المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

# تقنية معمارية

## خواص واختبارات مواد البناء

## ٢٠٦ عمر

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي، لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " خواص واختبارات مواد البناء " لمتدربي قسم" تقنية معمارية " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد :

مقرر خواص واختبارات مواد البناء يختص بموضوع الخواص المختلفة للمواد المستخدمة في أعمال البناء ومجال التشييد ومن أهم هذه الخواص التالي:

١. خواص طبيعية مثل: الأبعاد – الشكل – الوزن النوعي – الكثافة – المسامية – والتكوين الداخلي للمادة.
٢. خواص كيميائية مثل: التركيب الكيميائي – الحامضية – القلوية – مقاومة الصدأ – التغيرات الناتجة عن العوامل الجوية.
٣. خواص حرارية مثل: التوصيل الحراري – والتمدد الطولي والحجمي.
٤. خواص بصرية مثل: اللون – انكسار الضوء – امتصاص ونفاذ وانعكاس الضوء.
٥. خواص سمعية مثل: التوصيل الصوتي – والانعكاس الصوتي.
٦. خواص ميكانيكية: وتختص بالتأثيرات التي تحدث للمادة عند تعرضها لأحمال إستاتيكية أو ديناميكية أو متكررة.

وعند إتمام دراسة طالب التقنية المعمارية لهذا المقرر فإنه يخلص إلى معرفة خواص مواد البناء بالإضافة إلى إتقان طرق اختبارات هذه المواد وذلك من خلال الدراسة النظرية والتطبيقية (تجارب واختبارات معملية) وبالتالي يكون الطالب قادراً على استلام عينات المواد بالموقع وإجراء الاختبارات المطلوبة عليها ومطابقتها بالمواصفات المعتمدة وإعداد تقارير بذلك.

وتتألف هذه الحقيبة من الوحدات الهامة والرئيسية التالية:

الوحدة الأولى: خواص أحجار البناء والطوب.

الوحدة الثانية: خواص الإسمنت.

الوحدة الثالثة: خواص الجير والجبس.

الوحدة الرابعة: خواص الأخشاب.

الوحدة الخامسة: خواص مواد الدهانات والعزل.

الوحدة السادسة: خواص المواد المعدنية.

الوحدة السابعة: أعمال الخرسانة.

الوحدة الثامنة: تكنولوجيا صناعة الخرسانة.

وكل وحدة من الوحدات السالف ذكرها تتألف من موضوعات يتحقق من خلال دراسة الطالب لها الأهداف الرئيسية المطلوبة بالإضافة إلى أنها مدعمة بالرسومات التوضيحية والتفصيلية وملحق بها جزء خاص بالاختبارات والتجارب المعملية.

نسأل الله العلي القدر أن نكون قد وفقنا في تأليف وتقديم منهج المقرر على الوجه المطلوب.

# خواص واختبارات مواد البناء

## خواص واختبارات الحجارة والطوب





جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**الجدارة:**

معرفة خواص وطرق اختبارات أحجار البناء والطوب وركام الخرسانة.

**الأهداف:**

عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

- معرفة خواص مواد البناء (الأحجار والطوب وركام الخرسانة).
- استلام عينات المواد.
- إجراء الاختبارات المعملية المطلوبة على مواد البناء ومطابقتها بالمواصفات.
- الفحص ومطابقة الأعمال المنفذة بالمواصفات المطلوبة.

**مستوى الأداء المطلوبة:**

إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٠٪.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

ساعتان للجزء النظري و ٨ ساعات للتدريبات والتمرينات التطبيقية.

**الوسائل المساعدة:**

- وسائل عرض.
- الأدوات والمعدات المناسبة لعمل الاختبارات.
- ملابس خاصة بالمختبر.
- ملحق الاختبارات والتجارب المعملية.

**متطلبات الجدارة:**

معرفة ما يتعلق بالوحدة في جميع الحقائب السابقة.

# أحجار البناء

**مقدمة :**

مصطلح الحجر مشتق من الأحجار الطبيعية بعد استخراجها من قشرة الأرض الخارجية، وأهمية الحجر كمادة بناء تتضح من خلال شواهد ما قبل التاريخ، حيث إنه من أقدم مواد البناء المعروفة استخداما وأعلاها مقاومة مع مرور الزمن، و تطور استعماله في الحضارات القديمة بالعالم مثل الحضارة المصرية وحضارة الكوشان في البيرو.

قطع وتشكيل الحجر لم يكن معروفاً أو واسع الانتشار حتى تطورت معدات أشغال الحجر المصنوعة من الحديد ، وقبل اكتشاف ملاط الجير كمادة لاحمة كان يرص الحجر مع بعضه دون أن يكون هناك فراغات فكان لابد من قطع الحجر بدقة متناهية وذلك ما سبب ضياع الوقت والجهد ، وساهم استخدام ملاط الجير كمادة لاحمة بين وحدات الحجر في سرعة عمليات التشييد والبناء.

وفي أعمال البناء اليوم استبدل وحدات الحجر بوحدات الطوب والبلك الإسمنتي والتي تتصف بخفة الوزن وسهولة التعامل، ومع ذلك ما زال الحجر يستخدم بكثرة في نواحي الديكور والتكسيات الخارجية والزخارف وكذلك الأرصفة. ويندر استخدام كتل الحجر الكبير كدعامة في المباني بعد أن استخدمت الإطارات الإنشائية الحديدية والخرسانية حيث الاقتصادية وسرعة الإنشاء والتشييد.

جيولوجيا ، جميع الصخور يمكن أن تصنف إلى واحدة من ثلاث مجموعات: بركانية (نارية)، رسوبية، متحولة، وذلك بالاعتماد على العمليات الطبيعية التي تكونت من خلالها مع أو على سطح الأرض.

**صناعة الحجر :**

حجر البناء يحضر للاستخدام بالفرز والقلع عن المحاجر (استخراج الحجر من الأرض). ويمكن استخراج الحجر الذي يراد استخدامه بأشكال غير منتظمة بالتفجير أو بالكسر باستخدام المعاول والعتلة. ومعظم وحدات الحجر تقطع من المحاجر بواسطة مناشير خاصة تعمل على فصل الصخر إلى كتل كبيرة. شكل (١ -١).

في عمليات الفرز، تقطع كتل المحاجر إلى وحدات أو بلاطات أصغر في الورشة باستعمال أنواع عديدة من المناشير طبقاً للرسومات التنفيذية الخاصة بالمنشأة.

تُنهى وتصقل الحجارة بعد قطعها بواسطة الشحذ واستخدام مادة صاقلة وملمعة أو أي معالجة ضرورية للحصول على الإنهاء المطلوب. المنشار الماسي دائماً يستخدم في القطع النهائي للحجر. والحجر ذوالأشكال الأسطوانية يتم عمله باستخدام المخارط. تنحت الفواصل بالحجر بآلة خاصة أو باليد وذلك

بالاعتماد على الوضع النهائي كل حجر معلم برقم خاص لذلك فإن مكانها الصحيح في المبنى يمكن معرفته وتحديده عند وصولها إلى موقع التشييد.

معظم الكتل الصخرية والبلاطات ثقيلة جداً بحيث يستحيل نقلها وتثبيتها يدوياً، والروافع ومعدات الرفع الميكانيكية الأخرى تستخدم استخداماً واسعاً في المحاجر وعملية الفرز ومواقع التشييد والإنشاء. وحدات الحجر يلزم أن يكون بها ثقوب مناسبة وأغوار تسمح برفعها دون أن يتأثر الملاط أو الروابط الأخرى عند تثبيتها.

من المعروف أن الحجر الطبيعي يحتوي على رطوبة عند مرحلة قلعه من المحجر، يوصى عند جفاف الرطوبة واتزان نسبتها بالحجر باستعماله، واكتمال الجفاف، والاتزان قد يستغرق سنة واحدة كما أن الحجر لن يصل إلى اللون النهائي عند عدم اكتمال هذه المرحلة.

ومن أنواع الحجر الطبيعي المشهورة الاستخدام حتى اليوم التالي:

١ - الحجر الجيري.

٢ - الرخام.

٣ - الجرانيت ( الصوان).

٤ - حجر الإردواز.

**الحجر الجيري:**

هو حجر طبيعي ينتمي إلى مجموعة الصخور الرسوبية التي تتكون من ترسب أجزاء الصخور المفككة بفعل عوامل التعرية.

- لا يوجد به شوائب معدنية.
- يتصف بقوة تحمل عالية.
- معدل امتصاصه للماء قليل بالاعتماد على درجة المسامية.
- مقاوم للحريق حتى ٩٠٠ درجة مئوية حيث يتحول بعدها إلى جير حي.

- الحجر الجيري النقي لونه ابيض، ولأجل وجوده في الطبيعة فإنه يتأثر بها ويتغير لونه مائلاً للأصفر والأزرق والرمادي، ويكتسب اللون البني إذا اختلط به شوائب ككبريتور الحديد الذي يبقعه ويكوّن حامض الكبريتيك الضار به.
- يستخدم في الحوائط الحاملة ويدخل في صناعة الإسمنت والمواد الحديدية.
- تعتمد المتانة والوزن النوعي للحجر الجيري على خاصية المسامية به.
- الوزن النوعي = (٢,٢٤ – ٢,٧٠) جم/سم٣.
- مقاومة الضغط تتراوح بين (٢٠٠ – ١٩٠٠) كجم/سم٢.
- المسامية (٠,٣٠ – ٢٠) ٪.

**الرخام :**

هو حجر طبيعي ينتمي إلى مجموعة الصخور المتحولة ويتكون من الكالست والدولوميت ( الحجر الجيري) بفعل الحرارة والضغط.

**ويمكن تصنيفه إلى أربع فئات:**

١ - الكالست.

٢ - الدولوميت.

٣ - السربنتين.

٤ - الترافرتين.

والرخام يأتي بعدة ألوان وبه عروق مختلفة تدل في العادة على مصدره، ونجد أن الرخام يكثر الإقبال على استخدامه وذلك يعود لقابليته للصقل والتهذيب.

ومن المعلوم أن الرخام الجيد هو الذي لا يحتوي على أحافير متبقية حيث إن الكالست نفسه أبيض اللون لذلك فالرخام النقي هو الأبيض النصف شفاف. واختلاف لون الرخام ووجود التعرقات به هو بسبب الشوائب المصاحبة للحجر الجيري الأصلي والداخلة في مكوناته. والألوان تتدرج من الأحمر، والوردي، والبنفسجي، والبني، والأخضر، والبيج، والكريمي، ومن الأبيض حتى الرمادي والأسود.

والرخام يتأثر بالأحماض لذلك يوصى بشحذ وصقل أسطحه عند استخدامه خارجيا. والرخام في العموم قاس وسميك ويمكن تعبئة الشقوق والعروق إن وجدت بمادة صمغية خاصة. وبعض أنواع الرخام لا يوصى باستخدامه خارجيا حيث إنه يتآكل بسبب أن أسطحه مكشوفة للعوامل المناخية.

ويستخدم الرخام عادة لتكسية الجدران والأعمدة والأرضيات وقوة مقاومته للضغط يقع بين (12000 to 21000 Psi) (93 to 102 MPa) عندما يكون وزنه( 185 to 190 lb/ft$^3$) ( 2963 to 3043 Kg/m$^3$) كما يتصف بنسبة امتصاص تقع في المدى 0.001 to 0.06 %

**الجرانيت:**

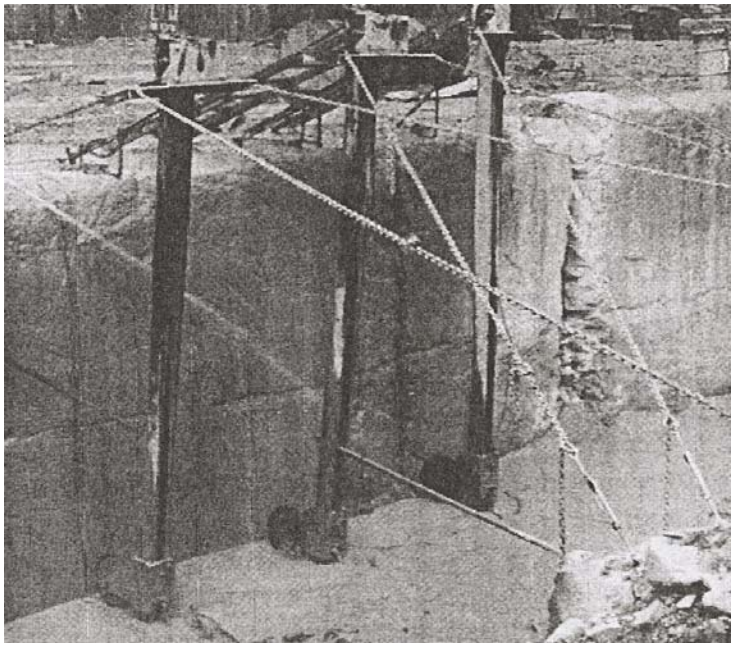
هو حجر طبيعي ينتمي إلى مجموعة الصخور البركانية (النارية) ويتكون خلال برودة سريعة أو بطيئة لمواد منصهرة في باطن الأرض تحت الضغط. تعمل البرودة البطيئة على تكوين بلورات كبيرة (مثل الجرانيت) بينما تعمل البرودة السريعة على تكوين بلورات صغيرة (مثل البازلت).

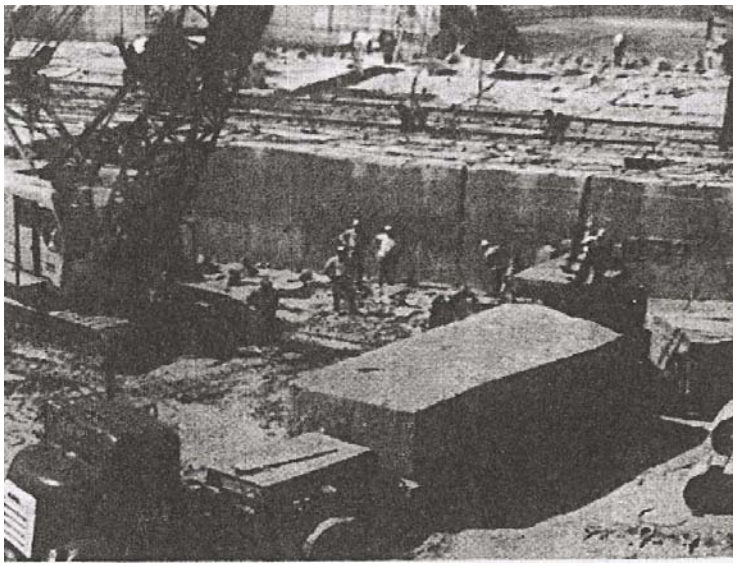
- هو صخر صلد مقاوم للتآكل وصعب التشغيل غير مقاوم للحريق خصوصاً مع الماء.
- كبر حجم بلوراته تجعل منظره حسناً ، واللون الغالب فيه اللون الوردي والأبيض والأسود.
- يستخدم في أعمال الديكور وفي الأماكن المعرضة للتآكل (التعرية) كجوانب السلالم ودعامات الكباري بالإضافة إلى أن كسره يستخدم كركام في صناعة الخرسانة.
- اختلاف عامل تمدد جزيئاته يجعل مقاومته للحريق ضعيفة ، حيث تنتج به شقوق تتبع خطوط تركيب بلوراته عند تعرضه للحريق.
- الوزن النوعي = (٢,٥٠ – ٢,٨٥) جم/سم٣.
- مقاومة الضغط تتراوح بين (١١٠٠ – ٢٢٠٠) كجم/سم٢.
- معدل امتصاصه للماء قليل جداً والمسامية من ( صفر – ١٪).

**حجر الإردواز:**

هو حجر طبيعي ينتمي إلى مجموعة الصخور المتحولة ، مجهري البلورات (لا ترى بلوراته إلا بالمجهر) وتكوّن أصلاً من الطفل ، ويتركب حجر الإردواز من صفائح رقيقة من السهل انفلاقها على شكل ألواح.

- يستخدم عادتاً في أعمال رصف المشايات وفي الأسقف.
- يأتي اللون الأحمر والأرجواني والأخضر والأزرق والأسود.





شكل (١-١): قلع الحجر من المحاجر ونقله إلى المصانع.

## وحدات طوب البناء

هي وحدات تصنع في قوالب لاستخدامها في تشييد المباني كجزء مكمل للإنشاء ( في الواجهات أو ملء الفراغات بين العناصر الإنشائية أو كفواصل)

**أنواع وحدات طوب البناء :**

أ - وحدات طوب البناء المصنوع من الطفل ( المحروق).

ب - وحدات طوب البناء الإسمنتي.

### وحدات طوب البناء المصنوع من الطفل ( المحروق )

**عام :**

كان الطين ومازال أحد مواد البناء البيئية الرئيسية المستعملة في معظم مناطق العالم. فقد استخدم على نطاق واسع في الحضارة الفرعونية وحضارة ما بين النهرين كما ظهرت المباني الطينية في الحضارة الرومانية واستخدمته شعوب نهر السند والصين كما بنى سكان أمريكا الشمالية الأصليين بيوتهم منه واستخدم أيضا في المكسيك وأوروبا وعرفته حضارات مختلفة في أفريقيا.

الطوب المصنوع من الطفل يتم تشكيلة بالقوالب في حالة اللدونة ثم يتم حرقة داخل أفران، والمواد الخام الداخلة في الصناعة وكذلك طريقة الصناعة لها تأثير على خواصة، لذا فإن فهم ومعرفة المواد الخام وطريقة الصناعة تعتبر أساسية في تحديد نوع واستخدام الطوب.

**المواد الخام:**

للوفاء بمتطلبات الإنتاج فإن الطفل المستخدم في صناعة وحدات الطوب يجب أن يتصف بصفة اللدونة الكافية حتى يمكن تشكيله أو جعله في قوالب بعد خلطه بالماء بالإضافة إلى لزوم توفر قوة التماسك الكافية للحفاظ على الشكل المطلوب بعد تشكيله. وجزيئاته لابد أن تنصهر عندما تخضع لدرجة الحرارة العالية في الفرن. وأنواع الطفل المستخدم في صناعة وحدات الطوب تأخذ ثلاثة صور أساسية متشابهة في التركيب الكيميائي مختلفة في الصفات الفيزيائية:

١ - الطفل السطحي: هذا النوع يوجد بالقرب من سطح الأرض ويتصف بصفة الرسوبية.

٢ - الطفل الصفحي: هذا النوع تعرض لدرجة ضغط عالية حتى وصل إلى مرحلة القساوة وهو شكل من أشكال الإردواز.

٣ - الطفل المحروق: وهذا النوع يوجد على عمق كبير من الأرض أكثر من النوعين السابقين، ويتميز بجودة مقاومته للصهر والتي جعلت منه مقاوماً لدرجة الحرارة العالية ومفيداً في بعض

الاستخدامات كطوب مقاوم للنار والحرق كما إنه يتصف عادة بقلة الشوائب وبتماثل الخواص الكيميائية والفيزيائية أكثر من النوعين السابقين.

جميع الثلاثة أنواع السابقة تتكون من السليكا ( ثاني أكسيد السليكون) والألومينا ( أكسيد الألومونيوم) مع كميات متفاوته من أكاسيد معدنية وبعض الشوائب. الأكاسيد المعدنية تعمل كمصهرات والتي تعزز الاندماج والانصهار بين الجزئيات في درجة حرارة أقل والتي قد لا يمكن أن تكون بدونها كما أنها بالإضافة لذلك مؤثرة في الألوان النهائية للوحدات.

**ويصنف الطوب المصنوع من الطفل إلى التالي :**

١ - طوب مصمت.

٢ - طوب مفرغ.

٣ - التيركوتا المعمارية.

**المراحل الرئيسية في صناعة وحدات البناء من الطين الطفلي هي :**

١ - استخراج الطفل الخام من المنجم وتحضيره وتخزينه.

٢ - تشكيل الصلصال ( جعله في قوالب).

٣ - التجفيف ( داخل أفران التجفيف).

٤ - الصقل.

٥ - الحرق والتبريد.

٦ - سحب وحدات الطوب من داخل الأفران وتخزينها.

شكل (١ -٢) يوضح هذه المراحل.

