

١١

الجزء  
الثاني

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دولة فلسطين  
وَأَرْسِلْنَاكَ رَسُولًا مِّنْكُمْ

# مساحة وبناء

(نظري وعملي)

المسار المهني - الفرع الصناعي

فريق التأليف:

م. ابراهيم خليل

م. أيمن جوري

م. محمد جابر

م. ماهر يعقوب (منسقاً)



مركز المناهج

قررت وزارة التربية والتعليم في دولة فلسطين  
تدريس هذا الكتاب في مدارسها بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٨ / ٢٠١٩ م

الإشراف العام

د. صبري صيدم	رئيس لجنة المناهج
د. بصري صالح	نائب رئيس لجنة المناهج
أ. ثروت زيد	رئيس مركز المناهج

الدائرة الفنية

كمال فحماوي	إشراف إداري وفني
عبد الله الثلبي	تصميم
أ. أحمد الخطيب	تحرير لغوي
د. سميرة النخالة	متابعة المحافظات الجنوبية

الطبعة التجريبية

٢٠٢٠ م / ١٤٤١ هـ

حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين

وزارة التربية والتعليم



مركز المناهج

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps

f.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym

+970-2-2983250 فاكس | هاتف | +970-2-2983280

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 - رام الله - فلسطين

pcdc.edu.ps | pcdc.mohe@gmail.com

يتصف الإصلاح التربوي بأنه المدخل العقلاني العلمي النابع من ضرورات الحالة، المستند إلى واقعية النشأة، الأمر الذي انعكس على الرؤية الوطنية المطورة للنظام التعليمي الفلسطيني في محاكاة الخصوصية الفلسطينية والاحتياجات الاجتماعية، والعمل على إرساء قيم تعزز مفهوم المواطنة والمشاركة في بناء دولة القانون، من خلال عقد اجتماعي قائم على الحقوق والواجبات، يتفاعل المواطن معها، ويعي تراكيبها وأدواتها، ويسهم في صياغة برنامج إصلاح يحقق الآمال، ويلامس الأماني، ويرنو لتحقيق الغايات والأهداف.

ولما كانت المناهج أداة التربية في تطوير المشهد التربوي، بوصفها علماً له قواعده ومفاهيمه، فقد جاءت ضمن خطة متكاملة عالجت أركان العملية التعليمية التعلمية بجميع جوانبها، بما يسهم في تجاوز تحديات النوعية بكل اقتدار، والإعداد لجيل قادر على مواجهة متطلبات عصر المعرفة، دون التورط بإشكالية التشتت بين العولمة والبحث عن الأصالة والانتماء، والانتقال إلى المشاركة الفاعلة في عالم يكون العيش فيه أكثر إنسانية وعدالة، وينعم بالرفاهية في وطن نحمله ونعظمه.

ومن منطلق الحرص على تجاوز نمطية تلقي المعرفة، وصولاً لما يجب أن يكون من إنتاجها، وباستحضار واعٍ لعدد المنطلقات التي تحكم رؤيتنا للطلاب الذي نريد، وللبنية المعرفية والفكرية المتوخاة، جاء تطوير المناهج الفلسطينية وفق رؤية محكومة بإطار قوامه الوصول إلى مجتمع فلسطيني ممتلك للقيم، والعلم، والثقافة، والتكنولوجيا، وتلبية المتطلبات الكفيلة بجعل تحقيق هذه الرؤية حقيقة واقعة، وهو ما كان له ليكون لولا التناغم بين الأهداف والغايات والمنطلقات والمرجعيات، فقد تألفت وتكاملت؛ ليكون الناتج تعبيراً عن توليفة تحقق المطلوب معرفياً وتربوياً وفكرياً.

ثمّة مرجعيات تؤطر لهذا التطوير، بما يعزز أخذ جزئية الكتب المقررة من المنهاج دورها المأمول في التأسيس؛ لتوازن إبداعي خلاق بين المطلوب معرفياً، وفكرياً، ووطنياً، وفي هذا الإطار جاءت المرجعيات التي تم الاستناد إليها، وفي طليعتها وثيقة الاستقلال والقانون الأساسي الفلسطيني، بالإضافة إلى وثيقة المنهاج الوطني الأول؛ لتوجه الجهد، وتعكس ذاتها على مجمل المخرجات.

ومع إنجاز هذه المرحلة من الجهد، يغدو إجزاء الشكر للطواقم العاملة جميعها؛ من فرق التأليف والمراجعة، والتدقيق، والإشراف، والتصميم، واللجنة العليا أقل ما يمكن تقديمه، فقد تجاوزنا مرحلة الحديث عن التطوير، ونحن واثقون من تواصل هذه الحالة من العمل.

## وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج الفلسطينية

آب / ٢٠١٨

يأتي هذا المقرر ضمن خطة وزارة التربية والتعليم لتحديث المناهج الفلسطينية وتطويرها لفروع التعليم المهني، بحيث يتضمن مجموعة كفايات يمتلكها خريج التعليم المهني التي يتطلبها سوق العمل، ومواكبة آخر التطورات الحديثة في علم الصناعة، والتدريب العملي بما يتواءم مع متطلبات عصر المعرفة.

لقد تم تأليف هذا الكتاب ضمن منهجية الوحدات النمطية المبنية على المواقف والأنشطة التعليمية، بحيث يكون الطالب منتجاً للمعرفة لا مُتلقياً لها، بحيث يعطى للطالب الفرصة للانخراط في التدريبات التي تُنفذ بروح الفريق، والعمل الجماعي، لذا تضمنت وحدات هذا المقرر الحالات الدراسية التي تعمل على تقريب الطالب المتدرب من بيئة سوق العمل، والأنشطة التعليمية ذات الطابع التطبيقي المتضمنة خطة العمل الكاملة للتمرين؛ لما تحويه من وصف تنفيذ التمرين، ومنهجيته، وموارده، ومتطلباته، إضافة إلى صناديق المعرفة، وقضايا التفكير التي تُذكر ذاكرة الطالب.

لقد تم ربط أنشطة هذا الكتاب وتدريباته بقضايا عملية مُرتبطة بالسياق الحياتي للطالب، وبما يُراعي قدرته على التنفيذ، كما تم التركيز على البيئة والسوق الفلسطيني وخصوصياتها عند طرح الموضوعات، وربطها بواقع الحياة المعاصر، وتجلى ذلك من خلال الأمثلة العملية، والمشاريع الطلابية، حيث تم توزيع مادة الكتاب الذي بين أيدينا على ما يأتي:

احتوى (الجزء الثاني) على ثلاث وحدات نمطية: تتعلق الوحدة الخامسة بالخرسانة، أما الوحدة السادسة فتتعلق بالطوب، والوحدة السابعة تتحدث عن البناء بالحجر.

ولما كانت الحاجة لصقل المعلومة النظرية بالخبرة العملية، فقد تم وضع تمارين علمية في نهاية كل وحدة نمطية؛ لتطبيق ما تعلمه الطلبة، ونأمل تنفيذه بإشراف المعلم.

والله نسال أن نكون قد وفقنا في عرض موضوعات هذا الكتاب بما يراعي قدرات الطلبة، ومستواهم الفكري، وحاجاتهم، وميولهم النفسية والوجدانية والاجتماعية، وكلنا أمل بتزويدنا بملاحظاتهم البناءة؛ لنتم إدخال التعديلات والإضافات الضرورية في الطبقات اللاحقة؛ ليصبح هذا الجهد تاماً متكافئاً خالياً من أي عيب أو نقص قدر الإمكان.

والله ولي التوفيق

فريق التأليف

رقم الصفحة	الموضوعات	عنوان الوحدة
6	الوحدة النمطية الخرسانة	5 الخرسانة
9	1 - 5 الموقف التعليمي التعليمي: أهميّة الخرسانة في الإنشاء ومكوناتها وخصائص مكوناتها.	
37	5 - 2 الموقف التعليمي التعليمي: صناعة الخرسانة	
45	5 - 3 الموقف التعليمي التعليمي الثالث: خواص الخرسانة الطازجة	
67	التمارين العلمية لوحدة الخرسانة	
75	الوحدة النمطية الطوب	6 الطوب
78	6 - 1 الموقف التعليمي التعليمي الأول: القدره على صناعة الطوب الإسمنتي واختبار خصائصه بالفحوصات التي تجرى عليه واختيار مقاساته.	
92	6 - 2 الموقف التعليمي التعليمي: القدره على بناء الطوب، واستخدام العدد، والتمهيد لبناء الطوب، وحساب تكاليف أعمال بناء الطوب، واختيار أنواع الطوب الخاصة.	
118	التمارين العملية لوحدة الطوب	
137	الوحدة النمطية البناء بالحجر	7 البناء بالحجر
140	7 - 1 الموقف التعليمي التعليمي: القدرة على اختيار نوع الحجر، ومزاياه، ونوع نقشه، ولونه، والفحوصات التي تجرى عليه، وتصنيعه.	
151	7 - 2 الموقف التعليمي التعليمي: القدرة على البناء بالحجر، واختيار شكل بنائه، والقطع الحجرية الخاصة المختلفة، وكيله.	
163	التمارين العملية لوحدة البناء بالحجر	



5

الخرسانة

الوحدة  
النمطية



لا يمكن الاستغناء عن الخلطة الخرسانية بأعمال البناء



يتوقع من الطلبة بعد دراسة الوحدة والتفاعل مع انشطتها ان يكونوا قادرين على فهم الخرسانة و مكوناتها و خصائصها و كذلك الركام واهميته في تصميم الخلطات الخرسانية و ايضا مفهوم المواد الاضافية و ذلك من خلال تحقيق الاهداف الآتية:

- 1- اهمية الخرسانة في حياتنا العملية و ذلك من خلال التعرف على مكوناتها و خصائصها و كذلك خصائص كل المكونات التي تدخل في الخلطة الخرسانية.
- 2- أهمية الاسمنت في الخلطات الخرسانية على اختلاف انواعها.
- 3- المواد الاضافية للخلطات الخرسانية و اهميتها.

## قواعد الأمن والسلامة المهنية

حيث يجب على الطلاب استخدام ادوات السلامة المهنية و ذلك للمحافظة على سلامتهم الشخصية و تحسبا لاي طارئ في موقع العمل حيث تشتمل هذه الأدوات على ما يلي:



## الكفايات المهنية

الكفايات المتوقَّع امتلاكها من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة:

### ❖ أولاً- الكفايات الحرفية:

- ❖ تحديد صفات الخلطات الخرسانية.
- ❖ تطبيق مبادئ و خصائص الخلطات الخرسانية
- ❖ تمييز تطور الخلطات الخرسانية عبر العصور المختلفة.

### ❖ ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- ❖ كيفية التواصل مع المجتمع المحلي للحصول على تلك المعلومات
- ❖ المصدقية و الامانة في التعامل مع الزبون
- ❖ الاستعداد و القدرة لاستشارة ذوي الخبرة في هذا المجال للحصول على المعلومات .
- ❖ ألقدره على التأمل الذاتي.
- ❖ تقبل النقد (سواء كان ايجابي أو سلبي).
- ❖ محافظة على خصوصية الزبون.
- ❖ التمتع بالفكر الريادي للمهن على اختلافها.

### ❖ ثالثاً: الكفايات المنهجية

- ❖ التعلم التعاوني و ذلك من خلال فرق العمل الثنائية.
- ❖ القدرة على ادارة الحوار و تنظيم النقاش.
- ❖ البحث و التمحيص عن مصادر المعلومات الصحيحة.

## 5 - 1 الموقف التعليميّ التعليمي: أهميّة الخرسانة في الإنشاء ومكوناتها وخصائص مكوناتها.

وصف الموقف التعليمي: طلب مواطن من مكتب هندسي عمل خلطة خرسانية بحيث تكون شاملة لجميع المواصفات المطلوبة والمتعارف عليها.

### العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفّي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفّي
أجمع البيانات، وأحلّها	أجمع البيانات من المواطن عن طبيعة الخلطة الخرسانية المطلوبة طريقة عمل الخلطة الخرسانية جافة أم رطبة. المواد والعناصر التي تدخل في صناعة الخلطة الخرسانية.	بحث علمي . الحوار والمناقشة . مجموعات عمل ثنائية .	المواطن الإنترنت . القرطاسية . كاتالوجات
أخطّط وأقرّر	تصنيف البيانات وترتيبها وضع آلية معينة لتنفيذ العمل إعداد جدول زمني لتنفيذ العمل المطلوب .	الحوار والمناقشة . العصف الذهني . مجموعات عمل ثنائية .	القرطاسية . كاتالوجات . كتب ومراجع .
أنفّذ	اختيار ثلاثة مقترحات وعرضها على المواطن لاختيار الأفضل .	العصف الذهني . الحوار والمناقشة .	قرطاسية، حاسوب يتضمن برامج خاصة لتصميم الخلطات الخرسانية .
أتحقّق	التحقق من اختيار الخلطة الخرسانية المناسبة . التأكد من مطابقة مواصفات الخلطة الخرسانية مع ما تم إنجازه بناء على طلب المواطن .	التعلم التعاوني /مجموعات . الحوار والمناقشة .	حاسوب يتضمن برامج خاصة لتصميم الخلطات الخرسانية . الإنترنت : (مواقع خاصة بتصميم الخلطات الخرسانية .

قرطاسية. ملف لحفظ العمل المنجز.	التعلم التعاوني/مجموعات ثنائية. الحوار والمناقشة.	توثيق ما تم جدولته للعناصر المكونة للخلطة الخرسانية المطلوبة. عرض ما تم إنجازه على المواطن. فتح ملف بالحالة.	أوثق وأقدم
نماذج التقييم. طلب المواطن. نشرات لمعايير ومواصفات تصميم الخلطات الخرسانية.	التعلم التعاوني/مجموعات ثنائية. الحوار والمناقشة.	رضا المواطن وموافقته على الخلطة التي تم تصنيعها. مطابقة الخلطة المصنعة للمواصفات والمعايير.	أقوم

#### أسئلة:

- 1- أذكر مكونات الخلطة الخرسانية.
- 2- ما شروط ماء الخلط.
- 3- ماذا نعني بالمادة المائنة.
- 4- فسر:
  - أ. استخدام كمية كبيرة من الركام يقلل من كمية الإسمنت.
  - ب. عدم استخدام الحصمة الفولية في خلطة ميلان السقف.

نشاط: يقوم الطلاب بمشاركه المدرب بزيارة ميدانية إلى إحدى الكسارات للاطلاع على مراحل إنتاج الركام وتكسيهه تدريجياً وتخزينه حسب مفاص حبيباته.

#### أتعلم:

#### أهمية الخرسانة وخصائص مكوناتها:

يوجد عدة مواد تدخل في صناعة الخلطة الخرسانية، وكل مادة من هذه المواد لها خواص معينة، والخرسانة لا يمكن الاستغناء عنها في مختلف المشاريع الهندسية.

#### مقدمة:

الخرسانة هي مادة إنشائية تستعمل في عملية البناء للعناصر الإنشائية المختلفة مثل الجسور والعقدات والأعمدة والقواعد والأساسات وغيرها، وهي عبارة عن خليط من الركام الكبير (الحصمة) والركام الناعم (الرمل). ممزوجة بعضها مع بعض بواسطة مادة لاحمة مثل الإسمنت والماء أو ما يسمى بالمونة الإسمنتية، فإذا كانت هذه المادة اللاحمة هي الإسمنت فعندها تسمى الخرسانة الإسمنتية. كان الجير (الشيد) سابقاً يستخدم كمادة لاحمة، وقد سميت الخرسانة الناتجة بالخرسانة الجيرية، وهناك أيضاً الخرسانة الأسفلتية، حيث يستعمل الأسفلت كمادة لاحمة.

**الخرسانة الإسمنتية:** هي مادة مصنعة من خليط من الركام الكبير والركام الناعم والإسمنت والماء وأحياناً تضاف إليها مواد إضافية للحصول على خواص معينة، تكون الخرسانة بحالة لدنة بالمرحلة الأولى بحيث يمكن صبها ووضعها في قوالب لتشكل كتلة صلبة جافة قادرة على تحمل الأحمال والقوى الواقعة عليها.

تختلف الخرسانة عن بقية المواد الجاهزة كالحديد أو الخشب أو البلاستيك أو الألمنيوم أو غيرها في كونها تحتاج إلى عمال فنيين، وإشراف فني في عملية تصنيعها، لأنها تصنع وتصب بالموقع في معظم الحالات ويتطلب تصنيعها شروطاً معينة، تعتمد على معرفتها ومكوناتها وخواصها والعوامل التي تؤثر على خواص المادة الناتجة، حتى يمكن الاستفادة منها والتحكم بمدى صلاحيتها للقيام بوظيفتها بالمنشأ المستخدم فيه، وقدرتها على مقاومة الظروف والعوامل التي تتعرض لها أثناء استعمال المنشأ.

**أهمية الخرسانة بالإنشاء:** لقد تطورت مواد البناء منذ القدم فقد كان الإنسان يستعمل الصخور في عملية إنشاء السكن وبعدها استعمل الطين كمادة لاحمة بين الصخور والأحجار واستعمل أيضاً خليطاً من الطين والشيد، إلى أن تطورت عملية تصنيع المواد اللاحمة إلى الإسمنت المستخدم حالياً في صناعة الخرسانة كمادة لاحمة هيدروليكية (يتفاعل مع الماء).

### تكمّن أهمية الخرسانة الإسمنتية كمادة إنشائية فيما يأتي:

- 1- توافر المواد الخام حيث يمكن الحصول على الركام والمواد الخام اللازمة لصناعة الإسمنت من الكسارات بتكاليف قليلة.
- 2- سهولة صناعتها وتشكيلها: حيث يمكن صناعتها بسهولة عن طريق خلط المكونات بعضها مع بعض، والحصول على أشكال وألوان ومقاسات وعناصر مختلفة حسب شكل القوالب والطوبار المعد لذلك، وتمتاز عن المواد الأخرى في وفرة العمال والفنيين المهرة لصناعة الخرسانة.
- 3- الإمكانيات العديدة لاستخدام الخرسانة: حيث يمكن استخدام الخرسانة في معظم الإنشاءات ابتداءً من الوحدات الصغيرة كالطوب والبلاط إلى العناصر الإنشائية كالجسور والعقدات والهياكل والمنشآت والمباني العالية والطرق والسدود وغيرها.
- 4- قلة التكاليف مقارنة بالمواد الأخرى حيث إنها تصنع محلياً من مواد محلية متوفرة في معظم الدول، فإن تكاليفها تعد قليلة مقارنة بالمواد المستوردة مثلاً لحديد وغيرها.
- 5- مقاومة عالية للضغط: تعد الخرسانة ذات مقاومة عالية لقوى الضغط بينما تعد ضعيفة المقاومة بالشد، لهذا السبب يضاف حديد التسليح للخرسانة لمقاومة قوى الشد، والخرسانة التي تحتوي على حديد تسليح تسمى الخرسانة المسلحة والتي لا تحتوي على حديد تسليح تسمى الخرسانة العادية.
- 6- مقاومة العوامل الجوية: تعد الخرسانة جيدة المقاومة للعوامل الجوية مقارنة مع المواد الأخرى.
- 7- مقاومة الحريق: تعد الخرسانة جيدة المقاومة للحرائق مقارنة مع المواد الأخرى كالخشب والحديد وغيرها.

## مكوّنات الخرسانة:

- 1- الماء. (water)
- 2- الإسمنت. (cement)
- 3- الركام. (Aggregate)
- 4- المواد الإضافية. (Admixtures)



ماء



إسمنت



الركام



مواد إضافية

**أولاً: (الماء):** حيث يجب أن يكون خالياً من الشوائب حتى لا يؤثر على قوة الخلطة الخرسانية.  
**ثانياً: (الإسمنت):** وهو تلك المادة الناعمة الداكنة اللون التي تحتوي على مادة البوزلون ومادة الكلنكر والتي تعدّ المواد اللاصقة بالإسمنت، للتفاعل مع الخليط المكون من الماء والركام.  
**ثالثاً: (الركام):** هو عبارة عن تلك الحبيبات التي يتم الحصول عليها من الصخور، حيث يتم تكسييرها إلى قطع صغيرة لتلتحم داخل الخليط مع الماء والإسمنت (المونة الإسمنتية) لتشكيل الخرسانة بمفهومها الذي نعرفه.

**رابعاً: (المواد الإضافية):** وهي تلك المواد التي تعمل على تسريع عملية التصلد للخرسانة أو بطئ التصلد حسب الحاجة والطلب.

## أنواع الصخور:

- 1- صخور نارية مثل الجرانيت والبازلت.
- 2- صخور رسوبية مثل الحجر الجيري والحجر الرملي.
- 3- صخور متحولة مثل الرخام.

## جدول مكونات الخرسانة

مواد مائنة 65%-75%		المواد اللاحمة 25%-35%	
الركام	المواد الإسمنتية	هواء	
ركام كبير مثل الحصى	ركام ناعم مثل الرمل	إسمنت	ماء
الزلط		فراغات	

## وظائف الركام بالخرسانة:

- 1- مادة مائنة رخيصة التكاليف مقارنة مع المكونات الأخرى.
- 2- يعمل الركام على تشكيل جسم خرساني صلب قادر على تحمل القوى والأحمال والعوامل الجوية.
- 3- يعمل الركام على تقليل التغيرات الحجمية الناتجة عن تصلب المونة الإسمنتية.

## وظائف الإسمنت والماء (المونة الإسمنتية):

- 1- مادة لائحة تعمل على تماسك حبيبات الركام بعضها مع بعض.
- 2- تعمل على إكساب مقاومة للخرسانة الجافة.

**الركام:** هو مجموعة حبيبات المواد الصخرية أو الحجرية أو الرمال الطبيعية أو غيرها، هذه الحبيبات تلتحم بعضها مع بعض بواسطة المونة الإسمنتية لتشكيل جسم صلب.

يشكل الركام حوالي 65%-75% من مكونات الخرسانة وبالتالي فإنَّ خواص الركام تؤثر على خواص الخرسانة ونوعيتها، ولا بد من توافر شروط وخواص معينة للركام المستعمل بالخرسانة مثل مقاس حبيباته، وتدرجه، ونسبة الركام الكبير إلى الركام الناعم، وامتصاصه للماء، ونسبة الرطوبة بالركام، وكثافته، ووزنه النوعي، وشكل حبيباته، إلخ... إن الركام المستخدم بالخلطات الخرسانية يتكون من صخور مكسرة إما بفعل عوامل طبيعية أو بواسطة الكسارات.

## تقسم الصخور من النواحي الجيولوجية إلى:

- 1- صخور نارية مثل الجبرانيت والبازلت.
- 2- صخور رسوبية مثل الحجر الجيري والحجر الرملي.
- 3- صخور متحولة مثل الرخام.

تعد الصخور الرسوبية من أكثر الأنواع استعمالاً بالخرسانة، وقد تستعمل أحياناً الصخور النارية لصناعة أنواع خاصة من الخرسانة مثل الخرسانة عالية المقاومة.

## أنواع الركام:

يصنف الركام إلى عدة أنواع كما هو الحال في الصخور، وذلك تبعاً للتركيب الجيولوجي، أو تبعاً لتركيبه بالطبيعة، أو تبعاً لتركيبه الكيماوي أو غيرها، يمكن تصنيف الركام إلى المجموعات الآتية:

### 1- طبقاً لمصدره الطبيعي أو الصناعي يقسم الركام إلى:

- ✘ ركام من مصادر طبيعية مثل الزلط والحصمة المستخرجة من مجاري الأنهار والأودية.
- ✘ الركام الصناعي والمستخرج من خبث الأفران أو من مواد صناعية محروقة كالطين.
- ✘ ركام الكسارات التي يتم الحصول عليه من تكسير الحجارة والصخور الكبيرة وتحويلها إلى قطع صغيرة جداً وهي الأكثر شيوعاً في فلسطين.

### 2- طبقاً لمقاس حبيباته:

- ✘ ركام خشن (كبير): وهو الركام الذي يتبقى على منخل رقم (4) الذي مقاس فتحاته 4,76 ملم.
- ✘ ركام ناعم (صغير): وهو الركام الذي يمر من منخل رقم (4) الذي مقاس فتحاته 4,76 ملم.
- ✘ ركام شامل (خليط): وهو خليط من الركام الكبير والركام الصغير مخلوط ببعضه مع بعض بنسب محددة.

### كما يمكن تصنيف كل من الركام الكبير حسب مقاس حبيباته إلى:

- ✘ الحصمة الجوزية: وهي التي يتراوح مقاس حبيباتها من 20 - 40 ملم.
- ✘ الحصمة الفولية: وهي التي يتراوح مقاس حبيباتها من 16 - 20 ملم.
- ✘ الحصمة الحمصية: وهي التي يتراوح مقاس حبيباتها من 10 - 16 ملم.
- ✘ الحصمة العدسية: وهي التي يتراوح مقاس حبيباتها من 5 - 10 ملم.

### بينما يصنف الركام الصغير حسب مقاس حبيباته وتدرجها إلى:

- ❖ الحصمة السمسامية: وهي التي يتراوح مقاس حبيباتها من 0.5 - 1.3 ملم.
- ❖ الرمل المتوسط: وهو الذي يتراوح مقاس حبيباته من 0.3 - 1.3 ملم.
- ❖ الرمل الناعم: وهو الذي يتراوح مقاس حبيباته من 0.1 - 0.3 ملم.

### 3- طبقاً لتدرج الركام، يصنف الركام إلى:

- ⌘ ركام جيد التدرج لاحتوائه على معظم مقاسات الحبيبات.
- ⌘ ركام متدرج لاحتوائه على معظم مقاسات الحبيبات.
- ⌘ ركام ناقص التدرج وهو الذي ينقصه مجموعة من الحبيبات أو أكثر.
- ⌘ ركام رديء التدرج لاحتوائه على مجموعة واحدة من مقاس الحبيبات

### 4- طبقاً لشكل حبيبات الركام ولمسها يصنف إلى:

- ⌘ الركام المدور: مثل حصمة الأودية والرمال.
- ⌘ ركام غير منتظم: مثل حصمة حجر الصوان.
- ⌘ ركام زاوي: مثل حصمة الكسارات.
- ⌘ ركام مفلطح: مثل ركام الصخور الطبيعية.
- ⌘ ركام عصوي: مثل ركام الصخور الطبيعية.

### 5- طبقاً لكثافة الركام يصنف إلى:

- ⌘ ركام خفيف: حيث يتم الحصول عليه من خبث البراكين، أو يصنع من الطين أو الشيد أو البيرلايت.
- ⌘ ركام عادي: مثل الرمل الطبيعي أو ركام الكسارات من الصخور الجيرية.
- ⌘ ركام ثقيل: حيث يتم الحصول عليه من صخور تحتوي على نسبة عالية من المعادن الثقيلة

❖ ملاحظة: جميع التسميات هي عبارة عن مصطلحات محلية، وقد تختلف من كسارة إلى أخرى.  
❖ يطلق أحياناً على مقاس حبيبات الركام نمرة 1،2،3،4،5،6 حسب مقاس حبيباته تصاعدياً.

## أشكال الحصمة



## الحصمة الحمصية



## الركام ( الكرسطة )



ما هو الركام ؟

1. الرمل



2. الناعمة ( السمسمة )

وهما ركام ناعم



وهي ركام خشن

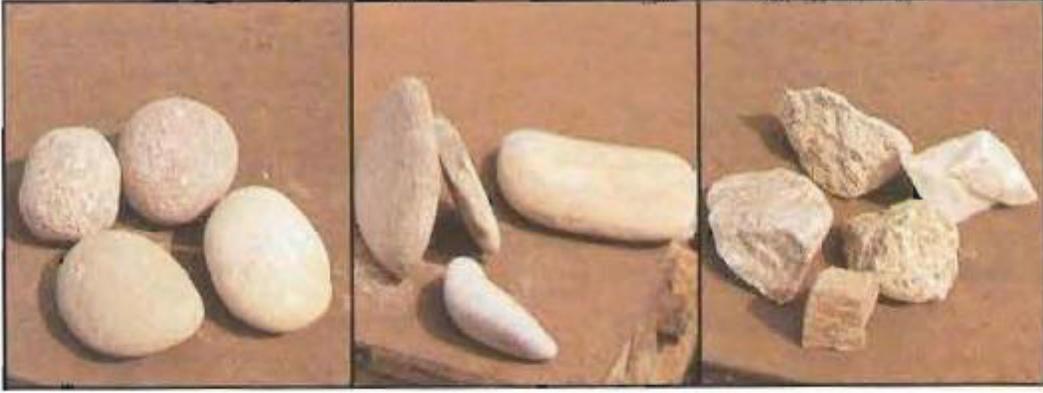
3. الحصمة ( العدسية )



4. الحصمة ( الفولية )



5. الحصمة ( الجوزية )



## الفحوصات التي يتم إجراؤها على الركام

للتأكد من مدى صلاحية استعمال الركام للخلطات الخرسانية ومقارنة المصادر المختلفة من الكسارات لاختيار المناسب منها لا بد من إجراء عدة فحوصات على الركام، ومقارنة نتائج هذه الفحوصات مع المواصفات المحلية والعالمية المستخدمة لهذا الغرض، وحسب هذه النتائج يتم قبول أو رفض استخدام الركام بالخلطات الخرسانية.

من المواصفات العالمية المستعملة في فحص الركام ومواد البناء الأخرى نذكر ما يأتي:

- ❖ نظام المواصفات البريطانية (British standard) (.B.S)
- ❖ الجمعية الأمريكية لاختبارات المواد (ASTM) American society for testing materials.
- ❖ المنظمة الدولية للمواصفات والمقاييس (ISO) international organization for standards.

و من المواصفات المحلية المستخدمة نذكر ما يأتي:

- ❖ المواصفات الفلسطينية الصادرة عن مؤسسة المواصفات والمقاييس (PSI)
- ❖ المواصفات الفنية العامة للمباني الصادرة عن وزارة الإسكان الأردنية ومركز بحوث البناء بالجمعية العلمية الملكية.
- ❖ الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة الصادرة عن الأمانة العامة لاتحاد المهندسين العرب.

هناك عدة فحوصات تجري على الركام الصغير والكبير نذكر منها:

❖ مواصفات: يطلق عليها أحيانا كودات وهي قواعد وشروط يتم اعتمادها وتطبيقها بشكل دقيق على المواد، واعتمادا عليها يتم قبول هذه المواد أو رفضها.

- 1- فحص الوزن النوعي والكثافة.
- 2- فحص التآكل ومقاومة التهشم.
- 3- فحص مستوى الرطوبة ونسبة الامتصاص.
- 4- فحص تحديد المواد الطينية بالرمل.
- 5- فحص التدرج الحبيبي والتحليل بالمناخل.
- 6- فحص كمية المواد العضوية بالرمل.
- 7- فحص اختبار شكل الحبيبات ومعامل الاستطالة.

### فحص الوزن النوعي والكثافة:

يلزم إيجاد كثافة الركام (وزن وحدة الحجم) لإيجاد نسب الخلط بالخرسانة وتحويل النسب الوزنية إلى نسب حجمية وبالعكس. يتم إيجاد كثافة الركام عن طريق تعبئة أسطوانة معدنية (معلومة الحجم) بالركام وإيجاد مقدار كتلة الركام داخل الأسطوانة. وبقسمة كتلة الركام على حجم الأسطوانة يحسب مقدار كثافة الركام.

تتراوح قيمة كثافة الركام العادي بين 1.5 - 2 طن/م<sup>3</sup> اعتمادا على مقاس حبيبات الركام وتركيبه الجيولوجي. بينما نحسب قيمة الوزن النوعي للركام لمعرفة الحجم الذي يشغله الركام في الخلطات الخرسانية والأسفلتية.

يعرف الوزن النوعي بأنه وزن حجم معين من المادة (الحجم الصلب فقط) مقسوما على وزن نفس الحجم من الماء.

$$\text{الوزن النوعي المجموعي لعينة جافة} = \frac{\text{أ}}{\text{ب} - \text{ج}}$$

ملاحظة: تتراوح قيمة الوزن النوعي للركام الناتج من كسر الأحجار الجيرية والرمل الطبيعي السيليكبي بين 2.50 - 2.80 غم.

### عند إجراء فحص إيجاد الوزن النوعي للركام نتبع الخطوات الآتية:

- 1- تجفف عينة ركام بالفرن على درجة حرارة 110 مئوي، ومن ثم تترك لتبرد وتوزن وهي مجففة، ولتكن (أ).
- 2- تغمر هذه العينة بالماء لمدة 24 ساعة، ومن ثم يتم وزنها وهي مشبعة بالماء، ولتكن (ب).
- 3- توضع هذه العينة في سلة وتغمر بالماء، ويتم وزنها وهي مغمورة في الماء، ولتكن (ج).
- 4- يحسب مقدار الوزن النوعي كما يأتي:

$$\frac{أ}{ب - ج} = \text{الوزن النوعي (جافة)}$$

$$\frac{ب}{ب - ج} = \text{الوزن النوعي (مشبعة)}$$

$$\frac{أ}{أ - ج} = \text{الوزن النوعي (الظاهري)}$$

### مثال: 1

عند إجراء فحص إيجاد الكثافة والوزن النوعي للركام كان وزن العينة مجففة بالفرن 1600غم وعند غمرها بالماء وتجهيف سطح الحبيبات أصبح وزن العينة المشبعة 1650 غم. وبعد وضعها في سلة وغمرها بالماء كان وزنها وهي بالماء 1030 غم.

احسب الوزن النوعي للركام:

### الحل:

$$أ=1600 \text{ غم} \quad ب=1650 \text{ غم} \quad ج=1030 \text{ غم}$$

$$\text{الوزن النوعي المجموعي لعينة جافة} = \frac{أ}{ب - ج} = \frac{1600}{1650-1030} = 2.58$$

$$\text{الوزن النوعي المجموعي لعينة مشبعة} = \frac{ب}{ب - ج} = \frac{1650}{1650-1030} = 2.66$$

$$\text{الوزن النوعي الظاهري} = \frac{أ}{أ - ج} = \frac{1600}{1600-1030} = 2.8$$

فحص التآكل ومقاومة التهشم: تؤثر مقاومة الركام الكبير للتآكل والتهشم على مقاومة الخرسانة، فكلما زادت هذه

المقاومة تزداد مقاومة الخرسانة. تحدد مقاومة الركام الكبير للتآكل والتهدم باستعمال جهاز خاص يدعى جهاز(لوس أنجلوس)، ويتكون من أسطوانة معدنية تدور حول محور أفقي ومجموعة من الكرات المعدنية توضع داخل الأسطوانة، حيث يبلغ قطر هذه الكرات (46.8) ملم. ومعدل وزن كل من هذه الكرات من 390 إلى 445 غم.

عند وضع عينة الركام داخل الأسطوانة وبداخلها الكرات يدار الجهاز بسرعة 30 إلى 33 دورة في الدقيقة لمدة 500 دورة، في هذه الأثناء تتم عملية الاحتكاك بين الركام وبين الكرات المعدنية. ومن خلال معرفة كمية الركام المكسر والمار من منخل فتحته (1.7) ملم، ومقارنته مع وزن الركام المتبقي تحسب نسبة التآكل للركام من خلال هذه المعادلة:

$$\text{نسبة التآكل} = \frac{\text{وزن العينة الأصلي} - \text{وزن العينة المتبقي على منخل (1.7ملم)}}{\text{وزن العينة الأصلي}} \times 100\%$$

### مثال: 1

عينة من الركام وزنها الأصلي 5000غم بعد وضعها في جهاز لوس أنجلوس وتشغيله لمدة معينة، وضعت العينة على منخل فتحته (1.7) ملم، فكان وزن الركام المتبقي يساوي 3500 غم. احسب نسبة التآكل لهذه العينة:

$$\text{نسبة التآكل} = \frac{5000 - 3500}{5000} \times 100\%$$

### فحص محتوى الرطوبة ونسبة الامتصاص:

يتم تحديد محتوى الرطوبة ونسبة الامتصاص للركام لمعرفة كمية الماء الذي يمتصه الركام من ماء الخلط أثناء خلط الخرسانة. وبشكل عام كلما زادت نسبة امتصاص الركام للماء زادت نسبة الفراغات بالركام، وبالتالي تضعف مقاومة الخرسانة الصلبة. كما ويلزم إيجاد محتوى الرطوبة بالركام لمراعاة ذلك في كمية ماء الخلط. فمثلاً في فصل الشتاء تكون كمية الرطوبة عالية داخل حبيبات الركام، وهذا يؤدي إلى تقليل كمية ماء الخلط بالخرسانة أثناء فصل الشتاء، بينما تكون نسبة الرطوبة قليلة بالصيف، وبالتالي نضيف كمية ماء أكثر للخلطة الخرسانية لأن جزءاً من الماء سوف يمتصه الركام.

تجري عملية حساب محتوى الرطوبة ونسبة الامتصاص للركام كما يأتي:

- 1- يتم توزين عينة من الركام بالحالة الطبيعية، وليكن وزنها أ.
- 2- يتم تجفيف العينة بالفرن على درجة حرارة 110 درجة مئوية، وتوزن وهي جافة، وليكن وزنها =ب.
- 3- يتم غمر العينة نفسها بالماء لمدة 24 ساعة، ثم يجفف سطح الحبيبات بقطعة قماش، وتوزن وهي مشبعة بالماء، وليكن وزنها = ج.

يحسب محتوى الرطوبة بالركام، ونسبة الامتصاص كما يأتي:

$$\text{محتوى الرطوبة} = \frac{\text{وزن العينة بالحالة الطبيعية} - \text{وزن العينة مجففة بالفرن}}{\text{وزن العينة مجففة بالفرن}} = \frac{\text{أ} - \text{ب}}{\text{ب}}$$

$$\text{نسبة الامتصاص} = \%100 \times \frac{\text{وزن العينة مشبعة} - \text{وزن العينة مجففة بالفرن}}{\text{وزن العينة مجففة بالفرن}} = \%100 \times \frac{\text{ج} - \text{ب}}{\text{ب}}$$

تنص المواصفات على أن لا تزيد نسبة الامتصاص للركام الكبير عن 2 %.

**مثال: 1**

عينة من الركام وزنها (كتلتها) في الحالة الطبيعية يساوي 1400 غم، وعند تجفيفها بالفرن أصبح وزنها يساوي 1380 غم، وعند غمرها بالماء وتجفيف سطحها أصبح وزنها وهي مشبعة 1415 غم.

احسب محتوى الرطوبة بالحالة الطبيعية، ونسبة امتصاص الركام:

**الحل:**

$$\text{محتوى الرطوبة بالعينة} = 0.014 = \frac{1400 - 1380}{1380}$$

$$\text{نسبة الامتصاص للركام} = \%2.5 = \%100 \times \frac{1415 - 1380}{1380}$$

### ◆ فحص تحديد المواد الطينية بالرمل:

يتم تحديد المواد الطينية بالرمل عن طريق الترسيب، وتعد المواد الطينية المارة من منخل فتحته 75 ميكرونًا ضارة بالخرسانة، وتؤثر على التفاعل بين الإسمنت والماء، وتقلل من الترابط بين الركام والمونة الإسمنتية، وقد تتحلل وتضعف مقاومة الخرسانة مع الزمن.

يستعمل لهذا الفحص مخبار سعته (1000) مللتر.

### ويتم اتباع الخطوات الآتية لتحديد كمية المواد الناعمة والمواد الطينية.

- 1- يملأ المخبار (750) مللتر ماء.
- 2- يضاف إلى المخبار (500) غم رمل.
- 3- يتم رج المخبار 3 مرات بين كل مرة وأخرى 20 دقيقة.
- 4- يتم قراءة حجم المواد الطينية بعد ساعة، وتكون بشكل واضح فوق طبقة الرمل.
- 5- تحسب كمية المواد الطينية بعد مرور ساعة على شكل نسبة مئوية من عينة الرمل.

### ◆ فحص التدرج الحبيبي والتحليل بالمناخل:

يعد هذا الفحص من الفحوصات المهمة للركام الكبير والركام الصغير، ويهدف هذا الفحص إلى تحديد توزيع وتدرج حبيبات الركام حسب مقاسها من أجل مقارنة ذلك بالتدرج المطلوب حسب المواصفات.

يستعمل لهذا الغرض مجموعة من المناخل القياسية تعمل على تقسيم مجموعة الركام إلى أجزاء، اعتماداً على مقاس حبيباتها.

ترتب هذه المناخل تنازلياً، بحيث تكون الفتحة الكبيرة للأعلى، وتوضع على جهاز يولد ذبذبات تساعد على رج المناخل، بحيث يعمل على مرور الحبيبات التي مقاسها أصغر من فتحة المنخل، بعد انتهاء عملية الرج يتم توزيع كميات الركام المتبقية على كل منخل، وتسجل النتائج في جدول خاص.

عند إجراء تجربة التحليل بالمناخل على عينة من الركام الكبير وزنها (1000 غرام) كانت النتائج كما يأتي:

3	2	1
الوزن المتبقي على كل منخل (غم)	فتحة المنخل (ملم)	رقم المنخل
480	38.1	1
5050	19.0	2
3000	9.51	3
1250	4.76	4
220	وعاء	

من خلال النتائج السابقة يتم حساب ما يأتي:

- 1- الوزن التراكمي المحجوز على كل منخل، ويساوي مجموع الأوزان المتبقية على المناخل الأكبر منه (العمود رقم 4 في الجدول)
- 2- النسبة المئوية التراكمية على كل منخل تساوي الوزن التراكمي المحجوز مقسوما على وزن العينة مضروبا بـ 100 % (العمود رقم 6 بالجدول).

6	5	4	3	2	1
النسبة المئوية المارة	النسبة المئوية التراكمية	الوزن التراكمي المحجوز	الوزن المتبقي	فتحة المنخل	رقم المنخل
%	%	(غم)	(غم)	(ملم)	
95.2	4.8	480	480	38,1	1
44.7	55.3	5530	5050	19	2
14.7	85.3	8530	3000	9.5	3
2.2	97.8	9780	1250	4.76	4
-	-	10000	220	وعاء	

التدرج الحبيبي للركام الكبير ويرسم منحني التدرج الحبيبي للركام لتصنيف تدرج الركام ومقارنته مع التدرجات المقترحة من المواصفات.

والشكل رقم (5) يبين مجموعة من المناخل القياسية والجهاز المستعمل في عملية الرج.

يتم حساب معامل النعومة، وخصوصا للرمل عن طريق جمع مجموع النسب المئوية التراكمية لكل منخل مقسوما على 100، حيث يعبر هذا المقدار عن متوسط مقاس حبيبات الركام، يتراوح قيمة معامل النعومة للرمل بين 2.3 إلى 3.1 ليكون صالحا للاستعمال في الخرسانة.

إذا كانت قيمة معامل النعومة أقلّ من هذه القيم يكون الرمل ناعماً جداً بينما إذا زادت عن هذه القيم فإنّ الرمل يكون خشناً أو كبيراً. من خلال منحنى التدرج الحبيبي يتم إيجاد مقدار المقاس الاعتباري الأكبر للركام، وهو مقاس أصغر فتحته منخل يسمح بمرور 95% على الأقلّ من الركام الكبير.



الشكل رقم (5)

فمثلاً نقول: المقاس الاعتباري الأكبر للركام 25.4 ملم يعني أن 95% من الركام مقاس حبيباته أقلّ من 25.4 ملم. يلزم تحديد قيمة المقاس الاعتباري الأكبر للركام للسماح لحبيبات الركام بالدخول بين قضبان حديد التسليح حتى يمتلئ المقطع الخرساني المراد صبه.

### شروط صلاحية الركام الخلطات الخرسانية:

- عند استعمال الركام في الخلطات الخرسانية يجب أن تتوافر فيه الشروط الآتية:**
- 1- أن تكون الحبيبات صلبة وقوية ونظيفة.
  - 2- أن تكون الحبيبات خالية من المواد العضوية والشوائب والفحم والطين والخشب.
  - 3- أن يكون خالياً من المواد الكيماوية التي قد تؤثر على التفاعل بين الإسمنت والماء، أو تؤثر على حديد التسليح.
  - 4- أن تكون نسبة امتصاصه للماء قليلة، بحيث لا تزيد عن 2%.
  - 5- أن يكون تدرج الركام مناسباً.
  - 6- أن يكون المقاس الاعتباري الأكبر ضمن الحدود التي تسمح بها المواصفات، وهي:

أ - أن لا يزيد عن  $\frac{1}{5}$  سمك المقطع الخرساني.

ب - أن لا يزيد عن  $\frac{3}{4}$  المسافة بين قضبان حديد التسليح.



ناقش

- 1- كلما زاد المقاس الاعتباري الأكبر للركام قلت كمية الإسمنت بالخلطة.
- 2- عند استخدام خلطة إسمنتية لعمل مدات ميلان للسطح تستخدم خرسانة دون فولية، ويوضع بدلا من الفولية العدسية، وبالتالي تزداد كمية الإسمنت بالخلطة، لماذا؟

نشاط: 

يقوم الطلاب بمشاركة المدرب بزيارة ميدانية إلى إحدى الكسارات للاطلاع على مراحل إنتاج الركام وتكسيهه تدريجيا، وتخزينه حسب مقاس حبيباته.

