ سم، سعره ٧٠ ريال

بلك مقياس ٢٠ x ٢٠ x ٤٠ سم، سعره ٩٥ ريال

بلك مقياس ١٥ x ٢٠ x ٤٠ سم، سعره ٨٠ ريال

ومن حالات استخدامه:

إضافة أحمال دون أخذها بعين الاعتبار في التصميم.

تغطية مساحات كبيرة في السقف.

في بناء الجدران الداخلية.

٢-٢-٣-٢ مراحل إنتاج الطوب الخرساني (البلك) :

عملية إنتاج البلك في المصنع تمر بعدة مراحل، حيث لكل مرحلة الدور في إخراج البلك.

٢-٢-٣-١ المرحلة الأولى:

وهي عبارة عن تجميع خلطة الطوب الخرساني بالمقادير المطابقة للمواصفات ومن ثم وضعه في آلة تسمى الخلاط.

يؤخذ الرمل والكري من مكان قريب من الخلاط بواسطة عربة مثبته فيها، والتي تنقل الكري والرمل الى الخلاط.

الخلاط :

يستخدم لخلط المادة المكونة للبلك، حيث تجمع وتوضع في حوض مصنوع من الحديد يكون بقطر ١.٥ متر ويسمى "السلة" حيث تنتج هذه السلة ١٦ طوبه بعد ذلك يتم تشغيل الخلاط بمحرك كهربائي وذلك لتحريك اذرع الخلط الموجودة داخل الحوض لتخلط المادة وتجعلها متجانسة.

هذه الخلطة يتم التحكم بها وبنسبة الخلط أوتوماتيكياً وهي تتكون من التالي :

١- عربة اخذ الكري والرمل .

٢- صومعة الإسمنت .

٣- مكان خروج الخلطة الإسمنتية.

٤- توصل بمصدر مياه . كما في الشكل (٢٠٨).

المواد المكونة للخلطة الخرسانية:



شكل (٢-٨) يوضح ماكينة الخلط
الاتوماتيكي الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣)م

- ١- إسمنت بورتلاند .
- ٢- حصمه سمسمة وتصنف حسب نوع الصخور وهي :
- ٣- (صخر سيالين ، صخر ريفافي، صخر بازلت) تسمى هذه الحصمة بحصمة الجبل وهي ذات لون اسمر مع بني.
- ملاحظة : في حالة وجود عروق طينية في الحصمة فيجب غسلها جيدا وتنظيفها من تلك المواد.
- ٤- الرمل : رمل سافية صنف SW (نيس السوائل).
- ٥- الماء : وهو ماء نظيف .

- المقادير :

- | | |
|--------------|----------------|
| ٢ كيس أسمنت | ١.٤ طن حصمة |
| ٢٠٠ كيلو رمل | ٣٠-٧٠ كيلو ماء |

تختلف كمية الماء في:

الصيف ٧٠ كيلو (٧ جرادل)

الشتاء ٣٠ كيلو (٣ جرادل)

ملاحظة: هذه المقادير تكون كافية لإملاء السلة وبالتالي تنتج ٦٠ طوبة تزن كل واحدة منها ١.٦ كيلو جرام.

عملية التشغيل: نبدأ بتشغيل الخلاط

نضع ٢٠٠ كيلو رمل فيه

نضع ٦٠٠ كيلو حصمة

نضع ١٠٠ كيلو أسمنت

نكمل ٨٠٠ كيلو حصمة

بعد ذلك نسكب الماء ، ثم ننتظر من وقت بدء التشغيل لنهاية ١٥ دقيقة وبالتالي تنتج الخلطة الخرسانية للبلوك متجانسة ، يكون قوام الخلطة بنسبة ٣٠% جاف .

٢-٣-٦-٢ المرحلة الثانية (انتاج البلك):

• البلك الاتوماتيكي :

وفيه يتم نقل هذه الخلطة من الخلاط للماكينة التي تقوم بالخلط ، وتكون عملية النقل عبر حاملات (عربات ميكانيكية) وهي تملئ بالخلطة وتتجه للماكينة ، بعد ذلك تسكب الخلطة في الماكينة حينئذ تبدأ الماكينة بكبس الطوب حسب الشكل المطلوب داخل قوالب معدنية مصنعة بدقة حسب المقاسات المطلوبة مع استعمال الهز الميكانيكي الكافي لإعطاء الطوب أقصى درجات دمك ممكنة .

• البلك اليدوي :

يتم نقل الخلطة من الخلاط الى ماكينة الكبس اليدوية بواسطة عربات يدوية .

ملاحظة : يختلف إنتاج أنواع البلك باختلاف قوالب الكبس .

٢-٣-٦-٣ المرحلة الثالثة:

يجفف الطوب بعد إخراجه من القوالب لمد ٣ ساعات، ثم

تبدأ عملية رش المياه عليه (السقاية) حيث يسقى ٣مرات في

اليوم وتكون السقاية بكثافة، تستمر هذه العملية (٢-٣) أيام.

تترك مسافة ما بين البلكة والبلكة الأخرى ١٠سم طولاً و٧سم

عرضاً وكذلك بين الطرحة والطرحة الأخرى حوالي ٢٠سم .

بعد ذلك يتم رفع البلك بواسطة رافعة مخصصة ،وتكون على

شكل صفوف أرضية متراسة بعضها فوق بعض، وتنقله الى

المكان المخصص إلى ما يسمى (قواعد خشبية)حيث يتم شحنه وربطه .



شكل (٢-٩) يوضح عملية رص البلك

الاتوماتيكي الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣)م

ملاحظات:

- تختلف القواعد الخشبية في عدد الطوب وذلك حسب نوعه.
- كلما زادت نسبة الماء في الخلط يزيد وزن الطوبة.
- يجب صيانة الماكينة التي تستخدم لكبس وتشكيل الطوب، كل ٦ أشهر ببديل القالب الذي يكون قد أعطى معدل ٣٠٠.٠٠٠ طوبة.

٢-٦-٤- أنواع الطوب الخرساني (البلك) :

البلك الخرساني وهو النوع الأكثر استخداماً في اليمن ، ويصنع من الإسمنت والرمل والحصى السمسمية (الركام) ويثقل وزنه نوعاً ما إذا استخدم فيه الركام العادي ويخف وزنه إلى النصف إذا استخدم الركام الخفيف الذي ينتج من (حجر الخفاف).

ملاحظة: حجر الخفاف هي حجر رمادية اللون أو بيضاء خفيفة الوزن.

٢-٦-٤-١- الطوب المصمت الاتوماتيكي :

وهو طوب لا يحتوي على فراغات داخلية، وكان يستخدم قديماً في بناء الجدران الحاملة حيث لا تقل مقاومته للكسر عن ٧٠ kg/cm² ولكن قل استخدامه حتى أصبح نادراً للأسباب التالية:

- ١- ثقل وزنه.
- ٢- تكلفته العالية.
- ٣- عزله للرطوبة أي حجز الرطوبة الداخلية لفترة طويلة.
- ٤- صعوبة تنفيذ التمديدات الصحية والكهربائية عبره.
- المقاسات: المقاسات التي وجدت منه: ٢٠ × ٢٠ × ٤٠ سم و ١٥ × ٢٠ × ٤٠ سم.
- مميزاته: صلابه قوية جداً تقترب من صلابه الأحجار لذا يتحمل الأثقال، و الأوزان الكبيرة، والإجهادات المختلفة.
- عيوبه: ثقل الوزن غالي الثمن نسبة لبقية أنواع البلك الأخرى.

٢-٦-٤-٢- الطوب المفرغ hollow block : وهو الطوب الذي يحتوي على فراغات أو ثقوب مشكلة صناعياً ، وينقسم إلى نوعين:

٢-٦-٤-٢-١- الطوب المفرغ الخفيف:(الوفر)

يكون وزنه خفيف جداً مقارنة بأنواع البلك العادي، ويعود هذا لنوع الركام المستخدم إذ يحتوي على نسبة فراغات عالية (وهو ركام خفيف ينتج من حجر الخفاف وهي حجر إما رمادية أو بيضاء اللون).

- أنواعه :



شكل (٢-١٠): يوضح البلك المفرغ الخفيف ابو ٢٠ سم- الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣ م)

- بلك ١٠*٢٠*٤٠ سم سعره ٧٠ ريال.
- بلك ١٥*٢٠*٤٠ سم سعره ٨٠ ريال.
- بلك ٢٠*٢٠*٤٠ سم سعره ٩٥ ريال.

٢-٦-٤-٢-٢- الطوب المفرغ العادي (الاتوماتيكي) :

وينقسم الطوب المفرغ العادي إلى عدة أنواع حسب أبعاده والموضحة في الجدول التالي:

جدول (٢-١١): يوضح أبعاد البلك العادي الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣ م)

L	40	40	40	40	40	40
W	20	20	20	20	20	20
T	20	15	10	12	7	4

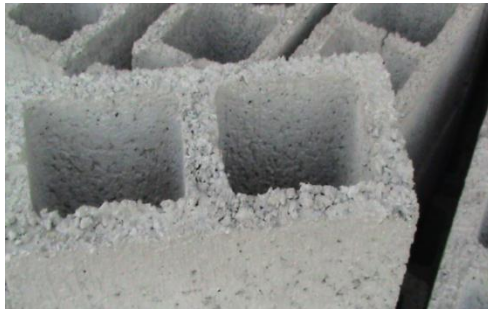
ويسمى الطوب حسب البعد T واستخداماته:
 طوب ٢٠ سم (يستخدم لبناء الجدار الخارجي أو لنواحي معمارية) السعر ١٨٠ ريال.
 طوب ١٠ سم (يستخدم في التقطيع الداخلي).
 طوب ١٥ سم (يستخدم لبناء الجدران الخارجية والداخلية) السعر ١٧٠ ريال.
 طوب ١٢ سم (يستخدم في التقطيع الداخلي).
 طوب ٤ سم (ويستخدم في حالة الشبائيك المنزلقة) .



شكل (٢-٢١٣): يوضح البلك ١٥ سم
 الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣)م

شكل (٢-٢١٢): يوضح البلك
 ١٠ سم الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣)م

شكل (٢-٢١١): يوضح البلك ٢٠ سم
 الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣)م



شكل (٢-٢١٤): يوضح بلك الأسطح
 الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣)م

٢-٦-٤-٣- طوب الأسطح الخرساني:

هذا النوع من البلك يوضع في البلاطات الهردى-
 الطوب الذي أبعاده ٤٠*٢٥*٢٤ سم يستخدم في حالة
 المنشأة التي تكون المسافة بين أعمدتها كبيرة نسبياً وبالتالي
 سماكة أسقفها تزداد مثل المساجد والصالات.
 والطوب الذي أبعاده ٤٠*٢٥*٢٠ سم يستخدم في حالة
 الأسقف ذو سماكة ٣٠ سم والطوب الذي أبعاده
 ٤٠*٢٥*١٤ سم و ٤٠*٢٥*١٧ سم يستخدم في حالة
 الأسقف ذو سماكة ٢٥ سم وهو الشائع في المنشآت السكنية
 البسيطة.



شكل (٢-٢١٥): يوضح البلك الزينة
 الباحث (٢٠١٢-٢٠١٣)م

٢-٦-٤-٤- طوب الزينة:

وهو طوب مفرغ ذو أشكال هندسية متنوعة مقاس
 ٢٠x٢٠ سم
 يستخدم في الذراوي عند انتهاء المبنى وكذلك في
 المشربيات وفي سد نوافذ الدور الأخير .

٢-٦-٥- فحص الطوب الخرساني (البلك) :

٢-٦-٥-١- فحص فيزيائي : ويكمن في التأكد من
 الاتي:

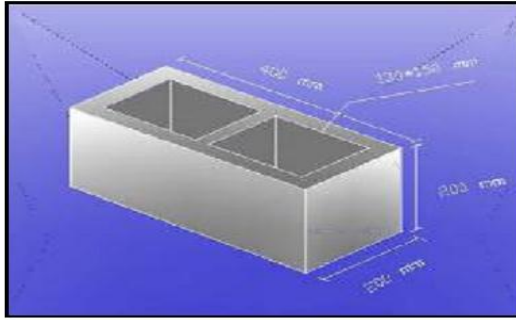
- ١- الخلو من الطين والفحم.
- ٢- توحيد اللون.
- ٣- تجانس الملمس ويفضل أن يكون خشن كي يسهل الالتصاق بطبقة اللياسة ، أما في حالة الطوب الذي
 لن تأتي فوقه طبقة لياسه يفضل أن يكون الملمس الخارجي ناعم.