**خواص وحدات الطوب المصنوع من الطفل المحروق:**

**١ - قوة مقاومة الضغط:**

- الطفل وطريقة الصناعة ودرجة الحرق تؤثر جميعها في هذه الخاصية.
- خاصية مقاومة قوة الضغط العالية مصاحبة لدرجة حرارة الحرق العالية.
- قوة مقاومة الضغط للطوب تقع بين (1500 to 20000 Psi) وذلك حسب خواص استخدامه.

**٢ - خاصية الامتصاص:**

- هذه الخاصية تعتمد على الطفل وطريقة الصناعة ودرجة حرارة الحرق.
- لدونة الطين ودرجة الحرارة العالية ينتج عنها وحدات ذات امتصاص أقل.

- النفاذية للماء في الوحدات تعتمد على وجود أو عدم وجود الفتحات الصغيرة بها.
- أفضل مقدار للامتصاص في الطوب يقع بين ٥ إلى ٢٠ جرام من الماء.

**٣ - خاصية المتانة:**

- خاصية المتانة للوحدات تتأثر بمقاس الفتحات الصغيرة بها وكمية ودرجة اكتمال الحرق.
- درجة حرارة الحرق العالية ينتج عنها وحدات طوب أقسى.
- وجود الأملاح يؤثر في خاصية المتانة ( لذا يلزم اختبار وحدات الطوب المعرضة للماء للتأكد من عدم وجود أملاح ضمن مكوناتها).

**٤ - خاصية اللون الطبيعي:**

- الطوب المحروق ينتج عنه ألوان عديدة.
- التركيب الكيميائي للطفل ودرجة حرارة الحرق وطريقة الحرق كلها عوامل تتحكم في اللون.
- الألوان الخفيفة يمكن إنتاجها بواسطة عدم اكتمال الحرق.
- الوحدات غير مكتملة الحرق تكون ناعمة ودرجة امتصاصها للماء عالية وقوة مقاومة الضغط بها أقل بخلاف مكتملة الحرق.

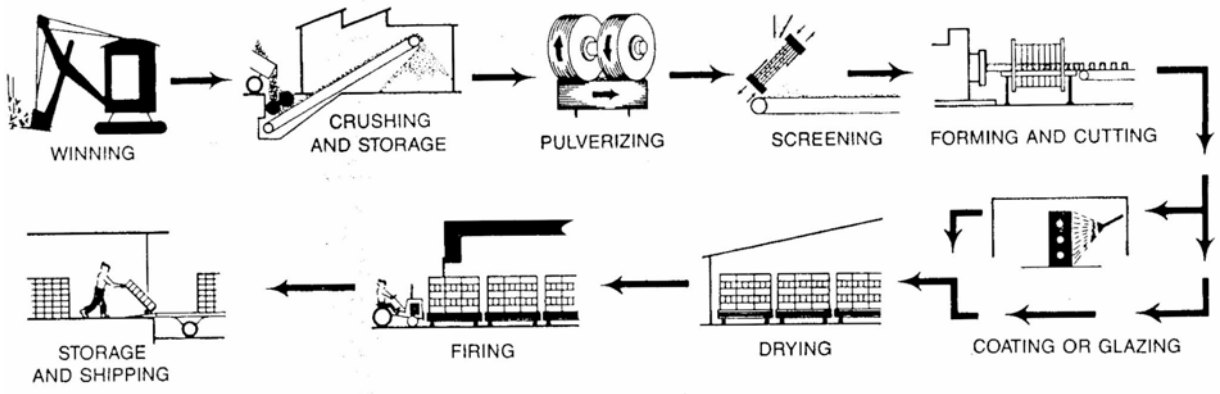
**٥ - خاصية الملمس:**

- الملمس الخاص بوحدات الطوب يمكن التحكم به عن طريق التشكيل بالقالب.
- نوع الملمس في العادة يندرج من الناعم إلى الوسط إلى الخشن.

**٦ - اختلاف المقاس:**

- الطين المستخدم في صناعة الطوب ينقص حجمه بمقدار ٤,٥٪ إلى ١٥٪ خلال التجفيف والحرق ( ويمكن الحد من النقص بأخذ هذا المقدار كزيادة في حجم القالب).
- والمشكلة الأساسية تظهر عند حصول تفاوت في الأبعاد في عدة وحدات من المفترض استخدامها مع بعضها البعض في البناء.
- اختلاف محتوى المواد الكيميائية في الطفل بين وحدة وأخرى قد يسبب النقص في الحجم (لذلك لابد من التأكد من أن الوحدات التي يراد استخدامها مع بعض تكون من نفس نوع الطفل)

- للحصول على لون أغمق للطوب فإنه يحتاج إلى زيادة درجة حرارة الحرق وذلك يسبب زيادة نسبة النقص في الحجم ( وكنتيجة فإن الحصول على ألوان مختلفة لنفس الطفل يؤدي إلى اختلاف في حجم الوحدات)
- محاولة ضبط النقص والاختلاف في المواد الخام ودرجة الحرارة في الفرن بدقة متناهية قد يكون مستحيلا ( لذلك لابد من تحديد الفروقات المسموح بها في المواصفة قبل إنتاج الوحدات)




شكل (١-٢): مراحل صناعة وحدات البناء من الطين الطفلي (المحروق).

## وحدات طوب البناء الإسمنتية

**عام :**

تصنع هذه الوحدات من الإسمنت البورتلاندي والركام والماء والمضافات في أغلب الأحوال. وبعد خلط المكونات يتم وضعها في القوالب باستخدام معدة الضغط والهز ثم بعد ذلك معالجتها تحت نسبة رطوبة و ودرجة حرارة مناسبة وعند الحصول على مقاومة الضغط المطلوبة ومحتوى الرطوبة المطلوب والخصائص المهمة الأخرى فإن الوحدات تكون جاهزة للاستعمال.

معرفة خواص المواد الخام وطريقة الصناعة يسهل كثيرا في اختيار واستخدام الوحدات كما أنهما مؤثران رئيسيان في خاصية مقاومة الضغط والخصائص الأخرى.

**المواد الخام :**

المواد الخام المستخدمة في صناعة وحدات طوب البناء الإسمنتية هي المواد الإسمنتية والماء والركام والمضافات المختلفة.

### ١ - المواد الإسمنتية

المادة الإسمنتية الأساسية المستخدمة في صناعة وحدات طوب البناء الإسمنتية هي الإسمنت البورتلاندي. وغالباً الإسمنت المستخدم هو الإسمنت البورتلاندي العادي. كما أن الإسمنت سريع التصلد يستخدم عند الحاجة حيث إن الوحدات المصنعة باستخدامه تكتسب قوة تصلد سريعة أثناء مرحلة الشك المبكرة وبالتالي تبدأ عملية المعالجة لها مبكراً خلاف الوحدات المصنعة باستخدام الإسمنت البورتلاندي العادي. الرماد المتطاير والسيلكا كلاهما يستخدمان كجزء من مادة إسمنتية مع الإسمنت البورتلاندي. وتحديد النسبة الصحيحة لهاتين المادتين يعتمد على درجة حرارة المعالجة ونوع الركام المستخدم.

### ٢ - الركام

الركام يشكل تقريبا ٩٠٪ من وزن وحدة البناء الإسمنتية ولذلك فالركام مؤثر مهم في الخواص النهائية المطلوبة وكذلك تكلفة الوحدات.

والخواص المطلوب توفرها بالركام تتضمن التالي:

١ - الصلابة والصلادة والقوة الضرورية لتحمل الصدم والبري وكذلك الأحمال.

٢ - المتانة يلزم توفرها بالركام لمقاومة التمدد والتقلص الناتج عن الرطوبة وتغير درجة الحرارة.

٣ - التدرج الحبيبي الجيد للركام الناعم والخشن حيث ينتج عنه اقتصاد ودرجة تشغيل جيدة للخليط ومظهر متجانس ( أكبر مقاس للركام يجب أن لا يتجاوز $\frac{1}{3}$ أقل مقطع في هيكل وحدة الطوب).

٤ - النظافة وعدم وجود الجزيئات الغريبة التي قد تضعف قوة مقاومة الضغط أو تسبب عيوب في الأسطح.

والركام يمكن أن يصنف حسب وزنه إلى كثيف وخفيف الوزن.

### ٣ - المضافات:

العديد من المضافات تستخدم للخلطات الخرسانية لكن القليل منها وجد إنه جيد عند استخدامه في صناعة وحدات الطوب الإسمنتي. وتستخدم هذه المضافات في صناعة وحدات الطوب الإسمنتي لأغراض عديدة منها إدخال فقاعات هواء داخل الخليط أو لتسريع زمن الشك أو الحصول على أصباغ ألوان معينة ...الخ. ولابد من التحقق على إنفراد من أن المضافات مناسبة أو غير مناسبة بهدف التأكد من أنها تؤدي الغرض المطلوب قبل اعتماد إدخالها في صناعة الوحدات.

### تصنيف وحدة طوب البناء الإسمنتية :

١ - وحدات مصمتة (طوب البناء).

٢ - بلك إسمنتي (مصمت، مفرغ).

٣ - وحدات خاصة (بلك الديكور).

**المراحل الرئيسية في صناعة وحدات طوب البناء الإسمنتية :**

١ - استلام المواد الخام وتخزينها.

٢ - العجن والخلط.

٣ - جعل الخليط في قوالب.

٤ - المعالجة.

٥ - رص الوحدات على شكل مكعبات وتخزينها بعد المعالجة.

٦ - توزيع المنتج النهائي ( وحدات الطوب).

شكل (١ -٣) يوضح هذه المراحل.

**الخواص الفيزيائية لوحدات طوب البناء الإسمنتية :**

**١ - خاصية مقاومة الضغط:**

خاصية مقاومة الضغط للوحدات الإسمنتية يصعب تحديدها من معلومات الخلط فقط لأن نسبة الماء للإسمنت بسيطة ولأن كل نوع من أنواع الركام يظهر بخصائص مختلفة أثناء الخلط.

- الخلط الذي به نسبة الماء للإسمنت أقل من المطلوب فإنه يندمج بدرجة أقل من الخلط الأكثر نسبة ولذلك ينتج عنه مقاومة ضغط أقل.
- المؤثرات الرئيسية في خاصية مقاومة الضغط هي:
  - ١ - النوع والتدرج الحبيبي للركام.
  - ٢ - نوع وكمية المواد الإسمنتية.
  - ٣ - درجة الاندماج في قوالب الصب.
  - ٤ - محتوى الرطوبة ودرجة الحرارة للوحدات وقت الاختبار.

**٢ - خاصية مقاومة الشد والثني ومعامل المرونة:**

- قوة الشد تتراوح بين ٧٪ إلى ١٠٪ من قوة مقاومة الضغط.
- قوة الثني تتراوح بين ١٥٪ إلى ٢٠٪ من قوة مقاومة الضغط.
- معامل المرونة يتراوح بين ٣٠٠ إلى ١٢٠٠ مرة لقوة مقاومة الضغط.

**٣ - خاصية امتصاص الماء :**

- درجة امتصاص الركام لها أثر كبير على درجة امتصاص الوحدات.

- المسامية تؤثر في عدة خواص مثل النفاذية والتوصيل الحراري وامتصاص الأصوات لكن هذا الأثر لا يمكن التنبأ به عند مقارنة وحدات استخدم بها أنواع مختلفة من الركام.
- قد تكون خاصية امتصاص الماء بكمية أكثر في الوحدات مطلوبة عند طلب بعض الخواص مثل خفة الوزن وامتصاص الصوت بدرجة عالية والعزل الحراري.
- الطوب الذي يراد استخدامه في حوائط خارجية غير مطلية بالدهان يجب أن يتصف بنسبة امتصاص أقل.

**٤ - خاصية التغير في الحجم:**

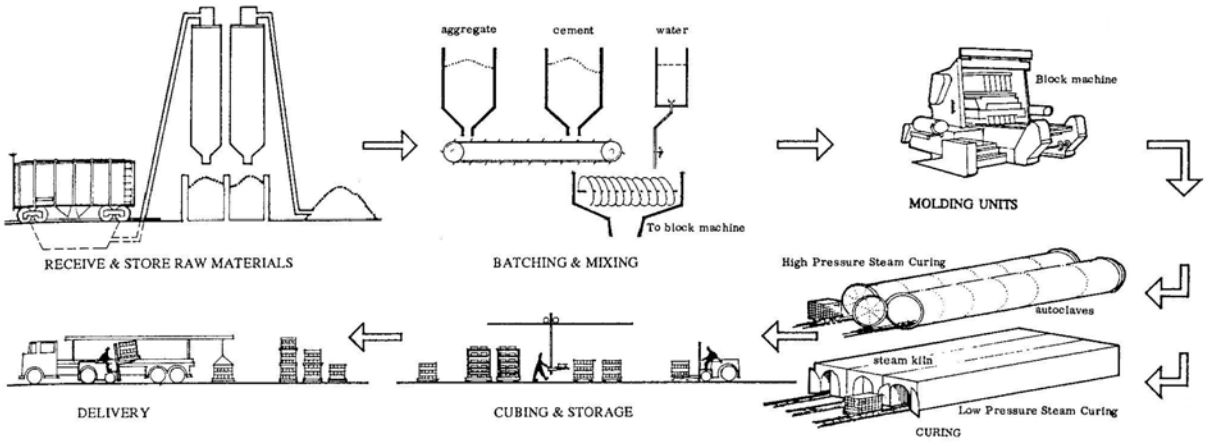
- التغير البسيط في أبعاد وحدات طوب البناء ناتج عن التغير في درجة الحرارة والتغير في محتوى الرطوبة والتفاعلات الكيميائية.
- معامل التمدد الحراري لوحدات البناء يعتمد على معامل الركام.
- المساهم الرئيسي في توسيع الشقوق في الحوائط المبنية بالوحدات الإسمنتية هو تغير حجم الوحدات عن النقص الأصلي أثناء التجفيف.
- النقص في حجم الوحدات يمكن أن يقلل باستخدام المعالجة المناسبة بالماء حتى يكون هناك توازن في محتوى الرطوبة الموجود بالوحدات ومحتوى الرطوبة الموجود بالهواء المحيط.
- النقص يمكن التحكم به وذلك بتحديد محتوى الرطوبة في الوحدات عند إنتاجها.

**٥ - خاصية ملمس الأسطح:**

- اختلاف الملمس هو إما لناحية جمالية أو للحصول على خصائص فيزيائية مطلوبة.
- استخدام الركام ذي الوزن المتوسط والوزن الخفيف في الوحدات يمكن أن يعطي ملمساً للأسطح مختلفاً وذلك بالتحكم بالتالي:
  - التدرج الحبيبي للركام.
  - كمية الماء المستخدم في الخلط.
  - درجة الدمك وقت تعبئة القوالب.
- سطح الوحدات يمكن أن يصقل ويشحذ حتى نحصل على الملمس المطلوب بالإضافة إلى إنه يمكن تشكيل القالب ليعطي عدة أنواع من الملمس.
- عمل ملمس معين للوحدات يمكن أن يساعد في امتصاص الأصوات.
- إنهاء أسطح الوحدات بالدهان يساعد على إغلاق الفتحات المسامية وبذلك تقل عملية الامتصاص للماء بالوحدات.

٦ - خاصية اللون:

- الركام والإسمنت المعتاد استخدامه في الإنتاج التجاري يعطي ألواناً عديدة ومتدرجة ( اللون المطلوب يعتمد على الركام والإسمنت المستخدم).




شكل (١-٣): مراحل صناعة وحدات البناء الإسمنتية.

## ركام الخرسانة

**عام :**

يحضر الركام من المحاجر والمقالع إلى الكسارات، وهذه المحاجر على شكل طبقات صلدة وأخرى ضعيفة تتخللها طبقات رقيقة من التراب والصوان، وتغطي هذه الطبقات طبقات من التراب تتم إزالته ويفحص الحجر لمعرفة مدى صلاحيته كركام، ويتم عمل ثقوب في طبقات الصخر وتعبأ بالمتفجرات حيث تفجر الصخور وتكسر بالمطارق إلى حجارة أقل حجماً تلقى بعد ذلك داخل الكسارة ثم تفرز الأحجام عن بعضها البعض بواسطة مناخل خاصة.

الركام يشكل من ٦٠ ٪ إلى ٧٥٪ من حجم الخرسانة، لذلك فإن كلاً من تكلفة وجودة الخرسانة يعتمد على نوع الركام المستخدم بها، إذ إنه لابد من التأكد من أن مورد الركام موثوق به ومعروف بالجودة، كما يشترط أن يكون الركام مطابقاً لمتطلبات المواصفات السعودية والتي تحدد كمية المواد الضارة المسموح بها والتدرج الحبيبي والقوة والثبات.

نوع الركام المستخدم يعتبر عاملاً مؤثراً في تحديد وزن الخرسانة، كما يلزم أن يكون الركام الناعم والركام الخشن متدرجاً تدرجاً حبيبياً جيداً شكل (١ -٤). وأن يكونا خاليين من الطفل والشوائب والمواد النباتية لأن هذه الجزيئات الغريبة الضارة تسلب عجينة الإسمنت البورتلاندي صفة الربط بين جزيئات الركام، والخرسانة التي تحتوي هذه المواد الضارة سوف تكون في النهاية نفاذه وتتصف بضعف مقاومتها للعوامل الجوية بالإضافة إلى أنها تكون أقل قوة.

الخرسانة الأكثر اقتصادية يمكن الحصول عليها عندما يكون الركام الناعم والركام الخشن ومتدرجاً تدرجاً حبيبياً جيداً حيث إن هذا التدرج يحتاج إلى أقل كمية من عجينة الإسمنت البورتلاندي لتحيط بالركام وتملأ جميع الفراغات بين أجزائه.

**الركام ينقسم من حيث المقاس إلى نوعين:**

١ - الركام الناعم ( رمل خشن، رمل ناعم، رمل ناعم جداً).

٢ - الركام الخشن ( حصى خشن، حصى).

**الركام الناعم:**

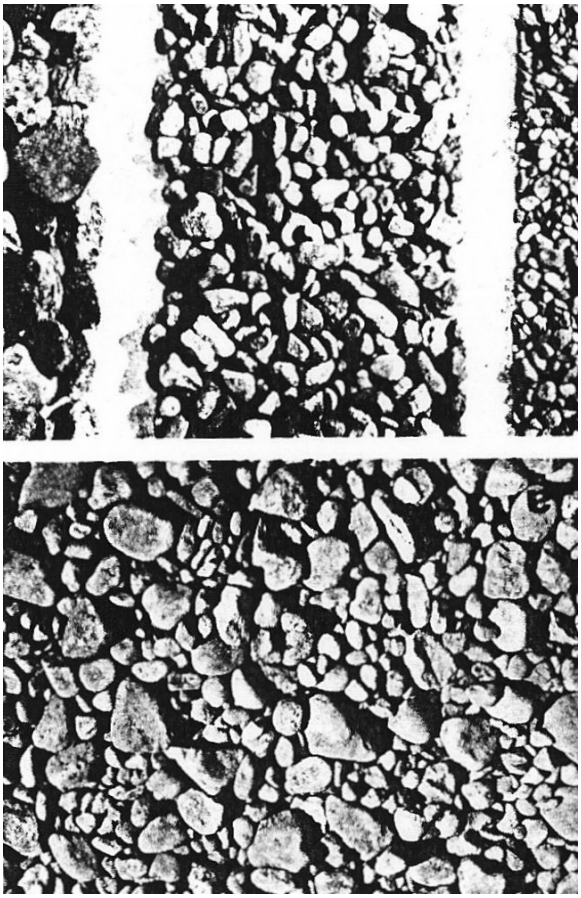
- الركام الناعم يتكون من الرمل أو مواد ناعمة وملائمة أخرى.
- الخرسانة الجيدة هي التي تحوي رملاً تختلف حبيباته في المقاس اختلافاً متدرجاً من مقاس ناعم جداً إلى قطر ١/٤ إنش ليس أكبر.