الإسمنت:

الإسمنت هو تلك المادة الناعمة الداكنة اللون (سوداء أو سوداء مائلة للخضرة)، التي تشكل عند تفاعلها مع الماء المونة (الملاط) الإسمنتية التي تعمل على ربط حبيبات الحصى وتلاحمها بعضها مع بعض لتكوين جزء صلب متماسك يسمى الخرسانة، يطلق على الإسمنت والماء (المادة اللاصقة) التي تعمل على إكساب مقاومة للخرسانة.

يتكون الإسمنت من مواد طينية ومواد جيرية يتم حرقها بواسطة أفران خاصة، بحيث يعاد تركيب هذه المكونات بعد الحرق لتشكيل مادة الكلينكر، وبعد تبريدها يتم طحنها، ويضاف إليها الجبس لتأخير التصلد (زمن الشك).

لقد تطورت صناعة الإسمنت منذ قديم الزمان، فالمصريون القدماء استعملوا مواد جيرية والجبص كمادة لاصقة، وبعدهم استعمل الإغريق والرومان الحجر الجيري بعد تكليس وطحنه مع التراب البركاني المسمى بالبوزولان، الذي وجد لأول مرة في مدينة بوزولي الإيطالية، وسمي الإسمنت في هذه الفترة الإسمنت البوزولاني. وحديثا قام العالم جون سميتون (John Smeaton) في القرن الثامن عشر بإجراء اختبارات عديدة على عدة أنواع من الإسمنت البوزولاني والجير لإنتاج مادة لاصقة لبناء منارة أدي ستون بإنجلترا، وبعدها توصل إلى أن الحجر الجيري غير الصلب وغير النقي الذي يحتوي على مواد طينية يعطي إسمنتا هيدروليكي (أي يتفاعل مع الماء) يعد من أفضل المواد اللاصقة لبناء هذه المنارة.

بعد ذلك اكتشف جوزيف باركر (Joseph Parker) أن مزيدا من الجير غير النقي ينتج إسمنتا يتفاعل مع الماء، وله خواص جيدة للتلاحم.

وفي العام 1822 تم إنتاج إسمنت من الحجر الجيري والطين سمي الإسمنت الطبيعي الناتج من حرق هذه المكونات بواسطة أفران تشبه أفران الجير القديمة، وبعضها تطحن لتصبح إسمنتا، وفي العام 1824 اكتشف البناء الإنجليزي

جوزيف سبيدن الإسمنت البورتلاندي المصنع من حرق المواد الطينية (clay) والمواد الجيرية (lime stone) بواسطة أفران .

و بعد ذلك تطورت صناعة الإسمنت حيث استطاع إسحق جونسون عام 1845 حرق المواد الطينية والجيرية حتى حصل على مادة كروية داكنة اللون سميت بمادة الكلينكر، التي تعطي بعد طحنها إسمنتاً له خاصية التفاعل مع الماء والتصلب والتماسك مع الزمن، سمي الإسمنت البورتلاندي لأنه يشبه أحجار البناء الصلبة الموجودة في جزيرة بورتلاندي بإنجلترا.

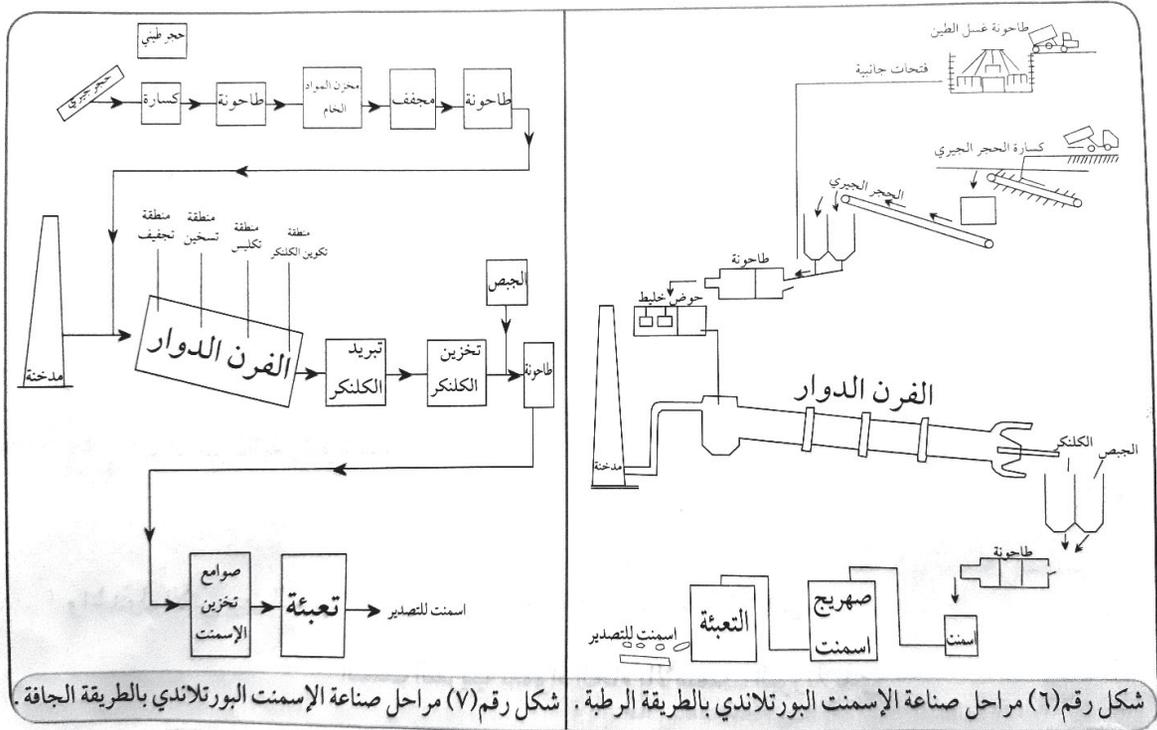
يعتبر الإسمنت البورتلاندي مهماً جداً في صناعة وإنشاء الأبنية نظراً لسهولة تداوله وسهولة تشكيله عند تصنيع الخرسانة. وباستخدام حديد التسليح مع الخلطات الخرسانية نحصل على خرسانة مسلحة قادرة على تحمل الإجهادات والقوى المختلفة.

## صناعة الإسمنت:

### تتلخص خطوات صناعة الإسمنت فيما يأتي:

- 1- استخراج المواد الأولية من المحاجر، وتشمل المواد طينية والصخور الجيرية.
- 2- تكسير ونقل هذه هذه المكونات إلى المصنع.
- 3- طحن هذه المكونات وتخزينها.
- 4- خلط المواد الأولية المطحونة بنسب معينة وتخزينها.
- 5- حرق المواد الأولية بواسطة أفران دوارة حتى تصل درجة الحرارة إلى 1400 درجة مئوية، وعندها يتكون الكلينكر، الذي هو عبارة عن كرات صلبة تتراوح قياساتها بين 2.5-3 ملم، وتكون داكنة اللون.
- 6- يبرد الكلينكر ثم يطحن ناعماً، ويتم إضافة الجبس بنسبة تتراوح بين 2% - 6% بالوزن. وهي عبارة عن كبريتات الكالسيوم المائية التي تعمل على تأخير زمن الشك (التجمد) للإسمنت بعد إضافة الماء إليه.
- 7- يتم تعبئة الإسمنت الناتج، ويخزن إما بأكياس ورقية أو على شكل مادة سائبة في خزانات إسمنت، بحيث يكون جاهز للاستخدام في عمليات البناء المختلفة.

هنالك عدة طرق مستخدمة لصناعة الإسمنت الأشكال الآتية تبين مخططاً يوضح مراحل صناعة الإسمنت بالطريقة الجافة، والطريقة الرطبة شكل (6) و(7)



## طرق صناعة الإسمنت

- 1- الطريقة الجافة: حيث تكون المواد الأولية جافة في مراحل تصنيع الإسمنت، ويضاف ماء للخليط قبل الحرق بنسبة 12 % من وزن الخليط تقريبا .
- 2- الطريق الرطبة: تستعمل في حالة وجود مواد خام تحتوي على رطوبة، وفي هذه الطريقة تخلط المواد الأولية خلطا جيدا مع إضافة كمية من الماء تتراوح من 32% - 50% .
- 3- الطريقة شبه الجافة: يضاف الماء بهذه الطريقة للحصول على تجانس للمواد الأولية، ولكن بنسب أقل من الطريقة الرطبة .
- 4- طريقة استخدام الجبس: حيث يستخدم الجبس مصدرا للكالسيوم بدلا من الحجر الجيري .



## مقارنة بين صناعة الإسمنت بالطريقتين الجافة والرطبة:

الطريقة الرطبة	الطريقة الجافة
<p>يحتاج إلى مصنع كبير.</p> <p>يحتاج إلى وقود أكثر.</p> <p>تكلفة الإنتاج أكثر.</p> <p>يحتاج إلى كميات ماء كثيرة.</p> <p>مقاومة الإسمنت في الأسبوع الأول أقل.</p> <p>تحتاج إلى صيانة أكثر للمعدات.</p> <p>الإسمنت متجانس أكثر.</p>	<p>يحتاج إلى مصنع صغير نسبياً.</p> <p>يحتاج إلى وقود أقل.</p> <p>تكلفة الإنتاج قليلة.</p> <p>لا يحتاج إلى كميات ماء كبيرة.</p> <p>مقاومة الإسمنت في الأسبوع الأول أفضل.</p> <p>تحتاج إلى صيانة أقل للمعدات.</p> <p>الإسمنت أقل تجانساً.</p>

◆ تتكون المواد الخام التي تدخل في صناعة الإسمنت من:

- 1- مواد جيرية: عبارة عن صخور كلسية.
- 2- مواد طينية: عبارة عن صخور طينية ورملية.
- 3- الألومينا: عبارة عن أكسيد الألمنيوم.
- 4- المواد الحديدية: عبارة عن أكسيد الحديد.
- 5- المغنيسيوم: عبارة عن أكسيد المغنيسيوم.
- 6- الكبريت: ثالث أكسيد الكبريت وكبريتات الكالسيوم.
- 7- مواد قلوية: مثل أكسيد الصوديوم وأكسيد البوتاسيوم.
- 8- مواد غير ذائبة وشوائب.

النسب التقريبية للمواد الخام بالإسمنت البورتلاندي:

النسبة المئوية بالإسمنت %	المادة
67 - 60	CaO جير
25 - 17	SiO <sub>2</sub> سيكا
8 - 3	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ألومينا
6 - 0.5	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> الحديد
4 - 0.1	MgO المغنيسيوم
3 - 1	SO <sub>3</sub> ثالث أكسيد الكبريت
1.3 - 0.2	مواد قلوية

## ◆ أنواع الإسمنت واستعمالات كل نوع:

عند اختلاف نسب الخلط للمواد الأولية أو التركيب الكيميائي في مادة الإسمنت فمن البديهي جداً أن ينتج عندنا أنواع مختلفة من الإسمنت من حيث اللون، وسرعة التصلد، وسرعة التفاعل مع الماء.

- 1- الإسمنت البورتلاندي العادي: ويعتبر من أكثر الأنواع شيوعاً في الاستعمال نظراً لعدم احتياجه لمواصفات خاصة.
- 2- الإسمنت البورتلاندي سريع التصلد: ويمتاز هذا النوع بسرعة تصلده للحصول على المقاومة خلال مدة زمنية قليلة جداً، ويستخدم هذا النوع عندما يراد إنهاء المبنى بسرعة.
- 3- الإسمنت البورتلاندي منخفض الحرارة: ويمتاز هذا النوع بقلّة الحرارة الناتجة عند تفاعله مع الماء، ويستخدم عند صب الخرسانة بأحجام كبيرة، أي في أعمال الخرسانة الكتلية كما هو الحال في صب السدود.
- 4- الإسمنت المعدل: وهو عبارة عن خليط من الإسمنت البورتلاندي العادي والإسمنت البورتلاندي منخفض الحرارة بنسبة 60% للعادي و40% لمنخفض الحرارة. ويستخدم هذا النوع عند صب كتل خرسانية كبيرة.
- 5- الإسمنت البورتلاندي المقاوم للكبريتات: ويمتاز هذا النوع من الإسمنت بمقاومته للكبريتات التي تعمل على تآكل الخرسانة. ويعود ذلك إلى انخفاض نسبة كل من ثلاثي ألومنيات الكالسيوم، ورباعي حديدي ألومنيات الكالسيوم. ويتم استخدامه عندما تكون نسبة الكبريتات عالية بالجو أو التربة أو المياه الجوفية.
- 6- الإسمنت البورتلاندي سريع التجمد: يمتاز هذا النوع بسرعة تفاعله مع الماء، ويكون زمن الشك قليلاً، حيث يبدأ بالتجمد بسرعة كبيرة، ويستخدم عند صب الخرسانة تحت الماء.
- 7- الإسمنت البورتلاندي البوزولاني: عبارة عن مواد سيليكية وتمتاز بخاصية التفاعل مع الماء، تضاف للإسمنت البورتلاندي العادي بنسب قد تصل إلى 40%، ويمتاز بقلّة معدل اكتسابه للمقاومة ومقاومته الجيدة للكبريتات.
- 8- إسمنت خبث الأفران (الإسمنت الحديدي): ويصنع هذا النوع من خبث الأفران مضافاً إليه الكلنكر، أثناء الطحن بنسبة تصل إلى 60% من وزن الخليط (خبث الحديد هو عبارة عن سيليكات الكالسيوم وسيليكات الألومنيوم وسيليكات الحديد تنتج من مصانع الحديد أثناء تبريده)، ولا ينصح باستخدامه نظراً لبطء اكتسابه للمقاومة وانخفاض مقاومته للعوامل الجوية بسرعة.

### ويمتاز هذا النوع من الإسمنت بما يأتي:

- ⌘ بطئ اكتسابه للمقاومة وانخفاض مقاومته للعوامل الجوية بسرعة.
  - ⌘ ويمتاز هذا النوع من الأسمنت انخفاض حرارة الاماهة (ويعني انخفاض اتحاده بالماء عند ملامسة الماء)
  - ⌘ انخفاض المقاومة المبكرة.
  - ⌘ مقاومة الكبريتات ومياه البحر.
- لذا يستعمل بالخرسانة الكتلية والمنشآت البحرية.
- 9- الإسمنت البورتلاندي الأبيض: حيث يمتاز هذا النوع بلونه الأبيض، وذلك لاستخدام مواد تحتوي على نسب قليلة جداً من أكسيد الحديد وأكسيد المغنيسيوم، وتكلفته أضعاف تكاليف الإسمنت البورتلاندي العادي بثلاث مرات، ويستخدم هذا النوع في صناعة البلاط والديكور وروبة البلاط.
  - 10- الإسمنت البورتلاندي الملون: وعادة ما يكون من إسمنت أبيض أو بورتلاندي عادي، مضافاً إليه بعض الصبغات عند عمل خرسانة بألوان معينة حسب الطلب.

11-الإسمنت البورتلاندي ذو الهواء المحبوس: ينتج هذا النوع إلى إضافة مواد خاصة للكلنكر أثناء الطحن تعمل على حبس هواء أثناء خلط الخرسانة، وتسمى الخرسانة الناتجة من استعمال هذا الإسمنت الخرسانة ذات الهواء المحبوس، حيث تستعمل في الأماكن المعرضة للسقيع، ومن مميزات أنها تكون ذات درجة تشغيل عالية أثناء الخلط والصب.

12-الإسمنت البورتلاندي المقاوم لنفاذ الماء: ينتج هذا النوع من إضافة حوالي 2% من نترات الصوديوم إلى الكلنكر أثناء طحن الإسمنت، مما يكسب الإسمنت والخرسانة المصنوعة منه خاصية مقاومة نفاذية الماء. يستعمل في إنشاء السدود وخزانات المياه.

13-الإسمنت الاسفنجي: هو عبارة عن نوع خاص من الإسمنت يضاف إليه مواد خاصة تعمل على صنع فقاعات من الغازات بداخله أثناء خلطه بالماء، ويستخدم هذا النوع عندما يراد عمل خرسانة خفيفة ذات مقاومة عالية لعزل الصوت والحرارة.

## خواص الإسمنت

### 1- نعومة الإسمنت:

تعد نعومة الإسمنت مهمة لتسريع التفاعل بين الإسمنت والماء، حيث إنه كلما زادت نعومة الإسمنت زادت سرعة التفاعل، وبالتالي تزداد مقاومة الإسمنت المبكرة.

### 2- الوزن النوعي للإسمنت:

يعتمد الوزن النوعي للإسمنت البورتلاندي على نسب المكونات الكيماوية، وعلى درجة نعومة الإسمنت، وبشكل عام تبلغ قيمة الوزن النوعي للإسمنت البورتلاندي 15، 3.

### 3- زمن الشك للإسمنت:

عند إضافة الماء للإسمنت تحدث تفاعلات كيماوية، وتشكل عجينة (مونة) تكون في بداية الأمر على هيئة روبة تتحول إلى مادة لدنة مع الزمن. تستمر عملية التفاعل بين الإسمنت والماء، وتبدأ العجينة الإسمنتية بفقدان لدونتها، وتتحول إلى مادة صلبة تملأ الفراغات بين حبيبات الركام الكبير والصغير لتكوين الخرسانة. تسمى عملية تحول الإسمنت من الروبة السائلة إلى العجينة اللدنة ومنها إلى المادة الصلبة بعملية الشك للإسمنت (setting)، وتقسم هذه العملية إلى مرحلتين هما:

#### ❖ زمن الشك الابتدائي (initial setting)

هي الفترة الزمنية من لحظة إضافة الماء إلى الإسمنت الجاف لغاية تماسك الروبة الإسمنتية وفقدان لدونتها بشكل تدريجي. تنص المواصفات على أن لا يقل زمن الشك الابتدائي للإسمنت البورتلاندي العادي عن (45 دقيقة) حتى يتسنى خلط ونقل وصب الخرسانة خلال هذه الفترة.

#### ❖ زمن الشك النهائي (final setting):

هي الفترة الزمنية من لحظة إضافة الماء إلى الإسمنت الجاف حتى فقدان العجينة الإسمنتية لدونتها تماما، وعندها

تبدأ بالتصلب واكتساب المقاومة والقوة. تنص المواصفات على أن لا يزيد زمن الشك النهائي عن (10 ساعات) للإسمنت البورتلاندي العادي.

#### يتأثر زمن الشك للإسمنت بعدة عوامل منها:

- أ- التركيب الكيماوي للإسمنت.
- ب- نسبة الجبس بالإسمنت.
- ج- درجة نعومة الإسمنت.
- د- درجة الحرارة ونسبة الرطوبة بالجو.

يتم قياس زمن الشك الابتدائي وزمن الشك النهائي باستخدام جهاز فيكات المبين بالشكل رقم (8) حسب المواصفات الأمريكية (ASTM CI87)

#### 4- مقاومة الإسمنت:

تعد مقاومة الإسمنت للضغط عالية مقارنة مع مقاومته للشد، يتم تحديد مقاومة الإسمنت للضغط عن طريق عمل خلطة قياسية باستخدام الإسمنت والرمل بنسبة 1 إسمنت: 3 رمل (بالوزن) مع إضافة ماء بنسبة 10% من وزن الإسمنت والرمل، ويتم صبها بقوالب مكعبة الشكل، طول ضلعها 7.07 ملم (أي مساحة سطح المكعب تساوي 50 ملم مربع)، ويتم كسر هذه المكعبات بعد 3، 7، 28، 3 يوم، ويتم حساب مقاومة الضغط بعد كسرها عن طريق قسمة مقدار قوة الكسر على مساحة سطح المكعب. يجب أن لا تقل عن (15 نيوتن/ لكل ملم مربع بعد 3 أيام، وعن 23 نيوتن لكل ملم مربع بعد 7 أيام، وقد تختلف هذه القيم اعتمادا على نوع الإسمنت).



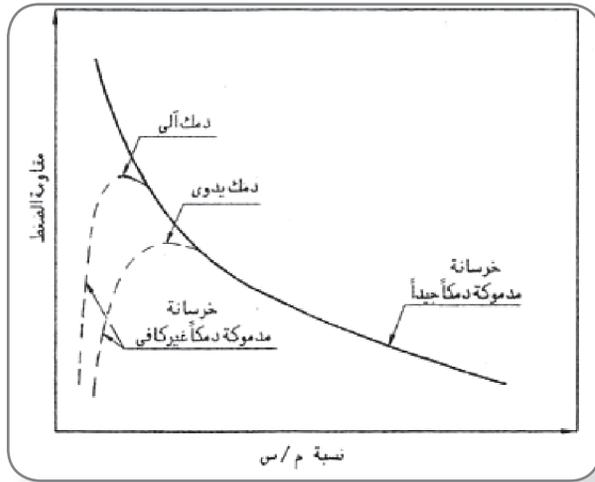
شكل 8 جهاز فيكات

ملاحظة: بعض أنواع الإسمنت يتم كتابة مقدار مقاومتها على أكياس الإسمنت الموردة للموقع.

## أهمية الماء في الخرسانة:

- يمثل ماء الخلط أحد العناصر المهمة والأساسية في صناعة الخرسانة، ويقوم الماء بالوظائف الآتية:
- ✘ يعمل الماء على التفاعل مع الإسمنت لتشكيل المونة الإسمنتية، ويعمل أيضاً على بلل الركام بالماء؛ مما يؤدي إلى امتصاص الركام لبعض الماء، وكذلك يعطي الماء درجة من الليونة إلى الخليط.
- ✘ يستخدم الماء أيضاً لغسل الركام قبل عملية الخلط للمحافظة على نظافة الركام.
- ✘ يعطي الماء درجة من الليونة للخلطة الخرسانية، وهو يساعد على تحسين درجة تشغيل الخرسانة الطازجة أثناء الخلط والنقل والصب.

يستعمل الماء في عملية سقاية أو معالجة الخرسانة بعد عملية صبها للمحافظة على الماء الموجود داخل الخلطة لإتمام عملية التفاعل بين الإسمنت والماء التي تستمر لفترة طويلة بعد صب الخرسانة. يعبر عن كمية ماء الخلط عادة بنسبة الماء إلى الإسمنت بالخلطة (W/C) (water cement ratio) وهي النسبة بين وزن الماء إلى وزن الإسمنت بالخلطة الخرسانية. وتعد نسبة الماء إلى الإسمنت مهمة جداً في خواص الخرسانة الطازجة ومقاومة الخرسانة الجافة، حيث إنه كلما زادت نسبة الماء إلى الإسمنت تقل مقاومة الخرسانة الجافة، بينما تتحسن درجة تشغيل الخرسانة الطازجة، والشكل رقم 9 يبين العلاقة بين نسبة الماء إلى الإسمنت ومقاومة الضغط للخرسانة.



شكل 9: العلاقة بين مقاومة الضغط ونسبة الماء إلى الإسمنت.

إن كمية الماء اللازمة للتفاعل بين الإسمنت والماء تتراوح بين 25% - 30% من وزن الإسمنت. فإذا استعملنا هذه الكمية فقط لاحظنا أن الخرسانة الناتجة تكون جافة القوام، ويصعب خلطها ونقلها وصبها ودمكها، لهذا السبب نضيف كمية أكثر من الماء لتسهيل عملية تشغيل الخرسانة وصبها، وقد يصل الماء إلى الإسمنت من 40% - 70% حتى تكون الخرسانة لدنة القوام وقابليتها للتشغيل سهلة. أما إذا زادت كمية الماء أكثر فإن هذه المياة تتبخّر بعد جفاف الخرسانة، وتترك فراغات داخل خرسانة؛ مما يؤدي إلى إضعاف مقاومة الخرسانة الجافة.

## خواص الماء المستخدم في عملية الخلط:

- ✘ يجب أن يكون الماء خالياً من الشوائب على اختلاف أنواعها.
- ✘ خالياً من الأملاح والأحماض والمواد العضوية
- ✘ أن يكون خالياً من الطين والمواد الرسوبية لأن كل هذه الشوائب تؤثر على قوة الخلطة الخرسانية وتضعف من مقاومتها.
- ❖ بشكل عام يعد الماء الصالح للشرب صالحاً للاستعمال في خلط الخرسانة، لكن يسمح أحياناً باستعمال مياه غير صالحة للشرب شريطة إجراء فحوصات على الخرسانة، ودراسة أثر المياه غير الصالحة للشرب على مقاومة الخرسانة، ومقارنة النتائج مع استعمال مياه صالحة للشرب بنفس نسب الخلط.
- ❖ يمنع استخدام المياه إذا كانت تحتوي على نسبة كلوريدات ذائبة بالماء تزيد عن 0.5 غم / لتر، أو إذا زادت نسبة الأملاح والمواد العالقة بمجموعها عن 2 غم / لتر، كما لا يسمح باستخدام مياه البحر في خلط الخرسانة ومعالجتها؛ لأنها تؤثر على مكونات الخرسانة وعلى حديد التسليح.

## المواد الإضافية (Admixtures):

تعرف المواد الإضافية للخرسانة بأنها أيّة مادة تضاف إلى الخرسانة أثناء الخلط أو بعده خلافاً للإسمنت والركام والماء. هذه المواد تضاف إلى تحسين خواص الخرسانة الطازجة أو الجافة، مثل تسهيل عملية نقل الخرسانة وصبها، أو تقليل كمية ماء الخلط، أو منع نفاذية الخرسانة الجافة للماء، أو زيادة سرعة التفاعل بين الإسمنت والماء أو غيرها. تكمن أهميّة هذه المواد في إعطاء الخرسانة مواصفات خاصة تتناسب مع الاستعمال والظروف الجوية المختلفة.

معظم المواد الإضافية محضرة من مواد كيميائية ومسجلة تحت أسماء تجارية، وتستهمل بكميات قليلة، وقد زاد استخدامها بالسنوات الأخيرة، لأنها أعطت نتائج جيدة لخواص الخرسانة، يشترط أثناء استعمالها أن لا يكون لها آثار سلبية على الخرسانة أو حديد التسليح، ويجب تحديد الحد الأقصى المسموح به من كل نوع كنسبة مئوية من وزن الإسمنت.

## أنواع المواد الإضافية واستخدامات كل منها:

تصنف المواد الإضافية حسب استعمالها إلى عدة مجموعات حسب الغرض من استخدامها:

- 1- مواد إضافية لتحسين قابلية التشغيل وتقليل كمية ماء الخلط (مواد مليئة) (plasticizers, super plasticizers and water reducers)، حيث تعمل هذه المواد على تشتيت الحبيبات بعضها عن بعض، وبالتالي تزداد قابلية التشغيل للخرسانة الطازجة وتصبح حركة الحبيبات سهلة، ومعظم هذه المواد تكون على شكل سائل تضاف للخلطة الخرسانية أثناء عملية الخلط، ومن الأمثلة على هذه المواد أملاح الكربوهيدرات والمواد العضوية المعالجة بمادة السلفونيك، تضاف للخلطة أثناء الخلط؛ وذلك لتسهيل قابلية التشغيل للخرسانة دون الحاجة إلى إضافة ماء زائد للخلطة الخرسانية.

2- مواد إضافية حابسة للهواء: وهي عبارة عن مواد تضاف للإسمنت أثناء صناعته أو بعض طحنه، أو إلى الخرسانة أثناء عملية الخلط، بحيث تعمل على حبس الهواء داخل الخرسانة، وهذا بدوره يعمل على ما يلي:

✂ تحسين قابلية التشغيل.

✂ تقليل كثافة الخرسانة.

✂ تقليل مقاومة الخرسانة.

✂ تقليل خاصية النضج والانفصال الحبيبي بين مكونات الخرسانة.

3- مواد إضافية تعمل على تقليل زمن الشك: تعمل هذه المواد على زيادة سرعة التفاعل بين الإسمنت والماء؛ وبالتالي تقليل مدة زمن الشك؛ مما يؤدي إلى زيادة المقاومة المبكرة للخرسانة، وتستعمل هذه المواد عند صب الخرسانة بدرجات الحرارة المنخفضة والأجواء الباردة لزيادة سرعة التفاعل.

4- مواد إضافية تعمل على زيادة زمن الشك: وهي مواد مبطئة لسرعة التفاعل بين الإسمنت والماء، مثل الجبس الذي يضاف للإسمنت لمنع حدوث الشك السريع (الوميض)، وتعمل هذه المواد على إبطاء زمن شك للإسمنت، وتقليل معدل اكتساب المقاومة، وتستعمل هذه المواد عند نقل الخرسانة من المصنع إلى أماكن بعيدة تحتاج إلى مدة زمنية تزيد عن 45 دقيقة.

5- مواد إضافية تمنع نفاذية الماء داخل الخرسانة، وتقسم هذه المواد إلى نوعين:

✂ مواد طاردة للماء، بحيث تعمل على طرد الماء الزائد عن التفاعل مع الإسمنت، وبالتالي تقلل من الفراغات داخل الخرسانة؛ وهذا يؤدي إلى زيادة مقاومة الخرسانة الجافة لنفاذية الماء من خلالها.

✂ مواد مألئة للفراغات، بحيث تعمل على التفاعل مع الإسمنت لتشكيل مادة جيلاينية تملأ الفراغات داخل الخرسانة مثل: سيليكات الصوديوم والبوتاسيوم، وتستعمل هذه المواد عند صب خزانات المياه والآبار وبرك الماء لمنع تسرب الماء من خلالها.

6- مواد مساعدة لمعالجة الخرسانة: وتستعمل هذه المواد في عملية معالجة (سقاية) الخرسانة بعد صبها من خلال الاحتفاظ بكميات من الماء الحر بالعجينة الإسمنتية لإتمام عملية التفاعل بين الإسمنت والماء، ويتم ذلك من خلال تغطية سطح الخرسانة بعد صبه بطبقة من البيتومين أو البرافين، أو مواد غير منفذة للماء، تعمل على حفظ الماء داخل الخرسانة؛ وبالتالي لا نحتاج لسقاية الخرسانة بعد صبها.

7- مواد إضافية مضادة للبكتيريا: تستعمل في صب أرضيات وحوائط مصانع الأدوية والمواد الغذائية وتعمل على منع تكاثر الكائنات الحية الدقيقة على سطح الخرسانة.

8- مواد إضافية ملونة للخرسانة، وهي عبارة عن أكاسيد معدنية وغيرها، تكون خاملة كيميائياً بألوان مختلفة، تضاف بنسبة قد تصل إلى 10% من وزن الإسمنت لإعطاء ألوان خاصة للخرسانة.

### نشاط(1):

يقوم الطلبة بزيارة أحد مصانع الخرسانة للتعرف على المواد الإضافية الأكثر استعمالاً للخرسانة في بلادنا، والتعرف على ميزات استخدام هذه المواد على كل من الخرسانة الطازجة والجافة، والتعرف على الأسماء التجارية لها، والشركات المصنعة لها، والكميات التي تضاف على المتر المكعب (الكوب) من الخرسانة.

### نشاط (2):

يقوم الطلاب بجمع بعض الكاتالوجات للمواد الإضافية من محلات بيع وتوزيع هذه المواد؛ للتعرف على خواص كل منها واستعمالاتها، ومناقشة ذلك مع مدرس المادة.

### أسئلة:

- 1- ما الإسمنت؟ من أين يتم الحصول عليه؟ وما مكوناته؟
- 2- كم نوعاً من الإسمنت في فلسطين؟
- 3- ما طرق تصنيع الإسمنت؟
- 4- ماذا نعني بزمن الشك؟
- 5- ماذا نسمي خليط الماء والإسمنت؟

## 5 - 2 الموقف التعليميّ التعلّميّ: صناعة الخرسانة

وصف الموقف التعليمي: طلب مستثمر فلسطيني من مختبر هندسي عمل دراسة حول كيفية تصنيع الخرسانة في فلسطين والمراحل التي تمر بها هذه العملية.

خطوات العمل	الوصف	المنهجية / استراتيجية التعلم	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	أجمع البيانات من المستثمر عن نوع الخرسانة المطلوبة في عملية البحث. أجمع البيانات عن المصانع الموجودة في فلسطين والمختصة بصناعة الخرسانة.	البحث العلمي. الحوار والمناقشة. مجموعات عمل ثنائية.	المستثمر كاتالوجات لأنواع الخرسانة قرطاسية
أخطّط وأقرّر	تصنيف البيانات لعدد المصانع المراد زيارتها تحديد خطوات العمل ووضع مقترحات بديلة في حالة عدم الوصول لمصنع ما. إعداد جدول زمني للتنفيذ.	الحوار والمناقشة مجموعات عمل ثنائية. العصف الذهني.	الوثائق وتشمل كاتالوجات ونشرات وصور عن المصانع التي تم اختيارها. الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	الذهاب إلى موقع المصنع أو المصانع التي تم اختيارها مع كل ما يلزم لجمع وتسجيل البيانات بعد الاتفاق مع المستثمر.	التعلم التعاوني. الحوار والمناقشة.	قرطاسية. حاسوب.
أنتحقّق	التحقق من اختيار المصنع المناسب لعملية البحث وإعداد التقرير {العمل} المطلوب.	الحوار والمناقشة. مجموعات عمل ثنائية. العصف الذهني.	حاسوب يتضمن برامج خاصة عن المراحل التي تمر بها صناعه الخرسانة.
أوثّق وأقّدم	توثيق المعلومات التي تم جمعها من المصانع المعتمدة عن تصنيع الخرسانة ووضع آلية لاختيار البيانات الصحيحة بما يتوافق مع المواصفات والمعايير.	التعلم التعاوني. مجموعات عمل ثنائية. حوار ومناقشة.	حاسوب وأجهزة عرض للصور والبيانات التي تم جمعها من مختلف المصانع التي تم اختبارها.

نماذج التقويم. طلب المستثمر	الحوار والمناقشة. البحث العلمي. المواصفات والمعايير.	رضا المستثمر وموافقته على الجداول والبيانات التي تم تقديمها له على شكل تقرير.	أقوم
--------------------------------	--	---	------

### ☆ أسئلة:

- 1- ماذا نعني بالخرسانة؟
- 2- ما الفرق بين الخرسانة المسلحة والعادية؟
- 3- بكم طريقة يتم صناعة الخرسانة؟
- 4- ما مواصفات ماء الخلط الجيد؟
- 5- أيهما تفضل الطريقة الرطبة أم الجافة في صناعة الخرسانة؟ ولماذا؟

### ✋ نشاط:

يقوم الطلاب بزيارة أحد مصانع الخرسانة القريبة؛ وذلك للتعرف على المواد الأساسية التي تدخل في صناعة الخرسانة، والتعرف كذلك على أنواع المواد الإضافية الأكثر استعمالاً في الخرسانة في بلادنا، والتعرف على ميزات وأسباب استخدام هذه المواد والكميات التي تضاف على المتر المكعب (كوب) من الخرسانة.

### 📖 أتعلم

## صناعة الخرسانة

تمر صناعة الخرسانة بثلاث مراحل رئيسية تبدأ بمرحلة الإعداد والتنحضير أو مرحلة ما قبل الصب، تليها مرحلة الصب، وبعدها تأتي مرحلة التصلد أو مرحلة ما بعد الصب. الشكل رقم (10) يبين خطوات كل مرحلة من مراحل صناعة الخرسانة ابتداء من اختيار مكونات الخرسانة وانتهاء بفك الطوبار وإزالته.

### صناعة الخرسانة

المرحلة الأولى	المرحلة الثانية	المرحلة الثالثة
مرحلة الإعداد والتنحضير (مرحلة ما قبل الصب)	مرحلة الصب	مرحلة التصلد (ما بعد الصب)
1. اختيار المكونات وتصميم الخلطات	1. الخلط	1. المعالجة
2. تخزين المواد الخام	2. النقل	2. إزالة الطوبار
3. إعداد الطوبار	3. الصب	
4. تحضير الكميات والخلطات.	4. الدمك	
	5. الإنهاء	

شكل (10) مراحل صناعة الخرسانة

## ◆ المرحلة الأولى: مرحلة الإعداد والتحضير (مرحلة ما قبل الصب):

تتضمن هذه المرحلة:

### اختيار المكونات وتصميم الخلطات:

تشمل اختيار الركام المناسب للخرسانة بعد إجراء عدة اختبارات عليه، وتحديد الركام الأفضل، واختيار نوع الإسمنت المناسب، وتحديد نسب الخلط من إسمنت ورمل وحصمة وكمية الماء؛ لإعطاء خرسانة ذات مواصفات معينة بالحالة الطازجة، وبالحالة الجافة

### تخزين المواد الخام

عند تخزين الإسمنت يجب مراعاة ما يأتي:

- أ. يخزن الإسمنت المعبأ بأكياس في مستودعات معزولة عن الرطوبة، بينما يخزن الإسمنت السائب في صوامع مغلقة.
  - ب. وضع أكياس الإسمنت على أرضيات خشبية مرتفعة عن الأرض من 10 - 15 سم.
  - ج. أن تكون الأكياس بعيدة عن الحوائط بمسافة لا تقل عن 15 سم.
  - د. يمنع استخدام الإسمنت إذا مر عليه أكثر من 6 أشهر للإسمنت المعبأ في صوامع، أو 3 أشهر للأكياس إلا بعد إجراء فحوصات عليه.
  - هـ. يمنع استخدام الإسمنت الذي تصلبت حبيباته، أو وصلته الرطوبة أثناء تخزينه.
- عند تخزين الركام يجب فصل الركام الكبير عن الركام الصغير وقد يحتاج الأمر أحياناً إلى صب حوائط وفواصل بين كل نوع من أنواع الركام كما هو الحال في مصانع الخرسانة، والشكل رقم (11) يبين ذلك.



شكل رقم (11) تخزين الركام في مصانع الخرسانة

### إعداد الطوبار:

يجب أن يكون الطوبار قويا ومتينا بدرجة كافية لتحمل القوى والأحمال الواقعة عليه أثناء الصب والدمك. يستعمل خشب الطوبار على شكل ألواح ومرارين، وتستعمل أيضاً الجككات والمواسير المعدنية لدعم الطوبار، وتستعمل مواد أخرى مثل ألواح الساندويش أو الألواح المعدنية، أو قوالب البلاستيك أو غيرها لأعمال الطوبار، والشكل رقم (12) يبين بعض هذه المواد.



طوبار باستخدام الخشب



طوبار باستخدام الخشب و مواسير و جكات



طوبار باستخدام ألواح معدنية

### تحضير الكميات والخلاطات:

يتم تحضير الكميات اللازمة من المواد الأولية اعتماداً على تصميم الخلطات الخرسانية، وتحضير الخلاطات اللازمة للخلط إذا كان الخلط ميكانيكياً أو العبوات والأوعية التي سيتم الخلط بها إذا كان الخلط يدوياً. تحدد كميات الخلط إما بالحجم أو بالوزن، وعادة يستعمل الوزن للإسمنت، حيث يحتوي كل كيس إسمنت على 50 كغم، بينما يستعمل الحجم للحصمة والرمل للأعمال الصغيرة، ويستعمل الوزن للأعمال الكبيرة في مصانع الخرسانة. تكال الخرسانة عادة بالحجم (متر مكعب أو كوب)، ويزن المتر المكعب الواحد من الخرسانة العادية ما بين 2350-2450 كغم.

حيث تشمل هذه المرحلة عملية خلط الخرسانة، ونقلها، وصب الخرسانة في مواقعها، ودمكها (دكها)، وعملية إنهاء الصب. وتشمل هذه المرحلة مرحلة التصلد ومعالجة الخرسانة وإزالة الطوبار.

### ◆ المرحلة الثانية (مرحلة الصب):

تعد هذه العملية من أهم المراحل التي تمر بها صناعة الخرسانة؛ لأنّ خواص الخرسانة الجافة ومقاومتها تعتمد على هذه المرحلة، **حيث تشمل هذه المرحلة ما يأتي:**

1- **الخلط:** إما أن يكون يدوياً أو باستخدام خلاطات ميكانيكية، ولا يفضل استخدام طريقة الخلط اليدوي بسبب عدم تجانس الخليط.

◆ **الخلط:** إما أن يكون يدوياً أو باستخدام خلاطات ميكانيكية، ولا يفضل استخدام طريقة الخلط اليدوي بسبب عدم تجانس الخليط.

أ- **الخلط اليدوي:** حيث كان شائع الاستعمال قديماً؛ لعدم وجود خلاطات ميكانيكية، أمّا اليوم وبوجود الخلاطات فإنّه يمنع خلط الخرسانة يدوياً، إلا في حالات استثنائية، **بحيث يؤخذ بعين الاعتبار الأمور الآتية:**

✘ أن يكون مكان الخلط نظيفاً وخالياً من الأتربة والطين.  
✘ عدم السماح للماء بالتسرب من موقع الخلط؛ لأنّ ذلك يسبب فقد المونة الإسمنتية، التي تُعدّ الرابط الرئيسي في الخرسانة.

- استعمال مجرفة ذات يد طويلة لتقليل الجهد المبذول أثناء عملية الخلط.
- رشّ مكان الخلط بالماء.
- تنظيف الأرضية (مكان الخلط).



الخلط اليدوي للخرسانة

ب. **الخلط الميكانيكي:** حيث يتكوّن الخلّاط عادة من أسطوانة الخلط (الجرة)، التي يوجد بداخلها بعض الريش، أو الألواح للمساعدة في عملية الخلط.

إما أن يكون الخلّاط صغيراً، ويستخدم في موقع العمل، أو أن يكون كبيراً، ويستخدم في المصنع.

#### الأمر التي يجب مراعاتها عند عملية الخلط الميكانيكي:

- يجب أن تكون كمّيّة الخليط مناسبة مع سعة الخلّاط المستخدم.
- المحافظة على تجانس الخليط، وذلك من خلال خلطها بطريقة صحيحة وكافية.
- تنظيف الخلّاط بعد كل عملية خلط للخرسانة، وعمل صيانة بشكل دوري للمحافظة على الخلّاط.
- زيادة نسبة الرمل والإسمنت في الخلطة الأولى، وذلك بسبب أن جزءاً من الخليط يلتصق بالخلّاط من الداخل.
- يجب ترتيب عملية إدخال المواد إلى الخلّاط بدءاً من الركام الكبير، ومن ثمّ الركام الناعم، وبعدها الإسمنت، مع كمّيّة قليلة من الماء، وبعد ذلك يتم إضافة الماء المتبقي اللازم لعملية الخلط.
- إفراغ حمولة الخلّاط في الوقت المناسب والحرص على عدم تأخيرها.
- عدم إضافة أية كمّيّة من الماء بعد خروج الخرسانة من الخلّاط.

❖ نقل الخرسانة: هنالك عدة طرق لنقل الخرسانة إلى موقع الصبّ، منها عربة ذات عجل واحد، أو عربة ذات عجلين، أو السيور الناقلة والمواسير أو المجاري الخشبيّة أو المعدنيّة، وكذلك الونشات والروافع، وأيضاً عربات النقل من الخلاط المركزي إلى موقع العمل، ومضخّات الخرسانة، والخلاطات المحمولة على سيارات نقل الخرسانة.

❖ جميع هذه الطرق تعتمد على إيصال الخرسانة إلى موقع الصبّ في الوقت المحدّد، وعدم تأخيرها خوفاً من فقدان الخرسانة لمقوماتها وقوتها وصلابتها بعد عمليّة الصبّ.



خلاط كبير للخرسانة



خلاط صغير للخرسانة

❖ **صب الخرسانة:** حيث تعدّ هذه العمليّة من المراحل المهمّة؛ لأنها تؤثر على خصائص ومواصفات الخرسانة الجافّة ومقاومتها النهائيّة.

#### الأمور الواجب مراعاتها قبل عمليّة الصبّ:

- 1- التأكد من سلامة الطوبار.
- 2- تنظيف موقع الصبّ.
- 3- رش موقع الصبّ بالماء.
- 4- التدقيق النهائيّ لكميّات الحديد الموضوعّة، والتأكد من تربيطها بشكل جيد.

❖ دمك الخرسانة (رج الخرسانة): من التأكد أن تكون هذه العمليّة أثناء عمليّة صبّ الخرسانة؛ وذلك لضمان الترابط الجيد بين الخرسانة وحديد التسليح، وتعمل هذه العمليّة على إخراج فقاعات الهواء من الخرسانة.

#### طرق دمك الخرسانة (رج الخرسانة):

- 1- الدمك اليدوي: حيث تعتمد هذه العمليّة على استخدام أدوات بسيطة في عمليّة الرجّ، مثل قضبان الحديد أو القطع الخشبيّة.
- 2- الدمك الميكانيكيّ: وتتم هذه العمليّة باستخدام رجّاجات تعمل إمّا بالسولار أو البنزين، ومن أهمّ هذه الرجّاجات (رجّاج الإبرة) الذي هو عبارة عن رجّاج مرتبط بخراطوم يتم غرزه داخل الخرسانة أثناء عمليّة الصبّ.

## استخدام عملية الدمك (الرجّ) تُحقّق لنا ما يأتي:

زيادة مقاومة الخرسانة للضغط، وزيادة كثافة الخرسانة، وزيادة مقاومة الخرسانة لنفاذ الماء، وزيادة مقاومة الخرسانة للعوامل الجوية، وزيادة التماسك بين الحديد والخرسانة، وكذلك الحصول على سطح أملس عند انتهاء عملية الرجّ.

## دمك الخرسانة ميكانيكياً باستخدام الرجّاج



❖ **الإنهاء والتشطيب:** حيث تهتم هذه العملية بالشكل النهائي للخرسانة من حيث المنظر الجمالي وإضافة مواد خاصة لسطح الخرسانة مثل البزرة، أو دهان سطح الخرسانة باللون المناسب.

## ❖ المرحلة الثالثة (مرحلة ما بعد الصب):

❖ **المعالجة:** يقصد بمعالجة الخرسانة سقاية (إيناع) وغمرها بالماء بعد صبها وبداية تصلبها، وتعد المعالجة ضرورية لإتمام عمليات التفاعل بين الإسمنت والماء، وبالتالي لإكساب مقاومة ومتانة للخرسانة، وقد بينت التجارب أن عدم معالجة الخرسانة تضعف من مقاومتها، وتعد المعالجة بالأيام الأولى بعد الصب ضرورية جداً؛ لأنّ عدم معالجة الخرسانة وسقايتها يؤدي إلى تشققات بالخرسانة الجافة. وهذه التشققات تضعف مقاومة الخرسانة، وتقلل من عمر الخرسانة، وتسبب مشاكل إضافية للمنشأ، منها صدأ حديد التسليح وغيره. تعتمد مدة معالجة الخرسانة على نوع الإسمنت وعلى درجة حرارة الجو ونسبة الرطوبة وبشكل عام تنص بعض المواصفات على معالجة الخرسانة لمدة لا تقل عن 14 يوماً.

## طرق المعالجة:

- 1- الرش بالماء مرتين إلى ثلاث مرات باليوم.
- 2- طريقة التغطية (تغطية الخرسانة بالخيش أو القماش، ورشه بالماء للمحافظة على الرطوبة أثناء المعالجة.

3- طريقة الغمر بواسطة الأحواض مثل معالجة البلاط، ويكون ذلك بعمل أحواض خاصّة حول الخرسانة وغمرها بالماء.

4- طريقة التغطيّة بمواد غير منفذة للماء، حيث تعمل على منع تبخر الماء من داخل الخرسانة.

5- طريقة المعالجة بالبخار، وتستعمل عادة بالمصانع الكبيرة للخرسانة الجاهزة والخرسانة المسبقة الصّب.

❖ **إزالة الطوبار وفكّه:** يتم إزالة الطوبار بعد اكتساب الخرسانة جزءاً من مقاومتها، ويمكن الاسترشاد بالجدول الآتي للمدة المسموح بها فك الطوبار:

معدّل درجة الحرارة (درجة مئوية)				البحر الفعال	الأعضاء الخرسانيّة
5 فما دون	5 - 10	10 - 21	21 فما فوق		
عمر الخرسانة بالايام					
7	5	3	2	----	الجدران والأعمدة غير الحاملة
9	7	6	5	----	الجدران والأعمدة وجميع الأعضاء التي تحمل أحمالاً رأسيّة فقط
21	14	10	7	أقل من 3	الأسقف
28	21	14	10	3 - 6	
28	28	21	14	أكبر من 6	
28	21	14	10	أقل من 3	الجيّسور
28	28	21	14	3 - 6	
28	28	28	21	أكبر من 6	

البحر الفعال: هو أقصر مسافة بين محاور الركائز المؤقتة أو الدائمة.

## 5 - 3 الموقف التعليمي التعليمي الثالث: خواص الخرسانة الطازجة

وصف الموقف: حضر مواطن لمكتب هندسي يريد صبّ عقدة بيته، وطلب إرشادات للحصول على خرسانة مطابقة للمواصفات؛ وذلك للحصول على خرسانة قوية للعقدة.

### العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصّفيّ	المنهجية (إستراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصّفيّ
أجمع البيانات، وأحلّها	أجمع البيانات عن موقع البيت ونوع العنصر المراد صبه من المواطن. أجمع البيانات عن الطريق المؤدية للبيت. أجمع المعلومات عن أنواع الخرسانة ومواصفاتها من الكتب.	التعلّم التعاوني. الحوار والمناقشة.	القرطاسية. حاسوب وبرامج للرسم الاستعانة بالإنترنت.
أخطّط، وأقرّر	مناقشة المعلومات التي تمّ الحصول عليها من صاحب البيت ومن الكتب المتوفرة حول أنواع الخرسانة.	التعلّم التعاوني. الحوار والمناقشة.	نموذج جمع المعلومات نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام.
أنفّذ	القيام باحتياطات الأمن والسلامة من إرتداء حذاء واقٍ، وقبعة تقي من حر الشمس. القيام بزيارة ميدانية للبيت. رسم البيت والأعمدة الموجودة على الورق وتسجيل أبعادها. العودة إلى المكتب، ورسم ما تمّ قياسه في الميدان. إجراء العمليات الحسابية على الحاسوب لحساب كمّيات ونوع الخرسانة اللازمة. اختيار الخرسانة المناسبة للصب.	التعلّم التعاوني. الحوار والمناقشة. العصف الذهني.	البيانات التي تمّ جمعها عن الوضع القائم للبيت. حاسوب وبرامج إنشائية لحساب الحديد اللازم والخرسانة اللازمة للعقدة
أتحقّق	إعادة التّحقّق والتأكد من مطابقة نوع وكمية الخرسانة مع المعلومات المقاسة من الموقع.	التعلّم التعاوني. الحوار والمناقشة.	وثيقة القياس، الحاسوب أو آلة لإجراء العمليات الحسابية.

العمليات الحاسوبية المنجزة مطبوعة على الورق.	التعلم التعاوني. الحوار والمناقشة.	توثيق نتائج العمل وإنشاء ملفات خاصة بالمهمة.	أوثق، وأقدم
ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم.	التعلم التعاوني. الحوار والمناقشة. العصف الذهني.	المقارنة بين الحلول الفنية المختلفة التي تم اختيارها لطريقة الرسم. تلخيص العمل والعملية التعليمية والتفكير بها ملياً.	أقوم

### ☆ أسئلة:

- 1 - هل يجوز إضافة الماء لتصبح درجة تشغيل الخرسانة عالية جداً؟
- 2 - كيف يمكن الحصول على خرسانة ذات صلابة عالية؟
- 3 - ما مدى تأثير حجم الركام المكوّن للخرسانة على صلابتها؟

👉 نشاط: جد كميات الركام والإسمنت والماء لعمل 1 م 3 خرسانة لصب الأعمدة.

📖 اتعلم: خواص الخرسانة

👉 نشاط: جد كمية الإسمنت اللازمة لعمل عينة من الخرسانة ضعف صلابة عينة أخرى مع ثبات كميات الركام.

## خواص الخرسانة الطازجة

تمر الخرسانة بعد خلطها بثلاث مراحل يطلق على الأولى الخرسانة الطازجة، والثانية الخرسانة الخضراء، والأخيرة الخرسانة الجافة، فالخرسانة الطازجة: هي الخرسانة حديثة الخلط التي لم تشك، ولم تتماسك بعد، بينما الخرسانة الخضراء: هي التي تمّ صبها ولم تتصلّب بعد، بينما الخرسانة الجافة: هي الخرسانة المصبوبة والمتصلبة القادرة على تحمل القوى والإجهادات.

يلزم التعرف على خصائص الخرسانة الطازجة؛ لأنّ هذه الخصائص تؤثر على خصائص الخرسانة الجافة. ويجب أن تمتاز الخرسانة الطازجة بالسهولة المناسبة للخلط والنقل والصبّ والدمك دون حصول انفصال حبيبي للركام، أو دون تسرب للماء والمونة الإسمنتية من خلال الخرسانة.

### تنوقف خصائص الخرسانة الطازجة على:

- 1- السهولة التي يمكن تحريك الخرسانة في الحالة الطازجة.
- 2- التماسك بين مكونات الخرسانة أثناء الصبّ.

يمكن تصنيف خصائص الخرسانة الطازجة إلى ما يأتي:

- 1- القوام ودرجة التشغيل (Consistency and workability).
- 2- الانفصال الحبيبي (Segregation).
- 3- النضح (النزف) (التدميع) (Bleeding).

### قوام التشغيل ودرجته

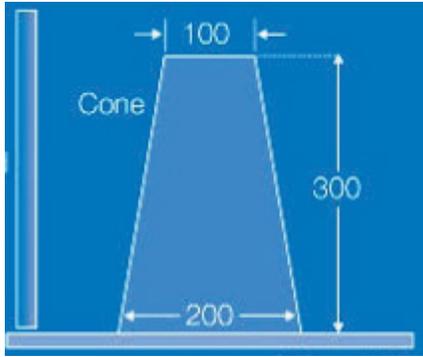
يعبر قوام الخرسانة الطازجة عن درجة بلل الخرسانة، وتصنّف الخرسانة حسب قوامها إلى:

- أ- خرسانة جافة القوام.
- ب- خرسانة صلبة القوام.
- ج- خرسانة لدنة القوام.
- د- خرسانة مبتلة القوام.
- و- خرسانة رخوة القوام.

يتم فحص وتحديد قوام الخرسانة الطازجة بعدة طرق نذكر منها:

### أ- فحص الهبوط أو التهدل (Slump Test)

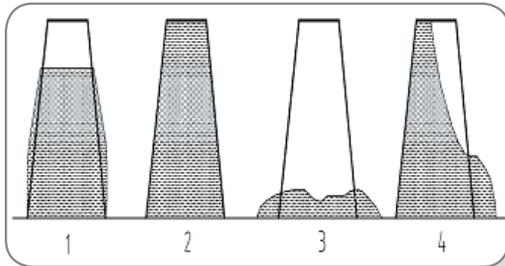
وهومن أكثر الفحوصات انتشاراً، يتم عمل الفحص باستخدام مخروط ناقص معدني ذي أبعاد قياسية، كما في الشكل رقم 18.



شكل (18) أبعاد قالب فحص الهبوط

يملأ المخروط الناقص على 3 طبقات، بحيث تكون فتحته الكبيرة إلى الأسفل، والفتحة الصغيرة إلى الأعلى، وتدمك كل طبقة بواسطة قضيب الدمك. وبعد ذلك يرفع المخروط بشكل رأسي إلى أعلى فتهدل الخرسانة الطازجة، ويوضع المخروط بجانبها مقلوباً من أسفل

إلى أعلى، ويقاس هبوط الخرسانة الطازجة. والشكل رقم 19 يُبيّن أشكال الهبوط وأنواعه حسب قوام الخرسانة.



شكل رقم 19

- 1- هبوط قصّ.
- 2- لا يوجد هبوط (خلطة جافة).
- 3- هبوط حقيقي (خلطة لدنة).
- 4- هبوط انهيار (خلطة رخوة).

والجدول الآتي يُبيِّن تصنيف الخرسانة الطازجة حسب مقدار الهبوط:



الهبوط (ملم)	قوام الخرسانة
20 - 0	جافّ - Dry
40 - 10	صلب - Stiff
120 - 30	لدن - Plastic
200 - 100	مبتلّ - Wet
220 - 180	رخو - Floppy

والجدول الآتي يُبيِّن الهبوط المناسب للخرسانة حسب نوع العناصر الإنشائية المختلفة:

الهبوط (ملم)	نوع المنشأ
10	الوحدات الخرسانيّة جاهزة الصّبّ (الدمك بالاهتزاز)
25	الطرق الخرسانيّة والأساسات (الدمك بالاهتزاز)
50	الأعمال الخرسانيّة المسلّحة (الدمك بالاهتزاز)
60	الطرق الخرسانيّة (الدمك بغير الاهتزاز)
150 - 75	الأعمال الخرسانيّة المسلّحة والعاديّة (الدمك بغير الاهتزاز)
175 - 100	الخرسانة المسلّحة متشابكة حديد التسليح (الدمك بغير الاهتزاز)

نشاط: 

المطلوب عمل عدة خلطات خرسانيّة بكميّات ماء مختلفة، وفحص الهبوط للعينات، وملاحظة أثر كمّيّة الماء على الهبوط.

ومن الفحوصات الأخرى التي تجرى لقياس القوام:

1- فحص الانسياب.

2- فحص الاختراق باستخدام كرة كيلبي.

أنواع الخرسانة الطازجة حسب درجة تشغيلها:

1- خرسانة ذات درجة تشغيل منخفضة جداً.

2- خرسانة ذات درجة تشغيل منخفضة.

3- خرسانة ذات درجة تشغيل متوسطة.

4- خرسانة ذات درجة تشغيل عالية.

❖ في حال عدم توفر مخروط الهبوط يمكن زيارة أحد المختبرات الهندسيّة للاطلاع على إجراء التجربة.

يتم قياس درجة تشغيل الخرسانة الطازجة بعدة طرق، نذكر منها:

- أ- فحص عامل الدمك .
- ب- فحص إعادة التشكيل بالرجّ (طريقة باوزر)
- ج- فحص إعادة التشكيل بالاهتزاز (طريقة في بي).

والجدول الآتي يُبيّن درجات التشغيل المناسبة حسب استعمال الخرسانة، ومقدار عامل الدمك والهبوط المناسب لكل منها:

### درجات القابلية للتشغيل وعامل الدمك المقابل لها

استعمالات الخرسانة	عامل الدمك	الهبوط (ملم)	درجة القابلية للتشغيل
خرسانة الطرق مدموكة بالاهتزاز والجسور مسبقة الصّب	0.85 – 0.78	صفر – 20	منخفضة جداً (Very low)
خرسانة الطرق المدموكة بآلات التسوية أو الأجهزة اليدويّة، الخرسانة الكتلية للأساسات، الخرسانة المسلّحة ذات المقاطع البسيطة المدموكة بالاهتزاز.	0.92 – 0.85	50 – 20	منخفضة (Low)
الخرانة المسلّحة الثقيلة والمدموكة من دون اهتزاز	0.95 – 0.92	100 – 50	متوسّطة (Medium)
خرسانة ذات تسليح متشابك، الأعمال الخرسانيّة صعبة الصّب، ولا تستخدم قطعاً إذا كان الدمك بالاهتزاز.	أكثر من 0.95	150 - 75	عالية (High)

والشكل رقم (20) يُبيّن بعض الأجهزة المستعملة لقياس القوام، ودرجة التشغيل للخرسانة الطازجة.



فحص الهبوط



فحص الانسياب



كرة كلي



فحص عامل الدمك



إعادة التشكيل بالاهتزاز

شكل (20) أجهزة قياس القوام ودرجة التشغيل

### الانفصال الحبيبيّ: (Segregation)

الانفصال الحبيبيّ هو انفصال مكوّنات الخلطة الخرسانيّة، بحيث يصبح توزيع هذه المكوّنات غير منتظم داخل الخلطة. **هناك نوعان من الانفصال الحبيبيّ:**

أ- انفصال الحبيبات الكبيرة من الركام عن باقي مكوّنات الخلطة، ويحدث هذا النوع عند مرور الخرسانة عن سطح مائل في الخلطات جافة القوام.

ب- انفصال مونة الإسمنت والماء من الخلطة، ويحدث غالباً في الخلطات المبتلة القوام.

### يحدث الانفصال الحبيبيّ عادة في الظروف الآتية:

أ - عند تفريغ الخلطات.

ب - أثناء نقل الخرسانة بين الخلطة وموقع الصّب.

ج - عند صبّ الخرسانة من ارتفاع عال. ولهذا تمنع المواصفات صبّ الخرسانة من ارتفاع يزيد عن 1.5 متر.

### النضح (النزف، التدميع) (Bleeding)

النضح عبارة عن تكون طبقة من الماء تظهر على سطح الخرسانة المصبوبة حديثاً بعد دمكها وتسويتها. ويكون هذا الماء زائداً عن الماء اللازم للتفاعل مع الإسمنت. ويظهر على سطح الخرسانة؛ لأنّ كثافته أقلّ من كثافة المكوّنات الأخرى للخرسانة. قد يصاحب خروج الماء إلى سطح الخرسانة خروج كمّيّة من الإسمنت، وبعد جفاف الماء تظهر طبقة رقيقة هشّة على سطح الخرسانة تمنع تماسك طبقات الخرسانة بعضها مع بعض.

### خواص الخرسانة الجافة

يقصد بخصائص الخرسانة الجافة بالمقاومة (Strength)، وهي مقياس جودة الخرسانة واستمرارية عملها مع الزمن، ومقاومتها للعوامل الجوية والظروف التي تتعرّض لها، بالإضافة إلى مقاومتها لنفاذية الماء ومقاومة العوامل الكيماويّة والتآكل وغيرها.

تعدّ مقاومة الخرسانة دليلاً مباشراً أو غير مباشر لكثير من الخصائص الأخرى، وبشكل عام كلما تحسنت مقاومة الخرسانة تحسنت باقي الخصائص.

### تقسم مقاومة الخرسانة الجافة إلى الأنواع الرئيسة الآتية:

Compressive Strength	مقاومة الضغط	⌘
Tensile Strength	مقاومة الشدّ	⌘
Flexural Strength	مقاومة الانحناء	⌘
Shear Strength	مقاومة القصّ	⌘
Bond Strength	مقاومة التماسك بين الحديد والخرسانة	⌘

#### 1- مقاومة الضغط



تعد مقاومة الضغط للخرسانة الجافة مقياساً لجودة الخرسانة، حيث تستعمل الخرسانة بالمنشآت لمقاومة قوى وإجهادات الضغط، بينما تعدّ الخرسانة ضعيفة جداً لمقاومة قوى الشد، حيث يتم إضافة حديد التسليح للخرسانة لمقاومة قوى الشد التي تتعرض لها العناصر الإنشائية المختلفة.

شكل (21) بعض أنواع قوالب فحص الهبوط

يتم فحص مقاومة الضغط للخرسانة الجافة عن طريق كسر عيّينات من الخرسانة، يتم تعبئتها أثناء الصّب في قوالب خاصة، وتحفظ العيّينات تحت الماء لمدة محددة حسب المواصفات.

شكل (21) بعض أنواع قوالب فحص مقاومة الضغط للخرسانة.

بعض المواصفات تعتمد قوالب أبعادها 100x 100 x 100 ملم،

أو 150 x 150 x 150، أو 200 x 200 x 200

أو أسطوانات قطر 150 ملم وارتفاع 150 ملم أو 300 ملم، وسيتم شرح كيفية تعبئة القوالب، وكيفية حساب مقاومة الضغط للخرسانة بالأنشطة العملية فيما بعد.

والشكل رقم (21) يُبين نماذج لبعض أنواع قوالب فحص مقاومة الضغط للخرسانة.

والشكل رقم (22) يُبين جهاز فحص مقاومة الضغط للخرسانة.

لحساب مقاومة الضغط للخرسانة (إجهاد الكسر بالضغط) يتم قسمة مقدار قوّة الضغط المحورية التي كسرت عليها العيّنة على مساحة سطح العيّنة.



والشكل (22) جهاز فحص مقاومة الضغط للخرسانة.

ويكون ناتج القسمة عبارة عن مقاومة الخرسانة للضغط، والمعادلة الآتية توضح ذلك:

$$\text{مقاومة الضغط} = \frac{\text{قوة الضغط}}{\text{مساحة السطح}}$$

### أمثلة على حساب مقاومة الضغط:

#### مثال: 1

انكسرت عيّنة خرسائيّة مكعبة الشكل أبعادها 100x100x100 ملم على قوّة ضغط مقدارها 240 كيلو نيوتن، احسب مقاومة الضغط لعينة الخرسانة.

#### الحل:

قوة الضغط = 240 كيلو نيوتن = 240000 نيوتن.

مساحة سطح العيّنة = 100 × 100 = 10000 ملم<sup>2</sup>

$$\text{مقاومة الضغط} = \frac{\text{قوة الضغط}}{\text{مساحة سطح العيّنة}}$$

$$24 = \frac{240000}{10000} = 24 \text{ نيوتن/ملم}^2 \text{ (ميغا باسكال).}$$

#### مثال: 2

انكسرت ثلاث عيّنات خرسائيّة كل منها مكعبة الشكل طول ضلعها 150 ملم على قوى محورية مقدارها 450، 480، 460 كيلو نيوتن على التوالي، احسب متوسط مقاومة الضغط للعيّنات الثلاثة.

#### الحل:

العيّنة الأولى:

القوة = 450 كيلو نيوتن = 450000 نيوتن.

المساحة = 150 × 150 = 22500 ملم<sup>2</sup>

$$\text{مقاومة العيّنة الأولى} = \frac{450000}{22500} = 20.0 \text{ نيوتن/ملم}^2$$

### العينة الثانية:

$$\begin{aligned} \text{القوة} &= 480 \text{ كيلو نيوتن} = 480000 \text{ نيوتن} \\ \text{المساحة} &= 22500 \text{ ملم}^2 \end{aligned}$$

$$\text{مقاومة العينة الثانية} = \frac{480000}{22500} = 21.3 \text{ نيوتن/ملم}^2$$

### العينة الثالثة:

$$\begin{aligned} \text{القوة} &= 460 \text{ كيلو نيوتن} = 460000 \text{ نيوتن} \\ \text{المساحة} &= 22500 \text{ ملم}^2 \end{aligned}$$

$$\text{مقاومة العينة الثالثة} = \frac{460000}{22500} = 20.4 \text{ نيوتن/ملم}^2$$

$$\text{متوسط مقاومة العينات الثلاثة} = \frac{20.4 + 21.3 + 20.0}{3} = 20.6 \text{ نيوتن/ملم}^2$$

### مثال: 3

عينة خرسانية أسطوانية الشكل قطرها 150 ملم، وارتفاعها 300 ملم، انكسرت بالضغط على قوة محورية مقدارها 430 كيلو نيوتن، احسب:  
أ - مقاومة الضغط للأسطوانة.  
ب - إذا علمت أن مقاومة الضغط للمكعب تزيد 15 % عن مقاومة الأسطوانة، احسب مقاومة المكعب لنفس نوع الخرسانة.

### الحل:

$$\begin{aligned} \text{مساحة سطح الخرسانة} &= \text{نق}^2 \text{ ط} \\ &= (75)^2 \times 3.14 = 17662.5 \text{ ملم}^2 \\ \text{القوة} &= 430 \text{ كيلو نيوتن} = 430000 \text{ نيوتن} \end{aligned}$$

$$\text{مقاومة الأسطوانة} = \frac{430000}{1762.5} = 24.3 \text{ نيوتن/ملم}^2$$

مقاومة المكعب تزيد 15 % عن مقاومة الأسطوانة

$$\text{مقاومة المكعب} = 1.15 \times \text{مقاومة الأسطوانة}$$

$$= 27.95 \text{ نيوتن/ملم}^2 = 24.3 \times 1.15$$

## 2- مقاومة الشد:

تتراوح مقاومة الخرسانة بالشد بين 7 - 12 % من مقاومتها للضغط، لهذا تهمل مقاومة الخرسانة للشد. يضاف حديد التسليح للخرسانة لمقاومة قوى الشد.

## 3- مقاومة الانحناء:

تتراوح مقاومة الخرسانة للانحناء بين 11 - 23 % من مقاومة الضغط، وتعد هذه الخاصية مهمة في الجسور والعقدات.

## 4- مقاومة القص:

تتراوح مقاومة قوى الخرسانة للقص حوالي 10 % من مقاومة الضغط.

## 5- مقاومة التماسك بين الحديد والخرسانة:

تعد مقاومة التماسك بين الحديد والخرسانة مهمة جداً في الخرسانة المسلّحة التي تعتمد على وجود تماسك كاف بين حديد التسليح والخرسانة.

## تنوقف مقاومة التماسك بين الحديد والخرسانة على:

- أ - مقاومة الخرسانة للضغط.
- ب - مكان وجود حديد التسليح إن كان في منطقة الشد أم منطقة الضغط.
- ج - طول جزء حديد التسليح الموضوع بالخرسانة.
- د - قطر قضيب الحديد الموضوع بالخرسانة.
- هـ - شكل قضيب الحديد.
- و - حالة وملمس سطح قضيب الحديد.

## العوامل التي تؤثر على مقاومة الخرسانة الجافة:

- 1 - كمّيّة الإسمنت ونوعه.
- 2 - شكل الركام ومقاسه وتدرّجه.
- 3 - كمّيّة الماء بالخلطة.
- 4 - درجة دمك الخرسانة ونسبة الفراغات.
- 5 - المواد الإضافيّة.
- 6 - مدّة معالجة الخرسانة الجافة.
- 7 - عمر الخرسانة.

## درجات مقاومة الخرسانة واستعمال كل منها:

تصنّف الخرسانة حسب مقاومة الضغط إلى عدة درجات، والجدول الآتي يُبيّن هذه التصنيفات واستعمال كل منه:

الاستعمال	الحد الأقصى لنسبة الماء إلى الإسمنت	كميّة الإسمنت بالمتري المكعب كغم/ م <sup>3</sup>	مقاومة الضغط (نيوتن/ ملم <sup>2</sup> )	درجة الخرسانة
خرسانة عادية، خرسانة مع حجارة (دبش)، مدّات الميلاّن، خرسانة للصب خلف الحجر.	0.85	220 - 200	15	15 (ب - 15)
خرسانة عادية، خرسانة مع حجارة (دبش)، مدّات الميلاّن، خرسانة للصب خلف الحجر.	0.73	250 - 220	20	20 (ب - 20)
خرسانة مسلحة خرسانة الأساسات والقواعد والعقدات والأعمدة	0.63	300 - 250	25	25 (ب - 25)
خرسانة مسلحة خرسانة الأساسات والقواعد والعقدات والأعمدة	0.57	350 - 300	30	30 (ب - 30)
خرسانة مسبقة الصّب خرسانة مسبقة الإجهاد خرسانة أعمدة المباني العالية	0.50	400 - 350	40	40 (ب - 40)

درجات مقاومة الخرسانة واستعمالاتها

**ملاحظة:** تختلف نسبة الماء إلى الإسمنت اعتماداً على نوع الركام، ونسبة الخلط، والمواد الإضافية المستخدمة في صناعة الخرسانة.

## تصميم الخلطات الخرسانية (Concrete Mix Design)

تصميم الخلطات الخرسانية يعني تحديد نسب مكونات الخرسانة من إسمنت ورمل وركام كبير وماء؛ للحصول على خرسانة ذات مواصفات معيّنة بالحالة الطازجة والحالة الجافة. هناك عدة طرق تستعمل لتصميم الخلطات الخرسانية، بعضها يعتمد على الخبرة العملية، وبعضها الآخر يعتمد على أمور نظرية وتجريبية بناء على خصائص المواد المستعملة بالخلطة. تعد طريقة تحديد نسب الخلط لمكونات الخرسانة من أسهل وأبسط الطرق المستعملة للأعمال الصغيرة بالموقع. بينما لا بد من عمل خلطات تجريبية دقيقة تعتمد على نوع الركام وتدرّجه وخصائصه والإسمنت بالمختبرات الخاصّة لتحديد هذه النسب لمصانع الخرسانة اعتماداً على المقاومة المطلوبة ودرجة التشغيل المناسبة. تعتمد طريقة نسب الخلط من الإسمنت والرمل والركام الكبير على تحديد هذه النسب إمّا بالوزن أو بالحجم. فمثلاً خرسانة نسبة خلطها 1 : 2 : 4، يعني استعمال جزء واحد من الإسمنت وجزئين من الرمل وأربعة أجزاء من الركام الكبير. كما في الجدول الآتي:

إسمنت	رمل	ركام كبير
1	2	4

لمعرفة الكمّيات اللازمة لخلط كيس من الإسمنت (وزنه 50 كغم) باستخدام النسب السابقة نستعمل:

$$\text{إسمنت} = 50 \text{ كغم}$$

$$\text{رمل} = 50 \times 2 = 100 \text{ كغم}$$

$$\text{ركام كبير} = 50 \times 4 = 200 \text{ كغم}$$

وفي بعض الأحيان نستعمل نسب الخلط كنسبة بين الإسمنت وخليط الركام، فيقال خلطة من نوع 1 : 6 تعني (جزء من الإسمنت مع ستة أجزاء من خليط الركام. وهذه النسب تُعدّ أقلّ دقة من النسب السابقة التي تحدّد الإسمنت والرمل والركام الكبير.

قد يستعمل أحياناً مكونات المتر المكعب من الخرسانة بما يحتويه من الإسمنت والرمل والركام الكبير، فمثلاً لعمل متر مكعب من الخرسانة يجب استعمال:

$$300 \text{ كغم إسمنت و } 0.34 \text{ م}^3 \text{ رمل و } 0.68 \text{ م}^3 \text{ ركام كبير.}$$

وأحياناً يستعمل عدد أكياس الإسمنت بدلاً من وزن الإسمنت فنقول 6 أكياس إسمنت و 0.34 م<sup>3</sup> رمل و 0.68 م<sup>3</sup> ركام كبير. من الضروريّ تحديد كمّيّة الماء اللازمة للخلطة لأنّها تؤثر على درجة تشغيل الخرسانة ومقاومتها النهائيّة.

تحدد كمّيّة الماء عن طريق تعيين نسبة الماء إلى الإسمنت (W/C)، وعادة ما تكون بالوزن، وهي تمثل وزن الماء مقسوماً على وزن الإسمنت بالخلطة، فإذا استعملنا نسبة ماء إلى الإسمنت = 0.5 للخلطة السابقة فإننا نستعمل

$$150 = 300 \times 0.5 \text{ كغم (لتر) ماء، وتصبح الكمّيات اللازمة لعمل 1 م}^3 \text{ خرسانة هي:}$$

$$300 \text{ كغم إسمنت و } 0.34 \text{ م}^3 \text{ رمل و } 0.68 \text{ م}^3 \text{ ركام كبير و } 150 \text{ لتر ماء.}$$

تعتمد نسب الخلط على نوع العنصر الخرساني المراد صبّه، ومقاومة الضغط للخرسانة، ودرجة التشغيل المطلوبة. والجدول الآتي تبين نسباً مقترحة لخلطات خرسانية مختلفة يمكن الاسترشاد بها أثناء العمل بالموقع. نسب الخلط المقترحة لبعض الخلطات الخرسانية:

### نسب الخلط المقترحة بالوزن

نوع الخرسانة	إسمنت	رمل	ركام كبير	أو	إسمنت	رمل	ركام كبير
خرسانة مسلحة	1	2	4	أو	1	2.5	4
خرسانة كتلية	1	3	5	أو	1	3	6
خرسانة طرق	1	2	3	أو	1	2	3.5
قواعد خرسانية	1	2.5	4	أو	1	3	5

### الكميات التقريبية لعمل 1 متر مكعب خرسانة، النسب بالحجم

كميات المواد لعمل 1 م <sup>3</sup> خرسانة			نسبة خلط الخرسانة بالحجم		
ركام كبير (م <sup>3</sup> )	رمل (م <sup>3</sup> )	إسمنت (أكياس)	ركام كبير	رمل	إسمنت
0.64	0.46	7	3	2	1
0.60	0.39	6.5	3	2	1
0.68	0.34	6	4	2	1
0.58	0.42	6	3.5	2.5	1
0.63	0.39	5.5	4	2.5	1
0.70	0.35	4.75	5	2.5	1
0.65	0.39	4.5	5	3	1
0.70	0.36	4	6	3	1

وقد تكون نسب الخلط معتمدة على مقاومة الضغط للخرسانة كما هو مبين بالجدول الآتي:

نسب الخلط (بالوزن)	مقاومة الضغط للخرسانة نيوتن/ملم <sup>2</sup>
6 : 3 : 1	20 - 15
4 : 2 : 1	25 - 20
3 : 1.5 : 1	35 - 30

## أمثلة على تصميم الخلطات الخرسانية:

### مثال: 1

يراد صبّ مدّة أرضيّة مساحتها 120 م<sup>2</sup>، وسمكها 10 سم. احسب كمّيّات المواد اللازمة علماً بأن المتر المكعب من الخرسانة يحتاج إلى  
6 أكياس إسمنت (300 كغم)  
0.42 م<sup>3</sup> رمل.  
0.58 م<sup>3</sup> ركام كبير.  
180 لتر ماء.

### الحل:

كمّيّة الخرسانة اللازمة للمدّة الأرضيّة (حجم الخرسانة) = مساحة المدّة الأرضيّة × سماكتها =  $0.1 \times 120 = 12$  م<sup>3</sup>.  
كمّيّة الإسمنت اللازمة لعمل 12 م<sup>3</sup> خرسانة =  $12 \times 6 = 72$  كيس (3600 كغم).  
كمّيّة الرمل اللازمة لعمل 12 م<sup>3</sup> خرسانة =  $12 \times 0.42 = 5.0$  م<sup>3</sup>.  
كمّيّة الركام الكبير اللازمة لعمل 12 م<sup>3</sup> خرسانة =  $12 \times 0.58 = 7.0$  م<sup>3</sup>.  
كمّيّة الماء اللازمة لعمل 12 م<sup>3</sup> خرسانة =  $12 \times 180 = 2160$  لتر = 2.16 م<sup>3</sup>.

### مثال: 2

احسب الكمّيّات اللازمة لتعبئة خلّاط خرسانيّ سعته 9 م<sup>3</sup> خرسانة من نوع 25 (25 نيوتن/ ملم<sup>2</sup>) (أو 250 كغم/سم<sup>2</sup>) إذا علمت أن نسب الخلط هي 1: 2: 4 (بالحجم)، وأن نسبة الماء إلى الإسمنت = 0.60 (بالوزن).

### الحل:

بالرجوع إلى الجداول السابقة نلاحظ أن الكمّيّات اللازمة لعمل 1 م<sup>3</sup> خرسانة نسب خلطها 1: 2: 4 كما يأتي:  
كمّيّة الإسمنت = 6 أكياس =  $50 \times 6 = 300$  كغم.  
حجم الرمل = 0.34 م<sup>3</sup>.  
حجم الركام الكبير = 0.68 م<sup>3</sup>.  
كمّيّة الماء تحسب من نسبة الماء إلى الإسمنت = وزن الماء / وزن الإسمنت = 0.6.  
وزن الماء =  $0.6 \times$  وزن الإسمنت =  $0.6 \times 300 = 180$  كغم = 180 لتر.  
الكمّيّات اللازمة لتعبئة الخلّاط سعة 9 م<sup>3</sup> هي:  
إسمنت  $9 \times 300 = 2700$  كغم.  
رمل  $9 \times 0.34 = 3.06$  م<sup>3</sup>.  
ركام كبير  $9 \times 0.68 = 6.12$  م<sup>3</sup>.  
إسمنت  $9 \times 180 = 1620$  لتر.

الخرسانة العادية تتكوّن من ركام عادي، ورمل، وإسمنت، وماء، وأحياناً بعض المواد الإضافية. بينما تعرف الخرسانة المسلّحة بأنّها الخرسانة التي تحتوي على حديد التسليح. وأحياناً يضاف إليها الحجارة (كسر الحجارة الكبيرة الصلبة) إلى الخرسانة بنسبة لا تتعدى 25 % من حجم الخرسانة، وتسمّى الخرسانة في هذه الحالة (الخرسانة بالدبش).

### هناك أنواع خاصّة من الخرسانة نذكر منها:

#### 1- الخرسانة الخفيفة: Light weight concrete

هي خرسانة ذات كثافة تتراوح بين 1200 - 1800 كغم/ م<sup>3</sup> مقارنة بكثافة الخرسانة العادية التي تتراوح بين 2350 - 2450 كغم/ م<sup>3</sup>.

تستعمل هذه الخرسانة في إنشاءؤ بعض الأبنية بغرض تخفيف الأحمال الميتة للمنشأ وتستعمل أحياناً في صبّ المدات الأرضية ومدات الميلاق للأسطح لنفس الغرض.

#### تمتاز هذه الخرسانة بما يأتي:

- أ - خفة الوزن وبالتالي تقليل الأحمال على المبنى.
- ب - العزل الحراريّ.
- ج - العزل الصوتي.
- د - مقاومة الحريق.

#### يتم تصنيع هذه الخرسانة بإحدى الطرق الآتية:

- أ - باستخدام ركام طبيعيّ أو صناعيّ خفيف.
- ب - بإضافة مواد كيميائية أثناء الخلط تعمل على تشكيل فراغات داخل الخرسانة.
- ج - باستخدام الإسمنت الإسفنجيّ أو الرغويّ.

#### عند استخدام هذا النوع من الخرسانة يجب مراعاة ما يأتي:

- أ - مقاومتها تعدّ ضعيفة مقارنة بالخرسانة العادية.
- ب - تكاليفها أعلى من الخرسانة العادية.
- ج - تتطلّب صناعتها عناية أثناء الخلط والصبّ والنقل.

#### 2- الخرسانة مسبقة الصّبّ: Precast concrete

تعرف الخرسانة مسبقة الصّبّ بالخرسانة التي تخلط، وتصب، وتعالج في المصانع، وبعدها تنقل وتركب في الموقع على شكل حوائط جاهزة، أو عقدات، أو جسور، أو أدراج، أو أيّ قطع أخرى. من الأمثلة البسيطة على القطع مسبقة الصّبّ: الطوب، حجارة أطراف الأرصفة والطرق، مواسير المجاري الخرسانية، المناهل الجاهزة، وغيرها.

## تمتاز الخرسانة مسبقة الصبّ فيما يأتي:

- ❖ توفر الوقت في الإنشاء.
- ❖ تجنّب الظروف الجوية الصعبة أثناء الصبّ.
- ❖ تقلل تكاليف الطوبار بالموقع.
- ❖ إمكانية استعمال قواب حديدية للطوبار.
- ❖ تقليل تلوث البيئة.
- ❖ التغلب على حالات ضيق موقع العمل.

قد تستعمل بالخرسانة مسبقة الصبّ مواد تقليدية كالخرسانة، أو الحجر، أو الخرسانة الخفيفة، أو الخرسانة مسبقة الإجهاد، أو طبقات من مواد مختلفة.

## تواجه عمليّة صناعة الخرسانة مسبقة الصبّ عدة مشاكل نذكر منها:

- ❖ تكاليف أوليّة عالية لإنشاء المصانع.
- ❖ فتح أسواق، وطلباً مستمراً لإنتاج المصنع.
- ❖ الحاجة إلى قدرات فنيّة عالية بالتصنيع.
- ❖ الحاجة إلى تقنيّات عالية للتركيب.

### 3- الخرسانة مسبقة الإجهاد Prestressed concrete

تعرف الخرسانة مسبقة الإجهاد بأنّها الخرسانة التي تتعرّض إلى إجهادات قبل عمليّة التركيب، أو أحياناً قبل عمليّة الصبّ، بواسطة وضع كوابل حديد عالية المقاومة بالإضافة إلى قضبان الحديد، تشد هذه الكوابل بواسطة أجهزة خاصّة، وبعد جفاف الخرسانة تعمل هذه الكوابل على إحداث إجهادات ضغط على الخرسانة. بعد تعرض هذه العناصر للأحمال تتولد إجهادات شدّ على الخرسانة تتعادل مع إجهادات الضغط التي أحدثتها الكوابل، وبالتالي تكون الخرسانة غير معرضة للشد، وغنما للضغط فقط. وبهذه التقنية نستفيد من كامل المقطع الخرسانيّ؛ لأنّ الخرسانة عالية المقاومة على الضغط وضعيفة المقاومة على الشد.

## يمكن تصنيع الخرسانة مسبقة الاجهاد بإحدى الطرق الآتية:

- ❖ يتم شدّ كوابل الحديد قبل الصبّ، وعند جفاف الخرسانة تترك الكوابل لتوليد ضغط على الخرسانة، وتسمّى هذه الطريقة بالشد قبل الصبّ.
- ❖ يتم وضع مواسير أو خراطيم داخل الخرسانة قبل الصبّ في أماكن وضع الكوابل حسب التصميم وبعد صبّ الخرسانة وجفافها توضع الكوابل داخل المواسير، وتشد عند الأطراف لتولد إجهادات ضغط على الخرسانة، وتسمّى هذه الطريقة بالشد بعد الصبّ.

تكال أعمال الخرسانة المصبوبة بالموقع بجميع أنواعها عادة كيلا هندسيًا بالحجم (بالمتر المكعب) لكل الأعمال الخرسانيّة المنفذة فعلا بعد خصم الفتحات إن وجدت، ولا يخصم حجم حديد التسليح من حجم الخرسانة المسلّحة.

تكال عادة الأعمال الخرسانيّة كما يأتي (باستثناء ما تنص عليه جداول الكمّيات خلافا لذلك):

1 - خرسانة النظافة تحت الأساسات: إذا كانت بسماكات محدّدة مثل 10 سم تكال بالمتر المربع، مع تحديد مقدار السمك. بينما إذا كانت بسماكات غير محدّدة، أو إذا كانت من خرسانة عادية، أو خرسانة مع حجر (دبش) فتكال بالمتر المكعب.

2- المداخل الأرضيّة: تكال بالمتر المربع مع تحديد سمك المدة الأرضيّة.

3 - القواعد والأساسات: تكال بالمتر المكعب حسب المخطّطات.

4 - الأعمدة والحوائط الخرسانيّة: تكال بالتر المكعب حسب المخطّطات.

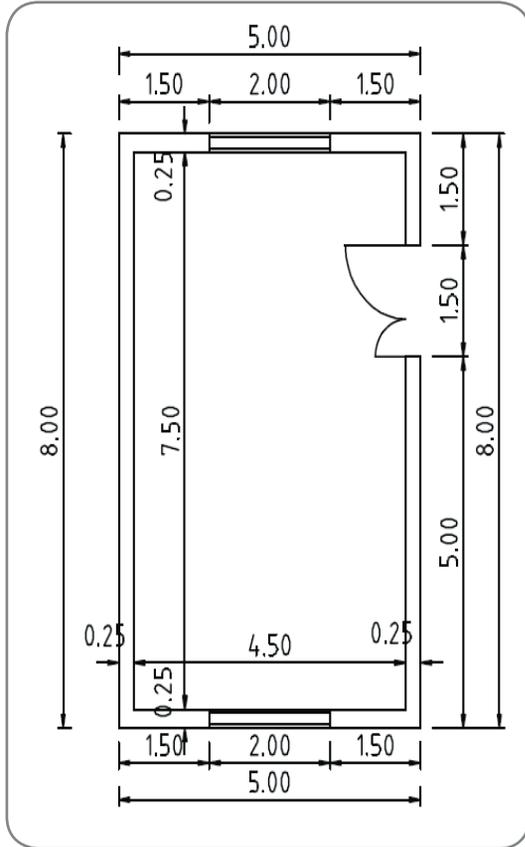
5 - العقدات والجسور الساقطة والمخفية (المسحورة) تكال بالمتر المكعب

لكمّيات الخرسانة بالعقدة، ولا يكال الطوب المفرغ في هذه الحالة. وفي بعض الأحيان تكال العقدة بالمتر المربع للسطح شاملا الباطون للعقدات والجسور والطوب.

1- بسطات وشواحظ الدرج تكال بالمتر المكعب حسب المخطّطات:

في بعض الأحيان يكال حديد التسليح مع أعمال الخرسانة المسلّحة، بحيث يشمل الخرسانة وحديد التسليح حسب المخطّطات، وفي هذه الحالة يحسب حجم الخرسانة المسلّحة شاملا الخرسانة وحديد التسليح معا.

◈ قد يعتمد أحيانا الكيل البلدي الذي يعتمد على عدم خصم حجم الفتحات من حجم الخرسانة المصبوبة.



شكل (23)

## أمثلة على حساب كميات الخرسانة

### مثال: 1

يُبيّن الشكل الآتي سطح مخزن، أبعاده الخارجية 8 م × 5 م، وسمك الجدران 25 سم، إذا علمت أن هناك بابا عرضه 150 سم، وارتفاعه 220 سم، وشباكين عرض كل منهما 200 سم، وارتفاعهما 120 سم، احسب كميات الخرسانة اللازمة:

- 1 - للحوائط إذا علمت أن ارتفاع الحوائط = 3 متر.
- 2 - للعقدة إذا علمت أن سمك العقدة = 18 سم (عقدة مصمتة).