- ٤- انتظام الأبعاد كما هو مطلوب في المواصفات، والتأكد من توازي أوجهه المستوية، والتأكد من تعامد الأوجه الداخلية له مع جوانب الضغط.
- ٥- الخلو من الشقوق والكسور وعيوب الشكل أو أي عيوب تؤثر على قوة الطوب.

٢-٥-٦-٢- فحص مخبري: ويكمن في التأكد من:

قوة التحمل (مقاومة الكسر) ويجب ألا تقل قوة التحمل عن 35 Kg/cm^2 الوزن الفراغي (فحص الامتصاص) بحيث يجب أن لا يزيد وزن الطوبة عن الوزن الافتراضي.

٢-٦-٦-٢- تهيئة النماذج والفحوصات :



شكل (٢-٢١٦): شكل وأبعاد البلك المنتج
(المجلة العراقية للهندسة المدنية-٢٠٠٩م)

تم الاستعانة بأحد المعامل الأهلية لإنتاج البلك الخرساني المجوف باستخدام كافة الخلطات الخرسانية المقترحة والموضحة. حيث تم إنتاج:
- بلوك خرساني مجوف بأبعاد (٢٠*٢٠*٤٠) سم كما هو مبين في الشكل (٢-٢١٦).

حيث تم فحصه بموجب المواصفات العراقية رقم 1077⁽¹⁵⁾ من حيث مقاومة الانضغاط ونسبة الامتصاص وبموجب الدليل الاسترشادي الموحد رقم 448⁽¹⁶⁾ من حيث نسبة الملاح الكلية ، وقد أجريت هذه الفحوصات على النماذج الخرسانية بالأعمار ٢٨-٦٠-٩٠-١٨٠ يوماً علماً أن نتائج الفحوصات مأخوذة كمعدل لثلاث نماذج في كل عمر .

٢-٦-٦-٢-١- مقاومة الانضغاط :

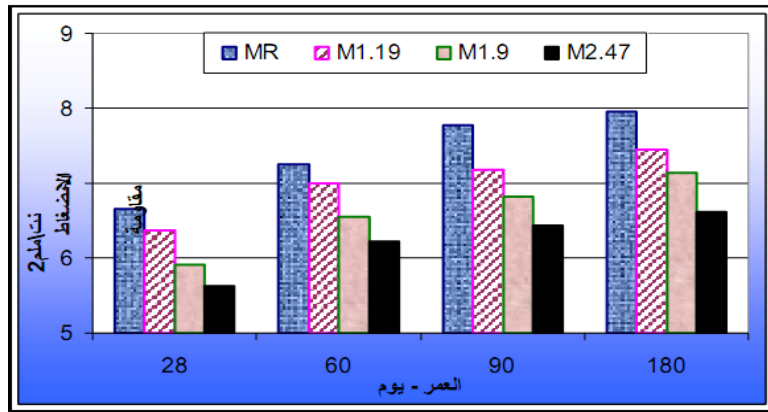
تبين نتائج الفحوصات التي تم إجرائها على نماذج البلكات الخرسانية المجوفة لكافة الخلطات وبكافة الأعمار.

إن البلك المنتج مطابق للمواصفات القياسية رقم ١٠٧٧ للكتلة الخرسانية المجوفة فيما يتعلق بمقاومة الانضغاط والتي تقتضي أن لا يقل معدل مقاومة البلك عن ٥ نت / ملم ٢ للبلوك المجوف .
الانضغاط للبلوك المنتج من الخلطات (M2.4, M1.9, Mx.19) الحاوية على ركام ناعم ذو محتوى أملاح أعلى من الحدود المسموحة في المواصفات القياسية العراقية رقم ٤٥ عندما يكون المحتوى الكلي للأملاح في الخلطة مطابقاً لمتطلبات المواصفات القياسية.

حيث أن نسبة التغير بالمقاومة للنماذج المنتجة من الخلطات (M1.19, M1.9, M2.47, MR) مقارنة مع الخلطة المرجعية (MR) بعمر ٢٨ يوماً كانت (-٤.١، ١١.١، ١٥.٥%) على التوالي.
وكانت النسبة بعمر ١٨٠ يوماً هي (٦.٣، ١٠.٣، ١٦.٩) والتوالي. والي إن هذا التفاوت يغزى بالدرجة الأساسية الى الاختلاف بمحتوى الركام الناعم والخشن بين الخلطات M1.9، M1.19، M2.47 مقارنة بالخلطة المرجعية (MR).

جدول (٢-١٢): يوضح نتائج مقاومة الانضغاط للبلوك الخرساني المجوف (المجلة العراقية للهندسة المدنية-٢٠٠٩م)

رمز الخلطة	مقاومة الانضغاط للبلوك الخرساني المجوف (نت املم ^٢) بعمر			
	28 (يوم)	60 (يوم)	90 (يوم)	180 (يوم)
MR	6.65	7.25	7.78	7.95
M1.19	6.38	7.00	7.18	7.45
M1.9	5.91	6.55	6.82	7.13
M2.47	5.62	6.23	6.44	6.61



شكل (٢-٢١٧): يوضح نتائج مقاومة الانضغاط للبلوك الخرساني المجوف للأعمار المختلفة وللخلطات المختلفة. (المجلة العراقية للهندسة المدنية)

٢-٦-٦-٢-٢- نسبة الامتصاص:

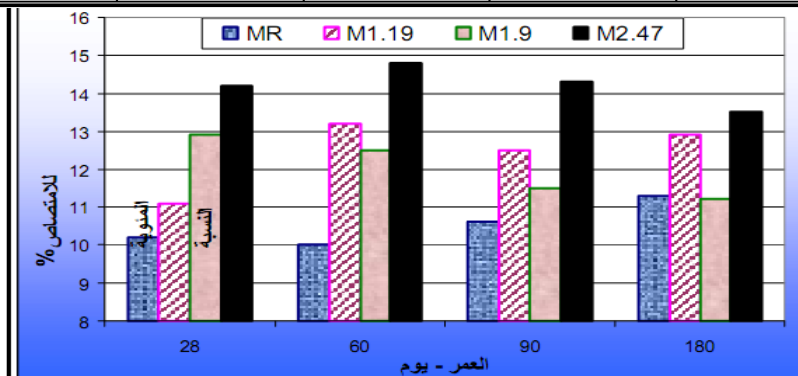
من خلالها تبين أن قيم الامتصاص لكافة النماذج للمخططات (M1.19, M1.9, M2.47, MR) وبكافة الأعمار لم تتجاوز الحد المسموح به وفق متطلبات المواصفات القياسية العراقية رقم ١٠٧٧ والتي تحدد الحد الأعلى للامتصاص في الكتل الخرسانية المجوفة بأن لا يزيد عن ١٥% للطوب الخرساني. عموماً فإن النتائج بينت بأن نقصان كمية الركام الناعم وزيادة كمية الركام الخشن في الخلطة الخرسانية أدى إلى زيادة نسبة الامتصاص في الطوب الخرساني، حيث كانت أعلى نسبة امتصاص هي ١٤.٨% مسجلة للخلطة (M2.47) ذات محتوى الركام الناعم الأقل بين الخلطات (٤٠٠ كغم/م^٣) إذ أن نسبة الركام الناعم فيها هو ٥٠% من تلك المستخدمة في الخلطة المرجعية.

كما وتجدر الإشارة إلى أن الزيادة في معدل نسبة الامتصاص للوحدات المنتجة من الخلطات M1.19, (M1.9, M2.47, MR) بالمقارنة مع الخلطة المرجعية (MR)، ترجع إلى قلة المواد الناعمة في هذه الخلطات نتيجة لتقليل محتوى الركام الناعم الأمر الذي يزيد من حجم المسامات الشعرية والفجوات في الطوبة الخرسانية مما يؤدي إلى زيادة الامتصاص للوحدات المنتجة.

وعلى سبيل المقارنة نذكر أن أعلى نسبة امتصاص سجلت للخلطة المرجعية كانت ٤.٨% بينما كانت أعلى نسب مسجلة للخلطات (M1.19, M1.9, M2.47) هي (٧.٢، ٥.٢ و ٩.١%) على التوالي:

جدول (٢-١٣): يوضح نتائج فحص نسبة الامتصاص للبلوك الخرساني المجوف (المجلة العراقية للهندسة المدنية-٢٠٠٩م)

رمز الخلطة	نسبة الامتصاص (%) للبلوك الخرساني المجوف بعمر			
	180 (يوم)	90 (يوم)	60 (يوم)	28 (يوم)
MR	11.3	10.6	10.0	10.2
M1.19	12.9	12.5	13.2	11.1
M1.9	11.2	11.5	12.5	12.9
M2.47	13.5	14.3	14.8	14.2

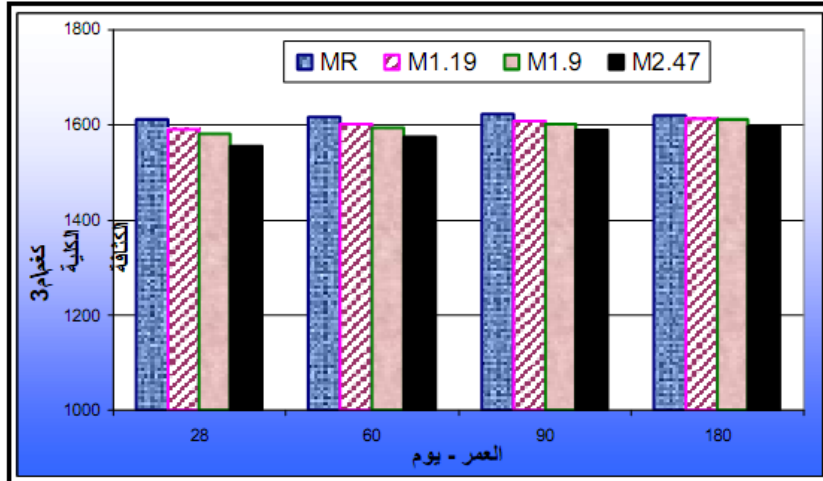


شكل (٢-٢١٨): يوضح نتائج فحص الامتصاص للبلوك الخرساني المجوف للأعمار المختلفة وللخلطات المختلفة. (المجلة العراقية للهندسة المدنية-٢٠٠٩م)

٢-٦-٣- الكثافة الكلية:

نلاحظ انه كلما قل محتوى الركام الناعم قلة كثافة الوحدات الخرسانية المنتجة والسبب في ذلك يرجع الى زيادة نسبة الفجوات نتيجة قلة محتوى المواد الناعمة . كما تشير كافة النتائج الى وجود زيادة في كثافة النماذج مع تقدم عمر النموذج نفسه ، وذلك نتيجة لاستمرار عمليات الإماهة وملئ الفراغات والفجوات، حيث كانت النسبة المئوية لنقصان الكثافة بعمر ٢٨ يوماً للبلوك الخرساني المجوف المنتج من الخلطات (M1.19, M1.9, M2.47, MR) مقارنة مع الخلطة المرجعية (MR) هي (١.٢, ١.٩, ٣.٤) % على التوالي : ويمكن ملاحظة نقصان هذا التفاوت مع تقدم العمر ولكافة الوحدات المنتجة : جدول (٢-١٤): يوضح نتائج فحص الكثافة الكلية للبلوك الخرساني المجوف (المجلة العراقية للهندسة المدنية-٢٠٠٩م)

رمز الخلطة	الكثافة الكلية للبلوك الخرساني المجوف (كغم/م ³) بعمر			
	28 (يوم)	60 (يوم)	90 (يوم)	180 (يوم)
MR	1610	1617	1621	1620
M1.19	1591	1602	1609	1613
M1.9	1580	1595	1604	1610
M2.47	1556	1575	1588	1596