- في الرمل المتدرج تدرجاً حبيبياً جيداً، تساعد الحبيبات الأكثر نعومة في ملء الفراغات بين الحبيبات الأكبر.
- وجود كمية حبيبات رمل كافية ضروري جداً للحصول على عملية تشغيل جيدة للخرسانة وكذلك للحصول على أسطح صب ناعمة، لكن تجاوز الكمية المطلوبة من الرمل الناعم يزيد من الحاجة لكمية أكبر من عجينة الإسمنت للوصول إلى القوة المطلوبة وبذلك تزيد تكلفة صناعة الخرسانة.
- إن عدم زيادة كمية العجينة الإسمنتية في حال وجود كمية مفرطة من الرمل الناعم ينتج عنه خرسانة ضعيفة.

**الركام الخشن :**

- الركام الخشن يتكون من الحصى وكسر الحجر أو مواد ملائمة أخرى مقاسها أكبر من قطر ١/٤ إنش.
- الركام الخشن المقاوم للتآكل والقاسي والمتين يكون ملائم جداً لصناعة الخرسانة.
- الركام الخشن اللين أو على شكل رقائق أو يتآكل بسرعة غير مرغوب به في صناعة الخرسانة.
- في معظم أحوال صناعة الخرسانة، الوزن العادي لمقاسات الركام الخشن محدد بين قطر ٣/٨ إنش وقطر ١ ١/٢ إنش.
- مقاس قطر ٣/٨ إنش من الركام يستخدم كحد أعلى في بلاطات الأسقف ذات السمك الأقل.
- مقاس قطر ٦ إنش دائماً يستخدم في تصميم خلطات الكتل الخرسانية الكبيرة ( مثل السدود).
- الركام الأخف وزنا عادة محدد بأكبر مقاس وهو ١ إنش.
- في الحوائط، أكبر مقاس من أي نوع من أنواع الركام الخشن يجب ألا يتعدى قطره ١/٥ السمك الكلي للحائط.
- أكبر مقاس للركام الخشن المستخدم في بلاطات الأسقف يجب أن يكون ١/٣ سمك البلاطة تقريباً.
- أكبر مقاس للركام الخشن يجب أن لا يكون أكبر من ٣/٤ عرض أضيق فراغ من المفترض أن تمر خلاله الخرسانة أثناء الصب. وهذا الفراغ عادة يكون بين حديد التسليح أو بين حديد التسليح وقالب الصب.

- مقاس الركام الخشن المستخدم في الخرسانة يعتبر محدداً للناحية الاقتصادية في صناعتها.
- عادة نحتاج إلى كمية ماء أكبر للمقاس الأصغر من الركام بخلاف المقاس الأكبر منه.
- لنسبة ماء إلى إسمنت معطاة، كمية الإسمنت البورتلاندي المطلوب تقل كلما المقاس الأكبر للركام الخشن ازداد.



شكل (١ -٤): التدرج الحبيبي للركام الناعم والخشن.

# خواص واختبارات مواد البناء

## خواص واختبارات الإسمنت





جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**الجدارة:**

معرفة خواص وطرق اختبارات الإسمنت.

**الأهداف:**

عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

- معرفة خواص الإسمنت.
- استلام عينات الإسمنت.
- إجراء الاختبارات المعملية المطلوبة على الإسمنت ومطابقتها بالمواصفات.
- الفحص ومطابقة الأعمال المنفذة بالمواصفات المطلوبة.

**مستوى الأداء المطلوبة:**

إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٥٪.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

ساعتان للجزء النظري و ٦ساعات للتدريبات والتمرينات التطبيقية.

**الوسائل المساعدة:**

- وسائل عرض.
- الأدوات والمعدات المناسبة لعمل الاختبارات.
- ملابس خاصة بالمختبر.
- ملحق الاختبارات والتجارب المعملية.

**متطلبات الجدارة:**

معرفة ما يتعلق بالوحدة في جميع الحقائب السابقة.

# الإسمنت

**مقدمة:**

الإسمنت مادة ناعمة مسحوقة تتكون من مركبات الجير والسليكا ( ثاني أكسيد السيلكون) والألومينا ( أكسيد الألومنيوم) والحديد ويتم تصنيعه خلال عمليات ومراحل مراقبه بدقة. وعند خلط الإسمنت بالماء تتكون العجينة الإسمنتية ويبدأ زمن الشك حتى تتصلد إلى كتلة صلبة، ومرحلة الشك والصلادة تدعى العملية الهيدروليكية ( تفاعلات كيميائية بين الإسمنت والماء).

## أنواع الإسمنت:

الإسمنت يصنع لتلبية متطلبات فيزيائية وكيميائية مختلفة لأغراض محددة، وفي المواصفات هناك خمسة أنواع رئيسية من الإسمنت:

١ - إسمنت بورتلاندي عادي TYPE 1
٢ - إسمنت متوسط المقاومة للكبريتات TYPE 2
٣ - إسمنت سريع التصلد TYPE 3
٤ - إسمنت منخفض الحرارة TYPE 4
٥ - إسمنت مقاوم للكبريتات TYPE 5

### ١ - الإسمنت البورتلاندي العادي TYPE 1

- الإسمنت البورتلاندي العادي ملائم ومناسب لمعظم الاستخدامات عندما تكون الخواص الموجودة بالأنواع الأخرى من الإسمنت غير مطلوبة.
- يلزم عدم استخدام هذا النوع من الإسمنت في حالة الخرسانة المتصلة بتربة عالية الكبريتات أو تكون الخرسانة معرضة لدرجة حرارة عالية خلال التفاعل.

### ٢ - الإسمنت متوسط المقاومة للكبريتات TYPE 2

- هذا النوع من الإسمنت يوصي باستخدامه عند الحاجة إلى الاحتياط ضد مهاجمة الكبريتات المتوسطة، على سبيل المثال في منشآت الصرف الصحي حيث المياه الجوفية تحوي على كبريتات مركزة أكثر من الحالة العادية.
- هذا النوع من الإسمنت يتولد عنه حرارة أقل عند التفاعل وبالتالي يعالج بعد الصب بنسبة أبطأ عن النوع رقم ١

- درجة الحرارة المتوسطة المتولدة من التفاعل في هذا النوع من الإسمنت تقلل ارتفاع درجة الحرارة بالخرسانة وهذا مهم جدا عندما تصب الخرسانة في الأجواء الحارة لمنشأة بها كتل ضخمة مثل الأعمدة الضخمة أو الحوائط الساندة الكبيرة.

٣ - **الإسمنت سريع التصلد** TYPE 3

- هذا النوع يستخدم عندما تكون مقاومة الضغط القصوى للخرسانة مطلوبة في وقت مبكر جداً ( عادة في أسبوع أو أقل).
- وهذا النوع يستخدم للأغراض التالية:
  - عندما يطلب إزالة شدات الصب مبكراً.
  - عندما يراد أن تدخل الخرسانة في الخدمة بسرعة.
  - عندما تكون الأجواء باردة وذلك لتقليل الفترة المطلوبة للحماية ضد درجة الحرارة المنخفضة حتى يتم التحكم في المعالجة والإيناع.
  - عندما تكون القوة العالية المبكرة للخرسانة مضمونة على نحو مرضي أو أكثر اقتصاداً من استخدام خلطات استخدام بها النوع رقم ١

٤ - **الإسمنت منخفض الحرارة** TYPE 4

- يستخدم هذا النوع في حال أن تكون كمية ونسبة الحرارة المتولدة أثناء التفاعل مطلوب تخفيضها إلى أقل ما يمكن.
- القوة المطلوبة للخرسانة تكتسب بنسبة بطيئة.
- هذا النوع من الإسمنت مطلوب استخدامه في الكتل الخرسانية الكبيرة مثل السدود الضخمة حيث ارتفاع درجة الحرارة الناتج عن التفاعل أثناء التصلد تعد مؤشر خطير.

٥ - **الإسمنت المقاوم للكبريتات** TYPE 5

- هذا النوع الخاص مطلوب استخدامه فقط في المنشآت المكشوفة لفعل وأثر الكبريتات القاسية والخطيرة مثل أن تكون التربة أوالماء محتويان على كمية كبيرة من القلويات.
- بهذا النوع أيضا نسبة اكتساب الخرسانة للقوة المطلوبة أبطأ من الإسمنت البورتلاندي العادي.

**مراحل صناعة الإسمنت:**

- عمليات التصنيع تبدأ بخلط الحجر الجيري ( أو الطين الغني بكربونات الكالسيوم) مع مكونات أخرى مثل الطفل وطفل الصخور أو خبث الأفران بنسب محددة.
- يحرق الخليط داخل فرن دوار بدرجة حرارة ٢٧٠٠° ف تقريبا ونحصل بعدها على الكلنكر (حجر بمختلف المقاسات بمتوسط ٤/٣ إنش للقطر).
- يبرد الكلنكر ثم يسحق مع كمية بسيطة من الجبس ( يضاف الجبس لتقليل زمن الشك بالإسمنت).
- المنتج النهائي، الإسمنت يكون ناعماً جداً بحيث يمكن أن يمر كله خلال منخل بـ ٤٠,٠٠٠ من الفتحات في إنش مربع واحد .

**طرق واحتياطات تخزين الإسمنت :**

- يخزن الإسمنت داخل مستودعات أو صوامع محكمة الإغلاق وبشكل يضمن عدم تسرب الرطوبة إليه.
- ترتيب الشحنات المختلفة وبطريقة يسهل فيها تمييزها عن بعضها البعض، على أن يتم إخراجها من المستودعات واستخدامها بنفس ترتيب إدخالها.
- يسجل تاريخ الإنتاج وتاريخ التوريد إلى الموقع لكل إرسالية ويفضل وضع ملصقات خاصة لكل إرسالية مبينا عليها تلك التواريخ.
- ترص أكياس الإسمنت على قاعدة خشبية مرتفعة عن مستوى أرضية المستودع بما لا يقل عن ١٠سم.
- تكون أكياس الإسمنت بعيدة عن جدران المستودع بما لا يقل عن ١٥سم.
- يحظر استخدام الإسمنت السائب بعد مرور ٦ أشهر من تاريخ الإنتاج كما يحظر استخدام الإسمنت المعبأ بأكياس بعد مرور ٣ أشهر من تاريخ الإنتاج، إلا إذا أثبت فحص المختبر بأن الإسمنت صالحاً للاستعمال ومطابقاً للمواصفات.
- يحظر إطلاقاً استخدام الإسمنت الذي تظهر عليه آثار الرطوبة ( مثل التكتل) مهما كانت فترة التخزين.
- يجب حماية الإسمنت من الحرارة العالية وتغطيته ووقايته من الشمس، كما يجب حمايته من الصقيع والطقس البارد.

# خواص واختبارات مواد البناء

## خواص واختبارات الجير والجبس



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**الجدارة:**

معرفة خواص وطرق اختبارات الجير والجبس.

**الأهداف:**

عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

- معرفة خواص الجير والجبس.
- استلام عينات الجير والجبس.
- إجراء الاختبارات المعملية المطلوبة على الجير والجبس ومطابقتها بالمواصفات.
- الفحص ومطابقة الأعمال المنفذة بالمواصفات المطلوبة.

**مستوى الأداء المطلوبة:**

إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٠٪.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

ساعة للجزء النظري و ٤ ساعات للتدريبات والتمرينات التطبيقية.

**الوسائل المساعدة:**

- وسائل عرض.
- الأدوات والمعدات المناسبة لعمل الاختبارات.
- ملابس خاصة بالمختبر.
- ملحق الاختبارات والتجارب المعملية.

**متطلبات الجدارة:**

معرفة ما يتعلق بالوحدة في جميع الحقائب السابقة.

# الجـــــير

**عام :**

مادة الجير استخدمت في الحضارات القديمة في ربط وحدات البناء من الطوب والحجر حيث استخدم الرومان الجير بكثرة كمادة لاحمة في أعمال تشييد القنوات المائية والمباني الأخرى، فكانوا يضيفون الرماد البركاني إليه ( شبيه بمسحوق الصخر السليكوني) وذلك لتحويل الجير غير الهيدروليكي إلى إسمنت هيدروليكي لاستخدامه كمادة لاحمة.

اليوم، استبدلت هذه المادة كمادة لاحمة بالإسمنت ولكنها مازالت تستخدم لأغراض الإنهاء وكطبقة معجون للبياض الداخلي، وغالبا ما يطلق على الجير مسمى النورة بدول الخليج العربي.

يستخدم الجير في كل من أعمال بياض الجبس وأعمال بياض الإسمنت البورتلاندي. ومصدر مادة الجير هو الحجر الجيري الغني بكميات كبيرة من كربونات الكالسيوم ( الكالست) أو من الحجر الجيري الغني بكميات كبيرة من كربونات الماغنسيوم ( الدولوميت) وخواص الجير الفيزيائية والكيميائية تعتمد بدرجة كبيرة على مكان ومصدر استخراج الحجر الجيري.

ينتج عن تكلّس الحجر الجيري الغني بكربونات الماغنسيوم ( الدولوميت) بفعل الحرارة خلال مراحل الصناعة أكاسيد الماغنسيوم وهذه الأكاسيد تساعد في صنع معجون لدن له خاصية تشغيل أفضل من المعجون المُصنّع بفعل أكاسيد الكالسيوم الناتجة عن الحجر الجيري الغني بكربونات الكالسيوم (الكالست)، لكنه يستغرق وقتاً طويلاً حتى يتفاعل ويتصلد بإضافة الماء أكثر من المعجون المصنوع من أكاسيد الكالسيوم.

**أنواع جير البناء :**

يصنف جير البناء إلى :

١ - الجير الحي.

٢ - الجير الهيدروليكي (المطفي).

**١ - الجير الحي:**

- خلال عمليات التكلّس (التفتيت بالحرارة)، فإن الجير الحي ينتج عنه ثاني أكسيد الكربون ويتحول من هيئة الكربونات إلى أكسيد الكالسيوم أو أكسيد الماغنسيوم وذلك ليتكون الجير الحي.
- الجير الحي كان يستخدم كرابط رئيسي في أعمال بياض الجير لمئات السنوات حتى تم استخدام أعمال بياض الجبس والتي يمكن التحكم في زمن الشك بها.

- قبل استخدام الجير الحي في أعمال البياض فإنه لابد من تنقيعه ( في الماء) ويخمر لفترة زمنية تتراوح من أسبوع إلى أسبوعين لإكمال هيدرة الأكاسيد وصنع المعجون اللدن المستخدم في الملاط والبياض.
- التنقيع يعمل على بدء التفاعلات الكيميائية التي تُحول بدورها الأكسيد إلى هيدروكسيد ذو الحالة الأكثر اتزاناً واستقراراً.
- نوعية المواد الخام تؤثر في درجة وسرعة الهيدره المحتملة خلال فترة التخمير هذه.
- الجير الحي ( الكالست) أو الغني بالكالسيوم يتوقع أن يحتوي على أكبر هيدره للأكاسيد.
- الجير الحي ملائم للاستخدام في أعمال البياض بشرط أن يكون محتوى الكالسيوم به عالي وعملية التنقيع جيدة ومطابقة لمواصفات المُصنّع ولهذا السبب فإن بعض من الجير الحي يباع مسحوقاً على هيئته الطبيعية ولكن لتجاوز عملية التخمير، فإن غالبيته مهيدر جزئيا ( مخمر) في الطاحونة.

٢ - **الجير الهيدروليكي ( المطفي):**

- يصنع من حرق الطباشير أو الحجر الجيري المحتوي على الطفل.
- يتصف ببعض خواص الإسمنت البورتلاندي.
- يستخدم في صيانة وترميم المباني التاريخية حيث يتصف بخاصية التشغيل والالتصاق الجيدة وكذلك المرونة وندرة التشققات ولا يظهر به بقع أو عيوب في اللون والمظهر بخلاف الإسمنت، كما يستخدم في أعمال البياض الداخلي وربط وحدات الطوب الزجاجي (حيث الربط المرن مع أقل نقص في الحجم أمر مطلوب).
- مقاوم للمياه المالحة أكثر من الإسمنت كما إنه يستعمل في الخرسانة العادية للأساسات.
- تسمى المادة المنتجة بواسطة هيدرة الجير الحي جزئيا في الطاحونة بالجير الهيدروليكي.
- إضافة الماء للجير المهيدر ينتج عنه معجون الجير بشكله اللدن والذي يتحد بدوره مع الجبس والماء لعمل طبقة البياض النهائية.
- الأكاسيد يمكن أن تظهر في البياض إذا لم يتم هيدرتها كلياً أثناء التخمير أو أثناء صناعة الجير الهيدروليكي.

- حالات الرطوبة العالية تعمل على استمرار عملية هيدرة الأكاسيد السابقة وتسبب تمددها وبالتالي فإن الشقوق الموجودة في البياض تكبح هذا التمدد وتحتويه، لذلك فإن جير الدولوميت دائما يتم تسخينه في الطاحونة للتأكد من أن الجير الهيدروليكي المُصنّع يحتوي أقل كمية من الأكاسيد غير المهيدرة.
- الجير الهيدروليكي الملائم كطبقة إنهاء للبياض يجب أن لا يكون به أكثر من ٨٪ من الأكاسيد غير المهيدرة.
- الجير الهيدروليكي المتداول استخدامه اليوم يتضمن جير البناء الهيدروليكي الخاص بلصق البلاط وربط وحدات طوب البناء ( جير TYPE N) وكذلك جير أعمال البياض الهيدروليكي المستخدم في أعمال البياض ( جير TYPE S).

أ. **الجير الهيدروليكي ( العادي)** "TYPE "N

- كمية الأكاسيد غير المهيدرة في هذا النوع غير محددة.
- إذا استخدم الحجر الجيري ( الكالست) في صناعة الجير الهيدروليكي فإن المنتج النهائي ( يعرف بالكالست أو جير هيدروليكي نهائي غني بالكثير من الكالسيوم) يتكون من ٩٥٪ على الأقل من أكسيد الكالسيوم والذي يتهيدر بسرعة خلال الصناعة، وبعض الأكاسيد تبقى غير مهيدره لكن يتوقع أن تتهيدر فعلياً خلال فترة تخمير ما قبل الاستخدام المطلوبة للنوع N والتي هي من ١٢ إلى ١٦ ساعة.
- هذا النوع يمكن استخدامه في أعمال البياض إذا عيّن على إنه الكالست أو أن يكون الجير غني بكمية عالية من الكالسيوم وعملية التخمير مطابقة لمواصفات المُصنّع.

ب. **الجير الهيدروليكي ( الخاص)** "TYPE "S

- لا يحتاج إلى التخمير المبدئي ويمكن خلطه مع أجزاء مقومه أخرى قبل إضافة الماء إليه
- هذا النوع من الجير سهل في الاستخدام، وبه الأكاسيد غير مهيدرة محدودة خلال الصناعة، لذا فإنه يطلب استخدامه دائما كما يوصى باستخدامه على وجه التخصيص في خلطات البياض.
- الجير الهيدروليكي (TYPE S) يجب أن لا يحتوي أكثر من ٨٪ من الأكاسيد غير المهيدرة مع إغفال أو إهمال المواد الخام المستخدمة.

## صناعة الجير :

- الجير يتكون بتكلّس كربونات الكالسيوم الطبيعية ( مثال الحجر الجيري القاسي المحتوي على الفحم).
- ثم يتم قلع المعدن من المحاجر وتكسيره ثم نخله في مدى المقاس المطلوب.
- ثم يحرق الحجر الجيري بدرجة حرارة ٩٥٠ درجة مئوية بفرن أفقي دوار. أو فرن على شكل برج رأسي حيث يتم طرد ثاني أكسيد الكربون واستخلاص الجير الحي.

$$CaCo_3 \xrightarrow{950^{o}\,C} Co_2 + CaO$$

كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري) — الجير الحي — ثاني أكسيد الكربون

- عملية إطفاء الجير الحي، وذلك بإضافة الماء إلى الجير الحي حيث يصحب عملية التفاعل إطلاق حرارة عالية وزيادة في الحجم وينتج عنه المنتج النهائي -الجير المطفي الهيدروليكي ( هيدروكسيد الكالسيوم)

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

الجير الحي — الماء — هيدروكسيد الكالسيوم ( الجير المطفي الهيدروليكي)

- يستخدم المنتج النهائي ( الجير المطفي الهيدروليكي) بإضافته إلى الملاط حيث يزيد من عملية التشغيل وخاصية الاحتفاظ بالماء خاصة عند استخدام الملاط مع وحدات طوب درجة امتصاصها عالي، كما يزيد من خاصية الالتصاق للملاط ويجعله ينتشر بسهولة.
- معجون الجير ينتج عن طريق تنقيع وتخمير الجير الحي في كمية كبيرة من الماء لفترة عدة أسابيع حتى يصبح ملمسه كريمي أو قشدي.
- الجير المطفي الهيدروليكي يمتص الرطوبة وثاني أكسيد الكربون من الهواء المحيط لذلك لابد من تخزينه بمكان بارد.

