دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

١١
الجزء الثاني

المساحة والبناء

بسم الله الرحمن الرحيم

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

المساحة والبناء

الجزء الثاني

للصف الأول الثانوي

(الصناعي)

المؤلفون

عبد الرحمن الخطيب «منسقاً» عبد الناصر عرفات عبد الله عيده

حبيب أمسيح إياد الأطرش إبراهيم محمود قدح (مركز المناهج)

قررت وزارة التربية والتعليم العالي في دولة فلسطين
تدريس كتاب المساحة والبناء للصف الأول الثانوي المهني في مدارسها للعام الدراسي ٢٠٠٥ / ٢٠٠٦م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج: د. نعيم أبو الحمص

مدير عام مركز المناهج: د. صلاح ياسين

مركز المناهج

إشراف تربوي : د.عمر أبوالحمص

الدائرة الفنية

- **إشراف إداري:** احمد سياعره
- **تصميم:** فادي سميح نافع
- **الإعداد المحوسب للطباعة:** حمدان بحبوح
- **تصميم الغلاف:** كمال فحماوي
- **تحرير لغوي:** عمر مسلم

الفريق الوطني للخطوط العريضة لمنهاج للمرحلة الثانوية- التعليم المهني والتقني- تخصص التمديدات الصحية والتدفئة المركزية.

- عبد السلام أبو زهرة
- عبد الرحمن الخطيب
- أكرم منصور

الطبعة الأولى التجريبية
٢٠٠٦م/١٤٢٦ هـ

© جميع حقوق الطبع محفوظة لوزارة التربية والتعليم العالي/ مركز المناهج

مركز المناهج – حي المصيون – شارع المعاهد – أول شارع على اليمين من جهة مركز المدينة
ص .ب ٧١٩ – رام الله – فلسطين
تلفون ٢٩٦٩٣٥٠-٢-٩٧٠+ ، فاكس ٢٩٦٩٣٧٧-٢-٩٧٠+
الصفحة الالكترونية: WWW.PCDC.EDU.PS – العنوان الالكتروني: PCDC@PALNET.COM

تمهيد

رأت وزارة التربية والتعليم العالي ضرورة وضع منهاج يراعي الخصوصية الفلسطينية؛ لتحقيق طموحات الشعب الفلسطيني حتى يأخذ مكانه بين الشعوب. إن بناء منهاج فلسطيني يعد أساساً مهمّاً لبناء السيادة الوطنية للشعب الفلسطيني، وأساساً لترسيخ القيم والديمقراطية، وهوحق إنساني، وأداة تنمية للموارد البشرية المستدامة التي رسختها مبادئ الخطة الخمسية للوزارة.

وتكمن أهمية المنهاج في أنه الوسيلة الرئيسة للتعليم، التي من خلالها تتحقق أهداف المجتمع؛ لذا تولي الوزارة عناية خاصة بالكتاب المدرسي، أحد عناصر المنهاج؛ لأنه المصدر الوسيط للتعلم، والأداة الأولى بيد المعلم والطالب، إضافة إلى غيره من وسائل التعلم: الإنترنت، والحاسوب، والثقافة المحلية، والتعلم الأسري، وغيرها من الوسائط المساعدة.

أقرت الوزارة هذا العام (٢٠٠٥/ ٢٠٠٦)م تطبيق المرحلة السادسة من خطتها للمنهاج الفلسطيني، لكتب الصف الأول الثانوي (١١) بفروعه: العلمي، والعلوم الإنسانية، والمهني، والتقني، بالإضافة إلى تطوير بعض كتب المرحلة الأساسية (١-١٠)، وسيتبعها كتب منهاج الصف الثاني الثانوي(١٢) في العام القادم، وبها تكون وزارة التربية والتعليم العالي قد أكملت إعداد جميع الكتب المدرسية للتعليم العام للصفوف(١-١٢)، وتعمل الوزارة حالياً على توسيع البنية التحتية في مجال الشبكات والتعليم الإلكتروني، وعمل دراسات تقويمية وتحليلية لمناهج المراحل الثلاث، في جميع المباحث (أفقياً وعمودياً)؛ لمواصلة التطوير التربوي، وتحسين نوعية التعليم الفلسطيني.

وتعد الكتب المدرسية وأدلة المعلم التي أنجزت للصفوف الأحد عشر حتى الآن، وعددها يقارب ٣٥٠ كتاباً، ركيزة أساسية في عملية التعليم والتعلم، بما تشتمل عليه من معارف ومعلومات عُرضت بأسلوب سهل ومنطقي؛ لتوفير خبرات متنوعة، تتضمن مؤشرات واضحة، تتصل بطرائق التدريس، والوسائل والأنشطة وأساليب التقويم، وتتلاءم مع مبادئ الخطة الخمسية المذكورة أعلاه.

وتتم مراجعة الكتب وتنقيحها وإثراؤها سنويّاً بمشاركة التربويين والمعلمين والمعلمات الذين يقومون بتدريسها، وترى الوزارة الطبعات من الأولى إلى الرابعة طبعات تجريبية قابلة للتعديل والتطوير؛ كي تتلاءم مع التغيرات في التقدم العلمي والتكنولوجي ومهارات الحياة. إن قيمة الكتاب المدرسي الفلسطيني تزداد بمقدار ما يبذل فيه من جهود، ومن مشاركة أكبر عدد ممكن من المتخصصين في مجال إعداد الكتب المدرسية، الذين يحدثون تغييراً جوهريّاً في التعليم، من خلال العمليات الواسعة من المراجعة، بمنهجية رسخها مركز المناهج في مجالي التأليف والإخراج في طرفي الوطن الذي يعمل على توحيده.

إن وزارة التربية والتعليم العالي لايسعها إلا أن تتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى المؤسسات والمنظمات الدولية، والدول العربية والصديقة وبخاصة حكومة بلجيكا؛ لدعمها المالي لمشروع المناهج.

كما أن الوزارة لتفخر بالكفاءات التربوية الوطنية، التي شاركت في إنجاز هذا العمل الوطني التاريخي من خلال اللجان التربوية، التي تقوم بإعداد الكتب المدرسية، وتشكرهم على مشاركتهم بجهودهم المميزة، كلٌّ حسب موقعه، وتشمل لجان المناهج الوزارية، ومركزالمناهج، والإقرار، والمؤلفين، والمحررين، والمشاركين بورشات العمل، والمصممين، والرسامين، والمراجعين، والطابعين، والمشاركين في إثراء الكتب المدرسية من الميدان أثناء التطبيق.

وزارة التربية والتعليم العالي
مركز المناهج
كانون ثاني ٢٠٠٦ م

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمد لله رب العالمين الذي أعاننا على إنجاز الجزء الثاني من كتاب المساحة والبناء، لنستوفي بذلك المعلومات التي يستفيد منها طلبة المدارس الصناعية، وكل من يريد التعلم، وفهم مادة المساحة والبناء ،فقد تضمن هذا الجزء كماً هاماً من المعلومات في مواضيع الخرسانة، والطوب، والحجر التي يستفيد منها طلاب المدارس الصناعية، وطلاب كليات المجتمع .

وقد اعتمدنا في كتابة المعلومات على الخبرة العملية، وعلى المرجع العربية، والأجنبية، واعتمدنا في كتابنا هذا على المعلومات التي تناسب البيئة المحلية، وبما يتماشى مع الحاجة، والمواد المتوفرة وإيماناً منا بأن التدريب العملي هو تتويج للمادة النظرية، فقد اشتملت كل وحدة من وحدات هذا الكتاب الثلاثة على عدة تمارين عملية ليتمكن الطالب من خلالها ممارسة المهارات يدوياً لتثبيت المعلومة، وترسيخ الفائدة .

وندعو الله أن يكون قد هدانا إلى طريق الصواب مع اعترافنا الكامل بالفضل للذين سبقونا إلى الكتابة في هذا الموضوع .

وبما أننا نسعى دوماً لتطوير، وتحسين المناهج، فنحن سنكون دائماً، وفي أي وقت مستعدون لتقبل ملاحظاتكم، واقتراحاتكم البناءة والهادفة لتحسين مستوى هذا الكتاب .

والله من وراء القصد

المؤلفون

المحتويات

الوحدة	الخرسانة	
١	الخرسانة Concrete	٣
	اهمية الخرسانة في الإنشاء	٣
	مكونات الخرسانة	٤
	الركام Aggregates	٦
	الفحوصات التي يتم إجراؤها على الركام	٩
	الأسمنت Cement	١٧
	الماء water	٢٥
	المواد الإضافية Admixtures	٢٧
	صناعة الخرسانة	٣٠
	خواص الخرسانة الطازجة	٤٠
	خواص الخرسانة الجافة	٤٥
	درجات مقاومة الخرسانة واستعمال كل منها	٤٩
	تصميم الخلطات الخرسانية	٥٠
	أنواع خاصة من الخرسانة	٥٥
	حساب كميات الخرسانة	٥٧
	التمارين العملية للخرسانة	٦٤

الوحدة	الطوب	
٢	صناعة الطوب الأسمنتي BLOCKS	٨١
	خصائص الطوب الأسمنتي ومقاساته	٨٨
	الفحوصات التي تُجرى على الطوب الاسمنتي	٩٢
	العدد المستخدمة في بناء الطوب	٩٤
	الأعمال التمهيدية لبناء الطوب	٩٨
	مصطلحات ومفاهيم في أعمال بناء الطوب	١٠٢
	خطوات بناء الطوب	١٠٧
	الترابط في جدران الطوب	١١١
	حساب تكاليف أعمال البناء بالطوب	١١٣
	أنواع خاصة من الطوب	١٢٠
	التمارين العملية للطوب	١٢٤

الوحدة	الحجر	
٣	البناء بالحجر	١٥١
	أنواع الحجر حسب منشأه الجيولوجي	١٥١
	مزايا البناء بالحجر وعيوبه	١٥٥
	بعض الفحوصات التي تجري على الحجر	١٥٦
	حجر البناء في فلسطين	١٥٧
	تصنيع الحجر	١٥٨
	البناء بالحجر	١٦٠
	قواعد البناء بالحجر	١٦٣
	أشكال البناء بالحجر	١٦٤
	أنواع الجدران الحجرية تبعاً لطريقة تنفيذها	١٦٥
	كيل الحجر	١٦٧
	التمارين العملية للحجر	١٦٨

الوحدة الأولى

الخرسانة

١ الخرسانة Concrete

مقدمة

الخرسانه 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). ممزوج مع بعض بوساطة مادة لاحمة مثل الأسمنت، والماء، أو ما يسمى بالمونة الأسمنتية. فإذا كانت هذه الماده اللاحمة هي الأسمنت فعندها تسمى الخرسانة الاسمنتية.

كان الجير (الشيد) سابقاً يستعمل كمادة لاحمة، وقد سميت الخرسانة الناتحة بالخرسانة الجيرية، وهناك أيضاً الخرسانة الإسفلتية، حيث يستعمل الإسفلت كمادة لاحمة.

الخرسانه الأسمنتية: هي مادة مصنعة من خليط من الركام الكبير، والركام الناعم، و الأسمنت، والماء، وأحياناً تضاف إليها مواد إضافية للحصول على خواص معينة، تكون الخرسانة بحاله لدنة في المرحلة الأولى، بحيث يمكن صبها ووضعها في قوالب لتشكل كتله صلبة جافة قادرة على تحمل الاحمال 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 شروط معينة، تعتمد على معرفة مكوناتها وخواصها والعوامل التي تؤثر على خواص المادة الناتجة، حتى يمكن الاستفادة منها، والتحكم بمدى صلاحيتها للقيام بوظيفتها في المنشأ المستخدمة فيه، وقدرتها على مقاومة الظروف والعوامل التي تتعرض إليها أثناء استعمال المنشأ.

أهمية الخرسانة في الإنشاء

لقد تطورت مواد البناء منذ القدم، فقد كان الإنسان يستعمل الصخور في عملية إنشاء المساكن، وبعدها استعمل الطين كمادة لاحمة بين الصخور والأحجار، واستعمل أيضاً خليطاً من الطين والشيد، إلى أن تطورت عملية تصنيع المواد اللاحمة إلى الأسمنت المستخدم حالياً في صناعة الخرسانة كمادة لاحمة هيدروليكية (يتفاعل مع الماء)، قادرة على تحمل القوى المعرضة لها.

تكمن أهمية الخرسانة الأسمنتية كمادة إنشائية فيما يلي:

١ توافر المواد الخام: حيث يمكن الحصول على الركام والمواد الخام اللازمة لصناعة الأسمنت من

الكسارات بتكاليف قليلة وفي معظم المناطق .

٢ سهولة صناعتها وتشكيلها : حيث يمكن صناعتها بسهولة عن طريق خلط المكونات بعضها مع بعض ، كما يمكن الحصول على أشكال وألوان ومقاسات وعناصر مختلفة حسب شكل القوالب والطوبار المعد لذلك ، وتمتاز عن المواد الأخرى في وفرة العمال والفنيين المهرة لصناعة الخرسانة .

٣ الإمكانيات العديدة لاستخدام الخرسانة : حيث يمكن استخدام الخرسانة في معظم الإنشاءات ابتداء من الوحدات الصغيرة كالطوب والبلاط ، إلى العناصر الإنشائية كالجسور ، والعقدات والهياكل ، والمنشآت الضخمة ، والمباني العالية ، والطرق ، والسدود ، وغيرها .

٤ قلة التكاليف مقارنه بالمواد الأخرى : حيث إنها تصنع محلياً من مواد محلية متوافره في معظم الدول ، فإن تكاليفها تعد قليلة مقارنة بالمواد المستوردة مثل الحديد وغيره .

٥ مقاومة عالية للضغط : تعد الخرسانة ذات مقاومة عالية لقوى الضغط بينما تعد ضعيفة المقاومة بالشد ، لهذا السبب يضاف حديد التسليح للخرسانة لمقاومة قوى الشد ، والخرسانه التي تحتوي على حديد تسليح تسمى بالخرسانة المسلحة ، بينما الخرسانة التي لا تحتوي على حديد تسليح تسمى بالخرسانة العادية .

٦ مقاومة العوامل الجوية : تعد الخرسانة جيدة المقاومة للعوامل الجوية مقارنة مع المواد الأخرى .

٧ مقاومة الحريق : تعد الخرسانة جيدة المقاومة للحرائق مقارنه مع المواد الأخرى كالخشب والحديد وغيرها .

مكونات الخرسانة

تتكون الخرسانة من المواد الآتية :

١	الركام	**Aggregate**
٢	الأسمنت	**Cement**
٣	الماء	**Water**
٤	المواد الإضافية	**Admixtures**

والشكل رقم (١) يبين هذه المكونات

مواد مالئة ٦٥%-٧٥%		المواد اللاحمة ٣٥% - ٢٥%		
الركام		المونة الأسمنتية		هواء
ركام كبير مثل الحصمة والزلط	ركام ناعم مثل الرمل	أسمنت	ماء	فراغات

شكل (١) مكونات الخرسانة

سندرس كلاً من هذه المكونات للتعرف على خواصها وأنواعها المختلفة ، وكيفية الحصول على كل منها ، وأثر كل منها على خواص الخرسانة الناتجة بالإضافة إلى الفحوصات الأساسية التي تجري على كل منها .

والشكل رقم (٢) يبين قطعة خرسانية توضح هذه المكونات .

شكل (٢) قطعة خرسانية توضح مكونات الخرسانه

وظائف الركام بالخرسانة:

١ مادة مالئة رخيصة التكاليف مقارنة مع المكونات الأخرى .

٢ يعمل الركام على تشكيل جسم خرساني صلب قادر على تحمل القوى والأحمال والعوامل الجوية .

٣ يعمل الركام على تقليل التغيرات الحجمية الناتجة عن تصلب المونة الأسمنتية .

وظائف الأسمنت والماء (المونة الأسمنتية)

١ ماده لاحمة تعمل على تماسك حبيبات الركام بعضهامع بعض .

٢ تعمل على إكساب مقاومة للخرسانة الجافة .

الركام Aggregates

الركام هو مجموعة حبيبات المواد الصخرية أو الحجرية أو الرمال الطبيعية أو غيرها ، هذه الحبيبات تلتحم بعضها مع بعض بواسطة المونة الأسمنتية لتشكيل جسم صلب . يشكل الركام حوالي ٦٥%-٧٥% من مكونات الخرسانة ، وبالتالي فإن 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 المستعمل بالخلطات الخرسانية يتكون من صخور مكسره إما بفعل عوامل طبيعية أو بوساطة الكسارات .

تقسم الصخور من النواحي الجيولوجية إلى :

١ صخور نارية مثل الجرانيت والبازلت .

٢ صخور رسوبية مثل الحجر الجيري والحجر الرملي .

٣ 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 التالية :

١ طبقاً لمصدره الطبيعي أو الصناعي يقسم الركام إلى :

أ ركام من مصادر طبيعية : كالزلط ، والحصمة المستخرجة من مجاري الأنهار والأودية .

ب ركام صناعي : يتم تصنيعه إما من خبث الأفران ، أو من مواد صناعية محروقة كالطين أو البيرلايت (ركام صناعي خفيف) .

ج ركام الكسارات : وهو الأكثر استعمالاً في فلسطين . حيث يتم الحصول عليه عن طريق تكسير الأحجار والصخور الجيرية بوساطة كسارات تنتج حصمة بمقاسات مختلفة ، يتم فصلها عن طريق تمريرها على مناخل ذات فتحات مختلفة .

٢ طبقاً لمقاس حبيباته يقسم الركام إلى :

أ ركام خشن (كبير) : وهو الركام الذي يتبقى على منخل رقم (٤) الذي مقاس فتحاته ٧٦ , ٤ ملم .

ب ركام ناعم (صغير) : وهي الركام الذي يمر من منخل رقم (٤) الذي مقاس فتحاته ٧٦ , ٤ ملم .

ج ركام شامل (خليط) : وهو خليط من الركام الكبير والركام الصغير مخلوط بعضه مع البعض بنسب محددة .

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

- الحصمة الجوزية : وهي التي تتراوح مقاس حبيباتها من ٢٠-٤٠ ملم .
- الحصمة الفولية : وهي التي تتراوح مقاس حبيباتها من ١٦-٢٠ ملم .
- الحصمة الحمصية : وهي التي تتراوح مقاس حبيباتها من ١٠-١٦ ملم .
- الحصمة العدسية : وهي التي تتراوح مقاس حبيباتها من ٥-١٠ ملم .

بينما يصنف الركام الصغير حسب مقاس حبيباته وتدرجها حبيباته الى :

- الحصمة السمسمية : وهي التي تتراوح مقاس حبيباتها من ٣ , ١-٠ , ٥ ملم .
- الرمل المتوسط : وهو الذي تتراوح مقاس حبيباته من ٣ , ٠-١ , ٣ ملم .
- الرمل الناعم : وهو الذي تتراوح مقاس حبيباته من ١ , ٠-٠ , ٣ ملم .

١ . جميع هذه التسميات هي مصطلحات محلية وقد تختلف من كسارة إلى أخرى .

٢ . يطلق أحياناً على مقاس حبيبات الركام نمرة ٦ ، ٥ ، ٤ ، ٣ ، ٢ ، ١ حسب مقاس حبيباته تصاعدياً .

والشكل رقم (٣) يبين صوراً لبعض هذه الأنواع من الركام .

شكل رقم (٣) بعض أنواع من الركام حسب مقاس حبيباته

٣ طبقاً لتدرج الركام يصنف الركام إلى :

- ركام جيد التدرج ، وهو الذي يحتوي على جميع المقاسات .
- ركام متدرج ، وهو الذي يحتوي على معظم مقاسات الحبيبات .
- ركام ناقص التدرج ، وهو الذي ينقصه مجموعة أو أكثر من الركام .
- ركام رديء التدرج ، وهو الذي يتكون من مجموعة واحدة من الركام .

يتم تصنيف تدرج الركام بإجراء تجربة التحليل بالمناخل التي سيتم دراستها فيما بعد .

٤ طبقاً لشكل حبيبات الركام وملمسها يصنف إلى :

- مدور : مثل حصمة الأودية والرمل .
- غير منتظم : مثل حصمة حجر الصوان .
- زاوي : مثل حصمة الكسارات .
- مفلطح : مثل ركام الصخور الطبقية .
- عصوي : مثل ركام الصخور الطبقية .

والشكل رقم(٤) يبين الحبيبات المدورة

شكل رقم (٤) حبيبات الركام المدور

٥ 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 .

الفحوصات التي يتم إجراؤها على الركام

للتأكد من مدى صلاحية استعمال الركام بالخلطات 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 يلي :

١ المواصفات البريطانية **British Standards (B.S)**

٢ الجمعية الأمريكية لاختبارات المواد **American Society For Testing Materials(ASTM)**

٣ المنظمة الدولية للمواصفات والمقاييس **International) Organization For Standards(ISO**

مواصفات : يطلق عليها أحياناً كودات وهي قواعد وشروط يتم اعتمادها وتطبيقها بشكل دقيق على المواد واعتماداً عليها يتم قبول أو رفض هذه المواد .

ومن المواصفات المحلية المستعملة نذكر ما يلي :

١ المواصفات الفلسطينية الصادرة عن مؤسسة المواصفات والمقاييس **(PSI)**

٢ المواصفات الفنية العامة للمباني الصادرة عن وزارة الأشغال الأردنية ومركز بحوث البناء بالجمعية العلمية الملكية .

٣ الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانيه المسلحة الصادر عن الأمانة العامة لاتحاد المهندسين العرب .

هناك عدة فحوصات تجرى على الركام الصغير والكبير نذكر منها :

١ فحص الوزن النوعي والكثافة .

٢ فحص التآكل ومقاومة التهشم .

٣ فحص محتوى الرطوبة ونسبة الامتصاص .

٤ فحص تحديد المواد الطينية بالرمل .

٥ فحص التدرج الحبيبي والتحليل بالمناخل .

٦ فحص كمية المواد العضوية بالرمل .

٧ فحص اختبار شكل الحبيبات ومعامل الاستطالة .

سنقوم في هذا الدرس بشرح بعض هذه الفحوصات .

١- 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 اسطوانة معدنية (معلومه الحجم) بالركام وإيجاد مقدار كتلة الركام داخل الأسطوانة . وبقسمة كتلة الركام على حجم الأسطوانة يحسب مقدار كثافة الركام .

تتراوح قيمة كثافة الركام العادي بين ١,٥ - ٢,٠ طن/ م٣ اعتماداً على مقاس حبيبات الركام وتركيبه الجيولوجي .

بينما تحسب قيمة الوزن النوعي للركام لمعرفة الحجم الذي يشغله الركام في الخلطات الخرسانية والإسفلتية .

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

عند إجراء فحص ايجاد الوزن النوعي للركام نتبع الخطوات الآتية :

١ تجفف عينة الركام بالفرن على درجة ١١٠ْ مئوي ، وتترك لتبرد ، وتوزن وهي مجففة ، ولتكن (أ) .

٢ تغمر العينة بالماء لمده ٢٤ ساعة ، ثم تجفف بواسطة قطعة قماش وتوزن وهي مشبعة بالماء ولتكن (ب) .

٣ توضع العينة في سلة ، وتغمر بالماء ، وتوزن وهي مغمورة بالماء ، ولتكن (جـ) .

٤ يحسب مقدار الوزن النوعي كما يلي :

الوزن النوعي المجموعي الجاف = $\frac{أ}{ب-جـ}$

الوزن النوعي المجموعي المشبع = $\frac{ب}{ب-جـ}$

الوزن النوعي الظاهري = $\frac{أ}{أ-جـ}$

تتراوح قيمة الوزن النوعي للركام الناتج من كسر الأحجار الجيرية والرمل الطبيعي السيليكي بين ٢,٥٠ - ٢,٨٠ .

مثال

عند إجراء فحص إيجاد الكثافة والوزن النوعي للركام كان وزن العينة مجففة بالفرن = ١٦٠٠غم وعند غمرها بالماء وتجفيف سطح الحبيبات أصبح وزن العينة المشبعة ١٦٥٠غم . وبعد وضعها في سلة وغمرها بالماء كان وزنها وهي بالماء ١٠٣٠غم . احسب الوزن النوعي للركام .

الحل :

أ= ١٦٠٠غم ب= ١٦٥٠غم جـ=١٠٣٠غم

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

= ١٦٠٠ ÷ (١٦٥٠-١٠٣٠) =٢,٥٨

الوزن النوعي المجموعي لعينة مشبعة = $\frac{\text{ب}}{\text{ب-جـ}}$

= ١٦٥٠ ÷ (١٦٥٠-١٠٣٠) =٢,٦٦

الوزن النوعي الظاهري = $\frac{\text{أ}}{\text{أ-جـ}}$

= ١٦٠٠ ÷ (١٦٠٠-١٠٣٠) =٢,٨

٢- فحص التآكل ومقاومة التهشم:

تؤثرمقاومة الركام الكبير للتآكل والتهشم على مقاومة الخرسانة . فكلما زادت هذه المقاومة تزداد مقاومة الخرسانة . تحدد مقاومة الركام الكبير للتآكل والتهشم باستعمال جهاز خاص يسمى «جهاز لوس أنجلوس» المكون من اسطوانة معدنية مفرغة تدور حول محور أفقي ومجموعة من الكرات المعدنية توضع داخل الأسطوانة . أقطار هذه الكرات يساوي ٤٦,٨ ملم، ومعدل وزن كل منها من ٣٩٠-٤٤٥غم .

عند وضع عينه الركام المراد فحصها داخل الأسطوانة وبداخلها الكرات، يدار الجهاز بسرعة ٣٠-٣٣ دورة في الدقيقة لمدة ٥٠٠ دورة . في هذه الأثناء تقوم الكرات بتكسير حبيبات الركام . من خلال معرفة كمية الركام المكسر والمار من منخل فتحته ١,٧ ملم ومقارنته مع وزن الركام المتبقي على نفس المنخل يحسب مقدار النسبة المئوية للتآكل للركام من خلال المعادلة الآتية :

$$\text{نسبة التآكل} = \frac{(\text{وزن العينة الأصلي} - \text{وزن العينة المتبقية على منخل ١,٧ ملم})}{\text{وزن العينة الأصلي}} \times ١٠٠\%$$

تنص المواصفات أن لا تزيد نسبة التآكل للركام عن ٤٠% .

مثال

عينة من الركام الكبير وزنها الأصلي= ٥٠٠٠غم، بعد وضعها بجهاز لوس أنجلوس وتشغيله ٥٠٠ دورة وضعت العينة على منخل فتحته ١,٧ ملم، فكان وزن الركام المتبقي على المنخل = ٣٥٠٠غم . احسب نسبة التآكل للركام .

الحل :

$$\text{نسبة التآكل} = \frac{(٥٠٠٠ - ٣٥٠٠)}{٥٠٠٠} \times ١٠٠\% = ٣٠\%$$

٣- 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 ايجاد محتوى الرطوبة بالركام لمراعاة ذلك في كمية ماء الخلط . فمثلاً في فصل الشتاء تكون كمية رطوبة عالية داخل حبيبات الركام، وهذا يؤدي إلى تقليل كمية ماء الخلط بالخرسانة أثناء فصل الشتاء بينما تكون نسبة الرطوبة قليلة في الصيف، وبالتالي نضيف كمية ماء أكثر، للخلطة الخرسانية لأن جزء من الماء سوف يمتصه الركام .

تجري عملية حساب محتوى الرطوبة ونسبة الامتصاص للركام كما يأتي :

١ يتم توزين عينة من الركام بالحالة الطبيعية وليكن وزنها = أ .

٢ يتم تجفيف العينة بالفرن على درجة حرارة ١١٠م، وتوزن وهي جافة وليكن وزنها = ب .

٣ يتم غمر العينة نفسها بالماء لمدة ٢٤ ساعة، ثم يجفف سطح الحبيبات بقطعة قماش وتوزن وهي مشبعة بالماء، وليكن وزنها = جـ .

يحسب محتوى الرطوبة بالركام ونسبة الامتصاص كما يلي :

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

$$= \frac{\text{أ}-\text{ب}}{\text{ب}}$$

$$\text{نسبة الامتصاص} = \frac{\text{وزن العينة مشبعة} - \text{وزن العينة مجففة بالفرن}}{\text{وزن العينة مجففة بالفرن}}$$

$$= \frac{\text{جـ} - \text{ب}}{\text{ب}} \times 100\%$$

تنص المواصفات أن لا تزيد نسبة الامتصاص للركام الكبير عن ٢% .

مثال:

عينة من الركام وزنها (كتلتها) في الحالة الطبيعية= ١٤٠٠ غم، وعند تجفيفها بالفرن أصبح وزنها= ١٣٨٠ غم، وعند غمرها بالماء وتجفيف سطحها أصبح وزنها وهي مشبعة = ١٤١٥ غم .

احسب محتوى الرطوبة بالحالة الطبيعية، ونسبة امتصاص الركام .

الحل :

محتوى الرطوبة بالعينة = (١٤٠٠ - ١٣٨٠) ÷ ١٣٨٠ = ٠,٠١٤ (١,٤%)

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

= ٢,٥%

٤- فحص تحديد المواد الطينية بالرمل

تحدد كمية المواد الطينية بالرمل عن طريق الترسيب ، تعد المواد الطينية المارة من منخل فتحته ٧٥ مايكرون ضارة بالخرسانة وتؤثر على التفاعل بين الأسمنت والماء، وتقلل من الترابط بين الركام والمونة الأسمنتية، وقد تتحلل وتضعف مقاومة الخرسانة مع الزمن .

يستعمل لهذا الفحص مخبار مدرج سعته (١٠٠٠) مللتر . يتم اتباع الخطوات التالية لتحديد كمية المواد الناعمة والمواد الطينية :

١ يملأ المخبار (٧٥٠) مللتر ماء .

٢ يضاف إلى المخبار (٥٠٠) غم رمل .

٣ يتم رج المخبار ٣ مرات بين كل مرة وأخرى ٢٠ دقيقة .

٤ يتم قراءة حجم المواد الطينية بعد ساعة ، وتكون بشكل واضح فوق طبقة الرمل .

٥ تحسب كمية المواد الطينية بعد مرور ساعة على شكل نسبة مئوية من عينة الرمل .

٥ - 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 مقارنه 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 من أعلى 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 توزين كميات الركام المتبقية على كل منخل ، وتسجل النتائج في جدول خاص .

مثال:

عند إجراء تجربة التحليل بالمناخل على عينة من الركام الكبير وزنها (١٠٠٠) غم كانت النتائج كما يلي :

١ رقم المنخل	٢ فتحة المنخل(ملم)	٣ الوزن المتبقي على كل منخل(غم)
١	٣٨,١	٤٨٠
٢	١٩,٠	٥٠٥٠
٣	٩,٥١	٣٠٠٠
٤	٤,٧٦	١٢٥٠
	وعاء	٢٢٠

من خلال النتائج السابقة يتم حساب ما يلي :

١ الوزن التراكمي المحجوز على كل منخل ويساوي مجموع الأوزان المتبقية على المناخل الأكبر منه (العمود رقم (٤) بالجدول)

٢ النسبة المئوية التراكمية على كل منخل تساوي الوزن التراكمي المحجوز مقسوماً على وزن العينة

مضروباً في ١٠٠% (العمود رقم (٥) بالجدول)

٣ النسبة المئوية المارة من المنخل تساوي ١٠٠%، مطروحاً منها النسبة المئوية التراكيمة (العمود رقم (٦) بالجدول)

١ رقم المنخل	٢ فتحة المنخل	٣ الوزن المتبقى	٤ الوزن التراكمي المحجوز	٥ النسبة المئوية التراكمية	٦ النسبة المئوية المارة
	(ملم)	(غم)	(غم)	%	%
١	٣٨,١	٤٨٠	٤٨٠	٤,٨	٩٥,٢
٢	١٩,٠	٥٠٥٠	٥٥٣٠	٥٥,٣	٤٤,٧
٣	٩,٥	٣٠٠٠	٨٥٣٠	٨٥,٣	١٤,٧
٤	٤,٧٦	١٢٥٠	٩٧٨٠	٩٧,٨	٢,٢
	وعاء	٢٢٠	١٠٠٠٠	–	–

التدرج الجيبي للركام الكبير

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

والشكل رقم (٥) يبين مجموعة من المناخل القياسية والجهاز المستعمل في عملية الرج .

شكل رقم (٥) المناخل والجهاز المستعمل في تجربة التحليل بالمناخل .

يتم حساب معامل يسمى معامل النعومة، وخصوصاً للرمل عن طريق جمع مجموع النسب المئوية التراكمية لكل منخل مقسوماً على ١٠٠، حيث يعبر هذا المقدار عن متوسط مقاس حبيبات الركام ، تتراوح قيمة معامل النعومة للرمل بين ٣,٢ إلى ١,٣ ليكون صالحاً للاستعمال في الخرسانة . إذا كانت قيمة معامل النعومة أقل من هذه القيم يكون الرمل ناعماً جداً بينما إذا زاد عن هذه القيم فإن الرمل يكون خشناً أو كبيراً .

من خلال منحنى التدرج الحبيبي يتم إيجاد مقدار المقاس الاعتباري الأكبر للركام، وهو مقاس أصغر فتحة منخل يسمح بمرور ٩٥% على الأقل من الركام الكبير .

فمثلاً نقول : المقاس الاعتباري الأكبر للركام ٢٥,٤ ملم، يعني أن ٩٥% من الركام مقاس حبيباتها أقل من ٢٥,٤ 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 بالخلطات الخرسانية :

عند استعمال الركام بالخلطات الخرسانية يجب أن تتوافر فيه الشروط التالية :

١ أن تكون الحبيبات صلبة وقوية ونظيفة .

٢ أن تكون الحبيبات خالية من المواد العضوية والشوائب والفحم والطين والخشب وما شابهها .

٣ أن يكون خالياً من المواد الكيماوية التي قد تؤثر على التفاعل بين الأسمنت والماء ، أو تؤثر على حديد التسليح .

٤ أن تكون نسبة امتصاصه للماء قليلة ، لا تزيد عن ٢% .

٥ أن يكون تدرج الركام مناسباً .

٦ أن يكون المقاس الاعتباري الأكبر ضمن الحدود التي تسمح بها المواصفات وهي :

أ أن لا يزيد عن $\frac{١}{٥}$ سمك المقطع الخرساني .

ب أن لا يزيد عن $\frac{٣}{٤}$ المسافة بين قضبان حديد التسليح .

ناقش

١ كلما زاد المقاس الاعتباري الأكبر للركام قلت كمية الأسمنت بالخلطة .

٢ عند استخدام خلطة أسمنتيه لعمل مدات ميلان للسطح تستعمل خرسانة بدون فولية ، وتستبدل الفولية بالعدسية ، وبالتالي تزداد كمية الأسمنت بالخلطة ، لماذا؟

نشاط :

يقوم الطلاب بمشاركة المدرب بزيارة ميدانية إلى إحدى الكسارات للاطلاع على مراحل انتاج الركام وتكسيره تدريجياً ، وتخزينه حسب مقاس حبيباته .

الأسمنت Cement

الأسمنت هو تلك المادة الناعمة الداكنة اللون، التي تشكّل عند تفاعلها مع الماء المونه (الملاط) الأسمنتية التي تعمل على ربط حبيبات الحصمة وتلاحمها بعضها مع بعض لتكوين جسم صلب متماسك يسمى بالخرسانة، يطلق على الأسمنت والماء المادة اللاحمة التي تعمل على إكساب مقاومة للخرسانة.

يتكون الأسمنت من مواد طينية ومواد جيرية يتم حرقها بوساطة أفران خاصة بحيث يعاد تركيب هذه المكونات بعد الحرق لتشكل ماده تسمى الكلنكر، وبعد تبريدها يتم طحنها، ويضاف إليها الجبص لتأخير التصلد (زمن الشك).

لقد تطورت صناعة الأسمنت منذ قديم الزمان، فالمصريين القدماء استعملوا مواد جيرية والجبص كمادة لاحمة، وبعدهم استعمل الإغريق والرومان الحجر الجيري بعد تكليسه وطحنه مع التراب البركاني المسمى بالبوزولان، الذي وجد لأول مرة في مدينةبوزولي الإيطالية، وسمي الأسمنت في هذه الفترة بالأسمنت البوزولاني. وحديثاً قام العالم جون سميتون **(John Smeaton)** في القرن الثامن عشر بإجراء اختبارات عديدة على عدة أنواع من الأسمنت البوزولاني والجير لإنتاج مادة لاحمة لبناء منارة أدي ستون بإنجلترا، وبعدها توصل إلى أن الحجر الجيري غير الصلب وغير النقي الذي يحتوي على مواد طينية يعطي أسمنتاً هيدروليكياً (أي يتفاعل مع الماء) يعد من أفضل المواد اللاحمة لبناء هذه المنارة.

بعد ذلك اكتشف جوزيف باركر **(Joseph Parker)** أن مزيداً من الجير غير النقي ينتج أسمنتاً يتفاعل مع الماء وله خواص جيدة للتلاحم.

وفي العام ١٨٢٢ تم إنتاج أسمنت من الحجر الجيري والطين سمي بالأسمنت الطبيعي الناتج من حرق هذه المكونات بوساطة أفران تشبه أفران الجير القديمة، وبعدها تطحن لتصبح أسمنتاً، وفي العام ١٨٢٤ اكتشف البناء الإنجليزي جوزيف أسبيدين الأسمنت البورتلاندي المصنع من حرق المواد الطينية **(Clay)** والمواد الجيرية **(Lime stone)** بوساطة أفران.