شكل (٢-١٩): يوضح نتائج فحص الكثافة الكلية للبلوك الخرساني المجوف (المجلة العراقية للهندسة المدنية-٢٠٠٩م)

٢-٦-٧- شروط البناء بالطوب الخرساني (البلك):

- ١- تختلف درجة تحمل الوحدات الإسمنتية تبعاً لكثافتها ونسبة الإسمنت بها وطبيعة البلكات ودرجة التعرض للجو وكيفية معالجتها قبل الاستخدام.
- ٢- يؤدي التغير في المحتوى المائي وكذلك التغيرات الحرارية المحسوسة خصوصاً في المراحل الأولى من عمر الوحدة إلى تشقق الوحدات حيث تميل الوحدات الإسمنتية إلى الانكماش عند الجفاف، لذلك يجب العناية بترك الوحدات تجف قبل البناء، لتقليل الحركة المتوقعة بعد البناء ويكتفي بتبلييل أحرفها الملاصقة للمونة قبل البناء.
- ٣- تستعمل في بناء الجدران مونة من الإسمنت والجير حيث يساعد ذلك على توزيع الجهود الناتجة عن الانكماش عند الجفاف وتقليل خطر استمرارية التشقق الناتج عن الجفاف.
- ٤- تصاب الوحدات الإسمنتية بالتلف نتيجة تتابع البلل والجفاف ونتيجة للتحلل الموضعي من فعل الغازات في الأجواء الملوثة بالأبخرة العضوية أو نتيجة التلامس المباشر مع المياه الأرضية الملوثة بمخلفات كيميائية أو مخلفات الصرف الصحي ويمكن تفادي ذلك باستخدام أسمنت كبريتي .
- ٥- تصاب الوحدات الإسمنتية بالتلف نتيجة تلامسها عناصر تالفة محيطية بها.

- ٦- تمتاز الوحدات الإسمنتية بعزل صوتي متوسط لثقل وزنها النسبي والبلكات الخفيفة المفرغة تمتص الصوت خاصة في الذبذبات العالية .
- ٧- الوحدات المفرغة أقل مقاومة للحريق لزيادة احتمال تهشم أضلاعها .

٢-٦-٨- التجهيزات العملية للبناء بالطوب الخرساني (البلك):

- ١- استبعاد كافة البلك المكسر من مكان البناء.
- ٢- ينظف مكان البناء بإزالة كل المخلفات الموجودة، وكذلك ينظف من الكتل الخرسانية باستعمال (الشاكوش) ثم يرش بالماء.
- ٣- إسقاط خيط (شده) من الطابق العلوي (الأخير) إلى الطابق السفلي، وكذلك من الزوايا حيث يشد الخيط من الزاوية إلى الزاوية .

٢-٦-٩- الأمور التي يلزم مراعاتها في مباني البلك :

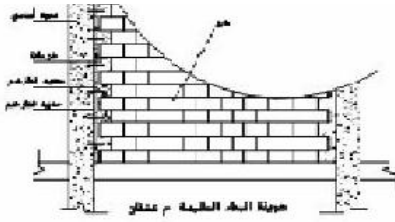
- ١- لا يستعمل الطوب في البناء إلا بعد مرور ٢٨ يوماً على تصنيعه.
- ٢- رش البلك بالماء قبل التركيب مباشرة وكذلك الأرضية التي سيبنى عليها المدماك الأول وتنظف أثناء ذلك من الأوساخ وقطع البيتون العالقة .
- ٣- عدم استخدام بلك ويفر في المناطق التي يتم بها تنفيذ دواليب جدارية مثل المطابخ .



شكل (٢-٢٢٠): يوضح الترابط الباحت (٢٠١٢-٢٠١٣)



شكل (٢-٢٢١): يوضح مستوى المونة الباحت (٢٠١٢، ٢٠١٣)



شكل (٢-٢٢٢): الترابط بين الأعمدة والجدران (الإنترنت)

للتوضيح : الكتابة على الصورة كالتالي:
عمود أساسي- شراية خرسانية ب ٢٠٠
قضيب حديد واحد قطر ١٠ مم رأسي- حديد
وفي الأسفل مكتوب (طريقة البناء السليمة)

- ٤- التلعيص الجيد من الداخل والخارج ويقصد به عدم ترك مفاصل غير معبأة بالمونة الإسمنتية حيث إن البلك يحتوي على ضفدعة جانبية من أجل عمل تعشيقه إسمنتية للربط ، فتعبي جيداً بالمونة لمنع احتباس الهواء فيها .

- ٥- التعبة الجيدة بالمونة الإسمنتية عند المستوى الفاصل بين جدران البلك وسقف الخرسانة وعند نقطة التقاء قواطع البلك بالأعمدة .

- ٦- تنفيذ الترابط حيث يجب أن لا يقل الترابط عن نصف بلوكه في الجدران .

- ٧- تصب الكاشفات الخرسانية فوق الجدران بعد احد

عشر طابوقة بارتفاع من ١٥-٢٠ سم .

- ٨- يجب أن يكون مستوى مونة البناء داخلاً عن وجه

البناء ١ سم كي تتماسك معه اللياسة بعد ذلك ويجب تحرير (تنظيف) العراميس (الحلول) أولاً بأول أثناء عملية البناء .

- ٩- يتم ترك مسافة لا تقل عن ١٥ سم عن الأعمدة الخرسانية حين البناء وتثبت أسياخ حديد قطر ٨ ملم كل ٢٠ سم أفقية في الأعمدة بواسطة المقدح (الدريل) وتربط مع سيخ قطر ١٠ مم رأسي ثم تصب بخرسانة ب ٢٠٠ (شرايات) ويجب أن تتم عملية البناء بالترابك .

- ١٠- يتم شد خيط من الكتان أو النايلون ما بين الوجهين الخارجيين للبلكتين ويجب أن يلامس الخيط وجهي البلكتين الخارجيين على كامل طول كل وجه بعد ذلك يجري التأكد من شاقوليه وأفقية البلكة بواسطة ميزان الزئبق كما يتم التأكد من صحة الزاوية التي تشكلها قطر ٨ مم كل ٢٠ سم وفي الأسفل مكتوب (طريقة البناء السليمة)

- ١١- يجب أن يكون بناء البلك بمداميك أفقية صحيحة ومتوازية ، وشاقوليه متناوبة وبشكل تكون معه

سماكة المونة متساوية في جميع المناطق (حوالي ١.٥ سم) كما يجب أن يكون وجهها الجدار شاقوليين دون بروز أو نتوء يتجاوز ٣ ملم ويتم ذلك باستعمال البلبل ويجب أن يكون التباعد بين اللصقة في المدماك الأول واللصقة في المدماك الثاني أكبر من ١٠ سم (نصف بلوكه) .

١٢- عند تقاطع جدارين من البلك يتم تشبيك البناء عند الزاوية .

١٣- يحظر استخدام المونة المتساقطة على الأرض أثناء البناء كما يحظر استخدام المونة المأخوذة من المداميك حين نزع بعض البلكات بغية التعديل (وذلك لأن زمن الشك الابتدائي للمونة الإسمنتية قد انتهاء فتكون المونة قد فقدت بعض خواصها) .

١٤- عدم استعمال البلك ذو المقاطع المتشقة والمشوهة وقطع البلك المكسورة .
ملاحظة هامة:

عند عمل طوبار الكشفات وقبل الصب تأكد من أن المسافة بين حافة المدماك العلوية والسقف هي ٦٣ سم أي ارتفاع ثلاث طابوقات مع المونة وهذا للتأكد من عدم بقاء مسافة بين آخر طابوقه والسقف تزيد عن ٢ سم لأنه إن زادت عن ذلك وتم تعبئتها بمونة الياسة (القصارة) سيحدث شقوق بسبب سماكة مونة القصارة التي يجب أن لا تزيد عن ١.٥ سم وهذه يشتكي منها الكثيرون لدرجة أن بعضهم حل المشكلة بأنه قام ببناء الجدران أولاً ثم عمل السقف وأيضاً هذه الطريقة لا تحل المشكلة وسيحدث شقوق أسفل الطابوقة النهائية وهذا يرجع الى أن الطابوقة الأخيرة ملتصقة بالسقف مع الجسر وبعد جفاف المونة في الطابوقات الأسفل يحدث الهبوط الذي يؤدي لشقوق.

٢-٦-١٠ - الأدوات المستخدمة في بناء البلك :

- ١- المسطرين: وظيفته نقل المونة من الحوض للطوب.
- ٢- الميزان (القطرة): يستخدم لموازنة الجدار أفقياً ورأسياً.
- ٣- خيط :للمحافظة على استوائية الجدار .
- ٤- الحوض (الباليلة): لوضع المونة بداخله .
- ٥- الشاقول : للتأكد من عمودية الجدار .
- ٦- مقياس طولي (متر): لتحديد الأبعاد المطلوبة.
- ٧- قاطع (بلطة شاكوش): لقص الطوب بالأبعاد المطلوبة.

الفصل السابع

مباني الحجر

٧-٢- مباني الحجر:

٧-٢-١- مقدمة عامة:-

تعتبر الصخور من أوائل المواد الطبيعية التي استخدمها الإنسان في البناء وذلك منذ قديم الزمان كما تشهد بذلك آثار الحضارات السابقة ، وتتفوق الصخور الطبيعية من حيث المنظر والمتانة على مواد البناء الأخرى فبالرغم من غلاء أسعارها نتيجة لصعوبة تجهيزها وبعدها مصادر ها ، إلا أنها لازالت تستخدم في واجهات المباني لحسن منظرها في البناء وإعطاء المبنى طابعاً معمارياً خاصاً.

٧-٢-٢- تصنيف أحجار البناء والزينة:-

تعرف الأحجار (stones) بأنها كتل صغيرة من الصخور (Rocks) ، وتعد من أقدم مواد البناء المعروفة ، وبالنظر لخواصها الفريدة فقد اعتبرت الأحجار من المواد المفضلة في الأبنية الدائمة ، ولقد كان الحجر وما يزال من المواد السائدة في المباني على الرغم من منافسة المواد الصناعية .

يُطلق مصطلح أحجار الزينة على الأحجار القابلة للقطع والصقل والتلميع ، والتي تعطي منتجاً جذاباً يمتاز بالجمال والقدرة على البقاء طويلاً ، وتستخدم معظم أحجار الزينة في تغطية الحوائط والواجهات في حين يستخدم بعضها كأرضيات فتكتسب المنشآت المعمارية التفرد والجمال ، ولقد تم تصنيف أحجار البناء والزينة حسب طرق تكوينها في الطبيعة كما يلي :

٧-٢-١-٢- أحجار البناء والزينة ذات التكوين الناري الجوفي والبركاني:-

وهي عبارة عن صخور تكونت من برودة سريعة أو بطيئة لمواد منصهرة في باطن الأرض تحت ضغط ، حيث تسمح البرودة البطيئة تحت السطح بتكون بلورات كبيرة ومتوسطة ، ومن أمثلتها صخور الجرانيت والسيانيت ، الجابرو و الديورايت ، وتؤدي البرودة السريعة على السطح إلى تكوين بلورات صغيرة وزجاج ومن أمثلتها صخور البازلت ، الريولايت الإجنمبرايت والتف البركاني.

وهي عبارة عن صخور تكونت نتيجة ترسيب الأجزاء المفتتة من الصخور بفعل عوامل التعرية مع ما قد يجرف معها من أصداف وحيوانات بحرية ، وغالباً ما تظهر في هذه الصخور أسطح الانفصال بين الطبقات المختلفة ومن أمثلتها الحجر الجيري والدولومايت ، الترافرتين والحجر الرملي .

٧-٢-٢-٢- أحجار البناء والزينة ذات التكوين المتحول:-

وهي عبارة عن صخور رسوبية أو نارية تغيرت أنسجتها ومعادنها بسبب تأثير الضغط والحرارة ، ومن أمثلتها الرخام والإردواز والحجر الأخضر.