# الجبـــس

**مقدمة :**

هو حجر عادي مثل المعدن معروف كيميائيا بكبريتات الكالسيوم المائية، ويوجد في كثير من أنحاء العالم ويتحد عادة بشوائب مثل الطفل والحجر الجيري وأكاسيد الحديد. والجبس في هيئته النقية يكون أبيض لكن بسبب اتحاده مع الشوائب فيمكن أن يكون رمادياً أو بنياً أو قرنفلياً (زهرياً). والجبس المتكلّس النقي نسبياً يعرف ببياض باريس (مصيص باريس) حيث أتت هذه التسمية بعد أن تشكلت طبقة هائلة وكبيرة منه تحت مدينة باريس. كما عرف الجبس في الحضارات القديمة وكان يستخدم منذ آلاف السنين، واليوم يستعمل في أعمال البياض والزينة وكذلك كمادة لاحمة في البناء وتصنع منه ألواح الجبس التي تستخدم في البياض حيث تتميز بسهولة التركيب والعزل للحريق والحرارة العالية مع إمكانية طلائها ودهنها.

**أنواع الجبس :**

١ - **مصيص باريس :**

وينتج هذا النوع من تكليس الجبس الصافي النقي بدرجة تزيد عن ١٩٠°م بحيث يذوب في الماء. وزمن الشك من ٥ إلى ١٥ دقيقة كما أن هذا النوع من الجبس لا يصلح للأعمال الهندسية.

٢ - **جبس البياض :**

يستخدم في الأعمال الهندسية وتحدد خواصه حسب نوعه ومكوناته:

أ. جبس عادي : نسبة كبريتات الكالسيوم فيه ٦٠٪ من وزنه.
وأقصى إجهاد ضغط بين ٣٠ إلى ٥٠ كجم / سم٢

ب. جبس مصيص : نسبة كبريتات الكالسيوم فيه ٨٠٪ من وزنه.
وأقصى إجهاد ضغط بين ٥٠ إلى ١٠٠ كجم / سم٢

٣ - **جبس التشكيل :**

وهو جبس يعطي مادة تقاوم درجات الرطوبة المختلفة وله مقاومة للضغط تتراوح بين ٤٠٠ إلى ٥٠٠ كجم/سم$^{٢}$ ونسبة كبريتات الكالسيوم فيه ٩٠٪ من وزنه.

٤ - **جبس الأرضيات :**

وهذا النوع يعطي مادة قليلة الذوبان في الماء ويتراوح زمن تصلده بين ٦ إلى ٢٠ ساعة ومقاومته بين ١٦٠ إلى ٢٥٠ كجم / سم٢.

٥ - **جبس مرمري:**

وهذا النوع يعطي مادة صلبة جداً قابلة للصقل ولا تتأثر بالأحماض ويتصلد في مدة تتراوح بين ٦ إلى ٢٠ ساعة.

**خواص الجبس :**

- الجبس له خاصيتان فريدتان جعلتا منه مادة ملائمة من مواد أعمال البياض:
  ١ - يتخلى عن بعض اتحاد الماء الكيميائي ويصبح بودرة ناعمة عندما يحرق بشدة ( يتكلّس).
  ٢ - عند إضافة الماء، يعود كيميائياً إلى الحالة الحجرية الأصلية وذلك بتشكل البلورات المتشابكة.

  الخليط من بودرة الجبس المتكلس والماء تبقى في حالة اللدونة لفترة قصيرة بحيث يمكن تشكيلها بسهولة ووضعها في قوالب.

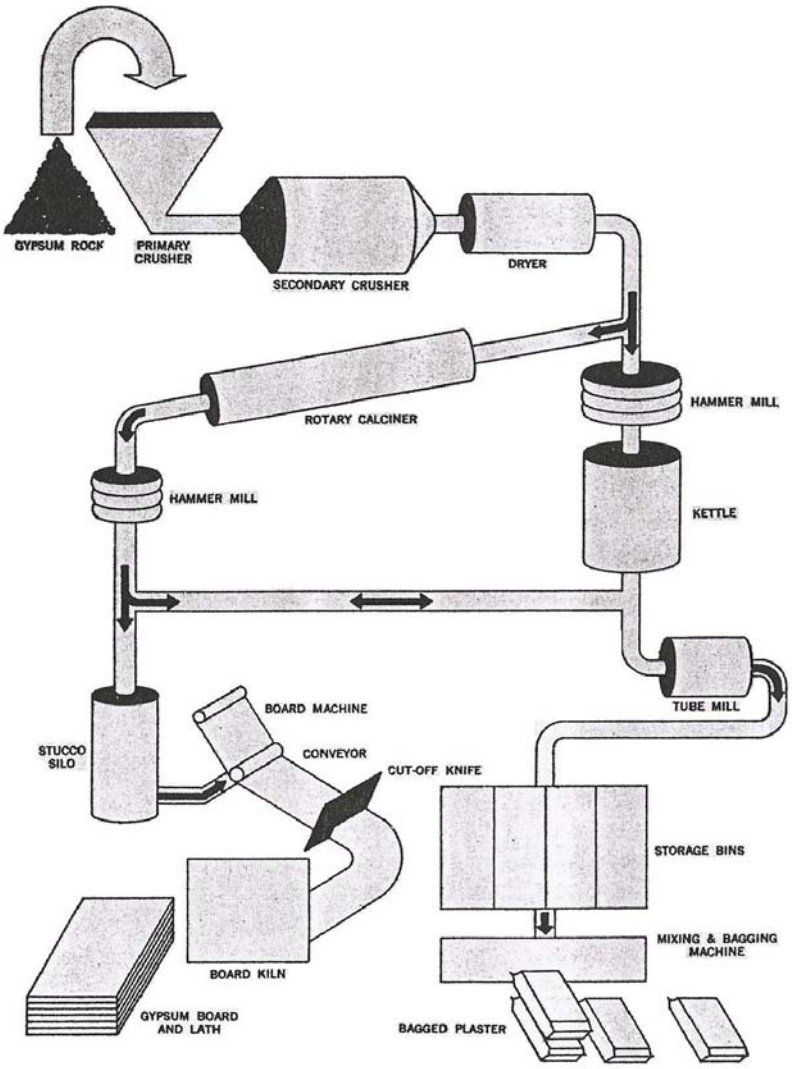
  بعد تصلد بودرة الجبس بواسطة التبلر فإنها تشكل حاجزاً فعالاً للحريق والذي به يمكن حماية دعامات الإنشاءات الخشبية عن الاحتراق وكذلك حماية الإطارات الإنشائية الحديدية من فقد قوة تحملها بسبب درجات الحرارة العالية.
- في أواخر القرن التاسع عشر استخدمت بعض المواد القادرة على التحكم في زمن شك الجبس حيث أضيفت إلى الجبس المعالج وهذا مما شجع وساعد على انتشار استخدام جبس البياض في أعمال الديكور بالإضافة إلى استخدامه كمادة مقاومة للحريق.
- الجبس يعيق ويحد من انتقال الحرارة الشديدة بطريقتين:
  ١ - بالتخلي عن الماء وإطلاقه.
  ٢ - بالإضافة إلى إنه يصبح عازلاً جيداً عندما يتخلى عن الماء.

**صناعة الجبس :**

- يقلع صخر الجبس من المقالع أو المحاجر.
- يكسر إلى مقاس ٢ إنش ( القطر).
- يمر بالمطرقة الطاحنة لجعل مقاسه أقل ( ١/٢ إنش كحد أعلى).
- ويكون ملائماً بهذه الصورة للمعالجة في المُكلِّس الدوار وهو عبارة عن إسطوانة من الحديد مائلة ومبطنة بطوب حراري وأبعادها ١٥٠ قدم طولاً ومن ١٢ إلى ١٥ قدم في

القطر، وعندما يدور المُكلِّس فإن الحجر بالداخل ينجذب إلى النهاية السفلى منه بينما يبدأ التسخين لإنتاج درجة حرارة ٣٥٠° ف تقريباً وهذه الحرارة الشديدة تقوم بطرد ٣/٤ الماء المتحد حيث يتم تحويل الجبس إلى جبس منزوع الماء مع قابليته للاتحاد مع الماء.

- لكن لأجل الحصول على بودرة ناعمة مسحوقة أكثر فإنه من الضروري معالجتها في المكلّس الغلاية ( تصهر به المادة) وهو عبارة عن اسطوانة عمودية بقطر يتراوح من ١٠ إلى ١٢ قدم مع وجود قلابات داخلية تدور حول عمود الإدارة، وعند دوران الاسطوانة فإن التسخين يكون قريب من القاع لطرد الماء المتحد الموجود بالجبس المسحوق.
- لأجل أعمال البياض، فإن الجبس المُكلَّس ( المفتت بالحرارة) بعد خروجه من الغلاية يعالج مرة أخرى في طاحونة أنبوبية الشكل وهذه الطاحونة أيضا أسطوانية الشكل دوارة تحتوي بداخلها آلاف الكرات الحديدية والتي تعمل على سحق الجبس والحصول على مسحوق ناعم جداً يساهم بدوره في وجود الليونة الجيدة وسهولة عملية التشغيل. وفي هذه النقطة من مراحل الصناعة يشك المسحوق بسرعة عالية وبالتالي يكون غير ملائم لأعمال البياض لذلك تضاف كمية من المضافات المبطئة (حيث يُحدد مُصنّعها مكان وطريقة استخدامها) وبالتالي تتحدد فترة الشك بها والتي عادة تكون أربع ساعات كحد أعلى، شكل (٣ -١) يوضح مراحل صناعة الجبس.




شكل (٣ -١): مراحل صناعة الجبس.

# خواص واختبارات مواد البناء

## خواص واختبارات الأخشاب



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**الجدارة:**

معرفة خواص وطرق اختبارات الأخشاب.

**الأهداف:**

عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

- معرفة خواص الأخشاب.
- استلام عينات الأخشاب.
- إجراء الاختبارات المعملية المطلوبة على الأخشاب ومطابقتها بالمواصفات.
- الفحص ومطابقة الأعمال المنفذة بالمواصفات المطلوبة.

**مستوى الأداء المطلوبة:**

إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٠٪.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

ساعة للجزء النظري و ساعتان للتدريبات والتمرينات التطبيقية.

**الوسائل المساعدة:**

- وسائل عرض.
- الأدوات والمعدات المناسبة لعمل الاختبارات.
- ملابس خاصة بالمختبر.
- ملحق الاختبارات والتجارب المعملية.

**متطلبات الجدارة:**

معرفة ما يتعلق بالوحدة في جميع الحقائب السابقة.

# الأخشـــاب

**مقدمة:**

الغابات مصدر متجدد للوفاء بالاحتياجات المستقبلية من الأخشاب، والخشب يمتاز بخواص عديدة مما جعله ملائماً لكثير من الاستخدامات حيث إنه يمتلك درجة عالية من القوة بالمقارنة بوزنه وتظهر هذه الصفة في حالة الضغط والشد والثني ومقاومة الأثر أو الصدم، الشكل (٤ -١ و ٤ -٢).

الخشب يمكن الحصول منه على الأشكال المطلوبة بسهولة وباستعمال أدوات بسيطة غير معقدة بالإضافة إلى إنه يتصف بالمتانة العالية عند إجراء بعض الاحتياطات الوقائية البسيطة كما يمكن أن يتصف بالعزل الجيد عند اتخاذ هذه الاحتياطات، شكل (٤ -٣).

والخشب مادة غالية الثمن لأجل ما يتميز به من صفات في أعمال الديكور وهذه الميزة تأتي من التفاوت اللامحدود في شكل العروق والمظهر والملمس واللون والميزات الطبيعية الأخرى.

**أنواع الأخشاب:**

١. **الخشب اللين :**

- الخشب اللين يدعى الخشب الصنوبري لأن جميع الأشجار من هذا النوع تأتي على شكل مخروط.
- مع بعض الاستثناءات، فإن الخشب اللين به مثل الحراشف وأوراق على شكل الإبر ودائما خضراء.
- يستخدم في الإنشاءات والإطارات الخشبية والتغليف والتسقيف وألواح الجدران الخارجية والأرضيات والزخارف والألواح الداخلية.
- من أشهره خشب الموسكي ( خشب السويد) وكذلك الخشب العزيزي.

٢. **الخشب القاسي ( عريض الأوراق):**

- الخشب القاسي ( ذو الأوراق العريضة) يدعى طارحاً ( مسقط للأوراق في موسم معين ماعدا في المناخ الدافئ).
- يستخدم للأرضيات والألواح الداخلية وكذلك الغرف الجاهزة والأثاث.
- ومن أشهرها خشب القرو وخشب الماهوجني وخشب الزان.

٣. **الأخشاب المُصنّعة:**

- يوجد أنواع كثيرة من الخشب المُصنّع يستخدم في أعمال البناء ( أعمال النجارة والكمرات الطويلة والتسقيف والإطارات الخشبية).
- يكثر استخدامها لانخفاض سعرها مقارنة بالخشب العادي.
- عبارة عن رقائق من الأخشاب يتم ضغطها مع بعضها البعض بمكابس خاصة مع وجود نوع خاص من الغراء بين الرقائق.
- من أشهرها خشب الأبلاكاش وخشب الرقائق المجمعة.

**العيوب الطبيعية بالأخشاب:**

من أهم العيوب الطبيعية التي تقلل من قيمة الأخشاب اقتصادياً ما يلي:

**أ. تعرج الألياف:**

وهذا العيب الطبيعي ينتج عن نمو الشجرة منحنية بتقوس كبير أو نتيجة نموها في ظروف نادرة جعلت من ألياقها تنمو بشكل متموج أو حلزوني أو متقاطع مع محورها. ومن المعلوم أن الأشجار يتم تقطيعها عند الصناعة في اتجاه مواز لألياقها وفي حالة وجود مثل هذا العيب بالأشجار فأن قطعها يصبح صعباً وبالتالي غير مجد اقتصاديا ، ويوصى بعدم استخدامها في أعمال الإنشاء.

**ب. الشقوق الحلقية:**

الشقوق الحلقية في الشجرة تنتج بسبب إجهادات الشد التي تنشأ في بعض ألياف الشجرة نتيجة نموها منحنية بتقوس كبير، وهي شقوق تسبب انفصالا بين الحلقات السنوية وقد تمتد بطول الجذع.

**ج. الشقوق القطرية:**

وهي شقوق تحدث داخل الشجرة في الاتجاه الطولي لجذعها وعمودية على الحلقات السنوية وقد تظهر لخارج الجذع، وتسمى عند خروجها بالشروخ الشقية. وعادة ما ينشأ هذا العيب الطبيعي في الأشجار المنحنية.

**د. العقد الخشبية:**

العقدة الخشبية هي أصل فرع غائر في جذع الشجرة، وهي قوية صلدة مشبعة بالصمغ تعترض نسيج الجذع وقد تسقط عنه أثناء مرحلة التجفيف. والعقد تمثل مشكلة عند تشغيل الخشب بالإضافة إلى أن الصمغ بداخلها يمثل مشكلة أخرى عند الطلاء. وتتصف الكمرة الخشبية التي بها عقد مثل هذه فإنها بضعف مقاومتها للأحمال، شكل (٤ -٤).

## مخاطر الفطريات والحشرات على الأخشاب:

**عام:**

- المعالجة الوقائية للأخشاب غير ضرورية عندما يستخدم الخشب تحت حالات جافة مستمرة ومحمي حماية ملائمة ضد هجوم الحشرات والفطريات.
- الحماية ضد تلك المخاطر يمكن قياسها وتقييمها خلال الصناعة ومراحل التسويق كما يمكن ملاحظة ذلك من خلال مُنتِج الأخشاب حسن السيرة.
- خطر التحلل ومشاكل الحشرات في المباني تنتج في معظم الأحيان بسبب تقنيات التشييد الضعيفة.

**١ - التحلل:**

- التحلل والعفن والبقع يسببها الفطر.
- نمو الفطر يمكن أن يتطور في الخشب فقط تحت الحالات التالية:

١ - إذا وجد مصدر للطعام المناسب من المواد العضوية والذي هو بالنسبة لبعض أشكال الفطريات الخشب نفسه.

٢ - درجة الحرارة يجب أن تكون في المدى بين ٤١ْ إلى ١٠٤ْف.

٣ - وجود أكسجين كاف، والذي هو دائما موجود إلا إذا كان كامل الخشب تحت خط المياه الجوفية أو مغمور كليا في الماء.

٤ - نسبة محتوى الرطوبة في الخشب يجب أن تكون أكبر من ٢٠٪.

- التحلل لن يقع للخشب إذا تمت المحافظة على محتوى الرطوبة به لأقل من ٢٠٪.
- معظم حالات التحلل في الخشب تقع عندما يكون محتوى الرطوبة به أعلى من نقطة تشبع الألياف ( محتوى الرطوبة ٣٠٪).
- الخشب المغمور في الماء باستمرار لن يتحلل لأن الأكسجين به غير كاف.
- في آخر مراحل التحلل يكون الفطر المتلف للخشب مقللاً من قوة الخشب لذلك فإن معظم الأنظمة والمواصفات تحدد كمية التحلل التي يمكن أن تظهر في الخشب الإنشائي.

**البقعة البيضاء:**

- البقعة البيضاء تنتج في أخشاب الأشجار اللينة الحية بواسطة الفطريات غير الضارة نسبيا والتي تتوقف عن النمو عند قطع الخشب وإدخاله في الخدمة. وهذه الفطريات

غير ضارة مثلها مثل الصفات الطبيعية الموجودة عادة في الخشب ( مثل العقد ، الصدع، الشطف).

- لا تنتشر من قطعة إلى أخرى بل لا تنتشر في نفس القطعة من الخشب.
- البقعة البيضاء تعمل على إنقاص قوة الخشب وأهم من ذلك القدرة على تثبيت المسمار تنقص بكثير في الخشب الذي به تلك البقعة.

٢ - **العفن والبقع:**

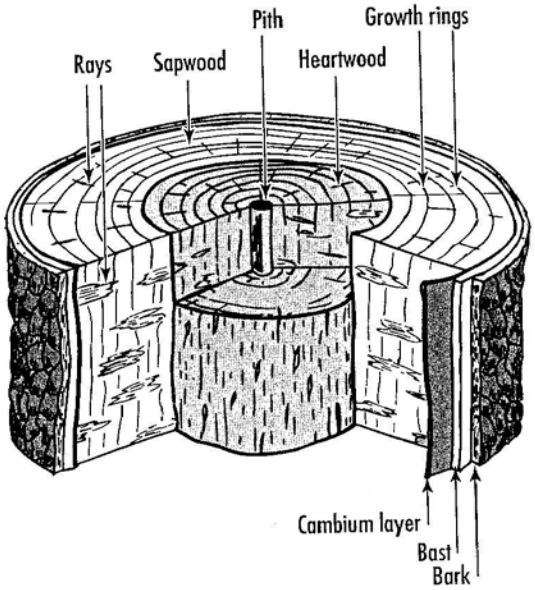
- الفطر يسبب العفن وبعض البقع ولكن لا يتلف الخشب الملوث بها.
- العفن والبقع عمليا غير متلفة ما عدا إذا كان المظهر مطلوباً ومهماً.
- السطح المتعفن يتدرج لونه من الأبيض أو الألوان الخفيفة إلى الأسود وهذه التغيرات في الألوان غالباً ما تكون سطحية ودائما سهلة التنظيف والإزالة وذلك بجعل سطح الخشب أملس.
- البقع تحدث مثل الرُقع واللُطخ والخطوط وألوانها تختلف من مزرق إلى أسود مزرق أو بني وهذا الاختلاف عادة يصعب إزالته بالتنظيف أو بجعل سطح الخشب أملس لأنها امتدت إلى الجزء الصلب الداخلي من الخشب.