وبعد ذلك تطورت صناعة الأسمنت حيث استطاع إسحق جونسون عام ١٨٤٥ من حرق المواد الطينية والجيرية حتى الحصول على مادة كروية داكنة اللون سميت بمادة الكلنكر، التي تعطي بعد طحنها أسمنتاً له خاصية التفاعل مع الماء والتصلب والتماسك مع الزمن، سمي بالأسمنت البورتلاندي لانه يشبه أحجار البناء الصلبة الموجودة في جزيزة بورتلاند بإنجلترا.

يعتبر الأسمنت 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 الاجهادات والقوى المختلفة.

صناعة الأسمنت

تتلخص خطوات صناعة الأسمنت فيما يأتي :

١ استخراج المواد الأولية من المحاجر ، وتشمل المواد الطينية والصخور الجيرية .

٢ تكسير ونقل هذه المكونات إلى المصنع .

٣ طحن هذه المكونات وتخزينها .

٤ خلط المواد الأولية المطحونة بنسب معينة وتخزينها .

٥ حرق المواد الأولية بوساطة أفران دواره حتى تصل درجة الحرارة إلى ١٤٠٠ْم ، وعندها يتكون الكلنكر ، الذي هو عبارة عن كرات صلبة تتراوح قياساتها بين ٣-٢٥ملم تكون داكنة اللون .

٦ يبرد الكلنكر ، ثم يطحن ناعماً ، ويضاف إليه الجبص بنسبة تتراوح ما بين ٢%-٦% بالوزن ، وهي عبارة عن كبريتات الكالسيوم المائية التي تعمل على تأخير زمن الشك (التجمد) للأسمنت بعد إضافة الماء إليه .

٧ يعبأ الأسمنت الناتج ، ويخزن إما بأكياس ، أو على شكل سائب باستخدام خزانات أسمنت ، ويكون جاهزاً للاستعمال في البناء .

هناك عدة طرق مستخدمة لصناعة الأسمنت ، نذكر منها :

١ **الطريقة الجافة :**

تكون المواد الأولية جافة في مراحل تصنيع الأسمنت ، ويضاف ماء للخليط قبل الحرق بنسبة ١٢% من وزن الخليط تقريباً .

٢ **الطريقة الرطبة :**

تستعمل في حالة وجود مواد خام تحتوي على رطوبة ، وفي هذه الطريقة تخلط المواد الأولية خلطاً جيداً مع إضافة كمية من الماء تتراوح من ٣٢-٥٠% من وزن الخليط .

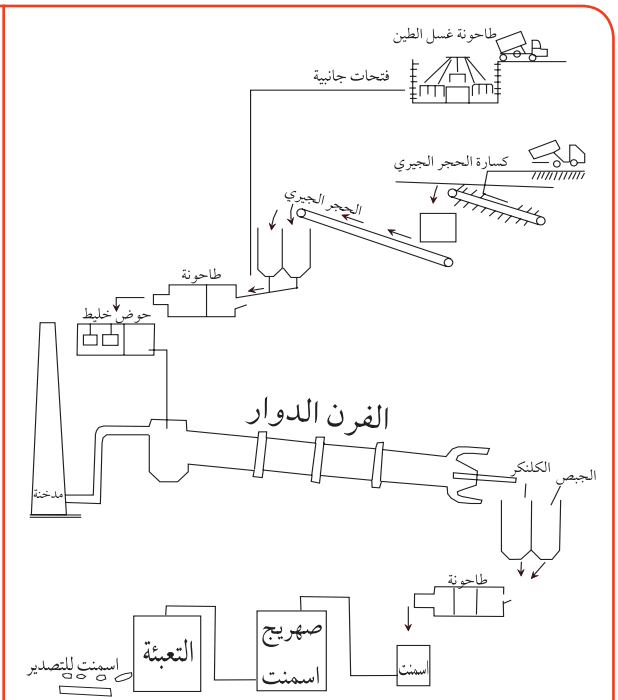
٣ **الطريقة شبه الجافة :**

يضاف الماء بهذه الطريقة للحصول على تجانس للمواد الأولية ، ولكن بنسب أقل من الطريقة الرطبة .

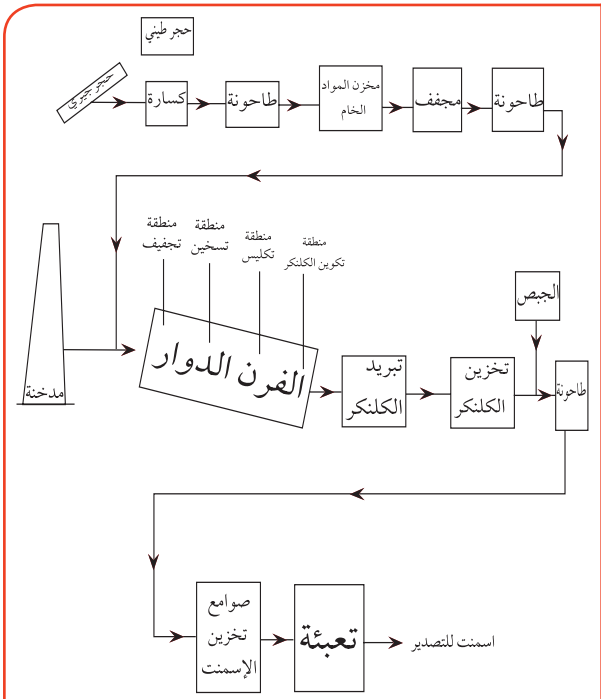
٤ **طريقة استخدام الجبص :**

يستعمل الجبص مصدراً للكالسيوم بدلاً من الحجر الجيري .

الأشكال الآتية تبين مخططاً يوضح مراحل صناعة الأسمنت بالطريقة الجافة، والطريقة الرطبة. شكل (٦) وشكل(٧)



شكل رقم(٦) مراحل صناعة الإسمنت البورتلاندي بالطريقة الرطبة.



شكل رقم(٧) مراحل صناعة الإسمنت البورتلاندي بالطريقة الجافة.

الجدول الآتي يبين مقارنة بين صناعة الأسمنت بالطريقة الجافة والطريقة الرطبة.

الطريقة الجافة	الطريقة الرطبة
١- حجم المصنع صغير نسبياً	نحتاج إلى مصانع أكبر حجماً
٢- يحتاج إلى وقود أقل	يحتاج إلى وقود أكثر
٣- تكلفة الإنتاج أقل	تكلفة الإنتاج أكثر.
٤- لا يحتاج إلى كميات عالية من الماء	يحتاج إلى كميات ماء أكثر أثناء التصنيع.
٥- مقاومة الأسمنت في الأسبوع الأول أفضل	مقاومة الأسمنت في الأسبوع الأول أقل.
٦- تحتاج إلى صيانة أقل للمعدات	تحتاج إلى صيانة أكثر للمعدات.
٧- الأسمنت أقل تجانساً	الأسمنت متجانس أكثر.

تتكون المواد الخام الداخلية في صناعة الأسمنت من :

١ المواد الجيرية : عبارة عن صخور جيرية (كلسية) .

٢ المواد الطينية : عبارة عن صخور طينية ورملية .

٣ الألومنيا : عبارة عن أكسيد الألومنيوم .

٤ المواد الحديدية : عبارة عن أكاسيد الحديد .

٥ الماغنيسيوم : عبارة عن أكسيد الماغنيسيوم .

٦ الكبريت : على شكل ثالث أكسيد الكبريت وكبريتات الكالسيوم (الجبص) .

٧ مواد قلوية : مثل أكسيد الصوديوم وأكسيد البوتاسيوم .

٨ مواد غير ذائبة وشوائب .

والجدول الآتي يبين النسب التقريبية للمواد الخام للأسمنت البورتلاندي

النسب التقريبية للمواد الخام بالأسمنت البورتلاندي

المادة	النسب المئوية بالاسمنت٪
جير CaO	٦٧-٦٠
سيليكا SiO_2	٢٥-١٧
الومينا AL_2O_3	٨-٣
الحديد Fe_2O_3	٦-٠,٥
ماغنيسيوم MgO	٤-٠,١
ثالث أكسيد الكبريت SO_3	٣-١
مواد قلوية	١,٣-٠,٢

أنواع الأسمنت واستعمالات كل نوع منها:

عندما تختلف نسب الخلط للمواد الأولية المستعملة في صناعة الأسمنت، أو عندما تختلف نسب التركيب الكيماوي بالأسمنت فإن خواص الأسمنت تختلف وبالتالي، نحصل على أنواع مختلفة من الأسمنت. وفي بعض الأحيان يضاف للأسمنت أثناء صناعته بعض المركبات، مما يؤدي إلى اختلاف في خواصه من حيث اللون والتصلب وسرعة التفاعل مع الماء وغيرها.

١ الأسمنت البورتلاندي العادي

هو أكثر الأنواع استعمالاً لمعظم المنشآت التي لاتحتاج إلى مواصفات خاصة.

٢ الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد

يمتاز هذا الأسمنت بسرعة تصلبه للحصول على المقاومة خلال مدة زمنية أقل من الأسمنت البورتلاندي العادي.

يستعمل عندما يراد فك الطوبار بسرعة والإسراع في زمن إنشاء المبنى.

٣ الأسمنت البورتلاندي المنخفض الحرارة

يمتاز هذا النوع بقلة الحرارة الناتجة عن التفاعل بين الأسمنت والماء.

يستعمل عند صب الخرسانة بأحجام كبيرة، أي في أعمال الخرسانة الكتلية كما هو الحال في صب السدود.

٤ الأسمنت المعدل

هو عبارة عن مزيج من ٦٠% من أسمنت بورتلاندي عادي مع ٤٠% من أسمنت قليل الحرارة، بحيث تكون الحرارة المنبعثة من التفاعل أقل منها للأسمنت البورتلاندي، وأكثر من الأسمنت قليل الحرارة.

يستعمل أيضاً للخرسانة الكتلية.

٥ الأسمنت البورتلاندي المقاوم للكبريتات

يمتاز هذا النوع بمقاومته للكبريتات التي تعمل على تآكل الخرسانة، ويعود ذلك إلى انخفاض نسبة كل من ثلاثي ألومنيات الكالسيوم، ورباعي حديدي ألومنيات الكالسيوم. ويستعمل عندما تكون نسبة الكبريتات عالية بالجو أو التربة أو المياه الجوفية.

٦ الأسمنت البورتلاندي سريع التجمد

يمتاز هذا النوع بسرعة التفاعل، ويكون زمن الشك قليلاً، حيث يبدأ بالتجمد بسرعة كبيرة، يستعمل عند صب الخرسانة تحت الماء، أو عند استعمال القوالب المتحركة في الطوبار.

٧ الأسمنت البورتلاندي البوزولاني

تعرف المواد البوزولانيه بأنها مواد سيليكية، لها خاصية التفاعل مع الماء، تضاف للأسمنت البورتلاندي العادي بنسب قد تصل إلى ٤٠%. يمتاز هذا الأسمنت بقلة معدل اكتسابه للمقاومة، ومقاومته الجيدة للكبريتات.

٨ أسمنت خبث الأفران العالية (الأسمنت الحديدي)

يصنع هذا الأسمنت بإضافة خبث الأفران العالية (مثل أفران الحديد) إلى الكلنكر أثناء الطحن بنسبة قد تصل إلى ٦٠% من وزن الخليط (خبث الحديد هو عبارة عن سيليكات الكالسيوم وسيليكات الألمنيوم وسيليكات الحديد تنتج من مصانع الحديد أثناء تبريده) يمتاز هذا النوع من الأسمنت بما يأتي:

- بطء اكتسابه للمقاومة.
- انخفاض حرارة الاماهه.
- انخفاض المقاومة المبكرة.
- مقاومة الكبريتات ومياه البحر.

لذا يستعمل بالخرسانة الكتلية والمنشآت البحرية.

٩ الأسمنت البورتلاندي الأبيض:

يمتاز هذا الأسمنت بلونه الأبيض الذي ينتج عن استعمال مواد تحتوي على نسب قليلة جداً من أكسيد الحديد وأكسيد الماغنيسوم. وتكون تكاليفه ضعف أو ثلاثة أمثال تكاليف الأسمنت البورتلاندي العادي. يستعمل هذا الأسمنت في صناعة البلاط وأعمال الديكور وتلبيس الرخام وروبه البلاط.

١٠ الأسمنت البورتلاندي الملون:

يتكون هذا الأسمنت من أسمنت أبيض أو أسمنت بورتلاندي عادي، مضاف إليه أصباغ لإعطاء لون معين مثل الأحمر أو الأخضر أو الأصفر أو غيرها، ويستعمل هذا الأسمنت عندما يطلب خرسانة بألوان معينة.

١١ الأسمنت 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 الأسمنتبالخرسانة ذات الهواء المحبوس حيث تستعمل في الأماكن المعرضة للصقيع ، ومن مميزاتها أنها تكون ذات درجة تشغيل عاليه أثناء الخلط والصب .

١٢ الأسمنت البورتلاندي المقاوم لنفاذ الماء :

ينتج هذا النوع من إضافة حوالي ٢% من نترات الصوديوم إلى الكلنكر أثناء طحن الأسمنت ، مما يكسب الأسمنت وبالتالي الخرسانة المصنوعة منه خاصية مقاومة نفاذيه الماء . يستعمل في إنشاء السدود وخزانات المياه .

١٣ الأسمنت الاسفنجي :

هو نوع خاص من الأسمنت ، تضاف إليه أثناء تصنيعه مواد تولد فقاعات من الغازات بداخله أثناء خلطه بالماء ، يستعمل عندما يراد الحصول على خرسانة خفيفة أو خرسانة ذات مقاومة عالية لعزل الحرارة والصوت .

وهناك أنواع أخرى من الأسمنت منها الأسمنت الطبيعي ، والأسمنت المخلوط ، واسمنت آبار البترول واسمنت مونه البناء ، و الأسمنت المقاوم للبكتيرياو الأسمنت الألومينى ، و الأسمنت المقاوم للحرارة .

خواص الأسمنت

١ نعومة الأسمنت

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

٢ الوزن النوعي للأسمنت :

يعتمد مقدار الوزن النوعي للأسمنت البورتلاندي على نسب المكونات الكيماوية ، وعلى درجة نعومة الأسمنت ، وبشكل عام تبلغ قيمة الوزن النوعي للأسمنت البورتلاندي العادي حوالي ٣,١٥ .

٣ زمن الشك للأسمنت :

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

- زمن الشك الابتدائي **(Initial Setting)**

هي الفترة الزمنية من لحظة إضافة الماء إلى الأسمنت الجاف لغاية تماسك الروبة الأسمنتية وفقدان لدونتها بشكل تدريجي. تنص المواصفات على أن لا يقل زمن الشك الابتدائي للأسمنت البورتلاندي العادي عن (٤٥) دقيقة حتى يتسنى خلط ونقل وصب الخرسانة خلال هذه الفترة.

- زمن الشك النهائي : **(Final Setting)**

هي الفترة الزمنية من لحظة إضافة الماء إلى الأسمنت الجاف حتى فقدان العجينة الأسمنتية لدونتها تماماً، وعندها تبدأ بالتصلب واكتساب المقاومة والقوة. وتنص المواصفات على أن لا يزيد زمن الشك النهائي عن (١٠) ساعات للأسمنت البورتلاندي العادي.

يتأثر زمن الشك للأسمنت بعدة عوامل منها :

أ. التركيب الكيماوي للأسمنت.

ب. نسبة الجبص بالأسمنت.

ج. درجة نعومة الأسمنت.

د. درجة الحرارة ونسبة الرطوبة بالجو.

يتم قياس زمن الشك الابتدائي وزمن الشك النهائي باستخدام جهاز فيكات المبين بالشكل رقم (٨)حسب المواصفات الأمريكية **(ASTM CI87)**

شكل (٨)جهاز فيكات

٤ مقاومة الاسمنت

تعد مقاومة الأسمنت للضغط عاليه مقارنة مع مقاومته للشد . يتم تحديد مقاومة الأسمنت للضغط عن طريق عمل خلطة قياسية باستخدام الأسمنت والرمل القياسي بنسبة ١ أسمنت : ٣ رمل (بالوزن) مع إضافة

ماء بنسبة ١٠% من وزن الأسمنت والرمل، ويتم صبها بقوالب مكعبة الشكل طول ضلعها ٧,٠٧ ملم (أي مساحة سطح المكعب تساوي ٥٠ ملم٢)، ويتم كسر هذه المكعبات بعد ٣, ٧, ٢٨ يوماً، ويتم حساب مقاومة الضغط بعد كسرها عن طريق قسمة مقدار قوة الكسر على مساحة سطح المكعب. يجب أن لا تقل عن (١٥) نيوتن/ ملم ٢ بعد ٣ أيام وعن ٢٣ نيوتن/ ملم٢ بعد ٧ أيام، وقد تختلف هذه القيم اعتماداً على نوع الأسمنت.

بعض أنواع الأسمنت يتم كتابة مقدار مقاومتها على أكياس الأسمنت الموردة للموقع.

الماء water

أهمية الماء في الخرسانة

يمثل ماء الخلط أحد العناصر المهمة والأساسية في صناعة الخرسانة، ويقوم الماء بالوظائف الآتية:

١. يعمل على التفاعل مع الأسمنت لتكوين المونة الأسمنتية التي تعد المادة الفعالة والأساسية في صناعة الخرسانة وإعطاء المقاومة لها.

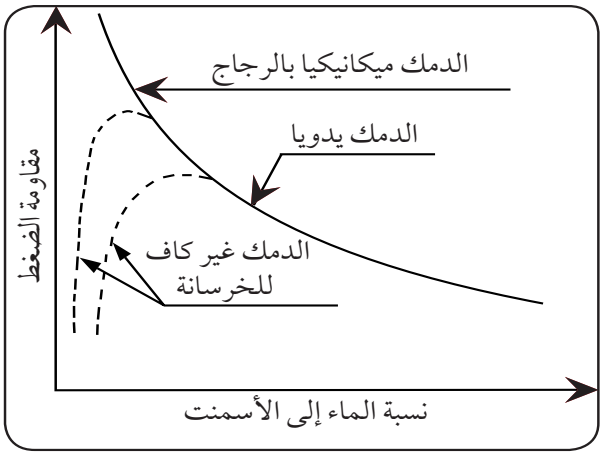
٢. يعمل الماء على بلل الركام بالخلطة، وبالتالي فإن جزءاً من ماء الخلط يمتصه الركام.

٣. يعطي الماء درجة من الليونة للخلطة الخرسانية، وهو يساعد على تحسين درجة تشغيل الخرسانة الطازجة أث ناء الخلط والنقل والصب.

بالإضافة إلى استعمال الماء في عملية خلط الخرسانة فإنه يستعمل أيضاً في عملية غسل الركام قبل خلط الخرسانة وخصوصاً عند تصنيع بعض الأنواع الخاصة من الخرسانة، ويستعمل أيضاً في عملية سقاية اومعالجة الخرسانة بعد عملية صبها للمحافظة على الماء الموجود داخل الخلطه لإتمام عملية التفاعل بين الأسمنت والماء التي تستمر لفترة طويلة بعد صب الخرسانة.

يعبر عن كمية ماء الخلط عادة بنسبة الماء إلى الأسمنت بالخلطة **(W/C) (Water-Cement ratio)** وهي النسبة بين وزن الماء إلى وزن الأسمنت بالخلطة الخرسانية. وتعد نسبة الماء إلى الأسمنت مهمة جداً في خواص الخرسانة الطازجة ومقاومة الخرسانة الجافة حيث أنه كلما زادت نسبة الماء إلى الأسمنت تقل مقاومة الخرسانة الجافة، بينما تتحسن درجة تشغيل الخرسانة الطازجة، والشكل رقم(٩) يبين العلاقة بين نسبة الماء إلى الأسمنت ومقاومة الضغط للخرسانة،

ان كمية الماء اللازمة للتفاعل بين الأسمنت والماء تتراوح بين ٠,٢٥-٠,٣٠ من وزن الأسمنت . 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، وصب الخرسانة وقد تصل نسبة الماء إلى الأسمنت أحياناً من ٠,٤-٠,٧ حتى تكون الخرسانة لدنة القوام وقابليتها للتشغيل سهلة . أما إذا زادت كمية الماء أكثر فإن هذه المياه تتبخر بعد جفاف الخرسانة، وتترك فراغات داخل الخرسانة، مما يؤدي إلى إضعاف مقاومة الخرسانة الجافة .



شكل (٩) العلاقة بين مقاومة الضغط ونسبة الماء إلى الاسمنت

خواص الماء المستعمل في خلط الخرسانة :

يجب أن يتوافر بالماء المستعمل في خلط الخرسانة الأمور الآتية :

- أن يكون خالياً من المواد الضارة كالزيوت والشحوم .
- أن يكون خالياً من الأملاح والأحماض والمواد العضوية .
- أن يكون خالياً من الطين والمواد الرسوبية والمواد الناعمة .

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 ٠,٥ غم/ لتر، أو إذا زادت نسبة الأملاح والمواد العالقة بمجموعها عن ٢غم/ لتر . كما لا يسمح باستخدام مياه البحر في خلط ومعالجة الخرسانة لأنها تحتوي على مركبات تؤثر على مكونات الخرسانة وعلى حديد التسليح .

المواد الإضافية Admixtures

تعرف المواد الإضافية للخرسانة بأنها أي مادة تضاف إلى الخرسانة أثناء الخلط أو بعده خلافاً للأسمنت والركام والماء . هذه المواد تضاف لتحسين خواص الخرسانة الطازجة أو الجافة ، مثل تسهيل عملية نقل وصب الخرسانة أو تقليل كمية ماء الخلط ، أو منع نفاذية الخرسانة الجافة للماء ، أوزيادة سرعة التفاعل بين الأسمنت والماء أو غيرها . تكمن أهمية هذه المواد في إعطاء الخرسانة مواصفات خاصة تتناسب مع الاستعمال والظروف الجوية المختلفة .

معظم المواد الإضافية محضرة من مواد كيماوية ومسجلة تحت أسماء تجارية ، وتستعمل بكميات قليلة وقد زاد استخدامها في السنوات 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 كنسبه مئوية من وزن الأسمنت .

أنواع المواد الإضافية واستخدامات كل منها :

تصنف المواد الإضافية حسب استعمالها إلى عده مجموعات حسب الغرض نذكر منها ما يلي :

١ **مواد إضافية لتحسين قابلية التشغيل وتقليل كمية ماء الخلط (مواد ملينة)**
(Plasticizers, Super plasticizers and water reducers)

تعمل هذه المواد على تشتيت الحبيبات بعضها عن بعض ، وبالتالي تزداد قابلية التشغيل للخرسانة الطازجة ، وتصبح حركة الحبيبات سهلة . معظم 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 لتسهيل قابلية التشغيل للخرسانة دون الحاجة إلى إضافة ماء زائد للخلطة الخرسانية .

٢ **مواد إضافية حابسة للهواء**

هي مواد تضاف للأسمنت أثناء صناعته أو بعد طحنه أو إلى الخرسانة أثناء الخلط تعمل على حبس هواء داخل الخرسانة . يعمل حبس الهواء على :

أ تحسين قابلية التشغيل .

ب تقليل كثافة الخرسانة .

ج تقليل مقاومة الخرسانة .

د تقليل خاصية النضح والانفصال الحبيبي بين مكونات الخرسانة .

٣ **مواد إضافية تعمل على تقليل زمن الشك**

تعمل هذه المواد على زيادة سرعة التفاعل بين الأسمنت والماء وبالتالي تقليل مدة زمن الشك مما يؤدي الى

زيادة المقاومة المبكرة للخرسانة . تستعمل هذه المواد عند صب الخرسانة بدرجات الحرارة المنخفضة والأجواء الباردة لزيادة سرعة التفاعل . كما وتستعمل أيضاً عندما يراد الحصول على مقاومة خلال مدة زمنية قليلة لإزالة الطوبار مبكراً، والإسراع في تنفيذ المبنى بالإضافة إلى تقليل فترة معالجة الخرسانة .

٤ مواد إضافية تعمل على زيادة زمن الشك

هي مواد مبطئة لسرعة التفاعل بين الأسمنت والماء، مثل الجبص الذي يضاف للأسمنت لمنع حدوث الشك السريع (الوميض)، تعمل هذه المواد على إبطاء شك الأسمنت، وتقليل معدل اكتساب المقاومة . تستعمل هذه المواد بشكل واسع في فلسطين وخصوصاً إذا تم نقل الخرسانة من المصنع إلى مواقع بعيدة تحتاج إلى مدة زمنية تزيد عن ٤٥ دقيقة وهي مدة زمن الشك الابتدائي للاسمنت .

٥ مواد إضافية تمنع نفاذية الماء داخل الخرسانة .

تقسم هذه المواد إلى نوعين :

أ) مواد طاردة للماء بحيث تعمل على طرد الماء الزائد عن التفاعل مع الأسمنت، وبالتالي تقلل من الفراغات داخل الخرسانة، وبالتالي تزيد من مقاومة الخرسانة الجافة لنفاذية الماء من خلالها .

ب) مواد مالئة للفراغات، بحيث تعمل على التفاعل مع الأسمنت لتشكل مادة جيلاتينية تملأ الفراغات داخل الخرسانة، مثل سيليكات الصوديوم والبوتاسيوم .

تستعمل هذه المواد عند صب خزانات المياه والآبار وبرك الماءلمنع تسرب المياه من خلالها .

٦ مواد مساعدة لمعالجة الخرسانه :

تستعمل هذه المواد للمساعدة في عملية معالجة (سقاية) الخرسانة بعد صبها من خلال الاحتفاظ بكميات من الماء الحر بالعجينة الأسمنتية لاتمام عملية التفاعل بين الأسمنت والماد .

يتم ذلك من خلال تغطية سطح الخرسانة بعد صبه بطبقة من البيتومين أو البرافين أو مواد غير منفذة للماء تعمل على حفظ الماء داخل الخرسانة دون تبخر وبالتالي لا نحتاج إلى معالجة الخرسانة بعد صبها .

٧ مواد اضافية مضادة للبكتيريا :

تستعمل في صب أرضيات وحوائط مصانع الأدوية والمواد الغذائية، تعمل على منع تكاثر الكائنات الحية الدقيقة على سطح الخرسانة .

٨ مواد إضافية ملونة للخرسانة :

هي عبارة عن أكاسيد معدنية وغيرها، تكون خاملة كيميائياً بألوان مختلفة، تضاف بنسبة قد تصل إلى ١٠% من وزن الأسمنت لإعطاء الوان خاصة للخرسانة .

نشاط(١)

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

نشاط(٢)

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

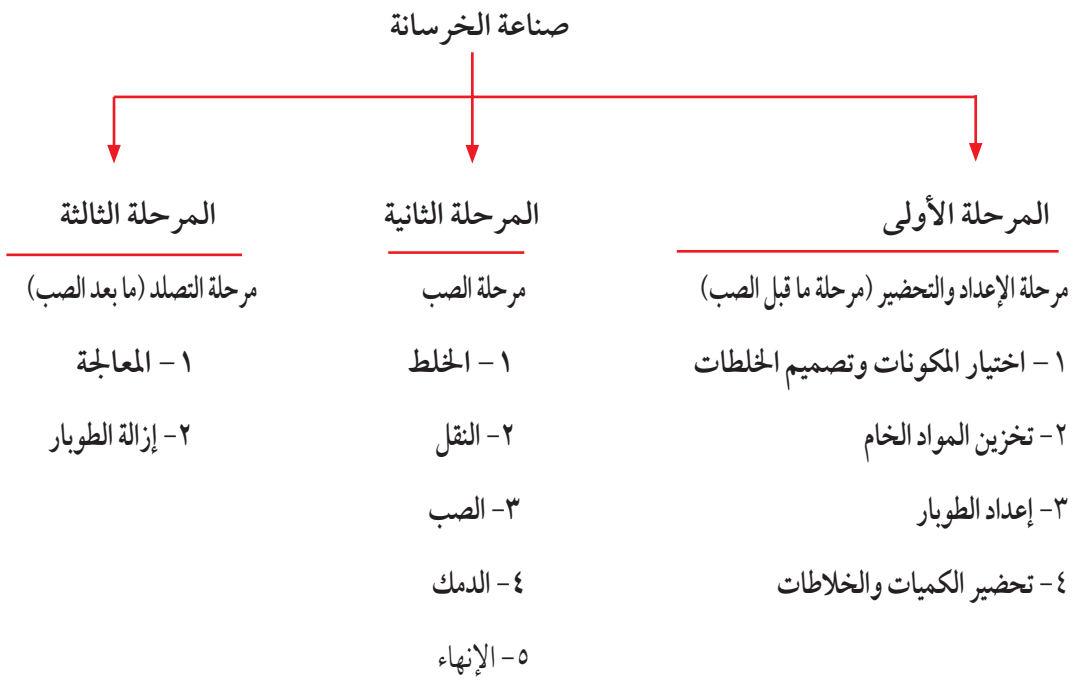
ناقش

تستعمل مادة البيجي بوند في القصاره الخارجية، ناقش مميزات هذه المادة.

٢ صناعة الخرسانة

تمر صناعة الخرسانة بثلاث مراحل رئيسية تبدأ بمرحلة الأعداد والتحضير أو مرحلة ما قبل الصب تليها مرحلة الصب وبعدها تأتي مرحلة التصلد أو مرحلة ما بعد الصب .

الشكل رقم (١٠) يبين خطوات كل مرحلة من مراحل صناعة الخرسانة ابتداء من اختيار مكونات الخرسانة وانتهاء بفك وإزالة الطوبار .



شكل (١٠) 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 الأسمنت المناسب وتحديد نسب الخلط من أسمنت ورمل وحصمة ، وكمية الماء لإعطاء خرسانة ذات مواصفات معينة بالحالة الطازجة ، وبالحالة الجافة .

تخزين المواد الخام:

عند تخزين الأسمنت يجب مراعاة ما يأتي :

(أ) يخزن الأسمنت المعبأ بأكياس في مستودعات معزولة عن الرطوبة، بينما يخزن الأسمنت السائب في صوامع مغلقة .

(ب) وضع أكياس الأسمنت على أرضيات خشبية مرتفعة عن الأرض من ١٠-١٥سم .

(ج) أن تكون الأكياس بعيدة عن الحوائط بمسافة لا تقل عن ١٥ سم .

(د) يمنع استخدام الأسمنت إذا مر عليه أكثر من ٦ أشهر للأسمنت المعبأ في صوامع أو ٣ أشهر للأكياس إلا بعد إجراء فحوصات عليه .

(هـ) يمنع استخدام الأسمنت 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 (١١) يبين ذلك .

شكل رقم (١١) تخزين الركام في مصانع الخرسانة

إعداد الطوبار:

يجب أن يكون الطوبار قوياً ومتيناً بدرجة كافية لتحمل القوى والأحمال الواقعة عليه أثناء الصب والدمك .

يستعمل خشب الطوبار على شكل ألواح ومراين، وتستعمل أيضاً الجكات والمواسير المعدنية لدعم الطوبار، وتستعمل مواد أخرى مثل ألواح الساندويش أو الألواح المعدنية، أو قوالب البلاستيك، أو غيرها لأعمال الطوبار والشكل رقم (١٢) يبين بعض هذه المواد .

طوبار باستخدام الخشب ومواسير وجكات على شكل شبكي للأسقف العالية .	طوبار باستخدام ألواح معدنيةلطوبار الحوائط	طوبار باستخدام الخشب

شكل رقم (١٢) أنواع مختلفة من الطوبار

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 للأسمنت حيث يحتوي كل كيس أسمنت على ٥٠كغم بينما يستعمل الحجم للحصمة والرمل للأعمال الصغيرة ويستعمل الوزن للأعمال الكبيرة وفي مصانع الخرسانة .

تكال الخرسانة عادة بالحجم (متر مكعب أو كوب)، ويزن المتر المكعب الواحد من الخرسانة العادية ما بين ٢٣٥٠-٢٤٥٠ كغم .

المرحلة الثانية : مرحلة الصب

تعد هذه المرحلة من أهم مراحل صناعة الخرسانة، لأن خواص الخرسانة الجافة ومقاومتها تعتمد بشكل كبير على هذه المرحلة، ويجب المراقبة والتدقيق على هذه المرحلة لأهميتها . تشمل هذه المرحلة :

الخلط:

يتم خلط الخرسانة إما يدوياً أو باستخدام خلاطات ميكانيكية ولا يسمح بالخلط اليدوي إلا في الحالات الاستثنائية نظراً لعدم تجانس الخرسانة المخلوطة يدوياً .

الخلط اليدوي :

كان الخلط اليدوي شائع الاستعمال سابقاً، لكن استعماله نادر حالياً، تتم عملية الخلط اليدوي بإضافة الأسمنت فوق الرمل ومزجهما معاً حتى يصبح الخليط متجانساً ،ثم تضاف الحصمة إلى الخليط ويستمر

الخلط دون إضافة الماء. يتم بعد ذلك عمل تجويف في وسط الخليط، وتضاف كمية الماء اللازمة للخلط في التجويف، وبعدها يبدأ تقليب الخليط من الخارج باتجاه المركز ويستمر التقليب والخلط حتى نحصل على خرسانة ذات قوام ولون مناسب ومتجانس.

يجب مراعاة ما يأتي أثناء الخلط اليدوي:

أ) أن يكون مكان الخلط نظيفاً وخالياً من الأتربة والطين.

ب) عدم السماح للماء بالتسرب خارج كومة الخلط خوفاً من تسرب الماء و الأسمنت من الخلطة.

ج) يجب تنظيف مكان الخلط بعد الاستعمال.

د) استعمال مجرفه ذات يد طويلة لتقليل الجهد المبذول أثناء الخلط.

هـ) رش مكان الخلط بالماء وخصوصاً إذا كان جافاً.

الخلط الميكانيكي:

يتكون الخلاط الميكانيكي من أسطوانة الخلط، وغالباً ما يكون بداخلها ألواح أو ريش تساعد على عملية الخلط. قد يكون الخلاط صغيراً في موقع العمل أو كبيراً في المصنع. يتم تفريغ بعض الخلاطات عن طريق إمالة وعاء الخلط حول محور لسهولة التفريغ، أو عن طريق وجود ألواح تحريك موجودة داخل الوعاء تعمل على دفع الخرسانة باتجاه فتحة التفريغ.

عند استعمال خلاطات الخرسانة يجب مراعاة ما يأتي:

١ يجب أن تكون كمية الخلط مناسبة مع سعة الخلاط المستعمل.

٢ يجب خلط الخرسانة جيداً حتى تكون الخرسانة الناتجة من الخلاط متجانسة.

٣ يجب العناية بتظيف الخلاط وعمل الصيانة اللازمة لذلك ومعايرة وسائل التعبئة والموازين من فترة لأخرى.

٤ يجب زيادة كمية الأسمنت والرمل قليلاً بالخلطة الأولى لأن جزءاً منها سيلتصق بالخلاط من الداخل.

٥ يتم تعبئة الخلاط أولاً بالركام الكبير، ثم الركام الناعم، ثم الأسمنت مع جزء من الماء، وبعدها تضاف

كميةالماء المتبقية.

٦ يجب عدم تأخير تفريغ الخلاط من الخرسانة بعد مرور الزمن المسموح به.

٧ يمنع إضافة الماء للخلطة بعد خروج الخرسانة من الخلاط.

والشكل رقم (١٣) يبين بعض أنواع الخلاطات الشائعة الاستعمال :

خلاطة صغيرة بالموقع

خلاط بوساطة شاحنة

شكل (١٣)بعض أنواع الخلاطات

نقل الخرسانة:

هناك عدة طرق لنقل الخرسانة من مكان الخلط إلى مكان الصب نذكر منها :

١ عربات اليد ذات العجل الواحد .

٢ عربات ذات عجلتين .

٣ السيور الناقلة والمواسير .

٤ المجاري الخشبية أو المعدينة .

٥ الونشات والروافع .

٦ عربات النقل من الخلاط المركزي إلى المواقع .

٧ مضخات الخرسانة .

٨ الخلاطات المحمولة على سيارات نقل الخرسانة .

والشكل رقم(١٤) يبين بعض هذه الطرق .

نقل خرسانة بوساطة ونشات وروافع

نقل الخرسانة بوساطة مضخة وخراطيم

عربة نقل خرسانة

روافع ودلو

عربة اليد

مضخات

شكل رقم (١٤) بعض طرق الخرسانة

صب الخرسانة:

تعد عملية صب الخرسانة في المكان المخصص لها من العمليات المهمة لأنها تؤثر على خواص ومواصفات الخرسانة الجافة ومقاومتها النهائية . يجب قبل صب الخرسانة مراعاة ما يأتي :

١ التأكد من سلامة الطوبار .

٢ تنظيف موقع الصب من الأتربة أو المواد الضارة بالخرسانة ،

٣ رش مكان الصب بالماء .

٤ التدقيق على حديد التسليح من حيث الكمية ووضعه في مكانه ، وتربيطه حسب ما هو مبين بالمخططات .

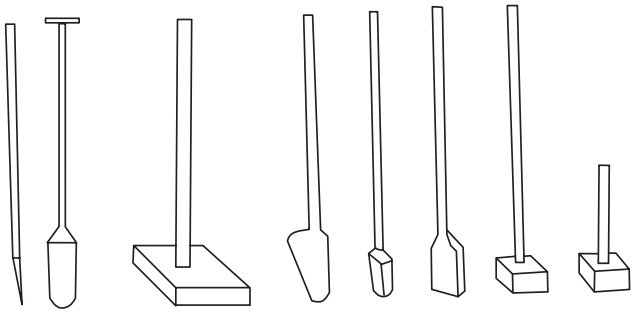
دمك الخرسانة (رج الخرسانة)

تعد عملية دمك الخرسانة هامة جداً في صناعة الخرسانة . وتأتي مباشرة أثناء عملية صب الخرسانة لضمان ترابط جيد بين الخرسانة وحديد التسليح وإزالة فقاعات الهواء من داخل الخرسانة . وهذا بدوره يؤدي إلى تحسين خواص الخرسانة الجافة من حيث المقاومةونفاذية الماء وغيرها .

ان استعمال الرجاجات يجعل من الممكن تخفيض كمية الماء بالخلطة، وبالتالي زيادة مقاومة الخرسانة، ولا بد من دمك الخرسانة حسب الأصول لضمان الحصول على خرسانة متجانسة من خلال توزيع منتظم لوسائل الدمك (الرجاجات) على كامل أجزاء الخرسانة دون الحاجة إلى ملامسة حديد التسليح أثناء الرج ودون استعمال الرجاجات لمدة طويلة، لأن ذلك قد يؤدي إلى حدوث انفصال حبيبي لمكونات الخرسانة.

طرق دمك الخرسانة:

١ الدمك اليدوي: يتم ذلك من خلال استعمال أدوات يدوية كالمبينة بالشكل رقم (١٥)، كما ويمكن استعمال قضبان حديد لدمك الخرسانة يدوياً أثناء الصب.



الشكل رقم (١٥) أدوات الدمك اليدوي للخرسانه.

٢ الدمك الميكانيكي: يتم ذلك باستخدام رجاجات تعمل إما بالبنزين أو السولار أو الكهرباء تعمل على دمك الخرسانة وإخراج الفقاعات منها.

وتقسم هذه الرجاجات إلى:

أ رجاجات ذات الإبرة: هي عبارة عن رجاجات متصلة بخرطوم يتم غرزه داخل الخرسانة أثناء الصب. هذه الرجاجات تعطي ذبذبات تصل في بعض الأنواع إلى (١٢٠٠٠) ذبذبة في الدقيقة. وتنتقل هذه الذبذبات إلى رأس خرطوم بقطر يتراوح من ٤-٥,٧سم. يتم غرز رأس الخرطوم عمودياً ونقله من مكان إلى آخر لمده تتراوح بين ٥-٣٠ ثانية اعتماداً على عدد الذبذبات وقطر الخرطوم، وقوام الخرسانة والشكل رقم(١٦) يبين بعض أنواع هذه الرجاجات.

شكل رقم (١٦) رجاج ذو الابرة

ب رجاج الطاولة: يستخدم رجاج الطاولة في مصانع الخرسانة مسبقة الصب حيث يتم رج الطاولة التي توضع عليها قوالب الخرسانة، وبالتالي تعمل هذه الرجاجات على دمك الخرسانة واخراج الفقاعات الهوائية من داخل قوالب الصب.

ج رجاجات خارجية: تستعمل هذه الرجاجات عن طريق وضعها على السطح الخارجي للطوبار مرتكزة على قاعدة مرنه تعمل على رج الطوبار والخرسانه التي بداخله. يتراوح تردد هذه الرجاجات من

(٣٠٠٠-٩٠٠٠) ذبذبة بالدقيقة، وتستعمل هذه الرجاجات في صناعة الخرسانة مسبقة الصب .

د رجاج القده : يستعمل هذا النوع لدمك وتسوية أسطح الخرسانة من خلال وضع رجاج مثبت على قدة معدنية يعمل على رج الاسقف الخرسانية وتسويتها .

مزايا دمك الخرسانه:

١ زيادة مقاومة الخرسانة للضغط .

٢ زيادة كثافة الخرسانة .

٣ زيادة مقاومة الخرسانة لنفاذية الماء .

٤ زيادة مقاومة الخرسانة للعوامل الجوية .

٥ زيادة عمر الخرسانة واستمرارية عملها مع الزمن .

٦ زيادة التماسك بين الحديد والخرسانه، وبين طبقات الخرسانة المتتالية أثناء الصب .

٧ الحصول على خرسانة ذات سطح أملس، بحيث يمكن الاستغناء عن قصارة الخرسانة .

الإنهاء والتشطيب:

يقصد بعملية الإنهاء هو تحسين منظر الخرسانة النهائي، مثل إضافة مواد خاصة لسطح الخرسانة، أو عمل أشكال وألوان خاصة للسطح، أو طلي ودهان سطح الخرسانة بمواد خاصة، أو تمشيط سطح الخرسانة بالفراشي لإظهار حبيبات الركام كما هو الحال بصب البزره للحصول على أشكال وديكورات وألوان خاصة بذلك .

والشكل رقم (١٧) يبين بعض هذه الأشكال .

شكل رقم (١٧) صورة صب بزرة خرسانية

المرحلة الثالثة: مرحلة ما بعد الصب (مرحلة التصلد)

المعالجة:

يقصد بمعالجة الخرسانة هو سقاية (ايناع) الخرسانة وغمرها بالماء بعد صبها وبداية تصلبها ، وتعد المعالجة ضرورية لإتمام عمليات التفاعل بين الأسمنت والماء ، وبالتالي لاكساب مقاومة ، ومتانة للخرسانة وقد بينت التجارب أن عدم معالجة الخرسانة تضعف من مقاومتها ، وتعد المعالجة بالأيام الأولى بعد الصب ضرورية جداً ، لأن عدم معالجة الخرسانة وسقايتها يؤدي إلى حدوث تشققاتبالخرسانة 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 الأسمنت وعلى درجة حرارة الجو ونسبة الرطوبة وبشكل عام تنص بعض المواصفات على معالجة الخرسانة لمدة لا تقل عن ١٤ يوماً .

طرق المعالجة :

١. طريقة الرش بالماء : من خلال رش الخرسانة مرتين أو ثلاث مرات يومياً .
٢. طريقة التغطية : من خلال تغطية الخرسانة بالخيش أو القماش ، ورشه بالماء للمحافظة على الرطوبة أثناء المعالجة ، وهذا ما نلاحظه أحياناً عند تغطية الأعمدة بالخيش ورشها بالماء .
٣. طريقة الغمر بوساطة الأحواض : كما هو الحال في معالجة البلاط من خلال وضع البلاط بأحواض ماء ، أو من خلال عمل أحواض على سطح الخرسانة المصبوبة وغمرها بالماء .
٤. طريقة التغطية بمواد غير منفذة للماء تعمل على منع تبخر الماء من داخل الخرسانة .
٥. طريقة المعالجة بالبخار وتستعمل عادة في مصانع الخرسانة الجاهزة والخرسانه مسبقة الصب .

إزالة الطوبار وفكه :

يتم ازالة الطوبار بعد اكتساب الخرسانة جزءاً من مقاومتها ويمكن الاسترشاد بالجدول الآتي للمدة المسموح بها فك الطوبار .

المدة المسموح بها لفك الطوبار

الأعضاءالخرسانية	البحر الفعال ● (متر)	معدل درجة الحرارة (درجة مئوية)			
		(٢١) فما فوق	١٠ – ٢١	٥ – ١٠	(٥) فما دون
		عمر الخرسانة بالأيام			
الجدران والأعمدة غير الحاملة	--	٢	٣	٥	٧
الجدران والأعمدة وكافة الأعضاء التي تحمل أحمالاً رأسية فقط	--	٥	٦	٧	٩
الأسقف	أقل من (٣,٠)	٧	١٠	١٤	٢١
	٣,٠ – ٦,٠	١٠	١٤	٢١	٢٨
	اكبر من (٦,٠)	١٤	٢١	٢٨	٢٨
الجسور	أقل من (٠–٣)	١٠	١٤	٢١	٢٨
	٣,٠ – ٦,٠	١٤	٢١	٢٨	٢٨
	اكبر من ٦,٠	٢١	٢٨	٢٨	٢٨

● **البحر الفعال** : هو أقصر مسافة بين محاور الركائز (المؤقتة أو الدائمة) .

٣ خواص الخرسانة الطازجة

تمر الخرسانة بعد عملية خلطها بثلاث مراحل يطلق على الأولى بالخرسانة الطازجة، والثانيةبالخرسانة الخضراء، والأخيرةبالخرسانة الجافة، فالخرسانة الطازجة هي الخرسانة حديثة الخلط التي لم تشك وتتماسك بعد، بينما الخرسانة الخضراء هي التي تم صبها ولكن لم تتصلب بعد بينما الخرسانة الجافة هي الخرسانة المصبوبة والمتصلبة والقادرة على تحمل القوى والاجهادات.

يلزم التعرف على خواص الخرسانة الطازجة لأن هذه الخواص تؤثر على خواص الخرسانة الجافة. ويجب أن تمتاز الخرسانة الطازجة بالسهولة المناسبة للخلط والنقل والصب والدمك دون حدوث انفصال حبيبي للركام، أو دون تسرب للماء والمونة الأسمنتية من خلال الخرسانة.

تتوقف خواص الخرسانة الطازجة على:

١. السهولة التي يمكن بها تحريك الخرسانة بالحاله الطازجة.

٢. التماسك بين مكونات الخرسانة أثناء الصب.

يمكن تصنيف خواص الخرسانة الطازجة إلى ما يأتي:

١. القوام ودرجة التشغيل **Consistency and workability**

٢. الانفصال الحبيبي **Segregation**

٣. النضح (النزف) (التدميع) **Bleeding**

قوام التشغيل ودرجته

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

أ. خرسانة جافة القوام.

ب. خرسانة صلبة القوام.

ج. خرسانة لدنة القوام.

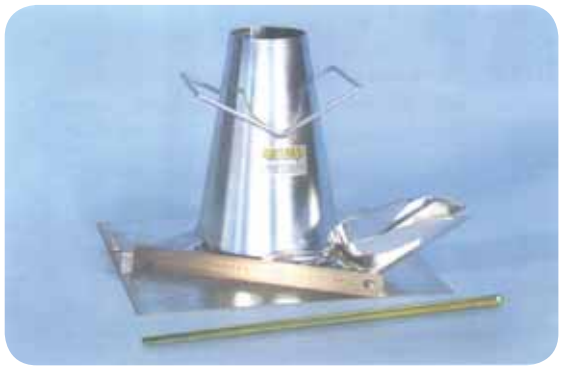
د. خرسانة مبتلة القوام.

هـ. خرسانة رخوة القوام.

يتم فحص وتحديد قوامها الخرسانة الطازجة بعدة طرق، نذكر منها :

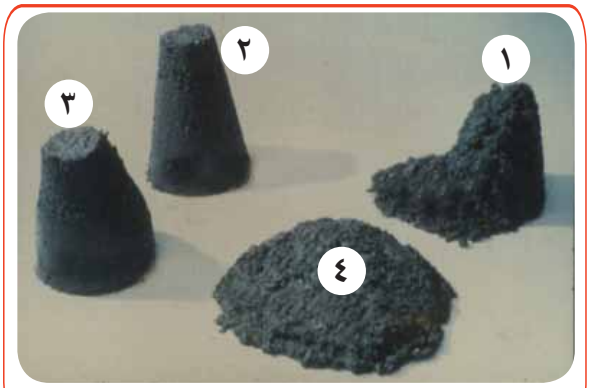
أ فحص الهبوط أو التهدل **Slump Test**

وهو من أكثر الفحوصات انتشاراً ، يتم عمل الفحص باستخدام مخروط ناقص معدني ذي أبعاد قياسية كما في الشكل رقم (١٨) .



شكل(١٨) قالب فحص الهبوط

يملأ المخروط الناقص على ٣ طبقات بحيث تكون فتحته الكبيرة إلى أسفل، والفتحة الصغيرة إلى أعلى، وتدمك كل طبقة بواسطة قضيب الدمك . وبعد ذلك يتم رفع المخروط بشكل رأسي إلى أعلى فتهبط الخرسانة الطازجة، ويقلب المخروط، ويتم قياس المسافة التي هبطتها الخرسانة لتعبر عن هبوط الخرسانة الطازجة . والشكل رقم (١٩) يبين أشكال وأنواع الهبوط حسب قوام الخرسانة .



شكل(١٩) الأشكال المحتملة لاختبار القوام بطريقة الهبوط

١ هبوط قص

٢ لا يوجد هبوط (خلطة جافة)

٣ هبوط حقيقي (خلطة لدنة)

٤ هبوط انهيار (خلطة رخوة)

والجدول يبين تصنيف قوام الخرسانة الطازجةحسب مقدار الهبوط :

قوام الخرسانة	الهبوط – ملم
جاف– Dry	صفر–٢٠
صلب–Stiff	١٠–٤٠
لدن–Plastic	٣٠–١٢٠
مبتل – Wet	١٠٠–٢٠٠
رخو – floppy	١٨٠–٢٢٠

درجات قوام الخرسانة الطازجة

والجدول الآتي يبين الهبوط المناسب للخرسانة للعناصر الإنشائية المختلفة .

نوع المنشأ	قيمة الهبوط- ملم
الوحدات الخرسانية جاهزة الصب(الدمك بالاهتزاز)	١٠
الطرق الخرسانية والأساسات (الدمك بالاهتزاز)	٢٥
الأعمال الخرسانية المسلحة (الدمك بالاهتزاز)	٥٠
الطرق الخرسانية (الدمك من غير اهتزاز)	٦٠
الأعمال الخرسانية المسلحة والعادية (الدمك من غير اهتزاز)	٧٥-١٥٠
الخرسانة المسلحة متشابكة حديد التسليح (الدمك من غير اهتزاز)	١٠٠-١٧٥

القوام المناسب (الهبوط) لخرسانة المنشآت المختلفة

نشاط

أثناء خلط الخرسانة بالمشغل يقوم الطلاب وبمشاركة المدرب بإجراء فحص الهبوط على خلطات مختلفة وملاحظة أثر زيادة الماء على مقدار الهبوط .

في حال عدم توافر مخروط الهبوط يقوم الطلاب وبمشاركةالمدرب بزيارة إلى أحد المختبرات الهندسية للاطلاع على كيفية إجراء التجربة .

ومن الفحوصات الأخرى التي تجرى لقياس القوام .

أ فحص الانسياب .

ب فحص الاختراق باستخدام كرة كيلي .

أنواع الخرسانة الطازجة حسب درجة تشغيلها :

١ خرسانة ذات درجة تشغيل منخفضة جداً .

٢ خرسانة ذات درجة تشغيل منخفضة .

٣ خرسانة ذات درجة تشغيل متوسطة .

٤ خرسانة ذات درجة تشغيل عالية .

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

(أ) فحص عامل الدمك .

(ب) فحص إعادة التشكيل بالرج (طريقة باورز) .

(ج) فحص إعادة التشكيل بالاهتزاز (طريقة في بي) .

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

درجات القابلية للتشغيل وعامل الدمك المقابل لها .

درجة القابلية للتشغيل	الهبوط(مم)	عامل الدمك	استعمالات الخرسانة
منخفضة جداً **(Very LOW)**	صفر-٢٠	٠,٧٨-٠,٨٥	خرسانة الطرق مدموكة بالاهتزاز و الجسور مسبقة الصب
منخفضة **(Low)**	٢٠-٥٠	٠,٨٥-٠,٩٢	خرسانة الطرق المدموكة بمكنات التسوية أو الاجهزة اليدوية، الخرسانة الكتلية للأساسات ، الخرسانة المسلحة ذات المقاطع البسيطة المدموكة بالاهتزاز .
متوسط **(Medium)**	٥٠-١٠٠	٠,٩٢-٠,٩٥	الخرسانية المسلحة الثقيلة والمدموكة بدون الاهتزاز .
عالية **(High)**	٧٥-١٥٠	أكثر من ٠,٩٥	خرسانة مسلحة ذات التسليح المتشابك، الأعمال الخرسانية حيث توجد صعوبة في الصب ولاتستخدم أبداً إذا كان دمك الخرسانة بالاهتزاز .

والشكل رقم (٢٠) يبين بعض الأجهزة المستعملة لقياس القوام، ودرجة التشغيل للخرسانة الطازجة.

شكل رقم (٢٠) اجهزة قياس القوام ودرجة التشغيل

الانفصال الحبيبي:(Segregation)

الانفصال الحبيبي هو انفصال مكونات الخلطة الخرسانية بحيث يصبح توزيع هذه المكونات غير منتظم داخل الخلطة. هناك نوعان من الانفصال الحبيبي:

أ) انفصال الحبيبات الكبيرة من الركام عن باقي مكونات الخلطة، ويحدث هذا النوع عند مرور الخرسانة على سطح مائل في الخلطات الجافة القوام.

ب) انفصال مونة الأسمنت والماء من الخلطة، ويحدث غالباً في الخلطات المبتلة القوام.

يحدث الانفصال الحبيبي عادة في الظروف الآتية:

أ) عند تفريغ الخلاطات.

ب) أثناء نقل الخرسانة بين الخلاط وموقع الصب.

ج) عند صب الخرسانة وخصوصاً من ارتفاع عالٍ. ولهذا السبب تمنع المواصفات صب الخرسانة من ارتفاع يزيد عن ١,٥ متر.

النضح (النزف) (التدميع) Bleeding

النضح هو تكون طبقة من الماء تظهر على سطح الخرسانة المصبوبة حديثاً بعد دمكها وتسويتها. هذا الماء يكون فائضاً عن الماء اللازم للتفاعل مع الأسمنت، ويظهر على السطح لأن كثافة الماء أقل من كثافة المواد الأخرى المكونة للخرسانة. إن خروج الماء إلى سطح الخرسانة قد يصاحبه خروج كمية من الأسمنت، وعند جفاف الماء تظهر طبقة رقيقة هشة على سطح الخرسانة تمنع تماسك طبقات الخرسانة بعضها مع بعض.

خواص الخرسانة الجافة

يقصد بخواص الخرسانة الجافة بالمقاومة **(Strength)** هي مقياس لجودة الخرسانة واستمرارية عملها مع الزمن ومقاومتها للعوامل الجوية والظروف التي تتعرض لها بالإضافة إلى مقاومتها لنفاذيه الماء ومقاومة العوامل الكيماوية والتآكل وغيرها .

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

تقسم مقاومة الخرسانة الجافة إلى الأنواع الرئيسية الآتية :

١	مقاومة الضغط	**Compressive Strength**
٢	مقاومة الشد	**Tensile Strength**
٣	مقاومة الانحناء	**Flexural Strength**
٤	مقاومة القص	**Shear Strength**
٥	مقاومة التماسك بين الحديد والخرسانة	**Bond Strength**

١ مقاومة الضغط

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

يتم فحص مقاومة الضغط للخرسانة الجافة عن طريق كسر عينات من الخرسانة يتم تعبئتها أثناء الصب في قوالب خاصة، وتحفظ العينات بالماء لمدة محددة حسب المواصفات .

شكل (٢١) بعض أنواع قوالب فحص مقاومة الضغط للخرسانه

بعض المواصفات تعتمد قوالب مكعبة الشكل مقاسها ١٠٠ملم×١٠٠ملم×١٠٠ملم أو١٥٠ملم×١٥٠ملم×١٥٠ملم والبعض الآخر يعتمد قوالب

أسطوانية . قطر ١٥٠ ملم، وارتفاع ١٥٠ ملم أو ٣٠٠ملم، وسيتم شرح كيفية تعبئة القوالب وكيفية حساب مقاومة الضغط للخرسانة بالتمارين العملية فيما بعد .

والشكل رقم (٢١) يبين نماذج لبعض أنواع قوالب فحص مقاومة الضغط للخرسانة .

شكل (٢٢)جهاز فحص مقاومة الضغط للخرسانه

والشكل رقم (٢٢) يبين جهاز فحص مقاومة الضغط للخرسانة .

لحساب مقاومة الضغط للخرسانة (إجهاد الكسر بالضغط) يتم قسمة مقدار قوة الضغط المحورية التي تكسر عينه الخرسانة على مقدار المساحة التي تؤثر عليها هذه القوة . يكون ناتج القسمة هو مقدار مقاومة الخرسانة للضغط والمعادلة الآتية توضح ذلك :

$$\text{(١) مقاومة الضغط} = \frac{\text{قوة الضغط}}{\text{مساحة السطح}}$$

أمثلة على حساب مقاومة الضغط :

* تعتمد المواصفات الفلسطينية (PSI) على قوالب مكعبة الشكل ١٠٠ ملم × ١٠٠ ملم ×١٠٠ ملم أو ١٥٠ ملم ×١٥٠ ملم ×١٥٠ ملم .

* تنص المواصفات الفلسطينية (PSI) على ضرورة إيناع العينات بالماء لمدة ٧ أيام من تحضيرها على أن تترك في غرفة ذات رطوبة طبيعية لحين إجراء الفحص بعد ٢٨ يوماً .

مثال(١)

انكسرت عينة خرسانية مكعبة الشكل ١٠٠ ملم×١٠٠ ملم×١٠٠ ملم على قوة ضغط مقدارها ٢٤٠كيلو نيوتن، احسب مقاومة الضغط لعينة الخرسانة .

الحل :

قوة الضغط = ٢٤٠ كيلو نيوتن = ٢٤٠٠٠٠ نيوتن

مساحة سطح العينة = ١٠٠X١٠٠ = ١٠٠٠٠ ملم٢

مقاومة الضغط = $\frac{\text{قوة الضغط}}{\text{مساحة السطح}} = \frac{٢٤٠٠٠٠}{١٠٠٠٠}$

= ٢٤ نيوتن/ملم٢(ميغا باسكال)

مثال(٢)

انكسرت ثلاث عينات خرسانية كل منها مكعبة الشكل طول ضلعها ١٥٠ ملم على قوى محورية مقدارها ٤٥٠ , ٤٨٠ , ٤٦٠ كيلو نيوتن على التوالي، احسب متوسط مقاومة الضغط للعينات الثلاثة .

الحل :

العينة الأولى :

القوة = ٤٥٠ كيلو نيوتن = ٤٥٠٠٠٠ نيوتن

المساحة = ١٥٠X١٥٠ = ٢٢٥٠٠ ملم٢

مقاومة العينة الأولى = $\frac{(٤٥٠٠٠٠)}{(٢٢٥٠٠)}$ = ٢٠,٠ نيوتن/ ملم٢

العينة الثانية :

القوة = ٤٨٠ كيلو نيوتن : ٤٨٠٠٠٠ نيوتن

المساحة = ٢٢٥٠٠ ملم٢

مقاومة العينة الثانية= $\frac{٤٨٠٠٠٠}{٢٢٥٠٠}$ = ٢١,٣ نيوتن / ملم٢

العينة الثالثة :

القوة = ٤٦٠ كيلو نيوتن = ٤٦٠٠٠٠ نيوتن

المساحة = ٢٢٥٠٠ ملم٢

مقاومة العينة الثالثة = $\frac{٤٦٠٠٠٠}{٢٢٥٠٠}$ = ٢٠,٤ نيوتن/ ملم٢

متوسط مقاومة العينات الثلاثة = $\frac{٢٠,٠+٢١,٣+٢٠,٤}{٣}$ = ٢٠,٦ نيوتن/ ملم٢

مثال(٣)

عينة خرسانية أسطوانية الشكل قطرها ١٥٠ ملم، وارتفاعها ٣٠٠ ملم، انكسرت بالضغط على قوة محورية مقدارها ٤٣٠ كيلونيوتن، احسب:

(أ) مقاومة الضغط للأسطوانة

(ب) إذا علمت أن مقاومة الضغط للمكعب تزيد ١٥% عن مقاومة الأسطوانة، احسب مقاومة المكعب لنفس نوع الخرسانة.

الحل:

مساحة سطح الأسطوانة = نق٢ π

= (٧٥)^{٢} X٢ X٣,١٤ = ١٧٦٦٢,٥ ملم٢

القوة = ٤٣٠ كيلو نيوتن = ٤٣٠٠٠٠ نيوتن.

مقاومة الأسطوانة = $\frac{٤٣٠٠٠٠}{١٧٦٦٢,٥}$ = ٢٤,٣ نيوتن/ ملم٢

مقاومة المكعب تزيد ١٥٪ عن مقاومة الأسطوانة

مقاومة المكعب = ١,١٥ X مقاومة الأسطوانة

= ١,١٥ X ٢٤,٣ = ٢٧,٩٥ نيوتن/ ملم٢

٢ مقاومة الشد:

تتراوح مقاومة الخرسانة بالشد بين ٧-١٢% من مقاومتها للضغط، لهذا تهمل مقاومة الخرسانة بالشد. يضاف حديد التسليح للخرسانة لمقاومة قوى الشد.

٣ مقاومة الانحناء:

تتراوح مقاومة الخرسانة للانحناء بين ١١-٢٣% من مقاومة الضغط، وتعد هذه الخاصية مهمة في الجسور والعقدات.

٤ مقاومة القص:

تتراوح مقاومة الخرسانة للقص حوالي ١٠% من مقاومة الضغط.

٥ مقاومة التماسك بين الحديد والخرسانة :

تعد مقاومة التماسك مهمة جداً في الخرسانة المسلحة التي تعتمد على وجود تماسك كافٍ بين حديد التسليح والخرسانه تتوقف مقاومة التماسك على :

أ) مقاومة الخرسانة للضغط .

ب) مكان حديد التسليح إن كان بالشد أم بالضغط .

ج) طول قضيب الحديد المغروز بالخرسانة .

د) قطر قضيب الحديد المغروز بالخرسانة .

هـ) شكل قضيب الحديد .

و) حالة وملمس سطح قضيب الحديد .

العوامل التي تؤثر على مقاومة الخرسانة الجافة :

١ كمية ونوع الأسمنت .

٢ شكل ومقاس وتدرج الركام .

٣ كمية الماء بالخلطة .

٤ درجة دمك الخرسانة ونسبة الفراغات .

٥ المواد الإضافية .

٦ مده معالجة الخرسانة الجافة .

٧ عمر الخرسانة .

درجات مقاومة الخرسانة واستعمال كل منها

تصنف الخرسانة حسب مقاومة الضغط إلى عدة درجات ، والجدول الآتي يبين هذه التصنيفات واستعمال كل منها :

درجة الخرسانة	مقاومة الضغط (نيوتن/ ملم٢)	محتوى الأسمنت بالمتر المكعب كغم/ م٣	الحد الأقصى لنسبة الماء إلى الأسمنت	الاستعمال
١٥ (ب-١٥)	١٥	٢٠٠-٢٢٠	٠,٨٥	خرسانة عادية، خرسانة مع دبش، مدات ميلان، صب خلف الحجر.
٢٠ (ب-٢٠)	٢٠	٢٢٠-٢٥٠	٠,٧٣	نفس الاستعمال للخرسانة من درجة ١٥
٢٥ (ب-٢٥)	٢٥	٢٥٠-٣٠٠	٠,٦٣	خرسانة مسلحة خرسانة الأساسات والقواعد والعقدات والأعمدة.
٣٠ (ب-٣٠)	٣٠	٣٠٠-٣٥٠	٠,٥٧	نفس الاستعمال للخرسانة من درجة ٢٥
٤٠ (ب-٤٠)	٤٠	٣٥٠-٤٠٠	٠,٥٠	خرسانة مسبقة الصب خرسانة مسبقة الاجهاد خرسانة الأعمدة للعمارات العالية.

درجات مقاومة الخرسانة واستعمالاتها

ملاحظة:

قد يختلف محتوى الماء ونسبة الماء إلى الأسمنت اعتماداً على نوع الركام ونسب الخلط والمواد الإضافية المستخدمة في صناعة الخرسانة.

تصميم الخلطات الخرسانية Concrete Mix Design

يعني تصميم الخلطات الخرسانية تحديد نسب مكونات الخرسانة من أسمنت ورمل وركام كبير وماء للحصول على خرسانة ذات مواصفات معينة بالحالة الطازجة والحالة الجافة.

هناك عدة طرق تستعمل لتصميم الخلطات الخرسانية، بعضها يعتمد على الخبرة العملية، وبعضها الآخر يعتمدعلى أمور نظرية وتجريبية بناءً على خواص 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 وتدرجه وخواصه والأسمنت بالمختبرات

الخاصة لتحديد هذه النسب لمصانع الخرسانة اعتماداً على المقاومة المطلوبة ودرجة التشغيل المناسبة .

تعتمد طريقة نسب الخلط من الأسمنت والرمل والركام الكبير على تحديد هذه النسب إما بالوزن أو بالحجم . فمثلاً خرسانة نسب خلطها ١ : ٢ : ٤ ، يعني ذلك استعمال جزء واحد من الأسمنت وجزئين من الرمل وأربعة أجزاء من الركام الكبير . أي أن :

اسمنت	رمل	ركام كبير
١	٢	٤

لمعرفة الكميات اللازمة لخلط كيس من الأسمنت (وزنه ٥٠ كغم) باستخدام النسب السابقة نستعمل

أسمنت =٥٠كغم

رمل ٢X٥٠=١٠٠كغم .

ركام كبير ٤X٥٠=٢٠٠كغم .

وفي بعض الأحيان نستعمل نسب الخلط كنسبة بين الأسمنت والركام الخليط ، فيقال خلطة من نوع ١ : ٦ تعني : (جزء من الأسمنت مع ستة أجزاء من الركام الخليط . وهذه النسب تعتبر أقل دقة من النسب السابقة التي تحدد الأسمنت والرمل والركام الكبير .

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

٣٠٠كغم أسمنت و٠,٣٤م٣ رمل و٠,٦٨م٣ركام كبير

وأحياناً يستعمل عدد شوالات الأسمنت بدلاً من وزن الأسمنت ، فنقول

٦ شوالات أسمنت و٠,٣٤م٣ رمل و٠,٦٨م٣ ركام كبير .

من الضروري تحديد كمية الماء اللازمة للخلطة لأنها تؤثر على درجة تشغيل الخرسانة ومقاومتها النهائية .

تحدد كمية الماء عن طريق تعيين نسبة الماء إلى الأسمنت ($\frac{W}{C}$)، وعادة تكون بالوزن وهي تمثل وزن الماء مقسوماً على وزن الأسمنت بالخلطة ، فإذا استعملنا نسبة ماء إلى الأسمنت=٠,٥ للخلطة السابقة فإننا نستعمل ٣٠٠X٠,٥= ١٥٠كغم (لتر)ماء للخلطة ، وتصبح الكميات اللازمة لعمل ١م٣ خرسانة هي :

٣٠٠كغم اسمنت و ٠,٣٤م٣ رمل و ٠,٦٨ ركام كبير و١٥٠لتر ماء .

تعتمد نسب الخلط على نوع العنصر الخرساني الذي يراد صبه ومقاومة الضغط للخرسانة ودرجة التشغيل المطلوبة . والجداول الآتية تبين نسباً مقترحة لخلطات خرسانية مختلفة يمكن الاسترشاد بها أثناء العمل بالموقع .

نسب الخلط المقترحة لبعض الأعمال الخرسانية .

(نسب الخلط المقترحة بالوزن)

نوع الخرسانة	أسمنت	رمل	ركام كبير		أسمنت	رمل	ركام كبير
خرسانة مسلحة	١	٢	٤	أو	١	٢,٥	٤
خرسانة كتلية	١	٣	٥	أو	١	٣	٦
خرسانة طرق	١	٢	٣	أو	١	٢	٣,٥
قواعد خرسانية	١	٢,٥	٤	أو	١	٣	٥

الكميات التقريبية لعمل ١ متر مكعب خرسانة (١ كوب) النسب بالحجم

نسبة خلط الخرسانة بالحجم			كميات المواد لعمل ١ م٣ خرسانة		
أسمنت	رمل	ركام كبير	أسمنت (شوال)	رمل (م٣)	ركام كبير (م٣)
١	٢	٣	٧	٠,٤٦	٠,٦٤
١	٢	٣	٦,٥	٠,٣٩	٠,٦٠
١	٢	٤	٦	٠,٣٤	٠,٦٨
١	٢,٥	٣,٥	٦	٠,٤٢	٠,٥٨
١	٢,٥	٤	٥,٥	٠,٣٩	٠,٦٣
١	٢,٥	٥	٤,٧٥	٠,٣٥	٠,٧٠
١	٣	٥	٤,٥	٠,٣٩	٠,٦٥
١	٣	٦	٤	٠,٣٦	٠,٧٢

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

مقاومة الضغط للخرسانة نيوتن / ملم٢	نسب الخلط (بالوزن)
١٥-٢٠	١ : ٣ : ٦
٢٠-٢٥	١ : ٢ : ٤
٣٠-٣٥	١ : ١,٥ : ٣

أمثلة على تصميم الخلطات الخرسانية :

مثال (١)

يراد صب مدة أرضية مساحتها ١٢٠م٢ ، وسمكها ١٠سم . احسب كميات المواد اللازمة علماً بأن المتر المكعب (الكوب) من الخرسانة يحتاج إلى

٦شوالات أسمنت (٣٠٠كغم)

٠,٤٢م٣ رمل

٠,٥٨م٣ ركام كبير

١٨٠ لتر ماء .

الحل :

كمية الخرسانة اللازمة للمدة الأرضية (حجم الخرسانة) يساوي المساحة xالسمك=١٢٠x١,٠= (١٢)م .

كمية الأسمنت اللازمة لعمل ١٢م٣ خرسانة = ٦x١٢=٧٢شوال (٣٦٠٠كغم)

كمية الرمل اللازمة لعمل ١٢م٣ خرسانة = ٠,٤٢x١٢=٠,٥م٣

كمية الركام الكبير اللازمة لعمل ١٢م٣ = ٠,٥٨x١٢=٠,٧م٣

كمية الماء اللازمة لعمل ١٢م٣ خرسانة =١٨٠x١٢ =٢١٦٠لتر=١٦,٢م٣ .

مثال (٢)

احسب الكميات اللازمة لتعبئة خلاط خرساني سعته (٩م٣) خرسانة من نوع ٢٥ (٢٥نيوتن/ ملم٢) (أو ٢٥٠ كغم/ سم٢) إذ علمت أن نسب الخلط ١ : ٢ : ٤ (بالحجم) علماً بأن نسبة الماء إلى الأسمنت = ٠,٦٠ (بالوزن).

الحل :

بالرجوع إلى الجداول السابقة نلاحظ أن الكميات اللازمة لعمل ١م٣ خرسانة نسب خلطها ١ : ٢ : ٤ هي كما يأتي :

كمية الأسمنت = ٦شوالات=٥٠x٦=٣٠٠كغم

حجم الرمل = ٠,٣٤م٣

حجم الركام الكبير = ٠,٦٨م٣

كمية الأسمنت تحسب من نسبة الماء إلى الأسمنت

$$\frac{\text{وزن الماء}}{\text{وزن الأسمنت}} = ٠,٦$$

وزن الماء = ٠,٦x وزن الأسمنت

=٠,٦x٣٠٠=١٨٠ كغم = ١٨٠لتر

الكميات اللازمة لتعبئة الخلاط سعه ٩م٣ هي :

اسمنت ٣٠٠x٩ = ٢٧٠٠كغم

رمل ٠,٣٤x٩ = ٣,٠٦م٣

ركام كبير ٠,٦٨x٩= ٦,١٢م٣

ماء ١٨٠x٩= ١٦٢٠لتراً

٤

أنواع خاصة من الخرسانه

الخرسانة العادية تتكون من ركام عادي، ورمل، وأسمنت، وماء، وأحياناً بعض المواد الإضافية. بينما تعرف الخرسانة المسلحة بأنها الخرسانة التي تحتوي على حديد تسليح. وأحياناً يضاف الدبش (كسر الأحجار الكبيرة الصلبة) إلى الخرسانة بنسبة لا تتعدى ٢٥% من حجم الخرسانة، وتسمى الخرسانة بهذه الحالة الخرسانة بالدبش.

هناك أنواع خاصة من الخرسانة نذكر منها :

١ - الخرسانة الخفيفة : Light weight concrete

هي خرسانة ذات كثافة تتراوح بين ١٢٠٠-١٨٠٠كغم/ م٣ مقارنة بكثافة الخرسانة العادية التي تتراوح بين ٢٣٥٠-٢٤٥٠كغم/ م٣.

تستعمل هذه الخرسانة في إنشاء بعض الأبنية بغرض تخفيف الاحمال الميتة للمنشأ وتستعمل أحياناً في صب المدات الأرضية ومدات الميلان للأسطح لنفس الغرض. تمتاز هذه الخرسانة بما يأتي :

أ) خفة الوزن وبالتالي تقليل الأحمال.

ب) العزل الحراري.

ج) العزل الصوتي.

د) مقاومة الحريق.

يتم تصنيع هذه الخرسانة بإحدى الطرق الآتية :

أ) باستخدام ركام طبيعي أو صناعي خفيف.

ب) بإضافة مواد كيماوية أثناء الخلط تعمل على تشكيل فراغات داخل الخرسانة.

ج) باستخدام الأسمنت الإسفنجي أو الرغوي.

عند استخدام هذا النوع من الخرسانة يجب مراعاة ما يلي :

أ) مقاومتها تعد ضعيفة بالمقارنة مع الخرسانة العادية.

ب) تكاليفها أعلى من الخرسانة العادية.

ج) تتطلب صناعتها عناية أثناء الخلط والصب والنقل.

٢- الخرسانة مسبقة الصب Precast concrete

تعرف الخرسانة مسبقة الصب بالخرسانة التي تخلط، وتصب وتعالج وتصنع في المصانع، وبعدها تنقل وتركب بالموقع على شكل حوائط جاهزة أو عقدات أو جسور أو أدراج أو أي قطع أخرى. من الأمثلة البسيطة على قطع مسبقة الصب : الطوب، الأطاريف للأرصفة والطرق، مواسير المجاري الخرسانية، المناهل الجاهزة وغيرها.

تمتاز الخرسانة مسبقة الصب بما يلي :

١ توفر الوقت في الإنشاء.

٢ تجنب الظروف الجوية الصعبة أثناء الإنشاء.

٣ تقليل تكاليف الطوبار بالموقع.

٤ إمكانية استعمال قوالب حديدية للطوبار.

٥ تقليل تلوث البيئة.

٦ التغلب على حالات ضيق موقع العمل.

قد تستعملبالخرسانة مسبقة الصب مواد تقليدية كالخرسانة أو الحجر أو خرسانة خفيفة أو خرسانة مسبقة الإجهاد، أو طبقات من مواد مختلفة.

تواجه عملية صناعة الخرسانة مسبقة الصب عدة مشاكل، نذكر منها :

١ تكاليف أولية عالية لإنشاء المصانع.

٢ فتح أسواق، وطلباً مستمراً لإنتاج المصنع.

٣ الحتاجة إلى قدرات فنية عالية بالتصنيع.

٤ الحتاجة إلى تقنيات عالية للتركيب.

٣- الخرسانة مسبقة الإجهاد : Prestressed concrete

تعرف الخرسانة مسبقة الإجهاد بأنها الخرسانة التي تتعرض إلى إجهادات قبل عملية التركيب، أو أحياناً قبل عملية الصب، بواسطة وضع كوابل حديد عالي المقاومة بدلاً من قضبان الحديد، يتم شد هذه الكوابل بوساطة أجهزة خاصة، وبعد جفاف الخرسانة تعمل هذه الكوابل على إحداث إجهادات ضغط على الخرسانة. بعد تعرض هذه العناصر للأحمال تتولد إجهادات شد على الخرسانة تتعادل مع إجهادات الضغط التي أحدثتها الكوابل، وبالتالي تكون الخرسانة غير معرضة للشد وانما للضغط فقط. وبهذه التقنية نستفيد من كامل المقطع الخرساني، لأن الخرسانة عالية المقاومة بالضغط وضعيفة المقاومة بالشد.

يمكن تصنيع الخرسانة مسبقة الاجهاد باحدى الطرق الآتية :

١ يتم شد كوابل الحديد قبل الصب ، وعند جفاف الخرسانة تترك الكوابل لتوليد ضغط على الخرسانة ، وتسمى هذه الطريقة بالشد قبل الصب .

٢ يتم وضع مواسير أو خراطيم داخل الخرسانة قبل الصب في أماكن وضع الكوابل حسب التصميم وبعد صب الخرسانة وجفافها توضع الكوابل داخل المواسير ، وتشد من الأطراف لتولد إجهادات ضغط على الخرسانة ، وتسمى هذه الطريقة بالشد بعد الصب .

حساب كميات الخرسانة

تكال أعمال الخرسانة المصبوبة بالموقع بجميع أنواعها عادةً كيلاً هندسياً بالحجم (بالمتر المكعب) وأحياناً يطلق عليه (كوب) لكل الأعمال الخرسانية المنفذة فعلاً بعد خصم الفتحات إن وجدت . لا يخصم حجم حديد التسليح من حجم الخرسانة المسلحة .

تكال عادة الأعمال الخرسانية كما يأتي (باستثناء ما تنص عليه جداول الكميات خلافاً لذلك) :

١ خرسانة النظافة تحت الأساسات : إذا كانت بسماكات محددة مثل ١٠ سم تكال بالمتر المربع ، مع تحديد مقدار السمك . بينما إذا كانت بسماكات غير محدده ، أو إذا كانت من خرسانة عادية أو خرسانة مع دبش فتكال بالمتر المكعب

٢ المدات الأرضية : تكال بالمتر المربع مع تحديد سمك المدة الأرضية .

٣ القواعد والأساسات : تكال بالمتر المكعب حسب المخططات .

٤ الأعمدة والحوائط الخرسانية : تكال بالمتر المكعب حسب المخططات .

٥ العقدات والجسور الساقطة والمخفية (المسحورة) تكال بالمتر المكعب لكميات الخرسانة بالعقدة ، و لا يكال الطوب المفرغ في هذه الحالة . وفي بعض الأحيان تكال العقدة بالمتر المربع للسطح شاملاً الباطون للعقدات والجسور والطوب .

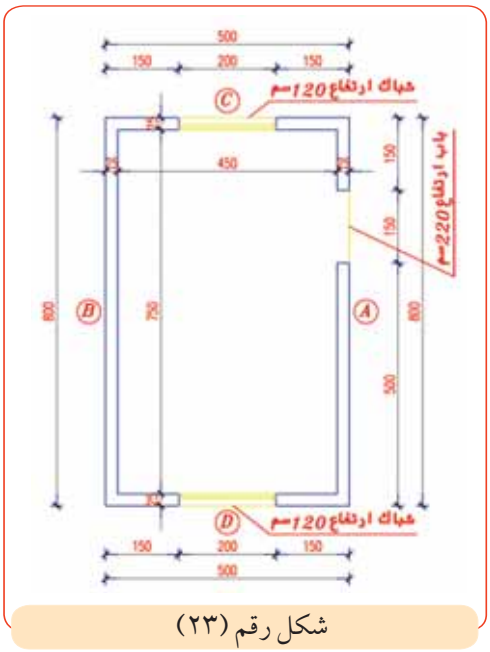
* قد يستعمل أحياناً الكيل البلدي الذي يعتمد على عدم خصم حجم الفتحات من حجم الخرسانة المصبوبة .

٦ بسطات وشواحط الدرج تكال بالمتر المكعب حسب المخططات :

في بعض الأحيان يكال حديد التسليح مع أعمال الخرسانة المسلحة بحيث يشمل الخرسانة وحديد التسليح حسب المخططات وفي هذه الحالة يحسب حجم الخرسانة المسلحة شاملاً الخرسانة وحديد التسليح معاً .

مثال (١)

يبين الشكل الآتي سطح مخزن، أبعاده الخارجية ٨م X٥م، وسمك الحوائط ٢٥سم كما هو مبين بالشكل إذا علمت أن هناك باباً عرضه ١٥٠سم، وارتفاعه ٢٢٠سم وشباكين عرض كل منهم ٢٠٠سم، وارتفاع ١٢٠سم احسب كميات الخرسانة اللازمة :



شكل رقم (٢٣)

١- للحوائط إذا علمت أن ارتفاع الحوائط=٣متر .

٢-للعقدة إذا علمت أن سمك العقدة= ١٨سم (عقدة مصمتة)

الحل :

١ كمية الخرسانة اللازمة للحوائط :

مساحة الحائط (A) بدون خصم الباب = ٣X٨=٢٤م٢

مساحة الحائط (B) = ٣X٨=٢٤م٢

مساحة الحائط (c) بدون خصم الشباك

= ٥ , ٤X٣=٥ , ١٣م٢

مساحة الحائط (D) بدون خصم الشباك =٥ , ٤X٣ = ٥ , ١٣م٢

مجموع المساحات قبل خصم الفتحات (أبواب وشبابيك)= ٢٤+٢٤+٥ , ١٣+٥ , ١٣=٧٥م٢

مساحة الباب =٥ , ١X٢ , ٢=٣ , ٣م٢

مساحة الشباك بالحائط (c)=، ٢X٢ , ١=٤ , ٢م٢

مساحة الشباك بالحائط (D) = ٢X٢ , ١ = ٤ , ٢م٢

مجموع مساحات الفتحات (الأبواب والشبابيك)

٣ , ٣+٤ , ٢+٢ , ٤= ١ , ٨م٢

المساحة الصافية للحوائط بعد خصم الفتحات=٧٥-١ , ٨=٩ , ٦٦م٢

حجم الخرسانة اللازمة للحوائط = المساحة x سمك الحائط

= ٩ , ٦٦X٢٥ , ٠=١٦ , ٧٢٥م٣ (حوالي ١٧ كوباً)

٢ كمية الخرسانة اللازمة للعقدة

مساحة العقدة=٨X٥=٠,٤٠م٢

حجم الخرسانة اللازمة للعقدة= ٠,٤٠X١٨,٠ = ٧,٢م٣

مثال (٢)

احسب كمية الخرسانة اللازمة لصب أعمدة مبنى اذا علمت أن هناك (١٥) عموداً مقطع كل منها ٣٠ سم × ٥٠سم، و(١٠) أعمدة مقطع كل منها ٢٥سم× ٦٠سم، علماً بأن ارتفاع الأعمدة جميعها يساوي ٣ متر .

الحل :

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

نوع العمود	مساحة مقطع العمود(م٢) (م٢)	ارتفاع العمود (م)	حجم العمود الواحد م٣	عدد الأعمدة عدد	الحجم الكلي م٣
ع١	٠,٣٠X٠,٥٠=٠,١٥	٣,٠	٠,٤٥	١٥	٦,٧٥
ع٢	٠,٢٥X٠,٦٠=٠,١٥	٣,٠	٠,٤٥	١٠	٤,٥٠
المجموع =٢٥,١١م٣					

كمية الخرسانة اللازمة لصب كافة الأعمدة ٢٥,١١ متر مكعب (كوب)

مثال (٣)

عقدة مفرغة مساحتها ٢٠٠م٢ ، سمك العقدة مع الطوب = ٢٥سم . إذا علمت أن العقدة تحتوي على ١٢٠٠ طوبة (مقاس كل طوبة ٤٠سم X ٢٠سم X ١٧سم) .

احسب كمية الخرسانة اللازمة لصب هذه العقدة .

الحل :

حجم العقدة (الخرسانه مع الطوب)= مساحة العقدة X سمك العقدة

= ٢٠٠X٠,٢٥ = ٥٠ م٣

حجم الطوب بالعقدة = عدد الطوب X حجم الطوبة الواحدة

= ١٢٠٠X٠,٤٠X٠,٢٠X٠,١٧

= ١٦,٣ م٣

حجم الخرسانه = حجم العقدة – حجم الطوب

= ٥٠-١٦,٣ = ٣٣,٧ م٣

حوالي(٣٤ م٣)

أسئلة الوحدة

س١ : أجب (بنعم) أو (لا) أمام كل عبارة من العبارات الآتية :

١ الخرسانة هي خليط من الأسمنت والماء .

٢ المواد الإضافية هي المواد التي تضاف للخرسانة أثناء الخلط أو الصب للحصول على خواص معينة .

٣ مقاومة الخرسانة بالشد تساوي مقاومتها بالضغط .

٤ كلما زادت كمية الماء بالخلط تقل مقاومة الضغط للخرسانة .

٥ زيادة كمية الأسمنت بالخلطة تزيد من مقاومة الضغط للخرسانة .

٦ تقاس كميات الخرسانة المصبوبة بالحجم (م٣) .

٧ يتم شراء الأسمنت بالحجم كما هو الحال في الخرسانة .

٨ يستعمل فحص الهبوط لقياس قوام ودرجة تشغيل الخرسانة الطازجة .

٩ تصميم الخلطات الخرسانية يعني حساب كميات الماء و الأسمنت والرمل والركام الكبير اللازم للخلطة .

١٠ فحص مقاومة الضغط للخرسانة الجافة من أهم الفحوصات التي تجرى على الخرسانة .

س٢ : أكمل العبارات الآتية :

١ كلما زادت نسبة الماء إلى الأسمنت . . . . . مقاومة الخرسانة الجافة .

٢ كلما زادت نسبة الماء إلى الأسمنت . . . . مقدار هبوط الخرسانة الطازجة .

٣ الخرسانة المسلحة هي الخرسانة التي تحتوي على . . . . .

٤ يتم تصنيع الخرسانة الخفيفة بالطرق الآتية

أ----------

ب----------

ج----------

٥ خرسانة نسب خلطها ١ : ٣ : ٥ بالوزن تعني . . . . . أسمنت . . . . و . . . . . رمل و . . . . . ركام كبير .

٦ يستخدم ركام كروي الشكل في صناعة الخرسانة . . . . . تشغيل الخرسانة الطازجة .

٧ يستعمل الأسمنت المنخفض الحرارة في صب الخرسانة . . . . .

٨ يستعمل الأسمنت الأبيض في صناعة . . . . وأعمال . . .

٩ يستعمل جهاز . . . . لفحص زمن الشك للأسمنت .

س٣ : اختر الإجابة الصحيحة مما يأتي :

١ زيادة نسبة ماء الخلط تؤدي إلى :

أ زيادة هبوط الخرسانة الطازجة .

ب تقليل مقاومة الخرسانة الجافة .

ج زيادة كمية الفراغاتبالخرسانة الجافة .

د جميع ما ذكر .

٢ خرسانة من نوع ٢٠ أو (B20) يعني :

أ مقاومة الشد = ٢٠ نيوتن/ ملم٢

ب مقاومة الضغط= ٢٠ نيوتن/ ملم٢

ج تحتوي على ٢٠٠كغم أسمنت .

د جميع ما ذكر .

٣ خرسانة نسب خلطها ١ : ٣ : ٦ (بالوزن) تعني :

أ ١كغم ماء مع ٣ كغم أسمنت مع ٦ كغم ركام .

ج ١ كغم رمل مع ٣ كغم أسمنت مع ٦ كغم ركام كبير .

د ١ كغم ركام كبير مع ٣ كغم رمل مع ٦ كغم أسمنت .

٤ الخرسانة المسلحة هي :

أ الخرسانة التي يتم تصنيعها في مصانع الأسلحة .

ب الخرسانة التي لا تحتوي على حديد تسليح .

ج الخرسانة التي تحتوي على حديد تسليح .

د الخرسانة التي تخلط ، وتصب بالمصنع ، وتنقل ، وتركب بالموقع .

٥ أفضل أنواع الخرسانة من حيث الهبوط هي الخرسانة :

أ جافة القوام . ب رخوة القوام . ج لدنة القوام . د مبتلة القوام .

٦ تعتبر الخرسانة الجافة عالية المقاومة :

أ بالشد . ب بالانحناء . ج بالقص . د بالضغط

٧ يستعمل فحص كسر مكعبات الخرسانة الجافة لمعرفة مقاومة :

أ الشد . ب الضغط . ج الانحناء . د القص .

٨ كمية الماء اللازمة لخلط ١م٣ خرسانة يحتوي على ٥شوالات أسمنت، ونسبة الماء إلى الأسمنت =٠,٧٠هي

أ ٣٠٠ لتر . ب ٢١٠ لترات . ج ١٧٥ لتراً . د ٢٥٠ لتراً .

٩ كمية الخرسانة اللازمة لصب عقدة مصمتة سمكها ١٥سم، ومساحتها ٢٠٠م٢، هي :

أ ٣٠ كوباً . ب ٣٠٠ كوب . ج ١٥ كوباً . د ١٥٠كوباً .

١٠ يستعمل الأسمنت البورتلاندي سريع التجمد في :

أ صناعة الثلاجات . ب صناعة الأفران .

ج صب الخرسانة تحت الماء . د لا شيء مما ذكر .

س٤ : أذكر خمسة مميزات لاستخدام الخرسانة الأسمنتية .

س٥ : أذكر خمسة أنواع مختلفة من الأسمنت، واستعمال كل منها .

س٦ : أذكر خمسة فحوصات يتم إجراؤها على الركام .

س٧ : قارن بين الطريقة الجافة والطريقة الرطبة في صناعة الأسمنت .

س٨ : اشرح تجربة الهبوط (التهدل) لقياس قوام الخرسانة الطازجة .

س٩ : احسب كميات المواد اللازمة لصب ٦ كوب (٦ م٣) خرسانة إذا علمت أن :

نسبة الماء إلى الأسمنت=٠,٦٥

كمية الأسمنت بالمتر المكعب خرسانة= ٥ شوالات .

كمية الرمل بالمتر المكعب خرسانة= ٠,٤م٣ .

كمية الركام الكبير بالمتر المكعب خرسانة= ٠,٦٨م٣ .

س١٠ : يراد صب أساس حائط طوله ٣٠متراً، إذا علمت أن أساس الحائط عرضه ٤٠سم، وسمكه ٣٠سم احسب كمية الخرسانة اللازمة لصب هذا الأساس .

س١١ : احسب كميات المواد اللازمة (أسمنت، رمل، ركام كبير) لصب أساس الحائط بالسؤال السابق، إذا علمت أن كل متر مكعب يحتاج إلى ٦ شوالات أسمنت و٤٢,٠م٣ رمل و٦٥,٠ م٣ ركام كبير .

س١٢ : عقدة مفرغة سمكها الكلي ٢٥سم، إذا علمت أن مساحة العقدة= ٣٠٠م٢، وتحتوي على ١٥٠٠طوبة مفرغة، مقاس كل منها ١٧سم X٢٥سم X٤٠سم . احسب

١ حجم العقدة (الطوب والخرسانة)

٢ حجم الخرسانة اللازمة لصب العقدة .

التمارين العملية لوحدة الخرسانة

رقم التمرين	اسم التمرين	رقم الصفحة
١	تجربة التحليل بالمناخل للركام .	٦٥
٢	صناعة الخرسانة بالمشغل .	٦٧
٣	فحص هبوط الخرسانة الطازجة (فحص التهدل) .	٦٩
٤	فحص مقاومة الضغط للخرسانة الجافة .	٧١
٥	زيارة ميدانية لمصنع خرسانة .	٧٤
٦	زيارة موقع صب عقدة (سقف) .	٧٦
٧	حساب كميات الخرسانة وكميات المواد اللازمة لصب مدة أرضية .	٧٨

تمرين ١ تجربة التحليل بالمناخل للركام Sieve Analysis

الأهداف :

١ أن يصنف الطالب تدرج الركام ومقاس حبيباته باستخدام تجربة التحليل بالمناخل .

٢ أن يحسب الطالب معامل النعومة للركام .

٣ أن يتدرب الطالب على حسابات تجربة التحليل بالمناخل .

فريق العمل : طالبان لكل فحص .

الأجهزةوالأدوات:

١ مناخل قياسية لتحليل عينة من الركام الناعم (الرمل) وتشمل المناخل الآتية (٩,٥ ملم رقم ٤ ، رقم ٨ ، رقم ١٦ ، رقم ٣٠ ، رقم ٥٠ ، رقم ١٠٠ ، رقم ٢٠٠) . وعاء وغطاء للمناخل .

٢ ميزان حساس .

٣ أوعية قياس للأوزان .

٤ جهاز التحليل بالمناخل .

٥ كمية من الرمل تزن حوالي ١,٥ كغم .

الخطوات:

١ تجهيز عينة جافة من الرمل بوزن من ١,٠ – ١,٥ كغم .

٢ ترتيب المناخل القياسية تنازلياً على الجهاز ، بحيث يكون المنخل ذو الفتحة الكبيرة إلى أعلى ، ونضع وعاء أسفل أصغر منخل .

٣ يتم وضع عينة الركام على المنخل العلوي ، ويغطى .

٤ يشغل جهاز التحليل بالمناخل كهربائياً ليبدأ برج العينة لمدة تتراوح من (٥–١٠) دقائق ، وخلال هذه الفترة تمر الحبيبات من المنخل التي تكون فتحته أكبر منها ، ويتبقى على المنخل الحبيبات التي تكون أكبر من فتحاته .

٥ بعد الانتهاء من الرج يتم وزن كمية الركام المتبقية على كل منخل من المناخل المستعملة تدون النتائج في الجدول الآتي :

عمود رقم (١) رقم المنخل	رقم (٢) فتحة المنخل (ملم)	رقم (٣) كتلة المحجوز على المنخل(غم)	رقم (٤) كتلة المحجوز التراكمي (غم)	رقم (٥) النسبة المئوية التراكمية%	رقم (٦) النسبة المئوية المارة %
$\frac{٣}{٨}$	٩,٥١				
٤	٤,٧٦				
٨	٢,٣٨				
١٦	١,١٩				
٣٠	٠,٥٩٥				
٥٠	٠,٢٩٧				
١٠٠	٠,١٤٩				
٢٠٠	٠,٠٧٤				
وعاء	-				

٦ يحسب مقدار الكتلة التراكمية للمحجوز عمود رقم (٤)، والنسبة المئوية التراكمية لكل منخل (عمود رقم ٥)

٧ يتم حساب معامل النعومة للرمل عن طريق حساب مجموع النسب المئوية التراكمية (باستثناء المنخل الأول والوعاء الأخير) مقسوماً على ١٠٠ .

٨ تنظيف الأدوات والمناخل والأوعية من بقايا الرمل .

إرشادات :

١ يختلف وزن العينة حسب المقاس الاعتباري الأكبر للركام حيث يزداد وزن العينة كلما زاد المقاس الاعتباري الأكبر للركام .

٢ يفضل أن تكون عينة الركام جافة، وفي حالة وجود رطوبة تجفف بالفرن .

٣ تتراوح قيمة معامل النعومة للرمل بين (٢,٣-٣,١)، إذا كانت أقل من ذلك يكون الرمل ناعماً جداً وإذا كانت أكبر من ذلك يكون خشناً .

٤ معامل النعومة هو مقياس يدل على متوسط مقاس حبيبات الركام .

٥ قد يتطلب أحياناً رسم العلاقة بين النسبة المئوية المارة من المنخل مع فتحة المنخل لرسم منحنى التدرج الحبيبي للركام .

أسئلة

١- إذا كان معامل النعومة = صفر، علام يدل ذلك؟

٢- لماذا لم يتبقى أي حبيبات على المنخل الذي فتحته ٩,٥١ ملم؟

٣- علل لماذا تزداد قيمة معامل النعومة للرمل الخشن

الأهداف :

١ أن يصنع الطالب خرسانة بالمشغل خلطاً يدوياً وخلطاً ميكانيكياً .

٢ أن يتدرب الطالب على كيفية إعداد نسب الخلط بالحجم .

فريق العمل : طالبان

المواد والأجهزة والأدوات:

١ أسمنت .
٢ رمل وحصمة .
٣ ماء
٤ وعاء خلط يتسع لحوالي ٢٠ , ٠م٣ .
٥ أوعيه كيل (سطولة بحجم ١٠ لتر)
٦ خلاط ميكانيكي .
٧ رفش (كريك) عدد ٢
٨ مجرفة (عدد٢) .

الخطوات :

أولاً : الخلط اليدوي :

١ يتم إعداد مكونات الخلطة بالخلط اليدوي بنسبة(١ : ٢ : ٥) أي (١ أسمنت ، ٢ رمل ، ٥ حصمة) بالحجم لخلط كمية ٣٠ لتر أسمنت (٣ سطوله)مثلاً . يلزم ٦ سطوله رمل مع ١٥ سطل حصمة .

٢ يتم وضع الحصمة أولاً في وعاء الخلط ، وبعدها يضاف الرمل ، ويخلط مع الركام جيداً حتى يصبح الخليط متجانساً .

٣ تضاف كمية الأسمنت للخليط ويخلط جيداً قبل إضافة الماء .

٤ يضاف الماء بشكل تدريجي لوسط الخليط بالكمية المطلوبة وليكن ٢٠ لتر ماء مثلاً .

٥ يحرك الخليط كاملاً ، وتخلط المكونات بعضها مع بعض حتى يصبح شكل الخليط متجانساً وجميع المكونات مخلوطة مع الماء .

٦ تنظف الأدوات ، والعدد ، والأوعية ، بشكل جيد .

ثانياً : الخلط الميكانيكي :

١ يتم إعداد مكونات الخلطة كما ذكر سابقاً وبحجم يتناسب مع حجم الخلاط (يحدده المدرب) .

٢ يشغل الخلاط ، ويبدأ بالدوران قبل وضع المكونات بداخله .

٣ يتم وضع جزء من كمية الماء أولاً ، ثم الحصمة والرمل ، و الأسمنت ، وتخلط المواد ، وتراقب أثناء الخلط .

٤ تضاف كمية الماء المتبقية حتى يتم الحصول على خرسانة متجانسة لكامل الخلطة .

٥ يفرغ الخلاط في وعاء أو في عربة نقل .

٦ تنظف الأدوات والعدد والأوعية بشكل جيد .

الخلط الميكانيكي

إرشادات :

١ باستخدام الخلط اليدوي قد يخلط الأسمنت مع الرمل أولاً ، ثم تضاف إليه الحصمة .

٢ يجب مراعاة عدم خروج ماء الخلط والمونة الأسمنتية من داخل الخليط .

أسئلة

١ – قارن بين تجانس الخلطات المخلوطة يدوياً والمخلوطة باستخدام الخلاط الميكانيكي .

٢ – هل يمكن استخدام الخلط اليدوي لكميات كبيرة . فسر ذلك .

نشاط إضافي

استخدم الخرسانة المخلوطة سابقاً في صب أساس لبناء جدار من الطوب ، أو حسب تعليمات المدرب .

تمرين ٣ فحص هبوط الخرسانة الطازجة (فحص التهدل) Slump Test

الأهداف:

١ أن يقيس الطالب مقدار قوام الخرسانة الطازجة لعينة من الخرسانة .

٢ أن يصنف الطالب قوام الخرسانة الطازجة ودرجة تشغيل حسب هبوطها .

فريق العمل : طالبان لكل فحص .

الأجهزة والأدوات:

١ قالب الهبوط بأبعاد قياسية كما في الشكل .

٢ قضيب الدمك، وهو عبارة عن قضيب معدني طوله ٦٠ سم، وقطره ١٦ ملم إحدى نهاياته كروية الشكل .

٣ لوح لا يمتص الماء مقاسه ٦٠ سم X ٦٠ سم .

٤ مسطرين .

٥ متر أو مسطرة لقياس مقدار الهبوط .

٦ وعاء بحجم ١٠ لتر .

٧ عينة خرسانية طازجة .

إرشادات :

١ في حالة عدم توافر خرسانية طازجة يتم خلط عينة بالمشغل .

٢ يجب تنظيف الأدوات جيداً عند الإنتهاء من التجربة .

٣ يجب رفع مخروط الهبوط رأسياً .

خطوات العمل:

الأدوات

١ نضع المخروط الناقص على اللوح بحيث يكون اللوح أفقياً .

٢ نثبت المخروط رأسياً أثناء التعبئة، وبحيث تكون الفتحة الكبيرة إلى أسفل .

تعبئة القالب

٣ نملأ المخروط بالخرسانة على ٣ طبقات، ارتفاع كل منها حوالي ١٠٠ ملم، وتدمك كل طبقة ٢٠-٢٥ مرة بوساطة قضيب الدمك من الجهة الكروية .

تعبئة الطبقة الأخيرة

٤ بعد الإنتهاء من دمك الطبقة الأخيرة يسوى سطح الخرسانة مع سطح المخروط بوساطة مسطرين .

٥ يرفع المخروط بحرص رأسياً إلى أعلى .

رفع القالب

٦ بعد هبوط الخرسانة الطازجة نقيس مقدار التهدل عن طريق قياس الفارق بين ارتفاع القالب وارتفاع الخرسانة بعد هبوطها باستخدام المتر أو المسطرة .

٧ يسجل مقدار هبوط الخرسانة لاقرب ٥ ملم .

٨ أعد نفس الخطوات لعينات خرسانة تحتوي على نسب مختلفة من نسبة الماء إلى الأسمنت، وقارن مقدار الهبوط لكل منها .

قياس الهبوط

٩ نظف الأدوات جيداً من بقايا الخرسانة .

للمناقشة:

اشكال الهبوط

١ في حال تأخر إجراء الفحص بعد نصف ساعة من الخلط ماذا تتوقع أن يحصل لمقدار الهبوط؟

٢ يمكن استخدام خرسانة ذات هبوط أقل عند استخدام رجاجات أثناء الدمك والصب .

أسئلة

١ - اعتماداً على مقدار الهبوط، صنف قوام ودرجة تشغيل الخرسانة الطازجة .

٢ - ما نوع الهبوط في كل حالة (هبوط حقيقي أم قص أم انهيار)؟

٣ - ما أثر نسبة الماء إلى الأسمنت على الهبوط؟

الأهداف:

١ أن يملأ الطالب قوالب الفحص .

٢ أن يحسب الطالب مقدار مقاومة الضغط للخرسانة الجافة .

٣ أن يتعرف الطالب على العوامل التي تؤثر على مقاومة الضغط للخرسانة .

فريق العمل : طالبان لكل فحص .

الأجهزة والأدوات:

١ قوالب مكعبة بأبعاد قياسية ١٠٠ ملم x ١٠٠ ملم x ١٠٠ ملم أو ١٥٠ ملم x ١٥٠ ملم x ١٥٠ ملم

٢ قضيب الدمك .

٣ وعاء بحجم حوالي ١٠ لتر مثل سطل لنقل الخرسانة الطازجة .

٤ زيت وفرشاة .

٥ مسطرين

٦ حوض ماء لحفظ العينات .

٧ جهاز كسر المكعبات بالضغط .

٨ عينة خرسانة طازجة .

خطوات العمل:

١ تجهز القوالب ، وتدهن بالزيت باستخدام الفرشاة .

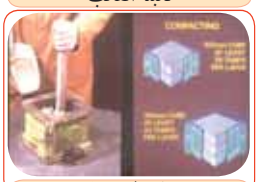
٢ تحضر عينة الخرسانة الطازجة وتخلط جيداً .

٣ يملأ القالب على طبقات بحيث يكون ارتفاع كل طبقة حوالي ٥٠ ملم .

الأدوات

تحضير القالب

تعبئة القالب


دمك الخرسانة

تسوية سطح الخرسانة

فك القالب

معالجة العينة

جهاز الفحص

٤ باستخدام قضيب الدمك تدمك كل طبقة ٢٠-٢٥ ضربة .

٥ تملأ الطبقة الأخيرة وتدمك بنفس الطريقة .

٦ يسوى سطح الخرسانة بالقالب باستخدام المسطرين .

٧ يحفظ القالب على أرض مستوية ، ويغطى بقطعة من النايلون لمدة حوالي ٢٤ ساعة بالمختبر أو بالموقع .

٨ يفك القالب بعد ٢٤ ساعة بعناية وتوضع عينات الخرسانة في حوض ماء درجة حرارته ٢٠°م .

٩ بعد أسبوع من تاريخ الصب تخرج العينات من حوض الماء وتوضع بالجو العادي بالمختبر لحين إجراء فحص الكسر للمكعبات .

١٠ عند تاريخ الكسر يتم توزين العينات ، وقياس أبعادها وحساب كثافة الخرسانة الجافة .

١١ توضع القوالب على جهاز مقاومة الضغط لكسرها (بعد ٧ أيام ، ٢٨ يوماً) .

١٢ يقرأ مقدار القوة المحورية التي كسرت عينة الخرسانة .

١٣ يحسب مقدار مقاومة الضغط أو مقاومة الكسر عن طريق قسمة مقدار القوة على مساحة سطح العينة .

١٤ تنظيف الأدوات والأجهزة من بقايا الخرسانة .

إرشادات

١ يجب فك القوالب بحرص خوفاً من كسر العينات .

٢ بعض المواصفات تستعمل قضيب دمك مربع الشكل ، والبعض الآخر تستعمل قضيباً ذو رأس كروي .

٣ بعض المواصفات تنص على حفظ العينات بالماء لمدة ٢٨ يوم بدلاً من ٧ أيام .

٤ المواصفات الفلسطينية تنص على حفظ العينات بالماء لمدة اسبوع وبعدها توضع في المختبر لحين اجراء فحص الكسر .

٥ يجب التأكد من وضع العينة بشكل محوري على جهاز الكسر .

٦ يتم اعتماد نتائج فحص الضغط بعد ٢٨ يوماً من الصب للحكم على مقاومة الخرسانة .

أسئلة

١ – اعتماداً على النتائج السابقة احسب مقاومة الكسر بالضغط لعينة الخرسانة .

٢ – إذا زادت كمية الماء بالخلطة ماذا يحصل لمقاومة الضغط ، ولماذا؟

٣ – اذكر ٤ عوامل تؤثر على مقاومة الضغط للخرسانة .

٤ – انكسرت عينة خرسانة مكعبة الشكل **١٥٠ملم x ١٥٠ملم x ١٥٠ ملم.**

على قوة ضغط محورية مقدارها ٦٨٠ كيلو نيوتن .

احسب مقاومة الضغط (الكسر)لهذه العينة .

تمرين ٥ زيارة ميدانية لمصنع خرسانه

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

الأهداف:

١ أن يتعرف الطالب على كيفية صناعة وإنتاج الخرسانة في مصانع الخرسانة .

٢ أن يميز الطالب بين الأنواع المختلفة من الركام من حيث مقاس حبيباتها .

٣ أن يشاهد الطالب أماكن تخزين المواد الخام اللازمة لصناعة الخرسانة ، وتشمل الركام الكبير والركام الناعم و الأسمنت والماء .

٤ أن يشاهد الطالب عملية تعبئة مكونات الخرسانة لشاحنات نقل الخرسانة وكيفية التحكم بالكميات بالوزن .

٥ أن يشاهد الطالب أساليب نقل مكونات الخرسانة من أماكن التخزين إلى موقع التعبئة من خلال استخدام الجرافات ، والسيور الناقلة ، الأنابيب ، وغيرها .

٦ أن يشاهد الطالب كيفية السيطرة على الأمور الإدارية بالمصنع من حيث مواقع الصب والكميات المطلوبة والكميات المرسلة وشهادات الإرسال ومحتوياتها .

٧ أن يتعرف الطالب على المواد الإضافية المستخدمة في صناعة الخرسانة .

٨ أن يتعرف الطالب على الفحوصات التي تجري لمراقبة إنتاج الخرسانة .

٩ أن يطلع الطالب على كميات الخلط اللازمة لعمل ١م٣ خرسانة من نوع B30 . (على سبيل المثال)

يطلب من كل طالب عمل تقرير عن الزيارة الميدانية ويتضمن التقرير على ما يأتي :

١ مقاسات وتدرجات الركام المستعمل في المصنع .

٢ المواد الإضافية المستخدمة في المصنع والغرض من استعمالها .

٣ كيف يتم تخزين الأسمنت بالمصنع؟ وما الكميات التي يخزنها المصنع .

٤ البنود الواردة في شهادة الإرسالية للخرسانة التي ترفق مع سائق الخلاطة .

٥ كميات الخرسانة التي تتسعها خلاطات المصنع الذي زرته .

٦ **ناقش** العبارة الاتية :

استخدام ركام سمسمية بدلاً من الفولية بالخلطة يتطلب إضافة كميات أسمنت أكثر للمحافظة على مقاومة الخرسانة .

٧ اعتماداً على الكميات المستعملة لعمل ١م٣ خرسانة من نوع B30 بالمصنع الذي زرته، احسب :

أ نسب الخلط المستخدمة .

ب نسبة الماء إلى الأسمنت .

تمرين ٦ زيارة موقع صب عقدة (سقف)

يقوم المدرب بترتيب زيارة ميدانية لموقع للاطلاع على مراحل صب ودمك الخرسانة لعقده .

الأهداف:

١ أن يتعرف الطالب على الأمور الواجب مراعاتها قبل صب الخرسانة ، وتشمل :

أ التأكد من متانه الطوبار والدعمات .

ب توفر وسائل الدمك اليدوي والميكانيكي(القدة والرجاجات) .

٢ أن يتعرف الطالب على مضخات الخرسانة وأجزائها والمسافات التي تستطيع أن تصل إليها خراطيم الصب .

٣ أن يتعرف الطالب على عملية تفريغ الخلاط داخل سلة المضخة .

٤ أن يتعرف الطالب على كيفية أخذ عينات الخرسانة أثناء تفريغ الخلاط (في حالة إجراء فحص للخرسانه) .

٥ أن يتعرف الطالب على كيفية إجراء فحص الهبوط وكيفية تعبئة المكعبات بالموقع .

٦ أن يتعرف الطالب على كيفية توزيع الصب على العقدة .

٧ أن يتعرف الطالب على عملية دمك الخرسانة باستخدام الرجاجات الميكانيكية ، وأهمية ذلك .

٨ أن يتعرف الطالب على عملية الدمك اليدوي لسطح الخرسانة بعد الصب (بوساطة القدة) .

٩ أن يحسب الطالب كميات الطوب والخرسانه للعقدة المفرغة .

يطلب من الطالب عمل تقرير عن الزيارة الميدانية ويتضمن التقرير الاجابة عن الأسئلة الآتية :

١ ما نوع العقدة التي شاهدتها مصمتة أم مفرغة؟ إذا كانت عقدة مفرغة، ما مقاس الطوب المستخدم في العقدة .

٢ احسب كميات الطوب المستخدمة للعقدة .

٣ احسب مساحة سطح العقدة .

٤ احسب نظرياً كمية الخرسانة اللازمة للعقدة، وقارن الكمية المحسوبة مع الكمية المصبوبة فعلياً .

٥ وضح كيف يتم استخدام الرجاج في عملية الدمك .

تمرين ٧ حساب كميات الخرسانة وكميات المواد اللازمة لصب مدة أرضية

الأهداف:

١ أن يحسب الطالب كمية الخرسانة اللازمة لصب مدة أرضية .

٢ أن يحسب الطالب الكميات اللازمة لكل من الماء و الأسمنت والرمل والحصمة لصب مدة أرضية .

فريق العمل : طالب واحد

الخطوات:

١ يقوم المدرب بتعيين المساحة المراد صبها بالميدان ويحدد سمك المدة وليكن ١٢سم، ونسب الخلط ١ : ٢ : ٤ (بالحجم) علماً بأن كمية الأسمنت تعادل ٥ أكياس لكل متر مكعب خرسانة (كيس الأسمنت=٥٠كغم ويعادل ٤٠لتر) .

٢ يقوم الطلاب بأخذ قياسات لمساحة المده الأرضية وعمل كروكي لحساب المساحة اللازمة للصب (لتكن المساحة ١٠٠م٢) .

٣ يقوم الطلاب بحساب حجم الخرسانة اللازمة للصب عن طريق ضرب المساحة في سمك المدة (١٢ , ٠م) وبالتالي فإن حجم الخرسانة =١٠٠X١٢ , ٠=١٢م٣ .

٤ يقوم الطلاب بحساب كمية الخلط لكل متر مكعب خرسانة بالنسب المحددة أعلاه .

لعمل ١م٣ خرسانة نحتاج إلى :

أ ٥ أكياس أسمنت = ٥٠X٥ =٢٥٠ كغم أسمنت . (٤٠X٥ =٢٠٠ لتر) .

ب كمية الرمل =٢X٢٠٠=٤٠٠ لتر رمل = ٤ , ٠ م٣ .

ج كمية الحصمة =٤ X٢٠٠= ٨٠٠ لتر = ٨٠ , ٠م٣ .

د كمية الماء اللازمة إذا علمت أن نسبة الماء إلى الأسمنت تساوي ٧٠ , ٠ (بالوزن) .

وزن الماء = ٧٠ , ٠ X وزن الاسمنت

= ٧ , ٠X٥٠=٣٥ كغم ماء لكل كيس أسمنت

=٣٥لتر ماء لكل كيس اسمنت .

كمية الماء لخلط ١م٣ خرسانة= ٣٥X٥=١٧٥لتراً .

٥ يقوم الطلاب بحساب الكميات اللازمة لصب المدة الأرضية والبالغة حجمها (١٢)م٣

كمية الأسمنت ١٢X٥= ٦٠ كيساً (٣٠٠٠كغم) = (٣ طن)

كمية الرمل ٠,٤٠X١٢= ٤,٨م٣

كمية الحصمة ٠,٨٠X١٢= ٩,٦م٣

كمية الماء ١٧٥X١٢= ٢١٠٠ لتر .

أسئلة

١- أعد حساب الكميات اللازمة لصب مدة سمك ١٠سم، ومساحتها ٤٠متر مربع، بنفس النسب السابقة .

٢- احسب الكميات اللازمة لصناعة ٤ م^{٣} خرسانة بنسبة ١ : ٣ : ٦ ، علماً بأن المتر المكعب يحتوي على ٤ أكياس أسمنت، ونسبة الماء إلى الأسمنت = ٠,٥٥ .

الوحدة الثانية

الطوب

١ صناعة الطوب الأسمنتي BLOCKS

مقدمة:

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 تسمية الطوب على الوحدات البنائية الصغيرة نسبياً التي تسمح أبعادها وكتلتها بتناولها بيد واحدة، واتسع مفهوم الطوب ليشمل وحدات بنائية كبيرة وثقيلة نسبياً مصنوعة من الأسمنت والركام والمواد المختلفة. ولقد انتشر استعمال الطوب انتشاراً واسعاً، فأصبح يستعمل في معظم المباني، ويرجع ذلك إلى الأسباب الآتية:

١. سهولة نقل الطوب إلى موقع العمل.
٢. انتظام شكل الواجهات لانتظام مقاسات الطوب.
٣. الالتصاق الجيد بين الطوب والمونة.
٤. سهولة استعمال الطوب ووضعه في مكانه في البناء.
٥. مقاومة الطوب لعوامل الطقس المختلفة.
٦. مقاومة الطوب للحريق (خاصة الطوب الحراري).
٧. سرعة تنفيذ المباني باستعمال الطوب.

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 الأسمنتي .
- الطوب الرملي الجيري .
- الطوب الحراري .
- الطوب الزجاجي .

١- الطوب الأسمنتي

من أكثر الأنواع انتشاراً في فلسطين للأسباب الآتية :

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

١ مكونات الطوب الأسمنتي :

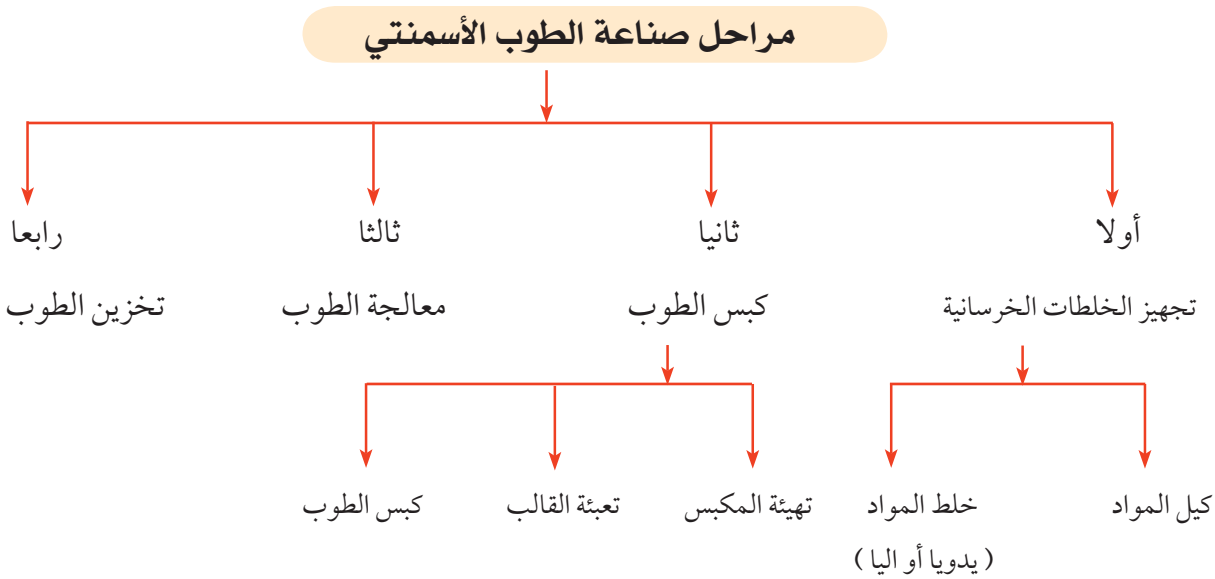
تتكون خلطات الطوب الأسمنتي مما يأتي :

- **الأسمنت :** يستعمل الأسمنت البورتلاندي العادي في صناعة الطوب الأسمنتي .
- **الركام :** يستعمل الركام المتدرج من كسر الحجر الصلب الخالي من المواد الضارة المسمى بالسمسمية والعدسية والرمل المتوافر في السواحل الفلسطينية في صناعة الطوب الأسمنتي .
- **الماء :** يشترط أن يكون صالحاً للخلط، خالياً من المواد الضارة بالخرسانة .
- **الاضافات :** تستعمل أحياناً لإكساب الطوب مقاومة مبكرة، أو لزيادة قابلية التشكيل، أو لاعطائه لوناً مميزاً، أو لخفض نفاذيته للماء .

٢ صناعة الطوب الأسمنتي :

يصنع الطوب الأسمنتي بقياساته المختلفة بإحدى الطرق الآتية :

- بوساطة قوالب خشبية تدق باليد ، وقد تلاشت هذه الطريقة .
- بوساطة قوالب حديدية تدق بمطبه يدوياً ، وقد تلاشت هذه الطريقة .
- بوساطة قوالب حديدية تركب على ماكينات يدوية .
- بوساطة قوالب حديدية تركب على ماكينات آلية .



الشكل (١) مراحل صناعة الطوب الأسمنتي

أولاً: تجهيز الخلطات الخرسانية

سواءً كانت طريقة الخلط يدوية أو آلية فإن تجهيز الخلطة يشمل :

١ كيل المواد : تعتمد نسب خلط المواد على نوع الطوب المراد إنتاجه ، ويشترط مطابقة المواد للمواصفات الفنية ، وتعد النسبة ١ : ٦ (١ أسمنت : ٣ رمل : ٣ سمسمية وعدسية) مقبولة في إنتاج الطوب الجيد .

٢ خلط المواد :

هناك طريقتان لخلط الباطون هما :

- طريقة الخلط اليدوي .
- طريقة الخلط الآلي .

وتعد طريقة الخلط الآلي أفضل من طريقة الخلط اليدوي .

١- الخلط اليدوي

١ تحضر المواد الخام بالنسب المطلوبة ، وتوضع على أرض نظيفة وصلبة .

٢ يضاف الأسمنت على الخليط ، ويخلط مرتين قبل إضافة الماء عليه .

٣ يرش الماء على الخليط رشاً خفيفاً مع التحريك المستمر بالمجرفة أو الرفش إلى أن تبتل جميع أجزاء الخلطة .

٤ الخلط بشكل مستمر حتى تصبح الخلطة متجانسة .

٢- الخلط الآلي:

١ يوضع الماء المحدد للخلطة داخل الخلاطة .

٢ يوضع نصف المقدار المعين من الحصمة الخشنة .

٣ يضاف المقدار المعين من الأسمنت والجزء المتبقي من الحصمة الخشنة .

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

ومن الأمور الواجبة مراعاتها في خلطة الطوب أن تكون كمية الماء قليلة للحصول على خرسانة ذات قوام جاف . وأن لايبقى الخليط على الأرض أكثر من نصف ساعة .

سؤال

احسب كمية المواد (حصمة+رمل) بالوزن التي توضع على كيس واحد من الأسمنت (٥٠كغم) إذا علمت أن نسبة الخلط (١ : ٣ : ٣)

ثانياً: كبس الطوب

بعد تجهيز الخلطة الخرسانية تبدأ عملية كبس الطوب ، لقد كانت صناعة الطوب تعتمد على المكابس اليدوية بشكل أساسي قبل إنشاء المكابس الآلية وزراعات الطوب المختلفة .

ومهما اختلفت الطريقة التي يتم تصنيع الطوب الأسمنتي بها . إلا أنها جميعاً تتشابه في تعبئة القوالب ورجها وتعريضها للضغط لحدوث التماسك بين مكونات الطوب .

أهم أجزاء مكبس الطوب الأسمنتي :

١ القالب
٢ الخابور
٣ لوحة الرج
٤ المكبس الهيدروليكي

شكل(٢) المكابس التقليدية والمكابس الآلية (الزراعات).

صناعة الطوب الأسمنتي:

١ تهيئة المكبس بوضع القالب الخاص بالطوب المراد إنتاجه .

٢ يعبأ الخليط الذي تم تجهيزه في قوالب الطوب المعدنية التي أعدت خصيصاً أما يدوياً باستعمال الكريك في المكابس التقليدية ، وأما بوساطة الرافعات الشوكية أوالسيور الناقلة في زراعات الطوب الآلية كما في الشكل (٣، ٤) .

شكل(٣) رجل يملأ القالب بالكريك

شكل(٤) رافعة شوكية تملأ المكبس الآلي

٣ كبس الطوب بالشكل المطلوب داخل القوالب مع استعمال الهز الميكانيكي وبالتردد الذي يكفي لإعطاء الطوب أقصى دمك ممكن .

٤ صناعة الطوب في المكابس التقليدية يؤخذ الطوب بعد إخراجه من القوالب على قاعدة خشبية ، ويبقى الطوب عليها على الأقل مدة ٢٤ ساعة في ساحة التجفيف ، أما في الزراعات الآلية فيبقى الطوب في مكان التصنيع لمدة ثلاثة أيام كما في الشكل(٥ أ، ب) .

الشكل (٥ أ) طوب على قاعدة خشبية

الشكل (٥ ب) طوب في منطقة التصنيع للزراعات الآلية

ثالثاً: معالجة (سقاية) الطوب الأسمنتي

يحتاج الطوب الذي يتم إنتاجه حديثاً إلى رطوبة عالية لكي يحصل التفاعل الكامل بين الأسمنت والماء لزيادة قوة الطوب وذلك بوضع الطوب المنتج لمدة ٢٤ ساعة بدون معالجة في حالة التجفيف بالهواء (بدون بخار)، ثم يسقى الطوب بالماء لسبعة أيام على الأقل. وتختلف كثافة السقاية واستمراريتها باختلاف الظروف الجوية، وتتطلب عملية السقاية توافر مصدر مائي نظيف خال من الأملاح والأوساخ والزيوت ويفضل أن يحفظ الطوب طوال مدة معالجته بالظل بعيداً على الشمس والرياح.

وتتم معالجة الطوب وفق الارشادات التالية :

١ تجنب تسليط الماء بضغط عالٍ على نقطة واحدة من الطوب وخاصة في الأيام الأولى من انتاجه.

٢ يرش الطوب بالماء على شكل رذاذ خاصة في الأيام الأولى.

٣ سقي الطوب مرتين كل يوم على الأقل صباحاً ومساءً ولمدة لا تقل عن أسبوع.

ويفضل أن يغطى الطوب بقطع من الخيش المبلل.

الشكل (٦) رجل يسقي الطوب

رابعاً: تخزين الطوب الأسمنتي

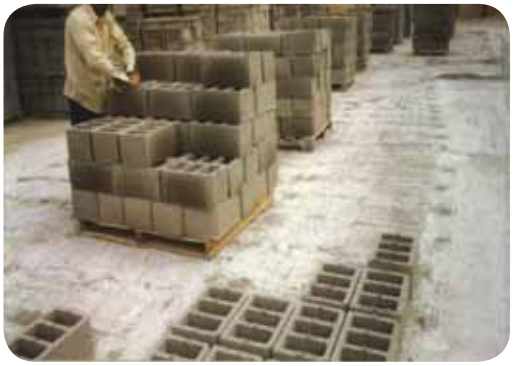
يحتاج الطوب الأسمنتي الجديد إضافة للمعالجة إلى عناية خاصة بطريقة تخزينه ومناولته ويمكن اتباع الارشادات الآتية للمحافظة عليه :

١ عدم نقل الطوب الجديد من مكان التجفيف إلى مكان التخزين قبل مرور ثلاثة أيام على إنتاجه.

٢ ترتيب صفوف الطوب في مجموعات (سواءً على ألواح خشبية أو غيرها) وتنظم في أماكن حسب نوع الطوب ومقاساته وتاريخ انتاجه.

٣ المحافظة على حواف وزوايا الطوب من التكسر.

٤ لا يسمح باستعمال الطوب في البناء قبل مرور ٢٨ يوماً من تاريخ إنتاجه (فسر ذلك).



الشكل (٧)ترتيب الطوب على ألواح خشبية

من الأخطاء الشائعة في صناعة الطوب الأسمنتي

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

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

١ استعمال الخلطات الكبيرة الحجم يؤثر سلبياً على قوة تحمل الطوب المنتج، لأن العمل بهذه الخلطات يتطلب وقتاً يزيد عن الساعة مما يفقد الأسمنت نسبة كبيرة من قوته لتجاوز زمن الشك الابتدائي.

٢ بعض المصانع تتهاون في رج الطوب رجاً كافياً لتوفير الوقت وكمية المواد.

٣ تخزين الطوب المنتج حديثاً بعضه فوق بعض يؤدي إلى عدم انتظام أبعاد الطوبة وتكسر حوافها.

٤ عدم معالجة الطوب بشكل كافٍ يؤدي إلى ضعف في قوة تحمله.

٥ استخدام مواد غير مطابقة للمواصفات ونسب خلط غير صحيحة تضعف مقاومة الطوب.

٦ عدم استبدال مجموعة القالب من فترة إلى أخرى يؤدي إلى تآكل وتشوه عناصر المجموعة بفعل الاحتكاكات المستمرة.

أسئلة

١- عرف البناء بالطوب.

٢- ما المراحل الرئيسية في صناعة الطوب الأسمنتي؟

٣- أذكر الأمور الواجب مراعاتها في معالجة الطوب الاسمنتي؟

٢ خصائص الطوب الأسمنتي ومقاساته

مميزات الطوب الأسمنتي

١ توافر مكوناته في فلسطين بكثرة .

٢ قليل التكاليف مقارنة مع الأنواع الأخرى من الطوب .

٣ سهولة الإنتاج لتوافر المصانع الآلية .

٤ قوة التلاصق بينه وبين الملاط لخشونة سطوحه .

٥ سهولة قصارته لخشونة سطوحه .

٦ سهولة قصه .

٧ خفة وزنه وسهولة نقله إلى موقع العمل .

٨ سهولة بنائه ووضعه في مكانه في البناء .

مشاكل الطوب الأسمنتي

١ مهاجمة الكبريتات للملاط تؤدي إلى التمدد والتشقق وتآكل الملاط .

٢ التجمد يؤدي إلى تشقق الطوب .

٣ عدم قدرة جدران الطوب على تحمل إجهادات الشد .

٤ حاجته إلى القصارة، لأن مظهره ليس جذاباً .

خواص الطوب الاسمنتي الجيد

١ أن يكون منتظم السمك خالياً من التشققات السطحية .

٢ أن يكون متجانس التكوين والحبيبات ودقيق الأبعاد .

٣ أن لا تقل مقاومته للكسر عن ٣،٥ نيوتن/ مم٢ .

٤ أن يكون حاد الحواف ، وقائم الأسطح وسليم الزوايا .

٥ أن يكون الطوب غير هش، ورنان الصوت عند الطرق عليه بالمطرقة .

٦ أن لا يستخدم قبل مرور ٢٨ يوماً على إنتاجه .

أشكال الطوب الأسمنتي

يشكل الطوب الأسمنتي أهم وحدات البناء الخرساني وتكون هذه الوحدات إما :

١ طوباً مصمتاً : وهو الطوب الذي لا يوجد فيه ثقوب وفراغات .

٢ طوباً مفرغاً : وهو الطوب الذي فيه ثقوب وفراغات .

٣ طوب الجلوسترا : وهو طوب مفرغ ذو أشكال هندسية وألوان متنوعة يستعمل لأغراض الديكورات الداخلية والخارجية .

شكل(٨) طوب الجلوسترا

استعمالات الطوب الأسمنتي

يستعمل الطوب الأسمنتي في :

١ السقوف : يستعمل هذا النوع في السقوف التي تحتوي على أجسام مالئة، وله مقاسات كثيرة .

٢ الجدران الحاملة : يجب أن لا تقل مقاومته للكسر عن ٧٠كغم/ سم٢ .

٣ الجدران غير الحاملة والقواطع الداخلية : يجب أن لا تقل مقاومته للكسر عن ٣٥كغم/ سم٢ .

٤ عزل الجدران الخارجية والأساسات .

٥ الديكور والزينة الداخلية والخارجية .

الجداول(١، ٢) تبين مقاسات الطوب الأسمنتي واستخداماتها :

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

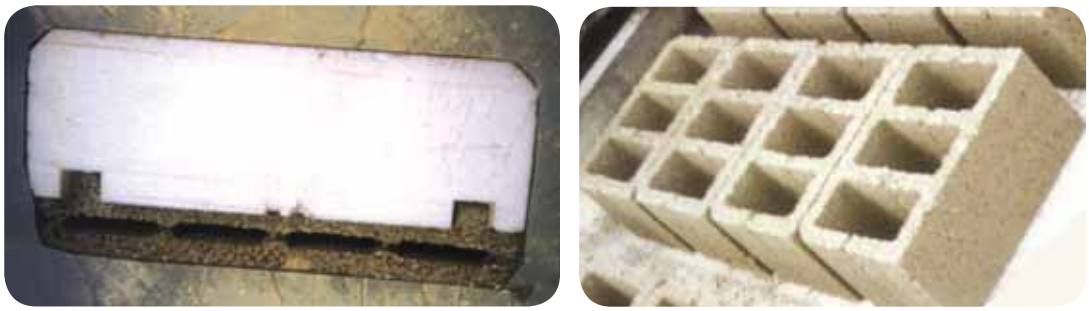
جدول (١) أنواع طوب الجدران الإسمنتي شائعة الاستعمال في فلسطين

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

جدول (٢) مقاسات طوب السقوف

ملاحظة::

قد يصنع الطوب بمقاسات خلافاً للجداول حسب الطلب وباستخدام مكابس وقوالب خاصة .



شكل(٩) بعض أشكال طوب السقوف

أسئلة

س١ : اذكر ميزات الطوب الأسمنتي .

س٢ : عرف الطوب المصمت ، والطوب المفرغ ، وطوب الجلوسترا .

س٣ : أكمل الفراغ الآتي :

يجب أن لا تقل مقاومة الطوب الأسمنتي للجدران الحاملة عن . . . . .

وأن لا تقل مقاومة الطوب الأسمنتي للقواطع الداخلية عن . . . . .

٣ الفحوصات التي تُجرى على الطوب الاسمنتي

من أهم الفحوصات التي تُجرى على الطوب الأسمنتي :

١- مقاومة الضغط:

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

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

وتنص المواصفات الفنية على أن مقاومة الضغط لطوب الجدران الحاملة لا يقل عن ٧ نيوتن / مم٢ وللجدران غير الحاملة لا يقل عن ٣،٥ نيوتن/ مم٢ .

ومن الجدير ذكره أنه يحسب متوسط مقاومة الضغط لعينة عشوائية مكونة من عشر طوبات .

الشكل(١٠) جهاز كسر عينة من الطوب

٢- الأبعاد ونسبة الفراغات:

تقاس أبعاد الطوب الأسمنتي من عدة أماكن، ويجب أن لا يزيد التفاوت في الأبعاد ونسبة الفراغات عن القيم المحددة في الجدول . (٣)

الرقم	نوع الطوب	قياس الطوب بالسم	التفاوت المسموح به	نسبة الفراغات
١	طوب مفرغ	٢٠X٢٠X٤٠	+٦ملم	٥١٪
٢	طوب مفرغ	١٥X٢٠X٤٠	+٦ملم	٤٣٪
٣	طوب مفرغ	١٥X٢٠X٤٠	+٦ملم	٣٧٪
٤	طوب مفرغ	٧X٢٠ X٤٠	+٣ملم	٣١٪

جدول (٣) قياس الطوب المفرغ ونسب الفراغات والتفاوت المسموح به .

٣- الشكل:

يجب أن يكون الطوب منتظم الشكل، حاداً ومستقيم الحواف، مستوياً ومتعاد الأسطح، خالياً من الشقوق والمواد الغريبة، ومتجانس اللون.

٤- امتصاص الماء:

تحدد المواصفات الفنية أن لا تزيد نسبة امتصاص الطوب للماء عن ١٧٪ من كتلة الطوبة، ويتم عمل فحص الامتصاص بغمر جميع الطوبة في الماء لمدة ٢٤ ساعة على درجة حرارة ٢٠ ∓ ٣مْ، وتخرج من الماء وتجفف بالقماش ونجد كتلتها، توضع في فرن تجفيف على درجة حرارة ١١٠ ∓ ٥مْ حتى ثبات كتلتها فتكون:

$$\text{نسبة الامتصاص} = \frac{\text{الكتلة بعد الغمر ٢٤ ساعة} - \text{الكتلة الجافة}}{\text{الكتلة الجافة}} \times ١٠٠٪$$

الشكل رقم(١١) فرن تجفيف

الشكل رقم(١٢) ميزان الكتروني

نشاط

القيام بإجراء الفحوصات الآتية في مشغلك وكتابة تقرير عنها:

١. مقاومة الضغط للطوب.
٢. قياس الأبعاد وملاحظة التفاوت في أبعاد الطوب.
٣. الشكل واللون للطوب.
٤. امتصاص الماء وحساب نسبة الامتصاص.

أسئلة

س١: اذكر أهم الفحوصات التي تجرى على الطوب الأسمنتي.

س٢: ما الأمور الواجب مراعاتها في فحص الشكل للطوب الأسمنتي؟

س٣: كيف يتم فحص امتصاص الطوب للماء؟

٤ العدد المستخدمة في بناء الطوب

بالرغم من التقدم الكبير في مجال مكننة عمليات البناء بمراحلها المختلفة، إلاأن أعمال الطوب تتطلب استخدام مجموعة من العدد الأساسية للقيام بالمهارات الأدائية، ومن هذه العدد المستخدمة نذكر ما يأتي :

١ المسطرين

يستعمل في حمل الملاط وتسويته بين الطوب في المداميك، وهو قطعة مستوية من الصلب مثبتة بمقبض خشبي، له أحجام وأشكال كثيرة. أنظر الشكل(١٣).

الشكل رقم(١٣) مسطرين

٢ شريط القياس (المتر)

يستخدم في قياس المسافات بين الطوب

يتراوح طوله ما بين ٣-٨ أمتار، وهو عبارة عن شريط معدني داخل علبة من المعدن أو البلاستيك، يراعى عدم ثنيه خوفاً عليه من الكسر.

الشكل رقم(١٤) شريط القياس

٣ ميزان الماء (التسوية الكحولي) أنظر الشكل(١٥)

يتكون من هيكل معدني مستوي السطح، ، مثبت عليه انبوبتان أو ثلاثة أنابيب محكمة الاغلاق 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 بزاوية ٤٥° من خلال الأنبوبة الثالثة، يتراوح طوله ما بين ٣٠-١٠٠سم، ويستعمل ميزان ماء بطول ٦٠سم في أعمال بناء الطوب.

الشكل رقم (١٥) ميزان ماء

يعد ميزان الماء من الأدوات الحساسة، لذا يمنع الطرق عليه .

خطوات التأكد من صلاحية ميزان الماء :

- يضبط الميزان أفقياً من خلال ملاحظة فقاعة الهواء في المكان المحدد فيها، ويرسم خط أفقي على حائط .
- يدار بزاوية ١٨٠ْ ويضبط على الخط الأفقي السابق، ويلاحظ موقع الفقاعة، إذا كانت الفقاعة في المكان المحدد لها يكون الميزان صحيحاً .

٤ القدة :

تستخدم في ضبط استواء الأساس للطوب واستقامة الطوب أفقياً ورأسياً، وتتكون من الألمنيوم أو الخشب ، طولها ما بين ٢-٤م، سطوحها مستوية أو قد يركب على أحد سطوحها منشار . كما في الشكل(١٦) . ويراعى المحافظة على استواء سطوحها وعدم تعريضها للصدمات وتنظيفها من المادة الأسمنتية العالقة بها باستمرار .

الشكل رقم(١٦) القدة

٥ الزاوية :

تستعمل في ضبط الزوايا القائمة بين الجدران، وهي عبارة عن ذراعين من الصلب محصور بينهما زاوية قائمة، كما في الشكل(١٧) .

الشكل رقم(١٧) زاوية معدنية

٦ الإزميل :

يستخدم في إزالة النتوءات 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(١٨)

الشكل رقم(١٨) ازاميل مختلفة

٧ خيط البناء :

يستعمل في ضبط الخطوط المستقيمة وتوقيع الاتجاهات في أعمال الطوب، فهو مصنوع من القنب، أو النايلون، أو القطن، طوله حوالي ٥٠م انظر الشكل (١٩) .

الشكل رقم(١٩) خيط البناء

٨ الشاقول(البلبل)

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

الشكل رقم(٢٠) شاقول

الشاقول عبارة عن ثقل مخروطي من المعدن، مربوط في وسطه خيط، وقد يزود بصفيحة مربعة الشكل طول ضلعها يساوي قطر قاعدة الشاقول، يتوسط الصحيفة ثقب يمر فيه خيط الشاقول، انظر الشكل(٢٠)

٩ مطرقة البناء

الشكل رقم(٢١) مطرقة البناء

تستعمل للطرق وتثبيت الطوب فوق الملاط، ولقص الطوب، فهي قطعة من الصلب يبلغ وزنها ٩٠٠ غم مثبتة مع يد خشبية انظر الشكل (٢١)

١٠ الكريك (الرفش)

الشكل رقم(٢٢) كريك

يستخدم في عمليات الخلط والتقليب وتعبئة المواد الجافة والرطبة يتكون من قطعة من الفولاذ مثبتة في ذراع من الخشب كما في الشكل(٢٢)، ينظف بعد انتهاء الاستعمال.

ملاحظة::

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

الشكل رقم(٢٣) مجرفة

١١ المجرفة:

تستخدم في تسوية المواد المفككة، وتعبئة مواد الخلط. وفي عمليات الخلط والتقليب للمواد الجافة والرطبة، تتكون من قطعة من الفولاذ مثبة بذراع من الخشب كما في الشكل(٢٣)، فمنها المثلث والعريض.

١٢ وعاء الملاط (التكنة)

يستعمل لوضع الملاط داخله ليكون قريباً من أماكن العمل، تصنع غالباً من البلاستيك بأبعاد (٧٠X٤٠X٢٥سم) تقريباً. كما في الشكل(٢٤)

الشكل رقم(٢٤) وعاء الملاط

١٣ وعاء خلط الملاط :

يستعمل لخلط الملاط داخله، يصنع من الصاج والزوايا المعدنية بأبعاد تقريبية ١X٥, ٢م، كما في الشكل(٢٥).

الشكل رقم(٢٥) وعاء خلط الملاط

الإرشادات:

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

أسئلة

س١ : ما استعمالات كل من العدد الآتية في أعمال الطوب؟

المسطرين، القدة، الأزميل، الشاقول.

س٢ : كيف يتم التأكد من صلاحية ميزان الماء؟

س٣ : ما الأمور الواجب مراعاتها أثناء استخدام العدد اليدوية وبعد ذلك؟

الأعمال التمهيدية لبناء الطوب

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

أولاً: تحديد مواقع الجدران

تشمل هذه العملية ما يأتي :

١ تعيين مواقع الجدران حسب المخططات الهندسية .

٢ تثبيت قطع خشبية صغيرة (طبشات) في بداية ونهاية كل جدار ، مغروز بها مسامير بارزة تحدد سماكة الجدران كما في الشكل(٢٦)

الشكل (٢٦) قطع خشبية لتحديد مواقع الجدران

٣ ربط خيوط في المسامير وشدها جيداً لتحديد أبعاد كل جدار على حدة .

٤ التأكد من مطابقة المسافات الكلية والجزئية وتربيع الزوايا الموجودة على المخططات مع المسافات والزوايا بين الخيوط المشدودة .

٥ تعيين مواقع فتحات الأبواب بالضبط حسب المخططات .

٦ تنظيف أماكن بناء الجدار وإزالة كافة الأوساخ .

ثانياً: تجهيز الأساسات

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

١ يجب أن تكون أرضية المدماك الأول صلبة ، ونظيفة ، ومستوية ، وأفقية لضبط المدماك وبقية المداميك .

٢ تخشين السطوح الملساء باستعمال المطرقة والإزميل وغيرها ، ويهدف التخشين لزيادة الترابط بين الطوب والسطوح .

٣ يجب إزالة النتوءات والزوائد في الأساس القائم .

٤ إذا كان الأساس منحدراً فإنه ينفذ على شكل قصات كما في الشكل(٢٧) بحيث يكون الفرق في المنسوب بين القصة والأخرى بمقدار ارتفاع طوبة كاملة أو طوبتين .

الشكل(٢٧) أساس منحدر على شكل قصات

٥ فرش طبقة من الملاط لتعبئة الفجوات وضبط أفقية الأساس باستعمال القدة والميزان والخيط وغيرها .

٦ غسل سطح الأساس بالماء المضغوط لإزالة الغبار والأتربة والأوساخ .

ثالثاً: تجهيز الطوب للبناء

تشمل عملية تجهيز وإعداد الطوب للبناء ما يأتي :

١ توريد الطوب والمواد اللازمة للبناء حسب الكميات والمواصفات المطلوبة للموقع .

٢ تنزيل الطوب من الشاحنات ونقله بعناية إلى الأماكن التي سيجري البناء فيها .

٣ تنظيف الطوب من الأتربة والأوساخ ورشه بالماء .

٤ تنظيف أماكن البناء ورشها بالماء .

رابعاً: تحضير ملاط البناء

ملاط البناء هو المادة اللاصقة التي تستخدم في ربط الطوب أفقياً ورأسياً في المداميك ويختلف ملاط البناء من حيث المكونات ونسب الخلط تبعاً لنوع الطوب .

مكونات الملاط:

يقسم ملاط بناء الطوب الأسمنتي إلى نوعين :

- الملاط الأسمنتي (المونة الاسمنتية) .
- الملاط الأسمنتي الجيري (المونة الاسمنتية الجيرية) .

يتكون ملاط البناء المستخدم في بناء الطوب الأسمنتي من المواد الآتية :

١ الأسمنت البورتلاندي :

يستعمل الأسمنت البورتلاندي العادي كمادة لاحمة في الملاط .

٢ الركام الناعم :

يشترط في الركام الناعم المستعمل في ملاط البناء أن يكون نقياً نظيفاً خالياً من المواد الطينية والشوائب العضوية، وهو في العادة من ركام الكسارات مخلوط بالرمل السيليكي، وأن يكون ذا تدرج مناسب .

٣ الماء :

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

٤ الإضافات :

قد تستعمل الاضافات للحصول على خواص محددة للملاط كزيادة مقاومته لنفاذية الماء، وزيادة قابلية التشكيل .

٥ الجير المطفأ :

يستعمل أحياناً في ملاط بناء الطوب لتحقيق الأغراض الآتية :

- التقليل من التشققات الناتجة من انكماش الملاط الأسمنتي نتيجة للعوامل الجوية، لأنه لا يفقد الماء بسهولة .
- إعطاء الخليط درجة تشغيل مناسبة مما يسهل العمل بالملاط .
- مساعدة الخليط على مقاومة فقد الرطوبة نتيجة للحرارة .
- زيادة وقت التصلب .

يمكن الاستغناء عن الجير المطفأ في ملاط بناء الطوب الأسمنتي، واستبداله بالإضافات الكيماوية .

والجدول (٤) يبين نسب الخلط لأنواع من الملاط

نوع الملاط	اسمنت	ركام ناعم	جير مطفأ
لبناء جدران حاملة	١	٤	١/ ٢
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 الملاط:

يتم خلط مكونات الملاط الخاص ببناء الطوب بالخلاطة الميكانيكية، أو يدوياً داخل وعاء خلط الملاط، أو على أرضية صلبة، أو على لوحة مستوية نظيفة. فمهما كانت طريقة الخلط إلا أنه يجب مراعاة الحصول على خليط متجانس.

الخلط اليدوي:

تتلخص طريقة الخلط اليدوي فيما يأتي:

١ تحضير المواد الخاصة بالملاط حسب النسبة المقررة ووضعها في صندوق خلط الملاط مع مراعاة أن كمية الخليط يجب أن يستهلك في مدة لا تتجاوز مدة ساعة واحدة.

٢ خلط وتقليب المواد وهي جافة للحصول على خليط متجانس اللون والتكوين.

٣ إضافة الماء للخليط بكمية مناسبة.

٤ خلط المواد باستعمال المجرفة للحصول على خليط متجانس ذي قوام جيد.

أسئلة

س١: وضح الطريقة التي يتم تحديد موقع جدران الطوب من خلالها.

س٢: (أ) عرف الملاط.

(ب) ما أقسام الملاط المستخدم في بناء الطوب؟

س٣: وضح أهمية استخدام الجير في ملاط البناء.

طوب الزوايا:

هو الطوب الذي يجري تثبيته في بداية ونهاية كل مدماك ، يضبط بدقة في مواقعه المحددة من حيث الاستواء والشاقولية والأفقية لتتحكم في ضبط بناء بقية المدماك .

المدماك :

هو صف أفقي واحد من الطوب ، شاملاً طبقة الملاط التي تكون عادة أسفله .

المدماك الأول :

هو المدماك الذي يقع فوق الأساس مباشرة ، ويطلق عليه مدماك القد ، ويثبت في موقعه بكل دقة من حيث الاستواء والشاقولية والأفقية لضبط بقية مداميك البناء إنظر الشكل(٢٨)

الشكل(٢٨) مسميات جدار الطوب

الحل الأفقي :

طبقة الملاط المحصورة بين كل مدماك والآخر ، يتراوح سمك الحل ما بين $\frac{١}{٢}$ -١ سم ، ويجب أن تكون الحلول الأفقية بين المداميك المتتالية مستقيمة ومتوازية .

الحل الرأسي :

طبقة الملاط الرأسية بين الطوبة والأخرى التي تجاورها، ويترواح سمك الحل ما بين $\frac{1}{2}$ -١سم، وأن تكون الحلول الرأسية متوازية وعمودية على الحل الأفقي.

استقامة المدماك :

أن يكون السطح الجانبي للطوب مستقيماً، ولضبط استقامة المدماك يستخدم الخيط مشدوداً بمحاذاة الحافة العلوية الخارجية للطوب، أو تسخدم القدة لتحقيق الاستقامة للمدماك .

الشكل (٢٩) ميزان ماء على جدار

أفقية المدماك :

أن يكون السطح العلوي للطوب أفقياً، وتضبط أفقية المدماك باستخدام القدة وميزان الماء للمسافات القصيرة، وباستخدام بربيش الشقلة وجهاز التسوية (Level) في المسافات الطويلة انظر الشكل (٢٩).

الشكل(٣٠) ضبط شاقولية الجدار.

شاقولية الجدار :

أن يكون السطح الجانبي للطوب شاقولياً (رأسياً) وتستخدم القدة وميزان الماء والشاقول في ضبط ذلك. انظر الشكل (٣٠).

الشكل (٣١) غلق المدماك

غلق المدماك :

الجزء المتبقي في المدماك وطوله أقل من طول الطوب المستخدم ويتم قص الطوب بالطول المناسب لتعبئة ذلك الجزء. انظر الشكل (٣١).

الشكل (٣٢)سلاحات الأبواب

سلاحات الأبواب :

هو الطوب الذي يبني على جانبي فتحات الأبواب والشبابيك ويضبط بدقة تامة أفقياً ورأسياً، فإذا كان الطوب المستخدم من الطوب المفرغ يفضل أن يقلب طوب السلاحات بحيث تكون الفراغات إلى الأعلى لتملأ بالملاط إنظر الشكل (٣٢).

◆ جسر القمط (العتبة) :

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

١ يجب أن يكون عرض جسر القمط مساوياً سمك الجدار .

٢ يجب أن يشرك الجسر علي جانبي الفتحة مسافة لا تقل عن ارتفاع الجسر .

٣ يجب أن لا يقل تسليح الجسر عن ٢Ø١٢ علوي و٢Ø١٢ سفلي وكانات لا تقل عن ٥Ø٦/ م. .

◆ **التشريك (الرباط) :**

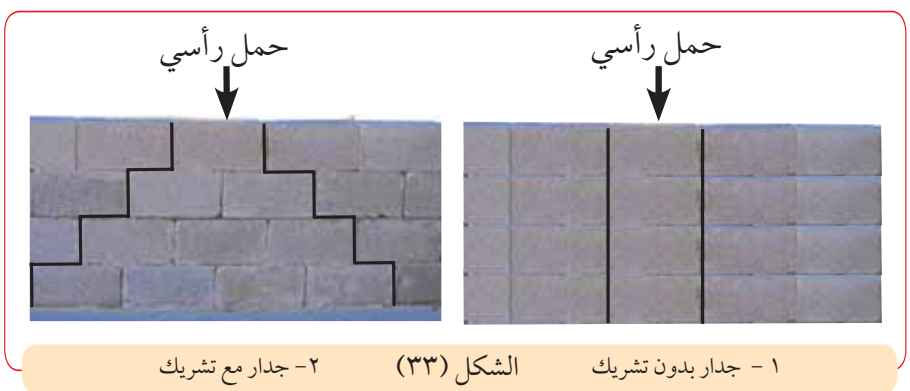
ترتيب خاص لرص الطوب عند البناء يضمن عدم انطباق الحلول الرأسية للمداميك المتتالية بعضها على بعض انظر الشكل(٢٨)

◆ **مسافة التشريك :**

هي المسافة الأفقية بين حلين رأسيين لمدماكين متتالين ويجب أن لاتقل مسافة التشريك عن $\frac{١}{٤}$ طول الطوب المستخدم في البناء . انظر الشكل (٢٨) .

◆ **أهمية التشريك :**

١ توزيع الأحمال العمودية التي يتعرض لها الجدار على أكبر عدد ممكن من الطوب كما في الشكل(٣٣)



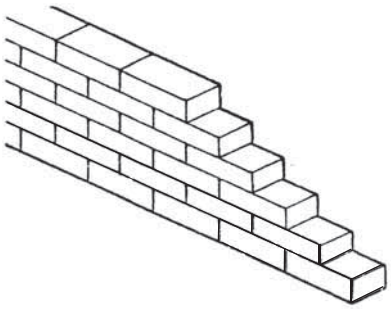
١ - جدار بدون تشريك الشكل (٣٣) ٢- جدار مع تشريك

٢ تقوية الجدار على تحمل الأحمال العمودية والأفقية .

٣ تقليل التشققات في جدران الطوب .

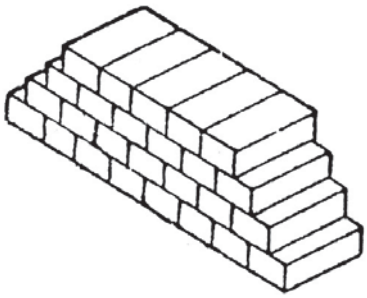
أنواع التشريك :

١ التشريك البلدي (الطولي) . انظر الشكل (٣٤-أ)



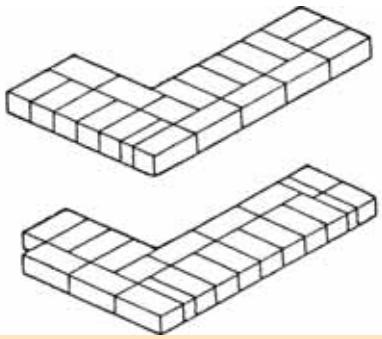
الشكل (٣٤-أ) تشريك بلدي

٢ التشريك العرضي . انظر الشكل(٣٤-ب)



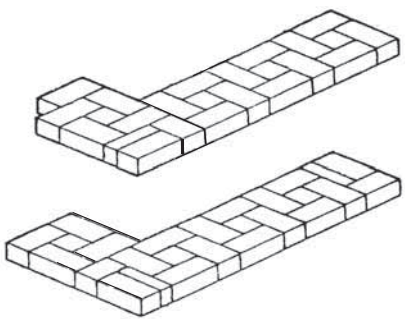
الشكل (٣٤-ب) تشريك عرضي

٣ التشريك الإنجليزي . انظر الشكل (٣٤-ج)



الشكل (٣٤-ج)مدماكان متتابعان من التشريك الإنجليزي

٤ التشريك الفلمنكي انظر الشكل (٣٤-د)



الشكل (٣٤-د) مدماكان متتابعان من التشريك الفلمنكي

قص الطوب :

يتم قص الطوب لغلق المداميك أو لإحداث التشريك اللازم بين المداميك .

مراحل قص الطوب الأسمنتي :

١ تحديد الطول اللازم قصه من الطوبة .

٢ الطرق على ظهر وجوانب الطوبة بالمطرقه طرقاً خفيفاً حتى يتم ظهور خط القطع .

٣ الطرق على ظهر وجوانب الطوبة بالمطرقة بقوة أكبر بعد ظهور خط القطع حتى يتم القص .

الشكل (٣٥) مراحل قص الطوب الإسمنتي

ملاحظة:

في البناء المراد تركه بدون قصارة يتم استخدام المقصات الكهربائية (الصاروخ) لقص الطوب سواءً كان الطوب : من الأسمنتي ، أو الرملي الجيري ، أو الحراري .

أسئلة

س١ : عرف الآتية :

المدماك ، الحل الأفقي ، استقامة المدماك ، التشريك .

س٢ : وضح أهمية التشريك .

س٣ : اذكر خطوات قص الطوب الأسمنتي لغلق المدماك .

٧ خطوات بناء الطوب

تتلخص خطوات البناء بالطوب فيما يأتي :

- بناء المدماك الأول
- بناء المداميك فوق المدماك الأول .

بناء المدماك الأول

يتم بناء المدماك الأول على النحو الآتي :

١ يفرد الملاط على الأساس في مكان طوبة الزاوية الأولى بسماكة منتظمة ما بين ١,٥ - ٢سم ، تثبت الطوبة فوق الملاط بالضغط الخفيف على سطحها العلوي ، وتضبط بدقة تامة من حيث الأفقية والشاقولية .

٢ تكرر الخطوة رقم(١) في تثبيت بقية طوب الزاوايا الأخرى ، ويبين الشكل (٣٦) تثبيت طوب الزوايا .

الشكل (٣٦) تثبيت طوب الزوايا

٣ يثبت خيط البناء مشدوداً بين طوب الزوايا بحيث يكون ملامساً للحافة العلوية الخارجية للطوب .

٤ يثبت طوب سلاحات الأبواب مع ضبطها بدقة تامة من حيث الاستواء والأفقية والشاقولية باستخدام الخيط ، والقدة ، وميزان الماء .

٥ يفرد الملاط على المساحة المتوقع أن تشغلها الطوبة المجاورة لطوبة الزاوية ، مع وضع ملاط على رأس الطوبة .

٦ تثبت الطوبة في مكانها بجوار طوبة الزاوية بضغط خفيف على سطحها العلوي ، بمساعدة الخيط .

٧ تكرر الخطوات(٥ ، ٦) في تركيب كل طوبة جديدة في المدماك الأول حتى الاقتراب من طوب الزاوية المقابلة أو من سلاحات الأبواب فتصبح المسافة المتبقية أقل من طول طوبة .

٨ قياس المسافة المتبقية من المدماك ، وقص جزء من الطوبة لغلق المدماك .

بناء المداميك فوق المدماك الأول

بعد الانتهاء من بناء المدماك الأول يجري بناء المدماك الثاني وفق التعليمات الآتية :

١ تثبيت طوب الزوايا للمدماك الثاني مع مراعاة التشريك بين المدماكين، ويمكن قص أجزاء من الطوب للحصول على التشريك المطلوب إذا لزم الأمر، كما في الشكل (٣٧).

الشكل (٣٧) تثبيت طوب زوايا المدماك الثاني

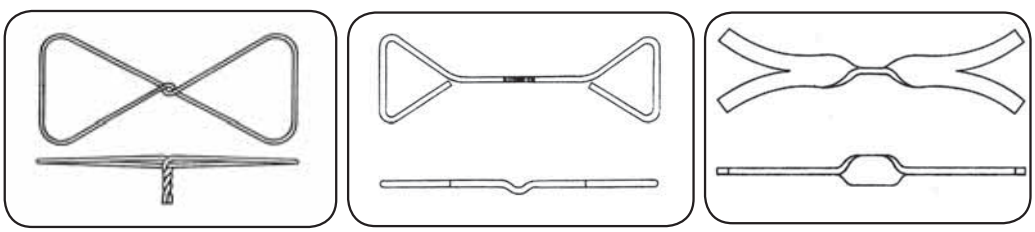
٢ ضبط أفقية وشاقولية طوب الزوايا مع مراعاة أن يكون السطح الجانبي للطوب في المدماكين في مستوى واحد.

٣ تثبيت وشد خيط البناء بين طوب الزوايا للمدماك الثاني، وإكمال البناء بينهما.

٤ بناء المدماك الثالث بحيث يكون مشابهاً للمدماك الأول، ثم الرابع مشابهاً للثاني، وهكذا إلى نهاية الجدار.

بناء الجدران المفرغة (المزدوجة)

تتكون هذه الجدران من جدارين مترابطين من الطوب، يبعد الواحد عن الآخر مسافة لا تقل عن ٥سم. أو قد يكون جداراً من الطوب خلف جدار من الخرسانة. إن وجود الفراغ بين الجدارين يساعد على عزل الحرارة والصوت والرطوبة. يستخدم في بناء الجدران المفرغة طوب بمقاسات (٤، ٧، ١٠) سم، ومرابط خاصة لربط الجدارين ويبين الشكل (٣٨) بعض أشكال المرابط التي تستخدم لهذا الغرض.



الشكل (٣٨) بعض اشكال المرابط

من الأمور الواجب مراعاتها في بناء الجدران المفرغة :

١ يتم بناء الجدارين من الطوب في وقت واحد بحيث يرتفعا معاً.

٢ تستخدم المرابط الخاصة لضمان الترابط بين الجزئين مع مراعاة أن هذه المرابط لا تؤثر على خاصية

العزل، وأن تكون موزعة أفقياً ورأسياً.

٣ وضع مادة الزفتة أو ورق زفتة على المدماك الداخلي والخارجي على ارتفاع ١٥سم على الأقل عن سطح الأرض.

٤ يمكن عمل قناة مبرومة ومنحدرة الأرضية بين الجدران، مع عمل فتحات صغيرة في آخر المدماك ليخرج الماء منها.

٥ المحافظة على نظافة الفراغ بين الجداريين من الملاط المتساقط وكسر الطوب.

٦ يمكن تعبئة الفراغ بين جزئي الجدار بمادة عازلة كالبولسترين، أوالصوف الصخري.

شروط عامة للبناء بالطوب:

١ يجب عدم المباشرة بأعمال بناء جدران الطوب قبل ظهور نتائج فحص العينات وموافقة المهندس عليها.

٢ يتم بناء جدران الطوب باستعمال القدة والميزان والخيط لضبط استقامة وأفقية وشاقولية الجدران.

٣ عدم استعمال الملاط المتساقط على الأرض أثناء البناء.

٤ يجب أن تعبأ الفراغات الحاصلة بين الجدران والسقف بالملاط بكل عناية.

٥ عند تقابل جدارين من الطوب يجب تشريك المداميك بالتخالف.

٦ تسقى جدران الطوب بالماء بعد مرور ٢٤ ساعة على بنائها ولمدة لا تقل عن ثلاثة أيام.

٧ في حالة اتصال جدار من الطوب مع جدار خرساني يتم نجف السطح الخرساني ليصبح خشناً بهدف التصاق المونة الأسمنتية بشكل جيد، ويمكن استخدام الشبك المعدني لتحقيق ذلك.

٨ إذا كان ارتفاع الجدار أكثر من عشرة مداميك يجب وضع جسر ربط فوق الطوب وغالباً ما يكون أعلى فتحات الأبواب والشبابيك.

أسئلة

س١ : وضح خطوات بناء المدماك الأول للطوب .

س٢ : ما الجدران المفرغة؟ وما الهدف من بنائها؟

س٣ : علل ما يأتي :

١- يجب المحافظة على نظافة الفراغ بين الجدران في الجدران المفرغة .

٢- تسقى جدران الطوب بالماء بعد مرور ٢٤ ساعة على بنائها ، ولمدة لا تقل عن ثلاثة أيام .

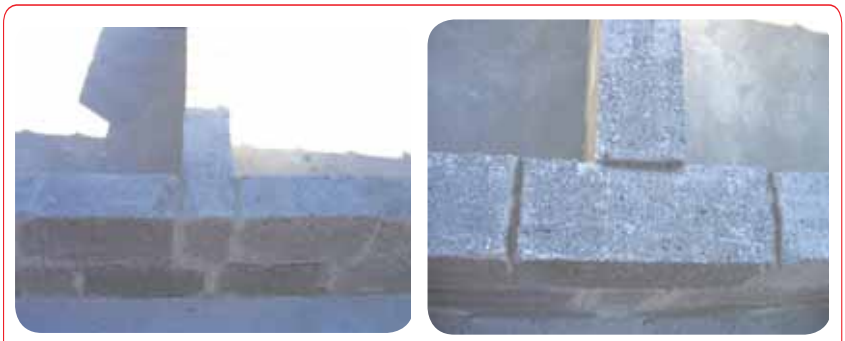
س٤ : كيف يمكنك المحافظة على نظافة الفراغ في الجدار المفرغ؟

٨ الترابط في جدران الطوب

تلتقي وتتصل جدران الطوب فيما بينها في الزوايا والأركان الداخلية والخارجية، أو تكون ملامسة لأجزاء من الخرسانة كالأعمدة والجدران والسقوف، 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



الشكل (٣٩)التقاء جدارين من الطوب والتشريك بينهما

و الشكل(٣٩) يبين كيفية الترابط بين جدراين من الطوب وتؤثر طريقة صف الطوب وسمك الجدارين على طريقة التشريك بينهما .

ثانياً: اتصال جدران الطوب بالخرسانة

عند اتصال جدار من الطوب مع جدار من الخرسانة تتعرض مناطق الاتصال بين الطوب والخرسانة للتشقق نتيجة لاختلاف معامل التمدد الحراري بينهما ولمنع مثل هذه التشققات يتم اتباع إحدى الطرق الآتية:

تشريك الخرسانة مع الطوب

بناء جدران الطوب بشكل متداخل مع الخرسانة كما في الشكل(٤٠)، تم ذلك بطوبار الأعمدة الخرسانية مع امتداد الجدار . وصبت الخرسانة وتداخلت مع مداميك الطوب حيث حدث التماسك والترابط بينهما .

الشكل (٤٠) تشريك الخرسانة مع الطوب

استخدام زوايا من الصاج المطلي (المجلفن)

تستعمل زوايا من الصاج المطلي بسمك لا يقل عن ١ملم، وعرض لا يقل عن ٥سم، وطول ١٠سم، وتثبت في العمود أو الجدار الخرساني بوساطة براغ أو مسامير تدق بجسم الخرسانة، ويترك الجزء المتشعب ليأخذ مكانه في الحل الأفقي بين الملاط الذي سيفرد فوق المدماك لبناء المدماك الجديد، ويتم استخدام الزوايا كل مدماكين.

استخدام قضبان حديدية

تستخدم قضبان تسليح حديدية بقطر يتراوح ما بين ٨-١٢ ملم، تثبت مسبقاً في الخرسانة على مسافات مناسبة مابين ٤٠- ٥٠سم. تتخلل هذه القضبان الحلول الأفقية للمداميك ، وقبل البدء ببناء جدران الطوب يفضل تخشين الأجزاء الخرسانية بالملاط الأسمنتي.

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

أسئلة

س١ : كيف يتم منع التشقق الناتج في منطقة الاتصال ما بين جدران الخرسانة والطوب؟

س٢ : وضح كيفية استخدام القضبان الحديدية في التشريك ما بين الخرسانة والطوب.

٩ حساب تكاليف أعمال البناء بالطوب

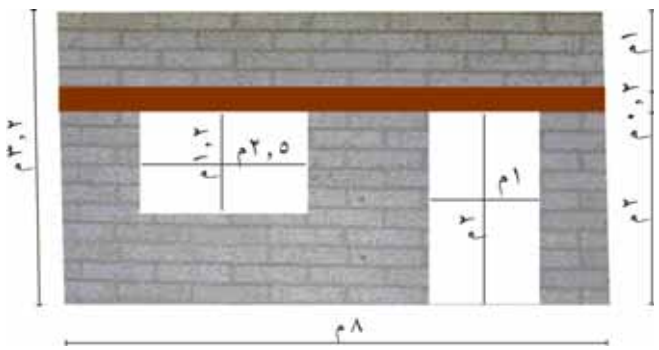
يعد حساب الكميات والتكاليف من الأمور المهمة في المشاريع الإنشائية، وتشمل تكاليف أعمال البناء بالطوب ما يأتي :

- أولاً : تكلفة الطوب .
- ثانياً : تكلفة الملاط وجسر القمط .
- ثالثاً : تكلفة الأيدي العاملة .

مثال

الشكل (٤٠) يبين جداراً من الطوب أوجد ما يأتي :

- أولاً – تكلفة الطوب المستخدم .
- ثانياً – تكلفة الملاط وجسر القمط .
- ثالثاً – تكلفة الأيدي العاملة .



الشكل (٤٠)

إذا علمت أن :

١ مقاس الطوب المستخدم في الجدار ٤٠X٢٠X٢٠ سم وسعر الطوبة ٠,٣ دينار .

٢ ثمن كيس الأسمنت (٥٠ كغم)= ٣ دنانير .

٣ نسبة خلط الملاط ١ : ٤ (أسمنت : ركام ناعم) .

٤ أجرة البناء=١,٥ دينار/ م٢ مع خصم الفتحات والقمط .

٥ أجرة المتر الطولي لجسر القمط= ٣ دنانير .

٦ نسبة خلط جسر القمط ١ : ٣ : ٦ (أسمنت : رمل : حصمة).

٧ ثمن الحديد المستخدم في جسر القمط= ٢٢ ديناراً.

الحل :

أولا: تكلفة الطوب المستخدم

أ نحسب مساحة الجدار مع الفتحات وجسر القمط.

مساحة الجدار = الطولXالارتفاع

= ٨X٢,٣= ٢٥,٦ م٢

ب نحسب مساحة الفتحات وجسر القمط.

مساحة الفتحات وجسر القمط= ٢X١,٥+٢X٢,١+٠X٨

= ٢+٣+١,٦

= ٦,٦م٢

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

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

= ٢٥,٦-٦,٦= ١٩م٢

د نجد كمية الطوب اللازمة لبناء الجدار

طول الطوبة شاملاً الحل = ٤١سم فراغ ارتفاع الطوبة شاملاً الحل= ٢١سم

عدد الطوب اللازم لبناء ١م٢ = $\frac{١٠٠X١٠٠}{٢١X٤١}$ = ١١,٦ طوبة / م٢

عدد الطوب اللازم لبناء الجدار= المساحة X عدد الطوب في ١م٢

= ١٩X١١,٦= ٢٢٠ طوبة.

هـ نحسب تكلفة الطوب

تكلفة الطوب= عدد الطوبXسعر الطوبة

= ٢٢٠X٠,٣= ٦٦ دينار

ثانيا: تكلفة الملاط المستخدم وجسر القمط

(أ) نجد مساحة الحلول الأفقية والرأسية .

مساحة الحلول = مساحة الحلول والطوب- المساحة التي يشغلها الطوب .

= ١٩-٢٢٠X٤,٠X٢,٠(الطولXالارتفاع)

= ١,٤م٢

(ب) نجد حجم الملاط اللازم لتعبئة الحلول

حجم الملاط اللازم لتعبئة الحلول = مساحة الحلول X سمك الجدار (سمك الطوب)

= ٤,١X٢,٠=٢٨,٠م٣

يضاعف حجم الملاط اللازم نتيجة لتغلغل الملاط في فراغات الطوب والفاقد منه، وبالتالي يصبح الملاط اللازم = ٢٨,٠X٢ = ٥٦,٠م٣ .

(ج) نجد كمية المواد المكونة للملاط وتكلفتها .

نجد كمية المواد المكونة للملاط باستخدام المعادلة الآتية :

ح= ٨,٠(س+ر)

حيث :-

ح= حجم الملاط اللازم .

٨,٠=ثابت يمثل معامل نقصان الحجم بسبب خلط المواد .

ر= حجم الركام

س= حجم الأسمنت

بما أن نسبة خلط الملاط ١ : ٤ فإن ر= ٤س

٥٦,٠ =٨,٠ (١س+٤س)

١ حجم الأسمنت(س)= ١٤,٠ م٣

كتلة المتر المكعب من الأسمنت= ١٥٠٠ كغم = ٣٠ كيس .

كمية الاسمنت= ١٤,٠X١٥٠٠=٢١٠ كغم =٢,٤ كيس .

تكلفة الأسمنت = كمية الأسمنت (الكيس)Xثمن الكيس

= ٢,٤X٣=٦,١٢ دينار

٢ حجم الركام الناعم=٤س

= ١٤X٤ , ٠ = ٥٦ , ٠م٣

تكلفة الركام= حجم الركام (م٣) Xسعر المتر المكعب

= ٥٦ , ٠ X٨= ٤ , ٥ دينار

تكلفة الملاط= تكلفة الأسمنت +تكلفة الركام

= ٦ , ١٢+٥ , ٤=١ , ١٧ دينار .

د نجد كمية وتكلفة المواد المكونة لجسر القمط

– نجد كمية المواد المكونة لجسر القمط بإيجاد حجم الجسر .

حجم جسر القمط= الطول X الارتفاعX السمك

= ٢X٨ , ٢X٠ , ٠ = ٣٢ , ٠م٣

نحسب كمية المواد بتطبيق المعادلة الآتية :

ح= ٦٧ , ٠(س+ر+ص)

ح=حجم الخرسانة

٦٧ , ٠ = معامل نقصان الحجم نتيجة لخلط المواد .

س= حجم الأسمنت

ر= حجم الركام الناعم .

ص= حجم الركام الخشن

٣٢ , ٠ = ٦٧ , ٠ (س+د+ص) نسبة خلط المواد ١ : ٣ : ٦

٣٢ , ٠ = ٦٧ , ٠ (س+٣س+٦س)

١ حجم الأسمنت(س)= ٣٢ , ٠ / ٦ , ٧=٠٤٨ , ٠م٣

كتلة الأسمنت= ٠٤٨ , ٠X١٥٠٠= ٧٢ كغم =٤٤ , ١كيس

تكلفة الأسمنت = ٤٤ , ١X٣=٣٢ , ٤ دينار

٢ حجم الركام الناعم= ٤٨X٣ , ٠ = ١٤٤ , ٠ م٣

٣ حجم الركام الخشن= ٤٨X٦ , ٠ =٢٨٨ , ٠م٣

مجموع حجم الركام الكلي= ١٤٤ , ٠ +٢٨٨ , ٠ = ٤٣٢ , ٠ م٣

٤ تكلفة الركام= الحجمXسعر المكعب

= ٤٣٢ , ٠ X٨ = ٣ , ٥

٥ تكلفة الحديد المستخدم = ٢٢ ديناراً .

تكلفة جسر القمط = تكلفة الأسمنت+ تكلفة الركام+ تكلفة الحديد

= ٤ , ٣٢ + ٣ , ٥ +٢٢= ٢٩ , ٨ دينار

تكلفة الملاط وجسر القمط = ١ , ١٧ +٢٩ , ٨=٤٦ , ٩ دينار .

ثالثا: تكلفة الأيدي العاملة لبناء الطوب وجسر القمط

١ أجرة بناء الطوب = مساحة الجدار بعد خصم الفتحاتX أجرة المتر المربع

= ١٩X٥ , ١ = ٢٨ , ٥ديناراً

٢ أجرة بناء جسر القمط = طول الجسرX أجرة المتر الطولي

= ٣X٨ = ٢٤ ديناراً .

تكلفة الأيدي العاملة = أجرة بناء الطوب+ أجرة بناء جسر القمط

= ٢٨ , ٥ + ٢٤ = ٥٢ , ٥

التكلفة الكلية للجدار = تكلفة الطوب+ تكلفة مواد الملاط وجسر القمط+ تكلفة الأيدي العاملة

= ٦٦ + ٤٦ , ٩ +٥٢ , ٥

= ١٦٥ , ٤ ديناراً

تنظيم حساب كميات الطوب في جداول :

١ تبدأ عملية حساب الكميات بقياس أبعاد الجدران والفتحات فيها وحساب مساحتها وتنظيمها في جداول كما في النموذج الآتي :

سمك الطول	رقم الواجهة	الجدران				الفتحات				جسر القمط		
		طول	ارتفاع	عدد الواجهات المماثلة	المساحة	طول	ارتفاع	عدد الفتحات المماثلة	المساحة	الارتفاع	الطول	المساحة
		المجموع										

مساحة الطوب والحلول = مساحة الجدران ـ مساحة الفتحات ـ مساحة القمط

إرشادات

١ يمكنك عمل جدول لكل مقاس من مقاسات الطوب المستخدمة .

٢ التأكد من مطابقة عدد الجدران والفتحات في الموقع مع عددها في الجدول وصحة القياس .

٣ يجب أن يكون الشريط في قياس المسافات مشدوداً .

٤ إذا كان الارتفاع موحداً لجميع الجدران يمكنك الاكتفاء بالقياس مرة واحدة .

٥ تقسيم الواجهات المتدرجة إلى أقسام يسهل معرفة مساحتها .

نشاط

يقوم المعلم بتحديد جدار من الطوب في المدرسة ويطلب من الطلاب أخذ القياسات وتنظيمها في جداول وحساب تكاليف بنائه .

الأسئلة

س١ : كيف يتم حساب تكلفة الطوب المستخدم؟

س٢ : يراد بناء جدار من الطوب ابعاد ٥X٣X٢م

أ احسب كمية الطوب اللازم .

ب احسب كمية الملاط اللازم بنسبة خلط ١ : ٤ .

ج احسب كمية الأسمنت اللازم للبناء باستخدام المعادلة ح=٨, ٠ (س+ر) .

س٣ : وضح أهمية استخدام جداول الكميات في حساب التكاليف؟

١٠

أنواع خاصة من الطوب

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

أولا: الطوب الرملي الجيري

يصنع الطوب الرملي الجيري بخلط الرمل الجاف مع الجير الحي بنسب معينة، ثم تضاف المياه لطفي الجير، ويكبس الخليط في قوالب معدنية بوساطة المكابس الهيدروليكية، ثم تنقل القوالب على عربات خاصة إلى الأفران للمعالجة بالبخار لمدة (١٠ ساعات، ويبرد الطوب، ويصبح جاهزاً للاستعمال بعد الفحص والتأكد من مطابقته للمواصفات الفنية.

قد يكون الطوب الرملي الجيري ملوناً نتيجة لإضافة الصبغات عليه، فمنه الأبيض والأحمر والوردي الفاتح والغامق والأصفر، يعدّ مصمتاً أو مفرغاً، ويمتاز المفرغ بخفة وزنه، ويوجد بأشكال كثيرة فمنه الطبزة، والمشطور ومقاسات كثيرة، أهمها ٢٩X١٩X١٩سم ٢٩X١٩X١٤سم ٢٩X١٩X٩سم.

يمتاز الطوب الرملي الجيري بمقاساته الدقيقة، وشكله المنتظم، وعزله الجيد للصوت والحرارة، وامكانية استخدامه داخلياً وخارجياً بدون قصارة.

ومن عيوبه ضعف التصاق الملاط في المداميك بسبب سطوحه الملساء، وقابليته الكبيرة لامتصاص الماء، وحاجته إلى عناية خاصة عند البناء به، وصعوبة عمل التمديدات الكهربائية والصحية فيه.

يجب أن يكون الطوب ذو نسيج متجانس، وصلابة كافية، بحيث لا تتفتت أو تتكسر حوافه عند الضغط عليها، خالياً من الشروخ والالتواءات أو أي شوائب، قليل الامتصاص للماء.

يبنى الطوب الرملي الجيري بنفس خطوات بناء الطوب الأسمنتي، مع مراعاة ما يأتي:

١ رش الطوب بالماء قبل البناء به ومعالجته بالماء لمدة ثلاثة أيام على الأقل بعد بنائه.

٢ أن تكون الحلول الأفقية والرأسية ذات سمك موحد.

٣ إزالة بقايا الملاط المتساقط والزائد عن مستوى وجه الطوب تسهيلاً لدهانه.

٤ استخدام المقصات الكهربائية (الصاروخ) لقصه.

والشكل (٤١) يبين بعض أشكال البناء بالطوب الرملي الجيري .

الشكل (٤١) من اشكال البناء بالطوب الرملي الجيري

ثانيا: الطوب الزجاجي

يصنع الطوب الزجاجي من نصفين متلاصقين من الزجاج النقي الشفاف الخالي من الفقاعات، ويتم لصقهما ببعض وتفريغ ما بينهما من الهواء تحت الضغط العالي والحرارة المرتفعة . أو باستخدام مواد لاصقة ذات قدرة عالية على الربط .

يمتاز الطوب الزجاجي بشفافية تسمح بتأمين الإضاءة الطبيعية ومنع الرؤية من خلاله، ويمتاز بمنظره الجميل، وبعزله الجيد للصوت والحرارة والرطوبة، يصنع هذا النوع بأشكال وألوان ومقاسات كثيرة ، وقد تكون سطوحه ملساء أو مضلعة، ويتوافر بعدة ألوان منها : الشفاف، والبني، والأصفر، والبرونزي، وغيرها . وأكثر مقاساته شيوعاً، ٢٠ X ١٠X٢٠ ، ٢٠ X ١٠X٣٠ ، وأكثر ما يؤخذ على الطوب الزجاجي قابليته للكسر إذا تعرض لصدمات قوية، وتكلفته العالية مقارنة مع الأنواع الأخرى من الطوب .

يستعمل الطوب الزجاجي في القواطع الداخلية في المكاتب والمستشفيات وفي واجهات المباني التي تتطلب شكلاً معمارياً خاصاً مثل المسارح والفنادق وغيرها، وفي أعمال الديكورات الداخلية وأحواض الزينة وفي الأسقف لإعطاء الإضاءة الطبيعية .

يستخدم ملاطاً خاصاً ومواد لاصقة في بناء الطوب الزجاجي، إذا كانت المساحات التي يشغلها الطوب الزجاجي يزيد طولها عن ١٠م، وارتفاعها عن ٦ مداميك، يتوجب استعمال زوايا حديدية وجسور ربط غير قابلة للصدأ لتثبيت الطوب الزجاجي، ويجب أن لا يزيد سمك الحلول عن ٦ ملم، ويتم تقوية جدران الطوب الزجاجي بقضبان تسليح ذات أقطار صغيرة يتم وضعها بين المداميك .

الشكل (٤٢) جدار من الطوب الزجاجي

ثالثا: الطوب الطيني(الحراري)

يصنع الطوب الطيني (الحراري) بتشكيل خليط من الطين المحتوي على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم وأكسيد الحديد أو الصلصال والماء وتجفيفه وحرقه في أفران خاصة بعد تشكيل الطوب، إما بالبثق كشريط مستمر يتم تقطيعه إلى الحجم المطلوب بوساطة أسلاك متحركة أو بالضغط في قوالب خاصة.

يصنف الطوب إلى مصمت ومفرغ، ويصنف حسب درجة نقاوته وحرقه واستواء سطوحه ولونه إلى درجة أولى وثانية وثالثة. ويعد صنف (درجة أولى) أفضل الأنواع.

يمتاز الطوب الطيني بقلة امتصاصه للماء، وعازليته الجيدة للحرارة والصوت والرطوبة ومقاومته للحريق. ومن عيوبه عدم نقاوة الطين والذي يؤدي إلى ضعف القوة وعدم تجانس اللون الأحمر وكثرة العقد الجيرية فيه. وعدم انتظام أبعاده وسطوحه نتيجة لحرارة الحرق.

أهم المقاسات الشائعة للطوب الطيني ٢٠X٢٠X١٠، ٢٠X١٠X٧، ٢٥X١٢X٧، ٢٣X١١X٦سم.

يستعمل الطوب الطيني في واجهات المباني لإعطاء شكلاً معمارياً جميلاً، وفي المواقد الحرارية والأفران والمداخن، وتعد الخزفيات كالمغاسل والمجالي وبلاط السيراميك والبورسلان والقرميد من تطبيقات الطوب الطيني (المشوي).

الشكل (٤٣) من اشكال البناء بالطوب الطيني (الحراري)

يجب غمر الطوب الطيني بالماء لمدة كافية لكي يمتص جزءاً من الماء لتحقيق الترابط، وفرد الملاط وتسويته للتغلب على التعرجات الناتجة عن الحرق.

الأسئلة

س١ : كيف تتم صناعة الطوب الرملي الجيري؟

س٢ : وضح استعمالات الطوب الزجاجي.

س٣ : ما ميزات الطوب الطيني؟

أسئلة الوحدة

س١ : علل ما يأتي :

١ تعد عملية كبس الطوب الأسمنتي من المراحل المهمة في صناعة الطوب الاسمنتي .

٢ يفضل أن يحفظ الطوب طوال فترة المعالجة بالظل بعيداً عن الشمس والرياح .

٣ استعمال الخلطات كبيرة الحجم يؤثر سلبياً على قوة تحمل الطوب المنتج .

٤ من ميزات الطوب الأسمنتي قوة التلاصق الكبيرة بينه وبين الملاط .

٥ أن يتناسب طول ذراع الكريك مع طول الشخص الذي يستخدمة .

٦ يجب تخشين السطوح الملساء المراد بناء الطوب عليها .

٧ يجب بناء المدماك الأول في الطوب بكل دقة وعناية .

٨ يتم بناء طوب الزوايا أولاً .

٩ رش الطوب الرملي الجيري بالماء قبل البناء به ومعالجته لمدة ثلاثة أيام .

١٠ استخدام المقص الكهربائي في قص الطوب الرملي الجيري .

س٢- (أ) ما أهم الأسباب التي أدت إلى انتشار استعمال الطوب بشكل كبير؟

(ب) اذكر مكونات الطوب الأسمنتي .

س٣ : ما الأمور الواجب مراعاتها عند تخزين الطوب الأسمنتي؟

س٤ : أذكر أهم مجالات استخدام الطوب الأسمنتي في أعمال الانشاء .

س٥ : ما الأمور الواجب مراعاتها وفحصها قبل الموافقة على استلام شحنة من الطوب الأسمنتي في موقع العمل ؟

س٦ : اذكر أهم الأمور الواجب مراعاتها في تجهيز الأساسات لبناء الطوب .

س٧ : وضح أهمية ما يأتي في أعمال الطوب :

١ خيط البناء .

٢ طوب الزوايا .

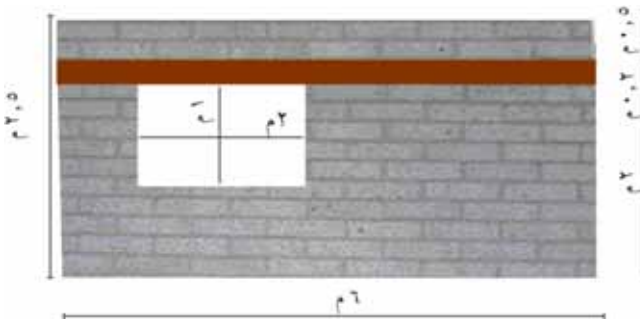
٣ مدماك القد .

٤ سلاحات الأبواب والشبابيك .

٥ تشريك الطوب مع الخرسانة .

٦ تعبئة الحلول الأفقية والرأسية .

س٨ : الشكل المجاور يبين جداراً من الطوب :



(أ) أوجد كمية الطوب اللازم لبناء الجدار .

(ب) أوجد كمية الملاط اللازم لبناء الجدار .

(ج) أوجد كمية الخرسانة اللازمة لصب القمط (سمك الجدار ٢٠سم) .

س٩ : (أ) اذكر ميزات الطوب الزجاجي .

(ب) ما أهم استعمالات الطوب الطيني؟

التمارين العملية لوحدة الطوب

رقم التمرين	اسم التمرين	رقم الصفحة
١	اعداد السطوح وتجهيز الملاط لبناء الطوب .	١٢٦
٢	بناء جدار مستقيم من الطوب الاسمنتي .	١٢٨
٣	بناء جدار مدرج من الطوب .	١٣١
٤	بناء جدار من الطوب الاسمنتي يتضمن فتحة باب .	١٣٣
٥	بناء جدارين من الطوب الاسمنتي بينهما زاوية قائمة .	١٣٥
٦	بناء جدارين يتقاطعان بزاوية قائمة (حرف T) .	١٣٧
٧	طوبار جسر ربط فوق الطوب .	١٤٠
٨	طوبار عرقة القمط فوق فتحة الباب .	١٤٢
٩	بناء جدارين من الطوب بينهما فراغ .	١٤٤
١٠	كيل جدران قائمة من الطوب وحساب مساحتها	١٤٦

تمرين ١ إعداد السطوح وتجهيز الملاط لبناء الطوب

فريق العمل : طالبان

الأهداف:

١ أن يجهز الطالب الأسطح والأساسات المراد البناء عليها .

٢ أن يقوم الطالب بتهيئة السطح بحيث يجعله صلباً ونظيفاً وأفقياً غير أملس .

٣ أن يحضر الطالب المواد والأدوات اللازمة لتجهيز الملاط .

٤ أن يجهز الخلطة الأسمنتية حسب النسب المقررة ويخلطها .

إرشادات

١ يجب التقيد بنسب خلط المكونات .

٢ يجب تقدير كمية المواد بدقة بحيث تناسب حجم العمل بهدف التوفير .

٣ يجب البدء بتجهيز الأساس قبل تجهيز الملاط .

المواد والأدوات:

- مطرقة بناء
- أزميل
- فأس
- مالج خشبي
- ميزان ماء
- مسطرين
- قطع خشبية (طبشات)
- مسامير ٦ سم
- بربيش شقلة
- شريط قياس (متر)
- مجرفة
- رفش (كريك)
- قدّة
- خيط بناء
- وعاء طين
- وعاء كيل .
- أسمنت بورتلاندي
- ركام ناعم (نحاتة)
- ركام كسارات (عدسية+سمسمية)
- رمل
- ألواح طوبار
- ماء

خطوات العمل:

أولاً : إعداد السطوح للبناء

١ معاينة السطوح وتحديد المعالجات اللازمة، وتشمل :

أ فحص الأساس أو المنطقة المراد البناء عليها .

ب ملأ الفراغات والفجوات إن وجدت .

ج فحص استواء ظهرها باستخدام القدّة والميزان، ومعالجة الميلان إن وجد .

٢ معالجة السطوح الملساء وتشمل :

نقر الأرضيات الملساء، وتخشين الجدران المجاورة لبناء الطوب .

٣ ازالة النتوءات والزوائد، وملء الفجوات بالملاط .

٤ تحقيق الأفقية للأساس الخرساني باستخدام بربيش الشقلة والخيط، أو عن طريق عمل قصات في الأساس إذا تتطلب الأمر ذلك .

ثانياً : إعداد الملاط

١ تقدير كمية الملاط، وتحديد نسب خلط المكونات تبعاً لنوع العمل .

٢ كيل المواد وخلطها جافة في وعاء الطين .

٣ إضافة الماء اللازم وخلطها في الوعاء حتى الحصول على خلطة جيدة التشغيل والقوام .

ملاحظة:

يستخدم الملاط المعد في تجهيز وإعداد السطوح المراد البناء عليها .

الأسئلة

١- متى تلجأ إلى عمل القصات في الأساس؟

٢- كيف يتم التحقق من أفقية السطح باستخدام بربيش الشقلة؟

٣- ما فائدة تخشين سطح الأساس الأملس؟

٤- في حالة استخدام القصات في الأساس، ما ارتفاع القصات المفضل؟ ولماذا؟

نشاط

جهز اساساً لبناء طوب في ارض طبيعية .

تمرين ٢ بناء جدار مستقيم من الطوب الأسمنتي

فريق العمل : طالبان

الأهداف:

١ أن يبني الطالب جداراً مستقيماً من الطوب الأسمنتي بطريقة الصف الطولي .

٢ أن يكون الطالب قادراً على قص أجزاء من الطوب لاستخدامه في التشريك اللازم .

٣ أن يضبط الطالب استقامة الجدار ويحقق الشاقولية لجوانب الجدار وأطرافه .

المواد والأدوات اللازمة:

- مسطرين بناء
- ميزان ماء
- خيط بناء
- شريط قياس (متر)
- كريك
- وعاء ملاط
- وعاء كيل
- مسامير ٦ سم
- مسامير فولاذ
- قطع خشبية صغيرة
- إزميل عريض
- وعاء طين
- أسمنت بورتلاندي
- ركام ناعم من الحجر الكلسي .
- ماء
- طوب أسمنتي ٤٠X٢٠X١٥سم

إرشادات:

١ يجب أن تكون الحلول الأفقية مستقيمة .

٢ يجب أن تكون سماكة مونة البناء لا تقل عن ٢سم ، وسمك الحل عن ١ سم .

٣ يجب أن لا يقل مقدار التشريك بين الطوب في المداميك المتتالية عن ١/ ٤ طوبة .

خطوات العمل:

١ مرحلة الإعداد، وتشمل تحضير العدد، وخلط المواد اللازمة، وتهيئة سطح الأساس للبناء.

٢ تعيين موقع الجدار وأبعاده على الأساس باستخدام القطع الخشبية والخيطان.

٣ تثبيت طوبة في بداية الجدار وأخرى في نهايته، والتأكد من أفقية وشاقولية الطوب باستخدام ميزان الماء، ثم تثبيت الخيط بينهما وشده جيداً.

٤ تكملة بناء المدماك الأول مع مراعاة ملامسة الخيط للحافة العلوية للطوب والاستقامة والشاقولية.

٥ بعد قص نصفي طوبة يثبت كل منهما في بداية ونهاية المدماك الثاني، وشد الخيط بينهما مع مراعاة الشاقولية مع المدماك الأول.

٦ تكملة بناء المدماك الثاني كما هو الحال في المدماك الأول.

٧ تكرر الخطوات السابقة في بناء بقية المداميك حسب الارتفاع المطلوب.

٨ مرحلة الإنهاء، وتشمل:

أ تعبئة الحلول الأفقية والرأسية بالملاط، وإزالة الزائد منه.

ب تنظيف العدد المستخدمة ومكان العمل.

ج إذا كان التمرين من الأعمال غير الإنتاجية، فك الطوب وتنظيفه.

الأسئلة

١- ما فوائد التشريك في بناء الطوب؟

٢- احسب عدد الطوب اللازم لبناء جدار طوله ١,٤ م وارتفاعه ١,٢م.

٣- وضح أهمية استخدام الخيط في بناء الطوب.

٤- وضح كيفية التحقق من شاقولية جدار قائم مرتفع..

نشاط

تحديد موقع جدارين مستقيمين موازيين للجدار الذي تم بناؤه سابقاً، بحيث يبعد كل منهما ٢م ضمن الشروط الآتية :

١ جميع الجدران متوازية ولها الطول نفسه .

٢ نهايات الجدران الثلاثة على استقامة واحدة .

تمرين ٣ بناء جدار مدرج من الطوب

فريق العمل : طالبان

الأهداف:

أن يبني الطالب جداراً مدرجاً من الطوب من جهتين .

الأدوات والمواد اللازمة:

- مسطرين بناء
- ميزان بناء
- خيط بناء
- شريط قياس(متر)
- رفش(كريك)
- ميزان شاقول
- وعاء كيل
- وعاء ملاط
- وعاء طين
- مسامير ٦ سم
- مسامير فولاذ
- قطع خشبية
- إزميل عريض
- طوب أسمنتي ١٥X٢٠X٤٠
- ركام ناعم (نحاتة)
- قطعة طباشير .
- ماء .

إرشادات :

١ يجب أن تضبط شاقولية الجدار والتدرج .

٢ يجب أن تكون المداميك مستقيمة والحلول متناسقة

* يفضل أن يكون طول المدماك الأول ١٠-١٢طوبة .
* ضبط رأسي لحافة الطوب من الطرفين .
* ضبط الاستقامة والشاقولية مع المداميك الأخرى .

خطوات العمل

١ مرحلة الإعداد والتجهيز للتمرين وتشمل العدد والمواد اللازمة .

٢ تحديد مسار وموقع وأبعاد الجدار على الأرض .

٣ بناء المدماك الأول كاملاً .

٤ تحديد بداية المدماك الثاني بحيث تكون القصة عند طرفي المدماك الأول(٥ , ٢٠سم) .

٥ ثبت طوبة في كل طرف للمدماك الثاني في مكانها على طبقة من الملاط، واضبط سطوحهما شاقولياً وافقيا .

٦ إكمال بناء طوب المدماك الثاني .

٧ تحديد بداية المدماك الثالث بحيث تكون القصة عند طرفي المدماك الثاني (٥ , ٢٠سم) وأكمل بناء المدماك الثالث .

٨ متابعة الخطوات السابقة .

٩ إنهاء العمل .

١٠ فك التمرين للأعمال غير الإنتاجية .

الأسئلة

١ – كيف يساعد الخيط على ضبط سمك موحد للحلول الأفقية ؟

نشاط

١ أوجد عدد الطوب اللازم لتكملة القصات على جانبي الجدار .

٢ أكمل بناء القصات في الجدار .

تمرين ٤ بناء جدار من الطوب الأسمنتي يتضمن فتحة باب

فريق العمل : طالبان

الأهداف:

١ أن يبني الطالب جداراً من الطوب الأسمنتي يتضمن فتحة باب .

٢ أن يضبط الطالب مكان الفتحات في الجدار وشاقولية جانبي الفتحة .

الأدوات والمواد اللازمة :

- مسطرين بناء
- ميزان ماء
- خيط بناء
- شريط قياس (متر)
- رفش (كريك)
- ميزان شاقول
- وعاء ملاط
- أسمنت بورتلاندي
- ركام ناعم من كسر الحجر الجيري
- وعاء كيل
- وعاء طين
- مسامير ٦ سم
- مسامير فولاذ
- قطع خشبية .
- إزميل عريض
- قطعة طباشير .
- ماء
- طوب ٤٠X٢٠X١٥ سم .

- أبعاد الجدار الطول ٤١٠ سم ، الارتفاع ١٢٥ سم ، السمك ١٥ سم ، عرض الفتحة ٨٤ سم في المنتصف تماماً .
- تأكد من قياس الفتحة في كل مدماك .
- استخدام الميزان والشاقول في التحقيق من الشاقولية في السلاحات .
- لضبط الاستقامة في الجدار يمكنك استخدام القدة في ذلك .
- إذا كان من الأعمال غير الإنتاجية من الممكن إبقاء التمرين بدون فك لتنفيذ التمرين الثامن .

إرشادات :

١ يجب أن تكون دقة عالية للاستقامة والشاقولية عند جانبي الفتحة (سلاحات) .

خطوات العمل:

١ الإعداد والتحضير للتمرين وتشمل (العدد المستخدمة، تهيئة السطح، تجهيز خلطة الملاط).

٢ تحديد موقع الجدار وأبعاده ومساره، وتحديد مكان وأبعاد فتحة الباب.

٣ وضع طوبة على كل طرف من أطراف الفتحة، وعند بداية الجدار ونهايته مع مراعاة الاستقامة وملامسة الخيط لسطوحها الجانبية، والتأكد من شاقولية كل منهما.

٤ شد خيط البناء بين الطوبات الأربع، بحيث تكون على استقامة واحدة والخيط ملامساً لسطوحها العلوية الجانبية.

٥ إكمال بناء المدماك الأول.

٦ فك الخيط والانتقال إلى المدماك الثاني وفق الآتي:

أ تثبيت نصف طوبة في بداية الجدار ونهايته، ومد الخيط بينهما.

ب تثبت نصف طوبة على كل جانب من جوانب الفتحة مع مراعاةالاستقامة والشاقوليةوملامسة الخيط.

ج تعبئة بقية المدماك الثاني بالطوب.

د الانتقال إلى المدماك الثالث بنفس خطوات المدماك الأول والثاني، ثم متابعة البناء للوصول إلى الارتفاع المطلوب.

إنهاء التمرين:

إذا كان من الأعمال غير الإنتاجية، فك التمرين، وتنظيف الطوب والمكان.

الأسئلة

١- قارن بين تشكيل فتحة الباب وفتحة الشباك عند البناء بالطوب من حيث خطوات العمل.

٢- لماذا يجب التركيز على سلاحات الباب في البناء؟

٣- أيهما أفضل التأكد من شاقولية الجدار باستخدام ميزان الماء أم الشاقول؟ ولماذا؟

نشاط إضافي

بعد إتمام بناء الجدار أكمل بناء المدماك الأول من إحدى النهايات، ثم قم بعمل فتحة شباك بعد المدماك الأول بعرض ١ متر، وجانب الشباك الآخر بطول ٨١ سم.

تمرين ٥ بناء جدارين من الطوب الأسمنتي بينهما زاوية قائمة

فريق العمل : طالبان

الأهداف :

١ أن يبني الطالب جدارين من الطوب الأسمنتي بينهما زاوية قائمة .

٢ أن يضبط الطالب الزاوية القائمة والشاقولية والاستقامة في البناء .

الأدوات والمواد اللازمة :

- مسطرين بناء
- وعاء ملاط
- قطعة طباشير
- ميزان ماء
- وعاء كيل
- وعاء طين
- خيط بناء
- مسامير ٦ سم
- أسمنت بورتلاندي
- شريط قياس
- مسامير فولاذ
- ركام ناعم من حجر الكلس الجيري
- كريك (رفش)
- قطع خشبية صغيرة
- ماء
- شاقول
- إزميل عريض
- طوب أسمنتي ٤٠X٢٠X١٥سم .

إرشادات

١ يجب أن يكون هناك تشريك بين الجدارين .

٢ استخدام نظرية فيتاغوروس والزاوية المعدنية لضبط الزاوية القائمة بين الجدارين .

خطوات العمل:

١ تحضير العدد والمواد اللازمة ، وتهيئة الأساس كما مر معك سابقاً .

٢ تعيين موقع أحد الجدارين وأبعاده باستخدام الخيوط والطبشات .

٣ تعيين موقع الجدار الآخر وأبعاده ، وضبط الزاوية القائمة بينهما باستخدام الخيطان والطبشات (يمكنك استخدام المسافات ١٠٠ ، ٨٠ ، ٦٠سم أو غيرها) .

٤ تثبيت طوبة في نقطة الالتقاء بين الجدارين، وطوبة في الطرف الآخر لكل جدار مع مراعاة ملامسة الطوب للخيطان.

٥ تثبيت خيط بين كل من طوبة الزاوية وطوبة الالتقاء بين الجدارين، وشد الخيط جيداً.

٦ اكمال بناء المدماك الأول للجدارين.

٧ تثبيت طوبة على نقطة التقاء الجدارين تكون مخالفة الاتجاه مع طوبة المدماك الأول، ثم تثبيت نصفي طوبة في الطرف الآخر للجدارين، وشد الخيط بينهما.

٨ إكمال بناء المدماك الثاني كما هو سابقاً.

٩ إكمال بناء المداميك الأخرى بنفس الخطوات إلى نهاية الارتفاع المطلوب.

١٠ اتبع خطوات الإنهاء للتمرين.

الأسئلة

١ لماذا يتم بدء البناء في الجدارين من نقطة الالتقاء؟

٢ قيس جدار فوجد أن طوله الأفقي ١,٦م، وقيس جدار آخر يلتقي معه فوجد أن طوله الأفقي ٢,١ والمسافة بين نهايتي الجدارين ٢,٧ م. هل الزاوية بين الجدارين قائمة؟

نشاط إضافي

أكمل بناء جدارين بمدماك واحد بحيث تشكل الجدران الأربعة بعضها مع بعض مستطيلاً.

ملاحظة:

تأكد من تساوي قياس الأقطار للشكل، وفسر ذلك.

تمرين ٦ بناء جدارين يتقاطعان بزاوية قائمة (حرف T)

فريق العمل : طالبان

الأهداف :

١ أن يحدد الطالب موقع الجدارين على الأساس القائم واتجاهه وتقاطعه .

٢ أن يبني الطالب جدارين من الطوب الأسمنتي بسمك ١٥ سم .

٣ أن يحقق الطالب التشريك اللازم بين الجدارين .

٤ أن يضبط الطالب الزاوية المحصورة بين الجدارين بمقدار (٩٠°) .

الأدوات والمواد اللازمة :

- مسطرين بناء
- شريط قياس (متر)
- أسمنت بورتلاندي
- ميزان بناء
- مطرقة بناء
- ركام ناعم .
- رفش (كريك)
- وعاء ملاط
- ماء
- زاوية معدنية .
- وعاء كيل
- طباشير
- خيط بناء
- إزميل
- مسامير فولاذ
- ميزان شاقول .
- قطع خشبية صغيرة
- مسامير ٦ سم

إرشادات

١ يجب تأمين الترابط بين الجدارين بالتشريك التبادلي (مشاركة كل مدماك بتشكيل الآخر بالتبادل) .

٢ يجب ضبط الزاوية القائمة بين الجدارين .

خطوات العمل :

١ مرحلة التحضير والإعداد للتمرين وتشمل (تحضير العدد المستخدمة والمواد اللازمة، وتهيئة السطح وتجهيز الملاط).

- تحقق من الزاوية القائمة (٩٠°).
- تحقق من أبعاد الجدارين.
- تحقق من الاستقامة والشاقولية.
- املأ الحلول الرأسية وكحلها أولاً بأول.

٢ تعيين مسار الجدارين وموقعها وأبعادها على الأساس بتثبيت الخيوط المشدودة حسب المخططات والتفاصيل التنفيذية مع ضبط الزاوية بينهما (٩٠°).

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

٤ إكمال بناء المدماك الأول في الجدارين.

٥ بناء المدماك الثاني : ثبت طوبة عند تقاطع الجدارين واضبط الشاقولية بدقة مع مراعاة مسافة التشريك مع طوب المدماك الأول، ثم إكمال بناء المدماك الثاني.

٦ بناء بقية المداميك، ويتم ذلك ببناء المداميك الفردية كما تم بناء المدماك الأول. وبناء المداميك الزوجية كما تم بناء المدماك الثاني، وهكذا.

٧ إنهاء العمل أو فك التمرين.

الأسئلة

١- لماذا يكون البدء في بناء المدماك الثاني من تقاطع الجدارين؟

٢- هل يؤثر اختلاف سمك الجدارين على طبيعة العمل؟ وضح ذلك .

٣- أيهما أسهل بناء جدارين على شكل حرف L أم حرف T ولماذا؟

نشاط اضافي

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

تمرين ٧ طوبار جسر ربط فوق الطوب

فريق العمل : طالبان

الأهداف :

١ أن يقوم الطالب بطوبار جسر ربط فوق الطوب .

٢ أن يثبت الطالب الطوبار فوق الطوب .

الأدوات والمواد اللازمة :

- شاكوش طوبار
- خشب طوبار .
- منشار خشب
- قطع خشبية صغيرة (طبشات)
- ميزان ماء
- مسامير ٥سم، ١٠ سم
- عتلة .
- سلك تربيط مجدول

الإرشادات:

١ يجب أن يكون سطح أعلى الطوبار مستوياً، وجوانبه شاقولية .

٢ التأكد من مطابقة جوانب الطوبار على الطوب، كي لا يسمح بتسرب الخرسانة .

خطوات العمل :

١ مرحلة الإعداد والتجهيز وتشمل العدد المستخدمة والمواد اللازمة للطوبار .

٢ أخذ القياسات اللازمة كطول الجدار، وارتفاع الجسر، وتجهيز خشب الطوبار .

٣ جمع ألواح الجوانب بطبشات خشبية بوساطة المسامير .

٤ تثبيت جوانب الطوبار التي تم جمعها في الخطوة السابقة فوق الطوب .

٥ إدخال السلك المجدول من خلال الطوب، ومن خلف الطبشات، وشده لجمع الدَّفين معاً، مع مراعاة أفقية سطح الطوبار .

٦ وضع مفاتيح بسمك الجدار بين ألواح الجوانب، وشد السلك المجدول جيداً بينها .

٧ تثبيت قطع خشبية فوق جوانب الطوبار للمحافظة على سمك الجدار، واستقامته، وشاقوليته .

٨ إنهاء العمل أو فك التمرين .

الأسئلة

١- ما الغرض من استخدام جسور الربط فوق الطوب؟

٢- علل لماذا يجب أن يكون سطح الطوبار مستوياً وافقياً ؟

٣- فسر لماذا يجب مطابقة الطوبار مع سطح الطوب ؟

نشاط اضافي

القيام بتسليح الجسر الذي تم طوباره مسبقاً، وصبّه .

تمرين ٨ طوبار عرقة القمط فوق فتحة الباب

فريق العمل : طالبان

الأهداف :

أن يقوم الطالب بتنفيذ طوبار عرقة القمط وتسليحها فوق الباب والشباك .

المواد والأدوات اللازمة :

- شاكوش طوبار .
- منشار خشب
- مقص سلك .
- عتلة
- متر
- خيط بناء
- ميزان بناء .
- خشب طوبار (ألواح ومراين) .
- مسامير ٥سم و١٠سم .
- سلك مجدول .
- قضبان تسليح قطر١٢ملم .
- مطرقة بناء .

الإرشادات:

١ يجب التأكد من مطابقة قياس الفتحة مع المخططات .

٢ يفضل أن يكون الدعم شاقولياً (عمودياً) .

٣ يجب أن يكون الطوبار مطابقاً لجوانب الجدار بشكل محكم .

خطوات العمل :

١ أخذ القياسات الدقيقة للفتحة وتحضير الخشب اللازم لعمل الطوبار أسفل القمط وتثبيته .

٢ تحديد منسوب أسفل الصب على جانبي الفتحة ، وتثبيت طبشات خشبية تحت المنسوب بـ ٢,٥سم .

٣ جمع الألواح اللازمة لطوبارأسفل القمط ، وتثبيتها على الطبشات المثبتة على جوانب الفتحة .

٤ وضع الدعمات الرأسية المناسبة ، إما باستخدام الدعائم المعدنية أو الخشبية وربطها بشكالات قطرية .

٥ جمع الألواح الجانبية التي تشكل جانبي الصب بوساطة الطبشات ، وتثبيتها مع الألواح السفلية .

٦ وضع حديد التسليح اللازم للقمط حسب المخططات .

٧ باستخدام المفاتيح والسلك المجدول يتم تحديد سمك القمط ، وتثبيت الجوانب .

٨ إذا كان التمرين من الأعمال الانتاجية فيتم تحضير وتجهيز الخلطة الخرسانية وتجهيزها وصبها . وإذا لم يكن كذلك فيتم فك التمرين .

المفتاح : قطعة معدنية أو خشبية طولها مساوٍ لعرض الصب يتم وضعها بين الألواح الجانبية للمحافظة على عرض صب الخرسانة .

ملاحظة:

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

الأسئلة

١ – علل استعمال أقل عدد ممكن من المسامير عند تجميع طوبار القمطه .

٢ – ما الفائدة من استخدام قضبان التسليح في الخرسانة؟ ولماذا توضع في أسفل القمطة؟

نشاط إضافي

بدلاً من استخدام الدعم أسفل القمط مباشرة استخدم المراين الخشبية لدعم أسفل القمط وجوانبه .

تمرين ٩ بناء جدارين من الطوب بينهما فراغ

فريق العمل : طالبان

الأهداف :

١ أن يبني الطالب جدارين مستقيمين من الطوب الأسمنتي بينهما فراغ .

٢ أن يحقق الطالب الالتحام بين الجدارين باستخدم المرابط الخاصة بذلك .

المواد والأدوات اللازمة :

- مطرقة بناء .
- متر قياس
- خيط بناء
- مسطرين
- وعاء ملاط
- وعاء كيل .
- قدة ألمنيوم
- ميزان ماء
- رفش
- قطع خشبية ١٥-ماء
- مرابط فراشة .
- أسمنت بورتلاندي .
- طوب أسمنتي ٤٠ X ٢٠ X١٠سم
- ركام ناعم (نحاتة)

الإرشادات :

١ وزع المرابط بين مداميك الجدارين حسب المسافات المعتمدة أفقياً ورأسياً .

٢ حافظ على مسافة الفراغ بين الجدارين ونظافته .

٣ اتبع خطوات بناء جدار مستقيم في تنفيذ كل من الجدارين ، مع ضبط مسافة الفراغ بينهما .

خطوات العمل :

١ مرحلة الإعداد والتجهيز ، وتشمل المواد والعدد المستخدمة .

٢ تفقد الأساس (للأعمال الإنتاجية) ، وتحقق من أن سطحه معزول جيداً ضد الرطوبة .

٣ توقيع حدود الجدارين والفراغ بينهما على وجه الأساس ، وشد الخيوط اللازمة لبناء المدماك الأول .

٤ بناء المدماك الأول في الجدارين مع المحافظة على نظافة الفراغ بينهما .

٥ تحديد موقع المرابط الخاصة على سطح الطوب في المدماك الأول حسب المواصفات الفنية لذلك ، وتثبيتها في مكانها .

٦ بناء المدماك الثاني في الجدارين .

٧ حافظ دائماً على نظافة الفراغ بين الجدارين .

٨ أكمل بناء المداميك المتبقية حتى نهاية الارتفاع المطلوب للجدارين .

٩ فك التمرين .

الأسئلة

١ – لماذا تستخدم الجدران المفرغة في المباني؟

٢ – كم تكون المسافة الأفقية والرأسية بين المرابط؟

٣– لماذا يجب المحافظة على نظافة الفراغ من الملاط المتساقط؟

نشاط إضافي

اقترح طريقة لمنع تساقط الملاط في الفراغ؟

تمرين ١٠ كيل جدران قائمة من الطوب وحساب مساحتها

فريق العمل : طالبان

الأهداف :

١ أن يقيس أطوال الجدران ارتفاعاتها ويجد مساحتها .

٢ أن ينظم الطالب القياسات والمساحات والفتحات في جداول الكيل .

الأدوات اللازمة :

١ متر طول ٥م .

٢ شريط قياس .

٣ قطعة طباشير .

٤ سلم صغير (سيبة) .

٥ دفتر ميدان .

الإرشادات :

١ يجب أن يكون القياس أفقياً ورأسياً ، وأن يكون الشريط مشدوداً .

٢ يجب الانتباه إلى عدم إعادة قياس الواجهة مرة أخرى ، وعدم قياسها من الجهة الأخرى .

٣ يجب التعامل مع القموط الخرسانية فوق الأبواب والشبابيك بشكل منفصل عن أعمال الطوب .

٤ تنظيم جداول للمساحات وللفتحات وللقموط لتسهيل الحسابات .

٥ يكون الكيل هندسياً وذلك بحسم الفراغات من المساحة الكلية .

خطوات العمل :

١ معاينة الجدران ، وتشمل :

أ تفقد الجدران المراد كيلها .

ب معاينة فتحات الأبواب والشبابيك .

٢ تحديد الواجهات بأرقام لتسهيل الحسابات .

٣ تنظيم القياسات في جداول الكيل كما يأتي :

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

ملاحظة

يمكنك استخدام نموذج جدول الكيل الذي مر معك سابقاً .

٤ حساب الكميات 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 :

١ قياس أطوال الواجهات والقواطع باستخدام شريط القياس مشدوداً وممتداً بشكل أفقي .

٢ تحقق من صحة القياس عند التقاطعات والزوايا .

٣ سجل القياسات في الجداول أولاً بأول ، وعلِّم بالطباشير على الواجهات التي تم تسجيلها .

٤ اجعل زميلك يمسك بالشريط بشكل رأسي في قياس الارتفاعات .

٥ قياس الارتفاع من الأعلى إلى أسفل المدماك الأول .

٦ تحقق أنك لم تقم بقياس الواجهات أكثر من مرة واحدة من جهة واحدة .

٧ تحقق من عدد الواجهات وعدد الفتحات ومطابقتها للجداول .

٨ تحقق من أطوال القموط ومطابقتها للجداول .

الأسئلة

١ – أوجد كميات المواد(الطوب ، الركام الناعم ، الركام الخشن ، الأسمنت) اللازمة لأعمال الطوب التي قمت بكيلها .

٢ – احسب تكلفة الجدران التي قمت بكيلها .

٣– كيف تكال الجدران المزدوجة؟

٤ – لماذا تنظم القياسات في جداول خاصة؟

تمارين إضافية :

١ بناء حوض دائري قطر ٣م، وارتفاع ٤٠ سم، باستخدام طوب قياس ٤٠X٢٠X١٥سم.

٢ بناء حوض على شكل ثماني، طول ضلعه ٨٠سم، وبارتفاع ٤٠سم، باستخدام طوب قياس ٤٠X٢٠X١٥سم.

٣ بناء جدارين من الطوب مختلفي السمك على شكل حرف T باستخدام طوب سمك ٢٠سم، ١٠سم.

زيارات ميدانية

أولاً : القيام بزيارة ميدانية إلى احدى مصانع الطوب في منطقتك، وتهدف هذه الزيارة إلى :

١ التعرف على مكونات ومعدات مصنع الطوب.

٢ التعرف على مراحل الإعداد والتصنيع والمعالجة للطوب.

٣ التعرف على الأنواع المختلفة من الطوب ومقاساتها.

٤ التعرف عل طرق تخزين وشحن الطوب.

٥ التعرف على وسائل الوقاية والسلامة والأمن الصناعي في المصنع.

٦ كتابة تقرير عن الزيارة.

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

١ مشاهدة عملية بناء جدران الطوب.

٢ كيل الطوب وتقدير التكلفة.

٣ التعرف على وسائل السلامة والأمن في الموقع.

٤ كتابة تقرير عن الزيارة، وتنظيم الكيل في جداول خاصة.

الوحدة الثالثة

الحجر

١ البناء بالحجر

مقدمة:

تعد صناعة الحجر في فلسطين من أهم الصناعات الوطنية إن لم تكن أهمها، فهي تسهم فيها يزيد عن ٣٠٪ 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 منذ عصر الحضارة النطوفية (نسبة إلى وادي النطوف شمالي غربي القدس قرب قرية شقبا (٨٥٠٠ ق.م). ومن آثار هذه الحضارة مدينة أريحا (أقدم مدينة في التاريخ) فقد أثبتت الحفريات الأثرية بأن مدينة أريحا القديمة هي من أكمل وأجمل ما تركه لنا الإنسان المتفوق في هذه البلاد، من حيث مساكنها، وسورها الحجري الذي يحتوي على برج ضخم مستدير يصعد من جوفه درج متقن البناء، يدل على رقي واسع في البناء الحجري المعماري.

عدا عن توافر حجارة البناء في بلادنا بكثرة واستعمالها منذ القدم في البناء فإن لهذه الحجارة ميزات كثيرة أهمها قدرة هذا الحجر على تحمل الظروف الجوية القاسية، وسهولة تصنيعه ووجوده بألوان مختلفة، مما يعطي جمالاً معمارياً رائعاً لواجهات المباني، بالإضافة إلى ميزات أخرى متعددة.

في هذه الوحدة سنحاول التعرف على مراحل صناعة الحجر، وأماكن استخراجه، وأنواعه، تبعاً لنقشه ولونه وأشكال بنائه وقواعد البناء به، إضافة لمواضيع أخرى تتعلق بالحجر.

أنواع الحجر حسب منشأه الجيولوجي

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

١- الصخور النارية: Igneous Rocks

تتكون الصخور النارية على أعماق مختلفة بالنسبة لسطح القشرة الأرضية، فالمواد المنصهرة التي تعرف بالصهير (Magma)، التي تتصلب ببطء في أعماق كبيرة تحت السطح تسمى بالصخور النارية الجوفية، أما

ذلك الجزء من الصهير الذي يرتفع إلى مستويات أعلى متداخلاً في صخور وطبقات القشرة الأرضية، ويتصلب بالقرب من السطح دون أن يخترقه، فيسمى الصخور النارية المتداخلة، وأما ذلك الجزء من الصهير الذي يتمكن من اختراق طبقات القشرة الأرضية ويخرج على السطح على شكل حمم تقذفه البراكين من الشقوق فإنه يتصلب بسرعة نتيجة ملامسته للهواء، مكوناً ما يسمى بالصخور النارية السطحية أو البركانية.

من أنواع الصخور النارية:

١ الجرانيت Granite:

صخر ناري جوفي، يتكون من عدة معادن، أهمها 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.

جرانيت

٢ البازلت Basalt:

صخر ناري 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 بوساطة الكسارات إلى مقاسات مختلفة.

وهناك أنواع أخرى مثل الجابرو (Gabbro)، والديورايت (Diorite)، وغيرها.

بازلت

٢- الصخور الرسوبية: Sedimentary Rocks

هي الصخور التي تنشأ نتيجة لترسيب نواتج تفكك مكونات صخور أقدم منها وتفتيتها وتحللها وإذابتها بوساطة العوامل الجوية المختلفة، وتكمن أهمية هذه الصخور في أنها تغطي حوالي ٧٥٪ من السطح الحالي لليابسة بينما يتكون الربع المتبقي من صخور نارية ومتحولة، كذلك فإن معظم مواد البناء التي يحتاجها الإنسان مصدرها الصخور الرسوبية، مثل أحجار البناء والركام والرمل والجير والأسمنت وغيرها، وتختص الصخور

الرسوبية دون غيرها باحتوائها على رواسب الفحم والنفط، علاوة على كونها المصدر الأساسي لخامات الفوسفات والأملاح المعدنية المختلفة.

وتتكون الصخور الرسوبية نتيجة تماسك الرواسب المفككة والمتحللة، وتحولها إلى مواد صخرية صلبة، نتيجة الضغط الناتج عن ترسيب مواد جديدة فوق المواد المترسبة القديمة، حيث يؤدي هذا الضغط إلى تماسك الحبيبات المفككة، كذلك فإن المواد اللاحمة كالجير أو السيليكا أو أكاسيد الحديد التي ترسبها المياه الأرضية بين حبيبات تلك الرواسب تؤدي إلى زيادة تماسكها، وتحولها إلى صخور صلبة.

من الأنواع الشائعة والمستخرجة من الصخور الرسوبية:

١ الصخور الرملية: **Sand Stone**

تشمل الصخور التي تتكون من قطع صخرية أو حبيبات معدنية فتاتية في حجم الرمل، وتتكون معظم الصخور الرملية من المعادن الفتاتية وخاصة معدن الكوارتز، وتلتحم مكوناتها بعضها ببعض، إما بمواد جيرية أو سيليكا. وتمتاز هذه الصخور بتعدد أنواعها، وتختلف في صلابتها تبعاً لتركيبها وللمادة اللاحمة الموجودة بين حبيباتها، وتبعاً لذلك فإنها تستخدم في صناعة حجر البناء وأعمدة البنايات والركام اللازم لرصف الطرق، وفي صناعة الخرسانة.

٢ الصخور الجيرية: **(Lime Store)**

وهي صخور كلسية تشمل الأنواع المختلفة الكيميائية والعضوية الأصل، وتختلف في صلابتها اختلافاً كبيراً، وذلك راجع لطبيعة المعادن أو المواد الداخلة في تركيبها، وتستخدم الأنواع الجيدة منها في صنع حجارة البناء، وفي فلسطين فإن معظم حجارة البناء المستخدمة هي من الصخور الجيرية، التي تتكون بشكل أساسي من كربونات الكالسيوم، فالصخور الرسوبية الجيرية تغطي الجزء الأعظم من جبال فلسطين، حوالي ٩٨٪ من مساحة فلسطين من جبال الجليل شمالاً مروراً بجبال نابلس والقدس والخليل، إلى النقب جنوباً.

٣- الصخور المتحولة: Metamorphic Rocks

هي صخور تكونت نتيجة لتأثير الحرارة، أو الضغط، أو الاثنين معاً على صخور أقدم منها نارية كانت أو رسوبية أو حتى متحولة، مما يؤدي إلى إعادة تبلور معادن تلك الصخور القديمة، وتكوين معادن جديدة، وتمتاز الصخور المتحولة بمجموعة من الخواص التي تميزها عن الأنواع الأخرى من الصخور، ومن أهم هذه الخواص:

١ توجد معظم الصخور المتحولة على شكل طبقات أو صفائح غير منتظمة.

٢ تتكون معظم الصخور المتحولة من بلورات كبيرة الحجم يمكن رؤيتها بالعين المجردة، وتحتوي على مجموعة من المعادن لا تتكون إلا فيها نتيجة لعمليات التحول.

٣ تتميز هذه الصخور بصلابة وكثافة عالية مقارنة مع الصخور الرسوبية، بسبب تداخل بلورات معادنها بعضها مع بعض أثناء إعادة تبلورها.

إن الصخور المتحولة تغطي حوالي ٢،٠٪ من أرض فلسطين، وهي موجودة في مناطق صغيرة من الجليل الأعلى والنقب.

ومن الأنواع الشائعة من الصخور المتحولة:

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

٢ الرخام **marble:** صخر متحول، يتكون في الأساس من بلورات معدن الكالسيت، وصلابته أقل من صلابة الكوارتزيت، ويمتاز الرخام النقي بألوانه البيضاء. أما إذا احتوى الصخر الأصلي على شوائب معدنية أخرى مثل الطين أو أكاسيد الحديد أو البقايا العضوية فإن لونه يتغير تبعاً لذلك، ويستخدم الرخام النقي في أعمال الديكور والزخرفة وعمل التماثيل، أما الرخام في فلسطين فهو الصخر المتحول من الصخور الرسوبية الجيرية، وهو قابل للصقل، بحيث ينتج عن هذه العملية سطوح لامعة، ومن الرخام المشهور رخام البينة في الجليل الغربي، وهو حجر جيري ناعم الحبات، ويقص ويلمع في مصانع خاصة، 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 الطبيعي له إلى حجر الجرانيت، وحجر الرخام الطبيعي، وحجر الجير الصلب، وحجر الجير الطري، والحجر الرملي.

رخام بلدي

مزايا البناء بالحجر وعيوبه

مزايا البناء بالحجر

١ يعطي البناء بالحجر جمالاً مميزاً للأبنية .

٢ إن البناء بالحجر يعطي المهندسين المعماريين مرونة كبيرة في تصميم الواجهات المعمارية .

٣ تتميز الواجهات الحجرية عن غيرها بقدرتها على مقاومة العوامل الجوية المختلفة .

٤ إن الواجهات المبنية من الحجر تعمر طويلاً ولا تحتاج الى صيانة دائمة .

٥ إمكانية استخدام الحجر بألوان مختلفة .

عيوب البناء بالحجر

١ هناك بعض العيوب الطبيعية الموجودة في وجه الحجر ، مما يعمل على تشويه منظر البناء .

٢ التباين في نسبة امتصاص الماء بين الأنواع المختلفة من الحجر ، وضمن النوع الواحد يؤدي إلى اختلاف في لون الحجر بعد مرور فترة على بنائه .

٣ إن العمليات التي يمر بها الحجر حتى يصبح جاهزاً للبناء من تحجير وقص ونقش وبناء تجعله يأخذ وقتاً طويلاً مما يزيد من مدة التنفيذ .

٤ ارتفاع كلفة البناء بالحجر وخاصة عند استخدام القطع الحجرية الخاصة بشكل كبير في المبنى .

٥ ضعف تماسك الحجر مع الخرسانة خلفه وخصوصاً عند استعمال الحجر بسمك قليل .

٦ إن عدم غلق الحلول (الكحلة) بين المداميك بشكل جيد يعمل على تسرب المياه والرطوبة إلى داخل المبني .

عيوب الحجر

١ الفجوات الموجودة داخل الحجر تجعله ضعيفاً وقابلاً للتحلل مع مرور الزمن .

٢ الكمخ الذي هو عبارة عن جيوب موجودة في الحجر مليئة بالطين والرمل المتحلل (غير المتحجر) .

٣ التسوس : هو عبارة عن جيوب مليئة بمواد متحجرة كالصدف .

٤ العروق : هي عبارة عن شقوق مملوءة بكربونات الكالسيوم المتبلورة والمتحجرة .

٥ الرقش : هي جيوب مملوءة بمواد طباشيرية تعمل على إضعاف الحجر .

٦ عدم تجانس لون الحجر مما يؤدي إلى تشوه منظر الواجهة .

بعض الفحوصات التي تجري على الحجر

١ 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 يدقق على أبعاد الحجر ، وسماكته ، حيث يجب أن يكون طوله أكثر من ارتفاعه بمقدار مرة ونصف ويجب أن يكون ارتفاعه موحداً لنفس المدماك ، وأن لا تقل سماكته عن ٥ سم ، كما يجب أن يكون الحجر منقوشاً (مدقوقاً) حسب المطلوب ، وأن تكون زوايا الحجر قوائم ، وأن يكون الحجر موحد اللون .

٢ الفحوصات المخبرية (التي تجري في المختبر)

أهم هذه الفحوصات هي:

١ **نسبة الامتصاص (Apsortion)**

هي نسبة امتصاص عينة الحجر للماء ، وتقاس بنسبة الماء التي تمتصها عينة الحجر نتيجة غمرها بالماء لمدة ٢٤ ساعة إلى وزن عينة الحجر وهي جافة .

$$\text{نسبة الامتصاص}\% = \frac{\text{وزن العينة المشبعة في الهواء} - \text{وزن العينة الجافة}}{\text{وزن العينة الجافة}} \times ١٠٠\%$$

وكلما زادت مسامية الحجر زادت نسبة امتصاصه .

وبالتالي يتغير لونه ، ويضعف على مدى الزمن .

٢ **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 .

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{وزن العينة وهي جافة}}{\text{وزن العينة المشبعة في الهواء} - \text{وزن العينة المشبعة مغمورة بالماء}}$$

٣ **فحص مقاومة الضغط للحجر (Compresive Strength)**

تقاس مقاومة الضغط بالنيوتن/ ملم٢ ، وتفيدنا هذه التجربة في عمل مقارنة بين الحجر سواء كان من نفس المصدر أم من مصادر مختلفة ، لأن هذه المقارنة تفيدنا في اختيار الحجر القوي الصالح للبناء الجيد .

$$\text{مقاومة الضغط للحجر (نيوتن/ ملم٢)} = \frac{\text{الحمل الذي انكسرت عليه العينة بالضغط (نيوتن)}}{\text{المساحة (ملم٢)}}$$

وهناك فحوصات أخرى كثيرة ، وكلها تفيدنا في كيفية اختيار أحجار جيدة للبناء ، منها :

تمديد معامل التمزق للحجر ، وتحديد معامل المرونة ، وتحديد قوة الثني ، ومقاومة التآكل ، وغيرها .

حجر البناء في فلسطين

كما ذكرنا في المقدمة فإن بلادنا قد عرفت البناء بالحجر منذ آلاف السنين ، ويرجع ذلك لتوافر مادة الحجر بشكل كبير جداً في كل مناطق فلسطين ، حيث إن الصخور الرسوبية التي يستخرج منها حجر البناء تغطي حوالي ٩٨٪ من مساحة بلادنا كما ذكرنا سابقاً .

أنواع حجر البناء تبعاً لأماكن استخراجه

يسمى الحجر في فلسطين بأسماء المناطق التي يستخرج منها ، وكما ذكرنا سابقاً فإن معظم جبال فلسطين من الشمال إلى الجنوب هي جبال من صخور رسوبية ، يمكن استخراج حجارة البناء منها ، وفيما يلي نذكر أهم مقالع (محاجر) حجر البناء في فلسطين .

١ 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 إنجاصة .

٢ محاجر محافظة نابلس : تمتاز حجارة هذه المنطقة بالتجانس ، ووحدة الخواص ، ومن أهم هذه المحاجر : محاجر جماعين التي تمتاز حجارتها بالصلابة ، ولونها الأبيض ، ومحاجر عصيرة القبلية ، وغيرها .

٣ محاجر محافظة بيت لحم : من أهم هذه المحاجر : محاجر بيت فجار ، واصليب ، وقرية الخضر .

٤ محاجر محافظة القدس : أهمها : محاجر : عناتا ، وحزما ، وبيت حنينا .

٥ محاجر محافظة رام الله ، أهمها : محاجر عين يبرود ، وكفر مالك ، وبيرزيت ، وغيرها .

٦ محاجر محافظة جنين ، أهمها : محاجر : قباطية ، وعجة ، وكفر راعي .

وهناك محاجر أخرى .

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

بعض ألوان الحجر

تصنيع الحجر

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

التحجير:

هي عملية استخراج الكتل الصخرية الصالحة لحجارة البناء من المحاجر بعد التحقق من أن 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:

١ استخدام الآلات اليدوية: تستخدم هذه الطريقة عندما لا يزيد عمق طبقة الصخر عن متر وحد، وفي هذه الحالة يتم عمل عدة حفر بأعماق مناسبة، ثم 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.

٢ 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.

مقلع حجارة (محجر)

٣ طريقة تفجير الحفر باستعمال ملح البارود: حيث يتم عمل حفر بعمق من ٣-٤ متر وتملأ 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 بوساطة 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 ٥-٧ سم.

ماكنة قص الحجر في المنشار

نقش الحجر (دقاقة الحجر)

بعد قص 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.

الأدوات المستخدمة في نقش الحجر

ومن أنواع النقش نذكر ما يأتي:

١ الطبزة: وهذا النوع من النقش يكون فيه وجه الحجر بارزاً، ويتم فقط إزالة الرؤوس المدببة والظاهرة بشكل غير لائق باستخدام الإزميل والمطرقة، وهنا يراعى ألا يزيد بروز وجه الحجر عن ٩٠ ملم عن مستوى حوافه وألا تقل عن ٣٠ ملم. ويجب أن تكون جوانب الحجر الأربع مستقيمة ومتعامدة مع بعضها مع بعض.

٢ المسمسم: هنا يتم نقش وجه الحجر باستخدام الإزميل المسنن والمطرقة، ويكون النقش على شكل خطوط متوازية افقياً أو عمودياً، أو مائلة بزاوية ٤٥°، مع مراعاة أن يتراوح عمق النقش ما بين ٣-٥ ملم.

٣ المنقر : حيث ينقر السطح بالشوكة والمطرقة بشكل منتظم لكامل الحجر ، ويتراوح عمق التنقير من ٢،٥-٥ ملم .

٤ الملطش : هنا يتم نقش سطح الحجر باستخدام الشوكة والمطرقة على شكل خطوط ، ويراعى أن يكون النقش موزعاً توزيعاً منتظماً قدر الإمكان لكل الحجارة المستخدمة في البناء .

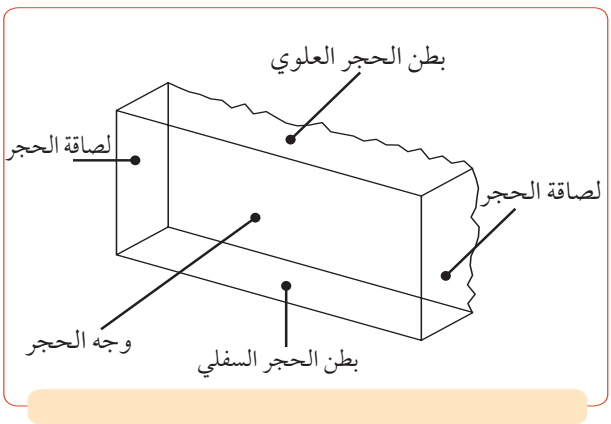
٥ المطبوب : هنا يتم نقش سطح الحجر باستخدام المطبة ١٠ أو ١٢ أو ١٤ ، وبشكل كثيف ، بحيث لا يبقى أي أثر للسطح المنشور . (يمكن كذلك طب الحجر باستخدام آلات ميكانيكية وخاصة للحجر ذي السمك القليل ، ٣٠ ملم مثلاً) .

٦ المنشور (المسموح) : وهو الحجر الذي يتم قصه بوساطة المنشار الآلي ، ثم يتم إزالة آثار أسنان المنشار باستخدام ماكنات (جلايات) خاصة .

البناء بالحجر

بعض المصطلحات الأساسية 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 كانت أفقية أم عمودية بين أي حجرين متجاورين في الواجهة الواحدة .
- المدماك الحجري : هو الصف الأفقي المستقيم الذي يتكون من أحجار البناء الموحدة الارتفاع والمبنية جنباً إلى جنب على مستوى واحد .



- لصاقات الحجر : هما السطحان الرأسيان المتعامدان مع وجه الحجر .
- الحجر السراحي : هو الحجر الذي تبنى به المداميك المستمرة ، ولا يظهر منه في الواجهة إلا الوجه فقط .

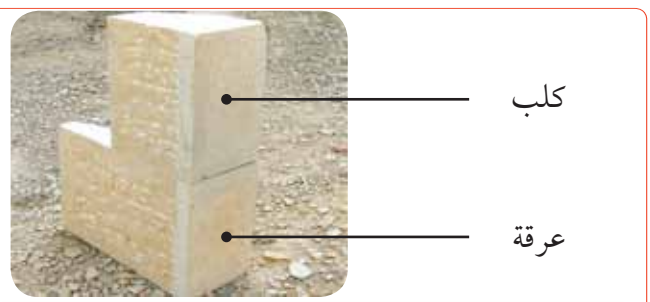
القطع الحجرية الخاصة

١ الزاوية الحجرية : وهي القطعة التي تقع في زاوية البناء ، وهي تتكون من وجهين متعامدين أحدهما قصير ويسمى بالقدم ، والآخر طويل ويسمى بالساق ، على أن لا تقل نسبة طول القدم إلى ارتفاع الزاوية عن ٥ , ٠ وأن لا تقل نسبة طول الساق إلى ارتفاع الزاوية عن ٢ , ١ . عندما تكون زاوية البناء منفرجة تسمى زاوية الحجر بزاوية رخ .

زاوية عادية

زاوية في البناء

٢ السلاحات (الكلب والعرقة) : هي القطع الحجرية التي تقع على جوانب الأبواب والشبابيك ويراعى أن يكون وجه القطعة متعامداً على جنبها ، وينقش الوجه حسب ما هو مطلوب في الواجهة أما الجنب (الدمغ) فينقش بالمطبة . ولضمان تشريك الحلول الرأسية يكون السلاح إما عرقة (قطعة طويلة) وإما كلباً (قطعة قصيرة) ويجب أن يكون جنب السلاحات موحد القياس .



سلاح منفصلة

السلاحات في البناء

٣ القموط الحجرية : هي القطع التي تقع أعلى فتحات الشبابيك والأبواب ، ويراعى أن يكون بطن حجر القمط موحد القياس (موحد الدمغ) .

٤ الدساتير الحجرية : وهنا تكون جوانب الحجر متعامدة مع وجهه ومنقوشة من الجهات الثلاث وغالباً ما تستخدم في اللمع الحجرية .

دستور

٥ البراطيش الحجرية : هي القطع التي تقع أسفل فتحات الشبابيك ، ويراعي عند نقشها أن يكون أعلى الحجر مائلاً للخارج قليلاً ليساعد في تصريف مياه المطر .

كما يراعى عند بناء البرطاش في الواجهة أن لا تقل نسبة التشريك على الجوانب عن ٣، ٠ ارتفاع البرطاش .

برطاش

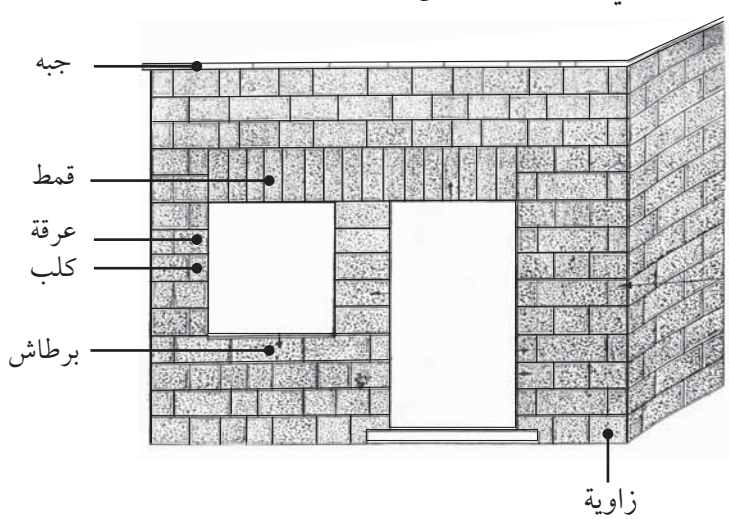
٦ المرابيع الحجرية : وهي القطع الحجرية التي تكون أوجهها الأربعة متعامدة بعضها على بعض ، وتكون منقوشة من الوجوه الأربعة ، ويتم استعمال هذه القطع كأعمدة خاصة في الفرندات .

مربوعة

٧ الجبه الحجرية : وهي القطع الحجرية التي توضع فوق آخر مدماك مثل مداميك (التصوينة) والبلاكين وغيرها ، ويكون سمكها عادة ٥ سم ، وعرضها يزيد قليلاً عن سماكة الحائط ، وهي تمنع تسرب الماء إلى داخل الواجهة الحجرية وإعطاء منظر جمالي .

جبه

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



قواعد البناء بالحجر

عند البناء بالحجر يجب مراعاة الأمور الآتية :

١ يتم البناء باستعمال الخيط والشاقول والقدة وميزان الماء، لضبط الاستقامات الأفقية والرأسية لمداميك الحجر .

٢ يتم البناء بتركيب الزوايا والسلاحات أولاً، وضبط استقاماتها الأفقية والرأسية، ثم يغلق فيما بينها بالحجارة السراحي . وهنا لا بد من التركيز على أنه لا يسمح بشد الخيط لأكثر من ١٠ م في المسافات الأفقية .

٣ تستعمل الأسافين الخشبية لضبط سماكة الحلول، وبشكل عام يستخدم اسفينان لكل قطعة حجر، وتوضع هذه الأسافين من الخارج .

٤ يجب مراعاة أن تكون الحلول الأفقية والرأسية موحدة السمك لكامل البناية .

٥ يتم بناء الحجارة بوضع الملاط على كامل لصاقات الحجر والبطن العلوي للمدماك السابق مع مراعاة أن يكون الملاط متجانساً وخالياً من الكتل الصلبة .

٦ يجب تنظيف الحلول من الملاط الزائد مباشرة .

٧ يجب إزالة الأسافين وتنظيف الحلول لعمق ١٥ ملم .

٨ يمنع العمال من رفع القطع الحجرية التي يزيد وزنها عن ٥٠ كغم فقط، وإنما يجب استخدام طرق رفع آلية لذلك .

٩ يمنع بناء أكثر من ثلاثة مداميك دون صب الخرسانة خلفها . كما يمنع استخدام كسر الحجارة أو الدبش في الخرسانة المصبوبة خلف الحجر .

١٠ مراعاة الالتزام بنسبة التشريك عند البناء، بحيث لا تقل هذه النسبة عن ٠,٣ ، ارتفاع المدماك، ولا تزيد عن ٠,٦ ارتفاع المدماك .

الملاط

لقد مر معنا هذا الموضوع بالتفصيل سابقاً «أعمال بناء الطوب»، ولكن ذلك يمنعنا من التركيز على بعض النقاط المهمة :

١ يفضل خلط الملاط المحضر بالموقع باستخدام الخلاطات، وفي حالة الخلط اليدوي يجب الخلط في وعاء نظيف وغير مشوه الشكل .

٢ يجب استخدام الملاط قبل مرور ساعة واحدة، مع إضافة الماء للأسمنت، ويمنع إعادة الخلط واستعمال الملاط بعد مرور هذه الفترة.

٣ تقاس كميات المواد إما بالوزن، أو بالحجم، حسب النسب المحددة وعادة تكون: (١ : ٤)

أشكال البناء بالحجر

١ البناء منتظم المداميك:

أ- المداميك المتساوية الارتفاع: هنا يكون ارتفاع المداميك موحداً 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 بأن تبنى المداميك الحجرية بحيث لا تقطع أي قطعة حجرية أكثر من حل رأسي واحد في المدماك السابق أو اللاحق.

مداميك متساوية الارتفاع

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

مداميك غير متساوية الارتفاع

٢ البناء غير منتظم المداميك

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 أن لا تقل النسبة بين طول القطعة الحجرية التي ستركب أفقياً وعرضها عن (١,٣)، وألا تزيد عن (٣,٠٠).
- يجب أن لا تقل النسبة بين القطة الحجرية التي ستركب رأسياً وعرضها عن(٢,٠٠) وألا تزيد عن(٣,٠٠).

طراز أمريكي

- يجب أن لايزيد عدد الأحجار الرأسية في المتر المربع الواحد من الواجهة عن خمسة وألا يقل عن حجر واحد .
- يجب ألا يقل تراكب القطع الحجرية عن ٦ سم .

الطراز الإيطالي

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

طراز ايطالي

أنواع الجدران الحجرية تبعاً لطريقة تنفيذها

١- 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 :

١ نستخدم خرسانة **B200** للتصفيح خلف المداميك الحجرية .

٢ تصب الخرسانة على طبقات لا يزيد ارتفاع الواحدة منها عن ٢٠ سم ، ويمنع صب الطبقة الثانية إلاّ بعد مضي ما يقارب الساعة من صب الطبقة السابقة .

٣ يمنع استخدام الدبش أو كسر الحجارة في خرسانة التصفيح .

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

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

٢- الجدران الخرسانية المسلحة المكسوة بالحجر

هنا يتم تلبيس الجدران الخرسانية المسلحة من الخارج باستخدام القطع الحجرية التي تكون سماكتها ما بين ٤-٦ 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 لتلبيس الحجر نذكر منها :

١ يراعى تنقير لصاقات الحجر وبطونها السفلية والعلوية بشكل جيد كاف لاحداث التماسك المطلوب مع مونة البناء .

٢ تثبيت قطع الحجارة في أماكنها باستعمال المرابط الخاصة .

٣ يجب ألا تقل مقاسات طول القدم للزوايا عن ٥ ، ٧ سم .

٤ يعبأ الفراغ بين الجدار والحجر بالخرسانة ذات الركام الصغير .

٥ يحظر بناء أكثر من مدماكين اثنين دون صب الخرسانة خلفها .

٦ تبنى المداميك باستخدام الميزان والخيط والشاقول .

٧ يبنى المدماك الأول بوضعه الصحيح على الأساس ، أو باستعمال المرابط الحاملة والمثبتة بشكل سليم وقوي إلى الحائط .

٨ يتم استخدام السقّالات المعدنية الخاصة للبناء على ارتفاعات عالية .

تكسية الجدران الخرسانية بالحجارة

٣- 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 أفقي تماماً وباستخدام تقنيات خاصة . ثم تنقل هذه الواجهات في شاحنات إلى موقع العمل ، وتركب على بعضها على بعض باستخدام الروافع ، وتثبت في مواقعها ببراغ خاصة ، أو بوساطة اللحام ، ثم تعبأ الفواصل بينها باستخدام مونة خاصة لذلك .

جدران حجرية مسبقة الصب

كيل الحجر

يكال حجر البناء كيلاً هندسياً بالمتر المربع بعد خصم الفراغات والفتحات للأجزاء التي تزيد مساحتها على (١٠ ، ٠) متر مربع ، وهناك طريقة أخرى تعتمد لكيل الحجر لدى الموردين والمقاولين وهي الدراجة حالياً عندنا حيث تعتمد طريقة الكيل على المتر الطولي . كما تعطى علاوة زيادة على القطع الحجرية الخاصة ، وعليه تحسب القطع الخاصة على النحو الآتي :

١ حجر الزاوية : تكال كل قطعة على أنهاتساوي ١ متر طول .

٢ سلاحات الشبابيك والأبواب (العرقة والكلب) : تكال كل قطعة على أنها تساوي ١ متر طول .

٣ حجر القمط ارتفاع ٥١ سم : تكال كل قطعة على أنها تساوي ١ متر طول .

٤ حجر البرطاش : يكال كل ١ متر طول على أنه يساوي خمسة أمتار طولية .

٥ حجر المرابيع : تكال كل قطعة على أنها تساوي ٣ متر طول وأحياناً ٤ متر طول .

٦ زاوية الرخ : تكال كل قطعة على أنها تساوي ٥ ، ١ متر طول .

التمارين العملية لوحدة الحجر

رقم التمرين	اسم التمرين	رقم الصفحة
١	بناء جدار مستقيم من الحجر بارتفاع ثلاثة مداميك مصفح خلفه بالخرسانة باستخدام طوب ١٠ سم .	١٦٩
٢	بناء برطاش الشبابيك .	١٧١
٣	بناء سلاحات الشبابيك .	١٧٢
٤	بناء القمط للشباك .	١٧٣
٥	حساب كمية الأمتار الطولية من الحجارة لأحدى البنايات (الكيل) .	١٧٥

تمرين ١ بناء جدار مستقيم من الحجر بارتفاع ثلاثة مداميك مصفح خلفه بالخرسانة باستخدام طوب ١٠سم

فريق العمل : طالبان

الأهداف:

١ أن يبنى الطالب جداراً مستقيماً من الحجر .

٢ أن يضبط الطالب الاستقامات الأفقية والرأسية للمداميك وللجدار ، وذلك باستخدام الأدوات الخاصة بذلك .

الأدوات والمواد المستخدمة:

- الخيط ، الشاقول ، القدة ، ميزان الماء ، مسطرين ، شريط قياس (متر) ، وعاء ملاط ، أسافين خشبية ، مطرقة .
- زوايا حجرية ، حجارة نوع سرّاحي ، طوب ١٠ سم ، ملاط ، خرسانة نوع **B200** .

الإرشادات:

يجب مراعاة كل قواعد البناء بالحجر التي درستها في الوحدة النظرية .

خطوات العمل:

١ يحدد المدرب مكان الجدار المراد بناؤه وأبعاده .

٢ تثبيت زاوية حجرية في بداية الجدار ، وأخرى في نهايته ، والتأكد من أفقية وشاقولية الزوايا باستخدام ميزان الماء .

٣ تثبيت ومد خيط البناء بين الزاويتين وشده جيداً .

٤ تكملة بناء المدماك الأول باستخدام حجارة سراحي ، مع مراعاة ملامسة الخيط للحافة العلوية للحجر لضبط الاستقامة ، واستخدام إسفينين خشب من الخارج لكل حجر ، وبوساطة ميزان الماء يتم التأكد من أفقية وشاقولية الحجر .

٥ البدء ببناء المدماك الثاني ، وذلك بتثبيت زاويتين في الأطراف ، مع مراعاة التشريك اللازم ، وحسب توجيهات المدرب .

٦ تكملة بناء المدماك الثاني والطريقة نفسها التي استخدمت في المدماك الأول .

٧ تكرار الخطوات السابقة في بناء المدماك الثالث .

٨ يتم بناء الطوب خلف واجهة الحجر مع مراعاة السمك المطلوب للجدار (يتم البناء كما مر معك سابقاً في وحدة الطوب) .

٩ تصب الخرسانة بين جداري الحجر والطوب على طبقات، وبشكل تدريجي، لضمان عدم دفع مداميك الحجر .

١٠ إذا كان التمرين من الأعمال غير الإنتاجية يتم فكه وتنظيف المكان .

الأسئلة

١ – ما الهدف من استخدام الأدوات التالية :

الخيط، ميزان الماء ؟

٢ – لماذا يتم البدء ببناء الزوايا ؟

٣– بالمتر المربع والمتر الطولي احسب كمية الحجارة التي تم استخدامها في هذا التمرين .

تمرين ٢ بناء برطاش الشبابيك

فريق العمل : طالبان

الأهداف:

أن يبني الطالب برطاش الشباك .

الأدوات والمواد المستخدمة:

الخيط ، ميزان الماء ، مسطرين بناء ، شريط قياس (متر) ، وعاء ملاط ، أسافين خشبية ، براطيش حجرية .

الإرشادات:

١ يبنى البرطاش أسفل فتحة الشباك ، ويحدد موقعه حسب المخططات الهندسية ، وعادة ما يبنى فوق المدماك الثالث أو الرابع .

٢ يمكن الاستفادة من التمرين رقم (١) لتكملة التمارين : الثاني والثالث والرابع .

خطوات العمل:

١ تبنى المداميك الحجرية الثلاثة كما مر معنا في التمرين الأول .

٢ يحدد مكان بناء البرطاش بالضبط (فتحة الشباك) .

٣ يتم بناء البرطاش بحيث يكون على نفس استقامة الخيط الواصل بين الزوايا .

٤ يتم إكمال بناء المدماك بالحجارة ما بين الزوايا والبرطاش .

٥ يتم الصب خلف المدماك بالخرسانة ، وعادة يكون الصب بارتفاع أقل من ارتفاع البرطاش بـ ٥سم .

تمرين ٣ بناء سلاحات الشبابيك

فريق العمل : طالبان

الأهداف:

أن يبني الطالب سلاحات الشباك .

الأدوات والمواد المستخدمة:

الأدوات نفسها المستخدمة في التمرين السابق .

خطوات العمل:

١ تبنى الزوايا الحجرية في الأطراف كما مر معنا في التمرين الأول .

٢ نثبت عرقتان أولاً في الجوانب فوق البرطاش ، وتكون على استقامة الخيط الواصل بين الزوايا نفسها ، ويتم التأكد من شاقوليتها باستخدام ميزان الماء .

٣ نكمل بناء المدماك بالحجارة ما بين الزوايا والعرقات .

٤ تبنى الزوايا الحجرية للمدماك التالي في الأطراف ، ويشد الخيط بينها تماماً .

٥ نثبت كلبين في جوانب الشباك فوق العرقات وعلى استقامة الخيط الواصل بين الزوايا ، ونتأكد من شاقوليتهما باستخدام ميزان الماء أو الشاقول .

٦ نكمل بناء المدماك بالحجارة ما بين الزوايا والكلاب .

٧ نكرر الخطوات السابقة حتى نصل إلى نهاية ارتفاع الشباك .

تمرين ٤ بناء القمط للشباك.

فريق العمل : طالبان

الأهداف:

أن يبني الطالب القمط للشباك

الإرشادات:

يبنى القمط فوق فتحات الشبابيك والأبواب بعد أن يعمل له طوبار على قياس الفتحة (فتحة الشباك أو الباب) ولذلك سنتطرق هنا لعملية طوبار القمط قبل البدء بخطوات بناء القمط نفسه .

خطوات العمل لطوبار القمط:

١ التأكد من أن السلاحات قد بنيت بشكل جيد وعلى ارتفاع واحد من الجهتين .

٢ عمل الطوبار على قدر الفتحة بالضبط ، ولا يهم إذا كانت (الكشفه أو الضبان) زائداً من الأمام أو الخلف .

٣ يجب الانتباه إلى الطوبار بأن لا يكون مقوساً إلى الأسفل . بل يجب رفع الطوبار قليلاً إلى الأعلى خوفاً من الهدل .

٤ تثبيت الدعم أسفل الكشفة ، والتأكد من أنه على الارتفاع نفسه بالضبط .

٥ يجب أن تثبت الدعمات على أرضية صلبة لمنع حركة الطوبار أثناء البناء فوقه .

خطوات العمل لبناء حجارة القمط بارتفاع ٥١سم:

١ يتم بناء الزوايا في الأطراف كما مر معنا سابقاً .

٢ يتم تثبيت قطعتي قمط : واحدة على اليمين ، والأخرى على اليسار ، في موقعيهما على طرفي فتحة الشباك وحسب المخططات ، وعلى استقامة خيط البناء .

٣ نكمل بناء المدماك بالحجارة السراحي ما بين الزوايا والقمط .

٤ يتم بناء الزوايا الحجرية في الأطراف مرة أخرى ، ويتم شد الخيط على طول استقامتهما .

٥ نشد خيطاً آخر من أسفل على طول الفتحة فقط .

٦ يتم تثبيت قطعة قمط عن اليمين ، وأخرى عن اليسار ، مع استقامة الخيط العلوي والسفلي ، ونستمر في تثبيت القمط الطريقة نفسها .

٧ نكمل بناء المدماك بالحجارة ما بين الزوايا والقمط .

٨ نكرر الخطوات السابقة حتى إنهاء التمرين .

تمرين ٥ حساب كمية الأمتار الطولية من الحجارة لأحدى البنايات (الكيل).

فريق العمل : طالبان

الأهداف:

أن يحسب الطالب كمية الحجارة بالمتر الطولي لإحدى البنايات .

الأدوات والمواد المستخدمة:

١ شريط متري .

٢ دفتر ميدان .

خطوات العمل:

١ يحدد المدرب إحدى البنايات الحجرية الصغيرة .

٢ يقوم أحد الطلاب وبمساعدة زميله بقياس طول محيط البناية باستخدام الشريط المتري، ويدون ذلك في الدفتر .

٣ يحسب أحد الطلاب عدد المداميك في البناية، ويتأكيد الطالب الثاني من دقة العدد، ويدون ذلك في الدفتر .

٤ نضرب محيط البناية بعدد المداميك، وبذلك نحصل على عدد الأمتار الطولية في البناية كلها شاملة فتحات الأبواب والشبابيك وبدون أية خصميات .

٥ يقوم أحد الطلاب وبمساعدة زميله بعدّ القطع الحجرية الخاصة في البناية من : زاويا، وسلاحات (عرقة، كلب)، وقمط، وطول البرطاش .

٦ يتم جمع كيلة القطع الحجرية الخاصة للمجموع الكلي الذي حصلنا عليه من البند ٤ باحتساب كل زاوية، وكل عرقة، وكل كلب، وكل قمطة بمتر طولي، وكل ١م براطيش يحسب بخمسة امتار طولية .

الخصيمات:

١ اضرب عدد الزوايا الموجودة في البناية بمعدل الخصم وهو ٥٠ سم .

٢ اضرب عدد السلاحات (العرقات+ الكلبات) بمعدل الخصم وهو ٢٥ سم .

٣ احسب كمية الأمتار الطولية التي يشغلها القمط وذلك بضرب ارتفاع القمط(مدماك أو مدماكين)

بطول فتحة الشباك أو الباب .

٤ احسب كمية الأمتار الطولية لفتحات الشبابيك والأبواب مع الانتباه لزيادة ٢٥سم من جهة اليمين و٢٥سم من اليسار .

٥ احسب كمية الأمتار الطولية التي يشغلها البرطاش وذلك بضرب طوله بارتفاعه (الارتفاع عادة لمدماك واحد) .

٦ اخصم كل الخصميات الواردة في البنود الخمسة السابقة من المجموع الكلي لعدد الأمتار الطولية الذي حصلت عليه في البند الرابع . وبذلك تكون قد حصلت على النتيجة المطلوبة .

الأسئلة

١ احسب كمية الأحجار بالمتر المربع للبناية نفسها .

٢ في بند الخصميات في البند الرابع لماذا تم زيادة ٢٥سم من كل جهة لفتحات الشبابيك والأبواب .

٣ علل ما يلي : -

أ- في بند الخصميات لماذا تم ضرب عدد الزوايا بمعدل الخصم ٥٠سم .

ب- في بند الخصميات لماذا تم ضرب عدد السلاحات بمعدل الخصم ٢٥سم .

نشاط

احسب كمية الأحجار الطولية في بيتك ، أو أي بيت آخر تختاره .

الزيارات الميدانية

يقوم المدرب باصطحاب طلابه في زيارات ميدانية إلى :

١ أحد المحاجر القريبة من المدرسة .

٢ أحد مناشير الحجر في المنطقة .

٣ أحد مختبرات الفحص للاطلاع على الأجهزة والفحوصات الخاصة بالحجر .

٤ موقع بناء في طور الإنشاء .

ويطلب من كل طالب أن يقدم لمدربه تقريراً مفصلاً حول كل زيارة يورد فيه ملاحظاته واستفساراته ويتم مناقشة التقارير التي يراها المدرب مناسبة مع جميع الطلاب .

أسئلة الوحدة

السؤال الأول :

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة :

١ الصخور الرسوبية الجيرية التي يستخرج منها حجر البناء تغطي حوالي :

أ ٧٥٪ من مساحة فلسطين .

ب ٠،٢٪ من مساحة فلسطين .

ج ٥٠٪ من مساحة فلسطين .

د ٩٨٪ من مساحة فلسطين .

٢ من عيوب حجر البناء :

أ عدم قدرته على تحمل الظروف الجوية القاسية .

ب احتواء الحجر أحياناً على جيوب مليئة بمواد متحجرة كالصدف .

ج عدم توافره بكثرة في بلادنا .

د عدم إمكانية الحصول عليه بألوان مختلفة .

٣ أهم الفحوصات المخبرية التي تجري على حجر البناء هي :

أ تحديد زمن الشك .

ب التدرج الحبيبي .

ج نسبة الامتصاص .

د معامل الدمك .

٤ عند بناء مداميك الحجر يجب مراعاة ما يأتي :

أ منع بناء أكثر من ثلاثة مداميك دون صب الخرسانة خلفها .

ب يمنع بناء أكثر من عشرة مداميك دون صب الخرسانة خلفها .

ج لا شيء مما ذكر .

٥ لتحضير ملاط البناء بالحجر ، يخلط الأسمنت مع الركام الصغير بنسبة :

أ (١ : ٤)

ب (١ : ١)

ج (١ : ٥، ١)

د (١ : ٨)

٦ وحدة كيل حجر البناء والدراجة حالياً في بلادنا فلسطين لدى المقاولين هي :

أ المتر المكعب .

ب المتر المربع .

ج المتر الطولي .

د العدد .

السؤال الثاني :

عرف ما يأتي : –

الزوايا الحجرية ، السلاحات ، القمط ، الدساتير ، المرابيع ، الجبه الحجرية .

السؤال الثالث :

اذكر مزايا حجر البناء وعيوبه .

السؤال الرابع :

علل ما يلي :

١ مازال بناء الجدران الحجرية مسبقة الصب غير مستخدم عندنا .

٢ استعمال الخرسانة ذات الركام الصغير لتعبئة الفراغ بين الجدار وحجر التكسية .

٣ عند البناء تنقر لصاقات الحجارة وبطونها السفلية والعلوية .

٤ يجب استخدام الملاط قبل مرور ساعة واحدة على خلطة .

٥ ضرورة إزالة الأسافين الخشبية بعد مضي ٢٤ ساعة على البناء .

٦ تصب خرسانة التصفيح خلف الحجر على طبقات ، لا يزيد ارتفاع الواحدة منها عن ٢٠ سم .

٧ استخدام الخيط ، والشاقول ، والقدة ، وميزان الماء لضبط الاستقامات الأفقية والرأسية لمداميك الحجر .

٨ مراعاة الالتزام بنسبة التشريك عند البناء بالحجر .

السؤال الخامس :

اذكر قواعد البناء بالحجر بالتسلسل الصحيح .

المراجع

١ – العقود والمواصفات وحساب الكميات، داود شحاده خلف ، جمعية عمال المطابع التعاونية –عمان، ١٩٨٩

٢ – مواد البناء، روحي الشريف ، مطبعة شوقي معبدي –عمان – ١٩٨٣

٣– كودة الخرسانة العادية والمسلحة ، مجلس البناء الوطني الاردني ، وزارة الأشغال العامة –الأردن– ١٩٩٣

٤ – تكنولوجيا الخرسانة ، أحمد العريان ، عالم الكتب – القاهرة – ١٩٧٤

٥ – تكنولوجيا وخواص الخرسانة، روحي الشريف , مطبعة شوقي معبدي –عمان – ١٩٨٢

٦ – الحجر الطبيعي للبناء ، لجنة التوصيف ، مؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية – ١٩٩٧

٧– المواصفات الفنية العامة للمباني , الأعمال المدنية والمعمارية ، وزارة الأشغال العامة.الاردن – ١٩٨٥

٨– البناء بالحجر في فلسطين ، رياض عبد الكريم ، نابلس – ٢٠٠٠

٩ – جيولوجيا فلسطين والضفة الغربية وقطاع غزة، عبد القادر ، صايل خضر ، القدس، عمان– ١٩٩٩

١٠ – الخرائط ومبادىء المساحة ، محمود عبد اللطيف، محمد عبد الرحمن ، المكتبة المصرية

١١ – اصول في المساحة ، يوسف صيام ، عمان – ١٩٨٣

١٢ – المساحة المستوية (طرق الرفع والتوقيع) ، محمد شكري، محمود حسني، محمد رشاد ، منشأه المعارف لاسكندرية – ١٩٨٦

١٣ – المساحة لأصحاب المهن الهندسية ، احمد ابو هنطش ، المطبعة الوطنية – ١٩٨٦

١٤ – مواصفات الخرسانة ، لجنة التوصيف، مؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية

1. surveying theory and Practice, Raymonde, Francis and Joe. McCraw - Hill Book Company 1966

2. surveying for Engineers, Najeh Tamim. Sept. 2003.

3. Plane and geodetic Surveying for Engineers, David Clark, Revised by J.E.Jackson 6th Edition, Constable, London

4. Properties of Concrete, 3rd Edition, Neville A.M. Longman Scientific and Technology. England 1981.

تم الجزء الثاني بحمد الله