٧-٢-٣- مميزات البناء بالحجر الطبيعي:-

يظل أسلوب البناء التقليدي سيد الموقف والأسلوب المرغوب من الناحية المعمارية والاجتماعي في مناطق السكن قليلة الطوابق ولا يزال الناس يؤمنون بالبناء بالحجر ويفضلونه على الأساليب الأخرى بالرغم من منافسة المواد الصناعية ، وذلك لتفرده بعدة مميزات من أهمها :

- ١- أن البناء الحجري يعطي جمالاً وروعةً ويكون لونه جذاباً.
- ٢- أن البناء الحجري يعطي مرونة كبيرة للمصممين والمعماريين للتصرف في الواجهات بالشكل الذي يريده بالإضافة إلى المرونة في الأجزاء البارزة المرتدة.
- ٣- أن الواجهات الحجرية تمتاز بالمقدرة على العزل الحراري حيث تهيب للمباني جواً معتدلاً في الصيف والشتاء .
- ٤- أن الواجهات الحجرية تعمر طويلاً ، وقد لوحظ أن الأبنية الحجرية التي أنشئت منذ مئات السنين لا تزال واجهاتها الحجرية سليمة وجيدة .
- ٥- يمكن الاستفادة من الواجهات الحجرية القديمة إذا أردنا هدم البناء القديم والاستفادة من حجارة الواجهات لمباني أخرى.

٢-٧-٤- العوامل المؤثرة على الحجر الطبيعي:-

تؤثر العوامل البيئية على حالة الأحجار وخصائصها الميكانيكية ويتمثل هذا التأثير بعدة عوامل ، من أهمها ما يلي :

٢-٧-٤-١- العوامل الجوية:-

١- التشبع بالماء (نسبة الرطوبة) :

لا توجد الصخور في الطبيعة جافة تماماً كما في حالتها في المختبر ، وفي الموقع الهندسي تتأثر التراكيب والطبقات الصخرية بوجود المياه الجوفية وغيرها من التأثيرات الخارجية إلا أن هذا التأثير يعتمد أساساً على مسامية الصخور وأنواعها ، فالصخور ذات المسامية العالية تتأثر بعوامل البيئة بصورة أكبر من غيرها ، كما أن نسبة المقاومة التضاغية أو صلابة الصخر تقل بزيادة التشبع أو زيادة نسبة الرطوبة .

٢- درجات الحرارة :

عندما تتعرض الصخور لانخفاض وارتفاع درجات الحرارة يتولد فيها إجهادات شد وضغط على التوالي ، ويؤدي تعاقبها على مر الزمن إلى تفكك الصخور .

٣- تجمد الماء داخل المسام والفراغات:

تجمد الماء داخل مسام وفراغات الحجر المشبع ينتج عنه زيادة في حجم الماء مما يولد إجهادات داخلية في الحجر وهو ما يعرف بتأثير الصقيع ، وبتكرار عملية التجمد والذوبان قد يتفتت الحجر . وتكون الأحجار ذات الامتصاص الكبير والفراغات الكبيرة غير المتصلة أو ضعيفة الاتصال أكثر عرضة لفعل الصقيع من الأحجار ضعيفة الامتصاص أو ذات الفراغات المتصلة

٤- تبلور الأملاح داخل المسام :

تبلور الأملاح داخل مسام الحجارة نتيجة الجفاف السريع يولد قوى داخلية تعمل على تفتيتها .

٢-٧-٤-٢- العوامل الكيميائية:-

تقوم الأمطار بالدور الرئيسي وتأثيراتها: المواد الحمضية الموجودة في الجو وتقوم مياه الأمطار بتوصيلها إلى الأحجار ، عند نزول المطر يذوب غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء مكوناً حمض الكربونيك كما تذوب مع الأمطار الأبخرة الكيميائية الناتجة عن التلوث الصناعي والمحتوية على نسبة كبيرة من الأحماض مكونة الأمطار الحمضية ، وتتفاعل هذه الأحماض مع الأحجار وتحولها إلى مركبات ضعيفة البنية قابلة للذوبان في الماء حيث تقوم الأمطار بإذابة مكوناتها . ونستعرض هذا أهم هذه الأحماض وتأثيراتها :

- حمض الكربونيك: عندما تصل نسبة هذا الحمض في الجو إلى ٤٠٠ وحدة في المليون يحول كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري) إلى بيكربونات الكالسيوم التي تذوب في الماء.
- حمض النيتريك : يؤثر في الحجر الجيري ويحوّله إلى نترات الكالسيوم التي تذوب في الماء.
- حمض الكبريتيك: عندما تصل نسبة هذا الحمض في الجو إلى ٢٥٠ وحدة في المليون يصبح ضاراً بجميع أنواع الأحجار.

٢-٧-٤-٣- تأثير الكائنات الحية:-

يؤدي اختراق جذور النباتات للصخور الرطبة وتخلل الديدان والحشرات البحرية إلى خلخلتها كما تعمل هذه الظروف على زيادة نسبة الأحماض العضوية والتي بدورها تسبب تآكل هذه الصخور.

٢-٧-٤-٤- التعرض للحريق:-

تتأثر جميع الأحجار تأثراً بالغاً بالحريق وتتفكك عند درجات حرارة تتراوح بين ٦٠٠°-٨٥٠° ، كما تتفتت الأحجار بارتفاع درجة الحرارة إما لتحللها كما في الحجر الجيري (يبدأ في التحلل عند ٦٠٠°) أو نتيجة للإجهادات الداخلية التي تنشأ من اختلاف معاملات تمدد مركباتها أو اختلاف تسخينها ، ونتيجة لذلك فإن تعرض الأحجار لمياه الإطفاء أثناء الحريق تسبب تشققها وتشوهها .

٢-٧-٥ - حماية الحجر الطبيعي:-

يتم حفظ الأحجار الطبيعية من التلف الناتج عن تأثير العوامل البيئية عن طريق تجفيفها وتنعيم سطحها حتى لا تتجمع عليه مياه الأمطار ثم تنظيف سطحها ودهنه ، حيث يدهن سطح الحجاره بزيت بذر الكتان المغلي طبقتان أو ثلاث طبقات يتبعها طبقة من النشادر المخفف في الماء الدافئ لمنع التبقيع من أثر الزيت ، ويستخدم أحياناً البارافين أو شمع البارافين في محلول متطاير لتغطية سطح الحجاره وفي حالة التعرض لظروف قاسية يلزم معاودة الدهان كل فترة.

٢-٧-٦ - الأسس المتبعة في انتخاب (اختيار) الحجاره البنائيه:-

- ١- يجب أن تكون قوية ولها القابلية على تحمل جميع الأثقال والقوى التي تسلط عليها في حالة استعمالها في بناء الجدران الحاملة للأثقال .
- ٢- مقاومتها للعوامل الطبيعية الخارجية كالأمطار وحرارة الشمس وقلة تأكلها وتفتتها على المدى البعيد بعد عملية بنائها.
- ٣- أن يكون استعمالها في البناء اقتصادياً وعملياً من ناحية الكلفة الكلية للأبنية التي تشيد بها، وهذه الكلفة تتوقف على عاملين رئيسيين أحدهما كلفة استخراج الحجاره من المقلع والآخر كلفة قطعها حسب الأشكال والحجوم التي يطلبها العمل والتي تكون أحياناً أكثر بكثير من كلفة استخراجها ولذلك فإن استعمالها في البناء يصبح عملية غير اقتصادية فأصبح استعمالها مقتصر على تغليف الجدران بطبقة خفيفة من الحجاره المقطوعة أو الحجاره غير المهذبة وبسمك لا يتجاوز ١٢٠ ملم تثبت فوق واجهة الجدران الخارجية الأصلية .
- ٤- اختلاف مظهر الحجاره المستعملة في الأبنية بالنسبة الى نوعيتها والى الطريقة المتبعة في بنائها لذلك تكون الحجاره المستعملة في الواجهات الخارجية هي غير الحجاره المستعملة في بناء القواطع وإنهاء الأرضيات والجدران الحاملة للأثقال التي يجب أن تمتاز بقوتها وقدم تكوينها الجيولوجي الذي يزيد من تماسك جزيئاتها مع بعضها وهذا التماسك يزيد من قوة تحملها.

٢-٧-٧ - إعداد الحجاره للبناء:-

- بعد وصول الحجاره من المقلاع الى الموقع يتم إعداد الحجاره بطريقتين :
- الطريقة اليدوية.
 - الطريقة الميكانيكية.

٢-٧-٧-١ - الطريقة اليدوية:-

يتم إعداد الحجاره بهذه الطريقة من قبل العمال (المقصرين) باستخدام أدوات خاصة لذلك مثل المطرقة وغيرها من الأدوات.

١- الأدوات المستخدمة لإعداد الحجارة بالطريقة التقليدية:



صورة (٢-٢٢٣) توضح الأدوات المستخدمة لإعداد وتعديل الحجر (الباحث)

٢- مراحل إعداد الحجارة بهذه الطريقة:

- مرحلة القطع (التشريح) في هذه المرحلة يتم قطع الكتل الحجرية بحجوم مناسبة من حيث الارتفاع والسماكة حسب نوع الحجر المطلوب.
- القلعة : في هذه المرحلة يتم تهذيب جوانب الحجر بعد التشريح حيث تكون الحجارة الناتجة أكثر انتظاماً .
- التربيع : في هذه المرحلة يتم ضبط ارتفاع الحجر حسب الارتفاع المطلوب وتكون الحجارة الناتجة أكثر انتظاماً من الحجر المقلع.
- الوقيص : في هذه المرحلة يتم تسوية وجه وجوانب الحجر وتكون الحجارة الناتجة أكثر انتظاماً من الحجر المربع.

٣- أنواع وخواص الأحجار المعدة بهذه الطريقة :

• الحجارة المتروكة: خواص الحجارة المتروكة

- ١- تترك الحجارة بحالتها الطبيعية.
- ٢- ذات حجوم وأشكال مختلفة.
- ٣- تستعمل كمية كبيرة من المونة لملء الفراغات الحاصلة بين أجزائها والناتجة عن عدم انتظام أشكالها.
- ٤- ضعف قوة تحمل الجدران المبنية فيها نتيجة لكثرة المونة المستعملة.



صوره (٢-٢٢٤) توضح الأحجار بحالتها المتروكة (الباحث)

• الحجارة المقلّعة :

مشابهة للحجارة المتروكة مع تعديل بسيط للزوايا الغير منتظمة للحجارة.



صوره (٢-٢٢٥) توضح استخدام الأحجار
المقلّعة (الباحث)

• الحجارة الموقّصة :

وتنقسم الى:

١- الحجارة المربّوع:

خواص الحجارة المربّوع:

- أ- تشبه الحجارة المعدلة ولكنها أكثر انتظاماً منها.
- ب- ذات مفاصل عريضة.
- ج- يمكن البناء بها على شكل مدميك منتظمة.
- د- البناء بها أكثر جمالاً من استخدام الحجارة .
- هـ- المتروكة والحجارة المعدلة.



صورة (٢-٢٢٧) توضح حجر نصف
وقيص (الباحث)



صورة (٢-٢٢٦) توضح الحجر المربّوع (الباحث)

- ٢- حجر ربع وقيص
وهي أكثر انتظاماً من المربع .
- ٣- حجر ثلث وقيص
وهي أكثر انتظاماً من ربع وقيص .
- ٤- حجر نصف وقيص
وهي أكثر انتظاماً من ثلث وقيص .
- ٥- وقيص شرني
يتم رفع الأجزاء العالية من الوجه الخارجي للقطعة الحجرية بواسطة الشرني .

- الحجارة المنشورة أو المرقومة:
- يمكن رقم الأحجار المنشورة يدوياً بواسطة الشرني فنحصل على أحجار منشورة مرقومة .
- خواص الحجارة المنشورة
- ذات أشكال منتظمة وأوجه مستوية مع وجود آثار لأسنان المنشار عليها .



صورة (٢-٢٢٩) توضح حجر وقيص شرني (الباحث)

صورة (٢-٢٢٨) توضح الحجارة المنشورة (الباحث)

- مميزات الطريقة اليدوية:
- يمكن استخدامها في جميع مواقع البناء.
- أكثر استخداماً لإعداد الحجارة المستعملة في بناء الأساسات (المقلع - المربع)
- العيوب:
- كثرة المخلفات الحجرية والنتيجة من استعمال هذه الطريقة في التعديل (غير اقتصادية).
- تستخدم في إعداد وتعديل أنواع معينة من الحجارة.
- بطيء في التحضير ومحدودية الإنتاج .



صورة (٢-٢٣٠) توضح كتل الأحجار قبل التحضير (الباحث)

٢-٧-٧-٢ الطريقة الميكانيكية:-

تعتبر هذه الطريقة الأكثر انتشاراً في الفترة الحالية وتتم عملية التشكيل والتسوية النهائية ميكانيكياً باستخدام مناشير ومخارط وماكينات تجليخ خاصة لتشكيل الحجر بالأبعاد المطلوبة .

١- طريقة التحضير والإعداد:

بعد وصول الحجاره من المقلاع يتم إعداد الحجاره بهذه الطريقه بعدة مراحل :

- مرحلة الرفع:

يتم رفع الكتل الحجرية الى المناشير بواسطة روافع ميكانيكية شكل- (٢-٢٣٣).

- مرحلة التثبيت والوزن:

يتم تثبيت الكتل الحجرية فوق قاعدة المنشار والتي تتحرك بواسطة سكة حديدية - شكل(٢-٢٣٤).

- مرحلة التقطيع :

يتم تقطيع الكتل الحجرية الى عدة شرائح حجرية مضبوطة من حيث السماكة شكل(٢-٢٣٥) .



صورة (٢-٢٣٣) توضح تقطيع الكتلة الحجرية الى شرائح (الباحث)



صورة (٢-٢٣٢) توضح قاعدة المنشار والسكة الحديدية (الباحث)



صوره (٢-٢٣١) توضح استخدام الرافعة لرفع الكتل الحجرية (الباحث)

- مرحلة الضبط:

يتم في هذه المرحلة ضبط مقاسات الشرائح الحجرية الناتجة عن المرحلة السابقة شكل(٢-٢٣٦).

- مرحلة الشطب:

يتم في هذه المرحلة شطب أحد حواف الحجر أو كليهما حسب الطلب شكل(٢-٢٣٧).

- مرحلة الرص:

وفي هذه المرحلة يتم نقل الحجر ورصها وفرزها حسب نوع الحجر شكل(٢-٢٣٨).



صوره (٢-٢٣٦) توضح رص وترتيب الأحجار (الباحث)



صوره (٢-٢٣٥) توضح منشار الشطب والحجر بعد الشطب (الباحث)



صورة (٢-٢٣٤) توضح الشرائح الحجرية قبل الضبط وبعده (الباحث)

- مميزات الطريقة الميكانيكية:

- ١- أكثر اقتصادية من حيث كمية مخلفات الأحجار.
- ٢- الأحجار المعدلة بهذه الطريقة تكون أكثر انتظاماً من الأحجار المعدلة بالطريقة اليدوية.
- ٣- سرعة في التنفيذ وكمية كبيرة في الإنتاج.
- ٤- تستعمل لتعديل جميع أنواع الحجاره.

○ العيوب :

- تحتاج الى طاقة كبيرة للتشغيل.
- تعتبر مصدر للتلوث والضجيج.
- عدم انضباط ريش الجلخ يؤدي الى ميل حواف الأحجار عند القطع .

٢-٧-٨- الجدران الحجرية:-

وتنقسم الى:

٢-٧-٨-١- الجدران الحجرية بالنسبة الى أنواع الحجارة المستعملة في بنائها:-

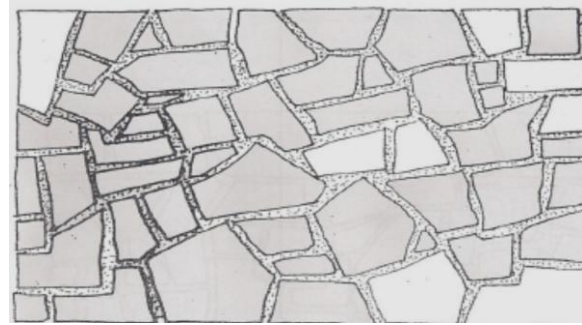
- ١- الجدران المبنية بالحجارة المتروكة ويطلق عليها بالحجر الدبش خواصها:
 - تبنى بالحجارة على شكلها الطبيعي بأشكالها وأحجامها المختلفة.
 - ضعف قوة هذه الجدران بسبب كثر استعمال المؤنة نسبياً.
 - تستعمل فيها جميع الأحجار المستخرجة من المقلع وبجميع أشكالها وأحجامها الصغيرة والكبيرة.

- وتنقسم الأحجار المبنية بالحجارة المتروكة (الدبش) إلى :

- أ- الجدران المبنية بالحجر الدبش المقلب خواصها:
 - توضع الحجارة بصورة عشوائية وبدون إتباع أي نظام في وضعها وبنائها.
 - سماكة الجدران اكبر من ٤٠ سم.
 - يوضع حجر سابع كل ١ متر مربع من سطح الحائط خلف وخلاف.
- ب- الجدران المبنية بالحجر الدبش وعلى شكل مدايك غير منتظمة خواصها:
 - يتم تسوية الجدار بكامل سماكته لكل ١.٥٠ متر على الأكثر من ارتفاع الجدار
- ج- الجدران المبنية بالحجر الدبش المضلع



صورة (٢-٢٣٨) توضح البناء بالأحجار المتروكة (الباحث)



صوره (٢-٢٣٩) توضح البناء بالحجارة المتروكة (الدبش) (مقرر إنشاء مباني د-العريقى)

٢- الجدران المبنية بالحجارة المنقورة (يدويًا) أو المنشورة (ميكانيكياً):

- خواصها:

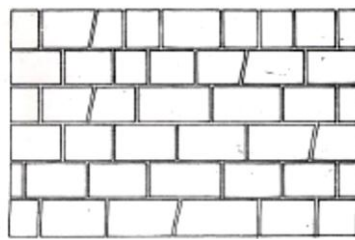
- الحجارة المستعملة ذات أشكال وأحجام منتظمة وحافات حادة ومفاصل مستقيمة.
- سمك الجدار اكبر من ١٥ سم.

- وتنقسم الجدران المبنية بالحجارة المنقورة أو المنشورة الى:
 - أ- الجدران المبنية بالحجارة المنقورة أو المنشورة بدون مداميك منتظمة خواصها:
 - تبني من القطع الحجرية المختلفة الحجم ولكنها منتظمة الشكل وذات حافات حادة و مستقيمة
 - تستعمل فيه الحجارة الصغيرة والكبيرة.
 - يلزم توزيع المداميك البنائية المختلفة الارتفاع في الجدار بصورة منتظمة للحصول على منظر مقبول من الناحية المعمارية.
 - مسافة الترابط في الأحجار لا تقل عن ٥ سم.

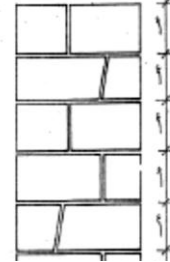


صورة (٢-٢٤٠) توضح البناء بالأحجار المنقورة بدون مداميك منتظمة (الناحت)

- ب- الجدران المبنية بالحجارة المنقورة أو المنشورة على شكل مداميك منتظمة: خواصها:
 - تستعمل الكتل الحجرية المنتظمة الشكل والمتساوية الارتفاع ويكون الارتفاع من ١٥-٣٠سم وذات حافة حادة ومختلفة الحجم
 - قلة المونة المستخدمة في عملية البناء.



شكل رقم (٢-٤١)
البناء بالحجارة المنتظمة على شكل
صفوف متساوية



صورة (٢-٢٤١) توضح الجدران المبنية بالحجارة المنقورة أو المنشورة على شكل مداميك منتظمة (مقرر إنشاء مباني د-العريقي)



صورة (٢-٢٤٢) توضح البناء بالحجر المنشور (الباحث)

٢-٧-٨-٢ - أنواع الجدران الحجرية بالنسبة الى الطريقة المتبعة في بنائها :-

١- الجدران الحجرية الناشفة :

أهم خواصها :-

- لا تستعمل فيها المونة وتعباً الفواصل بالطين .
- تبنى بالأحجار مختلفة المقاسات والحجوم وغير مهذبة .
- ميول الجدار الى الداخل من ١/٤ : ١/٧ من الارتفاع والسمكة في الغالب ١/٣ من الارتفاع .

٢- الجدران الحجرية والتي تبنى بكاملها من الحجارة أهم خواصها:-

- سماكتها من ٥٠:٧٠ عند بنائها من الحجر المقلف .
- سماكتها من ٣٠:٥٠ عند بنائها بالحجارة المنشورة أو المنقورة .
- سماكتها من ٦٠:٨٠ عند بنائها فوق قواعد الأساس الى مستوى التربة .
- يتم بناؤها باستعمال مونة الإسمنت أو النورة (القضاض).

٣- الجدران الحجرية السمكة:

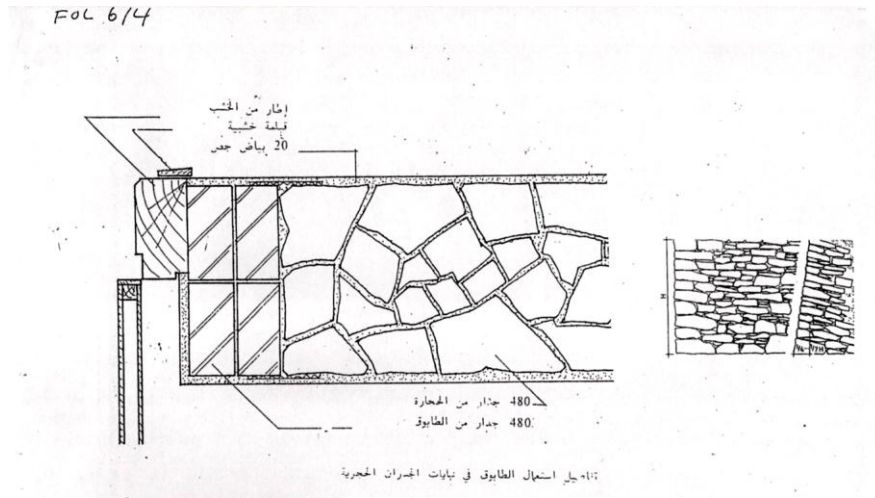
أهم خواصها:

- سماكتها أكبر من ٧٠ سم .
- استعملت في بناء جدران المباني القديمة (القلاع والحصون الدفاعية).
- تبنى من الحجارة الكبيرة على شكل جدارين متوازيين ويملاً الفراغ الوسطي بواسطة القطع الحجرية الصغيرة وتستعمل مادة الإسمنت أو النورة كمادة رابطة ويكون ارتفاع المدمك من ٤٠:٥٠ سم .

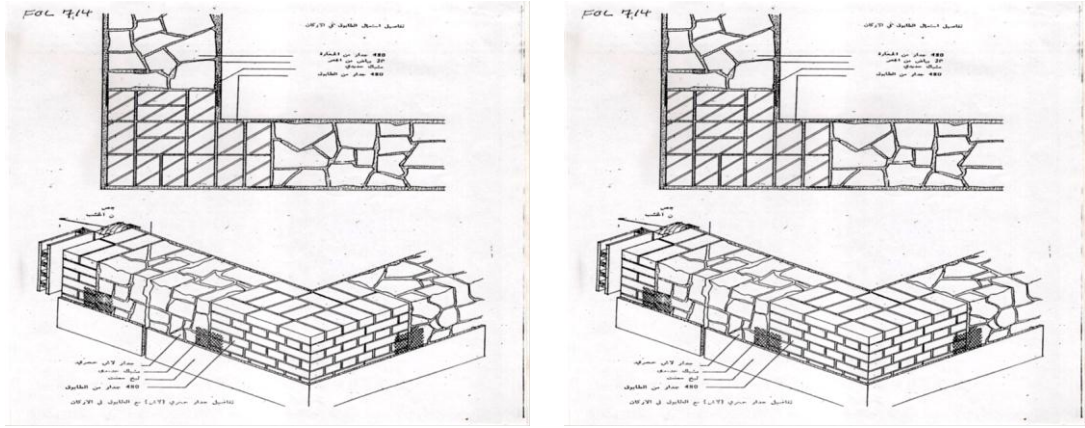
٤- الجدران الحجرية المركبة:-

أهم خواصها:

- يستعمل فيها الطوب والحجارة معاً.
- يستعمل الطوب خاصة في حافة الأبواب والشبابيك (لتقوية الجدران وخاصة المبنية بالحجر الدبش لتحسين منظر الجدران حول فتحات الأبواب والشبابيك _ لزيادة الربط بين أجزاء الجدران الحجرية عند الأركان) .
- يلزم استعمال الشبك المعدني عند نقاط التقاء الطوب بالأحجار لمنع التشققات.



صورة (٢-٢٤٣) توضح استخدام الطوب في حافة الجدار (مقرر انشاء مباني د-العريفي)



صوره (٢-٢٤٤) توضيح استخدام الشبك المعدني (مقرر انشاء مباني د-العريقي)

٥- تغليف الجدران بالحجارة لأغراض الزينة وللحماية من الرطوبة أحياناً اهم خواصها:-

- القطع الحجري تكون منشورة (منتظمة الشكل).
- القطع الحجرية ذات حافات حادة ومستقيمة.
- القطع الحجرية على شكل متوازي المستطيلات .
- أبعاد الأحجار المستخدمة تختلف باختلاف الغرض المعماري المطلوب.
- تثبت الأحجار بواسطة كلاليب معدنية أو بواسطة الشبك الحديدي ويكون عمودياً لكل ٤ رصات من الارتفاع ويوضع الشبك الحديدي على طول امتداد الجدار .
- تستعمل مونة الإسمنت كمادة رابطة في عملية البناء .
- سماكة الجدار مع المونة المستعملة من ٢٠:٢٥ سم .

٦- البناء المنتظم بالحجارة المستوية :

اهم خواصها :-

- يلزم قطع الحجارة المستعملة قائمة الزوايا ومنتظمة جداً كما أن المفاصل البنائية بينها تكون منتظمة
- تستعمل في الأبنية ذات الطابع الخاص وتكون كلفة البناء مرتفعة
- يكون البناء فيها كالآتي:-

أ- جدران مصمته غير مجوفه وهذا هو الطراز التقليدي لهذا البناء :

أهم خواصه :-

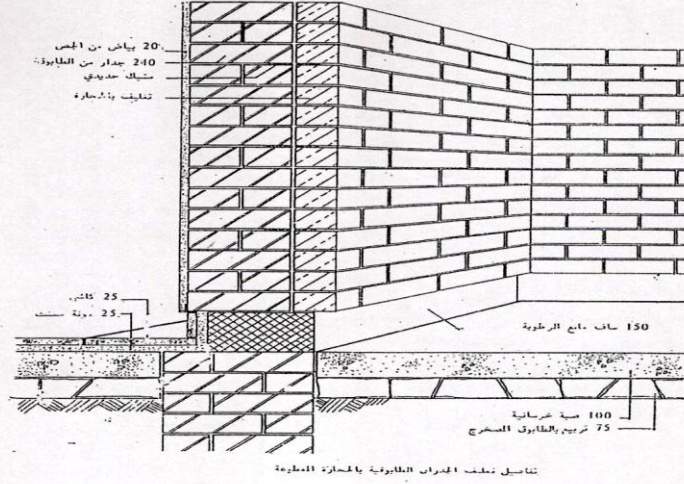
- ١- يبنى وجه الجدار الظهارة بالحجار المعدة بشكل مستوى للحصول على المظهر المطلوب.
- ٢- تبنى الطبقة الخلفية (البطانة) بالحجارة الاعتيادية أو الطوب والكتل الخرسانية.
- ٣- تبنى طبقة الوجه والطبقة الخلفية بوقت واحد للحصول على جدار بسمك منتظم حسب التصميم.
- ٤- مداميك البناء بارتفاع واحد أو متباينة ولكن متماشية مع ارتفاع مدماك البناء الخلفي لتأمين الترابط بين وجه البناء وظهره ويتم عن طريق :

١. الروابط المعدنية :

إدخال جزء من حجارة الوجه في طبقة البطانة وخاصه عند الفتحات والأركان .

ب- بناء جدران مجوفة:

تبنى فيها الطبقة الخارجية للجدران المجوفة فقط وهذه الطريقة غير شائعة في اليمن.

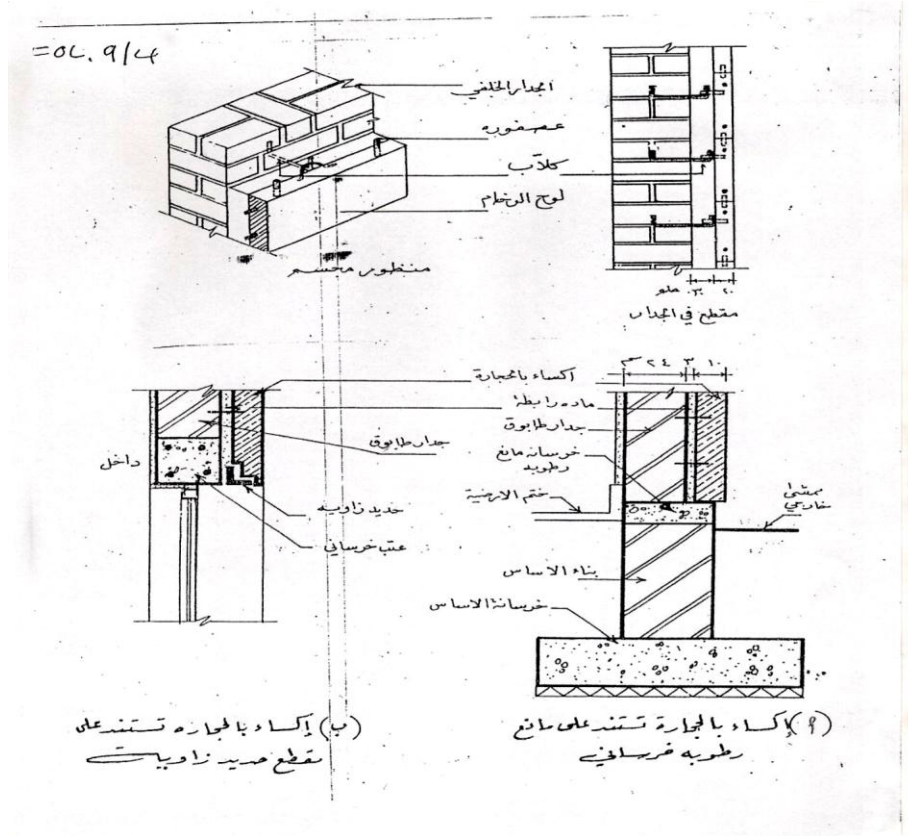


صورة (٢-٢٤٥) توضح تغليف الجدران الطابوقية بالاحجار المقطوعة (مقرر انشاء مباني د-العريفي)

٢-٧-٩- إكساء الجدران:-

١- الإكساء بالرخام والمرمر :
اهم الخواص :-

- يستخدم في الأبنية ذات النوعية العالية حيث يلزم توفر نواحي الجمال والمقاومة العالية.
- يتم تنفيذه في مرحلة التشطيبات بعد إكمال هيكل البناء كاملاً.
- يستعمل كألواح مصقولة تماماً ومقطعه بصورة هندسية منتظمة وفق مخططات خاصة وبسمك من ٤ - ٢ سم على وجه الجدار.
- توضع بمسافات ٢ - ٣ سم عن وجه الجدار.
- تثبت على الجدار مؤقتاً في بعض النقاط (مسحوق باريس) (كبريتات الكالسيوم النصف مائية $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$).
- يتم عمل حفرتين بشكل منتظم في وجوه الحجارة ليدخل فيهما بروزان معمولان في الكتل الحجرية التي فوقها أو تحتها.
- عند عمل حفرة واحدة يكون ارتفاع البروز ٤ سم وبعرض يساوي ثلث طول الحجر.



صوره (٢-٢٤٦) توضح انواع الاكساء (مقرر انشاء مباني د-العريقي)

١٠-٧-٢- طريقة البناء:

١٠-٧-٢-١- الحفر:

يتم حفر خندق بعمق (٦٠-١٠٠) سم وعرض (٨٠-١٤٠) سم تمهيداً لبناء الأساس

١٠-٧-٢-٢- الأساس الكتلي :-

وهو عبارة عن أساس عريض (٨٠-١٤٠) سم وبارتفاع (٦٠-١٠٠) سم ويتكون من خليط من الأحجار الصغيرة والكبيرة يربط فيما بينها خرسانة عادية ولا بد أن تتغلغل الخرسانة جيداً بين الأحجار لتقوم بالربط وهذا النوع من الأساس و المستخدم في الفترات الماضية في الأرياف (الوديان) وكان يستخدم الطين بدلاً من الخرسانة العادية للربط بين الأحجار



صورة (٢-٢٤٧) توضح استخدام الأحجار أثناء الأساس (www.el-benaa.com)



صورة (٢٤٨-٢) الأساس بعد البناء (www.el-benaa.com)

٢-٧-١٠-٣- الكرسى:-

يتم بناء الكرسى من الأحجار البازلتية التي تقاوم الرطوبة تحت الأرض ويعرض يتناسب مع ارتفاع المبنى وقوة مقاومة (صلابة) نوع الحجر التي بني بها المدماك ، ولمعرفه عرض المدماك نقوم بقسمة ارتفاع المبنى الكلى على ٢٠ فمثلاً إذا كان لدينا طابقين ارتفاعهما الإجمالي ٦.٥ م فنستطيع نقول أن عرض المدماك (٦٥٠/٢٠=٣٢ سم) نأخذ ٣٠ سم ، لكن لا بد أن تكون أبعاد الأساسات مصممة لحمل وزن الجدران وعدد الطوابق .

أعمال بناء الكرسى : يتم بناء الكرسى بالأحجار البازلتية بارتفاع معين بطانة وظهره بعد بناء الظهارة والبطانة يتم تعبئة المدماك بالمونة الإسمنتية وكسر الأحجار



الصورة (٢٥٠-٢) أثناء البناء مبين فيه الظهارة والبطانة

(www.el-benaa.com)



الصورة (٢٤٩-٢) اكتمال بناء الكرسى (www.el-benaa.com)

(www.el-benaa.com)



الصورة (٢-٢٥١) مرحلة البناء من فوق الكرسى (

www.el-benaa.com)

٢-٧-١٠-٤- الجدران الخارجية:-

بعد الانتهاء من بناء الكرسى يتم بناء الجدران الخارجية للمبنى بالحجر أما نصف وقيص (مربع) أو وقيص كامل (منشار) وبحسب ما حدد بالرسومات حيث تستخدم أحجار المنشار في البناء الخارجي بينما تستخدم أحجار مربعة في البناء من الداخل.

٢-٧-١١- طريقة بناء هجين تجمع بين الجدران

الحاملة والنظام الهيكلي :-

هذه الطريقة هي طريقة مختلطة بين نظامين مختلفين نظام الجدران الحاملة والنظام الهيكلي حيث يتم بناء الجدار الخارجي بنظام الجدران الحاملة بينما يتم البناء من الداخل بعمل قواعد وأعمدة في الوسط وبناء القواطع بالبلوك المفرغ ومن أشهر المشاريع التي نفذت بهذه الطريقة مدينة الأصبحي الأولى والثانية وهي حوالي ألف فيلا نظام طابق وطابقين والمخططات تسمح بإضافة طابق إضافي

٢-٧-١٢- طرق التنفيذ الحالية للبناء بالحجر:-

٢-٧-١٢-١- الأساسات:-

في الأساسات المنفصلة والتي يكون الحفر فيها جزئياً يتم الحفر بين القواعد الخارجية للمبنى حتى مستوى صبة خرسانة النظافة للقواعد الخارجية.



صورة (٢-٢٥٢) توضح الحفر بين القواعد الخارجية (الباحث)

ويتم بناء الأساسات الحجرية كالآتي:

- ١- يتم تنفيذ خرسانة عادية سماكة ١٠ سم تحت الأساسات الحجرية.
- ٢- تنفيذ عملية التقريين و الطورفة وذلك عن طريق ضبط أركان المبنى الخارجية.
- ٣- شد الخيوط الأفقية للأساسات لجميع واجهات المبنى وتنفيذ طبقة الظهارة.

- ٤- يلزم تنفيذ طبقة المثني أولاً بأول.
- ٥- يلزم كبس طبقة المثني أولاً بأول وبنسب خلط ١:٢:٤ مع استخدام بقايا كسر الأحجار (الشلف).
- ٦- عند الوصول الى مستوى سطح القاعدة العلوي يلزم اخذ ميزان شقله لأول رصه.
- ٧- يتم تسوية وضبط آخر رصه لطبقة المثني تلافياً للتكسير عند تنفيذ حديد تسليح الميدة.
- ٨- يلزم تنفيذ مرد للميدة بارتفاع معين مع تقويته من الدخل بالمونة الإسمنتية.
- يلزم وضع فتحات للمواسير الصرف والمياه في البناء تجنباً للتكسير



صوره (٢-٢٥٤) توضح كبس طبقة المثني أول بأول
(الباحث)



صوره (٢-٢٥٣) توضح تسوية وضبط آخر رصه لطبقة
المثني (الباحث)



صوره (٢-٢٥٦) توضح بناء رصه المرد (الباحث)



صورة (٢-٢٥٥) توضح فتحات مواسير الصرف
والمياه (الباحث ٢٠١٣-٢٠١٤)

٢-٧-١٢-٢- البناء فوق مستوى الميدة:- خطوات تنفيذ البناء:

- ١- أخذ شقله لمستوى الميدة.
- ٢- الطورفه تتم عن طريق ضبط أركان المبنى الخارجية باستخدام ميزان البلبل وميزان الماء لتأكد من شاقولية الركن.
- ٣- يتم شد الخيوط الأفقية وفي حاله المبنى المنفذ هيكلياً لأكثر من دور يلزم شد خيوط رأسيه لضبط تلبسة الحجر راسياً يفضل استخدام الأوتار .
- ٤- تنفيذ طارفة وسطية إذا كانت المسافة بين الأركان الخارجية كبيره تلافياً لانبعاج الخيوط الأفقية

٥- تنفيذ طبقه المثنى سواء كانت من الأحجار أو البلك أولاً بأول ويجب التأكد من الوزن الجيد لها تلافياً للتلايس الإسمنتي السميكة.



صوره (٢-٢٥٨) توضح طبقه البطانة (الباحث)



صورة (٢-٢٥٧) توضح شد الخيوط راسياً (الباحث)

٦- يتم كبس المداميك البنائية أولاً بأول باستخدام خرسانة عاديه بنسب خلط (١:٢:٤) .
٧- عند الوصول الى الجلسة السفلية للنافذة يلزم ترك مسافة ١٠ سم في البطانة لصب العتبة السفلية للنافذة بتسليح خفيف طولي ١٠Ø٤ وعرضي ١ Ø٨ كل ٢٥ سم مع تنفيذ ميل ١% وكذلك تنفيذ انف الثور وانف التقطير.



صورة (٢-٢٦٠) توضح أنواع المواد المستخدمة في الكبسة (الباحث)



صوره (٢-٢٥٩) توضح مكان العتبة السفلية للنافذة (الباحث)

٨- يتم فرز النوافذ والأبواب المبنى تبعاً للمخططات المعمارية وتنفيذ بروزات النوافذ.
٩- التراجع في جدار المثنى عند فتحات النوافذ والأبواب مسافة قدرها ٢-٣ سم للتلايس الإسمنتي ويفضل عمل أسياخ حديد في جوانب الفتحات الأبواب الخارجية لتلحيم وتثبيت الأبواب الحديدية.



صوره (٢-٢٦٢) توضح انف الثور وانف التقطير (الباحث)



صوره (٢-٢٦١) توضح تنفيذ تراجع في جدار المثنى

- ١٠- تقريـم حواف الحجر من الداخل لضمان التماسك بين المونة الإسمنتية وطبقة الظهارة
- ١١- عمل لبخه من المونة الإسمنتية للفواصل الحجرية من الداخل كتقوية لطبقة الظهارة ولزيادة التمسك بين الظهارة والكبسة الإسمنتية .



صوره (٢٦٣-٢) توضـح لبخ فواصل الظهارة من الداخل قبل تنفيذ البطانة (الباحث)

صوره (٢٦٤-٢) توضـح تقريـم حواف الحجر من الداخل قبل لبخة بمونه الإسمنتية (الباحث)

- ١٢- وضع شناكر تثبيت الأحجار مع مونة المدماك.
- ١٣- الربط في مباني الظهارة لا يقل عن ١٠ سم .
- ١٤- عند تمديد مواسير الخدمات الصحية وسط الجدران الخارجية لإخفائها يجب إن لا تقل المسافة بينها وبين الفتحات عن ٢٠ سم على الأقل لضمان عدم ثقبها أثناء تركيب النوافذ أو الأبواب.
- ١٥- عند التقاء الجدران الداخلية مع الجدران الخارجية يلزم تنفيذ اشتراكات.



صوره (٢٦٥-٢) توضـح الترابط بين الرصات (الباحث ٢٠١٣-٢٠١٤)

صوره (٢٦٦-٢) توضـح استخدام الشناكر في عملية الربط (الباحث ٢٠١٣-٢٠١٤)

- ١٦- عند بروز الأدوار العلوية عن الأدوار السفلية يتم استخدام الشلـمـانات الحديدية بسمك ١٠ سم لحمل حجر البناء حيث يلحم بالأسياخ الحديدية الخارجة من الخرسانة المسلحة للسطح البارز والتي وتنفذ كل ٢٠ سم ويتم وزنه مع المستوى السفلي للسطح البارز ويتم عمل بروز في الرصة الأولى ٢ سم لغرض التلبيسة الإسمنتية.



صوره (٢٦٧-٢) توضح بعد الماسورة عن حافة الفتحة (الباحث)
صوره (٢٦٨-٢) توضح تنفيذ اشتراكات بين
الجران الداخلية والخارجية



صوره (٢٦٩-٢) توضح عمل بروز في أحجار أول رصه
فوق الشلمان (الباحث)
صوره (٢٧٠-٢) توضح استخدام الشلمانات لحمل
الأحجار عند بروز الأدوار (الباحث)

١٧- تنفيذ رؤوس حجرية في البلكونات كل ١ متر طولي خلف وخلاف في كل رصه لغرض تثبيت
طبقة البطانة مع طبقة الظهارة.



صوره (٢٧١-٢) توضح الرؤوس الحجرية فوق
البلكونات (الباحث)

٢-٧-١٣- المفاصل البنائية:

٢-٧-١٣-١- المفاصل في ربط الكتل الحجرية:- وتشمل الآتي:

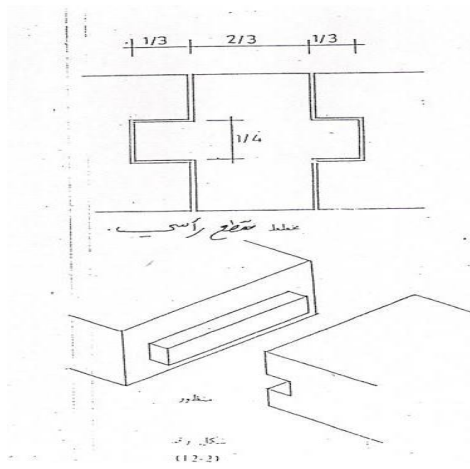
١- مفصل طبق: الخواص:

يستخدم لمقاومة قوى الدفع الجانبية (جدران السدود والخزانات) لمنع الحركة التفاضلية بين قطعتين متجاورتين يتم عمل حفرتين (أخدود بشكل منتظم في وجوه الحجارة يدخل فيها بروزان معمولان في الكتل الحجرية التي تحتها أو فوقها عند عمل أخدود واحد يكون ارتفاع البروز $\frac{1}{4}$ سم وبعرض يساوي $\frac{1}{3}$ عرض الحجر.

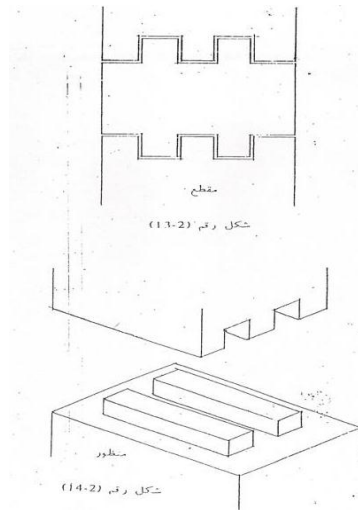
٢- مفصل التعشيقة ويشمل الآتي :

أ- مفصل التعشيقة الاعتيادية :

مميزاته: يستخدم لمقاومة قوى الضغط الجانبية حيث يتم عمل بروز منتظم الشكل و تقابله حفرة منتظمة الشكل طول الحفرة $\frac{1}{3}$ طول الحجر وعمق الحفرة أو سمكه $\frac{1}{4}$ ارتفاع الحجر.



صوره (٢-٢٧٣) توضح مفصل التعشيقة الاعتيادية (مقرر إنشاء مباني د-العريقي)



صوره (٢-٢٧٢) توضح مفصل الطبقة (مقرر إنشاء مباني د-العريقي)

ب- مفصل تعشيقة الإرتواز:

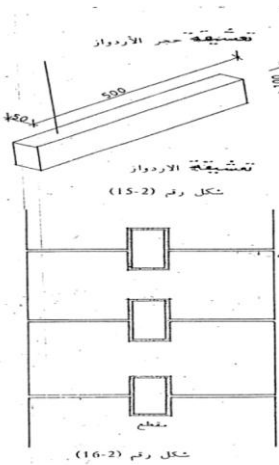
يمتاز عن بقية المفاصل الأخرى بالآتي :

- ١- أقل كلفه من عمل التعشيقة الاعتيادية وذلك بتنفيذ حفرتين فقط دون عمل البروزات والتي قد تنكسر أثناء عملية البناء ووضع القطعة الحجرية بينها أسهل عملاً وأوسع بناءً.
- ٢- أكثر قوة ومتانة من التعشيقة الاعتيادية.

ج- مفصل تعشيقة الإسمنت:

- ١- يستعمل في عملية ربط جوانب الكتل الحجرية في الغالب في المدمك الأخير من الجدار .

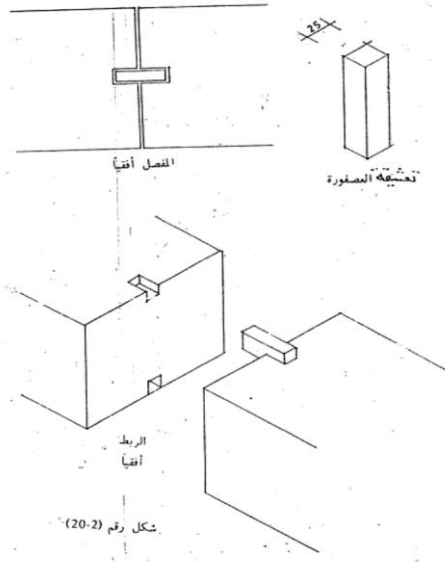
- ٢- يتم عمل حفرتين متقابلتين على شكل حرف Y ثم تملئ بمونة الإسمنت بعد رصف الكتل الحجرية.



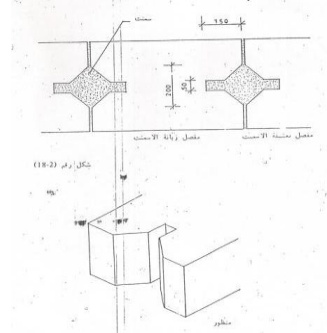
صوره (٢-٢٧٤) توضح مفصل التعشيقة الإرتواز (مقرر إنشاء مباني د-العريقي)

د- مفصل تعشيقية العصفورة :

- ١- استعمال قطع حجرية كحجر الإرتواز أو قطع معدنية من سبيكة النحاس والقصدير بأبعاد $(12.5 \times 2.5 \times 2.5)$ سم أو $(12.5 \times 5 \times 5)$ سم ويتم وضعها داخل الحفرتين المتقابلتين تعملان في وجهي الكتلتين المتجاورتين.
- ٢- يمكن استعمالها أفقياً وعمودياً.
- ٣- تملأ الفراغات بين العصفورة والأوجه الداخلية للحفرتين المتقابلتين بمونة الإسمنت.



صوره (٢٧٦-٢) توضح مفصل تعشيقية العصفورة (مقرر إنشاء مباني د-العريفي)



صوره (٢٧٥-٢) توضح مفصل التعشيقية الإسمنت (مقرر إنشاء مباني د-العريفي)

٣- مفصل كلاب: ويشمل الاتي

أ- مفصل كلاب من حجر الإرتواز :

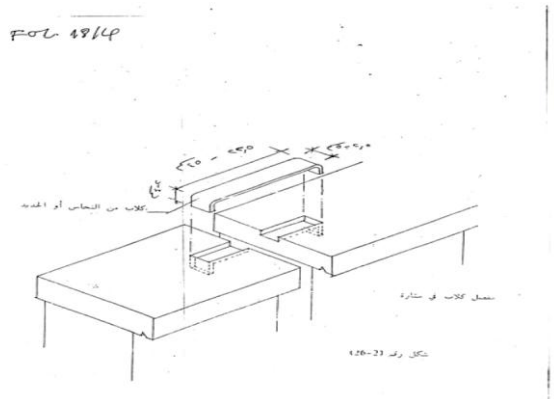
- ١- عبارة عن قطعة من حجارة الإرتواز أبعادها $(3 \times 5 \times 18)$ سم وتقطع على شكل ذيلي حمام متقابلتين ويتم وضعها في حفرة مماثلة في الشكل ويملاً الفراغ المتبقي بمونة الإسمنت
- ٢- يستعمل لربط الكتل الحجرية المستعملة كغطاء للجدران و الذراوي.

ب- مفصل الكلاب الاعتيادي:

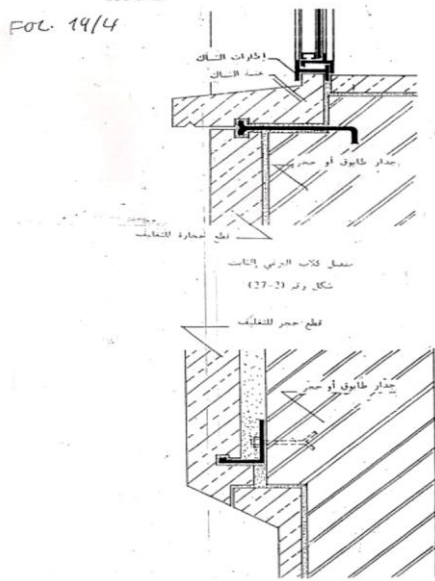
- ١- يتم استعمال الكلايب المعدنية.
- ٢- يستعمل في حالة ربط الأحجار المستعملة كأغطية للجدران والذراوي
- ٣- عبارة عن الواح من النحاس أو الصفر أو الحديد بطول $(45.22, 2)$ سم وبعرض $(5, 2, 5)$ سم وبسمك $(12-6)$ سم ومعكوف بزواوية قائمة من الجهتين بطول العكفة $(4-2)$ سم.

ج- مفصل كلاب اللولب الثابت:

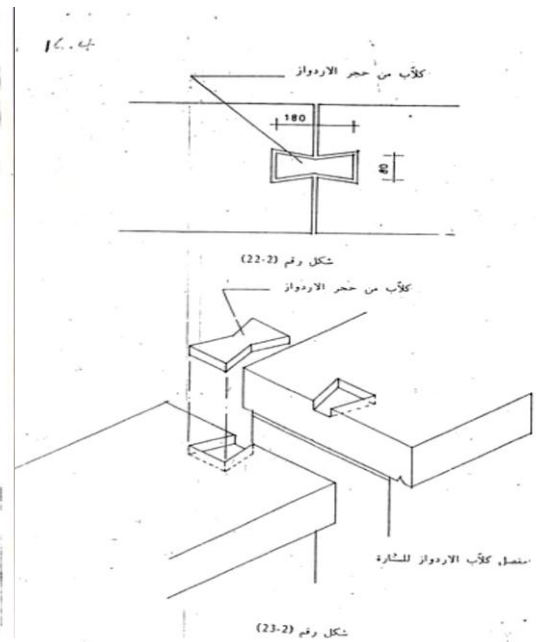
- يستعمل لربط الكتل الحجرية المستعملة في عملية تغليف وإنهاء الجدران ولتنشيت جلسة الشبابيك.



صوره (٢٧٧-٢) توضح مفصل كلاّب الاعتيادي
(مقرر إنشاء مباني د-العريقي)



صورة (٢٧٩-٢) توضح مفصل كلاّب اللولب الثابت
(مقرر إنشاء مباني د-العريقي)



صورة (٢٧٨-٢) توضح مفصل كلاّب جر
الإرتواز
(مقرر إنشاء مباني د-العريقي)

٢-١٣-٧-٢- مفصل الربط في عمليات البناء الحجري: ويشمل

• المفاصل المستقيمة:

هي المفاصل المستعملة لربط الكتل الحجرية للوجه الخارجي للجدار وتنقسم الى:
المفاصل المستوية (مستوى المفاصل البنائية بعد ملئها بالمونة مساوياً لمستوى الحجارة الخارجية)



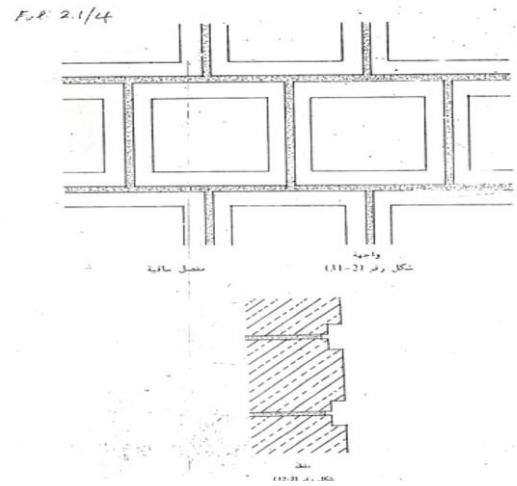
صوره (٢٨٠-٢) توضح المفاصل المستوية (الباحث)

● مفصل ساقية:

- يتم حفر محيط الحجر بعرض ٢,٥ سم وعمق ٢,٥ سم لتظهر على شكل إطار محفور يحيط بالحجارة المستعملة.
- مميزاتهما: جميلة عن سقوط أشعة الشمس على سطوح الواجهات.
- السلبيات: تؤدي الأتربة وتنساب على واجهة الجدار عند سقوط الأمطار عليها مما يؤدي الى تشويه المنظر الخارجي وكذلك الى حدوث رطوبة في الجدران.



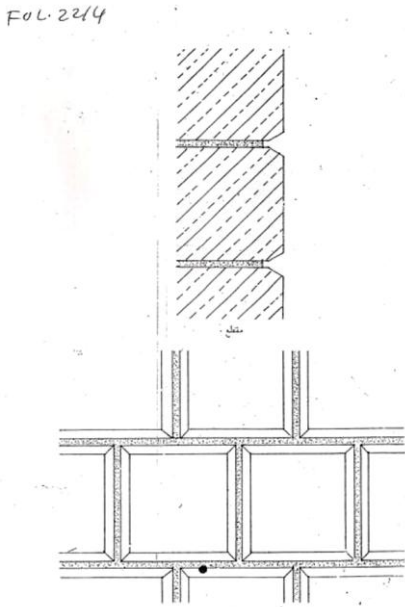
صوره (٢-٢٨٢) توضح المفاصل الساقية (الباحث)



صوره (٢-٢٨١) توضح المفاصل الساقية (مقرر إنشاء مباني د-العريقي)

● مفصل مثلث:

- ١- تقطع حواف الأحجار المستعملة بزاوية (٣٠_٤٥).
- ٢- يمتاز بعدم تراكم الأتربة ومياه الأمطار ويمنع دخول وتسرب الرطوبة الى داخل الجدار .



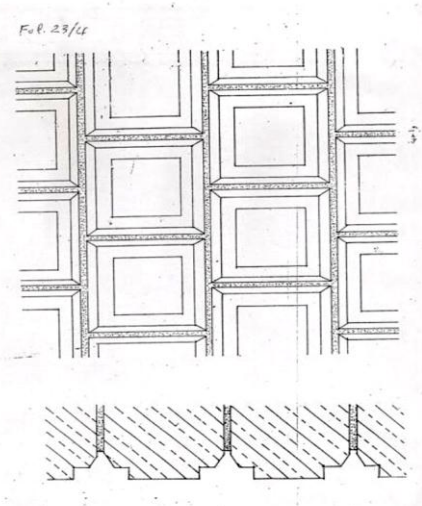
صوره (٢-٢٨٤) توضح المفاصل المثلث (مقرر إنشاء مباني د-العريقي)



صورة (٢-٢٨٣) توضح مفاصل المثلث (الباحث)

● مفصل ساقية ومثلث:

- ١- يجمع بين النوعين السابقين.
- ٢- المميزات: يعتبر من أجمل المفاصل البنائية من الناحية المعمارية.
- ٣- السليبيات: تجمع الأتربة وتشوه المنظر.



صوره (٢-٢٨٥) توضح المفاصل
الساقية المثلث (مقرر إنشاء مباني د-
العريقي)

صورة (٢-٢٨٦) توضح مفاصل الساقية المثلث (الباحث)

● مفصل درز :-

- ١- يستعمل في تنفيذه مونة الإسمنت الاعتيادي أو مونة الإسمنت الأبيض المخلوط لمسحوق الحجارة بعد طحنها .

ينفذ إما بمستوى سطح الحجارة أو بارزاً عنها والبروض أفضل وأجمل.



صورة (٢-٢٨٧) توضح مفاصل الدرز (الباحث)

١. المفاصل المائية:

٢. المفصل المنكسر الفردي:

- ### ٣. المفصل المنكسر المزدوج:

- #### ٤. المفصل المتراكب:

- 14
- تخطيط حجرية للتلبي
- 20
- المبنى المتكدر التلبي
- شكل رقم (38-2)
- خطأ
- صحيح
- صحيح
- خطأ
- (٩) في الوقت المناسب، ان يتركوا...

صوره (٢٨٨-٢) توضح المفاصل المنكسر الفردي
(مقرر إنشاء مباني د العريقي)

٢-٧-١٤ - الأخطاء الشائعة للبناء بالحجر :-

- ١ - البناء باتجاه طبقات الحجر.
- ٢ - عدم الدمك الجيد لكبسة المداميك.
- ٣ - عدم اختيار المفاصل البنائية المناسبة للبيئة المحيطة.
- ٤ - عدم كبس كل مدماك أولاً بأول
- ٥ - عدم استخدام الشناكر لربط الأحجار بالمدماك يؤدي إلى تساقط الأحجار.
- ٦ - بناء أكثر من رصة بنفس اليوم يؤدي إلى تفكك الأحجار نتيجة اهتزازها وكذلك يؤدي الانكماش والتمدد إلى شروخ تحدث عملية انفصال بين الأحجار.



صورة (٢-٢٩١) توضح عملية البناء باتجاه الطبقات (الباحث)



صورة (٢-٢٩٠) توضح تغفن الأحجار بسبب عدم الكبس الجيد (الباحث)



صورة (٢-٢٩٣) توضح عدم كبس المدماك أولاً بأول (الباحث)



صورة (٢-٢٩٢) توضح تد ميع الواجهة بسبب عدم اختيار المفصل البنائي المناسب (الباحث)