٣ - **الحشرات الضارة:**

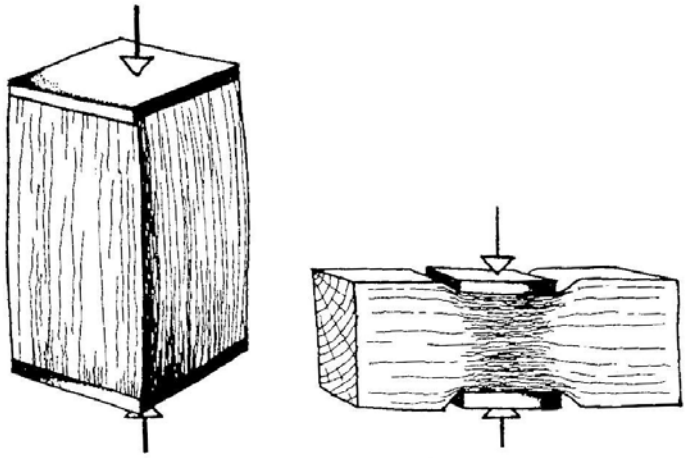
- الحشرات تسبب ثقوب في الخشب، وهذه الثقوب يمكن أن تكون صغيرة أو على شكل نكش.
- ضرر الحشرات يؤخذ في الحسبان إذا حدث بعد تصنيعه لكن قوة القطعة من الخشب المتضررة بالحشرات بعد تركيبها لا يمكن أن تحسب بمجرد النظر لذلك عندما تكون القوة عاملاً مهماً فإن كل قطعة من الخشب تم تركيبها وبها ثقوب حشرات يجب أن تزال وتغير بأخرى جديدة.
- جميع الاحتياطات الوقائية المتخذة لمنع التحلل هي نفسها كذلك تعتبر عملية ضد الحشرات المختلفة المضرة والمهلكة للخشب.
- النمل الأبيض ( الواقع تحت سطح الأرض) يعد من أكثر الحشرات ضررا بالأخشاب.

## الاحتياطات والمعالجات الوقائية للخشب:

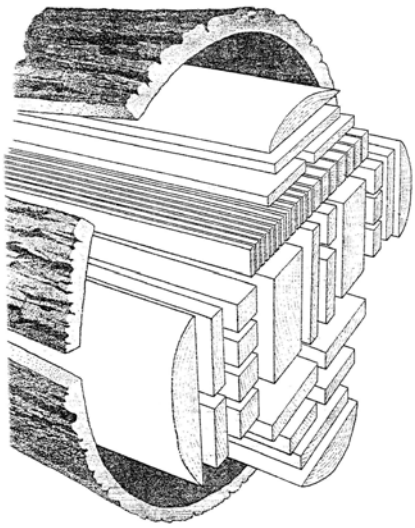
- المعالجات الوقائية تحمي الخشب ضد التحلل ومهاجمة الحشرات.
- المعالجة بالضغط، والتي تطبق بها الوقاية كيميائياً تحت الضغط للحصول على أعلى نفاذية للمادة داخل الخشب حيث تمنح أعلى درجة من الحماية للخشب وألواح الخشب ضد التحلل ومهاجمة النمل الأبيض.
- استخدام المعالجات بدون عملية ضغط المادة الكيميائية يجب أن تكون محصورة أو محدودة الاستعمال فقط لحماية الأعمال الخشبية الخارجية والتي لا تتصل بالأرض.
- طرق حماية ووقاية الخشب يمكن أن تقسم إلى ثلاثة تصنيفات عامة:
  ١ - الحماية باستخدام الماء كحامل لمادة المعالجة الوقائية.
  ٢ - الحماية باستخدام الزيت كحامل لمادة المعالجة الوقائية.
  ٣ - الحماية باستخدام الكربوزوت أو السوائل المحتوية على الكربوزوت.
- في المناطق التي يستخدم بها الخشب متصلا بالأرض أو مدفون داخلها يجب أن يعالج بضغط المادة الكيميائية الوقائية.
- وحدات الأعمال الخشبية الخارجية مثل الأبواب ووحدات الشبابيك والزخرفة الخشبية المعرضة للرطوبة المتقطعة والجفاف يجب أن تحمى بالمعالجة بطرق غير عملية الضغط إلا إذا كان هناك حالات طلب معالجة فعالة ضد النمل الأبيض.



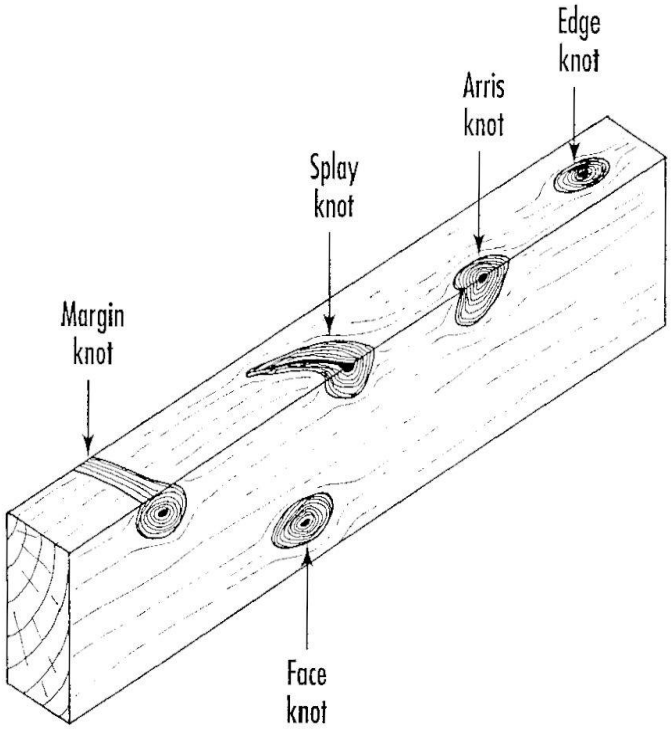

**شكل (٤ -١): قطاع طولي وعرضي في جذع شجرة.**



شكل (٤ -٢): اختبار مقاومة الضغط باتجاه مواز أو عمودي مع الألياف.



شكل (٤ -٣): رسم يوضح طريقة قطع جذع الشجرة إلى شرائح.




شكل (٤ -٤): أنواع العقد في الخشب.

# خواص واختبارات مواد البناء

## خواص واختبارات الدهانات ومواد العزل





جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**الجدارة:**

معرفة خواص الدهانات ومواد العزل.

**الأهداف:**

عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

- معرفة خواص الدهانات ومواد العزل.
- استلام عينات الدهانات ومواد العزل ومطابقتها بالمواصفات.
- الفحص ومطابقة الأعمال المنفذة بالمواصفات المطلوبة.

**مستوى الأداء المطلوبة:**

إتقان هذه الجدارة بنسبة ٨٥٪.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

ساعة نظري.

**الوسائل المساعدة:**

- وسائل عرض.
- نماذج وكتلوجات

**متطلبات الجدارة:**

معرفة ما يتعلق بالوحدة في جميع الحقائب السابقة.

## الدهـانات

**عام:**

يعود اكتشاف الدهانات واستعمالاتها إلى ما قبل التاريخ حيث اكتشف الصينيون الدهانات الشفافة اللكر ( سائل من أوعية النباتات) من شجر اللكر كمادة ترابط. كما استخدمت الدهانات في الحضارة المصرية حيث طور القدماء علم التلوين إذ كانت تتركب حينئذ من دهون حيوانات، ومواد معدنية ملونة، وكربون أسود. كما استخدمت الدهانات في الرسومات على الكهوف وعلى الأواني.

وفي القرن السادس عشر انتقلت صناعة الدهانات من الصين ومصر إلى أوروبا وتطورت فيما بعد باستخدام الزيوت النباتية وراتنجات الأشجار كمواد ترابط وبقيت المنتجات النباتية أكثر المواد استخداما كمواد خام لهذه الصناعة.

ومع بداية القرن التاسع عشر تطورت صناعة الدهانات بشكل واسع حيث استخدمت المركبات الكيميائية كمواد ترابط. والدهانات تستخدم اليوم لأغراض عديدة منها أعمال الزخرفة والنواحي الجمالية بجانب حمايتها للأسطح من المؤثرات الطبيعية المحيطة.

والدهانات ( الطلاءات) عبارة عن مزائج فيزيائية مكونة من مواد ترابط، مذيبات، أصباغ، مضافات وغيرها من المواد الأخرى، ويوجد الدهان في صورة مركب سائل أو مسحوق ( بودرة)، يجف عند استخدامه بطرق فيزيائية أو كيميائية لتكوين طبقة رقيقة متماسكة على الأسطح وتتميز هذه الطبقة الرقيقة بخواص الحماية والجمال.

**الهدف من استعمال الدهانات:**

**الدهانات يمكن أن تستخدم لغرض أو أكثر من الأغراض التالية:**

١ - لحماية السطح الواقع أسفل منها ضد الأحوال الجوية والرطوبة والفطر والحشرات.

٢ - للتزويد بالناحية الجمالية.

٣ - للتزويد بخواص الانعكاس الحراري والضوئي.

٤ - للحصول على آثار خاصة ( مثل حماية المعادن، التوصيل الكهربائي وذلك لإعطاء حرارة، مقاومة التكثيف).

**أنواع الدهانات:**

**١ - دهانات زيتية ( راتنجات) والورنيش:**

- دهانات جيدة ومازالت تستخدم على نطاق واسع للأغراض العامة ويدهن بها الخشب والمعادن.
- سابقا يعتمد في صناعتها على زيت بذر الكتان واليوم الدهانات الزيتية تصنّع من الراتنجات الصناعية والتي أتاحت عملية ضبط عالية للخواص وكذلك اتاحت فرصة التحكم بوقت التصلد وقساوة ومرونة طبقة الدهان الرقيقة الجافة.
- هذه النوع من الدهانات يحتوي على مجموعات غير مشبعة تعمل ذرات الأكسجين على ربط السلاسل الكيميائية بها مع بعضها البعض عند تعرضها له، وتتكون بذلك الطبقات الرقيقة الصلدة وتصبح مقاومة للذوبان في نفس الزيت التي تكونت منه.
- الأمر غير الجيد، هو أن عمليات التصلد تستمر ببطء مع الوقت وبذلك هذا النوع من الدهانات يصبح لديه نزعة في أن يكون سريع الانكسار في فترة سنة خاصة إذا عرض لأكبر كمية من أشعة الشمس، وقد يؤدي هذا إلى التشققات.

**٢ - الدهانات المستحلبة:**

- هذه الدهانات تستخدم حاليا على نطاق واسع في أعمال الديكور الداخلي.
- معظم أنواعها تعتمد في صناعتها على مستحلب راتنج الخلات.
- هذه الدهانات لديها قابلية الامتزاج مع الماء مع إنه عند جفافها يتم اتحاد جزيئات البوليمر مع بعضها وينتج بعدها طبقة رقيقة متلاحمة تتصف بمقاومة متوسطة للماء.
- المستحلبات تحتاج لكمية طاقة حرارية حتى تندمج لذلك فإن لكل مستحلب طاقة حرارية محددة لاندماجه.

**٣ - الدهانات السليولوزيه:**

- السليولوز يكون على صورة نترات سليولوز تذوب في مذيب مثل الأسيتون ( سائل طيار وعديم اللون).
- اللدائن تضاف للحصول على المرونة والراتنجات الصناعية تضاف للحصول على اللمعان والبريق وذلك لأن السليولوز النقي يعطي لمعان بسيط.
- هذه الدهانات سريعة الجفاف ولكن لابد أن يكون بمنطقة العمل تهوية جيدة كما تتصف بأنها سريعة وعالية الإشتعال.

- هذه الدهانات يتم طلائها بطريقة الرش.
- تتميز بجودة الالتصاق عند رش طبقة جديدة على قديمة منها.
- يوصى بأن يكون رشها عن طريق فنيين مهرة للحصول على جودة إنهاء عالية ينتج عنها مقاومة جيدة لمهاجمة الفطريات والكيميائيات (مثل القلويات).
- تستعمل كثيراً في دهان الأثاث والسيارات.

**٤ - الدهانات البتيومينية:**

- هذه تستخدم في الأصل لحماية المعادن المستعملة خارجياً بالإضافة إلى أنها تتصف بضعف احتفاظها بصفة اللمعان.
- لابد من عملها على شكل طبقة سميكة لتعطي حماية أفضل.
- أشعة الشمس تضعف هذه الدهانات لذلك يمكن تحسين مقاومتها باستخدام الألومنيوم كغطاء نهائي.

# العــوازل

## عوازل الرطوبة والماء:

### عام:

يعد خطر اختراق الماء والرطوبة للمباني من أكبر المشاكل التي تواجه صناعة البناء، فالمباني معرضة لاختراق الرطوبة والمطر والمياه الجوفية وكذلك رشحها، ويعمل هذا الاختراق على تلف وانهيار المواد الإنشائية وبالتالي يؤدي إلى قصر عمرها المفترض، كما أن اختراق الماء والرطوبة للمواد يسبب التعفن والروائح الكريهة وتكاثر الحشرات والبيئة غير الصحية، لذا فإن استخدام عوازل الماء والرطوبة هو بهدف منع هذا الاختراق وحماية المنشأة من حدوث المخاطر السابق ذكرها.

عازل الماء هو عبارة عن غشاء أو طلاء أو إحدى المواد العازلة المستخدمة في أماكن خفية لمنع الماء من الاختراق وأما عازل الرطوبة فهو عادة عبارة عن طلاء بيتيوميني يستخدم لمنع المواد من امتصاص الرطوبة المحيطة أو لمنع الرطوبة التي تم امتصاصها من النفاذ أكثر. ويتصف عازل الماء بالكفاءة والفعالية حتى وإن كان مباشرة تحت الضغط المتزن للماء وهذا بخلاف عازل الرطوبة.

### مصادر ومسببات الرطوبة:

١ - مياه الأمطار.
٢ - المياه السطحية.
٣ - المياه الجوفية.
٤ - صعود الرطوبة الأرضية من خلال الخاصية الشعرية.
٥ - التكثيف.
٦ - النواحي الفنية والعمالة السيئة.

### آثار ومخاطر الرطوبة على المباني:

١ - تكوّن طبقة أملاح بالحوائط والأرضيات والأسقف.
٢ - تضعف تماسك مواد البياض والدهان.
٣ - تضعف متانة الخشب وتساعد على تعفنه ووجود الفطريات والبكتريا به.
٤ - تتلف التكسيات بالحوائط والأرضيات والأسقف.
٥ - تساعد على زيادة تعرض الحديد للصدأ.
٦ - تعمل على إيجاد بيئة غير صحية لساكني المنشأة.

**معايير اختيار نوع مادة العزل:**

١ - النواحي الاقتصادية والفنية.

٢ - الجزء المراد عزله من المبنى ( أرضيات، بدروم، حمام، سقف ... إلخ)

٣ - طبيعة الأرض المقام عليها المبنى ( جافة أو مشبعة بالمياه).

٤ - طبيعة المناخ ( رطب، ممطر، معتدل ... إلخ).

**مواد عزل الرطوبة:**

مواد عازل الرطوبة تصنف إلى:

١ - **مواد عازلة مرنة:**

- تستخدم عادة في الحوائط كما يمكن استخدامها في الأرضيات والأسقف.
- إضافة إلى استخدامها كمواد عازلة يمكن أن تكون مواد تشطيب.
- من أمثلتها الألواح المعدنية، البيتومين، شمع البولي إيثلين.

٢ - **مواد عازلة شبه قاسية:**

- تستخدم لأغراض العزل في المباني.
- سهلة التجهيز والتشكيل.
- تستخدم كمواد عزل وكذلك كمواد تشطيب وعزل في آن واحد.
- من أمثلتها الإسفلت بأنواعه، لفائف عازلة للرطوبة، لفائف إسفلتية مغطاة بطبقة معدن رقيقة، وقطع من رقائق إسفلتية صغيرة.

٣ - **مواد عازلة قاسية:**

- تستخدم في المباني.
- سهلة التجهيز.
- بها إمكانية العزل والعزل والتشطيب معاً.
- من أمثلتها البياض الإسمنتي، مضافات للخرسانة لمنع اختراق الماء، ألواح الإردواز، ألواح الاسبستوس وألواح الاسبستوس الإسمنتي، طبقة البلاستيك، والقرميد المزجج.

**عوازل الحرارة:**

**عام:**

يتم انتقال الحرارة عندما يكون هناك فرق بين درجة الحرارة داخل غلاف المبنى وخارجة أو بين الفارغات داخل المنشأة نفسها.

استخدام المواد الإنشائية ذات السعة الحرارية العالية في بعض المناخات يعتبر كافياً للتحكم الملائم في اكتساب وفقد الحرارة من خلال غلاف المبني وبذلك نحافظ على الصحة والبيئة الداخلية المريحة، ومع ذلك فإن المواد الإنشائية في كثير من الحالات تسمح بتدفق الحرارة بشكل مفرط لذا لابد من إضافة مواد عازلة للحرارة في السقف والجدران والأرضيات لجعلها أكثر فعالية في الحفاظ على الطاقة.

إذاً فالهدف الرئيسي من استخدام المواد العازلة للحرارة هو الحفاظ على درجة الحرارة الملائمة داخل المبنى وعدم فقدانها، وللوصول إلى هذا الهدف يلزم استخدام مواد ذات قدرة منخفضة في التوصيل الحراري (مواد عازلة للحرارة) بالإضافة إلى القدرة العالية على مقاومة الحرارة وعكسها.

**معايير اختيار مادة العزل:**

١ - الخواص الطبيعية.

٢ - معامل المقاومة للعزل الحراري.

٣ - التكلفة.

**مواد عزل الحرارة:**

مواد ومنتجات عزل الحرارة تصنف إلى:

**١ - ألواح قاسية:**

- تعتبر هذه قابلة للاستعمال في جميع أجزاء المبنى.
- تصنع بشكل ألواح وذلك لاستخدامها في الجدران والأساسات والأسقف كما يمكن صنعها بأشكال خاصة وذلك لاستخدامها داخل وحدات البناء الإسمنتية.
- من أمثلتها ألواح البولي ستيرين وألواح من ألياف الخشب وألواح من ألياف زجاجية.

**٢ - ألياف معدنية:**

- عازل الألياف المعدنية يتضمن منتجات مصنوعة من ألياف من خبث البراكين وألياف من الزجاج.

- المنتجات المصنعة من خبث البراكين تدعى أحياناً الصوف الصخري أو الصوف المعدني لكن المصطلح المناسب هو " ألياف عازلة شبه مقاومة للصهر " وذلك يعود لطبيعة مقاومتها لدرجات الحرارة العالية.
- لأن ألياف الزجاج والألياف شبه المقاومة للصهر أصلها اصطناعي لذلك فهي مقاومة بطبيعتها للحريق والرطوبة والحشرات الطفيلية.
- عازل الألياف المعدنية يكون على شكل ألواح قاسية أو شبه قاسية كما يمكن أن يكون على شكل غطاء ( بطانية) أو لباد.
- تستخدم في الحوائط والأسقف.

**٣ - حشوه سائبة:**

- عادة الألياف والحبيبات والرقائق جميعها مكونات للحشوة السائبة.
- هذه المكونات للحشوة إما تسكب أو تضخ داخل بلوكات أو فجوات الحوائط أو تحت السقف.
- معظم عوازل الحشوة السائبة المستخدمة اليوم في الحوائط أو تحت السقف مصنعة من صوف معدني أو صوف زجاجي أو ألياف سليلوزية.
- البيرليت السائب ( زجاج بركاني) والفيرميكوليت ( أحد مشتقات السليكات) تستخدم لملء فجوات وحدات البناء الإسمنتية وكذلك لملء الفراغات بين حوائط البناء.

**٤ - الرغوة ( الزبَد):**

- عبارة عن مركبات كيميائية يحدث لها زبَد عن طريق التفاعل الكيميائي وتتمدد عجينة المكونات ٣٠ مرة عن حجمها الأصلي.
- الرغوة تتصلد على شكل بلاستيك خلوي أو مسامي بعد المعالجة التي تستغرق من ٢٤ إلى ٧٢ ساعة.
- من أمثلة هذه المركبات البولي يوريثان.

# خواص واختبارات مواد البناء

## خواص واختبارات المواد المعدنية



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**الجدارة:**

معرفة خواص وطرق اختبارات المواد المعدنية.