### الحل:

1 - كمّيّة الخرسانة اللازمة للحوائط:

$$\begin{aligned} \text{مساحة الحائط (A) دون خصم فتحة الباب} &= 3 \times 8 = 24 \text{ م}^2 \\ \text{مساحة الحائط (B)} &= 8 \times 3 = 24 \text{ م}^2 \\ \text{مساحة الحائط (C) دون خصم الشباك} &= 3 \times 4.5 = 13.5 \text{ م}^2 \\ \text{مساحة الحائط (D) دون خصم الشباك} &= 3 \times 4.5 = 13.5 \text{ م}^2 \\ \text{مجموع المساحات قبل خصم الفتحات (باب وشباكين)} &= 24 + 24 + 13.5 + 13.5 = 75 \text{ م}^2 \\ \text{مساحة الباب} &= 1.5 \times 2.2 = 3.3 \text{ م}^2 \\ \text{مساحة الشباك بالحائط (C)} &= 1.2 \times 2.0 = 2.4 \text{ م}^2 \\ \text{مساحة الشباك بالحائط (D)} &= 1.2 \times 2.0 = 2.4 \text{ م}^2 \\ \text{مجموع فتحات الباب والشباكين} &= 3.3 + 2.4 + 2.4 = 8.1 \text{ م}^2 \\ \text{المساحة الصافية للحوائط بعد خصم الفتحات} &= 75 - 8.1 = 66.9 \text{ م}^2 \\ \text{حجم الخرسانة اللازمة للحوائط} &= \text{المساحة} \times \text{سمك الحائط} \\ &= 0.25 \times 66.9 = 16.725 \text{ م}^3 \text{ (17 م}^3 \text{ تقريبا).} \end{aligned}$$

2 - كمّيّة الخرسانة اللازمة للعقدة:

$$\begin{aligned} \text{مساحة العقدة} &= 5.0 \times 8.0 = 40.0 \text{ م}^2 \\ \text{حجم الخرسانة اللازمة للعقدة} &= 0.18 \times 40.0 = 7.2 \text{ م}^3 \end{aligned}$$

## مثال: 2

احسب كمّيّة الخرسانة اللازمة لصب أعمدة مبنى إذا علمت أن هناك (15) عمودا، أبعاد مقطع كل منها  $30 \times 50$ ، وعشرة أعمدة، ابعاد مقطع كل منها  $25 \times 60$  علما بأن ارتفاع جميع الأعمدة 3 أمتار.

## الحل:

يمكن حساب حجم الخرسانة اللازمة لكل عمود عن طريق حساب مساحة مقطع كل عمود في ارتفاع العمود، وبعدها نضرب في عدد الأعمدة:

نوع العمود	مساحة مقطع العمود (م <sup>2</sup> )	ارتفاع العمود	حجم العمود الواحد	عدد الأعمدة	الحجم الكلي
ع 1	$0.15 = 0.50 \times 0.30$	3	0.45	15	6.75
ع 2	$0.15 = 0.6 \times 0.25$	3	0.45	10	4.50
حجم الخرسانة اللازمة لصب الأعمدة					11.25 م <sup>3</sup>

كمّيّة الخرسانة اللازمة لصب جميع الأعمدة = 11.25 متر مكعب.

## مثال: 3

عقدة مفرغة مساحتها 200 م<sup>2</sup>، سمك العقدة مع الطوب = 25 سم. إذا علمت أن العقدة تحتوي على 1200 طوبة (أبعاد كل طوبة  $7 \times 20 \times 40$  سم).  
أحسب كمّيّة الخرسانة اللازمة لصب العقدة.

## الحل:

حجم العقدة (الخرسانة والطوب معا) = مساحة العقدة  $\times$  سمك العقدة

$$= 0.25 \times 200 = 50 \text{ م}^3$$

حجم الطوب بالعقدة =  $0.17 \times 0.20 \times 0.40 \times 1200 = 16.3 \text{ م}^3$ .

حجم الخرسانة = حجم العقدة - حجم الطوب

$$= 16.3 - 50.0 = 33.7 \text{ م}^3$$

$$= 34 \text{ م}^3 \text{ تقريبا.}$$

## أسئلة الوحدة الخامسة

❖ السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

- 1 - ماذا يحدث عند زيادة نسبة الماء إلى الخلطة الخرسانية؟  
(أ) زيادة هبوط الخرسانة الطازجة. (ب) زيادة مقاومة الخرسانة الجافة.  
(ج) تقليل كميّة الفراغات بالخرسانة الجافة. (د) خرسانة صلبة القوام.
- 2) ما معنى خرسانة من نوع 20 أو (B 20)؟  
(أ) تحتوي على 200 كغم إسمنت. (ب) مقاومة الشد لها = 20 نيوتن/ ملم<sup>2</sup>.  
(ج) مقاومتها على الضغط = 20 نيوتن/ ملم<sup>2</sup>. (د) كميّة الماء لكيس الإسمنت = 20 كغم.
- 3 - ماذا تعني خرسانة نسب خلطها 1: 3: 6 (بالوزن)؟  
(أ) 1 كغم ماء، مع 3 كغم إسمنت، مع 6 كغم رمل.  
(ب) 1 كغم رمل، مع 3 كغم إسمنت، مع 6 كغم ركام كبير.  
(ج) 1 كغم ماء، مع 3 كغم إسمنت، مع 6 كغم ركام.  
(د) 1 كغم ركام كبير، مع 3 كغم رمل، مع 6 كغم إسمنت.
- 4 - ما معنى الخرسانة المسلّحة:  
(أ) الخرسانة المصنّعة في مصانع الأسلحة.  
(ب) الخرسانة الخالية من حديد التسليح.  
(ج) الخرسانة التي تحتوي على حديد التسليح.  
(د) الخرسانة التي تخلط وتصب بالمصنع، وتنقل، وتركب بالموقع.
- 5 - ما أفضل نوع خرسانة من حيث الهبوط؟  
(أ) جافة القوام. (ب) رخوة القوام. (ج) لدنة القوام. (د) مبتلة القوام.
- 6 - يعبر عن الخرسانة الجافة بمقاومتها:  
(أ) للشد. (ب) للضغط. (ج) للانحناء. (د) للقص.
- 7 - أعمل فحص كسر مكعبات الخرسانة الجافة لمعرفة مقاومتها:  
(أ) للقص. (ب) للانحناء. (ج) للشد. (د) للضغط.
- 8 - كميّة الماء التي أحتاجها لعمل 1 م<sup>3</sup> من الخرسانة يحتوي على 5 أكياس إسمنت، ونسبة الماء إلى الإسمنت = 0.70 هي:  
(أ) 300 لتر. (ب) 210 لتر. (ج) 175 لتر. (د) 250 لتر.

9 - كمّيّة خرسانة لصبّ عقدة مصمّمة مساحتها 200 م<sup>2</sup> وسمكها 15 سم مقدارها:  
أ) 30 م<sup>3</sup> . ب) 300 م<sup>3</sup> . ج) 15 م<sup>3</sup> . د) 20 م<sup>3</sup> .

10 - أستعمل الإسمنت البورتلندي العاديّ في صناعة:

- أ) الخرسانة تحت الماء.      ب) صناعة الأفران.  
ج) صناعة الثلاثجات.      د) صناعة خرسانة المباني.

### ❖ السؤال الثاني: أجب بـ (نعم) أو (لا) أمام كل من العبارات الآتية:

- 1 - الخرسانة عبارة عن خليط من الإسمنت والماء.
- 2 - المواد الإضافيّة هي المواد التي تضاف للخرسانة أثناء الخلط أو الصّب للحصول على خصائص معيّنة.
- 3 - مقاومة الخرسانة للشد تساوي مقاومتها للضغط.
- 4 - كلما زادت نسبة الماء بالخلط تقل مقاومة الضغط للخرسانة.
- 5 - زيادة كمّيّة الإسمنت بالخلطة تزيد من مقاومة الضغط للخرسانة.
- 6 - تكال كمّيّة الخرسانة المصبوبة بالحجم (م 3).
- 7 - يتم شراء الإسمنت بالحجم كما هو الحال للخرسانة.
- 8 - يستعمل فحص الهبوط لقياس قوام ودرجة تشغيل الخرسانة الطازجة.
- 9 - تصميم الخلطات الخرسانيّة يعني حساب كمّيّات الماء والإسمنت والرمل والركام الكبير اللازم للخلطة.
- 10 - فحص مقاومة الضغط للخرسانة الجافّة من أهمّ الفحوصات التي تجرى على الخرسانة.

### ❖ السؤال الثالث: أكمل العبارات الآتية:

- 1 - كلما زادت نسبة الماء إلى الإسمنت.....مقاومة الخرسانة الجافّة.
- 2 - كلما زادت نسبة الماء إلى الإسمنت.....مقدار هبوط الخرسانة الطازجة.
- 3 - الخرسانة المسلّحة هي الخرسانة التي تحتوي على.....
- 4 - تصنع الخرسانة الخفيفة بالطرق الآتية:  
أ).....  
ب).....  
ج).....
- 5 - خرسانة نسب خلطها 1 : 3 : 5 بالوزن تعني..... إسمنت و.....رمل و.....ركام كبير.
- 6 - يستخدم ركام كروي الشكل في صناعة الخرسانة.....تشغيل الخرسانة الطازجة.
- 7 - يستعمل الإسمنت المنخفض الحرارة في صبّ الخرسانة.....
- 8 - يستعمل الإسمنت الأبيض في صناعة..... وأعمال.....
- 9 - يستعمل جهاز..... لفحص زمن الشك للإسمنت.

- ✦ السؤال الرابع: اذكر خمس مميزات للإستخدام الخرسانة الإسمنتية.
- ✦ السؤال الخامس: عدد خمسة أنواع مختلفة من الإسمنت، واستعمال كل منها.
- ✦ السؤال السادس: فسّر خمسة فحوصات تجرى على الركام.
- ✦ السؤال السابع: قارن بين الطريقة الجافة والطريقة الرطبة في صناعة الإسمنت.
- ✦ السؤال الثامن: وضح تجربة الهبوط (التهدل) لقياس قوام الخرسانة الطازجة.
- ✦ السؤال التاسع: طلب منك حساب كمّيات المواد اللازمة لصب 6 م<sup>3</sup> خرسانة إذا علمت أن:

• نسبة الماء إلى الإسمنت = 0.65.

• كمّية الإسمنت لمتر الخرسانة المكعب = 5 أكياس.

• كمّية الرمل لمتر الخرسانة المكعب = 0.40 م<sup>3</sup>.

• كمّية الركام الكبير لمتر الخرسانة المكعب = 0.68 م<sup>3</sup>.

- ✦ السؤال العاشر: احسب كمّية الخرسانة اللازمة لصب أساس لحائط طوله 30 م، إذا علمت أن عرض الأساس 40 سم، وسمكه 30 سم.

- ✦ السؤال الحادي عشر: احسب كمّيات المواد اللازمة (إسمنت، رمل، ركام كبير) لصب الأساس في السؤال السابق، إذا علمت أن كل متر مكعب يحتاج إلى 6 أكياس إسمنت و0.42 م<sup>3</sup> رمل، و0.65 م<sup>3</sup> ركام كبير.

- ✦ السؤال الثاني عشر: عقدة مفرغة سمكها الكليّ 25 سم، ومساحتها = 300 م<sup>2</sup>، وتحتوي على 500 طوبة مفرغة، أبعاد كل منها 40 × 25 × 17 سم، مطلوب منك حساب:

1 - الحجم الكليّ للعقدة (الخرسانة والطوب).

2 - حجم الخرسانة اللازمة لصب العقدة.

## التمارين العلميّة لوحدّة الخرسانة

رقم التمرين	اسم التمرين	رقم الصفحة
1	تجربة التحليل بالمناخل للركام	67
2	صناعة الخرسانة بالمشغل	68
3	فحص هبوط الخرسانة الطازجة (فحص الهبوط)	70
4	فحص مقاومة الضغط للخرسانة الجافّة	71
5	زيارة ميدانية لمصنّع خرسانة	72
6	زيارة موقع صبّ عقدة (سقف)	73
7	حساب كمّيّات الخرسانة وكمّيّات المواد اللازمة لصب مدّة أرضيّة	74

### تمرين 1: تجرّبه التحليل بالمناخل للركام.



#### الهدف:



- ❖ أن يصنّف الطلبة تدرّج الركام ومقاس حبيباته باستخدام تجربة التحليل بالمناخل.
  - ❖ أن يحسب الطلبة معامل النعومة للركام.
  - ❖ أن يتدرّب الطلبة على حسابات تجرّبه التحليل بالمناخل.
- فريق العمل: طالبان لكل فحص.

#### الأجهزة والأدوات:



- 1- مناخل قياسية لتحليل عيّنة من الركام الناعم (الرمل)، وتشمل المناخل الآتية: (9.5 ملم، 4 ملم، 8 ملم، 16 ملم، 30 ملم، 50 ملم، 100 ملم، 200 ملم) وعاء وغطاء للمناخل.
- 2- ميزان حسّاس.
- 3- أوعية قياس للأوزان.
- 4- جهاز التحليل بالمناخل.
- 5- كمّيّة من الرمل تزن حوالي 1.5 كغم.

## الخطوات:

- 1- تجهيز عيّنة جافة من الرمل بوزن من 1 - 5.1 كغم.
- 2- ترتيب المناخل القياسية تنازلياً على الجهاز، بحيث يكون المنخل ذو الفتحة الكبيرة للأعلى، ونضع وعاء أسفل أصغر منخل.
- 3- يتم وضع عيّنة الركام على المنخل العلوي ويغطى.
- 4- يشغل جهاز التحليل بالمناخل كهربائياً لبدأ رجّ العيّنة لمدة تتراوح من 5 - 10 دقائق. وخلال هذه الفترة تمرّ الحبيبات من المنخل التي تكون فتحة أكبر منها، ويتبقى على المنخل الحبيبات التي تكون أكبر من فتحاته.
- 5- بعد الانتهاء من عملية الرج يتم وزن كمّيّة الركام المتبقّية على كل منخل من المناخل المستخدمة، وتدوّن النتائج في جداول خاصّة.

## إرشادات:

- 1- يختلف وزن العيّنة حسب المقاس الاعتباري الأكبر للركام، حيث يزداد وزن العيّنة كلما زاد المقاس الاعتباري الأكبر للركام.
- 2- يفضل أن تكون عيّنة الركام جافة، وفي حالة وجود رطوبة تجفف بالفرن.
- 3- تتراوح قيمة معامل النعومة للرمل بين (1.3 - 3.2)، وإذا كانت أقلّ من ذلك يكون الرمل ناعماً جداً، وإذا كانت أكبر من ذلك يكون خشناً.
- 4- معامل النعومة هو مقياس يدل على متوسط مقاس حبيبات الركام.
- 5- قد يتطلب أحياناً رسم العلاقة بين النسبة المئوية المارة من المنخل مع فتحة المنخل لرسم منحنى التدرّج الحبيبي للركام.

## تمرين 2: صناعة الخرسانة بالمشغل.



### الهدف:



- ❖ أن يصنع الطلبة خرسانة بالمشغل بالخلط اليدوي والخلط الميكانيكي.
- ❖ أن يتدرّب الطلبة على كيفية إعداد نسب الخلط بالحجم.

فريق العمل: طالبان

### المواد والأجهزة والأدوات:



- 1- إسمنت.
- 2- رمل وحصمة.
- 3- ماء.
- 4- وعاء خلط يتسع لحوالي 20 % متر مكعب.
- 5- أوعية كيل (أسطوانة بحجم 10 لتر).
- 6- خلاط ميكانيكي.
- 7- رَفَش (كريك) عدد 2.
- 9- مجرفة عدد 2.

## الخطوات:

### ◆ أولاً- الخلط اليدوي:

- 1- يتم إعداد مكّونات الخلطة بالخلط اليدوي بنسبة (1 : 2 : 5) أيّ (1 : إسمنت 2 : رمل 5 : حصمة) بالحجم.
- 2- لخلط كمّيّة 30 لتر إسمنت (ثلاثة سطل) مثلاً: يلزم 6 سطل رمل، مع 15 سطل حصمة.
- 3- يتم وضع الحصمة أولاً في وعاء الخلط، وبعدها يضاف الرمل، ويخلط مع الركام جيّداً حتى يصبح الخليط متجانساً.
- 4- تضاف كمّيّة الإسمنت للخليط، ويخلط جيّداً قبل إضافة الماء.
- 5- يضاف الماء بشكل تدريجي لوسط الخليط بالكمّيّة المطلوبة، وليكن 20 لتر ماء مثلاً.
- 6- يحرك الخليط كاملاً، وتخلط المكّونات بعضها مع بعض؛ حتى يصبح شكل الخليط متجانساً، وجميع المكّونات مجموعة مع الماء.
- 7- تنظّف الأدوات والعِدَد بشكل جيد.

### ◆ ثانياً- الخلط الميكانيكي:

- 1- يتم إعداد مكّونات الخلطة كما ذكر سابقاً، وبحجم يتناسب مع حجم الخلّاط.
- 2- يشغل الخلّاط، ويبدأ بالدوران قبل وضع المكّونات بداخله.
- 3- يتم وضع جزء من كمّيّة الماء أولاً، ثمّ الحصمة، ثمّ الرمل، ثمّ الإسمنت، وتخلط المواد، وتراقب أثناء الخلط.
- 4- تضاف كمّيّة الماء المتبقّية؛ حتى يتم الحصول على خرسانة متجانسة لكامل الخلطة.
- 5- يفرغ الخلّاط في وعاء أو عربة نقل.
- 6- تنظف الأدوات والعِدَد والأوعية بشكل جيد.

## إرشادات:

- 1- باستخدام الخلط اليدوي قد يخلط الإسمنت مع الرمل أولاً، ثم تضاف إليه الحصمة.
- 2- يجب مراعاة عدم خروج ماء الخلط والمونة الإسمنتيّة من داخل الخليط.



### تمرين 3: فحص هبوط الخرسانة الطازجة (فحص التهدل)



#### الهدف:



- ❖ أن يقيس الطلبة مقدار قوام الخرسانة الطازجة لعينة من الخرسانة.
  - ❖ أن يصنّف الطلبة قوام الخرسانة الطازجة، ودرجة تشغيل حسب هبوطها.
- فريق العمل: طالبان لكل فحص.

#### الأجهزة والأدوات:



- ❖ قالب الهبوط بأبعاد قياسية كما في الشكل.
- ❖ قضيب الدمك، وهو عبارة عن قضيب معدنيّ طوله 60 سم، وقطره 16 ملم، إحدى نهاياته كروية الشكل.
- ❖ لوح لا يمتص الماء مقاسه 60 سم × 60 سم.
- ❖ مسطّرين.
- ❖ متر أو مسطرة لقياس مقدار الهبوط.
- ❖ وعاء بحجم 10 لتر.
- ❖ عينة خرسانيّة طازجة.

#### إرشادات:

- 1- في حالة عدم توافر خرسانيّة طازجة يتم خلط عيّنة بالمشغل.
- 2- يجب تنظيف الأدوات جيّداً عند الانتهاء من التجربة.
- 3- يجب رفع مخروط الهبوط رأسياً.

#### خطوات العمل:

- 1- نضع المخروط الناقص على اللوح بحيث يكون اللوح أفقيّاً.
- 2- نثبت المخروط رأسياً أثناء التعبئة، بحيث تكون الفتحة الكبيرة إلى أسفل.
- 3- نملاً المخروط بالخرسانة على 3 طبقات، ارتفاع كل منها حوالي 100 ملم، وتدمك كل طبقة 20 - 25 مرة بواسطة قضيب الدمك من الجهة الكروية.
- 4- بعد الانتهاء من دمك الطبقة الأخيرة يسوّى سطح الخرسانة مع سطح المخروط بواسطة مسطّرين.
- 5- يرفع المخروط بحرص رأسياً إلى أعلى.
- 6- بعد هبوط الخرسانة الطازجة نقيس مقدار التهدل عن طريق قياس الفارق بين ارتفاع القالب وارتفاع الخرسانة بعد هبوطها باستخدام المتر أو المسطرة.
- 7- يسجل مقدار هبوط الخرسانة لأقرب 5 ملم.
- 8- نعيد نفس الخطوات لعينات خرسانة تحتوي على نسب مختلفة من نسبة الماء إلى الإسمنت، ونقارن مقدار الهبوط لكل منها.
- 9- ننظف الأدوات جيّداً من بقايا الخرسانة.

## تمرين 4: فحص مقاومة الضغط للخرسانة الجافة



### الأهداف:



- ❖ أن يملأ الطلبة قوالب الفحص.
  - ❖ أن يحسب الطلبة مقدار مقارنة الضغط للخرسانة الجافة.
  - ❖ أن يتعرف الطلبة على العوامل التي تؤثر على مقاومة الضغط للخرسانة.
- فريق العمل: طالبان لكل فحص.

### الأجهزة والأدوات:



- ❖ قوالب مكعبة بأبعاد قياسية 100 ملم × 100 ملم × 100 ملم أو 150 ملم × 150 ملم × 150 ملم.
- ❖ قضيب الدمك.
- ❖ وعاء بحجم حوالي 10 لتر مثل سطل لنقل الخرسانة الطازجة.
- ❖ زيت وفرشاة.
- ❖ مسطرين.
- ❖ حوض ماء لحفظ العينات.
- ❖ جهاز كسر المكعبات بالضغط.
- ❖ عينة خرسانة طازجة.
- ❖ جهاز فحص قوة الخرسانة
- ❖ قوالب فحص الخرسانة



## خطوات العمل:

- 1- تجهز القوالب، وتدهن بالزيت باستخدام الفرشاة.
- 2- اتحضر عيّنة الخرسانة الطازجة وتخلط جيدا.
- 3- يملأ القالب على طبقات بحيث يكون ارتفاع كل طبقة حوالي 50 ملم.
- 4- باستخدام قضيب الدمك تدمك كل طبقة 20-25 ضربة.
- 5- تملأ الطبقة الأخيرة وتدمك بنفس الطريقة.
- 6- يسوى سطح الخرسانة بالقالب باستخدام المسطرين.
- 7- يحفظ القالب على أرض مستوية، ويغطى بقطع من النايلون لمدة حوالي 24 ساعة بالمختبر أو بالموقع.
- 8- يفك القالب بعد 24 ساعة بعناية، وتوضع عيّنات الخرسانة في حوض ماء درجة حرارته 20 درجة مئوية.
- 9- بعد أسبوع من تاريخ الصب تخرج العيّنات من حوض الماء، وتوضع بالجو العادي بالمختبر لحين إجراء فحص الكسر للمكعبات.
- 10- عند تاريخ الكسر يتم توزيع العيّنات، وقياس أبعادها، وحساب كثافة الخرسانة الجافة.
- 11- توضع القوالب على جهاز مقاومة الضغط لكسرها (بعد 7 أيام، 28 يوم).
- 12- يقرأ مقدار القوة المحورية التي كسرت عيّنة الخرسانة.
- 13- يحسب مقدار مقاومة الضغط أو مقاومة الكسر عن طريق قسمة مقدار القوة على مساحة سطح العيّنة.
- 14- تنظيف الأدوات والأجهزة من بقايا الخرسانة.

## إرشادات:

- 1- يجب فك القوالب بحرص خوفا من كسر العيّنات.
- 2- بعض المواصفات تستعمل قضيب دمك مربع الشكل، والبعض الآخر تستعمل قضيبا ذا رأس كروي.
- 3- بعض المواصفات تنص على حفظ العيّنات بالماء لمدة 28 يوما بدلا من 7 أيام.
- 4- المواصفات الفلسطينية تنص على حفظ العيّنات بالماء لمدة أسبوع، وبعدها توضع في المختبر لحين إجراء فحص الكسر.
- 5- يجب التأكد من وضع العيّنة بشكل محوري على جهاز الكسر.
- 6- يتم اعتماد نتائج فحص الضغط بعد 28 يوما من الصب للحكم على مقاومة الخرسانة.

تمرين 5: زيارة ميدانية لمصنع خرسانة.



يقوم المدرّب بترتيب زيارة لمصنع خرسانة للاطلاع على عملية تصنيع الخرسانة.

الأهداف:



- ❖ أن يتعرف الطلبة على كيميّة صناعة الخرسانة وإنتاجها في مصانع الخرسانة.
- ❖ أن يميز الطلبة بين الأنواع المختلفة من الركام من حيث مقاس حبيباتها.

- ❖ أن يشاهد الطلبة أماكن تخزين المواد الخام اللازمة لصناعة الخرسانة وتشمل الركام الكبير والناعم والإسمنت.
  - ❖ أن يشاهد الطلبة عملية تعبئة مكونات الخرسانة لشاحنات نقل الخرسانة وكيفية التحكم بالكميات بالوزن.
  - ❖ أن يشاهد الطلبة اساليب نقل مكونات الخرسانة من أماكن التخزين إلى مواقع التعبئة من خلال استخدام الجرافات والسيور الناقلة والانابيب وغيرها.
  - ❖ أن يتعرف الطلبة على المواد الإضافية المستخدمة في صناعة الخرسانة.
  - ❖ أن يتعرف الطلبة على الفحوصات التي تجري لمراقبة إنتاج الخرسانة.
  - ❖ أن يطلع الطلبة على كميات الخلط اللازمة لعمل متر مكعب واحد من خرسانة من النوع B300 على سبيل المثال.
- يطلب من كل طالب عمل تقرير عن الزيارة الميدانية شاملة لكل المواد التي تدخل في تصنيع الخرسانة من حيث كمياتها وأوزانها وحجومها.**

### تمرين 6: زيارة موقع صبّ عقدة (سقف).



يقوم المدرّب بترتيب زيارة ميدانية لموقع ما للاطلاع على مراحل صبّ ودمك الخرسانة لعقدة ما.



- ❖ أن يتعرف الطلبة على الأمور الواجب مراعاتها قبل صبّ الخرسانة، وتشمل ما يأتي:
  - 1- التأكد من دعامة الطوبار والدعامات.
  - 2- توفر وسائل الدمك اليدوي والميكانيكي (القِدَّة والرَّجَاجات).
- ❖ أن يتعرف الطلبة على مضخّات الخرسانة وأجزائها والمسافات التي تستطيع أن تصل إليها خراطيم الصّبّ.
- ❖ أن يتعرف الطلبة على عملية تفريغ الخلّاط داخل سلة المضخة.
- ❖ أن يتعرف الطلبة على كيفية أخذ عينات الخرسانة أثناء تفريغ الخلّاط (في حالة إجراء فحص للخرسانة).
- ❖ أن يتعرف الطلبة كيفية إجراء فحص الهبوط، وكيفية تعبئة المكعبات في الموقع.
- ❖ أن يتعرف الطلبة على كيفية توزيع الصّبّ على العقدة.
- ❖ أن يتعرف الطلبة على عملية دمك الخرسانة باستخدام الرَّجَاجات الميكانيكية وأهميّة ذلك.
- ❖ أن يتعرف الطلبة على عملية الدمك اليدوي لسطح الخرسانة بعد الصّبّ (بواسطة القِدَّة).
- ❖ أن يحسب الطلبة كمّيات الطوب والخرسانة للعقدة المفرغة.

**يطلب من الطلبة عمل تقرير عن الزيارة الميدانية، ويتضمن التقرير الإجابة عن الأسئلة الآتية:**

- 1- ما نوع العقدة التي شاهدها (مصمته أم مفرغة)؟ إذا كانت العقدة مفرغة، ما مقياس الطوب المستخدم في العقدة.
- 2- احسب كمّيات الطوب المستخدمة للعقدة.

- 3- احسب مساحة سطح العقدة.  
 4- احسب نظريا كمّية الخرسانة اللازمة للعقدة، وقارن الكمّية المحسوبة مع الكمّية المصبوبة فعليا.  
 5- وضح كيف يتم استخدام الرّجّاج في عمليات الدمك.

## تمرين 7: حساب كمّيات الخرسانة وكمّيات المواد اللازمة لصب مدّة أرضية.



### الأهداف:



- ❖ أن يحسب الطلبة كمّية الخرسانة اللازمة لصب مدّة أرضية.
- ❖ أن يحسب الطلبة الكمّيات اللازمة لكل من الماء والإسمنت والرمل والحصمة لصب مدّة أرضية.

فريق العمل: طالب واحد

### خطوات العمل:



- 1- يقوم المدرّب بتعيين المساحة المراد صبها بالميدان، ويحدّد سمك المدّة، وليكن 12 سم، ونسب الخلط 1: 2: 4 (بالحجم)، علما بأن كمّية الإسمنت تعادل 5 أكياس لكل متر مكعب خرسانة (كيس الإسمنت = 50 كغم، ويعادل 4 لتر).
- 2- يقوم الطلبة بأخذ قياسات لمساحة المدّة الأرضية، وعمل كروكي لحساب المساحة اللازمة للصب (لتكن المساحة 100 م<sup>2</sup>).
- 3- يقوم الطلبة بحساب حجم الخرسانة اللازمة للصب عن طريق ضرب المساحة في سمك المدّة (0.12 م)، وبالتالي فإنّ حجم الخرسانة:  $12 \times 0.12 \times 100 = 144$  م<sup>3</sup>.
- 4- يقوم الطلبة بحساب كمّية الخلط لكل متر مكعب خرسانة بالنسب المحدّدة أعلاه.

### لعمل 1م<sup>3</sup> خرسانة نحتاج إلى:

- أ- 5 أكياس إسمنت =  $5 \times 50 = 250$  كغم إسمنت ( $5 \times 40 = 200$  لتر).
- ب- كمّية الرمل =  $2 \times 200 = 400$  لتر رمل =  $0.4$  م<sup>3</sup>.
- ج- كمّية الحصمة =  $4 \times 200 = 800$  لتر =  $0.80$  م<sup>3</sup>.
- د- كمّية الماء اللازمة إذا علمت أن نسبة الماء إلى الإسمنت تساوي: 0.70 بالوزن.
- هـ- وزن الماء =  $0.70 \times$  وزن الإسمنت =  $0.7 \times 50 = 35$  كغم ماء لكل كيس إسمنت كمّية الماء لخلط 1م<sup>3</sup> خرسانة =  $5 \times 35 = 175$  كغم

يقوم الطلبة بحساب الكمّيات اللازمة لصب المدّة الأرضية وبالبالغة حجمها (12) م<sup>3</sup>

كمّية الإسمنت =  $5 \times 12 = 60$  كيسا (3000 كغم) = 3 طن

كمّية الرمل =  $12 \times 0.40 = 4.8$  م<sup>3</sup>

كمّية الحصمة =  $12 \times 0.80 = 9.6$  م<sup>3</sup>

كمّية الماء =  $12 \times 175 = 2100$  لتر

6

الطوب

الوحدة  
النمطية



ناقش لقد استعمل الطوب في فلسطين بأنواعه وأشكاله المختلفة منذ القدم



يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على (صناعة الطوب الإسمنتي، واختبار خصائصه بالفحوصات التي تجرى عليه، وخطوات بناء الطوب، واستخدام العدد والمصطلحات وأنواع خاصه للطوب والترابط في جدران الطوب، وحساب تكلفة أعمال بنائه). وذلك من خلال تحقيق الأهداف الآتية:

- 1- القدرة على طريقة صناعة الطوب الإسمنتي واختبار خصائصه بالفحوصات التي تجرى عليه واختيار مقاساته.
- 2- القدرة على بناء الطوب، واستخدام العدد، والتمهيد لبناء الطوب، وحساب تكاليف أعمال بناء الطوب، واختيار أنواع الطوب الخاصة.

## قواعد الأمن والسلامة المهنية

- 1- ارتداء ملابس السلامة المهنية المناسبة (خوذة، وحذاء معزول، وقميص، ونظارات واقية، وكفوف يدوية)
- 2- التأكد من سلامة وجاهزية الأدوات للعمل.
- 3- استخدام الأجهزة المطابقة لقواعد الأمن والسلامة.

## الكفايات المهنية

الكفايات المتوقع امتلاكها من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة:

### ❖ أولاً- الكفايات الحرفية:

- ❖ القدرة على تمييز خصائص الطوب.
- ❖ القدرة على تصنيع الطوب وفحصه.
- ❖ عمل برنامج عمل للعمل المراد تنفيذه.
- ❖ اختيار المكان للبدء بالعمل.
- ❖ توثيق المعلومات خلال اختيار العمل بالطريقة المناسبة.

### ❖ ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- ❖ يحافظ على خصوصية الزبون وأسراره.
- ❖ القدرة على الإقناع.
- ❖ الالتزام بأخلاقيات المهنة.
- ❖ الالتزام بالمواعيد.
- ❖ التعامل بمصداقية.
- ❖ القدرة على تقديم الدعم والمساعدة.
- ❖ القدرة على التواصل الفعال.
- ❖ القدرة على الاستماع لرأي الزبون.
- ❖ قدرة الحصول على المعلومة من الزبون.
- ❖ توفير أجواء مناسبة للنقض.
- ❖ القدرة على التأمل الذاتي.

### ❖ ثالثاً: الكفايات المنهجية

- ❖ التعلّم التعاوني. (العمل الجماعي).
- ❖ الحوار والمناقشة.
- ❖ البحث العلمي.
- ❖ العصف الذهني (استمطار الأفكار).

6 - 1 الموقف التعليمي التعليمي الأول: القدره على صناعة الطوب الإسمنتي واختبار خصائصه بالفحوصات التي تجرى عليه واختيار مقاساته.

وصف الموقف التعليمي: مستثمرفي اعمال البناء طلب من مختبر لفحص المواد اعداد دراسه عن صناعة الطوب الإسمنتي وخصائصه وقياساته والفحوصات التي تجرى عليه

العمل الكامل:

الموارد حسب الموقف الصفّي	المنهجية (إستراتيجية التعلم)	وصف الموقف الصفّي	خطوات العمل
* وثائق: طلب المستثمر، مخططات * كتب ومراجع * التكنولوجيا: الإنترنت * أنماط بصرية: فيديو وصور	*البحث العلمي *حوار ومناقشة *العصف الذهني (استمطار الأفكار حول المنشأ)	- أجمع البيانات من المستثمر: نوع المصنع، مكان المصنع، الفنّه المستهدفة، الميزانيّة المرصودة، الفترة الزمنيّة - أجمع البيانات عن تصنيع الطوب الإسمنتيّ، طرق تسويق هذا النوع من الطوب، المناطق المناسبة لصناعة هذا الطوب، نوع الطوب، الفحوصات اللازمة، خصائص الطوب، لون الطوب، شكل الطوب	أجمع البيانات، وأحلّها

<p>* الوثائق: (المخططات، البيانات التي تمّ جمعها * كتب ومراجع * التكنولوجيا: الإنترنت مواقع ذات مصداقية * أنماط بصرية: فيديو وصور</p>	<p>*النقاش والحوار *العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار حول المنشأ) *التعلم التعاوني. (العمل ضمن فريق)</p>	<p>- تصنيف البيانات: * طرق صناعة الطوب، أنواع الطوب، المناطق المناسبة لصناعة الطوب، الفحوصات اللازمة، لون الطوب، خصائص الطوب، شكل الطوب - تحديد خطوات العمل: * وضع مقترحات وبدائل لأنواع وخصائص وشكل الطوب وطرق صناعته * دراسة البدائل وتحديد نقاط القوة والضعف * تحديد الطوب الأنسب من حيث نوع الطوب وشكله وخصائصه والفحوصات وطرق صناعته * اعداد جدول زمنيّ للتنفيذ * معاينة موقع العمل</p>	<p><b>أخطّط، وأقرّر</b></p>
<p>*حاسوب: يتضمن برامج عن فحوصات الطوب وأنواعه، وأشكاله *الوثائق: (مخططات، البيانات التي تمّ جمعها، صور، طلب المستثمر) * التكنولوجيا: الإنترنت مواقع عن صناعة الطوب، وخصائصه وأنواعه وأشكاله وألوانه وفحصاته ذات مصداقية</p>	<p>*التعلم التعاوني. / مجموعات حوار ومناقشة *العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار).</p>	<p>* احضار عدة أنواع من الطوب، وعدة ألوان، وعدة أشكال ومقاسات مختلفه * اختيار 3 مقترحات لعرضها على المستثمر * اقتراح مجموعه من أنواع الطوب، وألوانه وأشكاله ومقاساته * الاتفاق مع المستثمر على الطوب من حيث (أنواع الطوب، وألوانه وأشكاله ومقاساته) * اعتماد الخيار النهائيّ * البدء بتوريد الطوب</p>	<p><b>أنفد</b></p>

<p>*حاسوب: يتضمن برامج عن فحوصات الطوب وأنواعه، وأشكاله *الوثائق: (مخططات، البيانات التي تمّ جمعها، صور، طلب المستثمر) *التكنولوجيا: الإنترنت مواقع عن صناعة الطوب، وخصائصه وأنواعه وأشكاله وألوانه وفحوصاته ذات مصداقية</p>	<p>*حوار ومناقشة *العمل ضمن مجموعات</p>	<p>*التَّحَقُّق من اختيار الطوب المناسب من حيث (ا) أنواع الطوب، وخصائصه، وألوانه وأشكاله ومقاساته وفحوصاته) *التَّحَقُّق من ملائمة نوع الطوب لنوع المنشأ، الميزانية المرصودة، طريقة البناء، أشكال ولون الواجهات *التأكّد من مطابقة طريقة صناعة الطوب، وخصائص ونوع ولون وشكل الطوب مع طلب المستثمر</p>	<p><b>أَتَحَقَّق</b></p>
<p>*حاسوب، أجهزة عرض</p>	<p>*حوار ومناقشة *العمل الجماعيّ</p>	<p>* توثق أنواع الطوب بطريقة تصنيع الطوب وأشكاله وألوانه ومقاساته والفحوصات اللازمة *اختيار الطوب المناسب بما يحقق الخصائص والمعايير وأنواع الطوب، وألوانه وأشكاله ومقاساتهم مجموعة مقترحات *عرض الطوب الذي تمّ اختياره *فتح ملف بالحاله</p>	<p><b>أُوثِق، وأَقَدِّم</b></p>
<p>* نماذج التقييم * طلب المستثمر *المخططات * معايير وخصائص الطوب</p>	<p>*البحث العلميّ/ أدوات التقييم الأصيل *حوار ومناقشة</p>	<p>* رضي المستثمر وموافقته على طريقة تصنيع الطوب وأشكاله وألوانه ومقاساته الذي تمّ اختيارها. * مطابقة طريقة تصنيع الطوب وأشكاله وألوانه ومقاساته الذي تمّ اختبارها للمواصفات والمعايير</p>	<p><b>أُفَوِّم</b></p>

## ☆ الأسئلة:

- 1- احسب كمّيّة المواد (حصمة + رمل) بالوزن التي توضع على كيس واحد من الإسمنت (50 كغم) إذا علمت أن نسبة الخلط (3 : 3 : 1).
- 2- عرف البناء بالطوب.
- 3- ما المراحل الرئيسية في صناعة الطوب الإسمنتيّ؟
- 4- اذكر الأمور الواجب مراعاتها في معالجة الطوب الإسمنتيّ؟
- 5- فسر لماذا يتم كبس الطوب داخل القوالب مع الهز الميكانيكيّ وبالتردد الكافي.
- 6- اذكر مميزات الطوب الإسمنتيّ ومشاكله.
- 7- اكتب تقريراً عن الفحوصات التي يتم إجراؤها على الطوب بالمختبر والفحوصات التي يتم إجراؤها عن طريق النظر.
- 8- عرف الطوب المصمت، والطوب المفرغ، وطوب الجلوسترا.
- 9- أكمل الفراغ الآتي:  
أ- يجب أن لا تقل مقاومة الطوب الإسمنتيّ للجدران الحاملة عن.....  
ب- وأن لا تقل مقاومة الطوب الإسمنتيّ للقواطع الداخلية عن.....

📖 أتعلم: الطوب الإسمنتيّ

## صناعة الطوب الإسمنتيّ BLOCKS

### 👤 نشاط:

- 1- من المحيط القريب من المدرسة اكتب تقريراً عن صناعة الطوب الإسمنتيّ وخصائصه والفحوصات التي تجرى عليه.
- 2- قم بإجراء الفحوصات الآتية في مكتبك وكتابة تقارير عنها:  
أ- مقاومة الضغط للطوب.  
ب- قياس الأبعاد وملاحظة التفاوت في أبعاد الطوب.  
ج- الشكل واللون للطوب.  
د- امتصاص الماء وحساب نسبة الامتصاص.
- 3- تأكد من أن الطوب المستخدم في الأبنية قيد الإنشاء القريبة منك التي يسمح لك الوصول إليها له خصائص الطوب الجيد.
- 4- قارن بين صناعة الطوب بطريقة الخلط اليدوي والخلط الآلي.



لقد استعمل الطوب بأشكاله المختلفة منذ القدم، فقد دلت الدراسات التاريخية على أن البابليين القدماء من أوائل الشعوب التي قامت بصناعة الطوب وتشكيله وتجفيفه، وأطلق اسم الطوب على الوحدات البنائية الصغيرة نسبياً التي تسمح أبعادها وكتلتها بتناولها بيد واحدة، واتسع مفهوم الطوب ليشمل وحدات بنائية كبيرة وثقيلة نسبياً مصنوعة من الإسمنت والركام والمواد المختلفة. ولقد انتشر استعمال الطوب انتشاراً واسعاً، فأصبح يستعمل في معظم المباني، ويرجع ذلك إلى الأسباب الآتية:

- 1- سهولة نقل الطوب إلى موقع العمل.
- 2- انتظام شكل الواجهات لانتظام مقاسات الطوب.
- 3- الالتصاق الجيد بين الطوب والمونة.
- 4- سهولة استعمال الطوب ووضعه في مكانه للبناء.
- 5- مقاومة الطوب لعوامل الطقس المختلفة.
- 6- مقاومة الطوب للحريق (خاصةً الطوب الحراري).
- 7- سرعة تنفيذ المباني باستعمال الطوب.

البناء بالطوب يعرف البناء بالطوب بأنه عبارة عن رص الطوب بنظام خاص، وربطه باستخدام المونة للحصول على كتلة واحدة، جميع أجزائها متماسكة بشكل يضمن مقاومتها الجيدة للضغوط التي ستتعرض لها، بحيث لا يقل تحمل المونة للضغط عن تحمل الطوب نفسه.

## أنواع الطوب

توجد أنواع كثيرة من الطوب، نذكر منها:

- ❖ الطوب الإسمنتيّ.
- ❖ الطوب الرمليّ الجيريّ.
- ❖ الطوب الحراريّ.
- ❖ الطوب الزجاجيّ.

### 1- الطوب الإسمنتيّ

من أكثر الأنواع انتشاراً في فلسطين للأسباب الآتية:

- ❖ وفرة المواد الأولية اللازمة لإنتاجه.
- ❖ سهولة إنتاجه لتوافر المصانع.
- ❖ تكلفته القليلة نسبياً.
- ❖ سهولة عمليّة البناء وتوافر العمال المهرة للتنفيذ.

## 2- مكوثات الطوب الإسمنتي:

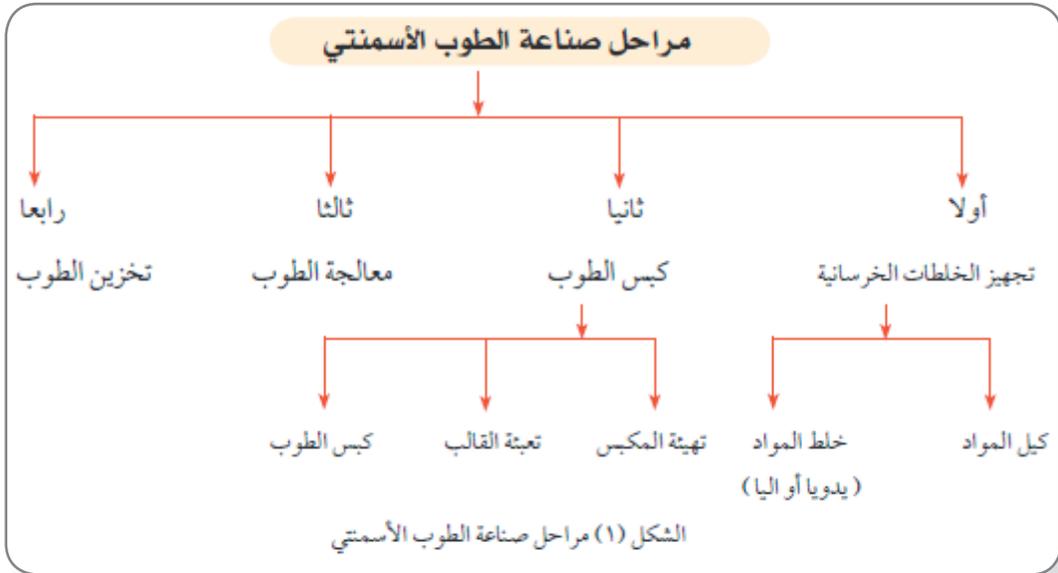
تتكوّن خلطات الطوب الإسمنتيّ مما يأتي:

- ❖ الإسمنت: يستعمل الإسمنت البورتلاندي العاديّ في صناعة الطوب الإسمنتيّ.
- ❖ الركام: يستعمل الركام المتدرّج من كسر الحجر الصلب الخالي من المواد الضارة المسمى بالسُمسميّة والعدسيّة والرمل المتوافر في السواحل الفلسطينيّة في صناعة الطوب الإسمنتيّ.
- ❖ الماء: يشترط أن يكون صالحاً للخلط، خالياً من المواد الضارة بالخرسانة.
- ❖ الإضافات: تستعمل أحياناً لإكساب الطوب مقاومة مبكرة، أو لزيادة قابلية التشكيل، أو لإعطائه لونا مميزاً، أو لخفض نفاذيّته للماء.

## 3- صناعة الطوب الإسمنتيّ:

يصنع الطوب الإسمنتيّ بقياساته المختلفة بإحدى الطرق الآتية:

- ❖ بوساطة قوالب خشبيّة تدقّ باليد، وقد تلاشت هذه الطريقة.
- ❖ بوساطة قوالب حديديّة تدقّ بمطبّة يدويّا، وقد تلاشت هذه الطريقة.
- ❖ بوساطة قوالب حديديّة تركّب على ماكينات يدويّة.
- ❖ بوساطة قوالب حديديّة تركّب على ماكينات آليّة.



### تجهيز الخلطات الخرسانيّة

أولاً

سواء أكانت طريقة الخلط يدوية أم آليّة فإنّ تجهيز الخلطة يشمل:

- 1- كيل المواد: تعتمد نسب خلط المواد على نوع الطوب المراد إنتاجه، ويشترط مطابقة المواد للمواصفات الفنيّة، وتعد النسبة 6: 1 (1 إسمنت: 3 رمل: 3 سُمسميّة وعدسيّة) مقبولة في إنتاج الطوب الجيد.

2- خلط المواد:

هناك طريقتان لخلط الباطون هما:

❖ طريقة الخلط اليدوي.

❖ طريقة الخلط الآلي.

وتعد طريقة الخلط الآلي أفضل من طريقة الخلط اليدوي.

1- الخلط اليدوي

⌘ تحضير المواد الخام بالنسب المطلوبة، وتوضع على أرض نظيفة وصلبة.

⌘ يضاف الإسمنت على الخليط، ويخلط مرتين قبل إضافة الماء عليه.

⌘ يرش الماء على الخليط رشا خفيفا مع التحريك المستمر بالمجرفة أو الرّفش إلى أن تبتل جميع أجزاء الخلطة.

⌘ الخلط بشكل مستمر حتى تصبح الخلطة متجانسة.

2- الخلط الآلي:

⌘ يوضع الماء المحدد للخلطة داخل الخلاطة.

⌘ يوضع نصف المقدار المعين مع الحصمة الخشنة.

⌘ يضاف المقدار المعين من الإسمنت والجزء المتبقي مع الحصمة الخشنة.

⌘ تبقى الخلطة داخل الخلاطة لمدة دقيقتين أو أكثر للحصول على خليط متجانس.

ومن الأمور الواجب مراعاتها في خلطة الطوب أن تكون كمّيّة الماء قليلة للحصول على خرسانة ذات قوام جاف. وأن

لا يبقى الخليط على الأرض أكثر من نصف ساعة.

كبس الطوب

ثانياً

بعد تجهيز الخلطة الخرسانيّة تبدأ عمليّة كبس الطوب، لقد كانت صناعة الطوب تعتمد على المكابس اليدويّة بشكل

أساسيّ قبل انشاء المكابس الآليّة وزراعات الطوب المختلفة.

ومهما اختلفت الطريقة التي يتم تصنيع الطوب الإسمنتيّ بها. إلا أنها

جميعاً تتشابه في تعبئة القوالب ورجها وتعرضها للضغط لحدوث

التماسك بين مكوّنات الطوب.

أهم أجزاء مكبس الطوب الإسمنتيّ:

أ- القالب. ب- الخابور.

ج- لوحة الرّجّ. د- المكبس الهيدروليكي.



شكل (٢) المكابس التقليديّة والمكابس الآليّة (الزراعات).

- 1- تهيئة المكبس بوضع القالب الخاص بالطوب المراد إنتاجه.
- 2- تعبأ الخليط الذي تم تجهيزه في قوالب الطوب المعدنية التي أعدت خصيصاً إما يدوياً باستعمال الكريك في المكابس التقليدية، وإما بواسطة الرافعات الشوكية أو السيور الناقلة في زراعات الطوب الآلية، كما في الشكلين (3، 4).



شكل (٤) رافعة شوكية تملأ المكبس الآلي



شكل (٣) رجل يملأ القالب بالكريك

- 3- كبس الطوب بالشكل المطلوب داخل القوالب مع الهز الميكانيكي، وبالتردد الذي يكفي لإعطاء الطوب أقصى دمك ممكن.
- 4- صناعة الطوب في المكابس التقليدية: يؤخذ الطوب بعد إخراجه من القوالب على قاعدة خشبية، ويبقى الطوب عليها على الأقل مدة 24 ساعة في ساحة التجفيف، أما في الزراعات الآلية فيبقى الطوب في مكان التصنيع لمدة ثلاثة أيام كما في الشكلين (5أ، ب).



الشكل (٥ ب) طوب في منطقة التصنيع للزراعات الآلية



الشكل (٥ أ) طوب على قاعدة خشبية

## ثالثاً معالجة (سقاية) الطوب الإسمنتيّ

يحتاج الطوب الذي يتم إنتاجه حديثاً إلى رطوبة عالية؛ لكي يحصل التفاعل الكامل بين الإسمنت والماء لزيادة قوّة الطوب، وذلك بوضع المنتج لمدة 24 ساعة دون معالجة في حالة التجفيف بالهواء (دون بخار)، ثمّ يسقى الطوب بالماء لمدة سبعة أيام على الأقلّ. وتختلف كثافة السقاية واستمراريتها باختلاف الظروف الجوية، وتتطلب عمليّة السقاية توافر مصدر مائي نظيف خال من الأملاح والأوساخ والزيوت، ويفضل أن يحفظ الطوب طوال فترة معالجته بالظل بعيداً عن الشمس والرياح.



الشكل (٦) رجل يسقي الطوب

### وتتم معالجة الطوب وفق الإرشادات الآتية:

- ❖ تجنّب تسليط الماء بضغط عالٍ على نقطة واحدة من الطوب، وخاصّة في الأيام الأولى من إنتاجه.
- ❖ يرش الطوب بالماء على شكل رذاذ خاصّة في الأيام الأولى.
- ❖ سقي الطوب مرتين كل يوم على الأقلّ صباحاً ومساءً، ولمدة لا تقل عن أسبوع.

ويفضل أن يغطّى الطوب بقطع من الخيش المبلل.

## رابعاً: تخزين الطوب الإسمنتيّ

يحتاج الطوب الإسمنتيّ الجديد إضافة للمعالجة إلى عناية خاصّة بطريقة تخزينه ومناولته، ويمكن اتباع الإرشادات الآتية للمحافظة عليه:

- 1- عدم نقل الطوب الجديد من مكان التجفيف إلى مكان التخزين قبل مرور ثلاثة أيام على إنتاجه.
- 2- ترتيب صفوف الطوب في مجموعات (سواء على ألواح خشبيّة أو غيرها) وتنظّم في أماكن حسب نوع الطوب ومقاساته وتاريخ إنتاجه
- 3- المحافظة على حوافّ وزوايا الطوب من التكسر.
- 4- لا يسمح باستعمال الطوب في البناء قبل مرور 28 يوماً من تاريخ إنتاجه (فسر ذلك).

## من الأخطاء الشائعة في صناعة الطوب الإسمنتيّ

تتطلب صناعة الطوب الإسمنتيّ عناية فائقة للحصول على طوب ذي مواصفات جيدة قادرة على تحمل قوى الضغط التي نصت عليها المواصفات الفنيّة.

## إلا أن هناك أخطاء تقع في صناعة الطوب وإنتاجه، منها:

- 1- استعمال الخلطات الكبيرة الحجم يؤثر سلبيا على قوى تحمل الطوب المنتج؛ لأنّ العمل بهذه الخلطات يتطلب وقتا يزيد عن الساعة؛ مما يفقد الإسمنت نسبة كبيرة من قوته لتجاوز زمن الشك الابتدائي.
- 2- بعض المصانع تتهاون في رَجّ الطوب رَجًّا كافيا لتوفير الوقت وكميّة المواد.
- 3- تخزين الطوب المنتج حديثا بعضه فوق بعض يؤدي إلى عدم انتظام أبعاد الطوبية وتكسر حوافها.
- 4- عدم معالجة الطوب بشكل كاف يؤدي إلى ضعف قوّة تحمله.
- 5- استخدام مواد غير مطابقة للمواصفات، ونسب خلط غير صحيحة تضعف مقاومة الطوب.
- 6- عدم استبدال مجموعة القالب من فترة إلى أخرى يؤدي إلى تآكل وتشوه عناصر المجموعة بفعل الاحتكاكات المستمرة.

## خصائص الطوب الإسمنتيّ ومقاساته

### مميزات الطوب الإسمنتيّ

- ✚ توافر مكوّناته في فلسطين بكثرة.
- ✚ قليل التكاليف مقارنة مع الأنواع الأخرى من الطوب.
- ✚ سهولة الإنتاج لتوافر المصانع الآليّة
- ✚ قوة التلاصق بينه وبين الطينة لخشونة سطوحه.
- ✚ سهولة قصارته لخشونة سطوحه.
- ✚ سهولة قصه.
- ✚ خفة وزنه وسهولة نقله إلى موقع العمل.
- ✚ سهولة بنائه ووضعه في مكان البناء.

### مشاكل الطوب الإسمنتيّ

- ✚ مهاجمة الكبريات للطينة تؤدي إلى التمدد والتشقق وتآكل الطينة.
- ✚ التجمّد يؤدي إلى تشقق الطوب.
- ✚ عدم قدرة جدران الطوب على تحمل إجهادات الشد.
- ✚ حاجته إلى القصارة؛ لأنّ مظهره ليس جذابا.

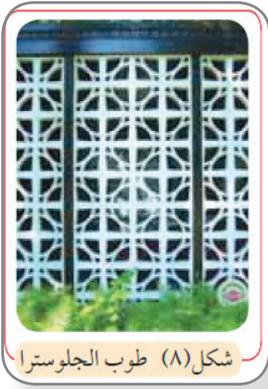
## خصائص الطوب الإسمنتيّ الجيد

- ✂ أن يكون منتظم السمك خاليا من التشققات السطحية.
- ✂ أن يكون متجانس التكوين والحبيبات ودقيق الأبعاد.
- ✂ أن لا تقل مقاومته للكسر عن 3.5 نيوتن/مم<sup>2</sup>.
- ✂ أن يكون حاد الحواف، وقائم الأسطح وسليم الزوايا.
- ✂ أن لا يكون الطوب هشاً، ورنان الصوت عند الطرق عليه بالمطرقة.
- ✂ أن لا يستخدم قبل مرور 28 يوم على إنتاجه.

## أشكال الطوب الإسمنتيّ

يشكل الطوب الإسمنتيّ أهمّ وحدات البناء الخرسانيّ، وتكون هذه الوحدات إمّا:

- 1- طوبا مصمتا: وهو الطوب الذي لا يوجد فيه ثقوب وفراغات.
- 2- طوبا مفرغا: وهو الذي فيه ثقوب وفراغات.
- 3- طوب الجلوسترا: وهو طوب مفرغ ذو أشكال هندسيّة وألوان متنوعة يستعمل لأغراض الديكورات الداخلية والخارجية.



شكل (أ) طوب الجلوسترا

## استعمالات الطوب الإسمنتيّ

يستعمل الطوب الإسمنتيّ في:

- 1- السقوف: يستعمل هذا النوع في السقوف التي تحتوي على أجسام مائثة، وله مقاسات كثيرة.
- 2- الجدران الحاملة: يجب أن لا تقل مقاومته للكسر عن 70 كغم/سم<sup>2</sup>.
- 3- الجدران غير الحاملة والقواطع الداخلية: يجب أن لا تقل مقاومته للكسر عن 35 كغم/سم<sup>2</sup>.
- 4- عزل الجدران الخارجية والأساسات.
- 5- الديكور والزينة الداخلية والخارجية.

الجدول (2، 1) تبين مقاسات الطوب الإسمنتي واستخدامها:

مجال استخدام	مقاسات الطوب بالسم			نوع الطوب	الرقم
	الارتفاع	السمك	الطول		
جدران حاملة وقواطع واسوار	٢٠	٢٠	٤٠	طوب مفرغ	١
جدران حاملة وقواطع واسوار	٢٠	١٥	٤٠	طوب مفرغ	٢
قواطع وعزل جدران خلف الخرسانة للحجر	٢٠	١٠	٤٠	طوب مفرغ	٣
قواطع وعزل جدران	٢٠	٧	٤٠	طوب مفرغ	٤
لتغطية أعمال الحفريات والأساسات	٢٠	٥-٤	٤٠	طوب مصمت	٥
أعمال الديكورات الداخلية والخارجية	٢٥	١٠	٢٥	طوب الجلوسترا	٦

جدول (1) أنواع طوب الجدران الإسمنتي شائعة الاستعمال في فلسطين.

الارتفاع	العرض	الطول	نوع الطوب	الرقم
١٤	٢٥-٢٠	٤٠	طوب مفرغ	١
١٧	٢٥-٢٠	٤٠	طوب مفرغ	٢
٢٠	٢٥-٢٠	٤٠	طوب مفرغ	٣
٢٤	٢٥-٢٠	٤٠	طوب مفرغ	٤
٢٥	٢٥-٢٠	٤٠	طوب مفرغ	٥
٣٠	٢٥-٢٠	٤٠	طوب مفرغ	٦
*٧	٢٥-٢٠	٤٠	طوب الايتولايت	٧

جدول (2) مقاسات طوب السقف



شكل (9) بعض أشكال طوب السقوف

## الفحوصات التي تجرى على الطوب الإسمنتي

من أهم الفحوصات التي تجرى على الطوب الإسمنتي:

### 1- مقاومة الضغط:

تفحص مقاومة الضغط للطوب بطريقة مشابهة لفحص مقاومة الضغط للخرسانة باستخدام جهاز الضغط بتحميل قوّة عمودية على سطح الطوبة (الطول، السمك). ويستمر التحميل حتى تكسر العينة فتكون.



الشكل (10) جهاز كسر عينة من الطوب

$$\text{مقاومة للضغط الطوبية} = \frac{\text{القوة التي انكسرت عندها الطوبية}}{\text{مساحة سطح الطوبية}}$$

وتنص المواصفات الفنيّة على أن مقاومة الضغط لطوب الجدران الحاملة لا يقل عن 7 نيوتن/مم<sup>2</sup>، وللجدران غير الحاملة لا يقل عن 3، 5 نيوتن/مم<sup>2</sup>. ومن الجدير ذكره أنه يحسب متوسط مقاومة الضغط لعينة عشوائية مكونة من عشر طوبيات.

### 2- الأبعاد ونسبة الفراغات:

تقاس أبعاد الطوب الإسمنتي من عدة أماكن، ويجب أن لا يزيد التفاوت في الأبعاد ونسبة الفراغات عن القيم المحددة بالجدول (3).

الرقم	نوع الطوب	قياس الطوب بالسـم	التفاوت المسموح به	نسبة الفراغات
١	طوب مفرغ	٢٠×٢٠×٤٠	٦+ ملم	%٥١
٢	طوب مفرغ	١٥×٢٠×٤٠	٦+ ملم	%٤٣
٣	طوب مفرغ	١٥×٢٠×٤٠	٦+ ملم	%٣٧
٤	طوب مفرغ	٧×٢٠×٤٠	٣+ ملم	%٣١

جدول (3) قياس الطوب المفرغ ونسبة الفراغات والتفاوت المسموح به.

### 3- الشكل

يجب أن يكون الطوب منتظم الشكل، وحادًا، ومستقيم الحواف، ومستويًا، ومتعامد الأسطح، وخاليا من الشقوق والمواد الغريبة، ومتجانس اللون.

### 4- امتصاص الماء:

تحدّد المواصفات الفنيّة أن لا تزيد نسبة امتصاص الطوب للماء عن 17% من كتلة الطوبية، ويتم عمل فحص الامتصاص بغمر جميع الطوبية في الماء لمدة 24 ساعة على درجة حرارة  $20 \pm 3^\circ$  م، وتخرج من الماء وتجفف بالقمّاش ونجد كتلتها، توضع في فرن تجفيف على درجة حرارة  $110 \pm 5^\circ$  م حتى ثبات كتلتها فتكون:

$$\text{نسبة الامتصاص} = \frac{\text{الكتلة بعد الغمر 24 - الكتلة الجافة}}{\text{الكتلة الجافة}} \times 100\%$$



الشكل رقم (١٢) ميزان الكتروني

الشكل رقم (١١) فرن تجفيف

6 - 2 الموقف التعليمي التعليمي: قدره على بناء الطوب، واستخدام العدد، والتمهيد لبناء الطوب، وحساب تكاليف أعمال بناء الطوب، واختيار أنواع الطوب الخاصة.

وصف الموقف التعليمي: حضر مواطن إلى مكتب هندسي يريد بناء بيت وطلب إرشادات في اختيار نوعية الطوب لجدران بيته.

العمل الكامل:

الموارد حسب الموقف الصفّي	المنهجية (إستراتيجية التعلم)	وصف الموقف الصفّي	خطوات العمل
القرطاسية.	التعلم التعاوني. الحوار والمناقشة.	جمع بيانات عن موقع البيت المراد ببناءه. معرفة الاتجاهات الأربعة في المنطقة المراد إقامة البيت عليها. جمع البيانات عن أنواع الطوب من سوق السوق.	أجمع المعلومات، وأحلّها
القرطاسية. وسيلة نقل لزيارة الموقع.	التعلم التعاوني.. الحوار والمناقشة.	مناقشة المعلومات التي تمّ الحصول عليها من صاحب البيت. أخذ موعد من صاحب البيت لعمل زيارة ميدانية للبيت.	أخطّط، وأقرّر
القرطاسية. وسيلة نقل لزيارة الموقع. حاسوب لتوثيق المعلومات وإخارجها (طباعتها).	التعلم التعاوني.. الحوار والمناقشة. العصف الذهني.	القيام باحتياطات الأمن والسلامة من ارتداء حذاء واقٍ وقبعة تقي من حر الشمس. زيارة الموقع والاطلاع على الموقع. تسجيل بيانات عن الموقع. العودة إلى المكتب وحفظ البيانات التي تمّ أخذها. دراسة الحالة بالنظر للواجهات الشرقية والجنوبية. كتابة تقرير ببناء الواجهة الشرقية والجنوبية من الطوب الخفيف (المصنوع من الشيد) أو بناء واجهة خارجية طوب 20x20x40 وأخرى خارجية من طوب 10x20x40 وبينهما فاصل من الفراغ أو الستيروبور للعزل الحراري.	أنفد

أَتَحَقَّقُ	إعادة التَّحَقُّق والتَّأكُّد من مطابقة الموقع على الورق مع الواقع.	التعلُّم التعاوني .. الحوار والمناقشة.	القرطاسية . الحاسوب .
أُوثِّقُ ، وأَقَدِّمُ	توثيق نتائج العمل وإنشاء ملفّات خاصّة بالمهمة .	التعلُّم التعاوني .. الحوار والمناقشة .	القرطاسية .
أَقُوِّمُ	المقارنة بين الحلول الفنيّة المختلفة التي تمّ اختيارها للحل .	التعلُّم التعاوني .. الحوار والمناقشة .	القرطاسية . الحاسوب .

### ☆ أسئلة:

- 1 - ميز بين أنواع الطوب مع ثبات سماكته .
- 2 - قارن بين بناء الجدران الخارجية للبيوت من الخرسانة المسلّحة والطوب الإسمنتيّ المفرغ .
- 3 - أيّ مواصفات الطوب يجب توفرها لبناء الجدران الخارجية للبيوت؟

👉 نشاط: احسب كميّة الطوب  $20 \times 20 \times 40$  اللازمة لبناء جدار طوله 6 أمتار، وارتفاعه 3 أمتار، وبه جسر قمت ارتفاعه 40 سم، وطوله 6 أمتار.

📖 أتعلم: بناء الطوب

👉 نشاط: نريد بناء جدار من الطوب  $10 \times 20 \times 40$  مساحته 45 مترا مربعا، اكتب العِدَد والمواد اللازمة لبناء الجدار المذكور.

## العِدَد المستخدمة في بناء الطوب

بالرغم من التقدم الكبير في مجال مكننة عمليّة البناء بمراحلها المختلفة، إلا أن أعمال الطوب تتطلب استخدام مجموعة من العِدَد الأساسيّة للقيام بالمهارات الأدائيّة، ومن هذه العِدَد المستخدمة نذكر ما يأتي:

### 1- المَسْطَرِين

يستعمل في حمل الطينة وتسويته بين الطوب في المداميك، وهو قطعة مستوية من الصلب مثبتة بمقبض خشبي، له أحجام وأشكال كثيرة. انظر الشكل رقم (13)



### 2- شريط القياس (المتري)

يستخدم في قياس المسافات بين الطوب يتراوح طوله ما بين 3-8 أمتار، وهو عبارة عن شريط معدنيّ داخل علبة من المعدن أو البلاستيك، يراعى عدم ثنيه خوفا عليه من الكسر.



الشكل رقم (14) شريط القياس

### 3- ميزان الماء (التسوية الكحولي) انظر الشكل (15)



الشكل رقم (15) ميزان ماء

يتكوّن من هيكل معدنيّ مستوي السطح، مثبت عليه أنبوتان أو ثلاثة أنابيب محكمة الإغلاق محتوية بداخلها مادة كحولية، وفي كل منها فقاعة هواء. يستخدم في ضبط أفقية السطوح من خلال الأنبوبة الأولى التي تتوسط الميزان، وضبط شاقولية السطوح من خلال الأنبوبة الأخرى، وضبط ميلان السطح بزوايا 45 من خلال الأنبوبة الثالثة، يتراوح طوله ما بين 100-30 سم، ويستعمل ميزان ماء بطول 60 سم في أعمال بناء الطوب. يعد ميزان الماء من الأدوات الحساسة؛ لذا يمنع الطرق عليه.

### خطوات التأكد من صلاحية ميزان الماء:

- ✘ يضبط الميزان أفقيّاً من خلال ملاحظة فقاعة الهواء في المكان المحدّد فيها، ويرسم خط أفقيّ على حائط.
- ✘ يدار بزوايا 180 ويضبط على الخط الأفقيّ السابق، ويلاحظ موقع الفقاعة، إذا كانت الفقاعة في المكان المخصص لها يكون الميزان صحيحاً.



الشكل رقم (16) القدة

### 4- القدّة:

تستخدم في ضبط استواء الأساس للطوب واستقامته أفقيّاً ورأسياً، وتتكوّن من الألمنيوم أو الخشب، طولها ما بين 2-4 م، سطوحها مستوية، أو قد يركب على أحد سطوحها منشار. كما في الشكل (16). ويراعى المحافظة على استواء سطوحها، وعدم تعرضها للصدمات، وتظيفها من المادة الإسمنتية العالقة بها باستمرار. الشكل رقم (16) القدّة



الشكل رقم (17) زاوية معدنية

### 5- الزاوية:

تستعمل في ضبط الزوايا القائمة بين الجدران، وهي عبارة عن ذراعين من الصلب محصور بينهما زاوية قائمة، كما في الشكل (17). الشكل رقم (17) زاوية معدنية



الشكل رقم (18) ازامل مختلفة

### 6- الإزميل:

يستخدم في إزالة التواءات وقص الطوب وعمل الفتحات، له أشكال ومقاسات عديدة تبعاً للغرض من استعماله، فهو عبارة عن قطعة من الفولاذ لها حد قاطع، والطرف الآخر مستدير يغطى أحياناً بمقبض مطاطي، كما في الشكل (18).

## 7- خيط البناء:

يستعمل في ضبط الخطوط المستقيمة، وتوقيع الاتجاهات في أعمال الطوب، فهو مصنوع من القنب، أو النايلون، أو القطن، طوله حوالي 50 م، كما في الشكل (19).



الشكل رقم (19) خيط البناء

## 8- الشاقول (البلبل)

يستخدم في ضبط مداميك الطوب والحجر في الوضع الرأسي (الشاقولي). يتم ذلك بالإمساك بصفيحة الشاقول، أو تثبيت الخيط على المسمار بشكل أفقي، يسمح للخيط بأن يتدلى حرًا، يعد الجدار شاقوليًا إذا كانت حافة قاعدة المخروط في حالة تماس واضح مع الجدار، أما إذا كانت بعيدة عنه أو تبدو متكئة عليه فالجدار ليس شاقوليًا.



الشكل رقم (20) شاقول

الشاقول عبارة عن ثقل مخروطي من المعدن، مربوط في وسط خيط، وقد يزيد بصفيحة مربعة الشكل طول ضلعها يساوي قطر قاعدة الشاقول، يتوسط الصفيحة ثقب يمر فيه خيط الشاقول، انظر الشكل (20)



## 9- مطرقة البناء

تستعمل للطرق وتثبيت الطوب فوق الطينة، ولقص الطوب، فهي قطعة من الصلب وزنها 900 غم مثبتة مع يد خشبية، انظر الشكل (21)



الشكل رقم (22) كريك

## 10- الكريك (الرفش)

يستخدم في عمليات الخلط والتقليب وتعبئة المواد الجافة والرطبة، يتكوّن من قطعة من الفولاذ مثبتة في ذراع من الخشب، كما في الشكل (22)، ينظف بعد انتهاء الاستعمال.

### ملاحظة:

من الأمور الواجب مراعاتها أن يتناسب طول ذراع الكريك مع طول الشخص الذي يستخدمه، حتى لا يضطر للعمل وظهره منحني للأسفل، كما يجب الانتباه إلى طريقة الإمساك به، بحيث يشارك جزء الفخذ العلوي في دفعه بسهولة أثناء الخلط والتقليب.



الشكل رقم (23) مجرفة

## 11- المجرفة

تستخدم في تسوية المواد المفكّكة، وتعبئة مواد الخلط. وفي عمليات الخلط والتقليب للمواد الجافة والرطبة، تتكوّن من قطعة من الفولاذ مثبتة بذراع من الخشب كما في الشكل (23)، ومنها المثلث والعريض.

## 12- وعاء الطينة (التكنة)

يستعمل لوضع الطينة داخله ليكون قريباً من أماكن العمل، تصنع غالباً من البلاستيك بأبعاد (25×40×70سم) تقريباً. كما في الشكل (24)



الشكل رقم (24) وعاء الملاط

## 13- وعاء خلط الطينة:

يستعمل لخلط الطينة داخله، يصنع من الصاج والزوايا المعدنية بأبعاد تقريبية 1×2.5م، كما في الشكل (25).

### الإرشادات:

يجب تنظيف العِدَد بعد استخدامها، وترتيبها في مكانها، والمحافظة عليها من التلف.

### أسئلة:

س1: ما استعمال كل من العدد الآتية في أعمال الطوب: المسطرين، القِدَّة، الإزميل، الشاقول؟

س2: كيف يتم التأكد من صلاحية ميزان الماء؟

س3: ما الأمور الواجب مراعاتها أثناء استخدام القِدَّة اليدوية وبعد ذلك؟

نشاط:  احسب كمّيّة الطوب اللازمة لبناء جدار من الطوب مساحته 35 م<sup>2</sup>.

## الأعمال التمهيدية لبناء الطوب

قبل البدء بعملية بناء الطوب الإسمنتي لا بد من القيام بالعمليات الآتية:

### تحديد مواقع الجدران

أولاً

### تشمل هذه العملية ما يأتي:

- 1- تعيين مواقع الجدران حسب المخططات الهندسية.
- 2- تثبيت قطع خشبية صغيرة (طبشات) في بداية ونهاية كل جدار، مغروز بها مسامير بارزة تحدد سماكة الجدران، كما في الشكل (26).
- 3- ربط خيوط في مسامير وشدها جيداً لتحديد أبعاد كل جدار على حدة.
- 4- التأكد من مطابقة المسافات الكلية والجزئية، وترتيب الزوايا الموجودة على المخططات مع المسافات والزوايا بين الخيوط المشدودة.
- 5- تعيين مواقع فتحات الأبواب بالضبط حسب المخططات.
- 6- تنظيف أماكن الجدار وإزالة جميع الأوساخ.



الشكل (26) قطع خشبية لتحديد مواقع الجدران

### من الأمور الواجب مراعاتها في تجهيز الأساسات لبناء الطوب ما يأتي:

- 1- يجب أن تكون أرضية المدماك الأول صلبة، ونظيفة، ومستوية، وأفقية لضبط المدماك وبقية المداميك.
- 2- تخشين السطوح الملساء باستعمال المطرقة والإزميل وغيرها، ويهدف التخشين لزيادة الترابط بين الطوب والسطوح.
- 3- يجب إزالة النتوءات والزوائد في الأساس القائم.
- 4- إذا كان الأساس منحدرًا فإنه ينفذ على شكل قصات، كما في الشكل (27)، بحيث يكون الفرق في المنسوب بين القصّة والأخرى بمقدار ارتفاع طوبة كاملة أو طوبتين.



- 5- فرش طبقة من الطينة لتعبئة الفجوات وضبط أفقية الأساس باستعمال القدّة والميزان والخيط وغيرها.
- 6- غسل سطح الأساس بالماء المضغوط لإزالة الغبار والأتربة والأوساخ.

### تشمل عملية تجهيز وإعداد الطوب للبناء ما يأتي:

- 1- توريد الطوب والمواد اللازمة للبناء حسب الكميات والمواصفات المطلوبة للموقع.
- 2- تنزيل الطوب من الشاحنات، ونقله بعناية إلى الأماكن التي سيجري البناء فيها.
- 3- تنظيف الطوب من الأتربة والأوساخ ورشه بالماء.
- 4- تنظيف أماكن البناء ورشها بالماء.

طينة البناء هي المادّة اللاصقة التي تستخدم في ربط الطوب أفقياً ورأسياً في المداميك، وتختلف طينة البناء من حيث المكونات ونسب الخلط تبعاً لنوع الطوب.

تقسم طينة بناء الطوب الإسمنتيّ إلى نوعين:

- ✂ الطينة الإسمنتيّة (المونة الإسمنتيّة).
- ✂ الطينة الإسمنتيّة الجيريّة (المونة الإسمنتيّة الجيريّة).

تتكون طينة البناء المستخدم في بناء الطوب الإسمنتيّ من المواد الآتية:

1- الإسمنت البورتلاندي:

يستعمل الإسمنت البورتلاندي العاديّ في الطينة.

2- الركام الناعم:

يشترط في الركام الناعم المستعمل في طينة البناء أن يكون نظيفاً خالياً من المواد الطينيّة والشوائب العضوية، وهو في العادة من ركام الكسّارات مخلوط بالرمل السيليكبي، وذو تدرّج مناسب.

3- الماء:

يشترط في الماء أن يكون صالحاً للخلط، خالياً من الأملاح والأوساخ، وكميته مناسبة للحصول على خليط متجانس قابل للتشغيل.

4- الإضافات :

قد تستعمل الإضافات للحصول على خصائص محدّدة للطينة كزيادة مقاومتها لنفاذية الماء، وزيادة قابلية التشكيل.

5- الجير المطفأ:

يستعمل أحياناً في طينة بناء الطوب لتحقيق الأغراض الآتية:

- ✂ التقليل من التشققات الناتجة من انكماش الطينة الإسمنتيّة نتيجة للعوامل الجوية؛ لأنه لا يفقد الماء بسهولة.
- ✂ إعطاء الخليط درجة تشغيل مناسبة؛ مما يسهل العمل بالطينة.
- ✂ مساعدة الخليط على مقاومة فقد الرطوبة نتيجة للحرارة.
- ✂ زيادة وقت التصلب.

✦ يمكن الاستغناء عن الجير المطفأ في طينة بناء الطوب الإسمنتي، واستبداله بالإضافات الكيماوية.

والجدول (4) يُبيِّن نسب الخلط لأنواع من الطينة

نوع الملاط	اسمنت	ركام ناعم	جير مطفأ
لبناء جدران حاملة	١	٤١	٢/١
لبناء جدران غير حاملة وقواطع	١	٦	١
لبناء جدران غير حاملة وقواطع داخلية	١	٩	٢

جدول (٤) نسب الخلط لأنواع من الملاط

### خلط الطينة:

يتم خلط مكوّنات الطينة الخاصة ببناء الطوب بالخلّاطة الميكانيكيّة، أو يدويا داخل وعاء خلط الطينة، أو على أرضيّة صلبة، أو على لوحة مستوية نظيفة. فمهما كانت طريقة الخلط إلاّ أنّه يجب مراعاة الحصول على خليط متجانس.

#### ◆ الخلط اليدوي:

#### تتلخص طريقة الخلط اليدوي فيما يأتي:

- 1- تحضير المواد الخاصّة بالطينة مع مراعاة أن كمّيّة الخليط يجب أن يستهلك في مدّة لا تتجاوز مدّة الساعة الواحدة.
- 2- خلط وتقليب المواد وهي جافّة للحصول على خليط متجانس اللون والتكوين.
- 3- إضافة الماء للخليط بكمّيّة مناسبة.
- 4- خلط المواد باستعمال المجرفة للحصول على خليط متجانس ذي قوام جيّد.

#### ☀ أسئلة

- س1: وضح الطريقة التي يتم تحديد موقع جدران الطوب من خلالها.
- س2: أ- عرف الطينة.  
ب- ما أقسام الطينة المستخدمة في بناء الطوب؟
- س3: وضح أهمّيّة استخدام الجير في طينة البناء.

## مصطلحات ومفاهيم في أعمال بناء الطوب

نشاط: 

### 1- طوب الزوايا:

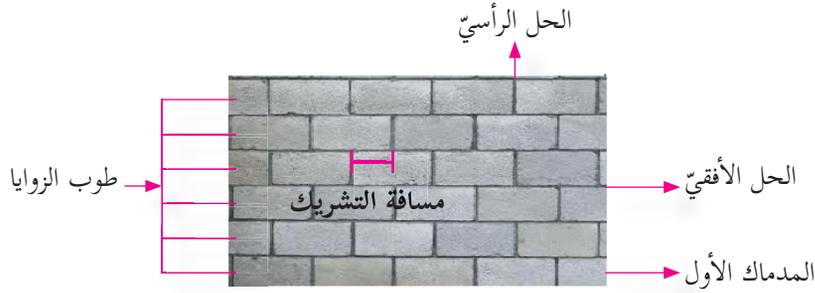
هو الطوب الذي يجري تثبيته في بداية كل مدمك ونهايته، يضبط بدقة في موقعه المحددة من حيث الاستواء، والشقولي، والأفقية.

### 2- المدمك:

هو صف أفقي من الطوب، شاملا طبقة الطينة أسفله، والطبقات الرأسية بين الطوب المكوّن له.

### 3- المدمك الأول:

هو المدمك الواقع فوق الأساس مباشرة، ويطلق عليه اسم مدمك القد، ويثبت في موقعه بكل دقة من حيث الاستواء والشاقولية والأفقية للحصول على مداميك مضبوطة بشكل صحيح فوّه، كما في شكل (28).



شكل (28) مسميات جدار الطوب

### 4- الحل الأفقي:

عبارة عن الخط الفاصل بين كل مدمك وآخر، والممتلئ بطبقة الطينة المحصورة بين المدمك والآخر، يتراوح سمك الحل من  $\frac{1}{2}$  إلى 1 سم، يجب أن تكون الحلول الأفقية بين مداميك الطوب المتتالية مستقيمة ومتوازية.

### 5- الحل الرأسي:

طبقة الطينة الملاصقة للسطح الرأسي للطوبة والمجاورة لها، ويتراوح سمك طينة الحلول بين  $\frac{1}{2}$  إلى 1 سم، ويجب أن تكون الحلول الرأسية وعمودية على الحل الأفقي.

6- استقامة المدماك: أن يكون السطح الجانبي للمدماك مستقيماً، ولضبط استقامة المدماك يستخدم الخيط مشدوداً بمحاذاة الحافة العلوية الخارجية للطوب، أو تستخدم القِدَّة لنفس الغرض.



شكل (29) استقامة جدار الطوب

7- أفقيّة المدماك: أن يكون السطح العلوي للطوب أفقيّاً، وتضبط أفقيّة المدماك باستخدام القِدَّة وميزان الماء للمسافات القصيرة، وباستخدام خرطوم الشقّلة أو جهاز التسوية (Level).



8- شاقولية الجدار: أن يكون السطح الجانبي للطوب شاقولياً (رأسيّاً) وتستخدم القِدَّة وميزان الماء والشاقول في ضبطه، كما في الشكل (30).



9- غلق المدماك: الجزء المتبقي في المدماك، وطوله أقلّ من طول الطوب المستخدم، ويتم قصّ الطوب بالطول المناسب لتكملة بناء المدماك. أنظر الشكل (31).



10- سلاجات الأبواب: هو الطوب الذي يبنى على جانبي فتحات الأبواب والشبابيك، ويضبط بدقة تامة أفقيّاً ورأسيّاً، فإذا كان الطوب المستخدم من الطوب المفرغ فيفضل قلبه بحيث تكون الفراغات إلى الأعلى لتملأ بالطينة، كما في الشكل (32).



12- التشريك (الربط): ترتيب خاص لبناء الطوب يضمن عدم انطباق الحلول الرأسية للمداميك المتتالية بعضها على بعض، كما في الشكل (33).



## 11- جسر القمط (العتبة):

عبارة عن الجسر الخرساني المسلح الذي يغطي فتحة الباب أو الشباك، قد يكون من الخرسانة المسلحة المصبوبة في الموقع، أو مسبقة الصب، ويجب أن تتوافر به الأمور الآتية:

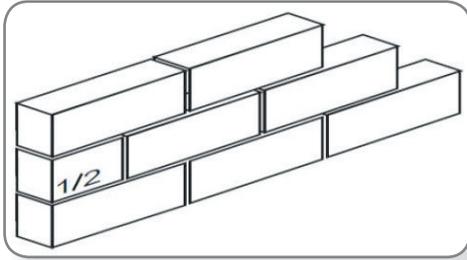
- 1 - يجب أن يساوي عرض جسر القمط سمك الجدار.
- 2 - يجب أن يستند جسر القمط على الجدار مسافة لا تقل عن ارتفاع الجسر.
- 3 - يجب أن لا يقل تسليح الجسر عن  $12\Phi 2$  حديد علوي و  $12\Phi 2$  حديد سفلي، وكرانات لا تقل عن  $5\Phi 6$  لكل متر طولي ( $5\Phi 6 / 1 \text{ m}$ ).

## أهمية التشريك في عملية بناء الطوب:

- ☘ توزيع الأحمال العمودية التي يتعرض لها الجدار على أكبر عدد ممكن من الطوب، كما في الشكل (28).
- ☘ تقوية الجدار على تحمل الأحمال العمودية والأفقية.
- ☘ تقليل التشققات في جدران الطوب.

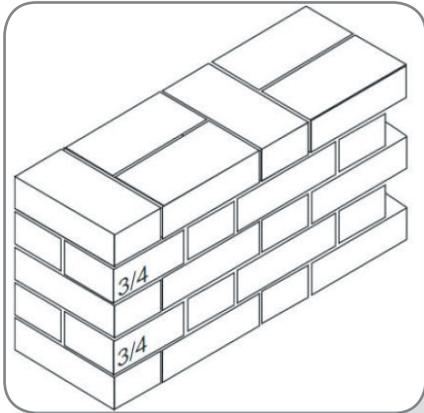
## أنواع التشريك:

- 1- التشريك البلدي (الطولي). كما في الشكل (34 - أ).



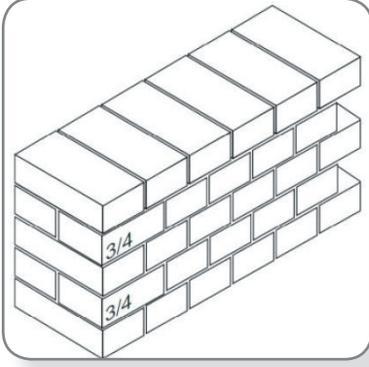
شكل (34 - أ).

- 2- التشريك القوطي. كما في الشكل (34 - ب).



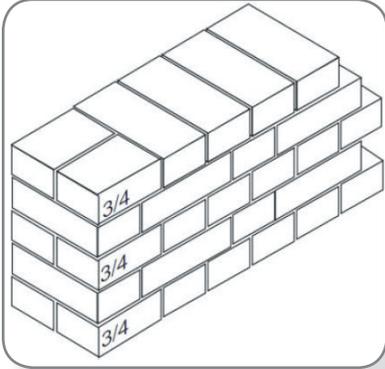
شكل (34 ب)

3- التشرية الإنجليزي. كما في الشكل (34 - ج).



شكل (34 ج)

4- التشرية الهولندي. كما في الشكل (34 - د).



شكل (34 - د).

### قص الطوب:

يتم قصّ الطوب لغلق المداميك أو لإحداث التشرية اللازم بين المداميك.

### كيفية قصّ الطوب الإسمنتي:

- 1 - تحديد الطول اللازم قصه من الطوبة.
- 2 - الطرق على جوانب وأعلى الطوبة طرقةً خفيفاً، مع إمالة حافة المطرقة إلى الخارج حتى ظهور خط القطع على الطوبة.
- 3 - إعادة الطرق على جوانب وأعلى الطوبة بقوة أكبر على خط القطع، حتى يتم قصّ الطوبة. شكل (35) مراحل قصّ الطوب الإسمنتي.



شكل (35)

ملاحظة: قد تستخدم المقصات الكهربائية (الصاروخ) لقص جميع أنواع الطوب الإسمنتي، أو الجيري، أو الحراري.

☆ أسئلة:

◆ السؤال الأول:

ميّز الآتية:

1 - المدماك . 2 - الحل الأفقي . 3 - استقامة المدماك . 4 - التشريك .

◆ السؤال الثاني:

فسر أهميّة عملية التشريك في بناء الطوب .

◆ السؤال الثالث:

وضح كيفية عمليّة قصّ الطوب الإسمنتيّ لخلق المدماك .

### خطوات بناء الطوب

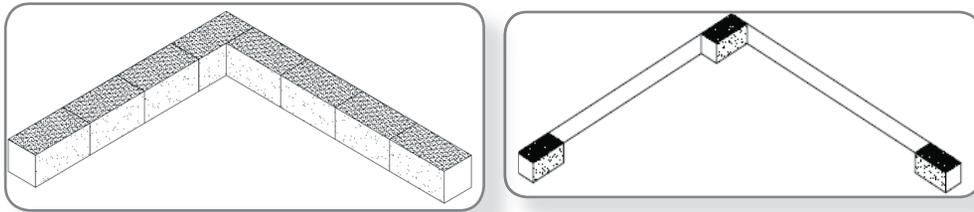
تتلخص خطوات بناء الطوب بالآتية:

- 1 - بناء المدماك الأول .
- 2 - بناء المداميك فوق المدماك الأول .

### بناء المدماك الأوّل

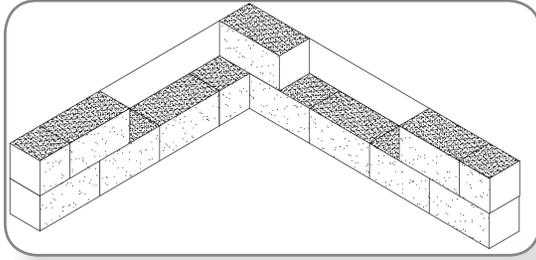
يتم بناء المدماك الأوّل على النحو الآتي:

- 1 - تفرد الطينة على الأساس في مكان طوبة الزاوية الأولى بسماكة من 1.5 - 2.0 سم، تثبت الطوبة فوق الطينة بالضغط الخفيف فوق سطحها العلوي، وتضبط بدقة تامة من حيث الأفقيّة والشاقوليّة.



شكل (36) تثبيت طوب الزوايا

2 - تكرر الخطوة السابقة في تثبيت بقية طوب الزوايا، كما في الشكل (36)



3 - يثبّت خيط البناء مشدودا بين طوب الزوايا، بحيث يكون ملائما للحافة العلوية الخارجية للطوب.

4 - يثبت طوب سلاحات الأبواب مع ضبطها بدقة تامة من حيث الاستواء والأفقية والشاقولية باستخدام الخيط والقِدَّة وميزان الماء.

5 - تفرد الطينة على المساحة المتوقع أن تشغلها الطوبة المجاورة لطوبة الزاوية، مع وضع طينة على مكان الحل الرأسي للطوبة.

6 - تثبت الطوبة في مكانها بجوار طوبة الزاوية بضغط خفيف على سطحها العلوي، والمحافظة على استوائها بمساعدة الخيط.

7 - تكرر الخطوات رقم 5 و6 في تركيب جميع طوب المدمك الأول، حتى الاقتراب من طوبة الزاوية المقابلة أو سلاحات الأبواب، فتصبح المسافة المتبقية أقل من طول طوبة.

8 - قياس المسافة المتبقية من المدمك، وقصها لغلق المدمك.

## بناء المداميك فوق المدمك الأول

1 - بعد الانتهاء من بناء المدمك الأول يجري بناء المدمك الثاني وفق التعليمات الآتية:

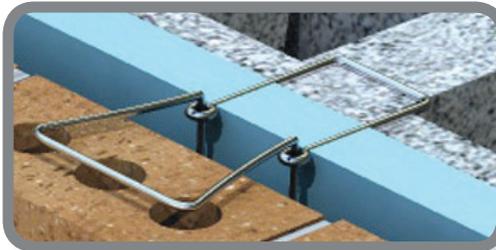
تثبيت طوب الزوايا للمدمك الثاني مع مراعاة التشريك بين المداميك، وذلك بقص أجزاء من الطوب للحصول على ذلك إن لزم الأمر، كما في الشكل (37).

2 - ضبط أفقية وشاقولية طوب الزوايا مع مراعاة أن يكون السطح الجانبي للطوب في المدامكين في مستوى واحد.

3 - تثبيت وشد خيط البناء بين طوب الزوايا للمدمك الثاني، وإكمال البناء بينهما.

4 - بناء المدمك الثالث مشابها للمدمك الأول، ثمّ الرابع مشابها للثاني، وهكذا حتى بناء كامل الجدار.

## بناء الجدران المفرغة (المزدوجة)



شكل (38) بعض أشكال المرابط

تتكوّن هذه الجدران من جدارين مترابطين من الطوب، يبعد الواحد عن الآخر مسافة لا تقل عن 5 سم. أو قد يكون جدار من الطوب خلف جدار من الخرسانة. إن وجود الفراغ بين الجدارين يعمل على عزل الحرارة والصوت والرطوبة. يستخدم في بناء الجدران المفرغة طوب بأبعاد (4، 7، 10) سم، ومرابط خاصة لربط الجدارين ويبيّن الشكل (38) بعض أشكال المرابط التي تستخدم لهذا الغرض.

### من الأمور الواجب مراعاتها في بناء الجدران المفرغة:

- 1 - يتم بناء الجدارين من الطوب في وقت واحد يرتفعان معاً.
- 2- تستخدم المرابط الخاصّة لضمان الترابط بين الجزئين مع مراعاة عدم تأثير المرابط على خاصية العزل، وأن توزع أفقيّاً ورأسياً.
- 3 - وضع مادّة الزفتة أو ورق الزفتة على المدماك الداخلي والخارجي على ارتفاع 15 سم على الأقلّ عن سطح الأرض.
- 4 - يمكن عمل قناة مبرومة ومنحدرة الأرضيّة بين الجدارين، مع عمل فتحات صغيرة في آخر المدماك لخروج الماء منها.
- 5 - المحافظة على نظافة الفراغ بين الجدارين من الطينة المتساقطة وكسر الطوب.
- 6 - يمكن تعبئة الفراغ بين جزئي الجدار بمادّة عازلة كالبولسترين، أو الصوف الصخري.

### شروط عامة للبناء بالطوب:

- 1 - يجب عدم المباشرة ببناء جدران الطوب قبل ظهور نتائج فحص العيّنات وموافقة المهندس عليها.
- 2 - يتم بناء جدران الطوب باستعمال القدّة والميزان والخيط لضبط استقامة وأفقيّة وشاقولية الجدران.
- 3 - عدم استعمال الطينة المتساقطة على الأرض أثناء البناء.
- 5 - عند تقابل جدارين من الطوب يجب تشريك المداميك بالتخالف.
- 6 - تسقى (ترش) جدران الطوب بالماء بعد مرور 24 ساعة على بنائها ولمدة لا تقل عن ثلاثة أيام.
- 7 - في حالة التقاء جدار من الطوب مع جدار خرسانيّ يتم نجف السطح الخرسانيّ ليصبح خشنا بهدف التصاق الطينة مع الخرسانة بشكل جيد، ويمكن استخدام الشبك المعدنيّ لتحقيق ذلك.
- 8 - إذا كان ارتفاع الجدار أكثر من عشرة مداميك يجب عمل جسر ربط فوق الطوب، وغالبا ما يكون فوق فتحات الأبواب والشبابيك.

❁ أسئلة:

❖ السؤال الأول:

بين خطوات بناء المدماك الأول للطوب.

❖ السؤال الثاني:

فسر معنى الجدران المفرغة. وفسر الهدف من بنائها.

### ◆ السؤال الثالث:

فسر الهدف؛ مما يأتي:

- 1 - يجب المحافظة على نظافة الفراغ في الجدران المفرغة.
- 2 - تسقى جدران الطوب بالماء بعد مرور 24 ساعة على بنائها، ولمدة لا تقل عن ثلاثة أيام.

### ◆ السؤال الرابع:

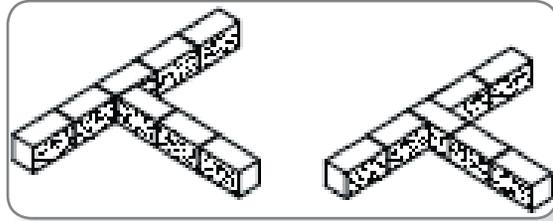
وضّح كيف يمكن المحافظة على نظافة الفراغ في الجدران المفرغة.

## الترابط في جدران الطوب

تلتقي جدران الطوب وتتصل فيما بينها في الزوايا والأركان الداخلية والخارجية، أو تكون ملاصقة لأجزاء من الخرسانة كالأعمدة والجدران والأسقف، وتلخص أماكن الالتقاء فيما يأتي:

### أولاً تقابل جدران الطوب فيما بينها

عند التقاء جدارين من الطوب يجري تشريك الجدران فيما بينها بالتبادل، بمعنى أن يشارك طوب الجدار الأول في تشكيل طوب الجدار الآخر في موقع الالتقاء، يؤدي ذلك إلى الترابط والتشريك اللازم، والشكل (39) يُبين كيفية الترابط بين جدارين من الطوب.



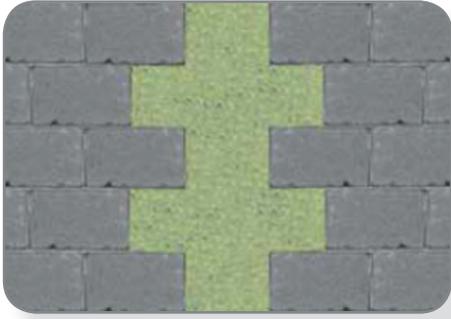
شكل (39) التقاء جدارين من الطوب والتشريك بينهما.

وتؤثر طريقة صف الطوب وسمك الجدارين على طريقة التشريك بينهما.

### ثانياً اتصال جدران الطوب بالخرسانة

عند اتصال جدار من الطوب بجدار من الخرسانة تتعرّض مناطق الاتصال بين الطوب والخرسانة للتشقّق نتيجة لاختلاف معامل التمدد الحراريّ بينهما؛ ولمنع مثل هذه التشققات يتم اتباع إحدى الطرق الآتية:

## ◆ تشريك الخرسانة مع الطوب



بناء جدران الطوب بشكل متداخل مع الخرسانة كما في الشكل (40)، ثم طوبار الأعمدة الخرسانية مع امتداد الجدار. وعند صبّ خرسانة العمود تتداخل الخرسانة مع مداميك الطوب، حيث يحدث التماسك والترابط بينهما.

شكل (40) تشريك الخرسانة مع الطوب.

## ◆ استخدام زوايا من الصاج المطلي (المجلفن)

تستخدم قضبان تسليح حديدية بقطر يتراوح ما بين 8 - 12 ملم، تثبت مسبقاً بالخرسانة على مسافات مناسبة تتراوح ما بين 40 - 50 سم. تدخل هذه القضبان الحلول الأفقية للمداميك، وقبل البدء ببناء جدران الطوب يفضل تخشين الأجزاء الخرسانية بالطينة الإسمنتية.

◆ لحماية العاملين من الاصطدام بالقضبان المغروسة في جسم الخرسانة تثنى مؤقتاً لحين استخدامها بحيث لا يؤثر على خواصها.

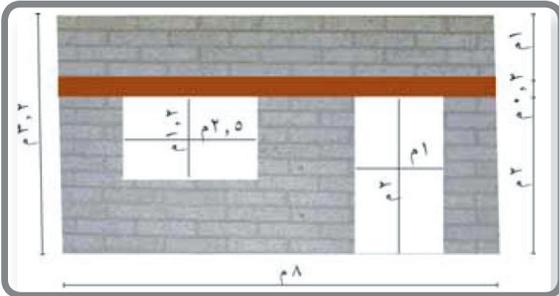
☀ أسئلة:

وضّح الآتية:

- 1 - كيفية منع التشقق الناتج في منطقة التقاء جدران الطوب مع الخرسانة.
- 2 - كيفية استخدام القضبان الحديدية في التشريك بين الطوب والخرسانة.

## حساب تكاليف أعمال البناء بالطوب

يعد حساب الكميات والتكاليف من الأمور المهمة في المشاريع الإنشائية، وتشمل تكاليف أعمال البناء بالطوب ما يأتي: أولاً- تكلفة بناء الطوب.



شكل (41) أ

ثانياً- تكلفة الطينة وجسر القمط.

ثالثاً- تكلفة الأيدي العاملة.

## مثال: 1

الشكل (41) يُبين جداراً من الطوب. أوجد ما يأتي:

أولاً - تكلفة الطوب المستخدم.

ثانياً - تكلفة الطينة وجسر القمط.

ثالثاً - تكلفة الأيدي العاملة، إذا علمت أن:

1 - أبعاد الطوب المستخدم في الجدار  $20 \times 20 \times 40$  سم وسعر الطوبة 0.30 دينار.

2 - ثمن كيس الإسمنت (50 كغم) = 5 دنانير.

3 - نسبة خلط الطينة 1 : 4 (إسمنت : ركام).

4 - أجره البناء = 1.5 دينار/ م 2 مع خصم الفتحات والقمط.

5 - أجره المتر الطولي لجسر القمط = 3 دنانير.

6 - نسبة خلط جسر القمط 1 : 3 : 6 (إسمنت : رمل : حصمة).

7 - ثمن الحديد المستخدم في جسر القمط = 22 ديناراً.

## الحل:

أولاً - تكلفة الطوب المستخدم.

أ) نحسب مساحة الجدار مع الفتحات وجسر القمط.

مساحة الجدار = الطول  $\times$  الارتفاع

$$= 8 \times 3.2 = 25.6 \text{ م}^2$$

ب - نحسب مساحة الفتحات وجسر القمط.

$$\text{مساحة الفتحات وجسر القمط} = 2 \times 1 + 2.5 \times 1.2 + 0.2 \times 8 =$$

$$= 2 + 3 + 1.6 = 6.6 \text{ م}^2$$

ج - نجد مساحة الحلول والطوب بطرح ب من أ (أ - ب)

مساحة الحلول والطوب = مساحة الجدار - مساحة الفتحات وجسر القمط.

$$= 25.6 - 6.6 = 19 \text{ م}^2$$

د - نجد كمّيّة الطوب اللازمة لبناء الجدار.

طول الطوبة شامل الحل = 41 سم، ارتفاع الطوبة شامل الحل = 21 سم.

$$\text{عدد الطوب اللازم لبناء 1 م}^2 = 100 \times \frac{41}{100} \times 21 = 11.6 \text{ طوبة/ م}^2$$

عدد الطوب اللازم لبناء الجدار = مساحة الجدار  $\times$  عدد الطوب في 1 م<sup>2</sup>

$$= 19 \times 11.6 = 220 \text{ طوبة.}$$

هـ) نحسب تكلفة الطوب

$$\begin{aligned} \text{تكلفة الطوب} &= \text{عدد الطوب} \times \text{سعر الطوبة} \\ &= 0.3 \times 220 = 66 \text{ دينار.} \end{aligned}$$

### ثانياً- تكلفة الطينة المستخدم وجسر القمط

أ - نحسب مساحة الحلول الأفقية والرأسيّة.

$$\begin{aligned} \text{مساحة الحلول} &= \text{مساحة الحلول والطوب} - \text{مساحة الطوب.} \\ &= 0.2 \times 0.4 \times 220 - 19 = \\ &= 1.4 \text{ م}^2. \end{aligned}$$

ب) نجد حجم الطينة اللازمة للحلول

$$\begin{aligned} \text{حجم الطينة اللازمة لتعبئة الحلول} &= \text{مساحة الحلول} \times \text{سمك الجدار (سمك الطوب)}. \\ &= 0.2 \times 1.4 = 0.28 \text{ م}^3. \end{aligned}$$

يضاعف حجم الطينة اللازمة نتيجة لتغلغل الطينة في فراغات الطوب والفاقد منه، فيصبح حجم الطينة اللازمة

$$= 0.28 \times 2 = 0.56 \text{ م}^3.$$

ج) نجد كمّيّة المواد المكوّنة للطينة وتكلفتها.

نجد كمّيّة المواد المكوّنة للطينة باستخدام المعادلة الآتية:

$$0.8 = (س + ر)$$

حيث: ح = حجم الطينة اللازمة، ر = حجم الركام، س = حجم الإسمنت.  
بما أن نسبة الخلط للطينة هي 1: 4 فإنّ ر = 4 س.

$$0.56 = 0.8 (س + 4س).$$

$$1) س = 0.14 \text{ م}^3.$$

كتلة المتر المكعب من الإسمنت = 1500 كغم = 30 كيس.

كمّيّة الإسمنت =  $1500 \times 0.14 = 210$  كغم = 4.2 كيس إسمنت.

تكلفة الإسمنت = كمّيّة الإسمنت (الكيس)  $\times$  ثمن الكيس =

$$= 3 \times 4.2 = 12.6 \text{ دينار.}$$

2) حجم الركام الناعم = 4 س =

$$= 0.14 \times 4 = 0.56 \text{ م}^3.$$

تكلفة الركام = حجم الركام (م<sup>3</sup>)  $\times$  سعر المتر المكعب.

$$= 8 \times 0.56 = 4.5 \text{ دينار.}$$

تكلفة الطينة = تكلفة الإسمنت + تكلفة الركام.

$$= 4.5 + 12.6 = 17.1 \text{ دينار.}$$

د) نجد كمّية وتكلفة المواد المكوّنة لجسر القمط  
نجد حجم جسر القمط لحساب كمّية المواد المكوّنة له .

$$\text{حجم جسر القمط} = \text{الطول} \times \text{الارتفاع} \times \text{السمك} \\ = 0.32 \times 0.2 \times 0.2 = 0.0256 \text{ م}^3$$

نحسب كمّية المواد المكوّنة للجسر من المعادلة الآتية:

$$0.67 = (\text{س} + \text{ر} + \text{ص})$$

ح = حجم الخرسانة، س = حجم الإسمنت ، ر = حجم الركام الناعم ، ص = حجم الركام الخشن .

0.67 = معامل نقصان حجم الخلطة بسبب تداخل المواد اثناء خلط الخرسانة .

$$0.32 = 0.67 (\text{س} + \text{ر} + \text{ص})$$

$$0.32 = 0.67 (\text{س} + 3\text{س} + 6\text{س})$$

$$1 - \text{حجم الإسمنت (س)} = 0.67 / 0.32 = 0.048 \text{ م}^3$$

$$\text{كتلة الإسمنت} = 1500 \times 0.048 = 72 \text{ كغم} = 1.44 \text{ كيس إسمنت .}$$

$$\text{تكلفت الإسمنت} = 3 \times 1.44 = 4.32 \text{ دنانير .}$$

$$2 - \text{حجم الركام الناعم} = 0.048 \times 3 = 0.144 \text{ م}^3$$

$$3 - \text{حجم الركام الخشن} = 0.048 \times 6 = 0.288 \text{ م}^3$$

$$\text{حجم الركام الكلبي} = 0.288 + 0.144 = 0.432 \text{ م}^3$$

$$4 - \text{تكلفة الركام} = \text{الحجم} \times \text{سعر المتر المكعب .}$$

$$3.5 = 8 \times 0.432 =$$

$$5 - \text{تكلفة الحديد المستخدم} = 22 \text{ ديناراً .}$$

$$\text{تكلفة جسر القمط} = \text{تكلفة الإسمنت} + \text{تكلفة الركام} + \text{تكلفة الحديد .}$$

$$29.8 = 22 + 3.5 + 4.32 =$$

$$\text{تكلفة الطينة وجسر القمط} = 29.8 + 17.1 = 46.9 \text{ دنانير .}$$



## ☆ أسئلة:

السؤال الأول: بين كيف يتم حساب تكلفة الطوب المستخدم.

السؤال الثاني: طلب منك حساب الآتية لجدار من الطوب أبعاده  $3 \times 5$  م<sup>2</sup>:

(أ) كمّية الطوب اللازم.

(ب) كمّية الطينة اللازمة بنسبة خلط 1: 4.

(ج) كمّية الإسمنت اللازم للبناء باستخدام المعادلة  $0.8 = (س + ر)$ .

السؤال الثالث: بين أهمّية استخدام جداول الكمّيات في حساب التكاليف.

## أنواع خاصّة من الطوب

تعرفت في الدروس السابقة على الطوب الإسمنتيّ وخصائصه وميزاته وكيفية صناعته وبنائه، وفي هذا الدرس سنتعرف على أنواع أخرى من الطوب.

## أولاً الطوب الرمليّ الجيريّ

يصنع الطوب الرمليّ الجيريّ بخلط الرمل الجاف مع الجير الحيّ بنسب معيّنة، ثمّ تضاف المياه لطفي الجير، ويكبس الخليط في قوالب معدنيّة بواسطة مكابس هيدروليكية، ثم تنقل القوالب على عربات خاصّة إلى أفران للمعالجة بالبخار لمدة 10 ساعات، ويبرد الطوب، ويصبح جاهزاً للاستعمال بعد الفحص والتأكد من مطابقته للمواصفات الفنيّة.

قد يكون الطوب الرمليّ الجيريّ ملونا لإضافة الأصباغ عليه، فمنه الأبيض والأحمر والوردي الفاتح والغامق والأصفر، يعد مصمّتا أو مفرّغا، ويمتاز المفرغ بخفة وزنه، ويوجد بأشكال مختلفة، فمنه الطبزة والمشطور، وأبعاده كثيرة، أهمّها  $19 \times 19 \times 29$  سم و  $14 \times 19 \times 29$  سم و  $9 \times 19 \times 29$  سم. يمتاز الطوب الرمليّ الجيريّ بأبعاده الدقيقة، وشكله المنتظم، وعزله الجيد للصوت والحرارة، وإمكانية استخدامه داخليّاً وخارجياً دون قصارة.

ومن عيوبه ضعف التصاق الطينة في المداميك بسبب أسطحه الملساء، وقابليته الكبيرة لامتصاص الماء، وحاجته إلى عناية خاصّة عند بنائه، وصعوبة عمل التمديدات الكهربائيّة والصحية فيه. يجب أن يكون الطوب ذا نسيج متجانس، وصلابة كافية، بحيث لا تتفتت أو تنكسر حوافه عند الضغط عليها، خالياً من الشروخ والإلتواءات أو أيّ شوائب، قليل امتصاص الماء.

## يبني الطوب الرمليّ الجيريّ بنفس خطوات بناء الطوب الإسمنتيّ، مع مراعاة ما يأتي:

- 1 - رش الطوب بالماء قبل البناء به ومعالجته بالماء لمدة ثلاثة أيام على الأقلّ بعد بنائه.
  - 2 - أن تكون الحمول الأفقيّة والرأسيّة ذات سمك موحد.
  - 3 - إزالة بقايا الطينة المتساقطة والزائدة عن مستوى وجه الطوب تسهيلا لطلائه.
  - 4 - استخدام المقصات الكهربائيّة (الصاروخ) لقصه.
- والشكل (41) يبيّن بعض أشكال البناء بالطوب الرمليّ الجيريّ.



شكل (41)

## ثانياً الطوب الزجاجيّ

يصنع الطوب الزجاجيّ من نصفين متلاصقين من الزجاج النقي الشفاف الخالي من الفقاعات، ويتم لصقهما ببعضهما ببعض، وتفرغ الهواء بينهما تحت ضغط عال وحرارة مرتفعة. أو باستخدام مواد لاصقة ذات قدرة عالية على التلاصق. يمتاز الطوب الزجاجيّ بشفافية تسمح بتأمين الإضاءة الطبيعيّة، ومنع الرؤية الواضحة من خلاله، ويمتاز بمنظره الجميل، وعزله للصوت والحرارة والرطوبة، ويصنع هذا النوع بأشكال وألوان وأبعاد مختلفة، وقد تكون أسطحه ملساء أو مضلعة، ويتوفر منه ألوان منها الشفاف، والبني، والأصفر، والبرونزي، وغيرها.



شكل (42) جدار من الطوب الزجاجيّ

وأكثر الأبعاد شيوعاً 10×20×20، 10×30×20، وأكثر ما يؤخذ على الطوب الزجاجيّ قابليته للكسر عند تعرضه لصدمات قويّة، وتكلفته العالية مقارنة مع الأنواع الأخرى من الطوب.

يستعمل الطوب الزجاجيّ في عمل القواطع الداخلية في المكاتب والمستشفيات، وفي واجهات المباني التي تتطلب شكلاً معمارياً خاصاً مثل المسارح والفنادق وغيرها، وفي أعمال الديكور الداخلية وأحواض الزينة، وفي الأسقف لإعطاء الإضاءة الطبيعيّة.

يستخدم طينة خاصّة ومواد لاصقة لبناء الطوب الزجاجي، إذا كان طول المساحات التي يشغلها الطوب الزجاجي أكثر من 10 متر، وارتفاع أكثر من 6 مداميك، يجب استخدام زوايا حديدية وجسور ربط غير قابلة للأكسدة (الصدأ) لتثبيت الطوب الزجاجي، ويجب أن لا يزيد سمك الحلول عن 6 ملم، ويتم تقوية جدران الطوب الزجاجي بقضبان تسليح ذات أقطار صغيرة توضع بين المداميك.

## ثالثاً الطوب الطينيّ (الحراريّ)

يصنع الطوب الطينيّ (الحراري) بتشكيل خليط من الطين المحتوي على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم وأكسيد الحديد أو الصلصال والماء، وتجنيفه وحرقه في أفران خاصّة بعد تشكيله، إمّا بالبتق كشرط مستمرّ يقطع بالحجم المطلوب بواسطة أسلاك متحركة، أو بالضغط في قوالب خاصّة. يصنف الطوب إلى مصمت ومفرغ، ويصنف حسب درجة نقاوته وحرقه واستواء أسطحه ولونه إلى درجة أولى وثانية وثالثة. ويعد صنف (درجة أولى) أفضل الأنواع. يمتاز الطوب الطينيّ بقلّة امتصاصه للماء، وعازليته الجيدة للحرارة والصوت والرطوبة، ومقاومة الحريق. ومن عيوبه عدم نقاوة الطين، والذي يؤدي إلى ضعف القوة، وعدم تجانس اللون الأحمر، وكثرة العقد الجيرية فيه، وعدم انتظام أبعاده وأسطحه نتيجة لحرارة الحرق.

أهمّ الأبعاد الشائعة للطوب الطينيّ 23×11×6، 25×12×7، 20×10×7، 20×20×10 سم.



شكل (43) الطوب الطينيّ الحراريّ

يستعمل الطوب الطينيّ في واجهات المباني لإعطاء شكل معماريّ جميل، وفي المواقد الحرارية والأفران والمداخن، وتعد الخزفيات المغاسل والمجالي وبلاط السيراميك والبورسلان والقرميد من تطبيقات الطوب الطينيّ (المشوي). يجب غمر الطوب الطينيّ بالماء لمدة كافية لكي يمتص جزءاً من الماء لتحقيق الترابط، وتوزيع الطينة وتسويته للتغلب على التعرجات الناتجة عن الحرق.

☀️ أسئلة:

**السؤال الأول:**

وضّح كيفية صناعة الطوب الرمليّ الجيريّ.

**السؤال الثاني:**

وضّح استعمالات الطوب الزجاجيّ؟

**السؤال الثالث:**

وضّح ميّزات الطوب الطينيّ.

## أسئلة الوحدة السادسة

❖ السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

- 1 - أيّ الأنواع الآتية ليس من أنواع الطوب؟
  - أ) الطوب الإسمنتيّ.
  - ب) الطوب المائيّ.
  - ج) الطوب الرمليّ الجيريّ.
  - د) الطوب الحراريّ.
- 2 - ما المدة التي يرش بها الطوب بالماء بعد كبسه ووضعه لمدة 24 ساعة دون ماء؟
  - أ) يومين.
  - ب) ثلاثة أيام.
  - ج) لا تقل عن سبعة أيام.
  - د) لا تقل عن عشرة أيام.
- 3 - ماذا يحدث عند بناء الطوب الإسمنتيّ؟
  - أ) يتشابه بناء المدماكين الأوّل والثاني.
  - ب) يتشابه بناء المدماكين الأوّل والرابع.
  - ج) يتشابه بناء المدماكين الأوّل والثالث.
  - د) لا تشابه بين المداميك.
- 4 - ما سماكة الحلول في بناء الطوب الإسمنتيّ؟
  - أ) أقلّ من  $\frac{1}{2}$  سم.
  - ب) من  $\frac{1}{2}$  - 1 سم.
  - ج)  $\frac{1}{2}$  سم.
  - د) 1.5 سم.
- 5 - لماذا يستخدم الخيط في بناء الطوب؟
  - أ) لضبط أفقيّة الطوب.
  - ب) لضبط شاقولية الطوب.
  - ج) لضبط استواء سطح الطينة فوق الطوب.
  - د) لضبط أفقيّة وشاقولية الطوب.

❖ السؤال الثاني: فسر ما يأتي:

- 1) تعدّ عمليّة كبس الطوب من المراحل المهمة في صناعة الطوب الإسمنتيّ.
- 2) يفضل أن يحفظ الطوب طوال فترة المعالجة في الظل بعيداً عن الشمس والرياح.
- 3) استعمال الخلطات الكبيرة الحجم يؤثّر سلباً على تحمل قوّة المنتج.
- 4) من ميزات الطوب الإسمنتيّ قوّة التلاصق الكبيرة بينه وبين الطينة.
- 5) أن يتناسب طول ذراع الكريك مع طول الشخص الذي يستخدمه.
- 6) يجب تخشين الأسطح الملساء المراد بناء الطوب عليها.
- 7) يجب بناء المدماك الأوّل في الطوب بكل دقة وعناية.

- 8) يتم بناء طوب الزوايا أولاً.
- 9) رش الطوب الرمليّ الجيريّ بالماء قبل البناء به ومعالجته لمدة ثلاثة أيام.
- 10) استخدام المقص الكهربائيّ في قصّ الطوب الرمليّ الجيريّ.

#### ❖ السؤال الثالث:

- أ) وضح أهمّ الأسباب التي أدت إلى انتشار استعمال الطوب بشكل كبير في أعمال البناء.
- ب) ميّز مكّونات الطوب الإسمنتيّ.

#### ❖ السؤال الرابع: فسر الأمور الواجب مراعاتها عند تخزين الطوب الإسمنتيّ.

#### ❖ السؤال الخامس: وضح مجالات استخدام الطوب الإسمنتيّ في أعمال الإنشاء.

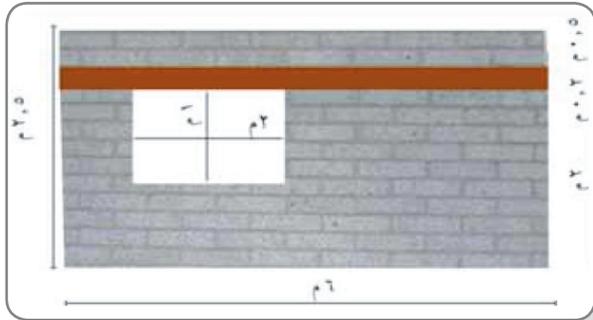
#### ❖ السؤال السادس: وضح الأمور الواجب مراعاتها وفحصها قبل الموافقة على استلام شحنة من الطوب الإسمنتيّ في موقع العمل.

#### ❖ السؤال السابع: وضح أهمّ الأمور الواجب مراعاتها في تجهيز الأساسات لبناء الطوب.

#### ❖ السؤال الثامن: وضح أهميّة الآتية في أعمال الطوب:

- 1 - خيط البناء.
- 2 - طوب الزوايا.
- 3 - مدماك القد.
- 4 - سلّاحات الأبواب والشبّايك.
- 5 - تشريك الطوب مع الخرسانة.
- 5 - تعبئة الحلول الأفقيّة والرأسيّة.

#### ❖ السؤال التاسع: يُبيّن الشكل المجاور جداراً من الطوب:



- أ) احسب كمّيّة الطوب اللازم لبناء الجدار.
- ب) احسب كمّيّة الطينة اللازمة لبناء الجدار.
- ج) أوجد كمّيّة الخرسانة اللازمة لصبّ جسر القمط (سمك الجدار = 20 سم).

#### ❖ السؤال العاشر:

- أ) وضح ميّزات الطوب الزجاجيّ.
- ب) وضح استعمالات الطوب الطينيّ.

## التمارين العمليّة لوحدة الطوب

رقم الصفحة	اسم التمرين	رقم التمرين
119	إعداد الأسطح وتجهيز الطينة لبناء الطوب.	1
121	بناء جدار مستقيم من الطوب الإسمنتيّ.	2
123	بناء جدار مدرج من الطوب.	3
125	بناء جدار من الطوب الإسمنتيّ يتضمن فتحة باب.	4
127	بناء جدارين من الطوب الإسمنتيّ بينهما زاوية قائمة.	5
129	بناء جدارين يتقاطعان بزاوية قائمة (حرف T).	6
130	طوبار جسر ربط فوق الطوب.	7
132	طوبار عرقة قمت فوق فتحة باب.	8
133	بناء جدارين من الطوب بينهما فراغ.	9
134	كيل جدران قائمة من الطوب وحساب مساحتها.	10

## تمرين 1: إعداد الأسطح وتجهيز الطينة لبناء الطوب



فريق العمل: طالبان.

### الهدف:



- 1 - أن يجهز الطلبة الأسطح والأساسات المراد البناء عليها.
- 2 - أن يقوم الطلبة بتهيئة السطح بحيث يصبح صلباً ونظيفاً وأفقيّاً وغير أملس.
- 3 - أن يحضر الطلبة المواد والأدوات اللازمة لتجهيز الطينة
- 4 - أن يجهز الطلبة الخلطة الإسمنتية حسب النسب ويخلطوها.

### إرشادات:

- 1 - يجب التقيد بنسب خلط المكونات.
- 2 - يجب تقدير كمّية المواد اللازمة بدقة بحيث تتناسب مع حجم العمل بهدف التوفير.
- 3 - يجب البدء بتجهيز الأساس قبل تجهيز الطينة.

### أولاً الأدوات والمواد:

إسمنت بورتلندي	خرطوم (بريش) شقطة	مطرقة بناء
ركام ناعم (ناعمة)	شريط قياس (متر)	إزميل
ركام (عدسية + سمسية)	مجرفة	فأس
رمل	كريك (رفش)	مالج خشبي
ألواح طوبار	قدة	ميزان ماء
ماء	خيطة بناء	مسطرين
	وعاء طين	قطع خشبية (طبشات)
	وعاء كيل	مسامير 6 سم

## خطوات العمل:

### ◆ أولاً- إعداد الأسطح للبناء:

- 1 - معاينة الأسطح وتحديد المعالجات اللازمة، وتشمل:  
(أ) فحص الأساس أو المنطقة المراد البناء عليها.  
(ج) فحص استوائها باستخدام القِدَّة والميزان، ومعالجة الميلان إن وجد.
- 2 - معالجة الأسطح الملساء وتشمل:  
نقر الأرضيات الملساء، وتخشين الجدران المجاورة لبناء الطوب.
- 3 - إزالة النتوءات والزيادات، وملء الفجوات بالطينة.
- 4 - تحقيق الأفقيَّة للأساس الخرسانيّ باستخدام خرطوم الشقلة والخيط، أو عن طريق عمل قصّات في الأساس إذا تطلّب الأمر ذلك.

### ◆ ثانياً- إعداد الطينة

- 1 - تقدير كمّيّة الطينة اللازمة، وتحديد نسب خلط المكونات تبعاً لنوع العمل.
- 2 - كيل المواد وخلطها جافةً في وعاء الطين.
- 3 - إضافة الماء اللازم وخلطها في الوعاء حتى الحصول على خلطة جيدة التشغيل والقوام.

ملاحظة: تستخدم الطينة المعدة في تجهيز الأسطح المراد البناء عليها.

### ⚙️ أسئلة:

- 1- فسر متى نلجأ لعمل القصات في الأساس.
- 2 - بيّن كميّة التّحقّق من أفقيّة سطح البناء باستخدام خرطوم الشقلة.
- 3 - بيّن الفائدة من تخشين سطح الأساس للبناء.
- 4 - في حالة استخدام القصات في الأساس بين قيمة الفرق في مناسيب القصات. ولماذا؟

👉 نشاط: جهز أساساً لبناء في أرض طبيعيّة.

## تمرين (2): بناء جدار مستقيم من الطوب الإسمنتي.



فريق العمل: طالبان.



- 1 - أن يبني الطلبة جدارا مستقيما من الطوب الإسمنتيّ بطريقة الصف الطولي.
- 2 - أن يكون الطلبة قادرين على قصّ أجزاء من الطوب اللازمة للبناء.
- 3 - أن يضبط الطلبة استقامة الجدار ويحققوا شاقولية جوانب الجدار وأطرافه.



الأدوات والمواد اللازمة:



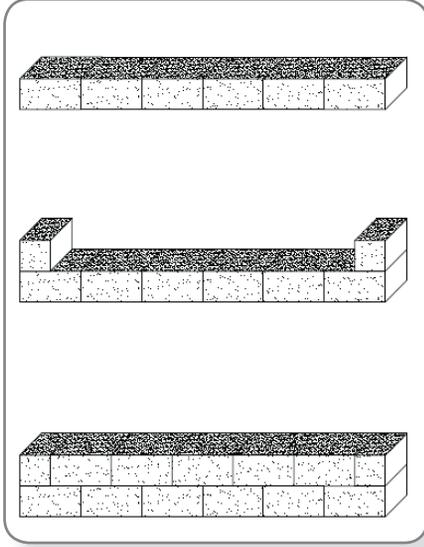
وعاء طين	وعاء كيل	مَسْطَرَيْن بِنَاء
إسمنت بورتلندي	مسامير 6 سم	ميزان ماء
ركام ناعم من الحجر الكلسي	مسامير فولاذ	خيط بناء
ماء	قطع خشبيّة صغيرة	شريط قياس (متر)
طوب إسمنتيّ 15x20x40 سم	إزميل عريض	كريك (رَفْش)
		وعاء طينة

## إرشادات:

- 1- يجب أن تكون الحلول الأفقية مستقيمة.
- 2- يجب أن يقل سمك الحل عن 1 سم.
- 3- يجب أن لا يقل طول التشريك في المداميك المتتالية عن 1/4 طوبة (10 سم).

## خطوات العمل:

- 1 - مرحلة الإعداد، وتشمل تحضير العِدَد، وخلط المواد اللازمة، وتهيئة سطح الأساس للبناء.
- 2 - تعيين موقع الجدار وأبعاده على الأساس باستخدام القطع الخشبية وخط البناء.
- 3 - تثبيت طوب الزوايا في بداية الجدار ونهايته، وضبط أفقيته وفاقوليته باستخدام ميزان الماء، ثم تثبيت الخيط بينهما وشدّه جيدا.
- 4 - تكملة بناء المدماك الأول مع مراعاة ملاسة الخيط للحافة العلوية للطوب والاستقامة والفاقولية.
- 5 - بعد قصّ نصف طوبة يثبت كل منهما كطوب زاوية في المدماك الثاني، وشد الخيط بينهما مع مراعاة الشاقولية مع المدماك الأول.
- 6 - تكملة بناء المدماك الثاني كما هو الحال في المدماك الأول.
- 7 - تكرار الخطوات السابقة في بناء بقية المداميك حتى الارتفاع المطلوب.



- 8 - مرحلة الإنهاء وتشمل:

أ) تعبئة الحلول الأفقية والرأسية بالطينة، وإزالة الزائد منه.

- ب) إذا كان التمرين من الأعمال غير الإنتاجية، فك الطوب وتنظيفه ووضعه في مكانه الصحيح.
- ج) تنظيف العِدَد المستخدمة ومكان العمل.

## ❁ أسئلة:

- 1 - بين فوائد التشريك في بناء الطوب.
- 2 - أوجد كمية الطوب اللازم لبناء جدار من الطوب طوله 4.1 م وارتفاعه 2.1 م.
- 3 - وضح أهمية استخدام الخيط في بناء الطوب.
- 4 - وضح كيفية التحقق من شاقولية جدار مرتفع.

## 👉 نشاط:

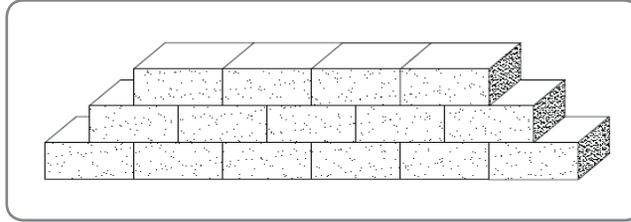
- حدّد موقع جدارين مستقيمين موازيين لجدار مبني مسبقا، بحيث تكون المسافة بين الجدران 2 م ضمن الشروط الآتية:
- (1) جميع الجدران متوازية وبنفس الطول.
  - (2) نهايات الجدران الثلاثة على استقامة واحدة.

### تمرين (3): بناء جدار مدرج من الطوب



فريق العمل: طالبان.

الأهداف:



أن يبني الطلبة جداراً مدرجاً من الجهتين من الطوب.

الأدوات والمواد اللازمة:



مسامير 6 سم	مسطرين بناء
مسامير فولاذ	ميزان ماء
قطع خشبية	خيوط بناء
إزميل عريض	شريط قياس (متر)
طوب إسمنتي 15x20x40	كريك (رفش)
ركام ناعم	شاقول
طبشورة	وعاء كيل

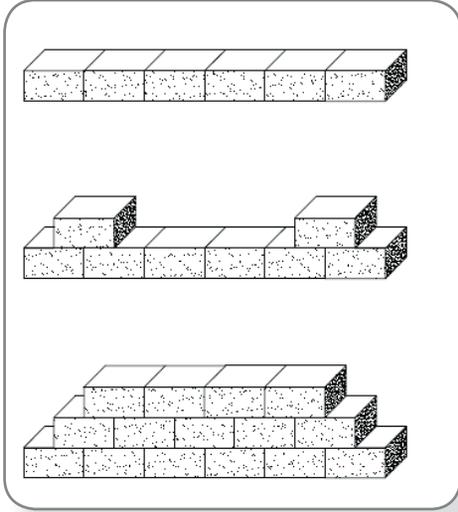
◆ يفضل أن يكون طول المدماك الأول 10 - 12 طوبة.  
◆ ضبط رأسي لحافة الطوبة من الطرفين.  
◆ ضبط الاستقامة والشاقولية مع المداميك الأخرى.

إرشادات:

- 1 - يجب ضبط شاقولية الجدار وتدرجه.
- 2 - يجب أن تكون المداميك مستقيمة والحلول متناسقة.

## خطوات العمل:

- 1 - مرحلة الإعداد والتجهيز للعمل، وتشمل العِدَد والمواد اللازمة.
- 2 - تحديد مسار وموقع وأبعاد الجدار على الأرض.
- 3 - بناء المدماك الأول كاملاً.
- 4 - تحديد بداية المدماك الثاني بحيث يكون ارتفاع القَصَّة عند طرفي المدماك الأول (20.5 سم) أو مضاعفاتها.
- 5 - تثبت طوبة في كل طرف للمدماك الثاني في مكانها على طبقة طينة، وضبط أسطحهما شاقولياً وأفقياً.
- 6 - إكمال بناء طوب المدماك الثاني.
- 7 - تحديد بداية المدماك الثالث بحيث تكون القَصَّة عند طرفي المدماك الثاني (20.5 سم) أو مضاعفاتها وإكمال بناء المدماك الثالث.
- 8 - متابعة الخطوات السابقة.
- 9 - إنهاء العمل.
- 10 - إذا كان التمرين من الأعمال غير الإنتاجية، فك الطوب وتنظيفه ووضعه في مكانه الصحيح.
- 11 - تنظيف العِدَد المستخدمة ومكان العمل.



## ❁ أسئلة:

- 1 - وضح كيفية مساعدة الخيط على ضبط سمك موحد للحلول الأفقية.

## 👏 نشاط:

- 1 - يبين عدد الطوب اللازم لتكملة القصات على جانبي الجدار.
- 2 - أكمل بناء القصات في الجدار.

## تمرين (4): بناء جدار من الطوب الإسمنتيّ يتضمن فتحة باب



فريق العمل: طالبان.

### الأهداف:



- 1 - أن يبني الطلبة جداراً من الطوب الإسمنتيّ يتضمن فتحة باب.
- 2 - أن يضبط الطلبة مكان الفتحات في الجدار وشاقولية جانبي الفتحة.

### الأدوات والمواد اللازمة:



- ◆ أبعاد الجدار الطول 410 سم، الإرتفاع 125 سم، السمك 15 سم، عرض الفتحة 84 سم في منتصف الجدار.
- ◆ التأكد من أبعاد الفتحة في كل مدمك.
- ◆ استخدام ميزان الماء والشاقول في التأكد من شاقولية السلاحات.
- ◆ يمكن استخدام القدة للتأكد من استقامة البناء بالطوب.
- ◆ إذا كان التمرين من التمارين الإنتاجية يمكن إبقاء التمرين دون فك.

مسامير 6 سم	مَسْطَرِين بِنَاء
مسامير فولاذ	ميزان ماء
قطع خشبيّة	خيط بناء
إزميل عريض	شريط قياس (متر)
طوب إسمنتيّ 15x20x40	كريك (رَفْش)
ماء	شاقول
طبشورة	وعاء طينة
وعاء كيل	إسمنت بورتلندي
	ركام ناعم من كسر الحجر الجيريّ

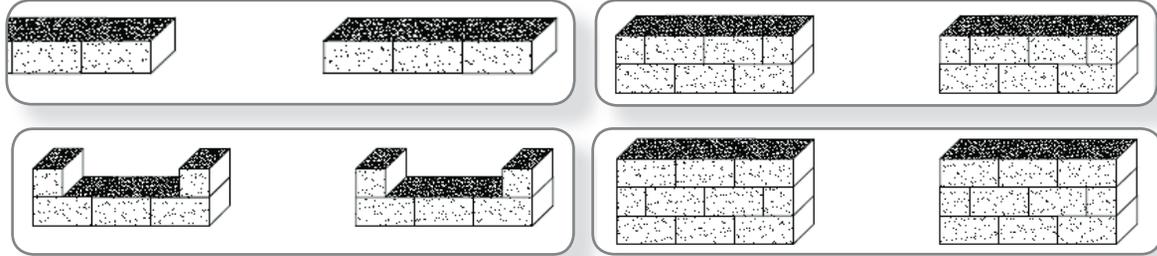
### إرشادات:

يجب أن تكون الدقة عالية للاستقامة والشاقوليّة عند جانبي الفتحة (السلاحات).

### خطوات العمل:

- 1 - الإعداد والتحضير للتمرين، وتشمل (العدّد المستخدمة والمواد، وتهيئة السطح، وتجهيز خلطة الطينة).
- 2 - تحديد موقع الجدار وأبعاده ومساره، وتحديد موقع فتحة الباب وأبعادها.

- 3 - وضع طوبة على كل طرف من أطراف الفتحة، وعند بداية ونهاية الجدار مع مراعاة الاستقامة وملامسة الخيط للأسطح الجانبية للطوب، والتأكد من شاقولية كل منها.
- 4 - شدّ الخيط بين الطوب بحيث تكون على استقامة واحدة وملامسة الخيط لأسطح الطوب.
- 5 - إكمال بناء المدماك الأول.



- 6 - فك الخيط والانتقال إلى المدماك الثاني وفق الآتية:
- (أ) تثبيت نصف طوبة في بداية المدماك ونهايته، ومد الخيط بينهما.
- (ب) تثبيت نصف طوبة على كل جانب من جوانب الفتحة مع مراعاة الاستقامة والشاقولية وملامسة الخيط لأسطح الطوب.
- (ج) إنهاء بناء المدماك الثاني.
- (د) الانتقال إلى المدماك الثالث بنفس الخطوات السابقة، ثمّ متابعة البناء للوصول للارتفاع المطلوب.
- 7 - فك التمرين إذا لم يكن من التمارين الإنتاجية، وتنظيف العِدَد ومكان العمل وإعادة العدد إلى مكانها.

#### ☀ أسئلة:

- 1 - قارن بين تشكيل فتحة الباب وفتحة الشباك عند البناء بالطوب من حيث خطوات العمل.
- 2 - فسّر التركيز على سلاحات الأبواب والشبائيك عند البناء.
- 3 - أقرن بين التأكد من شاقولية الجدار باستخدام ميزان الماء أو الشاقول.

#### 👏 نشاط إضافي:

- بعد إتمام بناء الجدار قم ببناء المدماك الأول من إحدى النهايات، ثمّ قم بعمل فتحة شبك بعد المدماك الأول بعرض 1 م، وجانب الشباك الآخر بطول 81 سم.

## تمرين (5): بناء جدارين من الطوب الإسمنتيّ بينهما زاوية قائمة



فريق العمل طالبان

الأهداف:



- 1 - أن يبني الطلبة جدارين من الطوب الإسمنتيّ بينهما زاوية قائمة.
- 2 - أن يضبط الطلبة الزاوية القائمة والشاقوليّة والاستقامة في البناء.

الأدوات والمواد اللازمة:



طبشورة	وعاء طينة	مَسْطَرِين بِنَاء
وعاء طين	وعاء كيل	ميزان ماء
إسمنت بورتلاندي	مسامير 6	خيّط بِنَاء
ركام ناعم (كسر حجر جيّريّ)	مسامير فولاذ	شريط قياس
ماء	قطع خشبيّة صغيرة	كريك (رَفْش)
طوب إسمنتيّ 15x20x40 سم.	إزميل عريض	شاقول

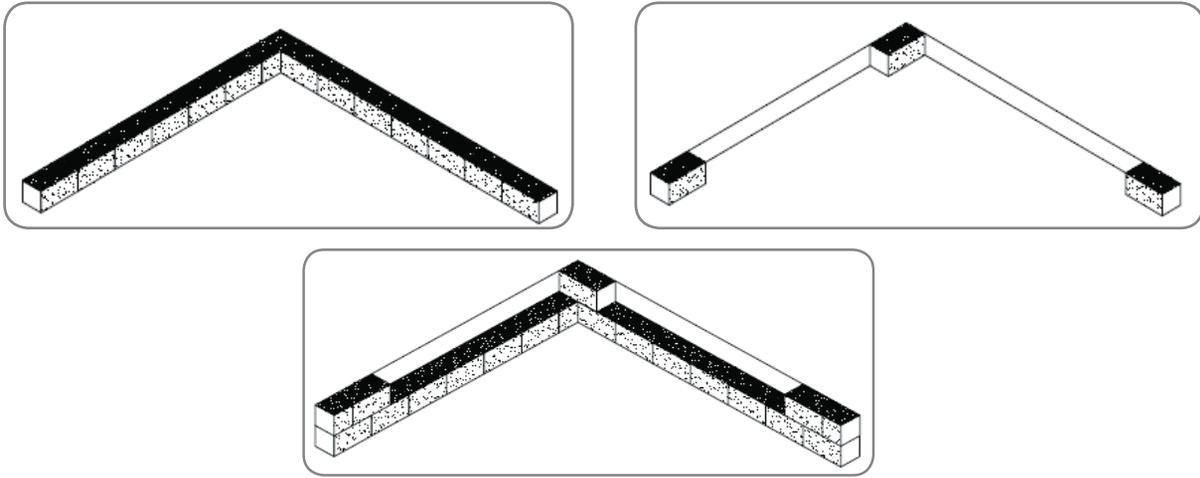
إرشادات:

- 1 - يجب عمل تشريك بين الجدارين.
- 2 - استخدام نظرية فيثاغوروس لضبط الزوايا القائمة بين الجدارين.

خطوات العمل:

- 1 - تحضير العِدَد والمواد اللازمة، وتهيئة الأساس كما في التمارين السابقة.
- 2 - تعيين موقع أحد الجدارين وأبعاده باستخدام الخييط والطبشورة.
- 3 - تعيين موقع الجدار الآخر وأبعاده، وضبط الزاوية القائمة بينهما باستخدام الخييط والطبشات الخشبيّة.

- 4 - تثبيت طوبة في نهاية الالتقاء بين الجدارين، وطوبة في الطرف الآخر لكل جدار مع مراعاة ملاصقة الطوب للخيط.
- 5 - تثبيت خيط بين طوب الزوايا وطوب الالتقاء بين الجدارين، وشد الخيط جيدا.
- 6 - إكمال بناء المدماك الأول للجدارين.
- 7- تثبيت طوبة على نقطة التقاء الجدارين، بحيث تكون مخالفة الاتجاه مع الطوبة الأسفل منها، ثمّ يثبت نصفها طوبة على طرفي الجدارين، وشد الخيط بينهما.
- 8 - إكمال بناء المدماك الثاني كما في الأول.
- 9 - إكمال بناء المداميك الأخرى بنفس الطريقة إلى نهاية ارتفاع الجدار.
- 10 - فك التمرين إذا لم يكن من التمارين الإنتاجية، وتنظيف العِدَد ومكان العمل وإعادة العِدَد إلى مكانها.



#### أسئلة: ⚙️

تأكد من الزاوية بين الجدارين قائمة إذا كان طول الأول = 6.1 م، وطول الجدار الثاني = 1.2 م والمسافة بين نهايتيهما = 7.2 م.

👉 نشاط إضافي: أكمل بناء جدارين بمدماك واحد، بحيث تشكل الجدران الأربعة بعضها مع بعض مستطيلا.

تأكد من قياس قطري الشكل، وفسر ذلك.

ملاحظة:

## تمرين (6): بناء جدارين يتقاطعان بزاوية قائمة (حرف T)



فريق العمل طالبان

### الأهداف:



- 1- أن يحدّد الطلبة موقع الجدارين على أساس القائم واتجاهه وتقاطعه.
- 2- أن يبنّي الطلبة جدارين من الطوب الإسمنتيّ بسمك 15 سم.
- 3- أن يحقق الطلبة التشريك اللازم بين الجدارين.
- 4- أن يضبط الطلبة الزاوية المحصورة بين الجدارين بمقدار (90°)

### الأدوات والمواد اللازمة:



مَسْطَرِين بِنَاء	شَرِيْط قِيَاس (مِتر)	إِسْمِنْت بورتلاندي
مِيزَان مَاء	مِطْرَقَة بِنَاء	رَكَام نَاعِم
رَفْش (كْرِيك)	وَعَاء طِينَة	مَاء
زَاوِيَة مَعْدَنِيَّة	وَعَاء كَيْل	طَبَاشِير
خِيْط بِنَاء	إِزْمِيل	مَسَامِير فُولَاذ
مِيزَان شَاقُول	قِطْع خَشَبِيَّة صَغِيرَة	مَسَامِير 6 سَم

### إرشادات:

- 1- يجب تأمين الترابط بين الجدارين بالتشريك التبادلي (تشريك كل مدماك بالآخر).
- 2- يجب ضبط الزاوية القائمة بين الجدارين.

### خطوات العمل:

- ◆ تحقق من الزاوية القائمة 90
- ◆ تحقق من أبعاد الجدارين
- ◆ تحقق من الاستقامة والشاقولية
- ◆ أملأ الحلول الرئيسية وكحلها أول بأول

- 1- مرحلة التحضير والاعداد للتمرين وتشمل (تحضير العدد المستخدمة والمواد اللازمة ، وتهيئة السطح وتجهيز الملاط).
- 2- تعيين مسار الجدارين وموقعهما وابعادهما\* على الأساس بتثبيت الخيوط المشدودة حسب المخططات والتفاصيل

التنفيذية مع ضبط الزاوية بينهما (90°)

- 3- البدء في بناء المدماك الأول لكل جدار بتثبيت طوبة في بداية كل جدار ونهايته مع مراعاة الاستقامة والشاقولية وملاسة الخيط للسطح العلوي للطوب.

- 4- إكمال بناء المدماك الأول في الجدارين .
- 5- بناء المدماك الثاني : ثبت طوبة عند تقاطع الجدارين واضبط الشاقولية بدقة مع مراعاة مسافة التشريك مع طوب المدماك الأول، ثم اكمال بناء المدماك الثاني .
- 6- بناء بقية المداميك ويتم ذلك ببناء المداميك الفردية كما تم بناء المدماك الأول . وبناء المداميك الزوجية كما تم بناء المدماك الثاني وهكذا .
- 7- إنهاء العمل أو فكّ التمرين .

#### الأسئلة:

- 1- لماذا يكون البدء في بناء المدماك الثاني من تقاطع الجدارين؟
- 2- هل يؤثر اختلاف سمك الجدارين على طبيعة العمل؟ وضح ذلك .
- 3- أيهما أسهل بناء الجدارين على شكل حرف L أم T؟ ولماذا؟

#### نشاط إضافي

لقد قمت ببناء جدارين على شكل حرف T أكمل بناء جدار آخر لتصبح الجدران الثلاثة H مع عمل التشريك اللازم .

### تمرين (7): طوبار جسر ربط فوق الطوب



فريق العمل : طالبان

#### الأهداف:

- 1- أن يقوم الطلبة بطوبار جسر ربط فوق الطوب
- 2- أن يثبت الطالب الطوبار فوق الطوب .

#### الأدوات والمواد اللازمة:



شاكوش طوبار	خشب طوبار
منشار خشب	قطع خشبية صغيرة (طبشات)
ميزان ماء	مسامير 5سم، 10 سم
عتلة	سلك تربيط مجدول

## الإرشادات:

- 1- يجب أن يكون سطح أعلى الطوبار مستويا وجوانبه شاقولية.
- 2- التأكد من مطابقة جوانب الطوبار على الطوب، كي لا يسمح بتسرّب الخرسانة.

## خطوات العمل:



- 1- مرحلة الإعداد والتجهيز وتشمل العدّد المستخدمة والمواد اللازمة للطوبار.
- 2- أخذ القياسات اللازمة كطول الجدار، وارتفاع الجسر، وتجهيز خشب الطوبار.
- 3- جمع ألواح الجوانب بطبشات خشبيّة بواسطة المسامير.
- 4- تثبيت جوانب الطوبار التي تمّ جمعها في الخطوة السابقة فوق الطوب.
- 5- إدخال السلك المجدول خلال الطوب، ومن خلف الطبشات، وشده لجمع الدقّين معا مع مراعاة أفقيّة سطح الطوبار.
- 6- وضع مفاتيح بسمك الجدار بين ألواح الجوانب، وشد السلك المجدول جيّداً بينها.
- 7- تثبيت قطع خشبيّة فوق جوانب الطوبار للمحافظة على سمك الجدار، واستقامته، وشاقوليته.
- 8- إنهاء العمل أو فكّ التمرين.

## الأسئلة: ⚙️

- 1- ما الغرض من استخدام جسور الربط فوق الطوب؟
- 2- علل لماذا يجب أن يكون سطح الطوبار مستويا وأفقياً؟
- 3- فسر لماذا يجب مطابقة الطوبار مع سطح الطوب؟

👉 نشاط إضافي: القيام بتسليح الجسر الذي تمّ طوباره مسبقاً وصبّه.

## تمرين (8): طوبار عرقة القمط فوق فتحة الباب



فريق العمل: طالبان



الأهداف:



أن يقوم الطلبة بتنفيذ طوبار عرقة القمط فوق الباب والشباك.

الأدوات والمواد اللازمة:



شاكوش طوبار	خشب طوبار (ألواح ومرارين)
منشار خشب	مسامير 5 و 10 سم
مقص سلك	سلك مجدول
عتلة	قضبان تسليح قطر 12 ملم
متر	مطرقة بناء
خيطة بناء	ميزان بناء

المفتاح: قطعة معدنية او خشبية طولها مساو لعرض الالواح الجانبية للمحافظة على عرض صب الخرسانة.

### الإرشادات:

- 1- يجب التأكد من مطابقة قياس الفتحة مع المخططات.
- 2- يفضل أن يكون الدعم شاقوليّاً (عمودياً).
- 3- يجب أن يكون الطوبار مطابقاً لجوانب الجدار بشكل محكم

### خطوات العمل:

- 1- أخذ القياسات الدقيقة للفتحة وتحضير الخشب اللازم لعمل الطوبار أسفل القمط وتثبيته.
- 2- تحديد منسوب أسفل الصّبّ على جانبي الفتحة، وتثبيت طبشات خشبيّة تحت المنسوب بـ 2.5 سم.
- 3- جمع الألواح اللازمة لطوبار أسفل القمط، وتثبيتها على الطبشات المثبتة على جوانب الفتحة.
- 4- وضع الدعامات الرأسيّة المناسبة، إمّا باستخدام الدعائم المعدنيّة أو الخشبيّة وربطها بشكالات قطرية.
- 5- جمع الألواح الجانبية التي تشكل جانبي الصّبّ بواسطة الطبشات، وتثبيتها مع الألواح السفليّة.
- 6- وضع حديد التسليح اللازم للقمط حسب المخططات.
- 7- باستخدام المفاتيح والسلك المجدول يتم تحديد سمك القمط وتثبيت الجوانب.
- 8- إذا كان التمرين من الأعمال الإنتاجية، فيتم تحضير الخلطة الخرسانيّة، وتجهيزها، وصبها؛ وإذا لم يكن كذلك فيتم فك التمرين.

يمكن تجهيز القمط على الأرض وصبها ووضعها بعد الجفاف في أعلى الفتحة وتثبيتها، وتسمى قمطة مسبقة الصب.

### الأسئلة:

- 1- علل، استعمال أقل عدد ممكن من المسامير عند تجميع طوبار القمطة.
- 2- ما الفائدة من استخدام قضبان التسليح في الخرسانة؟ ولماذا توضع في أسفل القمطة؟

نشاط إضافي: بدلاً من استخدام الدعم أسفل القمط مباشرة استخدم المرابن الخشبية لدعم أسفل القمط وجوانبه.

## تمرين (9): بناء جدارين من الطوب بينهما فراغ



فريق العمل: طالبان

### الأهداف:



- 1- أن يبني الطلبة جدارين مستقيمين من الطوب الإسمنتيّ بينهما فراغ.
- 2- أن يحقق الطلبة الالتحام بين الجدارين باستخدام المرابط الخاصة بذلك.

### الأدوات والمواد اللازمة:



إسمنت بورتلاندي	قده ألمنيوم	مطرقة بناء
طوب إسمنتيّ 10×20×40سم	ميزان ماء	متر قياس
ماء	رفش	خيطة بناء
مرابط فراشة	ركام ناعم (نحاعة)	مسطرين
	قطع خشبية	وعاء طينة
		وعاء كيل

### الإرشادات:

- 1- وزع المرابط بين مداميك الجدارين حسب المسافات المعتمدة أفقياً ورأسياً.
- 2- حافظ على مسافة الفراغ بين الجدارين ونظافته.
- 3- اتبع خطوات بناء جدار مستقيم في تنفيذ كل من الجدارين، مع ضبط مسافة الفراغ بينهما.

## خطوات العمل:

- 1- مرحلة الإعداد والتجهيز وتشمل المواد والعدّد المستخدمة.
- 2- تفقّد الأساس (للأعمال الإنتاجية) وتأكد من أن سطحه معزول جيّداً ضد الرطوبة.
- 3- توقيع حدود الجدارين والفراغ بينهما على وجه الأساس، وشد الخيوط اللازمة لبناء المدماك الأول.
- 4- بناء المدماك الأول في الجدارين مع المحافظة على نظافة الفراغ بينهما.
- 5- تحديد موقع المرباط الخاصّة على سطح الطوب في المدماك الأول حسب المواصفات الفنيّة لذلك، وثبيتها في مكانها.
- 6- بناء المدماك الثاني في الجدارين.
- 7- حافظ دائما على نظافة الفراغ بين الجدارين.
- 8- أكمل بناء المداميك المتبقّية حتى نهاية الارتفاع المطلوب للجدارين.
- 9- فك التمرين.

## الأسئلة:

- 1- لماذا تستخدم الجدران المفرغة في المباني؟
  - 2- كم تكون المسافة الأفقيّة والرأسيّة بين المرباط؟
  - 3- لماذا يجب المحافظة على نظافة الفراغ في الطينة المتساقطة؟
- 👉 نشاط إضافي: اقترح طريقة لمنع تساقط الملاط في الفراغ.

تمرين (10): كيل جدران قائمة من الطوب وحساب مساحتها.



فريق العمل: طالبان

الأهداف:



- 1- أن يقيس أطوال الجدران وارتفاعاتها، ويجد مساحتها.
- 2- أن ينظم الطلبة القياسات والمساحات والفتحات في جداول الكيل.

الأدوات والمواد اللازمة:



- 1- متر طول 5 م.
- 2- شريط قياس.
- 3- قطعة طباشير.
- 4- سلم صغير (سيبة).
- 5- دفتر ميدان.

## الإرشادات:

- 1- يجب أن يكون القياس أفقيًا ورأسيًا وأن يكون الشريط مشدودًا.
- 2- يجب الانتباه على عدم إعادة قياس الواجهة مرة أخرى، وعدم قياسها من الجهة الأخرى.
- 3- يجب التعامل مع القموط الخرسانيّة فوق الأبواب والشبابيك بشكل منفصل عن أعمال الطوب.
- 4- تنظيم جداول للمساحات والفتحات والقموط لتسهيل الحسابات.
- 5- يكون الكيل هندسيًا، وذلك بحسم الفراغات من المساحة الكلية.

## خطوات العمل:

- 1- معاينة الجدران، وتشمل:
  - أ- تفقد الجدران المراد كيلها.
  - ب- معاينة فتحات الأبواب والشبابيك.
- 2- تحديد الواجهات بأرقام لتسهيل الحسابات.
- 3- تنظيم القياسات في جداول الكيل كما يأتي:

ملاحظات	المساحة			الأبعاد			العدد	الأعمال	البند
	المساحة الكلية - مساحة الفراغات والقموط = المساحة الصافية	سمك	ارتفاع	طول					
	٣٠	٠,٢٠	٣	٥	٢	١	واجهة رقم ١	١	
	٤,٢		٢,١	١	٢	٢	فتحة باب		
	٢	-	٠,٢	٠,٢	١	١	عرقه ربط		
	٢٣,٨								
							واجهة رقم ٢	٢	
							المجموع		

ملاحظة: يمكنك استخدام نموذج جدول الكيل الذي مرر معك سابقاً

- 4- حساب الكمّيات وتقدير التكاليف:
  - أ- احسب مساحة الواجهات الكلية.
  - ب- احسب مساحة الفتحات والقموط.
  - ج- احسب المساحات الصافية
  - د- احسب تكاليف أجرة بناء الجدران حسب الاتفاقية.

## أثناء الكيل يتم مراعاة الأمور الآتية:

- 1- قياس أطوال الواجهات والقواطع باستخدام شريط القياس مشدوداً وممتداً بشكل أفقيّ.
- 2- تحقق من صحة القياس عند التقاطعات والزوايا.
- 3- سجل القياسات بالجدول أولاً بأول، وعلم بالطباشير على الواجهات التي تمّ تسجيلها.

- 4- اجعل زميلك يمسك بالشريط بشكل رأسي في قياس الارتفاعات.
- 5- قياس الارتفاع من الأعلى إلى أسفل المدمك الأول.
- 6- تحقق من أنك لم تقم بقياس الواجهات أكثر من مرة واحدة من جهة واحدة.
- 7- تحقق من عدد الواجهات وعدد الفتحات ومطابقتها للجداول.
- 8- تحقق من أطوال القموط ومطابقتها للجداول.

### ☀️ الأسئلة

- 1- اوجد كمّيات المواد (الطوب، الركام الناعم، الركام الخشن، الإسمنت) اللازمة لأعمال الطوب التي قمت بكيّلتها.
- 2- احسب تكلفة الجدران التي قمت بكيّلتها.
- 3- كيف تكال الجدران المزدوجة؟
- 4- لماذا تنظّم القياسات في جداول خاصّة؟

### تمارين إضافية:

- 1- بناء حوض دائري قطر 3 م، وارتفاع 40 سم، باستخدام طوب القياس 15×20×40 سم.
- 2- بناء حوض على شكل ثماني، طول ضلعه 80 سم، وارتفاعه 40 سم، باستخدام طوب قياس 15×20×40 سم.
- 3- بناء جدارين من الطوب مختلفي السمك على شكل حرف T باستخدام طوب سمك 20 سم، 10 سم.

### زيارات ميدانية

#### أولاً- القيام بزيارة ميدانية إلى أحد مصانع الطوب في منطقتك، وتهدف هذه الزيارة إلى:

- 1- التعرف على مكونات مصنع الطوب ومعدّاته.
- 2- التعرف على مراحل الإعداد والتصنيع والمعالجة للطوب.
- 3- التعرف على الأنواع المختلفة من الطوب ومقاساتها.
- 4- التعرف على طرق تخزين الطوب وشحنه.
- 5- التعرف على وسائل الحماية والوقاية والسلامة والأمن الصناعي في المصنع.
- 6- كتابة تقرير عن الزيارة.

#### ثانياً- القيام بزيارة ميدانية إلى موقع عمل في المنطقة القريبة من مدرستك، وتهدف هذه الزيارة إلى:

- 1- مشاهدة عمليّة بناء جدران الطوب.
- 2- كيل الطوب وتقدير التكلفة.
- 3- التعرف على وسائل السلامة والأمن في الموقع.
- 4- كتابة تقرير عن الزيارة، وتنظيم الكيل في جداول خاصّة.



7

البناء بالحجر

الوحدة  
النمطية



تتميز فلسطين منذ القدم ببناء الحجر وصناعته.



يتوقع بعد دراسة الوحدة والتفاعل مع أنشطتها أن نكون قادرين على (اختيار وتمييز أنواع الحجر، وأنواع نقش الحجر ومزاياه، والفحوصات التي تجرى عليه، وتصنيعه، وبنائه، والقطع الحجرية الخاصة وكيله). وذلك من خلال الأهداف الآتية:

- 1- القدرة على اختيار نوع الحجر، ومزاياه، ونوع نقشه، ولونه، والفحوصات التي تجرى عليه، وتصنيعه.
- 2- القدرة على البناء بالحجر، واختيار شكل بنائه، والقطع الحجرية المختلفة وكيله.

## قواعد الأمن والسلامة المهنية

- 1- ارتداء ملابس السلامة المهنية المناسبة (خوذة، حذاء معزول، قميص، نظارات واقية، كفوف يدوية)
- 2- التأكد من سلامة وجاهزية الأدوات للعمل
- 3- استخدام الاجهزه المطابقه لقواعد الامن والسلامه

## الكفايات المهنية

الكفايات المتوقع امتلاكها من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة:

### ❖ أولاً- الكفايات الحرفية:

- ❖ القدرة على تمييز الفرق بين أنواع الحجر ومزاياه.
- ❖ القدرة على تصنيع وبناء الحجر.
- ❖ عمل برنامج عمل للعمل المراد تنفيذه.
- ❖ اختيار المكان الأفضل للبدء بالعمل.
- ❖ توثيق المعلومات خلال اختيار العمل بالطريقة المناسبة.

### ❖ ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- ❖ يحافظ على خصوصية الزبون وأسراره.
- ❖ القدرة على الإقناع.
- ❖ الالتزام باخلاقيات المهنة.
- ❖ الالتزام بالمواعيد.
- ❖ التعامل بمصداقية.
- ❖ القدرة على تقديم الدعم والمساعدة.
- ❖ القدرة على التواصل الفعال.
- ❖ القدرة على الاستماع لرأي الزبون.
- ❖ قدرة الحصول على المعلومة من الزبون.
- ❖ توفير أجواء مناسبة للنقض.
- ❖ القدرة على التأمل الذاتي.

### ❖ ثالثاً: الكفايات المنهجية

- ❖ التعلّم التعاوني. (العمل الجماعي).
- ❖ الحوار والمناقشة.
- ❖ البحث العلمي.
- ❖ العصف الذهني (استمطار الأفكار)..

7 - 1 الموقف التعليميّ التعلّميّ: القدرة على اختيار نوع الحجر، ومزاياه، ونوع نقشه، ولونه، والفحوصات التي تجرى عليه، وتصنيعه.

وصف الموقف التعليميّ: مستثمر في أعمال البناء طلب من مكتب هندسيّ إعداد تقرير عن أنواع الحجر في فلسطين، ومزاياه، ونوع نقشه، ولونه، وفحوصاته، وتصنيعه.

### العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصّفّي	المنهجية (إستراتيجية التعلّم)	الموارد حسب الموقف الصّفّي
أجمع البيانات، وأحلّها	- أجمع البيانات من المستثمر: نوع المنشأ، الفئة المستهدفة، الميزانية المرصودة، الفترة الزمنية، مساحة البناء، وشكله، ومحيطه. - أجمع البيانات عن أبنية من نفس النوع، وطرق تسويق هذا النوع من البناء، المناطق المناسبة لهذا البناء، ونوع الحجر، ومزاياه، والفحوصات اللازمة، ونوع نقش الحجر، ولون الحجر	*البحث العلميّ *حوار ومناقشة *العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار حول المنشأ)	* وثائق: طلب المستثمر، مخطّطات * كتب ومراجع * التكنولوجيا: الإنترنت * أنماط بصرية: فيديو وصور
أخطّط، وأقرّر	- تصنيف البيانات: * أنواع الأبنية، أنواع الحجر. مزاياه، الفحوصات اللازمة، نوع نقش الحجر، لون الحجر -تحديد خطوات العمل: *وضع مقترحات وبدائل لأنواع ومزايا الحجر ونوع نقش الحجر *دراسة البدائل وتحديد نقاط القوة والضعف *تحديد الحجر الأنسب من حيث نوع الحجر والمزايا ونوع النقش والفحوصات *إعداد جدول زمنيّ للتنفيذ *معاينة موقع العمل	*النقاش والحوار *العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار حول المنشأ) *التعلّم التعاونيّ. (العمل ضمن فريق)	* الوثائق: (المخطّطات، البيانات التي تمّ جمعها * كتب ومراجع * التكنولوجيا: الإنترنت مواقع ذات مصداقية * أنماط بصرية: فيديو وصور.

<p>*حاسوب: يتضمن برامج عن فحوصات الحجر وأنواعه، وأشكاله</p> <p>*الوثائق: (مخططات، البيانات التي تمّ جمعها، صور، طلب المستثمر)</p> <p>* التكنولوجيا: الإنترنت مواقع عن الحجر ذات مصداقية</p>	<p>*التعلم التعاوني./ مجموعات</p> <p>*حوار ومناقشة</p> <p>*العصف الذهني (استمطار الأفكار).</p>	<p>*إحضار عدة أنواع من الحجر ومزاياه، وأنواع نقش مختلفة</p> <p>*اختيار 3 مقترحات لعرضها على المستثمر.</p> <p>*اقتراح مجموعة من أنواع الحجر، والألوان، ونوع النقش.</p> <p>*الاتفاق مع المستثمر على الحجر من حيث (النوع والمزايا ونوع النقش).</p> <p>* اعتماد الخيار النهائي.</p> <p>* البدء بتوريد الحجر.</p>	<p><b>أنفذ</b></p>
<p>*حاسوب: يتضمن برامج عن فحوصات الحجر وأنواعه، وأشكاله</p> <p>*الوثائق: (مخططات، البيانات التي تمّ جمعها، صور، طلب المستثمر)</p> <p>* التكنولوجيا: الإنترنت مواقع عن الحجر ذات مصداقية</p>	<p>*حوار ومناقشة</p> <p>*العمل ضمن مجموعات</p>	<p>*التحقق من اختيار الحجر المناسب من حيث (النوع والمزايا ونوع النقش واللون)</p> <p>*التحقق من ملاءمة الحجر لنوع المنشأة، والميزانية المرصودة، وشكل البناء، وألوان الواجهات، والأبنية المحيطة.</p> <p>* التأكد من مطابقة مواصفات الحجر لطلب المستثمر.</p>	<p><b>أتحقق</b></p>
<p>*حاسوب، أجهزة عرض</p>	<p>*حوار ومناقشة</p> <p>*العمل الجماعي</p>	<p>*توثيق أنواع الحجر ومزاياه، والفحوصات اللازمة، ونوع نقش الحجر، ولون الحجر</p> <p>*اختيار الحجر المناسب بما يحقق المواصفات والمعايير من مجموعة مقترحات.</p> <p>*عرض الحجر الذي تمّ اختياره.</p> <p>* فتح ملف بالحالة.</p>	<p><b>أوثق، وأقدم</b></p>
<p>* نماذج التقويم</p> <p>*طلب المستثمر</p> <p>*المخططات</p> <p>* معايير ومواصفات الحجر</p>	<p>*البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل</p> <p>*حوار ومناقشة</p>	<p>*رضا المستثمر وموافقه على الحجر الذي تمّ اختياره.</p> <p>*مطابقة الحجر الذي تمّ اختياره للمواصفات والمعايير</p>	<p><b>أقوم</b></p>

### ☆ الأسئلة:

- 1- لماذا يتم غلق الحلول (الكحلة) بين المداميك بشكل جيد؟
- 2- أعط عدداً من الأمثلة عن أنواع الحجر المستخدم في منطقتك تبعاً لأماكن استخراجها.
- 3- فسر لماذا يستعمل الجرانيت في صناعة أعمدة البناءات، وكذلك يستعمل كصفائح وأحجار لكسوة المباني وأعمال الديكور، كما يستعمل كثيراً في المطابخ بألوان مختلفة.
- 4- اذكر مزايا حجر البناء وعيوبه.
- 5- اكتب تقريراً عن الفحوصات التي يتم إجراؤها على الحجر بالمختبر، والفحوصات التي يتم إجراؤها عن طريق النظر.

## أنواع الحجر حسب منشأه الجيولوجي

نشاط: 

- 1- من المحيط القريب من المدرسة اكتب تقريراً عن أنواع الحجر، وأشكال النقش، وألوان الحجر المستعمل في الأبنية.
- 2- تأكد من أن الأحجار المستخدمة في الأبنية القديمة (العقود) هي أحجار حاملة، وذلك بعمل نموذج مشابه لهذه العقود الحجرية.
- 3- قارن بين صناعة الحجر في الحاضر والماضي.



تعد صناعة الحجر في فلسطين من أهمّ الصناعات الوطنية إن لم تكن أهمها، فهي تسهم فيما يزيد عن 30 % من حجم الدخل القومي للصناعات الفلسطينية، والسبب في ذلك راجع لتوافر حجارة البناء في بلادنا بكميات كبيرة، حيث تستخرج من صخور الحجر الجيري الرسوبي التي تغطي الجزء الأعظم من جبال فلسطين. وتعد صناعة الحجر من أقدم الصناعات في بلاد الشام، فالإنسان القديم في هذه البلاد عرف البناء بالحجر من عصر الحضارة النطوفية (نسبة إلى وادي النطوف شمالي غربي القدس قرب قرية شقبا (8500 ق.م). ومن آثار هذه الحضارة مدينة أريحا (أقدم مدينة في التاريخ)، فقد أثبتت الحفريات الأثرية أن مدينة أريحا هي من أكمل وأجمل ما تركه لنا الإنسان المتفوق في هذه البلاد، من حيث مساكنها، وسورها الحجريّ الذي يحتوي على برج ضخّم مستدير يصعد من جوفه درج متقن البناء، يدل على رقي واسع في البناء الحجريّ المعماري.

عدا عن توافر حجارة البناء في بلادنا بكثرة واستعمالها منذ القدم في البناء، فإنّ لهذه الحجارة ميزات كثيرة، أهمها: قدرة هذا الحجر على تحمل الظروف الجوية القاسية، وسهولة تصنيعه، ووجوده بألوان مختلفة؛ مما يعطي جمالا معماريا رائعا لواجهات المباني، بالإضافة إلى ميزات أخرى متعددة. وفي هذه الوحدة سنحاول التعرف على مراحل صناعة الحجر، وأماكن استخراجها، وأنواعه، تبعا لنقشه ولونه وأشكال بنائه وقواعد البناء به، إضافة لمواضيع أخرى تتعلق بالحجر.

## أنواع الحجر حسب منشأه الجيولوجي

تصنف أحجار البناء حسب منشأها الجيولوجي تبعاً لنوعية الصخور المستخرجة منها، وسنتطرق لأنواع الصخور المكوّنة للقشرة الأرضية التي تقسم تبعاً لأصلها وكيفية تكوينها وتركيبها الجيولوجي، وهي:

### 4- الصخور النارية: Igneous Rocks

تتكوّن الصخور النارية على أعماق مختلفة بالنسبة لسطح القشرة الأرضية، فالمواد المنصهرة التي تعرف بالصهير (Magma)، التي تتصلب ببطء في أعماق كبيرة تحت السطح تسمّى بالصخور النارية الجوفية، أمّا ذلك الجزء من الصهير الذي يرتفع إلى مستويات أعلى متداخلاً في صخور وطبقات القشرة الأرضية، ويتصلب بالقرب من السطح دون أن يخترقه، فيسمّى الصخور النارية المتداخلة، وأمّا ذلك الجزء من الصهير الذي يتمكن من اختراق طبقات القشرة الأرضية، ويخرج على السطح على شكل حمم تقذفه البراكين من الشقوق، فإنّه يتصلب بسرعة نتيجة ملامسته للهواء، مكوناً ما يسمّى بالصخور النارية السطحية أو البركانية.

### من أنواع الصخور النارية:

#### 1- الجرانيت Granite:



جرانيت

صخر ناريّ جوفي، يتكوّن من عدة معادن، أهمّها معدن الكوارتز، ويمتاز الجرانيت بالصلابة العالية، ومقاومته للعوامل الجوية القاسية، وبعمره الطويل بسبب مساميته الضئيلة، وقلة امتصاصه للماء ويتجاوب جيداً مع عمليات الصقل والجلي، ولذلك يستعمل في صناعة أعمدة البنايات، وكذلك يستعمل كصفائح وأحجار لكسوة المباني وأعمال الديكور، كما يستعمل كثيراً في المطابخ بألوان مختلفة.

#### 2- البازلت Basalt:



بازلت

صخر ناريّ سطحي، أسود اللون، ويعد من أكثر أنواع الصخور البركانية انتشاراً على سطح القشرة الأرضية، وتستخدم صخور البازلت في أعمال رصف الطرق، وصناعة الخرسانة، حيث يتم تكسير الصخور بواسطة الكسّارات إلى مقاسات مختلفة. وهناك أنواع أخرى مثل الجابرو (Gabbro)، والديورايت (Diorite)، وغيرها.

### 5- الصخور الرسوبية: Sedimentary Rocks

هي الصخور التي تنشأ نتيجة لترسيب نواتج تفكك مكوّنات صخور أقدم منها، وتفتيتها، وتحللها وإذابتها بواسطة العوامل الجوية المختلفة، وتكمن أهميّة هذه الصخور في أنها تغطّي حوالي 75% من السطح الحالي لليابسة، بينما

يتكوّن الرّبع المتبقّي من صخور ناريّة ومتحوّلة، كذلك فإنّ معظم مواد البناء التي يحتاجها الإنسان مصدرها الصخور الرسوبيّة، مثل أحجار البناء والركام والرمل والجير والإسمنت وغيرها، وتختص الصخور الرسوبيّة دون غيرها باحتوائها على رواسب الفحم والنفط، علاوة على كونها المصدر الأساسي للخامات الفوسفات والأملاح المعدنيّة المختلفة.

وتتكوّن الصخور الرسوبيّة نتيجة تماسك الرواسب المفكّكة والمتحلّلة، وتحوّلها إلى مواد صخرية صلبة، نتيجة الضغط الناتج عن ترسيب مواد جديدة فوق المواد المترسّبة القديمة، حيث يؤدي هذا الضغط إلى تماسك الحبيبات المفكّكة، كذلك فإنّ المواد اللاحمة كالجير أو السيليكا أو أكاسيد الحديد التي ترسّبت المياه الأرضيّة بين حبيبات تلك الرواسب تؤدي إلى زيادة تماسكها، وتحوّلها إلى صخور صلبة.

## من الأنواع الشائعة والمستخرجة من الصخور الرسوبيّة:

### 1- الصخور الرملية: Sandstone

تشمل الصخور التي تتكوّن من قطع صخرية أو حبيبات معدنيّة فتاتية في حجم الرمل، وتتكوّن معظم الصخور الرملية من المعادن الفتاتية، وخاصّة معدن الكوارتز، وتلتحم مكوّناتها بعضها ببعض، إمّا بمواد جيّريّة أو سيليكا. وتمتاز هذه الصخور بتعدد أنواعها، وتختلف في صلابتها تبعاً لتركيبها وللمادّة اللاحمة الموجودة بين حبيباتها، وتبعاً لذلك فإنّها تستخدم في صناعة حجر البناء وأعمدة البنايات، والركام اللازم لرصيف الطرق، وفي صناعة الخرسانة.

### الصخور الجيريّة: (Lime stone)

وهي صخور كلسيّة تشمل الأنواع المختلفة الكيميائيّة والعضوية الأصل، وتختلف في صلابتها اختلافاً كبيراً، وذلك راجع لطبيعة المعادن أو المواد الداخلة في تركيبها، وتستخدم الأنواع الجيدة منها في صناعة حجارة البناء، وفي فلسطين فإنّ معظم حجارة البناء المستخدمة هي من الصخور الجيريّة، التي تتكوّن بشكل أساسي من كربونات الكالسيوم، فالصخور الرسوبيّة الجيريّة تغطّي الجزء الأعظم من جبال فلسطين، حوالي 98% من مساحة فلسطين من جبال الجليل شمالاً مروراً بجبال نابلس والقدس والخليل، إلى النقب جنوباً.

### 6- الصخور المتحوّلة: Metamorphic rocks

هي صخور تكونت نتيجة لتأثير الحرارة، أو الضغط، أو الاثنين معاً على صخور أقدم منها ناريّة كانت أو رسوبيّة أو حتى متحوّلة، مما يؤدي إلى إعادة تبلور معادن تلك الصخور القديمة، وتكوين معادن جديدة، وتمتاز الصخور المتحوّلة

بمجموعة من الخصائص التي تميزها عن الأنواع الأخرى من الصخور، **ومن أهمّ هذه الخصائص:**

- 1- توجد معظم الصخور المتحوّلة على شكل طبقات أو صفائح غير منتظمة.
  - 2- تتكوّن معظم الصخور المتحوّلة من بلورات كبيرة الحجم يمكن رؤيتها بالعين المجردة، وتحتوي على مجموعة من المعادن لا تتكوّن إلا فيها نتيجة لعمليات التحول.
  - 3- تتميز هذه الصخور بصلابتها وكثافتها عالية مقارنة مع الصخور الرسوبيّة، بسبب تداخل بلورات معادنها بعضها مع بعض أثناء إعادة تبلورها.
- إن الصخور المتحوّلة تغطّي حوالي 0، 2% من أرض فلسطين، وهي موجودة في مناطق صغيرة من الجليل الأعلى والنقب.

## ومن الأنواع الشائعة من الصخور المتحوّلة:

1- **كوارتزيت Quartzite**: صخر متحول، يتكوّن في الأساس من بلورات معدن الكوارتز، ويمتاز بصلابته العالية، يكون لون الأنواع النقية من هذا الصخر أبيض، بينما تكتسب الأنواع غير النقية ألواناً أخرى تبعا للشوائب التي يحتويها الصخر الأصلي.

2- **الرخام marble**: صخر متحول، يتكوّن في الأساس من بلورات معدن الكالسيوم، وصلابته أقلّ من صلابة الكوارتزيت، ويمتاز الرخام النقي بألوانه البيضاء. أمّا إذا احتوى الصخر الأصلي على شوائب معدنيّة أخرى مثل الطين أو أكاسيد الحديد أو البقايا العضوية؛ فإنّ لونه يتغير تبعا لذلك، ويستخدم الرخام النقي في أعمال الديكور والزخرفة وعمل التماثيل، أمّا الرخام في فلسطين فهو الصخر المتحول من الصخور الرسوبيّة الجيريّة، وهو قابل للصقل، بحيث ينتج عن هذه العمليّة سطوح لامعة، ومن الرخام المشهور رخام البينة في الجليل الغربي، وهو حجر جيريّ ناعم الحبات، ويقص ويلمع في مصانع خاصّة، ومن الأماكن الأخرى التي يستخرج منها الرخام مجد الكروم، وسخنين، وطيرة الكرمل، ويوجد بألوان متعددة، كالأحمر، والبني، والرمادي.

وفي النهاية فقد قامت مؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية بتصنيف الحجر حسب التكوين الطبيعيّ له إلى حجر الجرانيت، وحجر الرخام الطبيعيّ، وحجر الجير الصلب، وحجر الجير الطري، والحجر الرمليّ.



## مزايا البناء بالحجر وعيوبه

### مزايا البناء بالحجر

- 1- يعطي البناء بالحجر جمالا مميزا للأبنية.
- 2- إن البناء بالحجر يعطي المهندسين المعماريين مرونة كبيرة في تصميم الواجهات المعمارية.
- 3- تتميز الواجهات الحجرية عن غيرها بقدرتها على مقاومة العوامل الجوية المختلفة.
- 4- إن الواجهات المبنية من الحجر تعمر طويلا ولا تحتاج إلى صيانة دائمة.
- 5- إمكانية استخدام الحجر بألوان مختلفة.

## عيوب البناء بالحجر

- 1- هناك بعض العيوب الطبيعية الموجودة في وجه الحجر، مما يعمل على تشويه منظر البناء.
- 2- التباين في نسبة امتصاص الماء بين الأنواع المختلفة من الحجر، وضمن النوع الواحد يؤدي إلى اختلاف في لون الحجر بعد مرور فترة على بنائه.
- 3- إن العمليات التي يمر بها الحجر حتى يصبح جاهزا للبناء من تحجير وقص ونقش وبناء تجعله يأخذ وقتا طويلا مما يزيد من مدة التنفيذ.
- 4- ارتفاع كلفة البناء بالحجر، وخاصة عند استخدام القطع الحجرية الخاصة بشكل كبير في المبنى.
- 5- ضعف تماسك الحجر مع الخرسانة خلفه، وخصوصا عند استعمال الحجر بسمك قليل.
- 6- إن عدم غلق الحلول (الكحلة) بين المداميك بشكل جيّد يعمل على تسرب المياه والرطوبة إلى داخل المبنى.

## عيوب الحجر

- 1- الفجوات الموجودة داخل الحجر تجعله ضعيفا وقابلا للتحلل مع مرور الزمن.
- 2- الكمخ الذي هو عبارة عن جيوب موجودة في الحجر مليئة بالطين والرمل المتحلل (غير المتحجر).
- 3- التسوس: هو عبارة عن جيوب مليئة بمواد متحجرة كالصدف.
- 4- العروق: هي عبارة عن شقوق مملوءة بكاربونات الكالسيوم المتبلورة والمتحجرة.
- 5- الرقش: هي جيوب مملوءة بمواد طباشيرية تعمل على إضعاف الحجر.
- 6- عدم تجانس لون الحجر مما يؤدي إلى تشوه منظر الواجهة.

## بعض الفحوصات التي تجرى على الحجر

- 1- الفحوصات البصرية للحجر (الفحص بالنظر في الموقع)  
يجب أن تكون أحجار البناء عند فحصها بالنظر خالية من الشقوق والفجوات والكمخ والتسوس وأية عيوب ظاهرة أخرى، كما يجب أن يدق على أبعاد الحجر، وسماكته، حيث يجب أن يكون طوله أكثر من ارتفاعه بمقدار مرة ونصف ويجب أن يكون ارتفاعه موحدًا لنفس المدامك، وأن لا تقل سماكته عن 5 سم، كما يجب أن يكون الحجر منقوشا (مدقوقا) حسب المطلوب، وأن تكون زوايا الحجر قوائم، وأن يكون الحجر موحد اللون.

- 2- الفحوصات المخبرية (التي تجرى بالمختبر)

### أهم هذه الفحوصات هي:

#### أ- نسبة الامتصاص (Absorption)

هي نسبة امتصاص عينة الحجر للماء، وتقاس بنسبة الماء التي تمتصها عينة الحجر نتيجة غمرها بالماء لمدة 24 ساعة إلى وزن عينة الحجر وهي جافة.

وزن العينة المشبعة في الهواء - وزن العينة الجافة

$$\text{نسبة الامتصاص \%} = \frac{\text{وزن العينة المشبعة في الهواء} - \text{وزن العينة الجافة}}{\text{وزن العينة الجافة}} \times 100\%$$

وزن العينة الجافة

وكلما زادت مسامية الحجر زادت نسبة امتصاصه وبالتالي يتغير لونه، ويضعف على مدى الزمن.

### ب- الوزن النوعي (Specific Gravity)

يعد الوزن النوعي مقياساً لدرجة صلابة الحجر وامتصاصه للماء، فكلما زاد الوزن النوعي زادت مقاومة الحجر للعوامل الجوية، وكلما قل الوزن النوعي زادت نسبة امتصاص الحجر للماء.

وزن العينة الجافة

الوزن النوعي =

وزن العينة المشبعة في الهواء - وزن العينة المشبعة مغمور بالماء

### ج- فحص مقاومة الضغط للحجر (Compressive strength)

تقاس مقاومة الضغط بالنيون/ملم<sup>2</sup>، وتفيدنا هذه التجربة في عمل مقارنة بين الحجر سواء أكان من نفس المصدر أم من مصادر مختلفة؛ لأنّ هذه المقارنة تفيدنا في اختيار الحجر القوي الصالح للبناء الجيد.

الحمل الذي انكسرت عليه العينة بالضغط (نيوتن)

مقاومة الضغط للحجر (نيوتن/ملم<sup>2</sup>) =

المساحة (ملم<sup>2</sup>)

وهناك فحوصات أخرى كثيرة، وكلها تفيدنا في كميّة اختيار أحجار جيدة للبناء، منها: تحديد معامل التمزق للحجر، وتحديد معامل المرونة، وتحديد قوّة الثني، ومقاومة التآكل، وغيرها.

## حجر البناء في فلسطين

كما ذكرنا في المقدمة فإنّ بلادنا عرفت البناء بالحجر منذ آلاف السنين، ويرجع ذلك لتوافر مادّة الحجر بشكل كبير جداً في كل مناطق فلسطين، حيث إنّ الصخور الرسوبيّة التي يستخرج منها حجر البناء تغطّي حوالي 98% من مساحة بلادنا كما ذكرنا سابقاً.

## أنواع حجر البناء تبعاً لاماكن استخراجه



يسمى الحجر في فلسطين بأسماء المناطق التي يستخرج منها، وكما ذكرنا سابقاً فإنَّ معظم جبال فلسطين من الشمال إلى الجنوب هي جبال من صخور رسوبيّة، يمكن استخراج حجارة البناء منها، وفيما ما يأتي نذكر أهمّ مقالع (محاجر) حجر البناء في فلسطين.

- 1- محاجر محافظة الخليل: حيث تنتشر معظم المحاجر في الجبال الشرقية، والجنوبية، وأهمها، محاجر السموع، ومحاجر يطا، ومحاجر الشيوخ، ومحاجر بني نعيم، ومن أشهرها محاجر خلة انجاصة.
  - 2- محاجر محافظة نابلس: تمتاز حجارة هذه المنطقة بالتجانس، ووحدة الخصائص، ومن أهمّ هذه المحاجر: محاجر جماعين التي تمتاز بحجارتها بالصلابة، ولونها الأبيض، ومحاجر عصيرة القبلية، وغيرها.
  - 3- محاجر محافظة بيت لحم: من أهمّ هذه المحاجر: محاجر بيت فجار، وأصليّ، وقرية الخضّر.
  - 4- محاجر محافظة القدس: أهمها: محاجر: عناتا، وحزما، وبيت حنينا.
  - 5- محاجر محافظة رام الله: أهمها: محاجر عين يبرود، وكفر مالك، وبيير زيت، وغيرها.
  - 6- محاجر محافظة جنين: أهمها: محاجر: قباطية، وعجة، وكفر راعي.
- وهناك محاجر أخرى.

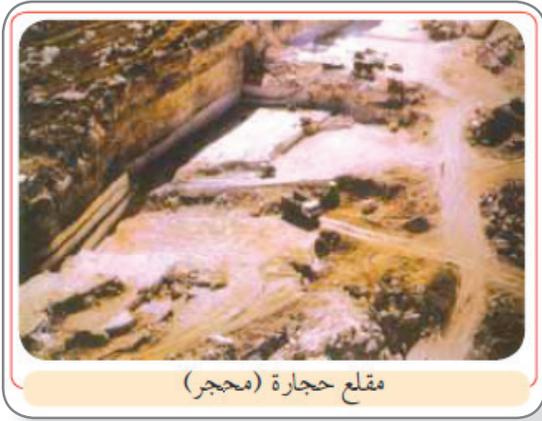
يمتاز حجر البناء في فلسطين بقوته وصلابه وألوانه المختلفة، فمنه الأبيض الناصع، والأبيض الكريمي، واللون الزهري، والأصفر المتعدد الدرجات (فاتح، غامق، بيج)، واللون الرمادي.



### تصنيع الحجر

يمر الحجر حتى يصل إلى شكله النهائيّ للبناء بعدة مراحل أهمها: التحجير التهذيب النقش.





مقلع حجارة (محجر)

هي عملية استخراج الكتل الصخرية الصالحة لحجارة البناء من المحاجر بعد التَّحَقُّق من أن كل هذه الكتل تحقق المتطلبات، من حيث القوة، والصلابة، واللون، والمسامية، بالإضافة إلى سهولة التحجير والوصول إلى هذه الكتل بأحجام مناسبة، وعلى أعماق مناسبة، وتستعمل عدة طرق لاستخراج الكتل الصخرية، أهمها:

- 1- استخدام الآلات اليدوية: تستخدم هذه الطريقة عندما لا يزيد عمق طبقة الصخر عن متر واحد، وفي هذه الحالة يتم عمل عدة حفر بأعماق مناسبة، ثمَّ توضع داخلها أسافين حديدية خاصة، ويتم الطرق عليها حتى يتم فلق الصخور، وفي هذه الطريقة يمكن الاستفادة من التشققات الموجودة بين طبقات الصخر، حيث يمكن دق الأسافين الحديدية فيها.
- 3- استخدام الآلات الميكانيكية: وهنا تستعمل آلات الثقب الحديثة التي يمكنها عمل ثقوب عميقة حتى أربعة أمتار على محيط قطعة الصخر، ثم تعمل ثقوب أفقية تحت قطعة الصخر حتى يمكن إزاحتها من مكانها، وذلك باستخدام العتلات أو تقنيات ميكانيكية أخرى.
- 4- طريقة تفجير الحفر باستخدام ملح البارود: حيث يتم عمل حفر بعمق من 3 - 4 متر، وتملاً هذه الثقوب بملح البارود، وتتم عملية التفجير للحصول على كتل صخرية مختلفة الحجم.

## تهذيب الحجر (نشر الحجر)



بعد استخراج الكتل الصخرية من المحاجر يتم نقلها بواسطة الشاحنات إلى مناشير من أجل تهذيبها، أي: قصها، وتقطيعها، للحصول على المقاسات والأحجام المطلوبة مع مراعاة استقامة الحواف، ودقة الزوايا، ويتراوح سمك الحجر المستعمل في أعمال البناء من 5-7 سم.



ماكينة نشر الحجر في المنشأ

بعد قصّ الحجر في المنشار حسب الأبعاد المطلوبة تكون سطوحه ملساء، ويتم نقشه باستخدام آلات ميكانيكية أو يدوية مثل: الشوكة، والإزميل، والطنبر، والمطبة، والمطرقة، وزاوية الحديد، ومتر القياس، ويتم النقش بأشكال متعددة لتجميل وجه الحجر.



### ومن أنواع النقش نذكر ما يأتي:

- 1- **الطبزة:** وهذا النوع من النقش يكون في وجه الحجر بارزا، ويتم فقط إزالة الرؤوس المدببة والظاهرة بشكل غير لائق باستخدام الإزميل والمطرقة، وهنا يراعى ألا يزيد بروز وجه الحجر عن 90 ملم عن مستوى حوافه وألا تقل عن 30 ملم. ويجب أن تكون جوانب الحجر الأربع مستقيمة ومتعامدة بعضها مع بعض.
- 2- **المسمم:** هنا يتم نقش وجه الحجر باستخدام الإزميل المسنن والمطرقة، ويكون النقش على شكل خطوط متوازية أفقياً أو عمودياً، أو مائلة بزاوية 45، مع مراعاة أن يتراوح عمق النقش ما بين 3-5 ملم.
- 3- **المنقر:** حيث ينقر السطح بالشوكة والمطرقة بشكل منتظم لكامل الحجر، ويتراوح عمق التنقير من 2.5-5 ملم.
- 4- **الملطش:** هنا يتم نقش سطح الحجر باستخدام الشوكة والمطرقة على شكل خطوط، ويراعى أن يكون النقش موزعا توزيعا منتظما قدر الإمكان لكل الحجارة المستخدمة في البناء.
- 5- **المطبوب:** هنا يتم نقش سطح الحجر باستخدام المطبة 10 أو 12 أو 14، وبشكل كثيف، بحيث لا يبقى أي أثر للسطح المنشور. (يمكن كذلك طب الحجر باستخدام آلات ميكانيكية وخاصة للحجر ذي السمك القليل، 30 ملم مثلا).
- 6- **المنشور (المسوح):** وهو الحجر الذي يتم قصه بواسطة المنشار الآلي، ثم يتم إزالة آثار أسنان المنشار باستخدام ماكينات (جلالات) خاصة.



7 - 2 الموقف التعليمي التعليمي: القدرة على البناء بالحجر، واختيار شكل بنائه، والقطع الحجرية الخاصة المختلفة، وكيله.

وصف الموقف التعليمي: مستثمري أعمال البناء طلب من مكتب هندسيّ تصميم وبناء صرح تذكاري على نفقته يحتوي على عدة أنواع وأشكال من الحجر.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصّفيّ	المنهجية (إستراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصّفيّ
أجمع البيانات، وأحلّها	- أجمع البيانات من المستثمر: نوع البناء، واسم البناء، والميزانية المرصودة، والفترة الزمنية، ومساحة البناء، وشكل البناء ومحيط البناء. - أجمع البيانات عن أبنية من نفس النوع، والمناطق المناسبة لهذا البناء، وسهولة توفر الخدمات للصرح التذكاري، و. شكل بناء الحجر	* البحث العلميّ * حوار ومناقشة * العصف الذهنيّ.	* وثائق: طلب المستثمر، مخططات * كتب ومراجع * التكنولوجيا: الإنترنت * أنماط بصرية: فيديو وصور
أخطّط، وأقرّر	- تصنيف البيانات: * أشكال البناء بالحجر، وأنواع الأبنية، وأشكال الأبنية - تحديد خطوات العمل: * وضع مقترحات وبدائل لأشكال الأبنية، وأنواعها، وشكل بناء الحجر * دراسة البدائل وتحديد نقاط القوّة والضعف. * تحديد البناء الأنسب من حيث النوع والشكل وشكل بناء الحجر. * اختيار أدوات العمل وطريقته. * إعداد جدول زمنيّ للتنفيذ. * معاينة موقع العمل.	* النقاش والحوار * العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار حول المنشأ) * التعلّم التعاونيّ.	* الوثائق: (المخططات، البيانات التي تمّ جمعها * كتب ومراجع * التكنولوجيا: الإنترنت مواقع ذات مصداقية * أنماط بصرية: فيديو وصور.

<p>*حاسوب: يتضمن برامج عن فحوصات الحجر وأنواعه، وأشكاله</p> <p>*الوثائق: (مخططات، البيانات التي تمّ جمعها، صور، طلب المستثمر)</p> <p>* التكنولوجيا: الإنترنت مواقع عن الحجر ذات مصداقية</p>	<p>*التعلّم التعاوني. / مجموعات</p> <p>*حوار ومناقشة</p> <p>*العصف الذهني (استمطار الأفكار).</p>	<p>* إحضار رسم مسودات وصور مقترحة لأشكال الصرح وشكل بناء الحجر.</p> <p>* اختيار 3 مقترحات لعرضها على المستثمر.</p> <p>* اقتراح مجموعة من أشكال بناء الحجر للصرح، والشكل العام للبناء.</p> <p>* الاتفاق مع المستثمر على البناء من حيث (شكل بناء الحجر وشكل البناء) اعتماد الخيار النهائي.</p> <p>* البدء بتصميم الصرح وشكله وشكل بناء الحجر لتسليمه وفق الجدول الزمني وإخراجه بالصورة النهائية</p>	<p>أنفَّذ</p>
<p>*حاسوب: يتضمن برامج عن فحوصات الحجر وأنواعه، وأشكاله.</p> <p>*الوثائق: (مخططات، البيانات التي تمّ جمعها، صور، طلب المستثمر)</p> <p>* التكنولوجيا: الإنترنت مواقع عن الحجر ذات مصداقية</p>	<p>*حوار ومناقشة.</p> <p>*العمل ضمن مجموعات.</p>	<p>* التّحقّق من اختيار الحجر والتصميم المناسب من حيث (شكل بناء الحجر، وشكل البناء العام)</p> <p>* التّحقّق من ملاءمة الحجر والتصميم لنوع المنشأ، والميزانية المرصودة، وشكل بناء الحجر، والشكل العام للصرح، والأبنية المحيطة</p> <p>* التأكّد من مطابقة مواصفات شكل بناء الحجر ونوع البناء وشكل البناء العام لطلب المستثمر</p>	<p>أُتْحَقَّق</p>
<p>*حاسوب، أجهزة عرض</p>	<p>*حوار ومناقشة</p> <p>*العمل الجماعي</p>	<p>* توثيق أشكال بناء الحجر، والشكل العام للبناء، وأنواع البناء</p> <p>*اختيار شكل بناء الحجر، والشكل العام للبناء، ونوع البناء المناسب بما يحقق المواصفات والمعايير من مجموعة مقترحات.</p> <p>*عرض أشكال بناء الحجر، والشكل العام للبناء، وأنواع البناء الذي تمّ اختياره.</p> <p>* فتح ملف بالحالة.</p>	<p>أُوثِّق، وأقَدِّم</p>

<p>* نماذج التقويم. * طلب المستثمر. * المخططات. * معايير ومواصفات الحجر.</p>	<p>* البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل * حوار ومناقشة</p>	<p>* رضا المستثمر وموافقته على أشكال بناء الحجر، والشكل العام للبناء، ونوع البناء الذي تمّ اختياره. * مطابقة أشكال بناء الحجر، والشكل العام للبناء، وأنواع البناء الذي تمّ اختباره للمواصفات والمعايير.</p>	<p>أقوّم</p>
--	--	---	--------------

### ☀️ الأسئلة:

- 1- لماذا يتم استخدام الأسافين الخشبية؟ ومن أيّ جهة توضع؟
  - 2- أعطِ مثلاً عن استخدام الأقواس في بناء الحجر.
  - 3- فسر لماذا يتم صبّ الخرسانة على طبقات لا يزيد ارتفاع الواحد منها عن 30سم خلف الحجر.
  - 4- فسر لماذا يتم مراعاة الالتزام بنسبة التشريك عند البناء بالحجر.
  - 5- اذكر أنواع القطع الحجرية الخاصة، وشرح عن القطع الحجرية الخاصة بالأقواس.
  - 6- في بند الخصميّات في البند الرابع لماذا تمّ زيادة 25 سم من كل جهة لفتحات الشبايك والأبواب.
  - 7- علل ما يأتي:
- أ- لماذا تمّ ضرب عدد الزوايا بمعدلّ الخصم 50سم؟
  - ب- لماذا تمّ ضرب عدد السلاحات بمعدلّ الخصم 25سم؟
  - ج- اكتب تقريراً عن أشكال البناء بالحجر في مدينتك.
  - د- احسب كميّة الأحجار بالمتري للمربع اللبناية يسمح لك الوصول إليها.

## أتعلّم: البناء بالحجر

### نشاط:

- 1- من المحيط القريب من مدرستك اعمل تقريراً مصوراً عن أنواع القطع الحجرية المستعملة في الأبنية
  - 2- احسب كمّيّة الأحجار الطولية في بيتك، أو أيّ بيت آخر تختاره يسمح لك الوصول إليه.
  - 3- زيارات ميدانية إلى:
    - أ- أحد المحاجر القريبة من المدرسة.
    - ب- أحد مناشير الحجر في المنطقة.
    - ج- أحد مختبرات الفحص للاطلاع على الأجهزة والفحوصات الخاصّة بالحجر.
    - د- موقع بناء في طور الإنشاء.
- ويطلب من كل طالب أن يقدم لمدرّبه تقريراً مفصلاً حول كل زيارة يورد فيه ملاحظاته واستفساراته، ويتم مناقشة التقارير التي يراها المدرّب مناسبة مع جميع الطلبة.
- 4- تأكد من تساوي منسوب الحل للمدماك الواحد في الواجهات الأربع حول المبنى الذي يسمح لك الوصول إليه.
  - 5- قارن بين البناء بالحجر وطرق البناء الأخرى.
  - 6- قارن بين الصخور النارية والصخور الرسوبيّة.



### بعض المصطلحات الأساسيّة في البناء بالحجر

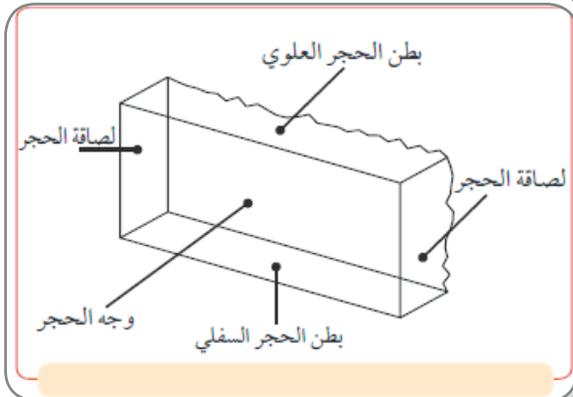
طول الحجر: هو البعد الأكبر من أبعاد وجه الحجر. ❧

عرض الحجر: هو البعد الأصغر من أبعاد وجه الحجر. ❧

سمك الحجر: هو أقصر بعد بين مستوى وجه الحجر ومستوى ظهره. ❧

بطن الحجر: هو السطح الأفقي المتعامد مع وجه الحجر. ❧

الحل: هو المسافة الفاصلة سواء أكانت أفقيّة أم عمودية بين أيّ حجرتين متجاورين في الواجهة الواحدة. ❧



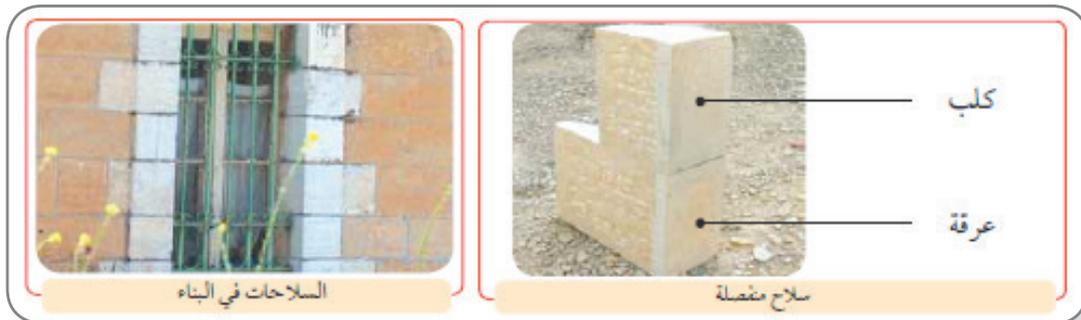
- ✂ المدماك الحجريّ: هو الصف الأفقيّ المستقيم الذي يتكوّن من أحجار البناء الموحّدة الارتفاع، والمبنية جنباً إلى جنب على مستوى واحد.
- ✂ لصاقات الحجر: هما السطحان الراسيّان المتعامدان مع وجه الحجر.
- ✂ الحجر السراحي: هو الحجر الذي تبنى به المداميك المستمرة، ولا يظهر منه في الواجهة إلا الوجه فقط.

## القطع الحجرية الخاصة

1- الزاوية الحجرية: وهي القطع التي تقع في زاوية البناء، وهي تتكوّن من وجهين متعامدين أحدهما قصير ويسمّى بالقدم، والأخر طويل ويسمّى بالساق، على أن لا تقل نسبة طول القدم إلى ارتفاع الزاوية عن 0.5، وأن لا تقل نسبة طول الساق إلى ارتفاع الزاوية عن 1.2. عندما تكون زاوية البناء منفرجة تسمّى زاوية الحجر بزواوية رخ.



- 2- السلاحات (الكلب والعرقه): هي القطع الحجرية التي تقع على جوانب الأبواب والشبابيك، ويراعى أن يكون وجه القطعة متعامداً على جنبها، وينقش الوجه حسب ما مطلوب في الواجهة، أمّا الجنب (الدمغ) فينقش بالمطبة. ولضمان تشريك الحلول الرأسية يكون السلاح إما عرقه (قطعة طويلة) وإما كلبا (قطعة قصيرة)، ويجب أن يكون جنب السلاحات موحد القياس.
- 3- القموط الحجرية: هي القطع التي تقع أعلى فتحات الشبابيك والأبواب، ويراعى أن يكون بطن حجر القمط موحد القياس (الدمغ).



4- الدساتير الحجرية: وهنا تكون جوانب الحجر متعامدة مع وجهه، ومنقوشة من الجهات الثلاث، وغالبا ما تستخدم في اللمع الحجرية.



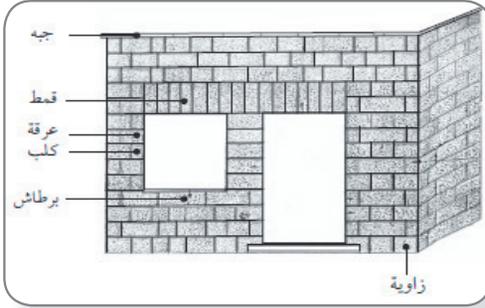
دستور

5- البراطيش الحجرية: هي القطع التي تقع أسفل فتحات الشبابيك، ويراعى عند نقشها أن يكون أعلى الحجر مائلا للخارج قليلا ليساعد في تصريف مياه المطر. كما يراعى عند بناء البرطاش في الواجهة أن لا تقل نسبة التشريك على الجوانب 0.3 ارتفاع البرطاش.



برطاش

6- المربيع الحجرية: وهي القطع الحجرية التي تكون أوجهها الأربعة متعامدة بعضها على بعض، وتكون منقوشة من الوجوه الأربعة، ويتم استعمال هذه القطع كأعمدة خاصة في الفرندات.



7- الجبه الحجرية: وهي القطع الحجرية التي توضع فوق آخر مدامك مثل مداميك (التصوينة) والبلاكين وغيرها، ويكون سمكها عادة 5 سم، وعرضها يزيد قليلا عن سماكة الحائط، وهي تمنع تسرب الماء إلى داخل الواجهة الحجرية وإعطاء منظر جمالي.



جبه

8- القطع الحجرية الخاصة بالأقواس: وهذه القطع يتم استعمالها للشبابيك والأبواب التي تكون على شكل قوس، ولها أشكال كثيرة حسب التصميم المعماري.



مربوعة

### عند البناء بالحجر يجب مراعاة الأمور الآتية:

- 1- يتم البناء باستعمال الخيط والشاقول والقِدَّة وميزان الماء، لضبط الاستقامات الأفقيَّة والرأسيَّة لمداميك الحجر.
- 2- يتم البناء بتركيب الزوايا والسلاحات أولاً، وضبط استقاماتها الأفقيَّة والرأسيَّة، ثمَّ يغلَق فيما بينهما بالحجارة السراحي. وهنا لا بد من التركيز على أنه لا يسمح بشد الخيط لأكثر من 10م في المسافات الأفقيَّة.
- 3- تستعمل الأسافين الخشبيَّة لضبط سماكة الحلول، وبشكل عام يستخدم إسفينان لكل قطعة حجر، وتوضع هذه الأسافين من الخارج.
- 4- يجب مراعاة أن تكون الحلول الأفقيَّة والرأسيَّة موحَّدة السمك لكامل البناية.
- 5- يتم بناء الحجارة بوضع الطينة على كامل لصاقات الحجر والبطن العلويِّ للمدماك السابق مع مراعاة أن يكون الطينة متجانسا وخالية من الكتل الصلبة.
- 6- يجب تنظيف الحلول من الطينة الزائد مباشرة.
- 7- يجب إزالة الأسافين وتنظيف الحلول لعمق 15 ملم.
- 8- يمنع العمال من رفع القطع الحجريَّة التي يزيد وزنها عن 50 كغم فقط، وإنما يجب استخدام طرق رفع آية لذلك.
- 9- يمنع بناء أكثر من ثلاثة مداميك دون صبِّ الخرسانة خلفها. كما يمنع استخدام كسر الحجارة أو الدبش في الخرسانة المصبوبة خلف الحجر.
- 10- مراعاة الالتزام بنسبة التشريك عند البناء، بحيث لا تقل هذه النسبة عن 0.3 ارتفاع المدماك، ولا تزيد عن 0.6 ارتفاع المدماك.

### الطينة

لقد مر معنا هذا الموضوع بالتفصيل سابقا (أعمال بناء الطوب)، ولكن ذلك لا يمنعنا من التركيز على بعض النقاط المهمة:

- 1- يفضل خلط الطينة المحضرة بالموقع باستخدام الخلاطات، وفي حالة الخلط اليدوي يجب الخلط في وعاء نظيف وغير مشوه الشكل.
- 2- يجب استخدام الطينة قبل مرور ساعة واحدة، مع إضافة الماء للإسمنت، ويمنع إعادة الخلط واستعمال الطينة بعد مرور هذه الفترة.
- 3- تقاس كمِّيَّات المواد إمَّا بالوزن، أو بالحجم، حسب النسب المحدَّدة، وعادة تكون: (4: 1).

### 1- البناء منتظم المداميك:

أ- المداميك المتساوية الارتفاع: هنا يكون ارتفاع المداميك موحدًا للواجهة الواحدة بكاملها، وتكون الحلول الأفقية متصلة، ومتوازية ومستقيمة، وذات سماكة واحدة، على طول الواجهة، كما تكون الحلول الرأسية متعامدة مع الحلول الأفقية، ولا بد من التركيز على أن تبنى المداميك الحجرية، بحيث لا تقطع أي قطعة حجرية أكثر من حل رأسي واحد في المدمك السابق أو اللاحق.

ب- المداميك غير متساوية الارتفاع: هنا يكون المدمك الواحد موحد الارتفاع بينما تختلف ارتفاعات المداميك المختلفة بعضها عن بعض، أما ما عدا ذلك فهو كما مر معنا سابقا في المداميك متساوية الارتفاع.

### 2- البناء غير منتظم المداميك



مداميك غير متساوية الارتفاع



مداميك متساوية الارتفاع

### ❖ الطراز الأمريكي

في هذا الطراز غير الشائع في بلادنا يجب مراعاة الآتي:

❖ استخدام قطع حجرية غير متساوية، وذات زوايا قائمة.

❖ تكون الحلول الأفقية ليست على استقامة واحدة.

❖ يمكن تركيب الحجارة إما أفقياً أو رأسياً.

❖ يجب ألا تقل النسبة بين طول القطعة الحجرية التي ستركب رأسياً وعرضها

❖ عن (1.3) وألا تزيد عن (3.00).

❖ يجب أن لا يزيد عدد الأحجار الرأسية في المتر المربع الواحد من الواجهة

❖ عن خمسة، وألا يقل عن حجر واحد.

❖ يجب ألا يقل تراكب القطع الحجرية عن 6 سم.

❖ يجب ان لا تقل النسبة بين القطعة الحجرية التي ستركب رأسياً وعرضها عن 2 وألا تزيد عن 3



طراز أمريكي



طراز ايطالي

## ❖ الطراز الإيطالي

تكون القطع الحجرية المستخدمة في هذا الطراز مضلعة الشكل ذات حواف مستقيمة.

## أنواع الجدران الحجرية تبعا لطريقة تنفيذها

### 1- الجدران الحجرية المصفح خلفها بالخرسانة:

حيث يتم بناء القطع الحجرية أولاً، وبما لا يزيد عن ثلاثة مداميك متتالية، ثم يتم عمل طوبار خشبي خلفها، أو بناء مداميك من الطوب بدل الطوبار، مع مراعاة إبقاء مسافة تساوي سماكة الخرسانة بين الحجر والطوب، أو طوبار الخشب، وبعد ذلك تصب الخرسانة تدريجياً، بحيث نضمن عدم دفع مداميك الحجر.

### وهنا لا بد من مراعاة الأمور الأساسية الآتية:



تكسية الجدران الخرسانية بالحجارة

❖ نستخدم خرسانة B200 للتصفيح خلف المداميك الحجرية.

❖ تصب الخرسانة على طبقات لا يزيد ارتفاع الواحدة منها عن 20 سم، ويمنع صبّ الطبقة الثانية إلا بعد مضي ما يقارب الساعة من صبّ الطبقة السابقة.

❖ يمنع استخدام الدبش أو كسر الحجارة في خرسانة التصفيح.

❖ يجب أن يكون الطوبار المستعمل لخرسانة التصفيح نظيفاً، ومستوياً وبالأبعاد والقياسات المطلوبة.

❖ عند استخدام الطوب بدل الطوبار الخشبي فإننا نستخدم قواعد البناء السليمة، والتي وردت معنا سابقاً (وحدة بناء الطوب).

### 2- الجدران الخرسانية المسلحة المكسوة بالحجر



جدران حجرية مسقة الصب

هنا يتم تلبس الجدران الخرسانية المسلحة من الخارج باستخدام القطع الحجرية التي تكون سماكتها ما بين 4-6 سم. وعادة يتم وضع شبكة من حديد التسليح على الواجهة الخرسانية قبل المباشرة ببناء المداميك الحجرية وكذلك تستعمل مرابط معدنية خاصة لتثبيت الحجر على الحائط، وهناك شروط عامة لتلبس الحجر نذكر منها:

❖ يراعى تنقير لصاقات الحجر وبتونها السفلية والعلوية بشكل جيّد كاف لإحداث التماسك المطلوب مع مونة البناء.

- ❖ تثبيت قطع الحجارة في أماكنها باستعمال المرابط الخاصة.
- ❖ يجب ألا تقل مقاسات طول القدم للزوايا عن 7.5 سم.
- ❖ يعبأ الفراغ بين الجدار والحجر بالخرسانة ذات الركام الصغير.
- ❖ يحظر بناء أكثر من مدماكين اثنين دون صب الخرسانة خلفهما.
- ❖ تبنى المداميك باستخدام الخيط والشاقول والميزان.
- ❖ يبنى المدماك الأول بوضعه الصحيح على الأساس، أو باستعمال المرابط الحاملة والمثبتة بشكل سليم وقوي إلى الحائط.
- ❖ يتم استخدام السقالات المعدنيّة الخاصّة للبناء على ارتفاعات عالية.

### 3- الجدران الحجرية مسبقة الصب

ما زال هذا النوع من الجدران غير مستخدم في بلادنا، ولكنه يستخدم في كثير من البلدان، وفي هذا النوع من الجدران يتم تحضير الواجهات الحجرية في مصانع خاصة، حيث يتم صب الخرسانة على المداميك الحجرية وهي في وضع أفقيّ تماما وباستخدام تقنيات خاصة. ثمّ تنقل هذه الواجهات في شاحنات إلى موقع العمل، وتركب بعضها على بعض باستخدام الروافع، وتثبت في مواقعها ببراغ خاصة، أو بواسطة اللحام، ثمّ تعبأ الفواصل بينها باستخدام مونة خاصة لذلك.

### كيل الحجر

يكال حجر البناء كيلا هندسيًا بالمتر المربع بعد خصم الفراغات والفتحات للأجزاء التي تزيد مساحتها على (0.10) متر مربع، وهناك طريقة أخرى تعتمد لكيال الحجر لدى الموردين والمقاولين وهي الدارجة حاليا عندنا حيث تعتمد طريقة الكيل على المتر الطولي. كما تعطى علاوة زيادة على القطع الحجرية الخاصة، وعليه تحسب القطع الخاصة

#### على النحو الآتي:

- 1- حجر الزاوية: تكال كل قطعة على أنها تساوي 1 متر طول.
- 2- سلاحات الشبايك والأبواب (العرقه والكلب): تكال كل قطعة على أنها تساوي 1 متر طول.
- 3- حجر القمط ارتفاع 51سم: تكال كل قطعة على أنها تساوي 1 متر طول.
- 4- حجر البرطاش: يكال كل متر طول على أنه يساوي خمسة أمتار طولية.
- 5- حجر المرايع: تكال كل قطعة على أنها تساوي 3 متر طول وأحياناً 4 متر طول.
- 6- زاوية الرخ: تكال كل قطعة على أنها تساوي 1.5 متر طول.

## أسئلة الوحدة:

- ❖ السؤال الأول: اضع دائره حول رمز الاجابه الصحيحه فيما يلي :-
- 1- ما المساحه التي تغطيها الصخور الرسوبية الجيرية التي يستخرج منها حجر البناء:
- أ- 75% من مساحه فلسطين.  
ب- 0.2 من مساحه فلسطين.  
ت- 50% من مساحه فلسطين.  
ث- 98% من مساحه فلسطين.
- 2- ما عيوب حجر البناء:
- أ- عدم قدرته على تحمل الظروف الجوية القاسية.  
ب- احتواء الحجر أحيانا على جيوب مليئة بمواد متحجرة كالصدف.  
ت- عدم توافره بكثرة في بلادنا.  
ث- عدم إمكانية الحصول عليه بألوان مختلفة.
- 3- ما اهم الفحوصات المخبرية التي تجرى على حجر البناء:
- أ- تحديد زمن الشك.  
ب- التدرج الحبيبي.  
ت- نسبة الامتصاص.  
ث- معامل الدمك.
- 4- ما الذي يجب مراعاته عند بناء مداميك الحجر:
- أ- منع بناء أكثر من ثلاثة مداميك دون صب الخرسانة خلفها.  
ب- يمنع بناء أكثر من عشر مداميك دون صب الخرسانة خلفها.  
ت- دمك الخرسانة خلف الحجر باستخدام الرجاج.
- 5- ما النسبه التي يخلط بها الاسمنت مع الركام الصغير لتحضير ملاط البناء بالحجر،:
- أ- (4:1)  
ب- (1:1)  
ت- (1.5:1)  
ث- (8:1)
- 6- ما وحدة كيل حجر البناء الدارجة حاليا في بلادنا فلسطين لدى المقاولين :
- أ- المتر المكعب.  
ب- المتر المربع.  
ت- المتر الطولي.  
ث- العدد.

#### ❖ السؤال الثاني : عرف ما يأتي: -

الزوايا الحجرية، السلاحات، القمط، الدساتير، المرايع، الجبه الحجرية.

#### ❖ السؤال الثالث: اذكر مزايا حجر البناء وعيوبه.

#### ❖ السؤال الرابع: علل ما يلي:

- 1- ما زال بناء الجدران الحجرية مسبقة الصب غير مستخدم عندنا.
- 2- استعمال الخرسانة ذات الركام الصغير لتعبئة الفراغ بين الجدار وحجر التكسية.
- 3- عند البناء تنقر لصاقات الحجارة وبتونها السفلية والعلوية.
- 4- يجب استخدام الطينة قبل مرور ساعة واحدة على خلطها.
- 5- ضرورة إزالة الأسافين الخشبية بعد مضي 42 ساعة على البناء.
- 6- تصب خرسانة التصفيح خلف الحجر على طبقات، لا يزيد ارتفاع الواحدة منها عن 20 سم.
- 7- استخدام الخيط، والشاقول، والقيدة، وميزان الماء لضبط الاستقامة الأفقية والرأسيّة لمداميك الحجر.
- 8- مراعاة الالتزام بنسبة التشريك عند البناء بالحجر.

#### ❖ السؤال الخامس: اذكر قواعد البناء بالحجر بالتسلسل الصحيح.

#### ❖ السؤال السادس : ما الهدف من استخدام الأدوات التالية:

أ- الخيط، ب- ميزان الماء؟

#### ❖ السؤال السابع : لماذا يتم البدء ببناء الزوايا؟

**مشروع 1:** احسب كمية الأحجار الطولية وقطع الحجر الخاصه في بيتك، او أي بيت اخر تختاره حسب ما هو دارج في بلادنا مع الأخذ بعين الاعتبار علاوة زيادة على القطع الحجرية الخاصة.

**مشروع 2:** عمل زياره لأحد مختبرات الفحص للاطلاع على الأجهزة والفحوصات الخاصة بالحجر وعمل تقرير مصور عن الفحوصات الخاصه بالحجر .

## التمارين العمليّة لوحدة البناء بالحجر

رقم الصفحة	اسم التمرين	رقم التمرين
163	بناء جدار مستقيم من الحجر بارتفاع ثلاثة مداميك مصفح خلفه بالخرسانة باستخدام طوب 10 سم	1
164	بناء برطاش الشباييك	2
165	بناء سلاحات الشباييك	3
166	بناء القمط للشباييك	4
167	حساب كمية الأمتار الطولية من الحجارة لإحدى البنايات (الكيل)	5

تمرين (1): بناء جدار مستقيم من الحجر بارتفاع ثلاثة مداميك مصفح خلفه بالخرسانة باستخدام طوب 10 سم



فريق العمل: طالبان

الأهداف:



- 1- ان يبيّن الطلبة جدار مستقيماً من الحجر.
- 2- ان يضبط الطلبة الاستقامات الرأسية والأفقية للمداميك وللجدار، وذلك باستخدام الأدوات الخاصة بذلك.

الأدوات والمواد المستخدمة:



- 1- الخيط، الشاقول، القدة، ميزان الماء، مسطرين، شريط قياس (متر)، وعاء ملاط، اسافين خشبية، مطرقة.
- 2- زوايا حجرية، حجارة نوع سراجي، طوب 10 سم، ملاط، خرسانة نوع B200.

الارشادات: يجب مراعاة كل قواعد البناء بالحجر التي درستها في الوحدة النظرية.

خطوات العمل:

- 1- يحدّد المدربّ مكان الجدار المراد بناؤه وأبعاده.
- 2- تثبيت زاوية حجرية في بداية الجدار، وأخرى في نهايته، والتأكد من أفقية وشاقولية الزوايا باستخدام ميزان الماء.
- 3- تثبيت ومدّ خيط البناء بين الزاويتين وشده جيداً.

- 4- تكملة بناء المدماك الأول باستخدام حجارة سراحي، مع مراعاة ملامسة الخيط للحافة العلوية للحجر ليضبط الاستقامة، واستخدام إسفيني خشب من الخارج لكل حجر، وبواسطة ميزان الماء يتم التأكد من أفقية الحجر وشاقوليته.
- 5- البدء ببناء المدماك الثاني، وذلك بثبيت زاويتين في الأطراف، مع مراعاة التشريك اللازم، وحسب توجيهات المدرّب.
- 6- تكملة بناء المدماك الثاني والطريقة نفسها التي استخدمت في المدماك الأول.
- 7- تكرار الخطوات السابقة في بناء المدماك الثالث.
- 8- يتم بناء الطوب خلف واجهة الحجر مع مراعاة السمك المطلوب للجدار (يتم البناء كما مر معك سابقا في وحدة الطوب).
- 9- تصب الخرسانة بين جداري الحجر والطوب على طبقات، وبشكل تدريجي، لضمان عدم دفع مداميك الحجر.
- 10- إذا كان التمرين من الأعمال غير الإنتاجية يتم فكه، وتنظيف المكان.

### الأسئلة

- 1- ما الهدف من استخدام الأدوات التالية :  
أ- الخيط ، ب- ميزان الماء ؟
- 2- لماذا يتم البدء ببناء الزوايا ؟
- 3- بالمتر المربع والمتر الطولي احسب كمية الحجارة التي تم استخدامها في هذا التمرين.

### تمرين (2): بناء برطاش الشبابيك



فريق العمل : طالبان

الأهداف: ان يبني الطالب برطاش الشباك.



الأدوات والمواد المستخدمة:



الخيط، ميزان الماء، مسطرين بناء، شريط قياس (متر)، وعاء طينة، أسافين خشبية، برطاش حجرية.

### الارشادات:

- 1- يبني البرطاش اسفل فتحة الشباك ، ويحدد موقع حسب المخططات الهندسية ، وعادة ما يبني فوق المدماك الثالث او الرابع.
- 2- يمكن الاستفادة من التمرين رقم (1) لتكملة التمارين : الثاني والثالث والرابع.

## خطوات العمل:

- 1- تبنى المدماميك الحجرية الثلاثة كما مر معنا في التمرين الأول.
- 2- يحدّد مكان بناء البرطاش بالضبط (فتحة الشباك).
- 3- يتم بناء البرطاش، بحيث يكون على نفس استقامة الخيط الواصل بين الزوايا.
- 4- يتم إكمال بناء المدماك بالحجارة ما بين الزوايا والبرطاش.
- 5- يتم الصّبّ خلف المدماك بالخرسانة، وعادة يكون الصّبّ بارتفاع أقلّ من ارتفاع البرطاش بـ 5سم.

## تمرين (3): بناء سلاحات الشبايك



فريق العمل: طالبان



أن يبنى الطلبة سلاحات الشباك.

## الأدوات والمواد المستخدمة:



الأدوات نفسها المستخدمة في التمرين السابق.

## خطوات العمل:

- 1- تبنى الزوايا الحجرية في الأطراف كما مر معنا في التمرين الأول.
- 2- نثبت عرقتين أولاً في الجوانب فوق البرطاش، وتكون على استقامة الخيط الواصل بين الزوايا نفسها، ويتم التأكد من شاقوليتها باستخدام ميزان الماء.
- 3- نكمل بناء المدماك بالحجارة بين الزوايا والعرقات.
- 4- تبنى الزوايا الحجرية للمدماك التالي في الأطراف، ويشد الخيط بينهما تماما.
- 5- نثبت كلبين في جوانب الشباك فوق العرقات وعلى استقامة الخيط الواصل بين الزوايا، ونؤكد من شاقوليتها باستخدام ميزان الماء أو الشاقول.
- 6- نكمل بناء المدماك بالحجارة بين الزوايا والكلاب.
- 7- نكرر الخطوات السابقة حتى نصل إلى نهاية ارتفاع الشباك.

## تمرين (4): بناء القمط للشباك



فريق العمل: طالبان

الأهداف:



ان يبني الطلبة القمط للشباك

### الارشادات:

يبني القمط فوق فتحات الشبايك والابواب بعد ان يعمل له طوبار على قياس الفتحة (فتحة الشباك او الباب) ولذلك سنتطرق هنا لعملية طوبار القمط قبل البدء بخطوات بناء القمط نفسه.

### خطوات العمل لطوبار القمط:

- 1- التأكد من أن السلاحات قد بنيت بشكل جيّد، وعلى ارتفاع واحد من الجهتين.
- 2- عمل الطوبار على قدر الفتحة بالضبط، ولا يهم إذا كانت (الكشفة أو الضبان) زائداً من الأمام أو الخلف.
- 3- يجب الانتباه إلى الطوبار بأن لا يكون مقوساً إلى الأسفل. بل يجب رفع الطوبار قليلاً إلى الأعلى خوفاً من التهدل.
- 4- تثبيت الدعم أسفل الكشفة، والتأكد من أنه على الارتفاع نفسه بالضبط.
- 5- يجب أن تثبت الدعامات على أرضية صلبة لمنع حركة الطوبار أثناء البناء فوقه.

### خطوات العمل لبناء حجارة القمط بارتفاع 51سم:

- 1- يتم بناء الزوايا في الأطراف كما مر معنا سابقاً.
- 2- يتم تثبيت قطعتي قمط: واحدة على اليمين، والأخرى على اليسار، في موقعيهما على طرفي فتحة الشباك وحسب المخططات، وعلى استقامة خيط البناء.
- 3- نكمل بناء المدماك بالحجارة السراحي ما بين الزوايا والقمط.
- 4- يتم بناء الزوايا الحجرية في الأطراف مرة أخرى، ويتم شدّ الخيط على طول استقامتهما.
- 5- نشد خيطاً آخر من أسفل على طول الفتحة فقط.
- 6- يتم تثبيت قطعة قمط عن اليمين، وأخرى على اليسار، مع استقامة الخيط العلوي والسفلي، ونستمر في تثبيت القمط بالطريقة نفسها.
- 7- نكمل بناء المدماك بالحجارة ما بين الزوايا والقمط.
- 8- نكرر الخطوات السابقة حتى إنهاء التمرين.

## تمرين (5): حساب كمية الأمتار الطولية من الحجارة لإحدى البنايات (الكيل)



فريق العمل: طالبان

### الأهداف:



1- ان يحسب الطلبة كمية الحجارة بالمتري الطولي لإحدى البنايات.

### الأدوات والمواد المستخدمة:



1- شريط متري.

2- دفتر ميدان.

### خطوات العمل:

- 1- يحدّد المدرّب إحدى البنايات الحجريّة الصغيرة.
- 2- يقوم أحد الطلبة وبمساعدة زميله بقياس طول محيط البناية باستخدام الشريط المتري، ويدون ذلك في الدفتر.
- 3- يحسب أحد الطلبة عدد المداميك في البناية، ويتأكد الطالب الثاني من دقة العدد، ويدون ذلك في الدفتر.
- 4- تضرب محيط البناية بعدد المداميك، وبذلك نحصل على عدد الأمتار الطولية في البناية كلها شاملة فتحات الأبواب والشبابيك وبدون أيّ خصميّات.
- 5- يقوم أحد الطلبة وبمساعدة زميله بعد القطع الحجريّة الخاصّة في البناية من: زوايا، وسلاحات (عرقه، كلب)، وقمط، وطول البرطاش.
- 6- يتم جمع كمية القطع الحجريّة الخاصّة للمجموع الكلّي الذي حصلنا عليه من البند 4 باحتساب كل زاوية، وكل عرقه، وكل كلب، وكل قمطة بمتري طولي، وكل 1م برطاش يحسب بخمسة أمتار طولية.

### الخصميّات:

- 1- اضرب عدد الزوايا الموجودة في البناية بمعدّل الخصم وهو 50 سم.
- 2- اضرب عدد السلاحات (العرقات + الكلبات) بمعدّل الخصم وهو 25سم.
- 3- احسب كمّيّة الأمتار الطولية التي يشغلها القمط وذلك بضرب ارتفاع القمط (مدماك أو مدماكين) بطول فتحة الشباك أو الباب.
- 4- احسب كمّيّة الأمتار الطولية لفتحات الشبابيك والأبواب مع الانتباه لزيادة 25 سم من جهة اليمين و25 من اليسار.
- 5- احسب كمّيّة الأمتار الطولية التي يشغلها البرطاش، وذلك بضرب طوله بارتفاعه (الارتفاع عادة لمدماك واحد).
- 6- اخضم كل الخصميّات الواردة في البنود الخمسة السابقة من المجموع الكلّي لعدد الأمتار الطولية التي حصلت عليه في البند الرابع. وبذلك تكون قد حصلت على النتيجة المطلوبة.

■ لجنة المناهج الوزارية:

د. صبري صيدم  
د. سمية النخالة  
د. بصري صالح  
م. وسام نخلة  
أ. ثروت زيد

■ المشاركون في ورشة كتاب المساحة والبناء الحادي عشر:

م. محمد جابر  
م. أيمن جوري  
م. ابراهيم خليل

تمّ بحمد الله وتوفيقه