**الأهداف:**

عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

- معرفة خواص المواد المعدنية.
- استلام عينات المواد المعدنية.
- إجراء الاختبارات المعملية المطلوبة على المواد المعدنية ومطابقتها بالمواصفات.
- الفحص ومطابقة الأعمال المنفذة بالمواصفات المطلوبة.

**مستوى الأداء المطلوبة:**

إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٠٪.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

ساعتان للجزء النظري و ساعتان للتدريبات والتمرينات التطبيقية.

**الوسائل المساعدة:**

- وسائل عرض.
- الأدوات والمعدات المناسبة لعمل الاختبارات.
- ملابس خاصة بالمختبر.
- ملحق الاختبارات والتجارب المعملية.

**متطلبات الجدارة:**

معرفة ما يتعلق بالوحدة في جميع الحقائب السابقة.

# المواد المعدنية

**عام:**

منذ القدم والمعادن تمتلك أهمية كبيرة للإنسان، فقد كانت مواد المنشآت الحجرية تقطع وتشكل باستخدام وسائل وأدوات مصنوعة من الحجر الصلد وحجر الصوان (ضمن مكوناتها المعادن)، وكان من أول المعادن اكتشافاً تلك التي وجدت في الطبيعة مثل الذهب والفضة ثم المعادن الأخرى، وربما اكتشفت هذه المعادن بالصدفة عن طريق إنتاجها بصهر المعدن الخام.

مازالت المعادن حتى اليوم تستخدم في تشييد المباني. وكانت سبائك النحاس (مثل النحاس الأصفر والبرونز) على الأرجح أول ما أنتج من المعادن الصلبة نسبياً، معرفة أن المعادن يمكن الحصول عليها بطريقة الصهر للمعدن الخام الطبيعي كانت سبباً في البحث عن معادن أخرى.

الحديد اكتشف بطريقة مبكرة تاريخياً لأن عمليات صنعه كانت نسبيا سهلة، واليوم يستخدم الحديد ومشتقة الحديد الصلب (الفولاذ) بشكل واسع في المباني. كما أن الألومونيوم (والذي لم يتم إنتاجه حتى القرن التاسع عشر) يعتبر معدناً مستخدماً في معظم مباني اليوم حيث يستخدم لعمل ألواح التكسيات، ووجهات المتاجر والحوائط الساترة والأبواب وإطاراتها، والشبابيك، وألواح الجدران الخارجية، والتسقيف، والحشوة المعدنية، وشبكة الأسلاك، وشبكة الأنابيب، والدربزينات، والخردوات، ومنتجات أخرى كثيرة.

نستطيع أن نقول إنه يستحيل إنشاء مبنى حديث لا يحتوي على منتجات معدنية حيث إن جميع الأنظمة الميكانيكية والكهربائية الحديثة لا يمكن أن تؤدي وظيفتها بدون المعادن، كما أن المنشآت بوحدات طوب البناء بها تسليح معدني(روابط وخوابير) كما أن المنشآت الخرسانية مسلحة بالفولاذ وكذا الإطارات الخشبية تربط ببعضها بالمسامير والبراغي المعدنية وكذلك وحدات التشطيبات تعلق وتثبت بإطارات معدنية.

من المعادن الشائعة الاستعمال في المباني:

١. **الحديد وحديد الصلب ( الفولاذ):**

- الحديد هو العنصر الرئيسي في تركيبة المعادن والذي منه أخذت اسمها العام (المعادن الحديدية).
- الحديد نادراً ما يوجد بشكله المعدني الطبيعي مع أن ٥٪ تقريباً من قشرة الأرض تحتوي على الحديد.

- دائماً يتحد الحديد مع الأكسجين (أكسيد الحديد) وكبريت السليكون ومخلوطاً مع معادن أخرى.
- الصخر والحصى والرمل والطفل والطين جميعها مصادر رئيسية للحديد ، وبهذه الهيئة يتم سحقها كمعدن خام للحديد.
- عمليات صنع الحديد وحديد الصلب (الفولاذ) تتضمن استخلاص الحديد من المعدن الخام ثم يجمع أو يضم مع الكربون وبعض العناصر الأخرى ثم يتم ويشكّل إلى عدة أشكال حسب الطلب.
- الحديد الصافي يتصف بالنعومة والليونة وسهولة التشكيل، ولكنه ضعيف نسبياً.
- الحديد غير الخام (الصافي تقريباً) يمتلك قوة (مقاومة) كافية لاستخدامه في كثير من أغراض التشييد ، وفي الحقيقة إنه يستخدم في كثير من الجسور والمباني (مستخدم كإطار إنشائي لبرج إيفل).
- كثير من أنواع الحديد والحديد الصلب ( الفولاذ) تستخدم في التشييد الحديث حيث إن صناعتها أخذت قوتها وصلابتها إلى حد بعيد من عنصر الكربون.
- معظم أنواع حديد الفولاذ تتميز بأفضل مجموعة من الخواص شريطة أن تكون نسبة الكربون الموجودة به أقل من ١,٢ ٪.
- المعادن الحديدية المحتوية فعلياً على أكبر نسبة من الكربون تصبح أقسى وبالتالي تكون معرضة للقصف ولا يمكن تشكيلها بسهولة بواسطة طرق التشغيل والتشكيل على الحار ولا على البارد. وهذه المعادن تشكل بطريقة الصب في قوالب وتسمى حديد الزهر ( حديد تم تشكيله بطريقة القالب).

**الخواص:**

- الخواص الخاصة بمختلف أنواع الحديد والحديد الصلب (الفولاذ) هي إلى حد بعيد ذات صلة بتركيباتها الكيميائية وكذلك ببنيتها الحبيبية (مقاس وترتيب جزيئات البلورات الميكروسكوبية (المجهرية) المكونة للمعدن).
- أهم العوامل المؤثرة في البنية الحبيبية لأنواع الحديد والحديد الصلب هي نسبة الكربون وتفاعله الكيميائي مع الحديد ، كما أن عمليات التكرير والتنقية الإضافية والعناصر المضافة والمعالجة الحرارية وأعمال التسخين والتبريد جميعها مؤثرة في البنية الحبيبية.

- في أعلى مرتبة للحديد الصلب (الفولاذ)، العناصر الإضافية تساهم في إيجاد خواص خاصة للمعدن.
- الخاصية الفيزيائية الأساسية التي تميز الحديد الصلب (الفولاذ) عن الحديد هي قابليته للطرق.
- الخاصية الفريدة الأخرى لحديد الصلب (الفولاذ) هي قدرته على مقاومة الإجهادات العالية دون انكساره (خاصية المتانة) وكذلك قدرته على أن يصبح أكثر صلابة بواسطة التشغيل والتشكيل على الحار أو البارد.

**حديد التسليح:**

- قضبان حديد التسليح إما أن تكون عادية ملساء وإما أن تكون ذات تشكيل خاص.
- التشكيل على قضبان الحديد يزيد من قوة وتماسك الربط بين قضبان حديد الصلب والخرسانة.
- قضبان حديد التسليح توجد بعدة مقاسات (أقطار) ودرجات مختلفة مع الأخذ بعين الاعتبار أن تكون مطابقة للمواصفات.
- توجد قضبان حديد التسليح النموذجية و المطابقة للمواصفات مختومة بأرقام وأحرف تحدد اسم المصنع المنتج ومقاس القضيب ونوع حديد الصلب المصنوع منه والدرجة.
- قضبان حديد التسليح تطلى عادة بطبقة رقيقة (مثل الزنك) لمنع حدوث الصدأ.
- توضع قضبان حديد التسليح في الموقع فوق بعضها البعض، وحتى لا تتسخ بالأرض فأنها ترفع عنها وذلك بوضعها على قطع من الخشب.
- يجب التأكد من عدم وجود زيوت أو دهان أو طين على القضبان لأنها تسبب ضعفاً في قوة تماسكها مع الخرسانة كما أنها قد تساعد على إطالة فترة شك الخرسانة.

**٢. الألومونيوم:**

- كانت طرق إنتاج معدن الألومونيوم باهظة الثمن، والتي كانت سبباً في محدودية استخدامه، وفي عام ١٨٨٦م اكتشف أن الألومونيوم المعدني يمكن إنتاجه بطريقة سهلة غير مكلفة وذلك بإذابة الألومينا (أكسيد الألومونيوم) في الكرايوليت المصهور

ثم تمرير تيار كهربي داخل المحلول وبهذا الاكتشاف نشأت ثورة صناعة الألومونيوم الحديثة.

- يعتبر الألومونيوم من المعادن الغير حديدية ( لا يدخل عنصر الحديد في تكوينه).
- اليوم المباني والمنشآت الأخرى ساهمت في عمل سوق كبيرة لمنتجات الألومونيوم.
- من منتجات الألومونيوم، الشبابيك، الأبواب، واجهات المحلات التجارية، نظام تكسيات المباني، ألواح الجدران الخارجية، القواطيع، البيوت المتنقلة.
- وجود العديد من الخواص الفريدة بالألومونيوم جعلت منه أحد أهم مواد التشييد متعددة الاستعمالات الهندسية.
- الألومونيوم خفيف الوزن بالإضافة إلى أن بعض سبائكه تمتلك قوة أعلى من تلك المصنوعة بحديد الصلب (الفولاذ) الإنشائي.
- يجب أن لا تقل مقاومة سبيكة الألومونيوم المطابقة للمواصفات للشد عن ١٥٥٠ كجم/سم٢.
- يمتلك الألومونيوم مقاومة عالية ضد الصدأ كما إنه لا يصدر عنه صدأ أحمر يشوه الأسطح القريبة والملاصقة له، كذلك لا يغير ألوان المنتجات.
- لا يوجد به أثر للسمية (غير سام) ويمتلك خاصية توصيل عالية للكهرباء والحرارة وكذلك خاصية انعكاس عالية لكل من الحرارة والضوء.
- الألومونيوم يمكن أن يصب في قوالب أو يعمل منه أشكال مختلفة عديدة كما أن لديه قابلية سريعة وسهلة لمعالجة أسطحه للحصول على أنواع مختلفة منه.
- هذه الصفات أعلاه جميعها منحت الألومونيوم ميزة تعدد الاستعمالات وهذا يظهر جلياً في معظم تطبيقاته حيث نجد أن ميزتين أو أكثر له تظهر بهذه التطبيقات.
- واحدة من أهم خواص الألومونيوم هي إنه يعمل كعنصر في التصميم بالإضافة لحفاظه على النهو لفترة طويلة جداً في مختلف المباني والمنشآت الأخرى.
- الكثير من المباني الكبيرة والصغيرة مكسوة بعناصر من الألومونيوم منذ عدة سنوات مضت ولم يتأثر.
- خواص الألومونيوم يجب أن تفهم وتعرف جيداً للتأكد من مناسبتها للاستعمال وإدخالها في الخدمة.

٣. الرصاص:

- معدن الرصاص الثقيل يعتبر ناعماً وضعيفاً وذلك بسبب قابليته للممطولية.
- خواصه، خاصية الممطولية ومقاومة الصدأ والكثافة (التي جعلت منه قادرا على وقف اختراق الأشعة السينية) كلها سبب في أن أصبح مستخدماً بكثرة في صناعة التشييد.
- الرصاص يمكن بسهولة انبساطه وانتشاره لصنعه على شكل ألواح كما يمكن بثقة لعمل الأنابيب.
- استخداماته الرئيسية في المباني هي الحماية والوقاية من الأشعة، كما يعمل كحاجز وعائق للصوت وكغطاء لمعادن أخرى لتزويدها بالحماية ضد الصدأ، ولوح الرصاص أيضاً يستخدم في الأسقف المعرضة لمياه الأمطار.
- ويستخدم الرصاص ضمن مكونات بعض الدهانات، ويعتبر استعمال هذا النوع من الدهانات خطيراً جداً حيث إن الرصاص سمي (سام) ويؤثر على صحة الإنسان وخاصة الأطفال.

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

# خواص واختبارات مواد البناء

## أعمال الخرسانة





جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**الجدارة:**

معرفة خواص وطرق اختبارات الخرسانة.

**الأهداف:**

عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

- معرفة خواص الخرسانة.
- استلام شحنات الخرسانة.
- إجراء الاختبارات المعملية المطلوبة على الخرسانة ومطابقتها بالمواصفات.
- الفحص ومطابقة الأعمال المنفذة بالمواصفات المطلوبة.

**مستوى الأداء المطلوبة:**

إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

٣ ساعات للجزء النظري و ٨ ساعات للتدريبات والتمرينات التطبيقية.

**الوسائل المساعدة:**

- وسائل عرض.
- الأدوات والمعدات المناسبة لعمل الاختبارات.
- ملابس خاصة بالمختبر.
- ملحق الاختبارات والتجارب المعملية.

**متطلبات الجدارة:**

معرفة ما يتعلق بالوحدة في جميع الحقائب السابقة.

# الخرسانة CONCRETE

**عام:**

الرومان هم أول من استخدم الخرسانة في تشييد مبانيهم حيث كانت الخرسانة تصنّع من الجير وكسار الأحجار والرمل ثم تطورت صناعتها عبر العصور حتى تم إيجاد بدائل ومواد رابطة أفضل في خواصها عن استخدام الجير.

اليوم، الخرسانة تستخدم في معظم ومختلف أنواع وأحجام المنشآت المعمارية والهندسية. وتعتبر استخدامات الخرسانة رئيسية في عمل القواعد والأساسات والحوائط والسلالم وبلاطات السقف والمشايات والأرصفة والقنوات والطرق السريعة والجسور والخزانات، والشاهد على أهمية أعمال الخرسانة والحاجة الماسة إليها هو استمرار وازدياد الطلب على استخدامها حتى اليوم. وهذا الازدياد ناشئ تقريباً عن الخاصية الملازمة للخرسانة في قوة مقاومتها للحريق، حيث تم الاستغناء بعد استخدامها مع المنشآت الحديدية عن العازل الصامد لاختراق النار والذي هو باهظ الثمن، كما أن استعمال وحدات الخرسانة سابقة الصب زاد من سهولة وسرعة عملية التشييد في جميع أنواع المباني. والخرسانة تعتبر من أقدم المواد، لكن التكنولوجيا المصاحبة لصناعتها في تطور سريع. كما أن المضافات المستخدمة في صناعتها ساعدت على سهولة تشغيلها وضخها وصبها.

نستطيع أن نقول إن الخرسانة تتمتع بجودة مناسبة وملائمة ولكن بشرط أن تؤدي الخدمة المرضية عند استخدامها في المكان المطلوب ولعمل ذلك فإنه لابد من إحرازها أربع خواص وظيفية أساسية:

١ - القوة وذلك لحمل الأحمال الفوقية.

٢ - عدم النفاذية الملائمة لمنع اختراق الماء.

٣ - المتانة لمقاومة العوامل الجوية.

٤ - التشغيل وذلك لضمان عملية النقل والصب والإنهاء والمعالجة المناسبة.

وجميع هذه الخواص يمكن الحصول عليها فقط عند وجود مواد خام جيدة ودقة وبراعة لدى العمال.

ولعمل تشكيل وملمس معين للخرسانة فإن اللدونه الجيدة تساعد على عمل تصاميم لا محدودة من النماذج والأشكال والملمس.

من الضرورة بمكان اتباع الاحتياطات والشروط الملائمة عند نقل الخرسانة وصبها وإنهائها ومعالجتها وكذلك اختيار واختبار مكوناتها ببراعة ودقة عند تصميمها وذلك للحصول على خرسانة أكثر اقتصادية بالإضافة إلى أن هذه العوامل تؤثر في جودة الخرسانة.

عدم تطبيق نظام ضبط الجودة في صناعة الخرسانة يؤدي إلى وجود خواص غير مرغوبة في الخرسانة بعد تصلدها والخواص غير المرغوبة هي أن تكون الخرسانة منفذة ووجود التشققات والمتانة الضعيفة بالإضافة إلى الأسطح غير الجيدة.

وتعرَّف الخرسانة على أنها مادة مصنعة من خليط من الحصى الخشن والحصى الناعم (المتدرج) والإسمنت والماء بنسب معينة، وأحياناً يضاف بعض المواد الكيماوية عند الحاجة، ويتصلد الإسمنت بتفاعله مع الماء مكوناً الحجر الإسمنتي. وتمر الخرسانة بحالتين رئيسيتين هما كالتالي:

**الخرسانة الطرية ( الطازجة )** FRESH CONCRETE

وهي إنه كلما كانت حالة الخرسانة تسمح بتشغيلها وصبها ودمكها فهي طرية (طازجة).

**خواص الخرسانة الطرية (الطازجة):**

ومن أهم خواص الخرسانة الطرية التالي:

١. **القوام والاتساق** CONSISTENCY

- تعرف على أنها الانسياب النسبي للخلطة الخرسانية ويمكن حسابها بطريقة اختبار التهدل (SLUMP TEST) شكل (٧ -١)، فكلما كان التهدل أكبر (في الحدود المسموح بها) كان انسياب الخلطة أفضل، كما أن هذه الخاصية تتأثر بسهولة أثناء تدفق الخرسانة عند الصب.
- الخلطة المتصفة بهذه الصفة هي التي تسمح بدخول الخرسانة داخل زوايا وأركان الشدات والالتفاف حول قضبان حديد التسليح دون السماح لمكوناتها بالانفصال الحبيبي أو ترك الماء يطفو على السطح.
- معنى هذه الخاصية قريب من معنى خاصية التشغيل وليس مرادفاً لها.

٢. **خاصية التشغيل** WORKABILITY

- تعتبر خاصية التشغيل ميزة للخرسانة تحدد إمكانية صبها وتماسكها واندماجها إلى حد بعيد مع إمكانية إنهائها بدون انفصال حبيبي ضار.
- خاصية التشغيل المطلوبة تعتمد على عاملين اثنين هما:

أولا: مقاس الجزء المراد صبه وكمية حديد التسليح والفراغات بينها.

ثانيا: طريقة الدمك المستخدمة.

إذاً يتضح إنه عندما يكون مقطع الجزء المراد صبه ضيقاً ومزدحماً بحديد التسليح أو به عدة أركان يتعذر بلوغها فإنه لابد من أن تكون درجة التشغيل بالخلطة عالية جداً وبالتالي نحصل على عملية جيدة لاندماج الخلطة، لذلك فإن المصمم للخلطة الخرسانية يجب أن يكون على علم بالعنصر المراد صبه ومقاساته وأسياخ حديد التسليح والفراغات بينها.

- عدم اتصاف الخلطة الخرسانية بخاصية التشغيل المطلوبة يسبب التالي:

١ - ضعف قوة مقاومة الخرسانة ( لوجود تعشيش أو انفصال حبيبي).

٢ - صعوبة في عملية الصب والضخ.

٣ - ضعف متانة الخرسانة وبالتالي ضعف مقاومتها للعوامل الجوية.

٤ - نفاذيتها للماء وغيره من المواد السائلة.

- ويتم معرفة وحساب هذه الخاصية بطرق عديدة منها على سبيل المثال لا الحصر اختبار معامل الدمك COMPACTING FACTOR شكل (٧ -٢).

**الخرسانة المتصلدة** HARDENED CONCRETE

هي الخرسانة التي تحولت من مادة طرية إلى مادة متماسكة ومتصلدة.

**خواص الخرسانة المتصلدة:**

ومن أهمها التالي:

١ - **مقاومة الضغط** COMPRESSIVE STRENGTH

- اختبار مقاومة الضغط في عمر ٢٨ يوماً يستخدم كثيراً كمحدد للتصميم الإنشائي ونسب الخلطة وتقييم الخلطة وربما يتطلب الأمر اختبار الخرسانة عند ٣ أيام أو ٧ أيام أو ٩٠ يوماً أو غير ذلك تبعاً لمتطلبات المنشأ، ومن الضرورة بمكان الوصول للمقاومة الملائمة مبكراً في الكتل الخرسانية لإحراز الثبات وسرعة إزالة الشدات.
- هناك صلة مباشرة بين خاصية مقاومة الضغط بالخرسانة ونسبة الماء للإسمنت بها عند تصميم الخلطة.
- كثرة الماء بالخلطة تؤدي إلى ضعف المقاومة وقلة الماء تؤدي إلى مقاومة أكبر (ولكن في الحدود المسموح بها).
- درجة الحرارة أثناء صنع الخرسانة وكذلك أثناء معالجتها تعتبر عاملاً مؤثراً في نسبة التفاعل الكيميائي بين الإسمنت والماء.

- دائما الميل يكون لإضافة الماء إلى الخلطة من أجل الحفاظ على درجة التهدل بها ، ولكن هذا الإجراء سوف يقلل من مقاومة الخرسانة بالإضافة إلى تأثيره على خواصها الأخرى.
- يتم معرفة واختبار هذه الخاصية عن طريق اختبار مقاومة الضغط لعينات الخرسانة الأسطوانية أو المكعبة. شكل (٧ -٣).

٢ - **خاصية المتانة** DURABILITY

- هي أن تتحمل الخرسانة الظروف الخارجية والداخلية المعرضة لها والتي صممت في الأساس لتقاومها لفترة زمنية مفروضة بدون تدهور (DETERIORATION).
- الظروف الخارجية قد تكون طبيعية أو كيميائية أو ميكانيكية.
- الظروف الداخلية (بالخرسانة نفسها) هي التفاعل القلوي لبعض أنواع الركام والتغيرات الحجمية الناتجة عن الفرق في الخواص الحرارية للركام والإسمنت وكذلك النفاذية.
- نسبة الماء للإسمنت أيضاً تعتبر عاملاً أساسياً يتحكم في خاصية المتانة بالخرسانة حيث إنه كلما قلت هذه النسبة (في الحدود المسموح بها) نحصل على خرسانة ذات مقاومة عالية للتدهور ( DETERIORATION).
- لابد من معرفة إنه ليس من الضروري أن الخرسانة ذات المقاومة العالية للضغط تعني أنها تمتاز بخاصية المتانة العالية لأن ذلك لا يعتمد فقط على نسبة الماء للإسمنت وإنما كذلك يعتمد على خواص الإسمنت نفسه، أي لابد من توافر الشرطين معاً في خاصية المتانة.

٣ - **خاصية عدم النفاذية** WATER TIGHTNESS

- أن نفاذية الخرسانة للسوائل تعد أحد أهم مسببات عدم تحمل الخرسانة حيث إن الخرسانة تصبح مشبعة بالماء.
- كما أن النفاذية تعتبر أحد مسببات تعريض حديد التسليح للماء والهواء والذي يسبب بدوره صدأ الحديد ثم بالتالي زيادة حجمه وحدوث شروخ تعمل على طرد الغطاء الخرساني فوق الحديد ، وهذه الظاهرة يكثر ظهورها في المباني القريبة من البحر.

- يساعد الضغط الأوزموزي وكذلك اتصال المسامات ببعضها داخل الخرسانة على النفاذية بها.
- يلزم أن يكون الركام متدرجاً تدرجاً حبيبياً لإنتاج خرسانة قليلة النفاذية.
- كذلك هذه الخاصية تعتمد اعتماداً كبيراً على نسبة الماء للإسمنت (WATER – CEMENT RATIO) حيث إنه كلما قلت هذه النسبة كلما حصلنا على خرسانة غير منفذة مع عدم إغفال معرفة خواص الإسمنت المستخدم.
- لابد من أن تكون الخرسانة خالية من الشروخ والفراغات الشبيهة بخلايا النحل وذلك يعتمد على دمكها دمكاً جيداً أثناء الصب بالإضافة إلى المعالجة الجيدة للخرسانة بعد صبها.

**اختبارات مقاومة الخرسانة في العناصر الإنشائية :**

- نحتاج إلى عمل هذه الاختبارات غالباً في الحالات التالية:

١ - عندما يتعرض المبنى الخرساني لظروف مؤثرة قد تضعف من المقاومة مثل الحريق.

٢ - عندما تتم عملية الإشراف أثناء الإنشاء والصب بشكل غير مرض.

٣ - عندما نحتاج إلى التعرف على مقاومة مباني قديمة.

**تنقسم هذه الاختبارات إلى نوعين رئيسيين هما :**

١ - **اختبارات متلفة** DESTRUCTIVE TESTS **ومنها :**

أ - **اختبار القلوب الخرسانية** CORE DRILLING

- يعطي هذا الاختبار صورة واقعية عن تكوين وبناء الخرسانة ومقاومتها.
- الأقطار الشائعة الاستخدام لعينة القلوب الخرسانية هي ١٠ أو ١٥ سم وفي حالة العناصر الإنشائية الرقيقة والتي بها حديد تسليح كثير يسمح بأن يكون قطر العينة ٥سم.
- وتتأثر عينة القلب الخرساني المستخرجة في حال وجود ركام كبير مقاسه يزيد عن نصف قطر القلب أو عند وجود حديد تسليح في موضع الحفر.
- يسمح بوجود حديد تسليح فقط في الاتجاه المتعامد وأن يكون في حدود ٥٪ من المساحة المعرضة للضغط أما عندما يكون حديد التسليح متعامداً على بعضه البعض فإن هذه النسبة يمكن أن تزيد إلى ١٠ ٪

٢ - **اختبارات غير متلفة** NON – DESTRUCTIVE TESTS **ومنها:**

أ- المطرقة الراجعة **SHMIDT HAMMER**

- تتركب المطرقة من اسطوانة رفيعة بداخلها قضيب قياسي معدني مشدود بنابض (زنبرك). يقوم الزنبرك بضغط القضيب المعدني إلى خارج الاسطوانة فإذا تم شد فوهة الاسطوانة على سطح خرساني وسمح للقضيب بالانفلات فإنه يضرب السطح الخرساني ونتيجة لردة الفعل يرتد إلى الخلف ويعطي المؤشر مقدار قراءة الارتداد الذي يدل على قوة الخرسانة وكلما كان مقدار الارتداد كبيراً كانت الخرسانة أقوى، شكل (٧ -٤).
- المطرقة تكون دائماً متعامدة مع سطح الخرسانة المراد فحصها وأن يكون هذا السطح مستويا ( غير متعرج) وخالياً من الفراغات والأجزاء الخشنة، شكل (٧ -٥).
- عند إجراء الفحص تستبعد القراءات الشاذة أي العالية جداً أو المنخفضة جداً. ويتم عمل عشرات التجارب للجزء الخرساني ويؤخذ معدل هذه القراءات.
- تتميز طريقة الاختبار هذه بأنها سهلة وسريعة ومفيدة في إعطاء تقييم عام لقوة الخرسانة.
- ولكن من سلبيات هذه الطريقة ما يلي:

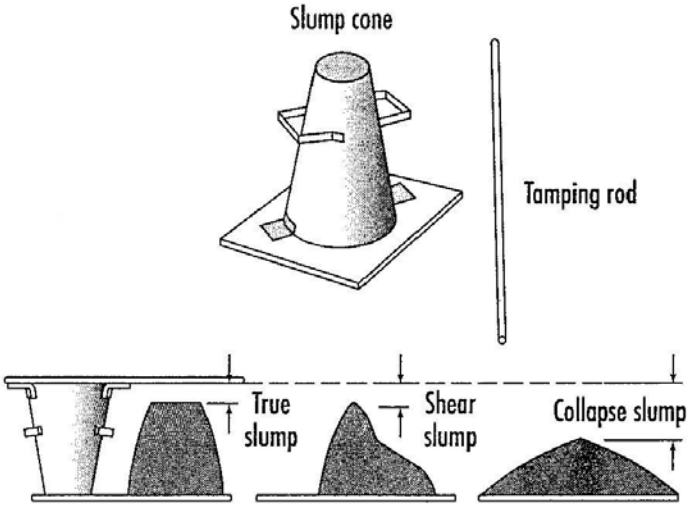
١ - لا تصلح في اختبار الخرسانة التي لم تتصلد بشكل كاف بالإضافة إلى أنها تعطي قراءة لعمق لا يزيد عن ٣ سم في الخرسانة ولذلك يجب عدم استخدامها في الخرسانة التي مضى على صبها عدة شهور فقط.

٢ - تقيس المطرقة عدة سنتيمترات فقط أي أنها تقيس صلادة سطح الخرسانة ولهذا السبب ليس من السهل اعتبار مقاومة السطح مقاومة لكامل المقطع حيث تختلف مقاومة السطح عن مقاومة قلب الخرسانة.

٣ - تتأثر هذه الطريقة بنوعية تدرج الركام ومقاسه الاعتباري الأكبر وبكمية الحجر الإسمنتي فكلما كان التدرج خشناً والمقاس الاعتباري الأكبر للركام أكبر وكمية الحجر الإسمنتي أقل كانت إمكانية وقوع الضربة على حبيبة من حبيبات الركام أكبر مما يؤدي إلى نتائج غير صحيحة وكذلك يزداد رجوع الضارب كلما كان معامل مرونة الركام أكبر.

ب- اختبار الموجات فوق الصوتية ULTRASONIC METHOD

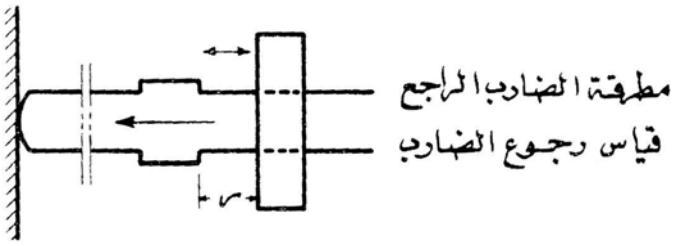
- يتكون الجهاز من صندوق صغير يسجل الزمن ويمتد منه سلكان طويلان في رأس أحدهما قطعة أسطوانية ذات سطح مستوي ويلزم تنظيف سطح الخرسانة ووضع قليل من الشحم عليه قبل وضع المرسل والمستقبل، شكل (٧ -٦).
- ترسل موجات صوتية عبر الخرسانة ويقاس زمن المرور بين المرسل والمستقبل.
- تتميز هذه الطريقة بقياس كامل القطاع في اتجاه واحد أي لا يوجد اختلاف في القراءات بين سطح الخرسانة وقلبها كما حدث في الطريقة السابقة.
- من سلبيات هذه الطريقة أنها أجهزة مكلفة وتحتاج لأكثر من شخصين لعمل الاختبار وتتأثر بكثافة الخرسانة النوعية وبرقم تمددها العرضي كما ترتبط بمعامل المرونة الذي يتغير بتغير معامل مرونة الركام ومحتوى الحجر الإسمنتي والعمر والمعالجة.




**شكل (٧ -١): اختبار التهدل.**

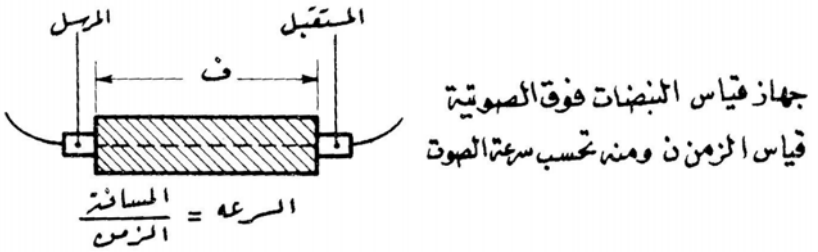
شكل (٧ -٢): جهاز اختبار معامل الدمك.

شكل (٧ -٣): اختبار مقاومة الضغط لعينات الخرسانة الأسطوانية والمكعبة.




شكل (٧ -٤): طريقة عمل جهاز المطرقة الراجعة (اختبار غير متلف).

شكل (٧ -٥): المطرقة الراجعة متعامدة على سطح الخرسانة.




شكل (٧ -٦): طريقة عمل جهاز الموجات فوق الصوتية (اختبار غير متلف).

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

# خواص واختبارات مواد البناء

## تكنولوجيا الخرسانة





جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**الجدارة:**

معرفة تكنولوجيا صناعة الخرسانة.

**الأهداف:**

عند الإنتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

- معرفة طرق خلط الخرسانة ومطابقتها بالمواصفات.
- معرفة طرق نقل الخرسانة ومطابقتها بالمواصفات.
- معرفة طرق صب الخرسانة ومطابقتها بالمواصفات.
- معرفة طرق دمك الخرسانة ومطابقتها بالمواصفات.
- معرفة طرق معالجة الخرسانة ومطابقتها بالمواصفات.

**مستوى الأداء المطلوبة:**

إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪.

**الوقت المتوقع للتدريب:**

٣ ساعات نظري.

**الوسائل المساعدة:**

- وسائل عرض.
- زيارات ميدانية إن أمكن.

**متطلبات الجدارة:**

معرفة ما يتعلق بالوحدة في جميع الحقائب السابقة.

## تكنولوجيا صناعة الخرسانة CONCRETE TECHNOLOGY

**عام:**

تمر الخرسانة أثناء عملية تصنيعها بمراحل متعددة مروراً باختبار المواد الخام وتخزينها، وتصميم الخلطة وتحديد مكوناتها، والخلط، والنقل، والضخ، والصب، والدمك، والإنهاء، والمعالجة. وخلال هذه المراحل جميعها يلزم تطبيق نظام ضبط الجودة في صناعة الخرسانة للحصول على خرسانة بمواصفات وخواص قياسية.

**خلط الخرسانة** CONCRETE MIX

- يلزم خلط المكونات الداخلة في صناعة الخرسانة من المواد الخام خلطاً جيداً حتى تكون الخلطة متجانسة القوام.
- تعد جودة الخلط أو عدمها عاملاً مؤثراً رئيسياً في عملية التشغيل وكذلك الصب بالإضافة إلى درجة ومستوى استكمال التفاعلات بين الإسمنت والماء والمكونات الأخرى.
- الخلط يتم بإحدى الطريقتين التاليتين:

١. **الخلط اليدوي** HAND MIX

- هذا النوع من الخلط جيد في حال المشاريع التي تحتاج كمية خرسانة في حدود الألف متر مكعب.
- تستخدم في هذا النوع من الخلط الموازين الثابتة (PLATFORM SCALES) والعربات الصغيرة والجاروف.
- تخلط المواد الخام خلطاً جافاً ثلاث مرات على أرضية مستوية صماء(لوح خشب مثلا) باستخدام الجاروف حتى يصبح لون الخليط متجانساً و يضاف الماء إلى الخليط تدريجياً بالكمية المحددة ويستمر الخلط والتقليب من جديد ثلاث مرات حتى تجانس الخليط ومن ثم تجانس القوام.

٢. **الخلط الميكانيكي** MECHANICAL MIX

وتمتاز طريقة الخلط الميكانيكي عن اليدوي بالتالي:

- يحتاج إلى عدد عمالة أقل.
- الحصول على خلطة متجانسة ومتسقة القوام.
- قلة الفاقد من المواد الخام أثناء الخلط.

- الانتظام في إنتاج الكميات الخرسانية المطلوبة دون توقف مضر.
- ويستخدم في الخلط الميكانيكي الطريقتين التاليتين:

**أ - خلاطات في موقع العمل:**

وهناك عدة أنواع من هذه الخلاطات تختلف عن بعضها البعض من حيث السعة والحجم وكذلك طريقة عملها ويتم التحكم بها يدوياً، شكل (٨ -١).

**ب - محطة الخلط المركزية:**

- يتم نقل المواد الخام إلى المحطة لتخزينها حيث يوجد أماكن مفصولة عن بعضها للركام حسب المقاس وهناك خزان للماء وصوامع للإسمنت.
- يوجد طريقتان تخلط بها مكونات الخرسانة وهما الخلط الناشف (DRY MIX) أو الخلط الطري (WET MIX) ويتم في الأولى خلط المواد الخام بدون الماء في الخلاط المركزي بالمحطة ثم إلى عربة الخلط التي يتم فيها إضافة الماء وتقليب الخليط أثناء السير للموقع. أما الطريقة الثانية فيتم بها خلط جميع المكونات بالماء في الخلاط المركزي بالمحطة ثم ينقل إلى الموقع عن طريق العربة الناقلة إلى الموقع مع تقليب الخرسانة ببطء لمنع الانفصال أو الشك.
- تختلف أنواع محطات الخلط المركزية من حيث طريقة التحكم في مراحل الخلط إلى نوعين أحدهما يتم التحكم به من خلال غرفة التحكم يدوياً بالضغط على الأزرار والأخرى يتم التحكم بها من خلال غرفة التحكم آليا (حاسوب) حيث يعمل برنامج خاص بالخلط بعد إدخال جميع بيانات تصميم الخلطة إليه على تشغل المحطة وموازينها آليا، شكل (٨ -٢).
- يتم الاستعانة بالخلاطات المركزية في أعمال الخرسانة في حال الاحتياج إلى عشرات الآلاف من الأمتار المكعبة من الخرسانة.

**نقل الخرسانة** CONCRETE TRANSPORTATION

- يتم نقل الخرسانة إلى موضع الصب بإحدى الطرق التالية.
  ١ - بواسطة أوعية كبيرة معلقة بالروافع.
  ٢ - بواسطة السير المتحرك.
  ٣ - بواسطة مواسير الضخ.
  ٤ - بواسطة العربات.

- خلال تصميم الخلطة يحدد القوام حسب نوع الناقل حتى لا يحدث انفصال حبيبي.

**صب الخرسانة** PLACING CONCRETE

هو صب الخرسانة الطرية في مكانها المطلوب داخل الشدات حتى تأخذ شكلها النهائي.

بعض الاحتياطات والتدابير التالية يلزم اتباعها لمنع حدوث انفصال حبيبي أو تعشيش في الخرسانة وتتأثر بالتالي خواصها كالمقاومة والنفاذية والمظهر العام.

**أ. احتياطات وتدابير ما قبل الصب:**

- التأكد من دمك أرض التأسيس ورشها بالماء لمنع سطح الأرض الجاف من إمتصاص ماء الخرسانة.
- تزال جميع المواد الهشة والرخوة من داخل الشدات.
- التأكد من أن الشدات مدعمة ومحكمة جيداً وبطريقة يسهل فكها لاحقاً دون الإضرار بالخرسانة.
- رش الشدات الخشبية بالماء حتى لا تمتص ماء الخرسانة.
- تدهن الشدات من الداخل بمادة لمنع إلتصاق الخرسانة بها بشرط أن تذوب هذه المادة في الماء حتى لا تسبب بقع على سطح الخرسانة (المظهر) بعد تصلدها.
- التأكد من أن حديد التسليح داخل الشدات نظيفاً وخالياً من قشور الصدأ والملاط الهش حتى لا تعمل على منع الخرسانة من الإرتباط بقضبان الحديد.
- توفر معدات صب إحتياطية تحسباً لتعطلها أثناء الصب.

**ب. احتياطات وتدابير أثناء الصب:**

- تصب الخرسانة بتدفق مستمر من مكان قريب إلى موضع الصب حتى لا يحدث انفصال حبيبي ( SEGREGATION).
- عدم جعل الخرسانة على شكل أكوام على أن يتم تسويتها لاحقاً بطريقة التحريك أفقياً لأن ذلك يسبب الإنفصال بين المونة وحبيبات الركام الكبيرة.
- عند صب الخرسانة على شكل طبقات فإنه يلزم التأكد من أن الطبقة السابقة قد دمكت جيداً قبل وضع الطبقة اللاحقة وأن تكون الطبقة الأولى لدنه عند وضع الثانية حتى يتم تداخلهما مع بعض لضمان عدم حدوث خطوط انفصال تظهر بعد فك الشدات.

- التأكد من عدم تجمع ماء الخلطة عند الأطراف والزوايا وعلى واجهات الشدات.
- الحد المناسب للارتفاع الذي تسقط منه الخرسانة أثناء الصب هو بين ٩٠ – ١٢٠ سم وذلك إذا خشي من حدوث انفصال للجزيئات الخشنة.

الشكل (٨ -٤) يوضح طرق الصب الصحيحة والخاطئة.

**دمك الخرسانة** CONSOLIDATION OF CONCRETE

هي عملية دمك الخرسانة وهي في الحالة الطرية داخل الشدات وملء أركانها تماماً والإحاطة بحديد التسليح وطرد الجيوب والفراغات الهوائية بين جزيئاتها إلا إذا كانت الفقاعات الهوائية مطلوب تواجدها داخل الخرسانة.

- من أهم فوائد عملية الدمك ما يلي:

١ - زيادة في كثافة وتجانس الخرسانة.

٢ - تعمل على دخول الخرسانة الطرية جميع أركان الشدات وزواياها الضيقة والإحاطة بحديد التسليح وإزالة الفراغات.

٣ - الحصول على مقاومة أعلى للخرسانة نتيجة تقارب حبات الركام من بعضها وطرد الفراغات.

٤ - الحصول على خرسانة غير منفذة وذلك عندما تكون كثيفة خالية من الفراغات والتعشيش، شكل (٨ -٥).

- تنقسم طرق دمك الخرسانة إلى طريقتين حيث يعتمد اختيار إحداها على التالي:

١ - قوام الخلطة ( ناشف – متوسط – سائل).

٢ - ظروف الصب.

٣ - مدى تعقيد الشدة وكمية حديد التسليح والفراغات بينه.

**أ. طريقة الدمك اليدوية:**

- دمك الخرسانة بالوسائل اليدوية يتم بالوخز والدك والطرق باستخدام قضيب معدني دائري المقطع أو باستخدام العصى أو القدد الخشبية أو أي وسيلة أخرى مناسبة.
- يتم الدمك على طبقات بسمك يناسب الوسيلة المستخدمة في الدمك.
- في حال استخدام القضيب المعدني فيجب أن يكون طويلاً ليصل إلى قاع الشدة ورفيعاً حتى يمر من خلال الفراغات بين حديد التسليح وبين حديد التسليح وجوانب الشدة.

- الطرق المتكرر على الشدة في مواضع مختلفة منها ينتج عنه أسطح خرسانة ذات مظهر جيد كما أن الطرق يعمل على دفع الركام الخشن عن حواف الشدة إلى قلب الخرسانة.
- لا تدمك الخرسانة بالوسائل الميكانيكية إذا كان من السهل دمكها بالوسائل اليدوية لأن ذلك يسبب الانفصال الحبيبي.

**ب. طريقة الدمك الميكانيكية:**

- يتكون الهزاز الغاطس من رأس هزاز (عادة أسطواني الشكل) متصل بمحرك مناسب وداخل الرأس يوجد ثقل غير متوازن يلف بسرعة عالية تجعله يهتز في حركة دائرية.
- الهزاز الغاطس يستخدم في دمك خرسانة البلاطات والكمرات والأعمدة والحوائط الخرسانية.
- من الاحتياطات والتدابير الواجب اتباعها عند استخدام الهزاز الغاطس ما يلي:

١ - أن يتم إنزال الهزاز رأسياً في الخرسانة ما أمكن.

٢ - الانتقال من موضع إلى آخر بمسافات منتظمة.

٣ - أن يخترق الهزاز بسرعة الطبقة المصبوبة حديثاً إلى طبقة الصبة تحتها والتي تم صبها قبلها بعمق لا يقل عن ١٥ سم وذلك ليتم الاندماج والترابط بينهما.

٤ - يلزم الإبقاء على الهزاز داخل الخرسانة بشكل ثابت لمدة ١٥ ثانية على الأقل حتى يتم الدمك الكافي ثم يسحب ببطء.

- ومن الشواهد التي تدل على تمام وكفاءة الدمك بالهزاز الغاطس ما يلي:

١ - دخول واختفاء الركام الكبير داخل الخرسانة.

٢ - استواء سطح الخرسانة العلوي.

٣ - ظهور طبقة ملاط مائية رقيقة على السطح.

٤ - توقف خروج الفقاعات الهوائية إلى السطح من داخل الخرسانة.

- يلزم عدم استخدام الهزاز لتسوية أو تحريك الخرسانة أفقياً حتى لا يتسبب ذلك في الانفصال الحبيبي.

الشكل (٨ -٦) يوضح طرق الدمك الصحيحة والخاطئة.

**معالجة الخرسانة** CURING OF CONCRETE

المعروف أن الخرسانة الطرية تحوي من الماء مقداراً أكثر مما يلزم لإتمام عملية التفاعل الكيميائي للإسمنت إلا أنه في معظم الأحوال يتبخر جزء كبير من هذا الماء بفعل الحرارة، ولذلك كان لابد من المعالجة للحفاظ على كمية مناسبة من الماء في الخرسانة لإكمال التقدم البطيء في التفاعل مع الإسمنت وبالتالي الحصول على خرسانة ذات قوة ومتانة وغير منفذة للماء ومقاومة للعوامل الجوية المتقلبة حيث ساعد على ذلك مدة التفاعل الأطول. درجة الحرارة المناسبة والرطوبة الملائمة تعتبران من أهم الشروط الأساسية التي يجب توافرها حتى يستمر التفاعل.

**طرق المعالجة والإيناع** CURING METHODS

١. **ترك الشدات كما هي** LEAVING FORMS IN PLACE

ترك الشدات كما هي يساعد كثيراً في الحفاظ على الرطوبة بالخرسانة. الشدات الخشبية في الأجواء الحارة الجافة تجف بسرعة فتكون النتيجة عكسية لذا لابد من الحفاظ عليها رطبة بإستمرار وذلك بالرش. كما أن الأجزاء المكشوفة من الخرسانة لابد من حمايتها حتى لا تفقد الرطوبة من خلالها.

٢. **طريقة الرش** SPRINKLING

عند استخدام طريقة الرش فإنه لابد من الحذر لأن جفاف الخرسانة عند انقطاع الرش في وقت ما يسبب ضعف الخرسانة وكثرة الشروخ بسطحها. لذا فإن الرش المتواصل والخفيف بالماء يزود الخرسانة برطوبة أكثر ثبات وهو أفضل من الرش بالماء الكثير الوافر مع فترات جفاف للخرسانة خلاله.

٣. **طريقة البركة** PONDING

طريقة المعالجة بالبركة المائية تستخدم عادة للأسطح المستوية مثل الأرصفة والمشايات والبلاطات الخرسانية بالمبنى وذلك بعمل سد صغير من التراب أو أي مادة حافظة للماء على طول محيط سطح الخرسانة المراد معالجته ثم يطلق الماء داخل هذا السد، وهذه الطريقة تعطي الخرسانة حالة من الرطوبة أكثر ثباتاً بخلاف طريقة الرش السابقة.

٤. **أغطية المعالجة** CURING COVER

يستخدم في هذه الطريقة أغطية للحفاظ على الرطوبة داخل الخرسانة مثل الرمل الرطب أو الخيش أو طبقة رقيقة من البولي إيثلين. وعند استخدام هذا النوع من المعالجة فإنه يجب الحذر والتأكد من تغطية جميع أجزاء أسطح الخرسانة وحوافها المكشوفة وكذلك لابد من التأكد من أن هذه الأغطية رطبة بما فيه الكفاية وباستمرار وذلك لتزويد سطح الخرسانة المراد معالجته بطبقة رقيقة من الرطوبة المستمرة.

**فترة المعالجة** LENGTH OF CURING

وقت المعالجة المناسب يجب أن يسمح به للخرسانة دائماً، وذلك لتحسين القوة المناسبة للخرسانة قبل تحميلها وإدخالها في الخدمة. والمعالجة لابد وأن تبدأ مبكراً ما أمكن حتى لا يتأثر سطح الخرسانة، وكلما كانت فترة المعالجة أطول وقتاً كلماً كان أفضل.

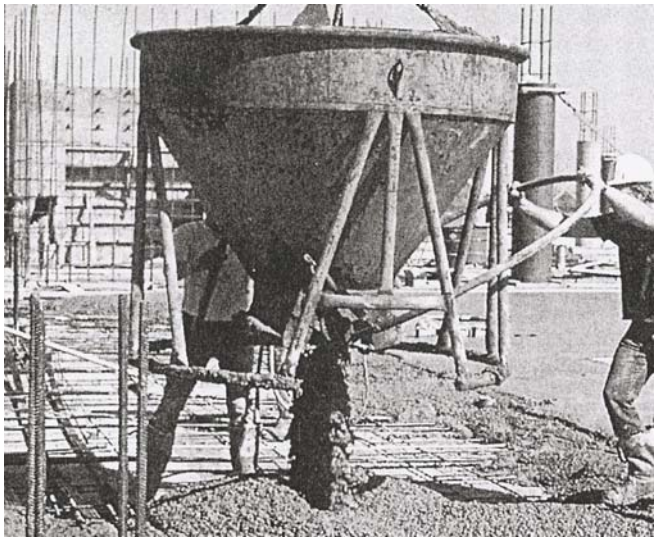
وفترة المعالجة لابد وأن لا تقل عن سبعة أيام والأفضل ٢٨ يوماً مع اشتراط عدم السماح بأن تكون درجة حرارة الخرسانة أقل من ١٠ درجات مئوية وذلك ليتم التفاعل في أنسب الظروف، وبالتالي نحصل على أفضل النتائج.

**احتياطات وتدابير** CURING PROVISIONS AND CONSIDERATION

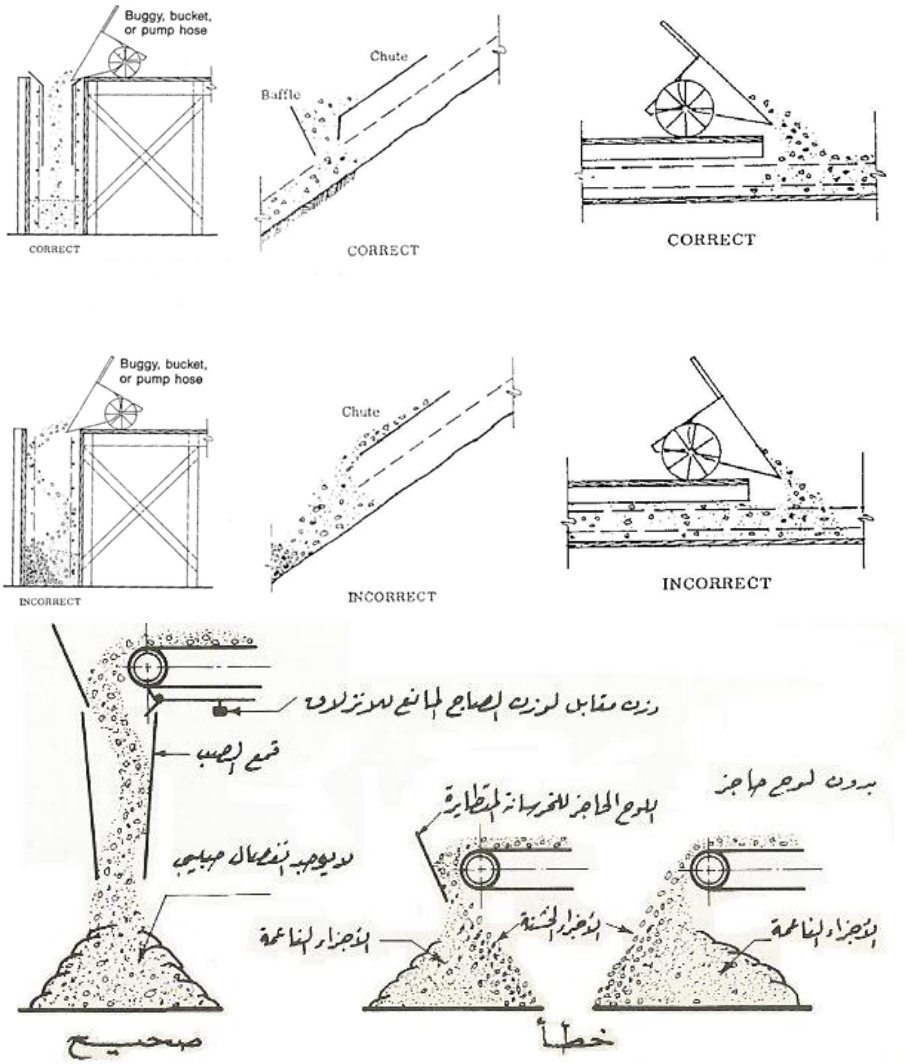
- لابد من معرفة التماسك النهائي (زمن الشك النهائي) حيث يتم سؤال المصنع متى يبدأ وقت المعالجة ( يعرف وقت التماسك البدائي والنهائي بتجربة الإبرة " فيكات ").
- ماء المعالجة يجب أن يكون خالياً من الأملاح وأن تكون درجة حرارته أقل من درجة حرارة الخرسانة المعالجة حتى لا يؤثر عليها سلباً.
- عند استخدام الخيش في المعالجة فإنه يجب أن يكون رطباً باستمرار حتى لا تكون العملية عكسية حيث أنه يساعد على تبخر الماء من الخرسانة عندما يكون جافاً.
- تستخدم الطبقة الرقيقة من البولي إيثلين عندما تكون المساحة المصبوبة كبيرة جداً مثل المشايات والأرصفة حيث يصعب رشها بالماء، ولكن لابد وأن نعرف أن هذه الطريقة ليست أفضل من طريقة الرش بالماء.
- أن كامل سطح الخرسانة لابد وأن يكون متماثل في درجة الرطوبة لأن الجفاف الجزئي لأي جزء من سطح البلاطات الخرسانية يمكن أن ينتج عنه ضعف أو تشققات.

شكل (٨-١): خلاط يستخدم بالموقع.

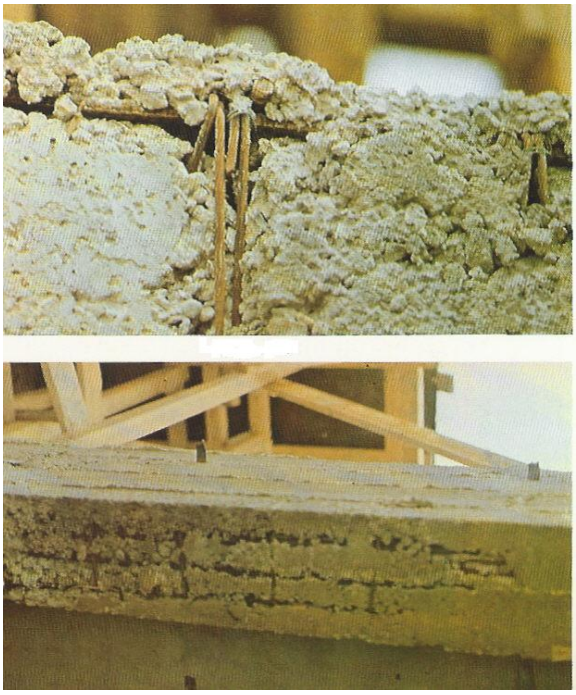
شكل (٨-٢): محطة خلط مركزية (مصنع خرسانة جاهزة).



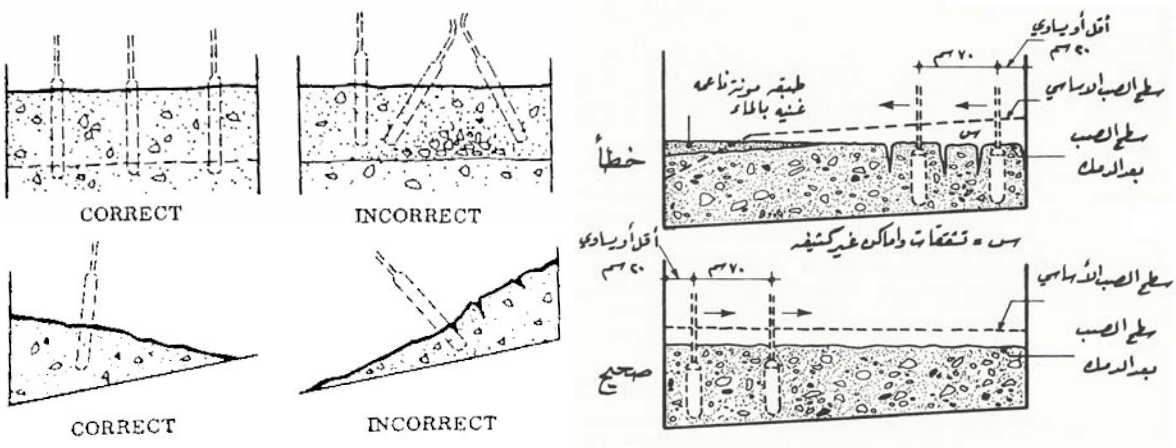
شكل (٨-٣): طرق نقل الخرسانة.




شكل (٨-٤): طرق الصب الصحيحة والخاطئة.



شكل (٨-٤): عدم الدمك الجيد للخرسانة سبب التعشيش.




شكل (٨-٤): طرق الدمك الصحيحة والخاطئة.

١. بركات، محمد علي، مواد البناء واختباراتها القياسية، دار الراتب الجامعية_ بيروت، ١٩٩٠م.

٢. الدرويش، إبراهيم علي و عوض، عبدالوهاب، الخلطات الخرسانية، دار الراتب الجامعية_ بيروت، ١٩٨٦م.

٣. زين العابدين، حبيب مصطفى، تقنية صناعة الخرسانة، الطبعة الثانية، العبيكان للطباعة والنشر، ١٤١٢هـ.

٤. القحطاني، محمد عبدالله، نموذج تصنيف لمصانع الخرسانة الجاهزة بالاعتماد على تطبيق ضبط الجودة بها، بحث ماجستير، جامعة الملك فيصل بالدمام، ١٤٢٠ -١٤٢١هـ.

٥. مواصفات الهيئة العربية السعودية للمواصفات والمقاييس (SASO).

٦. الشريف، روحي، دليل ضبط الجودة في صناعة الخرسانة، الطبعة الأولى، دار البشير، ١٤٠٥هـ.

7. ACI, PRACTITIONER'S GUIDE TO HOT WEATHER CONCRETING, FARMINGTON HILLS, MICHIGAN, 1996.

8. ACI, QUALITY IN CONCRETE CONSTRUCTION, FARMINGTON HILLS, MICHIGAN.

9. KOSMATKA, S., & PANARESE, W., DESIGN AND CONTROL OF CONCRETE MIXTURES, 13TH ED., PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994.

10. LYONS, A., MATERIALS FOR ARCHITECTS & BUILDERS (AN INTRODUCTION), ARNOLD COMPANY, 1997.

11. NEVILLE, A., PROPERTIES OF CONCRETE, 4TH & FINAL ED., LONGMAN GROUP,1995.

12. SMITH, R. & ANDRES, C., MATERIALS OF CONSTRUCTION, 4TH ED., Mc GRAW-HILL BOOK COMPANNY, 1988.

13. TAYLOR, G., MATERIAL IN CONSTRUCTION (AN INTRODUCTION), 3RD ED., LONGMAN GROUP UK LTD, 1994.

| الموضوع | الصفحة |
|---|---|
| **الوحدة الأولى : خواص أحجار البناء والطوب** | |
| البناء | ١ |
| وحدات طوب البناء المصنوع من الطفل ( المحروق ) | ٧ |
| وحدات طوب البناء الأسمنتية | ١١ |
| الخرسانة | ١٥ |
| **الوحدة الثانية : خواص الإسمنت** | |
| أنواع الإسمنت | ٢٠ |
| مراحل صناعة الإسمنت | ٢٢ |
| احتياطات تخزين الإسمنت | ٢٢ |
| الوحدة الثالثة: خواص الجير والجبس | |
| الجـــــير | ٢٤ |
| الجبـــس | ٢٨ |
| **الوحدة الرابعة : خواص الأخشاب** | |
| أنواع الأخشاب | ٣٣ |
| العيوب الطبيعية بالأخشاب | ٣٤ |
| مخاطر الفطريات والحشرات على الأخشاب | ٣٥ |
| الاحتياطات والمعالجات الوقائية للخشب | ٣٧ |
| **الوحدة الخامسة : خواص مواد الدهانات والعزل** | |
| الدهـــانات | ٤١ |
| العـــوازل | ٤٤ |
| **الوحدة السادسة : خواص المواد المعدنية** | |
| الحديد وحديد الصلب ( الفولاذ ) | ٤٩ |
| الألومنيوم | ٥١ |
| الرصاص | ٥٣ |

**الوحدة السابعة : أعمال الخرسانة**
الخرسانة الطرية ( الطازجة ) ٥٦
الخرسانة المتصلدة ٥٧
اختبارات مقاومة الخرسانة في العناصر الإنشائية ٥٩
**الوحدة الثامنة : تكنولوجيا صناعة الخرسانة**
خلط الخرسانة ٦٥
نقل الخرسانة ٦٦
صب الخرسانة ٦٧
دمك الخرسانة ٦٨
معالجة الخرسانة ٧٠
**المراجع** ٧٦

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS