وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
المعهد التقني/ الموصل

# الحقيبة التعليمية

**القسم العلمي: تقنيات البيئة والموارد المائية**

**اسم المقرر: مواد الانشاء**

**المرحلة / المستوى: الثاني**

**الفصل الدراسي: الاول**

**السنة الدراسية: 2024 - 2025**

# معلومات عامة

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اسم المقرر: | مواد الانشاء | | | | | | | |
| القسم: | تقنيات البيئة والموارد المائية | | | | | | | |
| الكلية: | المعهد التقني الموصل | | | | | | | |
| المرحلة / المستوى | الثاني | | | | | | | |
| الفصل الدراسي: | الاول | | | | | | | |
| عدد الساعات الاسبوعية: | نظري | 1 | عملي | 2 | | | | |
| عدد الوحدات الدراسية: | 3 | | | | | | | |
| الرمز: | WRTI251 | | | | | | | |
| نوع المادة | نظري | | عملي | | كلهما | ✓ | | |
| هل يتوفر نظير للمقرر في الاقسام الاخرى | | | | | | | | |
| اسم المقرر النظير | | | | | | | | |
| القسم | | | | | | | | |
| رمز المقرر النظير | | | | | | | | |

## معلومات تدريسي المادة

| | |
|---|---|
| اسم مدرس (مدرسي) المقرر: | عبد الله احمد شيخو |
| اللقب العلمي: | أستاذ مساعد |
| سنة الحصول على اللقب | |
| الشهادة : | ماجستير |
| سنة الحصول على الشهادة | |
| عدد سنوات الخبرة ( تدريس) | |

## الوصف العام للمقرر

تهدف المادة بصورة عامة إلى تعريف وتعليم الطالب بالمواد الإنشائية المختلفة والخرسانة المستعملة وأنواعها وكيفية إنضاجها والاطلاع على المواصفات الخاصة وشروط المقاولات العامة والعقود وأنواعها

## الاهداف العامة

**فهم المبادئ الأساسية** :ان يستوعب الطالب المبادئ الأساسية في علم الإنشاء، مثل القوى، والإجهادات، والمواد، وكيفية تأثيرها على المنشآت.
**تطبيق القوانين والمعادلات** :ان يستخدم الطالب القوانين الرياضية والمعادلات لتصميم وتحليل المنشآت بما يضمن الأمان والمتانة.
**تصميم المنشآت** :ان يكتسب الطالب مهارات في تصميم المنشآت المختلفة مثل المباني والجسور والطرق، مع مراعاة اعتبارات الأمان والاقتصاد والوظيفية.
**تحليل الهياكل** :ان يقدر الطالب على تحليل الهياكل لتحديد استجابتها للقوى المختلفة، مثل الأحمال الثابتة والمتغيرة.
**اختيار المواد المناسبة** :ان يفهم الطالب خصائص المواد المختلفة (مثل الخرسانة، الصلب، الخشب) وكيفية اختيارها بناءً على متطلبات المشروع.
**تطبيق معايير الجودة والسلامة** :ان يتعرف الطالب على معايير الجودة والسلامة المتعلقة بالبناء وضمان تطبيقها في المشاريع.

## الأهداف الخاصة

**فهم خصائص المواد الأساسية** :ان يدرس الطالب الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للمواد المستخدمة في البناء، مثل الخرسانة، الصلب، والخشب.

## الأهداف السلوكية او نواتج التعلم

نواتج تعلم مقرر دراسي في مواد الإنشاء تحدد ما يُتوقع أن يتقنه الطلاب بنهاية المقرر. يمكن تلخيص نواتج التعلم المتوقعة لمقررات مواد الإنشاء كما يلي:

1. **فهم الأسس النظرية:**
   - **ان يحدد ويشرح الطالب** المبادئ الأساسية في علم المواد الإنشائية، مثل القوى، والإجهادات، وتوزيع الأحمال.

- **ان يتعرف الطالب** على خصائص المواد المختلفة (الخرسانة، الصلب، الخشب) وكيفية تأثيرها على تصميم المنشآت.

## المتطلبات السابقة

- **يجب على الطالب ان يكون على معرفة بالعمليات الحسابية وحل المعادلات**

| ت | الأهداف السلوكية او مخرجات التعليم الأساسية | الية التقييم |
|---|---|---|
| | **فهم خصائص المواد الأساسية** :دراسة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للمواد المستخدمة في البناء، مثل الخرسانة، الصلب، والخشب. | الامتحانات العملية اليومية والشهرية ونهاية المقرر |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |

**أساليب التدريس** (حدد مجموعة متنوعة من أساليب التدريس لتناسب احتياجات الطلاب ومحتوى المقرر)

| | الاسلوب او الطريقة | مبررات الاختيار |
|---|---|---|
| 1. | المحاضرات النظرية والعملية | المقرر عملي ونظري |
| 2. | | |
| 3. | | |
| 4. | | |
| 5. | | |
| 6. | | |

# المحتوى العلمي

| القسم و الفرع العلمي<br>تقنيات البيئة والموارد المائية | النظام مقررات<br>15 أسبوع | عدد الساعات الأسبوعية | ن | ع | م |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| مفردات مادة<br>المواد الإنشائية | المرحلة الثانية | Construction Materials | | | |

**الهدف من المادة :-**

تهدف المادة بصورة عامة إلى تعريف وتعليم الطالب بالمواد الإنشائية المختلفة والخرسانة المستعملة وأنواعها وكيفية إنضاجها وكذلك كيفية تخمين الكميات المستعملة في مشاريع الري والبزل وخاصة فيما يتعلق بالأكساء وحساب الكميات اللازمة لذلك والاطلاع على المواصفات الخاصة وشروط المقاولات العامة والعقود وأنواعها وحساب المدة التخمينية للأعمال الهندسية .

## الجزء النظري

| الأسبوع | تفاصيل المفردات |
|---|---|
| الأول | تعريف المواد الإنشائية ، نظرة تاريخية عنها ، أهميتها ومجالات الاستفادة منها. |
| الثاني | الأعمال الإنشائية . |
| الثالث | الخواص الفيزياوية والكيماوية والمواصفات القياسية لمواد البناء. |
| الرابع | الحجر ، استعمالاته في البناء بشكل عام وفي مشاريع الري بشكل خاص ، خواصه الفيزياوية ، تركيبية ، أنواعه وصفات الحجر المستعمل في أعمال ألاكساء . |
| الخامس | الطابوق الطيني ، خواصه ، استعمالاته ، وطرق صنعه. |
| السادس | الطابوق الرملي والكتل الخرسانية ، وخواصها ، استعمالاتها ، طرق صنعها والبناء بها. |
| السابع | الرمال ، خواصها ، مصادرها ، أنواعها والمواصفات الهندسية لها. |
| الثامن | الحصى ، خواصها، مصادرها، أنواعها والمواصفات الهندسية لها. |
| التاسع والعاشر | الأملاح ، أنواعها ، مشاكلها ، كيفية معالجتها. |
| الحادي عشر والثاني عشر | الاسمنت ، أصنافه ، تركيبه ، خواصه ، استعمالاته والفحوصات القياسية له. |
| الثالث عشر | الخرسانة ، طرق مزجها ، العوامل المؤثرة عليها ، طرق نقلها وتنفيذها في المواقع ، طرق إنضاجها ، الفحوصات الخاصة بها والمواد المضافة لها. |
| الرابع عشر | الخرسانة ، طرق مزجها ، العوامل المؤثرة عليها ، طرق نقلها وتنفيذها في المواقع ، طرق إنضاجها ، الفحوصات الخاصة بها والمواد المضافة لها. |
| الخامس عشر | الحديد المستعمل في البناء وخاصة حديد التسليح ، خواصه ، استعمالاته ، الفحوصات الخاصة به وكيفية تنفيذه. |

# مواد انشاء
# (الجزء النظري)

# المواد الهندسية

## تكنولوجيا المواد:

**هو العلم الذي يختص بدراسة المواد من حيث الصناعة والخواص من اجل معرفة الاستخدام الامثل للمواد وهذا بدوره له مردود اقتصادي كبير من حيث صناعة و استعمال المواد.**

## المواد الهندسية:

**هي اي مادة تدخل في عمل من اعمال الانشاء عمرانيا كان او صناعيا, ويمكن تقسيم المواد الهندسية الى:-**

1. **المواد المعدنية Metallic Materials:**

**هي المواد التي تدخل في صناعة الأجهزة والمكائن وتنقسم الى معادن حديدية مثل الحديد والصلب والزهر ومعادن غير حديدية مثل النحاس والنيكل وهي ثقيلة، وبعضها خفيف مثل الألمنيوم والمغنسيوم وغيرها.**

2. **مواد غير معدنية Non-Metallic Materials:**

**تنقسم الى:**

**أ. مواد البناء مثل الأحجار، الطابوق، الأسمنت، الجص والأخشاب وغيرها.**
**ب. مواد متنوعة مثل البلاستك، المطاط، الفلين، والزجاج.**

3. **مواد مولدة للطاقة Energy Producing Materials :**

**مثل الماء، الوقود ومواد الطاقة الذرية.**

## خواص المواد الهندسية:

**هي تلك الميزات التي تتميز بها المواد المختلفة بعضها عن البعض الاخر وتظهر على شكل صفات خاصة للمادة, وتقسم الى:**

**1- خواص فيزيائية : مثل الابعاد والشكل والوزن النوعي.**
**2- خواص ميكانيكية : مثل مقاومة الشد والضغط والقص والصلادة.**
**3- خواص كيمائية : مثل التركيب الكيمياوي والحامضية ومقاومة الصدأ.**
**4- خواص حرارية : مثل التمدد والتوصيل الحراري.**
**5- خواص كهربائية ومغناطيسية : مثل التوصيل الكهربائي والنفاذ المغناطيسي.**
**6- خواص صوتية : مثل التوصيل الصوتي.**
**7- خواص بصرية : مثل اللون.**

## الخواص الميكانيكية:

**تعتبر الخواص الميكانيكية من اهم الخواص بالنسبة للمواد الانشائية وهي الخواص التي تحدد سلوك المواد تحت تاثير الاحمال المختلفة ومقاومتها لها. واهم الخواص الميكانيكية هي:**

**1- المرونة (Elasticity) :**

**هي قدرة المادة على استعادة شكلها وابعادها بعد زوال قوى السحب المؤثرة عليها.**

**2- السحبية (المطولية) (Ductility) :**

**هي قدرة المادة على تغير الشكل في حالة الشد من دون حدوث تشقق.**

**3- الزحف (Creep):**
**هي الخاصية التي تعبر عن ازدياد تغير المادة مع الحرارة والزمن تحت تاثير الاجهاد الثابت.**

**4- الصلابة (Stiffness) :**
**هي قدرة المادة على مقاومة التغير. وتقاس بميل المماس لمنحني الاجهاد-الانفعال.**

**5- المتانة (Toughness):**
**هي قدرة المادة على امتصاص الطاقة في مرحلة اللدونة, هي قدرة المادة على تحمل الاحمال الديناميكية دون كسر. وتقاس بالمساحة الواقعة تحت منحني الاجهاد والانفعال.**

**6- المقاومة (Strength) :**
**هو اقصى اجهاد تتحمله المادة دون حدوث فشل, وتقاس بقسمة القوة على المساحة.**

**7- الاجهاد (Stress) :**
**هو شدة القوى الداخلية المتولدة في جسم نتيجة الاحمال المؤثرة عليه. ويعبر عنه بنتائج قسمة الحمل على المساحة الاصلية للمقطع. ويقاس بوحدات (نيوتن / ملم$^2$ – ميكاباسكال – MPa –N/mm$^2$) أو بوحدات (كغم / سم$^2$ – kg / cm$^2$).**

**8- نسبة بوسون (Poissons ratio) :**
**هي نسبة الانفعال الجانبي الى الانفعال الطولي.**

**9- الانفعال (Strain):**
**مقدار التغير في وحدة الطول من الجسم. وتحسب نسبة الانفعال بقسمة التغير في الطول الى الطول الاصلي مضروبة بمئة.**

**10- الصلادة (Hardness):**
**هي قدرة سطح المادة على مقاومة الخدش والتاكل و التثقيب.**

**11- القصافة (Brittleness):**
**هي صفة المادة للميل للتكسر عند تعرضها لقليل من الضغط او الالتواء او الانحناء وقبل حصول تغير ملحوظ في الابعاد.**

**12- المطروقية (Malleability):**
**هي قابلية المادة على التغير بالشكل في حالة الضغط أوالطرق من دون حدوث تشققات او فشل.**

**13- التحمل (Endurance):**
**قدرة المادة على مقاومة الاحمال المؤثرة عليها مرات عديدة.**

**14- اللدونة (Plasticity):**
**هي قدرة المادة على الاحتفاظ بالتغير الحاصل بشكل دائم بعد زوال الحمل المؤثر.**

**15- معامل المرونة (معامل يونك) (Modulas of Elasticity):**
**هو نسبة الاجهاد الى الانفعال, ويرمز له بالرمز (E)**

## المواصفات:

**هي الاشتراطات التي تضعها بعض الشركات او الجمعيات الصناعية والتجارية او الهيئات ويلتزم بها الموردين والمنتجين . ولكل بلد مواصفات خاصة به.**

## النمذجة:

**هي عملية اختيار نماذج محددة من الكميات الكلية للمواد لغرض اجراء الفحوصات المختبرية عليها وفق المواصفات ولغرض تحديد قبولية هذه المواد ومدى مطابقتها للمواصفات. طريقة الاختيار والاعداد والاوزان جميعها محددة بالمواصفات ولكل فحص له مواصفة خاصة به. وتحدد المواصفات الاتي:**

1- تحديد الفحوصات الواجب اجرائها لكل مادة.
2- النمذجة لكل فحص.
3- طريقة عمل الفحوصات والظروف القياسية لكل فحص.
4- كيفية اجراء الفحوصات على النماذج.
5- كيفية اجراء الحسابات المتعلقة بنتائج الفحوصات المختبرية.
6- كيفية التعامل مع الحسابات المتعلقة بنتائج الفحوصات المختبرية.
7- بيان مدى مطابقة النتائج المختبرية مع حدود المواصفات, ثم تحديد مدى مطابقة المواد المفحوصة مع المواصفات وتحديد القبول او الرفض.

## انواع الاختبارات:

1- الاختبارات المتلفة (Destructive Test) : هي فحوصات لا يمكن الاستفادة من المادة بعد اجرائها.
2- الاختبارات غير المتلفة (Non-Destructive Test) : هي فحوصات تجرى على منتجات أو منشآت اكتملت ويلزم عدم اتلاف اي جزء منها

# الطابوق
# (Bricks)

## الطابوق Bricks:

**عبارة عن مادة بنائية صلبة منتظمة الشكل والأبعاد مصنوعة من الطين، أو من الخرسانة، أو من أي مادة أخرى تصلح للبناء.**

## تصنيف الطابوق:

**الطابوق يصنف الى أنواع عديدة اعتمادا" على عدة عوامل أهمها:**

1. **الكثافة ( صلد، مثقب، مجوف ).**
2. **درجة حرارة الحرق ( أحمر، أبيض، أصفر، أخضر ( مصخرج ) ).**
3. **طريقة الصنع ( الطين اللين، الطين المتيبس، الكبس الجاف ).**
4. **المواد المستعملة في الصناعة ( الطيني، الخرساني، الزجاجي، الرملي-الجيري ).**

# الطابوق الطيني Clay Brick

**يعتبر الطابوق الطيني من المواد البنائية التي استعملها الأنسان منذ القدم، ان ابعاد الطابوق الحالية هي اصغر من ابعاد الطابوق الذي كان يستخدم سابقا"، ويستخدم الطابوق في مراحل مختلفة من البناء ابتداء" من الأسس حتى الأكمال للدور السكنية وفي بناء الأسوار والمداخن والسدود والأرصفة ... ألخ.**

**يعتبر الطابوق الطيني أكثر انواع الطابوق استعمالا" وذلك لأسباب هي:**

1. **توفر المواد الأولية الخام لصناعته.**
2. **الكلفة الأقتصادية المعتدلة لتوفر ورخص ثمن المواد الأولية.**
3. **تحمله الجيد للأثقال.**
4. **العزل الحراري والصوتي الجيد.**
5. **مقاومته جيدة للتغييرات الجوية.**
6. **سهولة التكوين والأنتاج والأستعمال.**
7. **يمكن صناعته بأشكال هندسية وبألوان مختلفة وحسب الحاجة لأستعماله في الأبنية.**
8. **تقبلة للمواد الرابطة المختلفة مثل مونة الأسمنت والجص.**

## المواد الأولية الخام المستعملة في صناعة الطابوق الطيني:

**يصنع الطابوق الطيني من الترسبات الطينية والترسبات الغرينية المتوفرة في الطبيعة والتي تحتوي على كمية من الرمل وتختلف الترسبات في تركيبها ونسبة مكوناتها حسب المنطقة والعمق الذي تؤخذ منه التربة.**
**الطين بصورة عامة مكون من بلورات ناعمة لمعادن مختلفة حيث يتكون من السليكا (ثاني اوكسيد السيليكون) والألومينا (أوكسيد الألمنيوم) مع كميات متفاوتة من أكاسيد معدنية وبعض الشوائب. كذلك الطين المستخدم في صناعة الطابوق يجب أن يمتاز باللدونة والليونة الكافية لتشكيله في قوالب بعد خلطه بالماء إضافة الى توفر قوة التماسك والتلاصق الكافية للحفاظ على الشكل المطلوب بعد تشكيله وجزيئات الطين لابد من أن تنصهر عندما تخضع لدرجة حرارة عالية في الفرن. ومن المواد الخام التي تدخل في صناعة الطابوق الطيني الطين العادي، الطين الخزفي، الصخور الطينية الرخوة Shale و الصخور الطينية المنشقة Slate.**

**ان أفضل نسب لمكونات التربة المستعملة في صناعة الطابوق الطيني هي كالأتي:**

**40 % طين Clay،**
**35 % غرين Silt،**
**25 % رمل Sand (الرمل يضاف للتقليل من التشققات بالطين من جراء الأنكماش عند التجفيف والفخر)،**
**(0.5 – 3) % املاح قابلة للذوبان في الماء،**
**(25 – 30) % املاح غير قابلة للذوبان في الماء.**

**الاملاح القابلة للذوبان في الماء تختلف نسبتها اعتمادا" على المنطقة والعمق الذي تؤخذ منه التربة، وهذه الأملاح تشمل كبريتات الصوديوم وكبريتات المغنيسيوم أو كلوريد الصوديوم وكلوريد المغنيسيوم.**

أما الأملاح غير القابلة للذوبان في الماء اذا زادت نسبتها عن 35 % فأن التربة لا تصلح لصنع الطابوق الطيني وذلك بسبب تحول كربونات الكالسيوم في الحرارة العالية الى اوكسيد الكالسيوم الذي بمجرد ملامسته للماء يحصل تفاعل قوي مكونا" هيدروكسيد الكالسيوم وبالتالي يؤدي الى تفتيت الطابوق، وهذه الأملاح تشمل الأملاح الكلسية أو الجبسية مثل كبريتات وكاربونات الكالسيوم ونسب قليلة من كبريتات وكربونات المغنيسيوم.

## صناعة الطابوق الطيني:

صناعة الطابوق الطيني تتم على مراحل كما مبينة في الشكل (1)، وكالأتي:

1. استخراج المواد الأولية الخام من المقالع وتحضيرها وخزنها Preparation Raw Material.
2. تشكيل الطين ( القولبة ) Forming.
3. التجفيف Drying.
4. الحرق ( الفخر ) Firing والتبريد Cooling .
5. تخزين الوحدات المصنعة لحين تسويقها.

وتتلخص كل مرحلة بالأتي:

1. نقل التربة :يتم نقل التربة الى موقع العمل مع اجراء الفحوصات الكيميائية والفيزيائية للتربة ويتم تحضير المواد الأولية بحيث يكون الطين المستعمل نظيفا"، وتعزل المواد الغريبة وقطع الصخور أوالحصى بواسطة مشبكات خاصة تعرف بـ ( Screens ) وقد يضاف الرمل أحيانا" لتعديل نسبة مكونات الطين، بعد ذلك تجري عملية التنعيم والمزج مع الماء وأن كمية الماء المضافة في هذه المرحلة تعتمد على طريقة تشكيل الطين ( القولبة ).

2. القولبة: هي عملية تشكيل الطين وجعله في قوالب.
عملية القولبة تتم بأحدى الطرق التالية:

أ. طريقة الطين اللين Soft-Mud Process: في هذه الطريقة يتم تنقيع التربة في كمية كبيرة من الماء لمدة لا تقل عن أسبوع، وذلك لجعل جزيئات التربة تنحل وتصبح ناعمة ومتجانسة بواسطة الماء، ومن ثم يتم عجن التربة المنقوعة بعد تصريف الماء الزائد عنها ويشكل الطابوق بكبس عجينة الطين في القوالب بطريقة يدوية أو آلية، القوالب المستخدمة تكون بقياس اكبر بمقدار 10 % من أبعاد الطابوق الناتج ويتم تبليلها أو نثرها بالرمل لمنع عجينة الطين من الالتصاق بالقالب.

ب. طريقة الطين المتيبس Stiff-Mud Process: في هذه الطريقة يتم اضافة الماء بنسبة معينة لتمتزج مع الطين ليتكون عجينة شبه جافة، ثم تدفع العجينة الى جهاز القص الذي هو عبارة عن مكبس ميكانيكي يدفع الطين الى فتحة بأبعاد ( 25 * 12 ) سم حيث تخرج عجينة الطين بشكل شريط مستمر على حزام متحرك لتقطع بالسمك المطلوب 8 سم بواسطة سلك معدني لإعطاء البعد الثالث للطابوقة.

ج. طريقة الكبس الجاف Dry-Pressed Process: في هذه الطريقة يتم كبس الطين الجاف في منظومة قوالب تحت ضغط عالي، ويمتاز الطابوق الناتج بهذه الطريقة بكونه أكثر الأنواع انتظاما" وحاد الزوايا وصلب وذو تحمل عالي وكمية الأملاح موزعة بالتساوي في انحاء الطابوقة.

3. **التجفيف:** الطابوق الطري بعد القولبة وقبل الحرق يتم تجفيفه بطريقتين:
   أ. في المعامل البدائية يجفف بتعريضه للهواء والشمس.
   ب. في المعامل الحديثة يجفف صناعيا" داخل غرف تجفيف خاصة بواسطة الهواء الحار حيث يمكن التحكم في عملية التجفيف.

* الغرض من التجفيف هو لتقليل الماء الموجود بقالب الطين وبالتالي يقل الوقت والوقود اللازمين لعملية الحرق وبذلك يعطي قوة للطابوق بحيث يمكن وضع قوالب الطابوق فوق بعضها في فرن الحرق.

4. **حرق ( فخر ) الطابوق:** هي عملية وضع الطابوق في أفران لغرض رفع درجة حرارة الطابوق الى درجات حرارية عالية تصل ما بين ( 750 – 1000 ) $^{o}$م.

* **الأفران نوعين:**

أ. أفران بدائية ( الكورة ): هي عبارة عن كور دائرية أو مستطيلة المقطع تتكون من محل للإشتعال وهو سرداب ذو سقف مبني من الطابوق المصخرج على شكل أقواس مثقبة فيالأعلى وذو بوابتين للإشعال ويقع فوقه جدار الكورة وهو بدون سقف وله فتحتان لتجهيز الطابوق وأفراغه.

**تمتاز الأفران البدائية بأنها ذات:**

1. كفاءة انتاجية قليلة.
2. نوعية الطابوق متباينة من حيث المتانة والقوة والتجانس، وذلك لعدم تجانس توزيع الحرارة بشكل منتظم.
3. استخدام وقود بدائي مثل التبن.

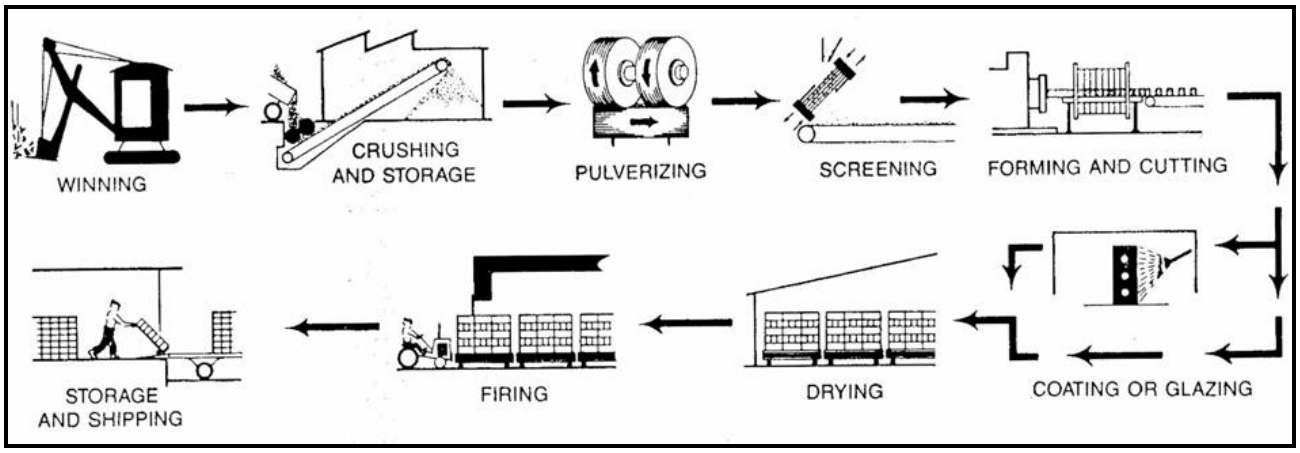
ب. **الأفران الحديثة: وهي نوعين:**

1. أفران هوفمان **Hoffman Kilns**: هي عبارة عن قاعة كبيرة مستطيلة بجدران سميكة ذات أبواب جانبية يكون الحرق فيها خلال فتحات من السقف ويجمع الدخان والغازات الناتجة من عملية الحرق بواسطة قنوات أسفل الفرن تنتهي بمجرى يؤدي الى مدخنة خارجية وفي هذه الأفران عملية التعبئة والحرق والتفريغ تتم بصورة دورية في مناطق مختلفة من الفرن بوقت واحد.

2. **أفران نفقية Tunnel Kilns:** هي أفران تكون على شكل قاعة كبيرة مستطيلة مستمرة ذات عرض بحدود 6 م وطول بحدود 100 م لها بابين في نهايتها فقط يدخل اللبن (الطابوق الطري) محملا على عربات متحركة من أحد البابين تسير العربات على سكة ببطء مستمرة الى ان تخرج من الباب الأخر خلال وقت معين، وتكون منطقة الشعل ثابتة وفي وسط الفرن.

**الأفران الحديثة تمتاز بأنها ذات:**

1. كفاءة انتاجية عالية.
2. الطابوق الناتج منتظم الشكل والأوجه وصلب وذو تحمل عالي.
3. استخدام النفط الأسود للحرق.




**الشكل (1) مراحل صناعة الطابوق الطيني**

*** <u>اختلاف درجات حرارة التي يتعرض لها الطابوق عند الحرق يؤدي الى تغيير في خواص الطابوق الناتج، حيث أنه ارتفاع درجة الحرارة يصاحبه:</u>**

1. **زيادة كثافة الطابوق وبالتالي زيادة التحمل.**
2. **نقصان المسامية.**
3. **نقصان قابلية امتصاص الرطوبة.**
4. **نقصان قابلية العزل الحراري والصوتي.**
5. **نقصان ظهور الأملاح على وجه الطابوق.**
6. **تغيير لون الطابوق.**

**وبالعكس في حالة نقصان درجة الحرارة فأن الخواص تصبح عكس ما هي عليه في حالة الزيادة بدرجة الحرارة.**

**زيادة درجة الحرارة** ←

| أخضر مصخرج | أصفر | أبيض | مشوهب | أحمر |
|---|---|---|---|---|

**نقصان درجة الحرارة** →

**الطابوق الأحمر مثلا" يعتبر أضعف أنواع الطابوق الطيني لتعرضه الى درجات حرارية واطئة عند الصنع وعدم احتراق المادة الطينية فيه احترقا" كاملا"، بينما الطابوق الأخضر المصخرج يعتبر أقوى أنواع الطابوق الطيني لتعرضه الى درجات حرارية عالية عند الصنع تصل ( 950 – 1050 ) $^{o}$م حيث تنصهر جميع المركبات المعدنية الموجودة في الطين وتتفاعل مع بعضها لتتكون كتلة صلبة، قليلة المسامية وذات تحمل عالي.**

## <u>ألوان الطابوق الطيني:</u>

**لون الطابوق الطيني يعتمد على:**

1. **وجود المعادن أو الأكاسيد أو الأملاح في الطين.**
2. **درجة حرارة حرق الطابوق.**

لون الطابوق يكون أحمر فاتح عندما يكون اوكسيد الحديد موجودا" بكميات قليلة، وقد يكون بلون أسود أو مائل للسواد في حالة وجود معدن المنغنيز، وبلون أصفر في حالة وجود مركبات الكبريت. الأكاسيد المعدنية وجودها ضروري حيث انها تعمل كمصهرات تعزز الإنصهار بين الجزيئات في درجة حرارة أقل اضافة" الى تأثيرها في الألوان النهائية للطابوق.

## ابرز مشاكل صناعة الطابوق الطيني:

1. كثرة الأملاح بأنواعها المختلفة في المواد الطينية المستعملة في صناعة الطابوق والتي تؤدي الى تأكله وتكسره على المدى البعيد فضلا" عن تشويه منظر البناء من الناحية المعمارية.
2. وجود المواد العضوية والشوائب المختلفة مع المواد الأولية الداخلة في الصناعة كجذور النباتات وغيرها والتي تجعل الطابوق أقل قوة وتماسكا" في تحمله للأثقال المسلطة عليه.
3. ازدياد نسبة المواد الرملية في المواد الطينية المستعملة في صناعته وبالتالي الحصول على جدران طابوقية غير متجانسة في اللون والحجم.

## الخواص الهندسية ومواصفات الطابوق الطيني:

ان خواص ومواصفات الطابوق الطيني تتغير بالأعتماد على نوعية المواد الآولية المستعملة، طريقة الصنع، ودرجة حرارة الحرق. وتشمل الخواص التالية:

1. الشكل والأبعاد ونوع المنتوج.
2. المسامية Porosity.
3. مقاومة الضغط ( التحمل ) Compressive Strength.
4. امتصاص الماء Absorption.
5. وجود الأملاح القابلة للذوبان في الماء والتزهر Soluble salts & Efflorescence.
6. العزل الحراري.
7. مقاومة الحريق.

### 1. الشكل والأبعاد ونوع المنتوج:

*** من ناحية الشكل فأن الطابوق الجيد يمتاز:**

أ. شكل متوازي المستطيلات منتظم.
ب. حافات حادة ومستقيمة.
ج. ان يكون بلون واحد ومتجانس المقطع وخالي من المواد الغريبة.
د. صلب ولا يتفتت أثناء الكسر.
هـ. خالي من الشقوق الشعيرية.

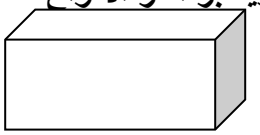
*** من ناحية الأبعاد:**

يسمح بتفاوت في أبعاد الطابوق عن الأبعاد القياسية بمقدار ± 3 % للطول والعرض، ± 4 % للسمك ( الأرتفاع ).

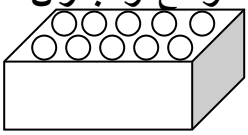
*** من ناحية نوع المنتوج:**

**يقسم الطابوق بالنسبة الى الفجوات أو الكثافة الى الأنواع التالية:**

أ. **الطابوق الصلد ( المصمت ) Solid: هو طابوق لا يحتوي على أية ثقوب أو فجوات في كتلته ومقدار المسامات فيه لا تزيد عن 25 % من حجمه ويعتبر أكثر الأنواع تحملا" ويستعمل في الأسس والأجزاء التي تحتاج تحمل ودوام عالي.**



ب. **الطابوق المثقب Perforated: هو طابوق يحتوي على ثقوب بنسبة لا تزيد عن 25 % من حجمه وهو ذو تحمل أقل من الصلد ويستعمل في بناء القواطع والجدران الحاملة للأثقال نسبيا".**



ج. **الطابوق المجوف Hollow: هو طابوق يحتوي على تجاويف بمقدار يزيد عن 25 % من حجم الطابوق وهو ذو تحمل واطئ لذلك يستعمل في بناء القواطع والجدران غير الحاملة للأثقال.**

د. **الطابوق الخلوي Cellular: يحتوي هذا النوع من الطابوق على فجوات مفتوحة من جهة واحدة فقط ونسبتها اكثر من 25% من الحجم الكلي للطابوق ويستعمل مثل الطابوق المجوف.**

هـ. **الطابوق ذو الفجوات (أبو الطمغة): هو طابوق مصمت الا انه يحتوي على فجوة أو فجوتين في سطحي الطابوق، تعمل هذه الفجوة على زيادة قوة الربط بين الطابوق والمادة الرابطة.**

2. **المسامية Porosity: هي وجود الفجوات الدقيقة التي يمكن تمييزها على السطح الخارجي بالعين المجردة أحيانا"، وقد تكون من النوع المتصل أو من النوع المقفل، والطابوق الجيد لا تتعدى مساميته 23 %.**

*** مسامية الطابوق تعتمد على:**

أ. **طريقة الصنع ومقدار كبس الوحدات عند الصنع.**
ب. **كمية الماء المضافة للطين.**
ج. **درجة حرارة الحرق.**

*** زيادة المسامية في الطابوق يؤثرعلى خواصه حيث:**

أ. **تقل الكثافة.**
ب. **يقل تحمل الوحدات.**
ج. **زيادة امتصاص الماء والرطوبة.**
د. **زيادة العزل الحراري.**

3. **مقاومة الإنضغاط ( التحمل ): هي مقدار تحمل أو مقاومة الطابوق الطيني للقوى المسلطة عليه، ويعتبر التحمل من النقاط المهمة التي يمكن بها تمييز الطابوق.**

**تصنيف الطابوق الطيني اعتمادا على تحمله:**

**يصنف الطابوق الطيني اعتمادا" على تحمله الى الأنواع الثلاثة التالية:**

*** صنف (أ):**

**هذا الصنف يستعمل بدرجتيه (1 و2) في الأسس وفي بناء الأجزاء المحملة بالأثقال والمعرضة الى التآكل الشديد بفعل العوامل الجوية. معدل التحمل للدرجة 1 لايقل عن (18 MPa) بينما الدرجة 2 لايقل عن (16 MPa).**

*** صنف (ب):**

**هذا الصنف يستعمل بدرجتيه (1 و2) في بناء الأجزاء المحملة بالأثقال وغير المعرضة للتآكل بفعل العوامل الجوية، مثل الجدران الخارجية التي يتم وقايتها بمواد مانعة للرطوبة. معدل التحمل للدرجة 1 لايقل عن (13 MPa) بينما الدرجة 2 لايقل عن (11 MPa).**

*** صنف (ج):**

**هذا الصنف يستخدم بدرجتيه (1 و2) في بناء الجدران الداخلية والأجزاء غير الحاملة للأثقال مثل القواطع والحواجز والتي لا تتعرض للتآكل بفعل العوامل الجوية. معدل التحمل للدرجة 1 لايقل عن (9 MPa) بينما الدرجة 2 لايقل عن (7 MPa).**

**4. الأمتصاص:**

**هو مقدار امتصاص الطابوق الطيني للماء والرطوبة.**

*** الحد الأعلى للأمتصاص اعتمادا" على نوعية الطابوق هي كالأتي:**

| | |
|---|---|
| **صنف أ** | **% 20** |
| **صنف ب** | **% 24** |
| **صنف ج** | **% 26** |

**لظاهرة امتصاص الماء علاقة بدوام ( ديمومة ) البناء بالطابوق وذلك من خلال:**

**أ. الطابوق الرطب يكون تحمله أقل.**

**ب. الماء الممتص عامل رئيسي في حركة الأملاح وحصول ظاهرة التزهر.**

**ج. امتصاص الماء له تأثير سلبي على المادة الرابطة من خلال امتصاص ماء المادة الرابطة لذلك يرش الطابوق بالماء قبل استعماله.**

**د. انجماد الماء الممتص يؤدي الى تفتيت الطابوق.**

**هـ. البناء الرطب ليس من شروط ومتطلبات السكن الصحي للإنسان.**

**5. الأملاح القابلة للذوبان في الماء والتزهر:**

*** الأملاح القابلة للذوبان في الماء تعتبر من أهم العوامل المؤدية الى تفتيت وكسر الطابوق وعامل أساسي في حصول التزهر ( الشورة )، ومصادر هذه الأملاح قد يكون:**

**أ. من المواد الآولية الطينية الداخلة في الصناعة.**

**ب. من الماء المستعمل في الصناعة.**

**ج. من مصادر خارجية ( كأن يكون من التربة المحيطة، ماء المطر، مواد البياض أو اللبخ، المواد الرابطة والماء المستعمل في المادة الرابطة ...ألخ).**

*** الاملاح القابلة للذوبان في الماء لا تتحرك إلا بفعل عوامل معينة منها:**

**أ. الماء ويعتبر عامل أساسي لحركة الأملاح.**

**ب. مسامية الطابوق.**

ج. نسبة الأملاح في الطابوق بنوعيها الذائبة وغير الذائبة.
د. عوامل جوية خارجية ( درجة حراة الجو، الرياح ).

**التزهر ( الشورة ):**
هي ظهور بقع بيضاء اللون أو مائلة الى الأصفر على سطوح البناء بالطابوق نتيجة تبخر الماء الحاوي على الأملاح والتي تتجمع بدورها على السطح وبذلك تسبب تشويه في منظر البناء وانفصال طبقات الإنهاء عنه.

*** يمكن تحسين نوعية الطابوق المنتج بالنسبة للأملاح عن طريق:**
أ. أخذ تربة من مقالع تحتوي نسبة قليلة من الأملاح.
ب. غسل التربة وبزل الماء عدة مرات.
ج. استعمال أقل كمية ماء ممكنة عند العجن بالنسبة للطين.
د. حرق الطابوق بدرجة حرارة عالية.
هـ. استعمال مواد كيميائية مثل أملاح الباريوم مع التربة الجافة لتتفاعل مع الأملاح القابلة للذوبان وترسبها.

**6. العزل الحراري:**
الطابوق الطيني من المواد المتوسطة في العزل الحراري، وتعتمد خاصية العزل الحراري في الطابوق على:
أ. الكثافة ( كثافة أقل معناه عزل حراري أكثر ).
ب. نوع الطابوق ( الطابوق المثقب والمجوف أكثر عزلا" من الصلد ).
ج. محتوى الرطوبة ( زيادة الرطوبة تقلل العزل الحراري ).

**7. مقاومة الحريق:**
يعبر عنها بعدد ساعات مقاومة الحريق دون حصول فشل في الطابوق الطيني الذي يعتبر مادة جيدة في مقاومة الحريق وذلك لكونه يحرق عند الصنع في درجة حرارة عالية تقارب 1000 $^{o}$م.

**أنواع أخرى من الطابوق الطيني:**
1. **الطابوق السطحي:** هو طابوق طيني مصنوع يدويا" ومحروق في كور بدائية أو في أفران وبأبعاد ( 25 * 25 * 5 ) سم، يستعمل في تطبيق السطوح.

2. **الطابوق الفرشي:** هو طابوق طيني مصنوع يدويا" ومحروق في كور بدائية أو في أفران وبأبعاد تتراوح بين ( 28 * 28 * 6 ) سم الى ( 30 * 30 * 7 )سم، يستعمل في تطبيق الأرضيات الرطبة وفي أعمال اكساء الجدران للأبنية ذات الطابع التراثي.

3. **الطابوق المزجج Glazed Brick:** هو طابوق طيني بوجه واحد أو أكثر مطلي بمادة زجاجية ( مثل زجاج السيراميك أو الزجاج الملحي ) بحيث يكون الوجه الزجاجي ذو مظهر صقيل وملون، يستعمل هذا النوع في تغليف الجدران كواجهات الجوامع وكذلك في انهاء السطوح الخارجية للقباب وفي الزخرفة المعمارية.

4. **الطابوق الناري Fire Brick:** هو طابوق طيني بأبعاد ( 25 * 12 * 6 ) سم يمتاز بمقاومته الكبيرة لدرجات الحرارة العالية لذلك يستعمل في الأماكن التي ترتفع فيها درجة الحرارة كثيرا" مثل الأفران والمداخن والمصاهر ومواقد التدفئة. الطابوق الناري نوعين حسب صناعته:

أ. **النوع الطيني ( الشاموت):** يصنع من مزج نسبة معينة من مادة الفلنت مع الطين الأعتيادي ثم يدخل المزيج الى فرن خاص بدرجة حرارة عالية تصل 1750 $^{o}$م.

ب . **النوع السليكوني:** يصنع من الرمل الذي يحتوي على السليكا $SiO_2$ بنسبة لا تقل عن 92 %.

- المادة الرابطة المستعملة مع الطابوق الناري في البناء تعرف بمونة الطين الناري، حيث ان الطين المستخدم في المونة عبارة عن خليط من مواد مثل السليكا والألومينا وكميات قليلة من مواد الحديد والكلس والمغنيسيا والقلويات، يعجن هذا الطين مع الماء لتكوين عجينة متجانسة توضع بين وحدات الطابوق الناري بأقل مسافة ممكنة للمونة.

## الطابوق الرملي – الجيري (Lime - Sand Brick)

### المواد الداخلة في صناعة الطابوق الرملي-الجيري:

يصنع الطابوق الرملي-الجيري من المواد التالية:

**الرمل:**

يجب أن يكون الرمل المستعمل في الصناعة نظيف ، خالي من المواد المعدنية والأملاح ومن المواد العضوية والطين الى حد 5 % وأن يكون من النوع المتدرج في الحجم بين ( 0.005 - 0.5 ) ملم.

**النورة:**

يجب أن تكون من النوع الكلسي وأن لا يزيد ما تحويه من ثاني اوكسيد الكربون عن 7 %، المغنيسيا عن 3 %، الرمل والألمنيوم عن 5 %، وأن تحرق جيدا" قبل الأستعمال وتطفأ.

**الماء:**

يجب أن يكون نظيف وخالي من الأملاح أو المواد العضوية.

### صناعة الطابوق الرملي – الجيري :

1. يصنع من خلط الرمل النقي بنسبة 90 % والنورة المطفأة بنسبة 10 % ويضاف له الماء بحيث يصبح عجينة هشة.
2. تقطع وتكبس في قوالب تحت ضغط مقداره ( 150 – 200 ) كغم / سم$^2$.
3. تنقل بعدها إلى أفران بمواصفات خاصة تسمى ( Auto – Clave ) لتتعرض الى بخار تحت ضغط ( 8.5 – 16 ) كغم / سم$^2$ وحرارة 204 م$^0$ لمدة محددة من الزمن ( 6 – 12 ) ساعة وبحجم مماثل لحجم الطابوق الطيني.

تصلب الطابوق الرملي – الجيري يعتمد على تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم وتحوله الى كاربونات الكالسيوم، وتتوقف قابلية تحمل الطابوق للأثقال على:

- ❖ مقدار النورة،
- ❖ ضغط بخار الماء في الفرن،
- ❖ مدة بقاء الطابوق في داخل الفرن.

**وكما مبين في المعادلة الكيمائية التالية:**

$$Ca(OH)_2 + H_2O + SiO_2 \longrightarrow CaO.SiO_2.2H_2O$$

**مميزات الطابوق الرملي – الجيري:**

1. شكل منتظم وأوجه مستوية أكثر من الطابوق الطيني وذلك بسبب صناعته وعدم دخوله أفران حرارية بل يدخل الى أفران بخارية خاصة.
2. المواد الآولية المستعملة في الصناعة خالية من الأملاح الذائبة وبالتالي عدم حصول التزهر (الشورة ).
3. قليل التمدد بالحرارة أضافة الى عزله النسبي للحرارة.
4. يمتاز بلون رمادي نتيجة خلط رمل نهري أسود مع النورة في الصناعة، ويمكن انتاجه بألوان مختلفة بأضافة مواد ملونة الى عجينته عند الصنع.
5. صلب وذو تحمل للأثقال والحد الأدنى لتحمله حسب المواصفات 14 MPa وفي مواصفات عالمية يمكن أن يصل الى 31 MPa.
6. يستخدم في الأعمال الزخرفية وواجهات الأبنية وفي القواطع والجدران حسب تحمله.

# الطابوق الزجاجي (Glass – Brick)

**الطابوق الزجاجي Glass - Brick:**

عبارة عن قطع بنائية بوجه واحد أو وجهين زجاجيين وفارغة من الوسط مصنوعة من الزجاج الخام غير المصفى وتعمل بأشكال مختلفة منها الدائرية أو المربعة أو المستطيلة.

**الأبعاد الشائعة للطابوق الزجاجي:**

- للمربع ( 14.6 * 14.6 ) سم ، ( 19.7 * 19.7 ) سم،
- للمستطيل ( 19.7 * 9.5 ) سم،
- قطر الدائري ( 25 – 20 ) سم،

السمك متغير بين ( 12 – 8 ) سم

**استعمالات الطابوق الزجاجي:**

1. أعمال الزخرفة لأغراض فنية ومعمارية وذلك لجمال شكله ولكونه خامة غير عادية المظهر فضلا" عن بساطة في الوضع والتصميم.
2. لأغراض الأنارة الطبيعية بدون رؤيا بين الداخل والخارج وبدون استعمال الشبابيك لذلك يفضل استعماله في المكاتب التجارية والعمومية كقواطع ينفذ منها الضوء مع استقلال كل غرفة عن مثيلتها وتمشية مع أثاث الغرف.
3. يستعمل في المطاعم والمدارس لسهولة تنظيفه.

4. مانع للماء والأتربة والهواء المشبع بدخان المصانع ومنفذ للضوء لذلك يستعمل في معامل الصناعات الدقيقة ( مثل معامل الأدوية، الساعات، الأفلام، الألكترونيات والأغذية ... ألخ).

## صناعة الطابوق الزجاجي:

1. يصب الزجاج المصهور في القوالب المعدة لإنتاج الطابوق الزجاجي المفرغ والمكونة من جزئين ملتصقين عن طريق مفاصل في أحد الجوانب والجانب الآخر به مشبك للفتح والغلق عن طريق مفاصل.
2. يعرض القالب لضاغط الهواء مع الكبس لفترة لا تزيد عن الثوانى المعدودة ثم يوضع القالب في فرن التبريد لإجراء عملية الكي بالنار واللحام للجزء المفرغ الناتج من عملية النفخ بالهواء.

* لأغراض البناء المونة المستعملة يفضل أن تكون قليلة الليونة لأن الطابوق الزجاجي لا يمتص ماء المونة الزائد، ويفضل استعمال الأسمنت البورتلاندي الأبيض أو الملون حسب الحاجة ليكون لون المفاصل بين الوحدات متناسق مع لون الطابوق الزجاجي وسمك المونة يكون بحدود ( 8 – 12 ) ملم.
* المونة المستعملة مونة اسمنت بنسبة خلط ( 4 : 1 ) أو مونة اسمنت ـ نورة بنسبة خلط (6: 1: 1).
* الجدران المبنية بالطابوق الزجاجي لا تستعمل كجدران حاملة للأثقال لأنها لا تتحمل غير ثقلها فقط، ولا توجد مسافة حل وشد في البناء.

## مميزات الطابوق الزجاجي:

1. نصف شفاف لايمكن الرؤية من خلاله.
2. اوجهه غير قابلة لأمتصاص الصوت وذلك لنعومة ملمسه.
3. يقاوم الحرارة العالية في حالة حدوث حرائق في الأبنية.
4. يصنع بألوان مختلفة.
5. عازل جيد للحرارة لوجود فراغ في وسطه.
6. جوانب الطابوق خشنة الملمس لتأمين التماسك والترابط مع المادة الرابطة.

# كتل الخرسانة الخلوية ( الثرمستون )
# Cellular Concrete Blocks

## الثرمستون:

هو الكونكريت ذو الخلايا ويعتبر أحد أنواع الخرسانة الخفيفة الوزن، ويمتاز بخفة الوزن والتحمل والعزل الحراري.

## صناعة الثرمستون:

1. يصنع الثرمستون من خلط المواد الآولية وبنسب وزنية مختلفة، حيث يتم طحن الرمل ويضاف اليه الماء ويضاف الى الخليط بشكل معجون، النسب الوزنية هي كالأتي:

| | | |
|---|---|---|
| الرمل | ( 73 – 75 ) % | ( 250 – 560 ) كغم/م$^3$ |
| النورة | ( 15 – 17 ) % | ( 150 – 180 ) كغم/م$^3$ |
| الأسمنت | ( 8 – 12 ) % | ( 110 – 150 ) كغم/م$^3$ |

مسحوق الألمنيوم مادة ثانوية ( 0.3 – 0.35 ) كغم/م$^3$
مسحوق الصابون مادة ثانوية 0.3 كغم/م$^3$
الماء ( 280 – 350 ) كغم/م$^3$

2. تصب العجينة في قوالب انتاجية كبيرة وبعد الصب تبدأ مواد الخليط بالتفاعل الكيميائي لينتج عنه خلايا كروية نتيجة تحرر غاز الهيدروجين وبهذه المرحلة يتصلب الخليط جزئيا".

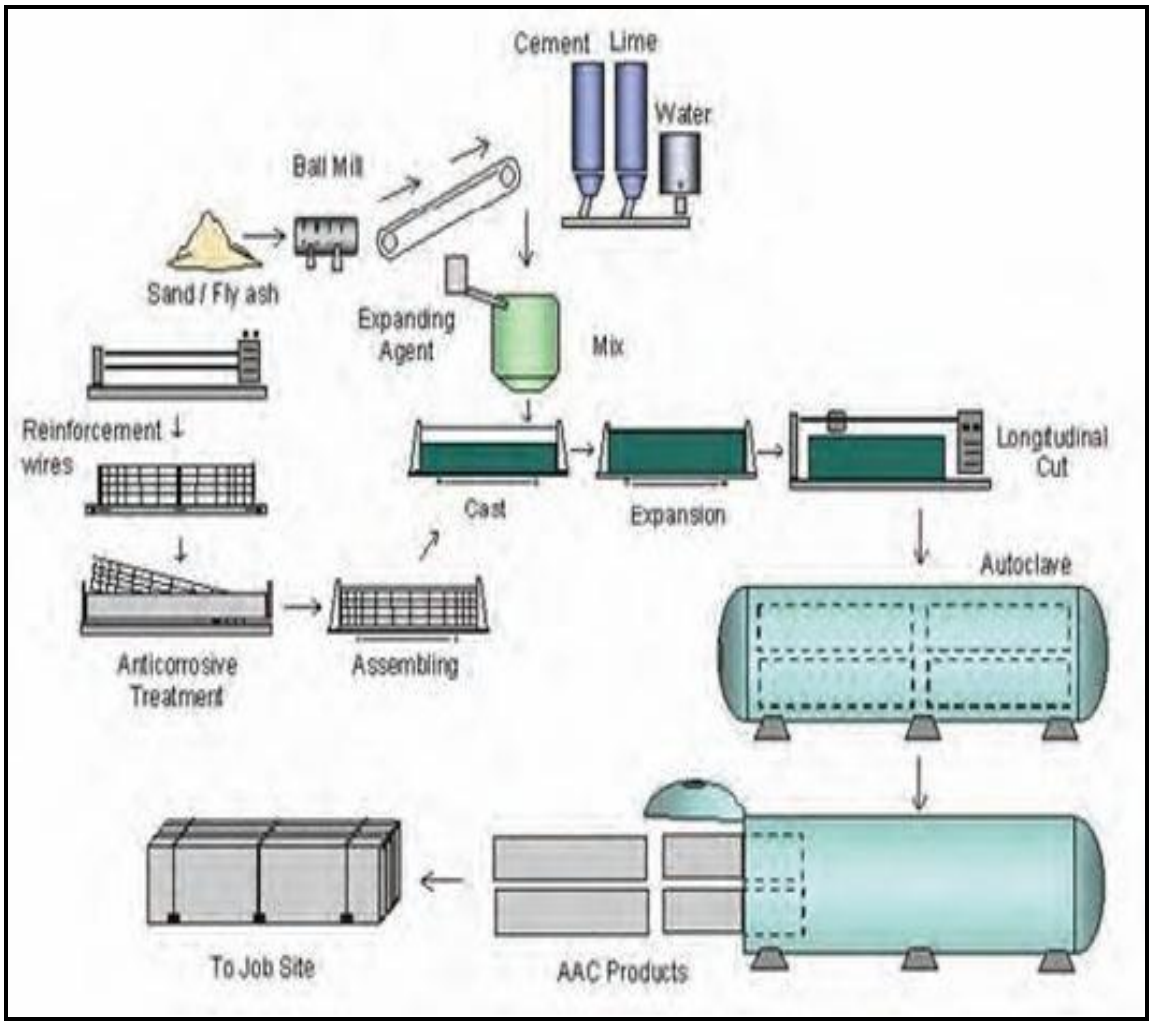
**معادلة التفاعل هي:**

$$2Al + 3Ca(OH)_2 + 6H_2O \longrightarrow 3CaO.Al_2O_3.6H_2O + 3H_2$$

3. تقطع العجينة المتصلبة جزئيا" الى قطع وبأبعاد مختلفة حسب الطلب وبواسطة مكائن قطع خاصة.
4. ترسل القطع الى أفران بخارية لمعاملتها بالبخار تحت ضغط يعادل 1600 نت/م$^2$ ( 12 جو ) ودرجة حرارة 190 $^o$م ولمدة 11 ساعة متواصلة ومن ثم يصبح الانتاج جاهزا".

## مميزات الثرمستون:

1. خفيف الوزن وبكثافة تبلغ ( 400 – 900 ) كغم/م$^3$.
2. عازل جيد للحرارة والصوت.
3. قوة تحمل لا بأس بها تصل 50 كغم/سم$^2$.
4. السرعة في انجاز العمل.
5. الأقتصاد في الأسس وفي المونة.
6. مقاوم جيد لدرجات الحرارة العالية.
7. امكانية تغيير الشكل بسهولة وعمل ثقوب وفتحات لإيصال الخدمات.




**مخطط يوضح مراحل صناعة الثرمستون**

## الطابوق الخرسانى- Concrete Brick

### الطابوق الخرسانى (Concrete Brick):

**هو طابوق مصنوع من مزج الركام الناعم ( الرمل ) والخشن ( الحصى ) والأسمنت مع كمية مناسبة من الماء وقد تستعمل المضافات مع المزيج لغرض التلوين أو لتعديل بعض خواص المزيج الخرساني للطابوق الناتج.**

*** الأسمنت المستعمل يكون من النوع البورتلاندي الأعتيادي أو الملون أو الأبيض أو المقاوم للأملاح حسب طبيعة ولون الطابوق المطلوب.**

*** أبعاد الطابوق الخرساني مماثلة لأبعاد الطابوق الطيني بحيث لا يزيد حجمها على 3000 سم$^3$ حسب المواصفات القياسية العراقية والبعد الشائع هو ( 20 * 10 * 5 ) سم.**

*** ينتج الطابوق الخرساني بأنواع هي الصلد، المثقب، والمجوف.**

## صناعة الطابوق الخرساني:

1. تخلط المواد ( سمنت + رمل + حصى ) بالنسب المطلوبة مع إضافة كمية من الماء بحيث يكون الخليط شبه جاف أو رطب قليلا" لاعطاء تحمل عالي للطابوق الخرساني وعملية الخلط قد تكون بمعدات بسيطة أو بمعدات آلية.
2. يدفع الخليط الى جهاز الصب المكون من قالب حديدي موضوع على طاولة قابلة للإهتزاز، ويملأ القالب بالخليط الخرساني ويكبس بمكبس علوي مع الأهتزاز المستمر لجعل الطابوقة أكثر تراصا" وأقل مسامية وبكثافة عالية.
3. يفتح القالب وترفع الطابوقة وتوضع على قاعدة حديدية في محل رطب لمدة يوم واحد.
4. ينقل الطابوق الى مخازن رطبة مع الرش بالماء لمدة 3 أيام لغرض الأنضاج وبهذه العملية يتمكن الطابوق من التصلب وتقليل التقلص ومنع الطابوق الخرساني من التشقق أو التفتت.
5. تخزين وحدات الطابوق الخرساني لمدة 28 يوم ومن ثم تصبح جاهزة للإستعمال.

## استعمال الطابوق الخرساني:

1. أعمال الأسس وبناء الجدران الحاملة للأثقال الداخلية والخارجية.
2. أعمال القواطع أو الجدران غير الحاملة للأثقال.
3. أعمال الزخرفة والتغليف للواجهات أو الأرضيات أو الحدائق.

## مميزات الطابوق الخرساني:

1. شكل منتظم وأوجه مستوية وحافات حادة لذا البناء يكون منتظم أكثر.
2. يمكن التحكم في تحمل الطابوق من خلال تغيير نسب مكونات المزيج الخرساني.
3. ينتج بألوان مختلفة.
4. لا يعتبر عازل جيد للحرارة.
5. كثافة عالية بحدود 2300 كغم / م$^3$.
6. يتأثر بالأملاح الكبريتية.
7. لا يستعمل قبل مرور فترة كافية بعد الأنتاج حوالي ( 28 – 30 ) يوم لكون تقلص الجفاف عالي.

## الكتل الخرسانية (Concrete Blocks):

وحدات بنائية مصنوعة من الخرسانة وبنسب معينة متغييرة تتراوح من ( 4 : 2 : 1 ) الى ( 16 : 8 : 1 ) وهي نوعين كتل مجوفة وكتل صلدة.

ـ **الأبعاد القياسية للكتل:**

الوجه ثابت ( 40 * 20 ) سم.

والسمك متغيير ( 6، 8، 10، 15، 20،.....، 35 ) سم.

ـ **الكتل المجوفة تحتوي على تجاويف مربعة أو مستطيلة أو بيضوية الشكل، وهي أفضل للأستعمال من الكتل الصلدة وذلك:**

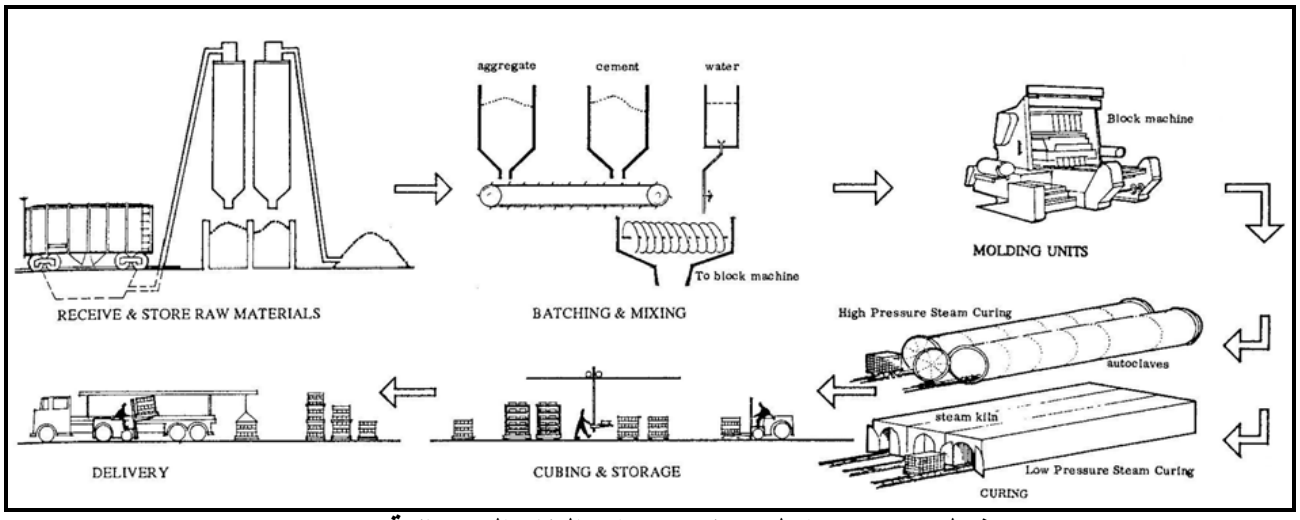
1. خفة وزنها.
2. اقتصادية لوجود التجاويف الذي يقلل من المواد الآولية المستعملة في الصناعة.
3. العزل الحراري والصوتي الجيد.

ـ مميزات واستعمالات الكتل الخرسانية مماثلة لمميزات واستعمالات الطابوق الخرساني.

ـ صناعة الكتل الخرسانية مماثلة لصناعة الطابوق الخرساني مع فارق حجم الكتل.

## ميزات استعمال الكتل الخرسانية في البناء:

1. السرعة في الأنجاز والسهولة بالعمل.
2. الأقتصاد في استهلاك المادة الرابطة للبناء والأنهاء.
3. امكانية تغيير وزن الكتل.
4. وجه البناء يكون ذو مفاصل متساوية ومستقيمة افقيا" وعموديا".




شكل يوضح مراحل تصنيع وحدات البناء الخرسانية

# حجر البناء

## الصخر:

كل مادة صلبة تكون جزءا" من القشرة الأرضية وتتكون من معدن أو عدة معادن، وتعتبر من المواد البنائية الطبيعية التكوين وتمتاز بكونها الأعلى مقاومة للأثقال وللتآكل بمرور الزمن.

## استعمالات الحجارة ( الصخور ):

1. كوحدات بنائية كما في تشييد الجدران الحاملة للأثقال وفي فرش الأرضيات بشرط أن تكون متوفرة في المنطقة وبكلفة تهيئة مناسبة.
2. في أعمال الزينة والديكور والتكسية الخارجية وهو يمثل الأستعمال الشائع للحجر لملائمة خواصه للأنهاء.
3. في الصناعة، ومن أبرز استخداماتها في هذا المجال:
   أ. صناعة الفخار والأواني الطينية والسيراميكية.
   ب. صناعة بعض مواد البناء مثل الجير ( النورة )، الجبس، الجص والأسمنت.
   ج. كركام خشن في الخرسانة وكركام ملون في وجه الكاشي.

## أنواع الصخور:

تنقسم الصخور في الطبيعة حسب تكوينها الى ثلاثة مجموعات رئيسية هي:

1. الصخور النارية ( الإندفاعية ) Igneous Rocks.
2. الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks.
3. الصخور المتحولة Metamorphic Rocks.

وفيما يلي توضيح لكل نوع:

1. **الصخور النارية ( الإندفاعية ) Igneous Rocks:**

هي صخور تمثل الحمم البركانية Magma المندفعة من باطن الأرض والتي تتصلب بعد برودتها لتشكل الصخور البركانية أو النارية.

* تمتاز هذه الصخور بالقوة والصلابة والديمومة.
* يمكن لهذه الحمم المكونة للصخور الصلبة أن تظهر في أماكن مختلفة:

أ. في المناطق البحرية.

ب. على سطح اليابسة وتسمى صخور بركانية Volcanic Rocks لأن الحمم تصلبت على سطح القشرة الأرضية ومن أنواعها البازلت.

ج. في باطن الأرض وتسمى صخور حرارية Plutonic Rocks لأنها تصلبت تحت القشرة الأرضية وبقيت تحتها ومن أنواعها الكرانيت.

2. **الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks:**

هي صخور ناتجة من تآكل الصخور النارية بفعل العوامل الطبيعية وبواسطة الرياح والمياه والفيضانات والثلوج تحمل هذه المواد لتترسب في قاع الوديان أو الأنهار والبحار وبمرور الزمن تتصلب بفعل الحرارة والضغط العاليين بصورة مستمرة، ومن أنواعها الصخور الجيرية أو الكلسية والصخور الرملية.

- تمتاز هذه الصخور بخواصها المتباينة ومتعددة التراكيب وطبقية.

- تنقسم الصخور الرسوبية الى الأنواع التالية حسب تركيبها الكيميائي والشكل:

أ. ترسبات كيميائية: هي صخور ترسبت عبر تفاعلات كيميائية من محاليل مائية موجودة في باطن الأرض ثم ترسبت وكونت طبقات صخرية منها الجبس.

ب. ترسبات عضوية: هي صخور ناتجة عن ترسبات نباتات مائية وأجسام حيوانية ثم تراكمت هذه الترسبات وتماسكت ببعضها البعض لتكون حجارة كلسية أو جيرية مثل الفحم والفوسفات .

ج. ترسبات ميكانيكية: هي صخور تشكلت نتيجة ترسب المواد المفتتة بطرق فيزيائية وكيميائية وميكانيكية للصخور الطبيعية تحت تأثير العوامل الطبيعية مثل أصناف الطين والرمل لتلتصق الترسبات والجزيئات المتفتتة مع بعضها البعض لتعطي أنواع مختلفة من الأحجار والمتباينة القسوة.

3. **الصخور المتحولة Metamorphic Rocks:**

هي صخور تشكلت نتيجة تحول الصخور النارية والرسوبية تحت تأثير الحرارة والضغط وأحيانا" تحت تأثير عوامل كيميائية وعندما ترتفع درجة الحرارة والضغط يمكن للمادة أن

**تتبلور لتأخذ شكلا" جديدا" مثل تحول الحجر الجيري الى رخام، وتحول الحجر الطيني الى اردواز.**

**ـ تمتاز هذه الصخور بالصلابة واللون والقابلية على الصقل.**

*** ملخص دورة الصخر في الطبيعة :**

- **أي صخر ناري أو رسوبي او متحول يتعرض لتجوية ثم تعرية ثم ترسيب ثم تماسك يصبح صخر رسوبي .**
- **أي صخر ناري أو رسوبي يتعرض لعملية التحول يصبح صخر متحول .**
- **أي صخر يتعرض لعملية الانصهار ثم التبلور يصبح صخر ناري .**

| الصفة | أنواع الصخور | | |
|---|---|---|---|
| | صخور نارية | صخور رسوبية | صخور متحولة |
| 1- شكلها في الطبيعة | على شكل كتل | على شكل طبقات | ورقية – صفائحية – حبيبية |
| 2- التبلور | متبلورة | غير متبلورة | متبلورة |
| 3- الأحافير | لا توجد | توجد | توجد أحياناً |
| 4- المسامات | لا توجد | توجد | لا توجد |

**من أنواع الحجارة الطبيعية الواسعة الأستعمال:**

**الحجر الجيري، الرخام، الكرانيت، الأردواز.**

**الحجر الجيري:**

**هو حجر طبيعي ينتمي الى مجموعة الصخور الرسوبية المتكونة من ترسب أجزاء الصخور المفككة بفعل عوامل التعرية.**

**ـ المتانة والوزن النوعي للحجر الجيري تعتمد على خاصية المسامية به والتي تتراوح بين ( 0.3 – 20 ) %، الوزن النوعي يتراوح بين ( 2.24 – 2.7 ) غم / سم$^3$ ومقاومة الضغط تراوح بين ( 200 – 1900 ) كغم / سم$^2$.**

*** يستخدم الحجر الجيري في:**

1. **بناء الجدران الحاملة للأثقال.**
2. **يدخل كمادة أساسية في صناعة الأسمنت.**
3. **ركام حجر الكلس يدخل في صناعة الخرسانة.**
4. **أعمال الزخرفة لقابليته على الصقل.**

**ـ من مميزات الحجر الجيري:**

1. **قوة تحمله عالية.**
2. **معدل امتصاصه للماء قليل وبالإعتماد على درجة مساميته.**
3. **مقاوم للحريق حتى 900 ºم حيث يتحول بعدها الى جير حي.**
4. **النوع النقي منه لونه أبيض ولكونه موجود بالطبيعة فأنه يتأثر بها ويتغير لونه مائلا" للأصفر والأزرق والرمادي، ويكتسب اللون البني اذا اختلطت معه شوائب مثل كبريتور الحديد.**

## الرخام Marble :

**هو حجر طبيعي ينتمي الى مجموعة الصخور المتحولة بفعل الحرارة والضغط من أصل صخور كلسية أو حجرية.**

*** درجة مساميته ونسبة امتصاصه للماء تتراوح ( 0.001 - 0.06 ) %، وقوة مقاومته للضغط ( 93 -102) MPa عندما يكون وزنه ( 2963 – 3043 ) كغم / م$^3$.**

**ـ يستخدم حجر الرخام في أعمال التغليف للجدران والأعمدة والأرضيات أي أعمال الزخرفة الداخلية.**

*** من مميزات حجر الرخام:**

1. **الرخام النقي لونه أبيض نصف شفاف وأختلاف لون الرخام ووجود التعرقات به هو بسبب الشوائب المصاحبة للحجر الجيري الأصلي والداخلة في مكوناته، ومن ألوانه الأحمر والوردي والبني والأخضر والبيج والكريمي والأبيض والرمادي والأسود.**
2. **سهل الأستخدام وله القابلية على الصقل والتهذيب والتشكيل.**
3. **يعتبر من الصخور الثمينة ذو كلفة تهيئة عالية.**

## الكرانيت Granite:

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

*** معدل امتصاصه للماء قليل جدا والمسامية تتراوح من ( 0 – 1 ) % ، الوزن النوعي يتراوح بين ( 2.5 – 2.85 ) غم / سم$^3$ ومقاومة الضغط تتراوح بين ( 1100 – 2200 ) كغم / سم$^2$.**

**ـ يستخدم حجر الكرانيت في:**

1. **أعمال الديكور.**
2. **دعامات الجسور والأعمدة و بعض الأسس وفي الأماكن المعرضة للتآكل.**
3. **كسره يستخدم كركام في صناعة الخرسانة.**

**ـ من مميزات حجر الكرانيت:**

1. **حجر صلد ومقاوم للتآكل وذو كثافة عالية حيث يعتبر من أصلب الصخور البنائية.**
2. **صعب التشغيل والتهيئة للعمل وكلفة تهيئته عالية.**
3. **منظره مقبول لكبرحجم حبيباته.**
4. **يوجد بألوان منها الرمادي والأبيض والأسود والوردي.**

## الأردواز Slate:

**حجر طبيعي ينتمي الى مجموعة الصخور المتحولة ومتكون أصلا" من الطين.**
*** يستخدم الأردواز في أعمال رصف الطرق وإكساء الأرضيات وفي الأسقف.**

**ـ من مميزات حجر الأردواز:**

1. **بلوراته مجهرية لا ترى بالعين المجردة.**
2. **طبقي التركيب حيث يتركب من صفائح رقيقة من السهل انفصالها على شكل ألواح.**
3. **يتوفر بألوان منها الأحمر والأرجواني والأخضر والأزرق والأسود.**

**الخواص الهندسية للحجارة:**

1. **التركيب العام: تكون الحجارة اما ذات تركيب حبيبي مثل الصخور النارية، أو ذات تركيب طبقي مثل الصخور الرسوبية، أو ذات تركيب رقائقي مثل الصخور المتحولة.**

2. **الديمومة ( الدوام ): وتعني مدى قابلية الحجر لمقاومة ظروف الخدمة والعوامل الجوية، وتعتمد على نوعية معادن ومركبات الحجارة وتماسكها مع بعضها.**

3. **نعومة الحبيبات: كلما كانت الحجارة ذات حبيبات ناعمة معناه كانت أسهل تشكيلا" وصالحة للإستعمال في الأعمال الفنية والنحتية.**

4. **المسامية والأمتصاص: تعتمد على التركيب العام والتركيب الكيميائي أي نوع المعادن المكونة للحجر.**

5. **التحمل: تعتبر خاصية مهمة في حالة استخدام الحجر كمادة بنائية في تشييد الجدران الحاملة للأثقال أو الجدران الساندة، وان اغلب الحجارة لها من القوة ما يكفي لحمل الأثقال الأعتيادية.**

6. **الصلادة: تعني قابلية الحجرعلى مقاومة تأثير التأكل أو البري بتأثير الأحتكاك، كما في أعمال التبليط وتغليف الأرضيات وبعض الجدران، وتقاس بمقياس موهر Mohrs Scale ويتراوح مقداره في الصخور الكلسية الرخوة 3 والصخور الرملية الصلدة 7.**

7. **الكثافة: تعتبر خاصية مهمة جدا" عند استخدام الحجر في أعمال الأنشاء للسدود والجدران الساندة لأن استقرار وثبات المنشاءات يعتمد على كثافة الحجر العالية، بينما الحجارة ذات الكثافة الواطئة تفضل في أعمال العقادات والأقواس وبصورة عامة كثافة الحجر تتراوح بين (1200 – 2800 ) كغم / م$^3$.**

8. **المظهر: هذه الخاصية مهمة من الناحية المعمارية، والمظهر يختلف بالنسبة الى نوع الحجر والطريقة المتبعة في بناءه.**

* **بالرغم من كون الحجر مادة بنائية جيدة النوعية الاّ أن استعماله في البناء مقتصر على أعمال التغليف فقط، وذلك لأنه:**

1. **استعمال الحجر في البناء يصبح عملية غير اقتصادية لكون كلفة استخراجه من المقلع ونقله وكلفة تقطيعه وتهيئته الى أشكال وحجوم وبمقاسات مناسبة للعمل كلفة عالية.**
2. **توفر الحجارة الصالحة للبناء في مواقع معينة وعدم توفرها في مواقع قريبة من مناطق الأعمال.**
3. **وجود بدائل أكثر اقتصادية وأسرع بناء" وأسهل انتاجا" مثل الطابوق أو الكتل الخرسانية.**

# الأصباغ Paints

## الأصباغ Paints:

**هي الطبقة الأخيرة التي تطلى بها الأسطح ( جدران، أسقف، أرضيات، خشب ومعادن ) لتضفي طابعا" جماليا" وزخرفيا" خاصا" على الأبنية من جهة ولتحمي الأسطح من التلف من جهة أخرى.**

## الهدف من الأصباغ:

1. **حماية السطح المطلي من التأثيرات الخارجية للأحوال الجوية والرطوبة والفطر والحشرات.**
2. **للتزويد بالناحية الجمالية.**
3. **للتزويد بخواص الأنعكاس الحراري والصوتي.**
4. **للحصول على أثار خاصة ( مثل حماية المعدن، التوصيل الكهربائي لأعطاء حرارة، مقاومة التكثيف ).**
5. **لتحسين الناحية الصحية بالنسبة للنظافة والتعقيم.**
6. **توزيع الأضاءة بصورة جيدة.**

## أساسيات الصبغ:

**يتكون الصبغ من بودرة Pigment ( خضاب ) تكون عالقة في مادة سائلة تسمى وسيط Vehicle وعندما يدهن بها السطح يتحول الصبغ الى طبقة رقيقة جدا" صلبة بمساعدة أحدى الطرق الأتية:**

1. **الأكسيد: تعمل طبقة صلبة من الصبغ بأتحادها بأوكسجين الجو.**
2. **التبخر البسيط: تعمل طبقة من الثيرموبلاستك.**
3. **التسخين: تعمل طبقة من الثيرموستينج.**
4. **التغييرات الكيميائية: تعمل تلاحم بين المواد وبعضها وتكون بذلك طبقة رقيقة سطحية صلبة.**

## المكونات الأساسية للأصباغ:

**أي صبغ يتكون من عدة مكونات أساسية هي:**

1. **المادة الرابطة Binders.**
2. **القواعد الأساسية.**
3. **الأكاسيد الملونة.**
4. **الأضافات المساعدة.**

**فيما يلي شرح المكونات الأساسية:**

1. **المادة الرابطة Binders:**

**هي السائل الرئيسي الذي يكون مسؤولا" عن حمل جميع مكونات الصبغ الأخرى وهي التي تحدد نوع الصبغ سواء أكان مائي أو زيتي أو سليلوزي أو كحولي.**

*** تعتبر المادة الرابطة أهم مكونات الصبغ وذلك:**

**أ. لكونها المسؤول الرئيسي عن حمل المكونات الأخرى.**
**ب. مسؤولة عن تثبيت ولصق الصبغ على السطح المصبوغ.**
**ج. تتوقف عليها قيمة وجودة الصبغ.**

*** ان السوائل المستعملة في الأصباغ هي على الغالب مكونة من زيوت قابلة على الجفاف حيث يتم جفافها إما عن طريق تفاعلات كيميائية كالراتنجات الصناعية، أو يتم جفافها بمجرد تطاير المواد المذيبة مثل الراتنجات الطبيعية ( السليلوز و الأكريلك )، ومن أنواع هذه الزيوت المستعملة هي زيت بذر الكتان، الوارنيش ( زيت التنك )، الراتنج وبعض مشتقات القار والسيليلوز.**

2. **القواعد الأساسية:**

**هي البودرة أو المساحيق الأساسية المكونة للصبغ والتي تكون مع المادة الرابطة القوام الأساسي للصبغ ومن أشهرها كربونات الكالسيوم والزنك وأوكسيد التيتانيوم والجير.**
*** الأصباغ الشفافة تخلو من القواعد الأساسية التي إن وجدت تقلل من شفافيتها مثل الأصباغ وورنيشات التلميع.**

*** من أنواع القواعد الأساسية:**

**أ. كربونات الكالسيوم: تعتبر من أشهر القواعد البيضاء الرخيصة الثمن والتي تدخل في أصباغ الغراءوالبلاستك والمعاجين والأصباغ المائية، وينتج من تكسير الحجر الجيري في كسارات خاصة ثم يتم طحنه في طواحين الكترونية للحصول على درجة نعومة عالية وتتوقف جودتها على نوعية الحجر الجيري و طريقة طحنه.**

**ب. الزنك: مسحوق أبيض ناعم ودهني الملمس يلتصق باليد ولايزال بسهولة ويعطي قوة تغطية عالية للأصباغ وله مقاومة للإحتكاك وللعوامل الجوية وقابل للذوبان في جميع السوائل والملدنات وهو يتكون من كبريتور الزنك بنسبة ( 28 – 30 ) % مع كبريتات الباريوم، يدخل في الأصباغ السليلوزية وفي معاجين مختلفة.**

3. **الأكاسيد الملونة:**

**هي عبارة عن مساحيق بودرة تضاف الى القواعد الأساسية لأكسابها لون معين وقد يستخدم نوع واحد أو نوعين من الأكاسيد الملونة شرط تجانسها وعدم حدوث تفاعل بينها، وفي حالة الأصباغ الشفافة أو البيضاء لا تحتاج الى ملونات لأن القواعد الأساسية هي التي تقوم بهذا الدور.**

*** من أنواع الأكاسيد الملونة:**

**أ. أكاسيد رخيصة مثل كربونات الكالسيوم ( أبيض ) والجرافيت ( أسود ) والمنغنيز ( بني ).**
**ب. أكاسيد كيميائية مثل الزنك وكبريتات الباريوم.**

ج. أكاسيد حيوانية مثل أسود العظام وبني العظام.
د. أكاسيد حرارية مثل الجير.
هـ. أكاسيد نباتية مثل أسود الفحم والأخضر النباتي وأحمر الكاديوم.

4. **الإضافات المساعدة:**

هي مواد ( محسنات ومثبتات ومجففات ) تضاف الى الأصباغ لتحسين خواصها.

* **من أنواعها:**

أ. مواد لمنع الترسيب.
ب. مواد لمنع تكون القشرة.
ج. مواد مجففة.
د. مواد لزيادة السيولة والتشغيلية ( مواد مخففة ).
هـ. مواد لإكساب اللمعان.
و. مواد لإطفاء اللمعان.
ز. مواد لزيادة المرونة.
ح. مواد مثبتة للصبغ.
ط. مواد لزيادة الصلابة.
ي. مواد لزيادة مقاومة المياه والرطوبة.
ك. مواد لزيادة مقاومة الحرارة.
ل. مواد لمقاومة البكتريا والطفيليات.
م. مواد لزيادة مقاومة صدأ عبوات الصفيح.

* **ومن أهم أنواع الأضافات المساعدة السابق ذكرها:**

أ. المواد الحافظة: وهي تمنع تكوين الكائنات الحية والطفيليات خاصة في الأصباغ المائية.
ب. المواد المجففة: هي التي تساعد على جفاف طبقة الأصباغ الزيتية ومن أنواعها الكوبلت والمنغنيز والرصاص والحديد والكالسيوم وتضاف بنسبة ( 0.005 – 1 ) %.
ج. مواد لمنع تكون القشرة.
د. مواد مانعة للترسيب: هي من أهم المواد في صناعة الأصباغ حيث أن ترسيب القواعد الأساسية يغير من تغطية الأصباغ وفي بعض الأحيان يصعب التقليب فتطفو السوائل على السطح ومن أهم هذه المواد السيليلوزات والبنتونيت والشمع.
هـ. مواد مانعة للرغوة هذه الظاهرة تحدث في الأصباغ المائية وهي ظاهرة غير مستحبة.
و. مواد وقف الحرائق مثل فوسفات السليكون وفوسفات التيتانيوم والأسبستوس.

**المذيبات:**

هي مواد عضوية متطايرة تستخدم لإذابة الراتنجات ولتقليل اللزوجة في الأصباغ والوارنيشات ومن أمثلتها:

1. التربنتين: يستعمل كمخفف ومجفف في الأصباغ والوارنيش ويضاف الى الشمع لتلميع الأثاث.
2. الكحولات: تستخدم كمواد مذيبة مثل الكحول الأثيلي الأحمر المستخدم في الوقود.
3. النفط: يستعمل كمخفف ومجفف ويستخدم في تنظيف الفرش.

**الملدنات:**

هي مواد مساعدة تضاف الى الأصباغ لتعطي مرونة في سطح الصبغ ، وتقلل من الصلابة، وتزيد من قوة الألتصاق، وتزيد اللمعان، وتستخدم بوجه الخصوص في الوارنيش.

## أنواع الأصباغ:

**1. الأصباغ الزيتية ( الدهنية ) Oil Paints:**

**وهي أصباغ تستعمل في المحلات المعرضة للرطوبة لمقاومتها للرطوبة وكذلك تمتاز بسهولة التنظيف والغسل كما في جدران الورش والمعامل والحمامات والمستشفيات، ومن الممكن أيضا" استخدامها في طلاء الأسطح المعدنية والخشبية.**

**2. الأصباغ المستحلبة Emulsion Paints:**

**وهي أصباغ تكون المواد الملونة والسائل المعلق بشكل كرات دقيقة مشتتة في الماء وحاوية على خلات متعدد الفينيل ( نوع من البلاستك )، تعتبر أكثر الأنواع استعمالا" في أعمال الديكور والإنهاء الداخلي لتعدد ألوانها وسهولة نشرها وامكانية مزجها بالماء وامكانية غسلها بالمنظفات وهي معروفة أيضا" بأسم البنتلايت أو الأصباغ البلاستيكية.**

**3. الأصباغ السليلوزية:**

**وهي عبارة عن أصباغ تحتوي على السليلوز بصورة نترات سليولوز تذوب في مذيب مثل الأسيتون ( سائل طيار وعديم اللون ) وتعطي بريق ولمعان بسيط، يضاف اليها اللدائن للحصول على المرونة والراتنجات الصناعية تضاف اليها للحصول على اللمعان والبريق، وتعتبر أصباغ سريعة الجفاف وذلك لكون السائل المذيب فيها سريع التبخر لذلك يتم الطلاء بها بطريقة الرذ ( الرش ) وتمتاز أيضا" بأنها سريعة وعالية الإشتعال، تستعمل في طلاء الأثاث والسيارات ولاتستخدم على السطوح البنائية.**

**4. الأصباغ البيتومينية:**

**هي أصباغ تستخدم في حماية المعادن المستعملة خارجيا" بالإضافة الى أنها تتصف بضعف احتفاظها بصفة اللمعان ولابد من عملها بشكل طبقة سميكة لتعطي حماية أفضل، ولكون أشعة الشمس تضعف هذه الأصباغ لذا يمكن تحسين مقاومتها بأستخدام الألمنيوم كغطاء نهائي.**

**5. أصباغ الوارنيش Varnishes Paints:**

**هي أصباغ تتميز بشفافيتها وتعطي غشاءا" واقيا" للسطوح المطلية تستعمل في طلاء الأسطح الخشبية والمعدنية.**

# مواد التطبيق

**مواد التطبيق:**
**عبارة عن وحدات جاهزة من النوع مسبق الصب ومتوفرة بأشكال وأبعاد مختلفة تستعمل في تغطية الأرضيات والسطوح ( جدران وسقوف) وفي الأماكن التي تكون معرضة لتأثير الأحماض والمواد الكيمياوية المختلفة ومنها الكاشي بأنواعه.**

- **إن اختيار طبقة الأكساء يعتمد على الخواص المطلوبة كل حسب نوعية المنشأ واستخدام الأرضية، ومن أهم خواص مواد التطبيق:**

1. **المظهر Appearance: يعتمد على اللون والتركيب العام لوحدات التطبيق ومدى توافقها مع الأجزاء البنائية الأخرى.**
2. **الدوام والمتانة Durability: هي المقاومة لعوامل التآكل والتفتيت وتغييرات درجات الحرارة والرطوبة.**
3. **الراحة Comfort: هي القابلية على امتصاص صدمات وقع القدم أثناء الحركة ومدى مطاطيتها.**
4. **كتم الضجيج Noiselessness: هي القابلية على امتصاص الصوت ومدى عزلها الصوتي.**
5. **مقاومة الحريق Fire - Resistance: هي القابلية على مقاومة الحرارة العالية والحرائق.**
6. **الناحية الصحية Sanitation: وهي مدى امكانية تنظيف الأرضية بسهولة عند اتساخها.**
7. **مقاومة الحوامض والقواعد Acid – Alkali Resistance: تعني مقاومة المواد الحامضية والقاعدية والكيميائية.**
8. **مقاومة تأثير الشحوم والدهون Grease & Oil Resistance: هي القابلية على عدم امتصاص الدهون أو الزيوت.**
9. **مقاومة الرطوبة Damp – Proofing: هي القابلية على مقاومة الرطوبة.**
10. **مقاومة تأثير الحك Trucking: هي مقاومة حركة المرور وعدم التآكل نتيجة الحركة المستمرة.**
11. **الوزن Weight: يفضل أن تكون مواد الإكساء خفيفة الوزن.**
12. **الإدامة والكلفة Maintenance & Cost: تعتبر عامل أساسي لعمل طبقات الإكساء.**

**الكاشي الأسمنتي:**
**ينتج بأشكال مربعة ومستطيلة وبأبعاد منها: ( 20 * 20 * 2.5 ) سم، ( 25 * 25 * 2.5 ) سم. ولإنهاء الأرضيات الخارجية بأبعاد ( 40 * 40 * 4 ) سم، ( 40 * 20 * 4) سم، (50 * 25 * 4) سم. ويوجد بأشكال مضلعة تصنع بطول ضلع 20 سم. وينتج بألوان مختلفة منها الأبيض، الأحمر، الأصفر والأخضر وبأنواع منها سادة أو نقش أو مزخرف.**

**صناعة الكاشي الأسمنتي:**
1. **صب طبقة الوجه والقشرة وهي الطبقة الملونة والقوية من الكاشي بالشربت والذي هو سائل كثيف وملون وبنسبة ( 1 : 1 ) في القالب الحديدي ذو الحجم الثابت.**
2. **مليء القالب بالخرسانة وبنسبة ( 4 : 2 : 1 ) وبأستعمال حصى ناعم فوق الشربت.**
3. **كبس المواد الخرسانية مع الأهتزاز بواسطة مكبس وبمعدل ضغط يصل 110 كغم/سم$^2$ والأهتزاز بحدود 5000 هزة/ثانية، وذلك لإزالة الفقاعات الهوائية وفي بعض الأحيان يتم أيضا" تعريض طبقة الوجه والقشرة للإهتزاز أولا".**

4. رفع الكاشي من القالب ويترك لمدة يوم واحد في الهواء ومن ثم يتم نقله الى حوض ماء لمدة يوم ومن ثم يترك في محل رطب الى أن يصبح جاهز للإستعمال بعمر 28 يوم.

## بعض مصطلحات الكاشي:

1. الوجه: هو سطح الكاشي الصقيل والظاهر للخارج والمعرض للإستعمال.
2. القشرة: هي الطبقة الملونة والقوية أسفل الوجه وتتكون من مواد خرسانية ملونة وناعمة وبنسبة سمنت عالية وبسمك متغيير بين ( 8 – 3 ) ملم، حيث تكون نسبة الخلط فيها ( 1 : 1 ) وتعمل بشكل سائل كثيف.
3. الظهر: هو القسم السفلي من الكاشي والمتكون من مواد خرسانية خشنة وناعمة وبنسبة سمنت واطئة نسبيا" ونسبة الخلط هي ( 4 : 2 : 1 ) أو ( 6 : 3 : 1 ) والخليط الخرساني يكون شبه جاف وقطع الحصى المستخدمة يجب أن لا يزيد قطرها عن 6 ملم.

## الكاشي الموزائيك:

هو كاشي مصنوع بنفس الطريقة التي يصنع بها الكاشي الأسمنتي مع أختلاف القشرة حيث يتم خلط قطع حجرية مختلفة في الشكل والحجم مع مونة الأسمنت الأبيض ومن ثم يتم الجلي والتصليح والصقل قبل الأستعمال.

* ينتج الكاشي الموزائيك بأبعاد منها:

( 25 * 25 * 2.5 ) سم، أو ( 30 * 30 * 2.5 ) سم، أو ( 40 * 40 * 3 ) سم.

ـ وبأنواع منها: 1. الكاشي الموزائيك الأعتيادي ذو قطع حجرية صغيرة الحجم وبألوان مختلفة.
2. الكاشي الموزائيك المطعم ذو قطع حجرية كبيرة وخشنة يزيد بعدها عن 4 سم.

ـ وينتج منه قطع الإزارة أيضا" بأبعاد تساوي نصف الوحدة الواحدة.

* حجارة الموزائيك: هي عبارة عن قطع حجرية ذو أصل رخامي تستعمل في خليط القشرة في وجه الكاشي الموزائيك ولها أرقام وتسميات تجارية تسمى بالدرجة.

## * أنواع أخرى من وحدات التطبيق:

### الكاشي السيراميكي:

هو كاشي يستعمل في تغطية الأسطح الأفقية والعمودية ويكون بأشكال مختلفة وبمظهر منها السادة أو المنقوش.

ـ مميزات الكاشي السيراميكي:

1. مظهر ملائم.
2. عدم تأثره بالدهون والحوامض.
3. خفة الوزن.
4. سهولة التنظيف.
5. يستعمل في جدران الحمامات والمطابخ وفي الأماكن المعرضة لتأثيرات المواد الكيميائية مثل المعامل والمصانع والمختبرات.

**الكاشي الفرفوري:**

**وحدات تمتاز بتركيب فخاري ومطلي بمادة زجاجية وبأشكال مختلفة وطول الضلع ( 10 – 15 ) سم.**

**ـ مميزات الكاشي الفرفوري:**

1. **مظهر ملاءم.**
2. **المقاومة للحوامض والأملاح.**
3. **سهولة التنظيف.**
4. **يستعمل في الأماكن التي تتطلب التنظيف المستمر بالماء.**

**الرخام:**

**حجر جيري مقطع الى أشكال وأبعاد حسب الحاجة ويستعمل في إكساء الأرضيات وعملية القطع والصقل تتم في المعامل والتلميع يتم بعد تثبيته في الموقع.**

**ـ مميزات الرخام:**

1. **مظهر راقي.**
2. **مقاوم للحرائق والرطوبة.**
3. **سهولة التنظيف.**
4. **لا يتأثر بالدهون أو الملوثات.**
5. **ذو كلفة عالية وخاصة القطع الكبيرة النادرة.**
6. **يمتاز بالدوام العالي لذا يستعمل في الأبنية المعرضة للإستعمال الكثيف.**

**مفاصل الكاشي:**

**تنقسم مفاصل الكاشي الى نوعين:**

1. **مفاصل اعتيادية:**

**هي مفاصل موجودة بين كاشي وكاشي أخر وتعمل بمسافة تتراوح بين ( 3 – 8 ) ملم، وتكون مسافة المفصل في المساحات الداخلية أقل منها في المساحات الخارجية وذلك لأنها في الخارج تكون معرضة أكثر للتمدد والتقلص بفعل تغييرات درجات الحرارة.**

2. **مفاصل التمدد:**

**هي مفاصل توجد بين مساحة كاشي ومساحة كاشي أخرى وبعرض ( 2 – 3 ) سم تملأ بمواد لها القابلية على التمدد والتقلص مثل المواد الأسفلتية أو الماستك أو مونة سمنت ضعيفة بنسبة خلط ( 8 : 1 ).**

**مفاصل التمدد نوعين:**

أ. **مفصل تمدد داخلي:**

**يعمل عندما تكون المساحات الداخلية كبيرة تزيد عن 60 م$^2$ ، أو يزيد طول أحد الأضلاع عن 15 م.**

ب. **مفصل تمدد خارجي:**

يعمل في الأسطح الخارجية المعرضة لتأثيرات العوامل الجوية وفي الطارمات وذلك بترك مفصل تمدد لكل 3 م وبالأتجاهين.

- يتم تثبيت وحدات الكاشي على الأرضية بأستخدام مونة اسمنت ( 3 : 1 ) أو ( 4 : 1 ) القوية نسبيا" لكي لا تتسرب المونة من أسفل الكاشية عند وضعها بتأثير وزنها، كذلك يتم إنهاء سطح التطبيق بالشربت وهو مزيج شبه سائل من الأسمنت الأبيض والغبرة الناعمة لمليء المفاصل بين الكاشي الأعتيادية ولإعطاء التماسك بين وحدات الكاشي.

# المواد الرابطة
# (Bonding Materials)

## المواد الرابطة Bonding Materials:

عبارة عن مواد انشائية تمتلك خاصية التماسك والتلاصق بوجود الماء وتتصلب بمرور الوقت لتزيد من قوة ومتانة البناء وتعرف محليا" بأسم المونة أو القيمة.

## فوائد المواد الرابطة:

1. ربط وتثبيت الوحدات البنائية المختلفة ووحدات التغليف والتبليط.
2. سد المفاصل البنائية بين الوحدات.
3. تنظيم البناء بشكل هندسي منتظم.
4. اخفاء العيوب الموجودة في الوحدات البنائية.
5. عازلة للصوت والحرارة والرطوبة.
6. يمكن استعمالها كمواد انهاء في الجدران والسقوف.

## مميزات المواد الرابطة:

1. أن تكون لينة وسهلة الخلط ويسهل العمل بها.
2. أن تحتفظ بماء الخلط.
3. أن تتصلب بسرعة مقبولة.
4. أن تتماسك مع السطوح الملاصقة لها بدرجة جيدة.
5. أن تكون ذات تحمل مقبول بعد تصلبها ومتناسب مع تحمل الوحدات البنائية.
6. أن تكون ذات مقاومة وديمومة جيدة عند تعرضها للعوامل الخارجية.

## أنواع المواد الرابطة:

تنقسم المواد الرابطة الى نوعين:

1. مواد رابطة مقاومة للرطوبة وتشمل: أ. مونة الأسمنت.
   ب. مونة الأسمنت – نورة.
   ج. مونة النورة.
2. مواد رابطة لا تقاوم الرطوبة وتشمل: أ. مونة الجص.
   ب. مونة الطين.

## عوامل اختيار نوع المادة الرابطة:

1. سعر المونة.
2. توفر نوع المادة الرابطة في الأسواق المحلية.
3. سرعة العمل بالمونة يساعد على السرعة في الأنجاز البنائي وبالتالي الأقتصاد في المدة الزمنية للتنفيذ.
4. توفر الخبرة الفنية في استعمال نوع المادة الرابطة والأيدي العاملة بها.
5. تجانس المادة الرابطة مع الكتل والوحدات البنائية المستعملة في ربطها فنيا" ومعماريا".
6. مدى قابلية المادة الرابطة على تقبل الألوان.

## مونة الأسمنت:

عبارة عن مادة رابطة مقاومة للرطوبة مكونة من الأسمنت البورتلاندي الذي يتفاعل مع الماء ويعمل كمادة لاصقة للمادة المالئة ( الرمل ) وتعمل بنسبة خلط ( 3 : 1 ) أو ( 4 : 1 ).

* تعتبر مونة الأسمنت أكثر أنواع المواد الرابطة استعمالا" محليا"، وذلك للأسباب التالية:
  1. توفر المواد الأولية الداخلة في تركيبها وسهولة تحضيرها والمزج.
  2. توفر الخبرة الفنية والأيدي العاملة بها.
  3. ملاءمة خواصها للإستعمال.

* الماء والرمل المستخدم في المونة يجب أن يكونا من النوع النظيف والخالي من الشوائب والأملاح والمواد العضوية المؤثرة سلبيا" على خواص المادة الرابطة.

* كمية الماء المستعملة في الخلط يجب أن تكون كمية كافية ومناسبة بحيث:
  1. تعطي المادة الرابطة اللدونة وقابلية التشغيل المناسبة والتي تسهل عملية المزج والتوزيع.
  2. تسهل التصاق المونة بالسطح الملامس له.
  3. أن وجود الماء ضروري لتصلب الأسمنت واعطاء القوة للمونة.

## مميزات مونة الأسمنت:

1. مقاومة للرطوبة بعد تصلبها.
2. مونة واسعة الأستعمال.
3. ذات تحمل جيد وديمومة مناسبة.
4. تتأثر بالأملاح الكبريتية.

## مراحل تصلب مونة الأسمنت:

مونة الأسمنت تمر بالمراحل التالية لتصل الى التصلب النهائي:
التصلب الأولي يتم بعد مرور ( 30 – 45 ) دقيقة،
التصلب الثاني يتم بعد مرور 10 ساعات،
التصلب الثالث يتم بعد مرور 3 أيام،
التصلب الرابع يتم بعد مرور 7 أيام،
التصلب الخامس يتم بعد مرور 14 يوم،
التصلب السادس يتم بعد مرور 21 يوم،
التصلب السابع يتم بعد مرور 28 يوم.

## مونة الأسمنت – نورة:

مادة رابطة مقاومة للرطوبة تتكون من خلط الأسمنت مع النورة والرمل وبنسب ( 6 : 1 : 1 ) أو ( 9 : 2 : 1 ) أو ( 12 : 3 : 1 )، حيث أن النورة تخلط مع الأسمنت اما بشكل مسحوق عادة" أو بشكل عجينة.

* ان مرونة وليونة النورة تعتمد على نوع المادة الخام، طريقة حرقها وتهيئتها والمواد الغريبة فيها.

## مميزات مونة الأسمنت – نورة:

1. تزداد قوة مع مرور الزمن.
2. مونة لينة وسهلة التوزيع والنشر.
3. تزداد مقاومة البناء للرطوبة مع مرور الوقت.
4. استعمال نسبة ماء / أسمنت واطئة.
5. زيادة قوة الترابط مع الوحدات البنائية.
6. تنتج بكلفة أقل من كلفة مونة الأسمنت.
7. تفاعل هيدركسيد الكالسيوم وتحوله الى كاربونات الكالسيوم يضمن استمرار حصول الأسمنت على الماء.

## مونة النورة:

مادة بنائية رابطة مقاومة للرطوبة مكونة من اوكسيد الكالسيوم ( CaO ) المخلوطة مع الرمل بنسبة ( ( 2.5 – 2 ) : 1 ).

* لا تتوفر النورة بشكل نقي تماما" إلا نادرا" إذ تكون مخلوطة مع الشوائب وكاربونات المغنيسيوم والمواد الرملية وأوكسيد الحديد وبعض المواد الطينية وعمليا" تنقسم النورة الى نورة كلسية سريعة الأطفاء ونورة مغنيسية بطيئة الأطفاء.

## تحضير النورة:

1. يتم تحضير الصخور الكلسية ( الجيرية ) الحاوية على كاربونات الكالسيوم $CaCo_3$ بتكسيرها ونخلها بحيث تمر من منخل بقطر 2 أنج.
2. تحرق الصخور داخل أفران عمودية دوارة وبدرجات حرارية عالية تصل 925 $^{o}$م، حيث يتصاعد غاز ثاني أوكسيد الكربون تاركا" كاربونات الكالسيوم بشكل نورة حية أو ما يسمى أوكسيد الكالسيوم والتي تتميز بأنها مادة بيضاء اللون صلبة سريعة التفاعل مع الماء.

معادلة التحضير:

$$CaCO_3 \xrightarrow[(900 - 1050)\ ^{o}C]{Heat} CaO + CO_2$$

## اطفاء النورة:

هي عملية معالجة الجير الحي ( النورة الحية ) بأطفاءها بالماء قبل الأستعمال لأغراض البناء بمدة كافية لا تقل عن 24 ساعة، ليتم تبريدها ولتتحول الى مسحوق أبيض جاف يسمى هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$.

**معادلة الأطفاء:**

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

**تماسك النورة وتصلبها:**

**عملية تماسك النورة تبدأ بأتحاد هيدروكسيد الكالسيوم مع غاز ثاني اوكسيد الكربون من الهواء الجوي مكونا" كربونات الكالسيوم التي هي المادة الصلبة الرابطة، والماء الناتج عن التفاعل يساعد على استمرار تصلب الأسمنت المستخدم في مونة ( الأسمنت – نورة ).**

**معادلة التصلب:**

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCo_3 + H_2O$$

## مونة الجص:

**عبارة عن مادة كبريتات الكالسيوم $CaSO_4.1/2H_2O$ وبوجود الماء تملك خواص التماسك والتلاصق لتصبح مادة رابطة.**

## صناعة الجص:

**ينتج الجص من حرق المواد الأولية الغنية بالجبس الطبيعي ( كبريتات الكالسيوم المائية ) $CaSO_4.2H_2O$ في أفران خاصة وعلى شكل قطع صغيرة حرقا" كاملا" تحت درجات حرارية تصل 170 $^oم$ ومن ثم توضع القطع الحجرية المحروقة في مكائن خاصة لجرشها وطحنها لتكون جاهزة الأستعمال كمادة رابطة في البناء.**

**كذلك يصنع الجص من الترسبات الجبسية المنتشرة في الطبيعة والتي نادرا" ما تكون بشكل نقي تماما" حيث تحتوي على مواد سليكونية أو طينية أو كلسية وهذه المواد تشكل شوائب يجب أن لا تزيد نسبتها عن 30 % وزنا" من كبريتات الكالسيوم المائية وإلاّ اصبحت المادة الخام غير صالحة لصناعة الجص.**

**معادلة التحضير:**

$$CaSO_4.2H_2O \xrightarrow{(100-190)\ ^oC} CaSO_4.\tfrac{1}{2}H_2O + 1\tfrac{1}{2}H_2O$$

## استعمالات الجص:

**يستعمل الجص لأغراض البناء في:**

1. **المونة ( مادة رابطة ).**
2. **البياض ( مادة انهاء ).**
3. **صناعة صفائح الجص العازلة للحرارة والصوت.**

## مميزات مونة الجص:

1. **مونة متوسطة القوة والمتانة.**
2. **تمتص الماء بسرعة وبذلك تفقد خاصية الربط ولهذا تعتبر مادة رابطة غير مقاومة للرطوبة.**
3. **عازل جيد للحرارة والصوت.**
4. **سريعة الجفاف والتماسك.**
5. **تحتاج كمية ماء قليلة لكي تتصلب.**
6. **كلفتها مناسبة لكونها رخيصة الثمن ومتوفرة.**

7. توفر الأيدي العاملة بها والسرعة في انجاز العمل البنائي بأستخدامها.

- درجة الحرارة التي يصنع فيها الجص هي 140 ºم وفي بعض أنواع الجص ذو الكثافة العالية تصل 170 ºم، ويفقد الجص جميع ماءه في درجة حرارة ( 205 – 400 ) ºم لذا من الضروري الأنتباه الى ضبط درجة الحرارة التي يتعرض لها الجص عند الحرق، فإذا كانت درجة الحرارة أوطأ من اللازم كان الأحتراق ناقصا" والجص الناتج عديم الفعالية وقليل الإنجماد، كذلك أن كانت الحرارة أعلى من الحد اللازم يفقد الجص ماءه كله ويفقد قابلية الأنجماد السريع وفائدته كمادة رابطة.

## تماسك وتصلب الجص:

يتحول الجبس عندما يفقد قسم من مائه عند حرقه الى مادة قلقة كيمياويا"، وأن هذه المادة تتفاعل مع الماء بسهولة ويتحد معها كيمياويا" لتصبح مادة متعادلة ونتيجة حصول الجص على ماء تأخذ بلورات الجص أشكال تشبه الأبر ويزداد حجمها لتتشابك مع بعضها وتتماسك وتتصلب.

### * أن سرعة تكون بلورات الجص وتماسكها يعتمد على:

1. نوعية المادة الخام.
2. طريقة تحضير المادة الخام.
3. المواد الغريبة الموجودة في المواد الخام.

## مونة الجص تمر بأربع مراحل لتتصلب:

التصلب البدائي يتم بعد مرور ( 5 – 7 ) دقائق.
التصلب الأولي يتم بعد مرور 30 دقيقة.
تصلب القوة يتم بعد مرور 3 ساعات.
التصلب النهائي يتم بعد مرور 3 أيام.

## الأحتياطات التي يجب الأنتباه لها عند استعمال الجص:

1. المحافظة على الجص وخزنه في مكان نظيف وجاف قبل الأستعمال.
2. عدم استعمال الجص المخزون لفترة طويلة من الزمن.
3. استعمال الماء النظيف والخالي من الأملاح والمواد الطينية للخلط.
4. استعمال أواني نظيفة للخلط.
5. عدم اعادة خلط مونة الجص، أو أعادة أضافة الماء وإستعمالها بعد حصول التماسك، وكذلك لا يجوز أضافة جص جديد الى خلطة قديمة.
6. التأكد من نسبة الماء المضافة الى الجص.
7. عملية البياض بالجص يجب أن تتم على جدران جافة.
8. عدم وضع البياض على جدران تظهر عليها أثار الشورة والأملاح المتبلورة.

## المنتجات الجبسية:

1. **مسحوق باريس ( البورك ):**

عبارة عن كبريتات الكالسيوم بنصف جزيئة ماء $CaSO_4 .½ H_2O$ عالية النقاوة، ينتج من حرق مادة الجبس النقي ويمتاز بتماسكه السريع خلال دقائق قليلة بعد مزجه بالماء.

*** استعمالات مسحوق باريس (البورك):**

1. في بياض الجدران الداخلية كطبقة إنهاء أخيرة.
2. في صناعة الأصباغ الغير دهنية.
3. في أعمال التزيين وصب النقوش والتماثيل وفي أعمال التجبير.

2. **الجص الميكانيكي ( الأعتيادي ):**

هو المادة الناتجة من حرق خامات الجبس المتوفرة والحاوية على شوائب بنسبة تتراوح بين ( 30 – 40 ) % وزنا" من مواد رملية أو أو طينية أو مواد جبسية وكلسية غير محروقة.

**استعمالات الجص الميكانيكي ( الأعتيادي ):**

1. أعمال البياض كطبقة أولى.
2. مادة رابطة.

3. **الجص الفني:**

هو عبارة عن جص يحضر من نفس المواد الخام التي يصنع منها الجص الأعتيادي إلاّ أنه يمتاز بكونه أنعم ولا يحوي على شوائب بدرجة الجص الأعتيادي ولذلك يتصلب أسرع وذو تحمل أعلى من الجص الأعتيادي.

**استعمالات الجص الفني:**

1. أعمال البياض كطبقة أولى وثانية وأخيرة.
2. مادة رابطة.

3. **سمنت كين:**

هو عبارة عن جص لا مائي ( كبريتات الكالسيوم اللامائية $CaSO_4$ ) يصنع من حرق مادة الجبس في درجة حرارة أكثر من 100 $^o$م ومن ثم يتم غمرها في أحواض تحوي محلول الشب وبعدها تجفف وتحرق مرة ثانية بدرجة حرارة ( 200 – 240 ) $^o$م بعدها يطحن ويستعمل.

**من مميزات سمنت كين:**

1. زمن التجمد ( التماسك ) بطيء يتراوح بين ( 1 – 7 ) ساعات، وقد تضاف اليه مواد معجلة لتقليل زمن التماسك.
2. يزداد قوة وصلابة مع الوقت.
3. لدونة عالية ومقاومة للماء أكثر من بقية أنواع الجص.

**استعمالات سمن كين:**

1. أعمال البياض كطبقة انهاء أخيرة.
2. بياض المناطق المعرضة للرطوبة.
3. بياض الزوايا والأركان.

4. **الجص اللامائي:**

**عبارة عن كبريتات الكالسيوم اللامائية والذي ينتج من حرق الجبس في درجة حرارة أكثر من 190 °م، يمتاز بكونه قليل الذوبان بالماء لذلك يضاف اليه أثناء الطحن مواد ملحية مساعدة ومسرعة لتفاعله وليصبح مثل الجص الأعتيادي.**

**استعمالات الجص اللامائي:**

1. **أعمال البياض كطبقة أولى وثانية.**
2. **مادة رابطة.**

# العزل الحراري
# (Heat Insulation)

## العزل الحراري Heat Insulation:

**العزل الحراري للأبنية هو عملية منع انتقال الحرارة من الخارج إلى الداخل أو العكس سواء كانت درجة الحرارة مرتفعة أو منخفضة.**

**العزل الحراري يصنف بالنسبة لدرجة الحرارة الى:**

1. **العزل الحراري للدرجات الواطئة ( يعمل في مخازن الطعام والثلاجات وما شابهها والتي تكون فيها درجات الحرارة قريبة من درجات الإنجماد ).**
2. **العزل الحراري للدرجات المتوسطة ( هو العزل الذي يعطي راحة تامة للإنسان ).**
3. **العزل الحراري للدرجات العالية ( يعمل للمحافظة على حرارة المواد والماء والبخار والغازات الحارة المستعملة للتدفئة ولأغراض أخرى ).**

## فوائد العزل الحراري:

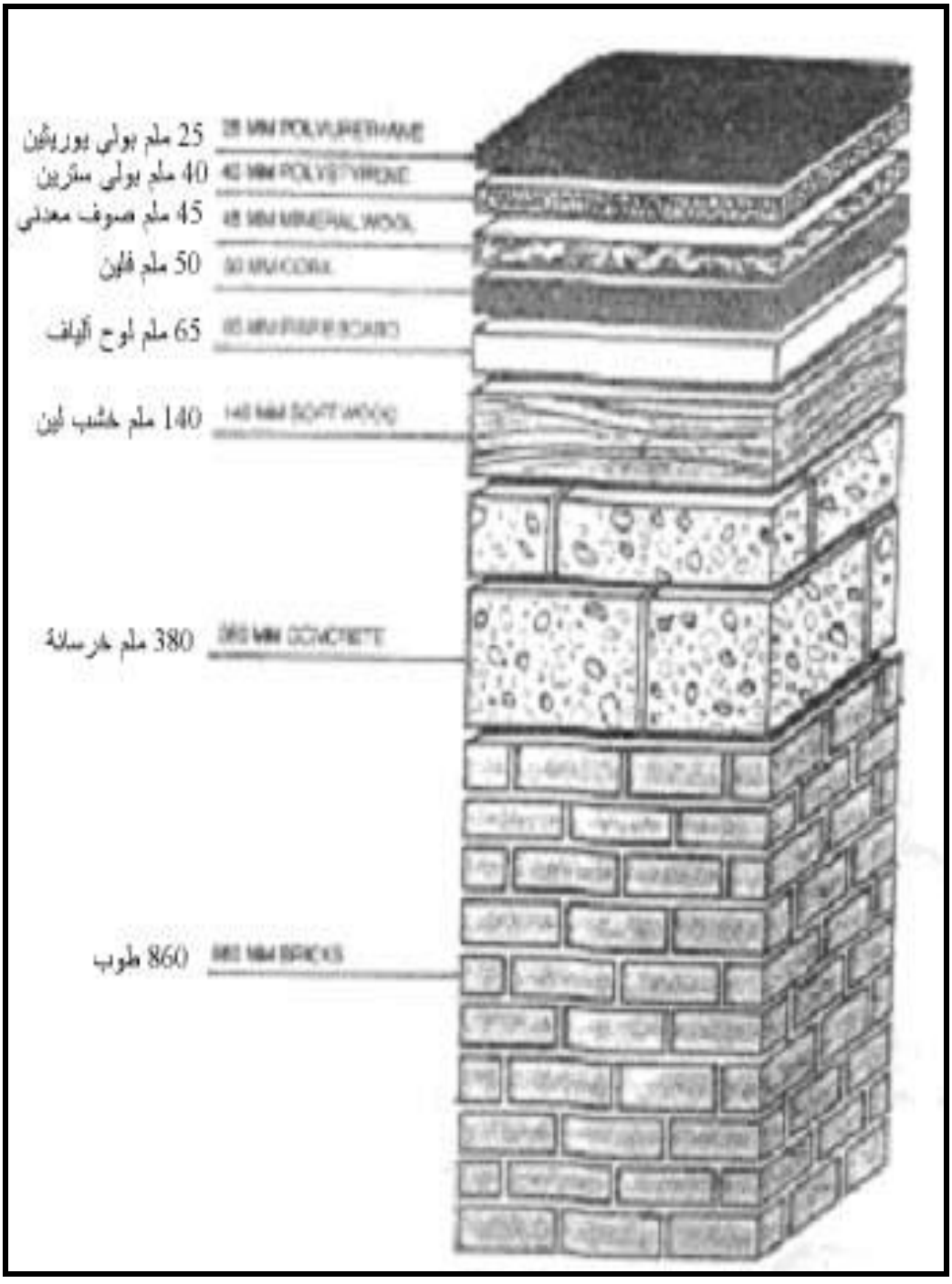
1. **ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية أثناء عمليات التبريد والتدفئة بنسب قد تصل 30 - 40 % .**
2. **حماية العناصر الإنشائية للمبنى والمحافظة على الأثاث من تغيرات درجات الحرارة.**
3. **رفع مستوى الراحة والسلامة الصحية لساكني المبنى.**
4. **تخفيض تكاليف شراء أجهزة التكييف والتدفئة من خلال تقليل سعتها.**
5. **التقليل من التلوث البيئي والانبعاث الحراري والضجيج.**

## المواد العازلة:

**الغاية الأساسية من العزل الحراري هي المحافظة على الحرارة المرغوبة بصورة ثابتة واقتصادية من خلال وضع مواد عائقة لسير الحرارة في الجدران والسقوف تؤخر الى حد كبير انتقال الحرارة من الخارج إلى الداخل وبالعكس وبمقدار يتناسب مع سمك هذه المواد. وعليه يمكن تعريف المواد العازلة: هي مواد مؤخرة لإنتقال الحرارة وذات خواص تساعد في الحد من تسرب وانتقال الحرارة من خارج المبنى الى داخله صيفا" ومن داخله الى خارجه شتاءا"، وكلما كانت المواد بكثافة أقل ومسامات وفجوات هوائية أكثر كلما كانت أكثر عزلا" للحرارة.**

**لا توجد في الطبيعة مادة عازلة تماما" ( عزل المواد نسبي ) وتعتبر كل مواد البناء لها القدرة على العزل الحراري ولكن المادة التي تعتبر عازل جيد للحرارة هي المادة التي يكون معامل التوصيل**

**الحراري لها متناسب طرديا" مع سمكها، أي أنها تكون بسمك أقل ما يمكن وفي نفس الوقت منخفضة القدرة على التوصيل الحراري، وكما موضحة بالشكل أدناه:**




**شكل يوضح سماكة مواد بنائية مختلفة وقدرة عزلها الحراري المكافئة**

## معايير اختيار مواد العزل الحراري المناسبة :

**من أهم العوامل المؤثرة على اختيار مواد العزل الحراري المناسبة ما يلي:**

1. **أن تكون المادة العازلة ذات معامل توصيل حراري منخفض.**
2. **أن تكون على درجة عالية في مقاومتها لنفاذ الماء وبخار الماء.**
3. **أن تكون على درجة عالية في مقاومتها للإشعاع الحراري.**
4. **أن تكون على درجة عالية في مقاومتها للاجهادات الناتجة عن الفروقات الكبيرة في درجات الحرارة.**
5. **أن تكون ذات خواص ميكانيكية جيدة كارتفاع معامل المقاومة الانضغاطية ومعامل المقاومة للكسر.**
6. **أن تكون مقاومة للحريق.**
7. **ألا ينتج عنها أضرار صحية، وأن تكون مقاومة للبكتيريا والعفن وغير قابلة لنمو الحشرات فيها.**
8. **أن تكون ثابتة الأبعاد على المدى الطويل، قليلة القابلية للتمدد أو التقلص.**
9. **أن تكون مقاومة للتفاعلات والتغيرات الكيميائية.**
10. **أن تكون سهلة التركيب.**

## تصنيف مواد العزل بالنسبة إلى مكان استعمالها:

**ان مواد العزل تصنف بالنسبة إلى مكان استعمالها نظرا" لضرورة استعمال مواد مختلفة في كل مكان وهي:**

1. **عزل الجدران.**
2. **عزل السقوف.**
3. **عزل الأنابيب.**
4. **عزل الثلاجات ومخازن التبريد.**
5. **عزل الأفران.**

## تصنيف مواد العزل بالنسبة إلى مصادرها:

**يمكن تقسيم مواد العزل الحراري من حيث منشأها (مصادرها) وكذلك من حيث التركيب الفراغي لها كالتالي:**

1. **المواد العازلة من أصل حيواني : مثل صوف وشعر الحيوانات واللباد، ويعتبر استخدامها كمواد عازلة محدوداً".**
2. **المواد العازلة من أصل جمادي: كالصوف الزجاجي وهو من أفضل مواد العزل الحراري، والخرسانة والخرسانة الخفيفة.**
3. **المواد العازلة الصناعية: وتشمل المطاط والبلاستيك الرغوي، هو الأكثر شيوعا"، وأكثر ما يستخدم البوليسترين والبولي يورثين الرغوي وأيضاً أنواع الخرسانة الخفيفة.**
4. **المواد العازلة من أصل نباتي : وتشمل الألياف أو المواد السليولوزية مثل القصب والقطن وخلافه.**

## أنواع المواد العازلة واستخداماتها:

**يمكن أن توجد المواد العازلة على عدة صور وهي:**

1. **اللباد (ألياف غير معدنية):**

**يوجد على شكل لفائف طويلة وسماكات مختلفة، وأغلب اللباد مغلف بالورق أو برقائق معدنية مزودة بإطار من الجانبين لمسك الجوانب، ويمكن أن تكون الرقيقة المعدنية على وجه واحد من تلك اللفائف، كما يمكن أن يكون أحد الأوجه مغلفاً بالورق المغطى بالأسفلت أو البيتومين ليعمل كحاجز للبخار أو الرطوبة أو طبقة من الورق الرقيق المثقب على الوجه الآخر.**
**وغالباً ما يصنع اللباد من مواد عضوية تشتمل على ألياف زجاجية. وكذلك يمكن توفير الألياف السليولوزية على هيئة اللباد. ويوضع اللباد على السطح الداخلي للجدار، وغالباً ما يستخدم في عزل الأسقف والجدران.**

2. **حبيبات الحشو الخفيف (مواد مسامية طبيعية):**

**وتتكون هذه المادة العازلة من حبيبات صغيرة، وعند استخدام عزل الحبيبات فإن معدات الشفط الموجودة في الناقلات الحاملة لهذه المادة العازلة تقوم بشفط الحبيبات وتوجيهها للمكان المطلوب عزله.**

3. **سائل رغوي بخاخ (مواد خلوية عضوية):**

**توجد هذه المادة بنوعين: أحدهما: ألياف غير عضوية من النوع اللاصق، والثاني: يكون من الرشاش العضوي حيث يتصلب بعد رشه بفترة وجيزة، ويتركب النوع غير العضوي من ألياف الصوف المعدني ويتم تركيبه بواسطة آلات خاصة مصممة لهذا الغرض، أما النوع الثاني فيتكون من عبوتين مناسبتين لأغراض الرش.**

4. **الألواح الصلبة أو الشرائح (مواد رغوية غير عضوية):**

**وهي واسعة الانتشار، وتستخدم في المباني لعزل الأسطح والخرسانة الرغوية.**

## طرق انتقال الحرارة:

**الحرارة نوع من أنواع الطاقة تنتقل من المناطق الدافئة إلى الباردة ومسارها يكون بأحدى الطرق الأتية أو بخليط منها:**

1. **التوصيل Conduction: والتي تنتقل الحرارة في جزيئات المادة الصلبة.**
2. **الحمل Convection: والتي تنتقل الحرارة بأنتقال المادة كما في الماء والهواء.**
3. **الإشعاع Radiation: والتي تنتقل الحرارة فيها بالأشعة الضوئية وبدون وسيط أو حركة هواء كما في انتقال حرارة أشعة الشمس إلى الأرض.**

### انتقال الحرارة في المواد البنائية:

**إن انتقال الحرارة في المواد البنائية يتم بالتوصيل وتنتقل الحرارة من الوجه الحار إلى الوجه البارد بالعوامل التالية:**

1. **إختلاف الحرارة، فكلما كان الإختلاف أكثر كانت الكمية المنتقلة من الحرارة أكثر.**
2. **سمك المادة، كلما كانت المادة أكثر سمكا" كلما كانت كمية الحرارة المنتقلة أقل.**
3. **المساحة المعرضة، كلما كانت المساحة المعرضة للحرارة العالية أكثر كلما كانت الحرارة المنتقلة بكمية أكبر.**
4. **الوقت، ان مقدار الحرارة المنتقلة يتناسب طرديا" مع الوقت الذي من خلاله تسير الحرارة من المنطقة الحارة الى الباردة ويقترب تساوي الحرارة بين الوجهين بازدياد الوقت.**

5. السرعة، إن مقدار الحرارة المنتقلة تتناسب مع سرعة انتقالها في المادة والتي تعتمد بدورها على خواص المادة البنائية أو المادة العازلة المستعملة.

عموما" يعرف التوصيل الحراري: هو عدد الوحدات الحرارية البريطانية التي تمر في مساحة قدم واحد من المادة وبسمك أنج واحد في ساعة واحدة لتعمل فرقا" في درجة الحرارة درجة فهرنهايتية واحدة.

## خاصية التوصيل في المادة تعتمد على:

1. المادة: إن كانت موصلة للحرارة كالمعادن أو غير موصلة كالخشب والطابوق والجص.
2. الكثافة: كلما كانت كثافة المادة أكثر كلما كانت أكثر توصيلا" للحرارة ولنفس المادة كلما كانت ذات مسامية عالية كلما كانت أكثر عزلا" للحرارة.

هناك عوامل ثانوية أخرى من شأنها التأثير في نقل الحرارة وهي الرطوبة في المادة ووضع ألياف أو بلورات المادة وخواص هذه الألياف.

## انتقال الحرارة إلى الأبنية:

يمكن تقسيم الحرارة التي تخترق المبنى والتي يفترض التخلص منها باستعمال أجهزة التكييف للحفاظ على درجة الحرارة الملائمة إلى ثلاثة أنواع هي :

1. الحرارة التي تخترق الجدران والأسقف والأرضيات والتي تكون معرضة للخارج وذلك عندما تسخن بفعل أشعة الشمس أو الهواء الحار وتنتقل للداخل بطريقة التوصيل.
2. الحرارة التي تخترق النوافذ والأبواب والفتحات الأخرى عن طريق الأشعة.
3. الحرارة التي تنتقل عبر فتحات التهوية بفعل الهواء الذي ينتقل من الخارج الى الداخل وينقل معه الحرارة.

* وتقدر الحرارة التي تخترق الجدران والأسقف في أيام الصيف بنسبة 60-70 ٪ من الحرارة المراد إزاحتها بأجهزة التكييف، وأما البقية فتأتي من النوافذ وفتحات التهوية.

وتقدر نسبة الطاقة الكهربائية المستهلكة في الصيف لتبريد المبنى بحوالي 66 ٪ من كامل الطاقة الكهربائية المستهلكة. ومن هنا تنبع أهمية العزل الحراري لتخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية المستخدمة في أغراض التكييف؛ وذلك للحد من تسرب الحرارة خلال الجدران والأسقف لتحقيق الهدف الوظيفي الملائم للمسكن وتقليل التكلفة.

# المواد المانعة للرطوبة

## العزل الرطوبى:

هو الطريقة التي تمنع مرور الرطوبة أو المياه بين مواد البناء ومن انتشارها داخل المباني سواء كان مصدرها مباشر من المياه الجوفية أو مياه الرشح أو المطر، أو كان مصدرها غير مباشر بأنتقالها عن طريق الخاصية الشعرية من المصادر الرئيسية لها.

تحتاج جميع المنشآت الى عزل مبانيها عزلا" تاما" من الرطوبة والمياه بأستخدام مواد صنعت خصيصا" لمقاومة تأثير الرطوبة في الأبنية والمحافظة عليها لأطول فترة ممكنة.

## خواص المواد المانعة للرطوبة:

1. ان تكون غير مسامية لأن المسامات المتصلة والمستمرة تساعد على الامتصاص.
2. ان لا يتسرب الماء منها وذلك من خلال الشقوق التي تحدث نتيجة الانفعالات التي يتعرض لها المنشأ بحيث تصبح منفذا" للماء.
3. ان لا تتفاعل مع الماء لأن التفاعل معناه تغيير في تركيبها وبالتالي تصبح غير مقاومة للماء.
4. ذات ديمومة تتلاءم مع عمر المنشأ.
5. ان تمتاز بالمرونة لتجنب حصول التشققات نتيجة الحركة التي يتعرض لها المنشأ.
6. ذات تحمل مناسب لمقاومة الاجهادات التي يتعرض لها المنشأ.
7. سهلة الاستعمال وذات كلفة مناسبة.

## أسباب الرطوبة:

1. أتجاه المبنى.
2. مياه المطر.
3. المياه السطحية.
4. المياه الجوفيه.
5. صعود الرطوبة الأرضية من خلال الخاصية الشعرية.
6. التكثيف.
7. النواحي الفنية والعمالة السيئة.

## تأثير وأضرار الرطوبة:

يمكن تلخيص الاضرار الناتجة عن الرطوبة بأضرار انشائية، جمالية وصحية, وكما يلي:

### أ- الأضرار الانشائية: تشمل:

1. المواد البنائية المختلفة يقل تحملها عندما تصبح رطبة.
2. حدوث التزهر وتنشيط تفاعل الأملاح الكبريتية مع المركبات الأسمنتية.
3. صدأ وتأكل المعادن وتلف وفساد الأخشاب المستخدمة.
4. تقليل ديمومة المنشأ نتيجة تأثيرها على ديمومة المواد البنائية.
5. افساد التركيبات الكهربائية في المبنى.

### ب- الأضرار الجمالية:

تسبب الرطوبة ظهور البقع وتشويه منظر البناء نتيجة تلف طبقات الإنهاء للسطوح البنائية وعدم تماسك طبقات البياض واللبخ على المباني مما يؤدي الى انفصالها عن سطح المبنى.

**ج- الأضرار الصحية:**

**للرطوبة تأثير على صحة الأنسان نتيجة خلق بيئة غير ملاءمة للسكن ناتجة عن تلف وتعفن المواد وصدور روائح كريهة منها للمنتفع بالمبنى مع تكاثر الحشرات والفئران وجلب الأمراض كذلك.**

## الطبقات العازلة للرطوبة:

**الغرض من الطبقات العازلة للرطوبة هو منع انتقال مسارات الرطوبة أو المياه من منطقة الى أخرى. وتتجه مسارات الرطوبة والمياه بين مواد البناء الى الأعلى من جدران الأساسات والدور الأرضية وقد تتجه الى الأسفل من السطح وكذلك قد تتجه أفقيا".**

## المواد المانعة للرطوبة أو الطبقات العازلة للرطوبة تنقسم من حيث المرونة الى:

1. **مواد مانعة للرطوبة مرنة:**

**هذه المواد تستخدم في جميع حالات الرطوبة للجدران والأرضيات والسقوف، وتعتبر مواد مثالية في الحالات التي تكون فيها الاشكال المطلوبة لمانع الرطوبة معقدة ( كأن يكون مدرجا" أو كثير الزوايا ) ولمرونة المواد تجعلها قابلة للتحرك وفق حركة الاجزاء البنائية الملامسة لها، ومنها الالواح المعدنية ( الواح الرصاص أو الواح النحاس أو الألمنيوم أو ألواح الحديد المغلون والستينلس ستيل )، القير، الاسفلت واللباد الأسفلتي.**

2. **مواد مانعة للرطوبة نصف مرنة أو شبه صلبة:**

**هذه المواد تستخدم مع الجدران السميكة ولمقاومة ضغط الماء وفي مفاصل التمدد وتشمل انواع الماستك.**

3. **مواد مانعة للرطوبة صلبة:**

**هذه المواد تكون ذات تحمل انشائي وديمومة جيدين الا انها تتشقق نتيجة للحركة التي تتعرض لها في البناء وتشمل مزجات الرمل مع المعاجين، ألواح الاردواز والمواد أو السوائل المضافة للخرسانة.**

## بعض من أنواع المواد المانعة للرطوبة:

1. **اللباد الأسفلتي:**

**عبارة عن ورق سميك او قماش مشبع بالأسفلت ومنثور فوقه الرمل لمنع التصاق الطبقات قبل الاستعمال وبسمك (3-6) ملم وبعرض 1 م ويكون على شكل أطوال، ويستخدم في أعمال قطع الرطوبة في السطوح والجدران.**

**يجب الانتباه عند وضع طبقة مانع الرطوبة بأن تكون السطوح مستوية وخالية من النتوءات أو قطع الحصى الناعم التي تسبب تشقق طبقة اللباد وتتلفه وتكون الطبقات متراكبة فوق بعضها البعض بمسافة ( 1.2-7.5 ) سم تلصق بمادة قيرية كالأسفلت لمنع الأنزلاق، وتراكب الطبقات يكون في الأتجاه المعاكس لسريان المياه ويتم تثبيتها بين طبقتين من مادة قيرية مانعة للرطوبة في السطوح.**

2. **القير:**

**من المنتجات الهيدروكربونية الطبيعية يكون على شكل كتل يتم تسخينه وجعله سائلا" ويستعمل على شكل طبقتين متعاكستين بسمك 1 سم لكل طبقة، يمتاز لمرونته بعدم قابليته للتشقق وتحمله للأثقال وهو مادة رخيصة وكثيرة الأستعمال.**

**3. الأسفلت:**

**من المشتقات النفطية عند تكريره وأنقى من القير الطبيعي، يعبأ في براميل يتم تسخينها لتصل الى درجة الليونة المطلوبة ليستخدم كمانع للرطوبة، ولا يستعمل بسمك كبير وذلك لأحتمال سيلانه عند ارتفاع درجة الحرارة من المرازيب أو الشقوق ولا يجوز غليانه لفترة طويلة لأنه يفقد خاصية المرونة وينكسر بسهولة عند تصلبه ودرجة الأنصهار تتراوح ( 80-90 ) °م.**

**4. الماستك:**

**هي المنتجات الأسفلتية والقيرية الممزوجة مع مواد ملدنة ( مطاط وبلاستك ) ومواد سائلة يتم استعماله كمانع للرطوبة أو كمادة لاصقة لبعض المنتجات البنائية أوفي مفاصل التمدد.**

**5. . الاصباغ الاسفلتية:**

**هي أصباغ مكونة من الأسفلت المذاب في سائل، تستعمل لطلاء السطوح الخرسانية والأنابيب وخزانات المياه والأسس والجدران وغيرها لزيادة مقاومتها للرطوبة نتيجة لتداخل الأصباغ لسد المسامات الموجودة على السطوح المراد طلاؤها وتعمل بسمك ( 1-2 ) ملم.**

**6. المساحيق المانعة للرطوبة:**

**عبارة عن مساحيق سمنتية أو كلسية بنعومة عالية أكثر من الأسمنت تخلط معها اثناء الصنع مواد دهنية تجعلها نافرة للماء وتسد الفراغات التي يتركها السمنت عند خلطه مع الرمل والحصى وبذلك تكون كتلة غير مسامية، تخلط المساحيق مع الخرسانة أو مع المواد الرابطة المستعملة في الأنهاء وبنسب ( 2-7 ) % من حجم الأسمنت ومنها ما يعرف بـ ( البادلو ).**

*** يفضل ان تكون الخرسانة بنسبة خلط ( 1:2:4 ) وسمك طبقة الخرسانة لايقل عن 8 سم.**

*** البادلو يخلط بنسبة 5 % من وزن الأسمنت ونسبة الماء المضافة ( 10-15 ) % من مجموع حجم الرمل والأسمنت.**

**7. السوائل المانعة للرطوبة:**

**عبارة عن مواد سائلة تخلط مع الخرسانة بنسبة 10 % من ماء الخلط لتتصلب وتسد المسامات الموجودة في الخرسانة وتعمل بسمك ( 7-12 ) سم ويسمى ساف مانع الرطوبة ونسبة خلط الخرسانة ( 1:2:4 ) ومنها مادة السيكا.**

*** من خواص هذه المواد انها ذات أصل دهني لها القابلية على الذوبان في الماء وعند جفافها تفقد القابلية على الذوبان وتمنع مرور الماء لكونها مواد دهنية وتتحول الى مادة جيلاتينية تسد الفراغات الدقيقة الموجودة بين ذرات الأسمنت.**

**8. الكاشي السيراميكي المزجج:**

**يستعمل لمنع الرطوبة من الأنتقال افقيا" في الجدران وخاصة" المعرضة الى الرطوبة المستمرة مثل جدران المطابخ والحمامات.**

**9. القرميد المزجج:**

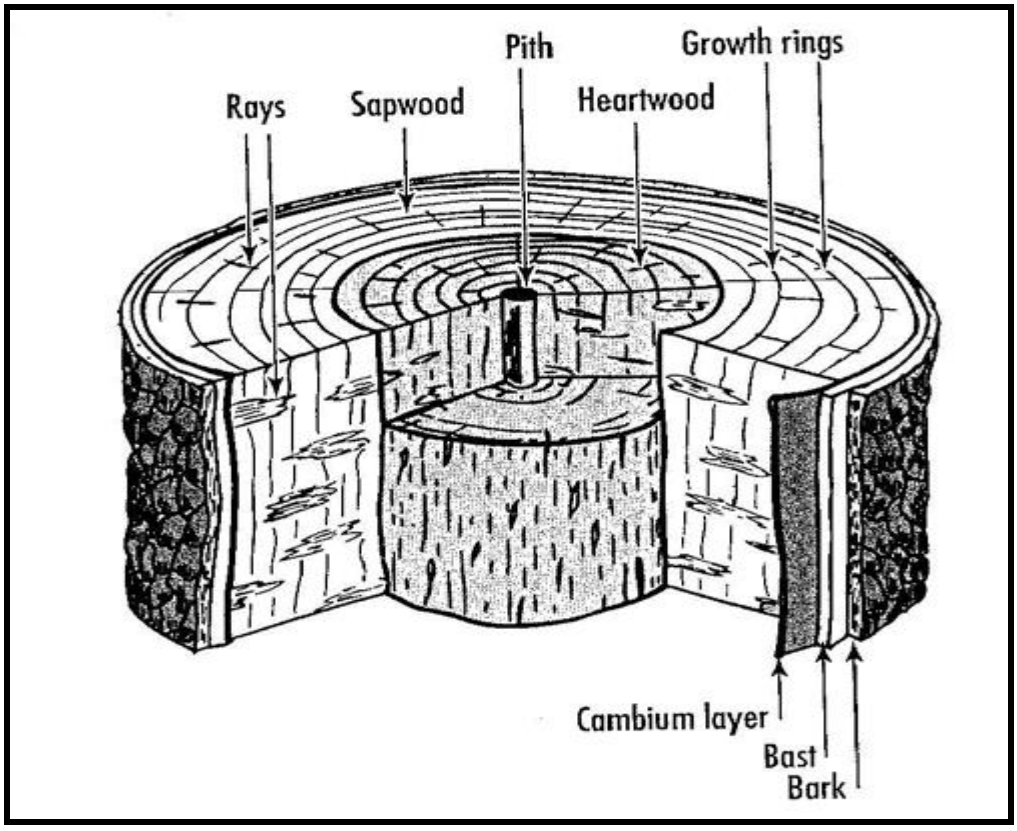
**يصنع القرميد من مادة فخارية ويكثر استعماله في عزل الأسطح المائلة للمبنى ويمتاز بالمنظر الجميل والعمر الطويل والمقاومة العالية للماء والرطوبة مع امكانية طلاءه بالألوان.**

# الأخشاب

## الأخشاب:

**تعتبر من المواد الاساسية في الإنشاء والواسعة الإستعمال والتي من الواجب هندسيا" معرفة تصنيف الأشجار ونموها وتركيبها. يمكن معرفة صفات الأخشاب وخواصها من خلال دراسة تركيب انسجتها، اللون، الكثافة والرائحة ومن معرفة هذه الخواص تتعين قيمة الخشب واستعمالاته في الأغراض المختلفة.**

**بصورة عامة الخشب يتركب من الياف قوية يتخللها مواد سليلوزية مكونة في أكثر الأشجار من حلقات ذات مركز واحد وهو لب الجذع وتدل هذه الحلقات على عمر الشجرة، وتختلف الحلقات في سمكها باختلاف نوع الشجرة، موقع الحلقة، نمو الشجرة وكثافة الأشجار في مكان النمو وكما مبين في الشكل أدناه.**



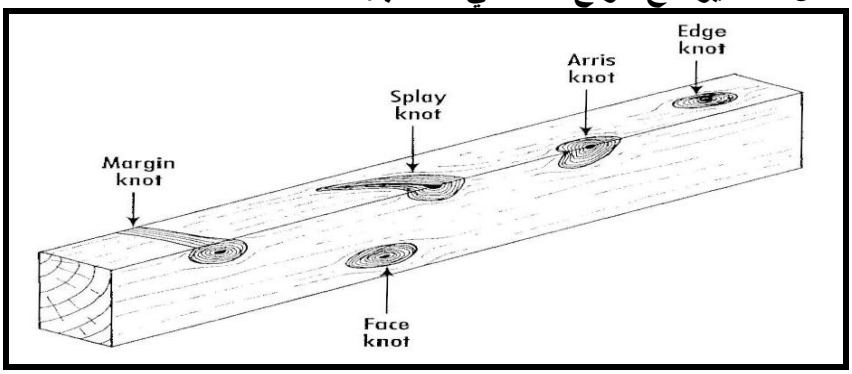

**مقطع طولي وعرضي في جذع شجرة**

## عيوب الخشب الطبيعية:

**من العيوب الطبيعية التي تقلل من قيمة الأخشاب اقتصاديا" ما يلي:**

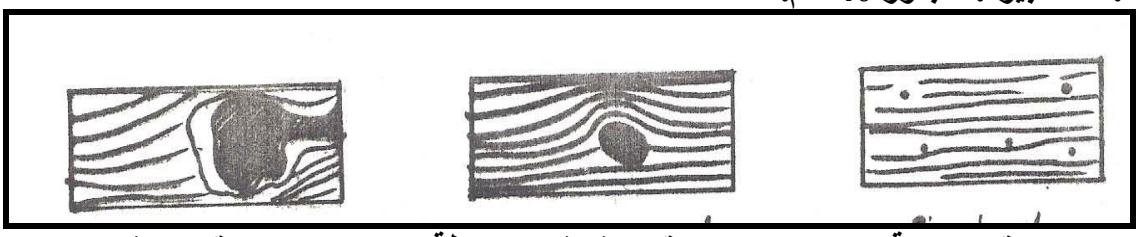
1. **العقد:**

**وهي محل بداية أي غصن في الشجرة الرئيسية وهي نوعين عقد صحيحة وعقد غير صحيحة، وجود العقد له تأثير في الخشب من ناحية سهولة الأشتغال به وسهولة تركيبه مع بعضه البعض وقوته، والشكل أدناه يوضح أنواع العقد في الخشب.**




**<u>يمكن أن تصنف العقد الى أنواع كالتالى:</u>**

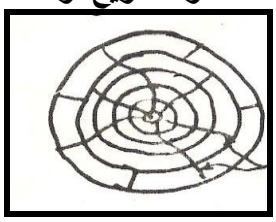
**أ. عقد دبوسية: لاتتجاوز 6.5 ملم.**
**ب. عقد صغيرة: بين ( 6.5 – 20 ) ملم.**
**ج. عقد متوسطة: بين ( 20 – 40 ) ملم.**
**د. عقد كبيرة: تتجاوز 40 ملم.**



**عقد دبوسية** **عقد صغيرة ومتوسطة** **عقد كبيرة**

**2. <u>الشقوق الشعاعية:</u>**

**وهي شقوق تحدث من مركز لب الشجرة متجهة للخارج، سبب هذه الشقوق من بعض القوى داخل الجذع في بعض الأشجار ذات النمو السريع أو أثناء عملية غسل وتجفيف الخشب.**



**3. <u>الشقوق الدائرية:</u>**

**هي شقوق ناتجة من انفصال الحلقات عن بعضها وحصول شقوق بينها وسببها يرجع الى تعرض الأشجار في أثناء نموها الى حركة قوية بسبب الرياح ولا يظهر هذ الإنفصال إلا بعد غسل وتجفيف الجذع.**

4. **الرضوض:**
**هي ناتجة عن اصطدام الساق بكتلة قوية صلبة فتنكسر أو تنكمش في بعض أليافها التي تصطدم بالأرض.**

5. **الإنكماش:**
**يحدث نتيجة تباين التمدد والتقلص في أقسام المقطع الواحد وذلك لكون ألواح الخشب مقطوعة من أماكن مختلفة من مركز اللب وعندما تجف بتأثير الشمس أو عندما تحصل على الرطوبة من الهواء تنحني.**

6. **التعفن:**
**يحصل نتيجة وصول الرطوبة الى الخشب فتتكون الفطريات والحشرات التي تحول الخشب الى مسحوق متسوس.**

## فوائد ومزايا استخدام الأخشاب:

1. **مادة طبيعية متوفرة.**
2. **امكانية نقلها بسهولة بعد تقطيعها.**
3. **صناعة الخشب سهلة مقارنة" بصناعة المعادن.**
4. **تعتبر مادة مثالية للإستخدام في أعمال الموانئ لأنه غير معرض للصدأ.**
5. **مادة صالحة للإستخدام في أعمال الديكور.**
6. **مادة عازلة للكهرباء والحرارة.**
7. **بالإمكان تقوية الخشب وتحسين خواصه من خلال معالجته أو تغليفه بمواد مقوية.**

## تجفيف الأخشاب:

**الأخشاب المقطوعة حديثا" يتم تجفيفها لإحتوائها على نسبة رطوبة عالية تبلغ أحيانا" 40 % من وزن الخشب ويجب أن لا تزيد كمية الرطوبة التي يحتويها الخشب على 12 %، والتجفيف يصاحبه تقلص في حجم الخشب الذي لا يكون متساويا" في كل الأتجاهات بسبب تركيب الخشب.**
**تسبق عملية تجفيف الأخشاب عادة" عملية غسل للأخشاب بالماء الجاري لمدة لا تتجاوز اسبوع واحد وذلك لكي يحل الماء محل العصارة البنائية للخشب.**

*** من الأسباب الداعية إلى تجفيف الخشب:**

1. **التقليل من وزن الخشب.**
2. **تقليل نسبة التقلص والإلتواء.**
3. **زيادة مقاومة الإنحلال ( مقاومته الطويلة للظروف الخارجية والبيئية أثناء الإستعمال).**
4. **تحسين قوته وخواصه الميكانيكية.**
5. **ازالة الأملاح والمواد العضوية والصمغية في ألياف الخشب.**

6. اعداده لعمليات الحفظ ( تهيئته للحفاظ عليه من التلف والتآكل والتسوس).

## طرق تجفيف الأخشاب:

1. **التجفيف الطبيعي:**

وهو تجفيف الخشب بتعريضه إلى حالات جوية اعتيادية. التجفيف الطبيعي يتم بمرحلتين الأولى رص الخشب في الهواء الطلق وبأرتفاع ( 1-1.5 ) م حيث يفقد الخشب حوالي 75 % من رطوبته ومن ثم يخزن في مخازن ومسقفات جافة، والمدة اللازمة للتجفيف الطبيعي تعتمد على درجة حرارة ورطوبة الجو وتتراوح من بضعة أشهر إلى سنتين وعادة تحسب سنة واحدة لتجفيف سمك 1 سم من الخشب.

2. **التجفيف الصناعي:**

تتم عملية التجفيف بوضع جذوع الأشجار في أفران خاصة ويمررعليها بخارماء حار أو هواء حار بدرجة حرارة معينة، ويستخدم التجفيف الصناعي للإسراع من عملية التجفيف حيث تقلل المدة اللازمة للتجفيف إلى ساعة واحدة أو قد يستغرق عدة أيام.

3. **التجفيف الكيميائي:**

بهذه الطريقة يتم معالجة الخشب بمواد كيميائية خاصة تجعله ذو مقاومة للتغييرات الجوية وللحصول على صفات جيدة وحسب نوعية الخشب ودرجة التجفيف المطلوبة.

## أنواع الأخشاب:

الخشب أنواع متعددة نسبة للأشجار المختلفة ولكل نوع ميزات وخواص معينة تختلف عن النوع الأخر، بشكل عام تصنف الأشجار إلى نوعين أساسيين:

1. **الخشب الطبيعي: وهو نوعين:**
   أ. **أخشاب رخوة:**

هي أخشاب ناتجة من أشجار تنمو بسرعة ويكتمل نموها في سنتين أو ثلاثة ودائمة الخضرة، مثل أشجار الصنوبر والتي يطلق عليها محليا" اسم خشب الجام، تستعمل هذه الأخشاب في الأعمال الإنشائية والنجارية داخل الدور كالأبواب.

*خشب الجام: مصطلح يطلق على الأخشاب اللينة التي تنتج من أشجار الصنوبروهو خشب ذو لون أبيض ويتأثر كثيرا" بالحرارة والرطوبة، يتمدد بالشتاء ويتقلص بالصيف ويمتاز بأنه رخيص وسهل التشغيل ومتوفر بمقاسات وأطوال مناسبة وتبلغ كثافته بحدود 430 كغم/م$^3$.

ب. **أخشاب صلدة:**

**هي أخشاب ناتجة من أشجار تنمو ببطء وغير دائمة الخضرة يكتمل نموها خلال عشرات السنين وتمتاز أخشابها بكونها ثقيلة نسبيا"، مثل أشجار الجوز، الصاج، لبلوط والجاوي، هذه الأخشاب تستعمل في أعمال النجارية الدائمة ولأغراض الزخرفة والديكور خارج الدور وداخلها.**

*** خشب الصاج: من الأخشاب الصلدة والثقيلة نسبيا" تبلغ كثافته 650 كغم/م$^3$ وهو ذو لون بني أو أحمر ويمتاز بقوة أليافه وتماسكه ويحتوي على كمية قليلة من الأملاح والمواد الصمغية والعضوية في اليافه لذا فهو قليل التأثر بالتمدد نتيجة الرطوبة والتقلص نتيجة الحرارة والحشرات والأرضة.**

*** خشب الجاوي: من الأخشاب الصلدة ولكنه يتأثر بالرطوبة والحرارة ومعرض للحشرات وخاصة الأرضة لإحتواءه على مواد دهنية لذلك هو قليل الأستعمال في أعمال النجارة الدائمية ويكون بلون متباين من أصفر فاتح إلى أحمر غامق.**

**2. الخشب الصناعي:**
**هو خشب مصنع ومهيء قبل الإستعمال في معامل خاصة وهو أنواع منها ألواح معاكس، ألواح ألياف، وألواح نشارة.**

# المعادن
# Metals

## المعادن وإستعمالاتها في الأبنية Metals:

تستعمل المعادن لأغراض إنشائية وبنائية مختلفة حيث تستعمل في صنع أجزاء الهيكل الأنشائي، الأبواب، الشبابيك، الأنابيب ومنتجات أخرى.

من أهم المعادن المستخدمة بصورة رئيسية هي الحديد، النحاس، الرصاص، الخارصين، والألمنيوم وهناك معادن تستعمل لأغراض ثانوية هي النيكل، القصدير، السيليكون، والكروم.

إن مقدار الفائدة من المعدن في الأعمال الإنشائية تعتمد على: ملاءمة المعدن للإستعمال، قابلية الشغل والعمل بالمعدن، وكلفة المعدن.

## إستخدامات المعادن:

1. كمادة إنشائية كما في الأبنية الهيكلية والجملونات.
2. كمادة غير إنشائية على شكل ألواح أو حديد مزخرف في السلالم والأبواب والشبابيك.
3. كمادة محافظة عند استعمالها في تغطية السقوف أو كمانع للرطوبة.
4. كمادة مصنوعة لتكون وسيلة لتجهيز وتصريف المياه كالأنابيب والخزانات وغيرها.

## تصنيف المعادن:

بصورة عامة المعادن تنقسم الى نوعين معادن حديدية ومعادن غير حديدية:

أ. معادن حديدية: هي المعادن التي يعتبر عنصر الحديد المكون الأساسي والرئيسي فيها أضافة الى مواد أخرى وبنسب مختلفة مثل الكربون، الكبريت، منغنيز والفوسفور.

ب. معادن غير حديدية: هي معادن لاتحتوي على عنصر الحديد في تركيبها مثل نحاس، رصاص، خارصين، ألمنيوم، وقصدير.... ألخ.

### أ. المعادن الحديدية ( الحديد ):

يعتبر الحديد من أهم المواد المعدنية المستعملة في الأعمال الإنشائية وذلك لوفرته في الطبيعة بكميات كبيرة وعلى شكل ترسبات حديدية ولكلفة استخلاصه الاقتصادية تجعل منه معدنا" رخيصا".

## تحضير الحديد:

يتم تحضير الحديد بعملية اختزال التي هي تفاعل كيميائي بسيط يتحول فيه اوكسيد الحديد إلى حديد، حيث يتم اختزال خامات الحديد بإضافة اوكسيد الكربون أو الكربون وتعريضها إلى التسخين المستمرفي داخل فرن نفاخ ويكون الناتج فيها حديد الزهر وغازات منها أول وثاني اوكسيد الكربون.

عملية الإختزال تبتدء بتحول اوكسيد الحديد $Fe_2O_3$ بدرجة 200 ºم وتحوله إلى $Fe_3O_4$ ثم إلى FeO ومن ثم إلى الحديد، حيث أن عملية الإختزال تتم في درجة حرارة عالية مقدارها 800 ºم وأوطأ من درجة إنصهار الحديد 1539 ºم عندما يكون نقيا" وبدرجة 1100 ºم عندما يكون فيه مواد غريبة.

**معادلة الإختزال** $2\ Fe_2O_3 + 3C = 4\ Fe + 3CO_2$

## تنقية حديد الزهر:

ينقى الحديد الزهر بمعالجته إما بتقليل أو برفع المواد الغريبة التي فيه وينتج عنه حديد مطاوع أو حديد صلب ( الفولاذ ) وهذه التسميات تتوقف على مقدار المواد الغريبة ونوعياتها.
إن عملية التنقية لحديد الزهر هي عملية تأكسد معقدة يتحول فيها السيليكون إلى اوكسيد السيليكون $SiO_2$ والمنغنيز إلى اوكسيد المنغنيز $MnO_2$ وهكذا لبقية المواد الغريبة تتحول إلى أكاسيد غير قابلة للذوبان في الحديد المنصهر فتطفو على شكل خبث slag أو على شكل غازات متأكسدة، والأوكسجين اللازم لعملية التأكسد مأخوذ من الهواء أو من اوكسيد الحديد المضاف إلى الخليط في الفرن ليتم التفاعل وينتج الحديد الصلب أو المطاوع حسب نوع التنقية.

## يتم تنقية حديد الزهر بالطرق التالية:

1. تحويل حديد الزهر الى حديد مطاوع بأستعمال طريقة الرج Puddling Process.
2. تحويل حديد الزهر الى حديد صلب ( فولاذ ) بالطرق التالية علما" بأن هذه الطرق تعتمد في تنقية الحديد على استعمال المواد القاعدية أو الحامضية لإختزال المواد الغريبة الموجودة في الحديد:
   أ. طريقة بيسمير Bessemer Process أو طريقة استعمال الهواء.
   ب. طريقة سيمنز – مارتن Siemens – Martin Process أو الفرن المفتوح.
   ج. طريقة الفرن الكهربائي The Electric Furnace.

## أنواع الحديد المختلفة وإستعمالاتها:

1. **حديد الأهين ( حديد الصب ) Cast Iron:**

هو حديد يحصل عليه مباشرة" من الفرن النفاخ ويكون بلون غالبا" رصاصي بوجه خشن غير لماع ويحتوي على الكربون، سيلكون، كبريت، فوسفور ومنغنيز بنسب متغييرة.
* حيث أن نسب محتويات حديد الاهين هي: حديد ( 92 - 95 ) %، كربون ( 2 – 4.5 ) %، سيلكون ( 1 - 3 ) %.

## مميزات حديد الاهين:

1. يمتاز الأهين بالتركيب البلوري لحبيباته.
2. هش لا يتحمل الشد والقص ولكنه يتميز بقوة عالية في تحمل الضغط ، وتبلغ معدل مقاومة الشد والضغط فيه 150 $N/mm^2$ و 500 $N/mm^2$ على التوالي.
3. درجة انصهاره حوالي 1200 ºم.
4. لا يقاوم الصدمات المفاجئة.
5. لا يمكن ان يلحم لكونه هش.
6. وزنه النوعي 7.5 .
7. مقاومة للطرق ولدونة قليلة.

8. مقاوم للتآكل ولا يصدأ بسهولة.

**أستعمالات حديد الاهين:**

1. يستعمل الأهين في عمل الأجزاء الحديدية التي تصب عادة" مثل أنابيب المجاري وملحقاتها.
2. لكونه لا يتآكل ولا يصدأ بسهولة لذا يستعمل في عمل الأجزاء المعرضة الى الجو مثل أعمدة المصابيح.
3. يستعمل كمادة خام في صناعة الفولاذ والحديد المطاوع.
4. يستعمل في عمل الأجزاء المعرضة الى اجهادات انضغاط عالية لكونه يتحمل الضغط كما في مساند المكائن الثقيلة.

2. **حديد المطاوع Wrought Iron:**

هو حديد يصنع من تنقية حديد الزهر ويكون بلون اغمق من لون حديد الزهر. يحتوي على حديد بنسبة 98 %، كربون بنسبة ( 0.1 – 0.25 )%، خبث بنسبة ( 2 – 3 )%، ونسب ضئيلة من كبريت، منغنيز، فوسفور وسيلكون.

**مميزات حديد المطاوع :**

1. له تركيب ليفي ووجه لماع.
2. درجة انصهاره حوالي 1500 $^{o}$م.
3. مقاوم للصدمات المفاجئة.
4. مقاومة الشد القصوى هي حوالي 400 $N/mm^2$، و مقاومة الإنضغاط القصوى هي حوالي 200 $N/mm^2$.
5. الوزن النوعي 7.25.
6. لا يمكن ان يكون مغناطيس دائم ولكن يمكن ان يكون ممغنطا" بصورة مؤقتة.
7. قابلية الطرق واللدونة عالية.
8. يمكن أن يصدأ بسهولة أكثر من حديد الصب.
9. يلين في درجة حرارة حوالي 1000 $^{o}$م بعدها يمكن أن يطرق الى أي شكل مطلوب.

**استعمالات حديد المطاوع:**

1. تصنع منه الأدوات الزراعية المختلفة وخطاف الرفع.
2. يستعمل كمادة خام في صناعة الفولاذ Steel.
3. لكونه سهل اللحم يستعمل بشكل كبير في أعمال الزخرفة الحديدية.

3. **الفولاذ Steel:**

هو المادة الأكثر أهمية في البناء وأكثر أنواع الحديد استعمالا" ويحتوي على كربون بنسب تتراوح من 0.15 % ( فولاذ لين جدا" ) الى 1.5 % ( فولاذ صلب جدا" )، وقد يحتوي على عناصر أخرى بكميات قليلة.

يحتوي الفولاذ على: الحديد بنسبة 99 %، كربون بنسبة (0.15–1.5)%، فوسفور وكبريت أقل من 0.1%، منغنيز لغاية 0.5 %، سيلكون لغاية 0.3 %.

* **النسبة المئوية الأعلى للكربون معناه فولاذ أصلب وأقسى واعتمادا" على هذه النسبة فأن الفولاذ يصنف الى المجموعات التالية:**

أ. فولاذ منخفض الكربون جدا" نسبة الكربون أقل من 0.15 %.
ب. فولاذ منخفض الكربون أو فولاذ معتدل نسبة الكربون تتراوح بين ( 0.15 – 0.3 ) %.
ج. فولاذ الكربون المتوسط نسبة الكربون تتراوح بين ( 0.3 – 0.6 ) %.
د. فولاذ عالي الكربون أو الفولاذ الصلب نسبة الكربون تتراوح بين ( 0.6 – 1.5 ) %.

## مميزات الفولاذ منخفض الكربون أو الفولاذ المعتدل:

1. لونه أزرق غامق لامع.
2. له تركيب ليفي.
3. درجة انصهاره حوالي 1400 ºم.
4. يتحمل الصدمات المفاجئة.
5. مقاومته للشد عالية.
6. الوزن النوعي 7.8.
7. قابل للطرق ولدن ومرن.
8. يمكن أن يشكل مغناطيس دائم.
9. يمكن أن يصدأ بسرعة وبسهولة.
10. يتحمل الضغط بدرجة كافية.
11. يمكن أن يصوغ ويلحم بسهولة.

## استعمالات الفولاذ منخفض الكربون:

1. يستعمل في صنع قضبان التسليح وحديد الشيلمان بمقاطع مختلفة والمشبكات الحديدية وصفائح مستوية أو مضلعة.
2. يستعمل في صنع الثلاجات ومكيفات الهواء.
3. يستعمل في أعمال انشائية مختلفة من بنايات، جسور، أبراج وبنايات صناعية.
4. يستعمل في صنع الأنابيب.

## مميزات الفولاذ عالي الكربون أو الفولاذ الصلب:

1. له تركيب حبيبي.
2. صلب جدا".
3. وزنه النوعي 7.9.
4. لايمكن أن يصوغ ولا يلحم بسهولة.
5. يمتص الصدمات والأهتزازات بصورة جيدة.
6. مرن أكثر من الفولاذ المعتدل.
7. هش وأقل لدونة من الفولاذ المعتدل.
8. يصدأ بسرعة.
9. يشكل مغناطيس دائم.
10. لايتحمل الضغط.

## استعمالات الفولاذ عالي الكربون:

1. يستعمل في الخرسانة المسبقة الجهد.
2. تصنع منه السكاكين، الأبر والأدوات الجراحية.

## ب. المعادن غير الحديدية:

**تشمل الأنواع التالية:**

### 1. الألمنيوم Aluminum:

**هو معدن بلون فضي وبوجه لماع صقيل أو غير لماع، ويصنع على شكل سبائك مختلفة بخواص عديدة بالنسبة لإستعمالاتها ( منها الصلب أو غير قابل للتآكل أو قابل للصبغ) وتهيأ بشكل صفائح مستوية أو مضلعة أو قطع مختلفة.**

*** يستعمل الألمنيوم في عمل الشبابيك، الأبواب، واجهات المحلات التجارية، القواطع، البيوت المتنقلة،... ألخ.**

**خواص الالمنيوم:**

1. **القابلية على مقاومة التآكل والصدأ لأنه يكون طبقة خفيفه من اوكسيده ( اوكسيد الألمنيوم ) على وجهه والتي تحافظ على الطبقات السفلى منه.**
2. **القابلية على الطرق.**
3. **التوصيل العالي للحرارة والكهرباء والقابلية على عكس الحرارة والضوء.**
4. **مقاومة الحرائق ( لا ينصهر الا في درجة حرارة ( 530-660 ) °م ).**
5. **يعتبر معدن غير سام وخفيف الوزن.**

### 2. النحاس وسبائك النحاس Copper & Copper Alloys:

**هو معدن متوفر على شكل صفائح أو قضبان أو أسلاك وبأنواع منها اللين والمتوسط الصلادة والصلد.**

*** يستعمل النحاس بعد خلطه مع المعادن على شكل سبائك أهمها:**

1. **الصفر Brass: سبيكة ( نحاس + خارصين ) بنسبة نحاس عالية 57 %.**
2. **البرونز Bronze: سبيكة ( نحاس + قصدير ) وأحيانا" يخلط الألمنيوم بدل القصدير.**

*** يستعمل النحاس في أغراض بنائية مثل عمل الخزانات، مفاصل منع الرطوبة والتمدد، في صنع أنابيب مجاري المياه وخاصة الحارة، وفي عمل الحنفيات والأقفال والأسلاك الكهربائية.**

**من خواص النحاس:**

1. **مقاومته للتآكل.**
2. **التوصيل الجيد للحرارة والكهرباء.**
3. **القابلية على الطرق والسحب.**
4. **قابل للتأكسد في الهواء مكونا" طبقة خفيفة من اوكسيد النحاس التي تحافظ على الأجزاء الداخلية منه.**

5. عند تعرضه الى الماء والرطوبة المستمرة يتحول إلى كاربونات النحاس الخضراء السامة.

3. **الرصاص Lead:**

من المعادن اللينة وسهلة الإنثناء والقابلة للطرق وهو بارد ويكون بلون رمادي مائل للزرقة الخفيفة.

* يستعمل لأغراض بنائية منها عمل الصفائح لتغطية السقوف المنحدرة، في مفاصل منع الرطوبة، في عمل أنابيب توصيل الماء والحنفيات والأقفال، ويستعمل في لحيم أجزاء الأنابيب الحديدية (الأهين والمطاوع ).

4. **الخارصين Zinc:**

من المعادن التي تتفاعل مع الأوكسجين ويتأكسد بسرعة ويتوقف مقدار مقاومته للتآكل على سمك طبقته أو سمك الغلونة.

* يستعمل بكثرة في غلونة أنابيب المياه وملحقاتها.

# مواد الانشاء
# (الجزء العملي)

# تجارب مواد الأنشاء

**أولا":**
**تعريف الطالب على المختبر والمعدات الأساسية فيه والموازين.**

**ثانيا":**
**أسلوب كتابة التقارير المختبرية:**

**أ. الصفحة الأولى يكتب فيها مايلي:**
- **أسم التجربة:**
- **رقم التجربة:**
- **تأريخ اجراء التجربة:**
- **تأريخ تقديم التقرير:**
- **أسم القائم بالتجربة:**
- **أسماء المجموعة:**
- **تسلسل المجموعة والشعبة:**

**ب. الصفحات الأخرى يكتب فيها مايلي:**
- **الغرض من التجربة:**
- **المواصفات الخاصة بالتجربة:**
- **توضيح المواصفة بما يخص كيفية تحضير النماذج:**
- **الأجهزة والأدوات المستخدمة:**
- **طريقة عمل التجربة:**
- **الحسابات والنتائج:**
- **الرسومات التوضيحية:**
- **المناقشة:**
- **ورقة العمل المختبري يذكر فيها اسم التجربة، النتائج، التأريخ والتوقيع.**

# الطابوق الطينى

## فحوصات الطابوق الطينى:

- الأبعاد القياسية.
- الكثافة الإجمالية.
- المسامية ( طريقة الحجم ).
- الامتصاص.
- التزهر.
- مقاومة الانضغاط.
- الأملاح الذائبة.

# فحص الأبعاد القياسية للطابوق الطيني
# Standard Dimensions

**رقم الفحص: 1**

**الأبعاد القياسية للطابوق الطيني الصلد والمثقب والمجوف:**

| الطول ( سم ) | العرض ( سم ) | الإرتفاع ( سم ) |
|---|---|---|
| 24 | 11.5 | 7.5 |

**على أن لا تزيد نسبة الثقوب عن 25% في حالة الطابوق المثقب، وتزيد نسبة الفجوات عن 25% في حالة الطابوق المجوف.**

## الغرض من التجربة:

**تحديد أبعاد الطابوق.**

## الأجهزة والأدوات المستعملة:

1. **فرن تجفيف من النوع المهوى وبدرجة حرارة ( 110 – 115 ) °م.**
2. **أدوات قياس ( مسطرة، شريط، فيتة ).**

## تحضير النماذج:

**يتم انتخاب ما لا يقل عن عشر طابوقات كاملة من الكمية الكلية للطابوق المراد فحصه ويتم ترقيمها.**

## طريقة العمل:

1. **تجفف النماذج في الفرن بدرجة حرارة ( 110 – 115 ) °م لمدة لا تقل عن 24 ساعة.**
2. **تستخرج النماذج من الفرن وتبرد بدرجة حرارة الغرفة.**
3. **باستعمال أدوات القياس يتم أخذ قياسات الأبعاد ( تؤخذ على الأقل 3 قراءات للقياس على كل جانب، ثم يؤخذ معدل هذه القراءات لتمثل قياسات الأبعاد ).**
4. **يؤخذ معدل قياسات 10 نماذج.**
5. **تقارن الأبعاد مع حدود المواصفات لغرض معرفة مدى مطابقتها.**

## الحسابات والنتائج:

**يتم تهيئة جدول النتائج كالأتي:**

| رقم الطابوق | الطول | العرض | الأرتفاع | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | L1<br>L2<br>L3 | B1<br>B2<br>B3 | H1<br>H2<br>H3 | |
| | معدل الطول ( سم ) | معدل العرض ( سم ) | معدل الأرتفاع ( سم ) | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| المعدل الكلي | معدل الطول 10 وحدات | معدل العرض 10 وحدات | معدل الارتفاع 10 وحدات | المطابقة مع المواصفات وبيان النتيجة |

## حدود المواصفات:

**حددت المواصفة القياسية العراقية الحد الأدنى والأعلى للتفاوت بمقدار 3 % للطول والعرض، و 4 % للارتفاع.**

## المناقشة:

1. **هل النماذج مطابقة للمواصفات.**
2. **أهمية اختيار نماذج الفحص المناسبة.**

## ملاحظة:

**النتيجة النهائية نحصل عليها من جمع النتائج للنماذج المفحوصة وتقسم على عدد الفحوص فيكون المعدل هو الناتج النهائي.**
**ويتم تدقيق النتائج فإذا كان فيها أي نموذج ناتج مباشر أقل أو أكثر من المعدل للنتائج المباشرة لجميع الفحوص بمقدار ( 10 – 15 ) % عندئذ يهمل النموذج، وإذا كانت عدد النماذج الفاشلة نصف أو أكثر من النماذج المفحوصة عندئذ يجب إعادة انتخاب أو عمل النماذج مجددا" وإعادة الفحص.**

# فحص الكثافة الإجمالية للطابوق الطيني
# Density

**رقم الفحص: 2**

**الغرض من التجربة:**
**تحديد كثافة الطابوق.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **فرن تجفيف من النوع المهوى وبدرجة حرارة ( 110 – 115 ) °م.**
2. **أدوات قياس ( مسطرة، شريط، فيته ).**
3. **ميزان.**

**تحضير النماذج:**
**يتم انتخاب ما لا يقل عن عشر طابوقات كاملة من الكمية الكلية للطابوق المراد فحصه.**

**طريقة العمل:**

**أ. بالنسبة إلى الطابوق الصلد ( المصمت ):**
1. **تجفف النماذج في الفرن بدرجة حرارة ( 110 – 115 ) °م لمدة لا تقل عن 24 ساعة.**
2. **تستخرج النماذج من الفرن وتبرد بدرجة حرارة الغرفة.**
3. **توزن النماذج وكذلك تؤخذ أبعادها ( كما موضح في الفحص رقم 1 ).**
4. **يحسب حجم كل طابوقة ( الطول * العرض * الارتفاع ).**
5. **تستخرج الكثافة الإجمالية ( غم / سم$^3$ ) من المعادلة:**

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الوزن ( غم )}}{\text{الحجم ( سم}^3\text{ )}}$$

6. **يحسب معدل الكثافة للنماذج العشرة وتقارن مع حدود المواصفات لبيان المطابقة.**

**ب. بالنسبة إلى الطابوق المثقب والمجوف:**
1. **تجفف النماذج في الفرن بدرجة حرارة ( 110 – 115 ) °م لمدة لا تقل عن 24 ساعة.**
2. **تستخرج النماذج من الفرن وتبرد بدرجة حرارة الغرفة.**
3. **توزن النماذج وكذلك تؤخذ أبعادها ( كما موضح في فحص 1 ).**
4. **يحسب حجم كل طابوقة من أحدى الطريقتين التاليتين:**

**الطريقة الأولى: إيجاد حجم الثقوب أوالتجاويف في الطابوق بالقياس ثم نجد حجم الطابوقة الحقيقي من طرح حجم الثقوب أوالتجاويف من الحجم الكلي للطابوقة.**

**الطريقة الثانية: تغمر الطابوقة في الماء لحين التشبع ثم توضع في إناء مدرج فيه ماء ويحسب حجم الطابوقة من فارق حجمي الماء قبل وبعد وضع الطابوقة.**

**5. تستخرج الكثافة الإجمالية ( غم / سم$^3$ ) من المعادلة:**

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الوزن ( غم )}}{\text{الحجم ( سم}^3\text{ )}}$$

**6. يحسب معدل الكثافة للنماذج العشرة وتقارن مع حدود المواصفات لبيان المطابقة.**

## الحسابات والنتائج:

**يتم تهيئة جدول النتائج كالأتي:**

| رقم الطابوق | معدل الطول (سم) | معدل العرض (سم) | معدل الأرتفاع (سم) | الحجم (سم$^3$) | الوزن (غم) | الكثافة الأجمالية (غم/سم$^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| معدل الكثافة الإجمالية (غم/سم$^3$) ل 10 نماذج | | حدود المواصفات | | | النتيجة | |

## حدود المواصفات:

**حددت المواصفة القياسية العراقية كثافة الطابوق الطيني بحدود ( 1.7 – 1.9 ) غم/سم$^3$.**

## المناقشة:

**1. تأثير كثافة الطابوق على خواصه.**

# فحص المسامية للطابوق الطيني ( بطريقة الحجم )
# Porosity

**رقم الفحص: 3**

## المقدمة:
**المسامية هي نسبة مجموع المسام في حجم معين من الطابوق إلى حجمه الكلي.**

$$\text{المسامية}(\%) = \frac{\text{حجم المسامات}}{\text{حجم الطابوق}} * 100$$

## الغرض من التجربة:
**إيجاد نسبة حجم الفراغات الموجودة في حجم قطعة معينة من الطابوق الطيني.**

## الأجهزة والأدوات المستعملة:
1. **أنبوب اختبار مدرج.**
2. **ماء مقطر.**
3. **سلك معدني رفيع.**
4. **قطعة من الورق المقوى.**
5. **مسمار.**
6. **فرن تجفيف من النوع المهوى وبدرجة حرارة ( 110 – 115 ) $^{o}$م.**

## تحضير النماذج:
**تؤخذ قطع صغيرة من الطابوق وغير منتظمة وبطول لا يتجاوز 6 سم وعرض مناسب بالنسبة الى قطر الأنبوب المدرج وبسمك لا يتجاوز 1.5 سم، مع التأكد من كون القطعة المختارة صلبة ولا تتفتت بسهولة وخالية من الغبار.**

## طريقة العمل:
1. **تحضير 5 نماذج للفحص.**
2. **تجفيف النماذج في الفرن لمدة لا تقل عن 6 ساعات ومن ثم يتم تبريدها في درجة حرارة الغرفة.**
3. **توضع كمية من الماء المقطر بحجم معين ح1 في الأنبوبة المدرجة، ويربط نموذج الفحص بسلك معدني رفيع ويغمر في الأنبوبة المدرجة.**
4. **يربط أعلى السلك المعدني بعود مناسب أو مسمار ويثبت بقطعة من الورق المقوى بمساحة تزيد عن مساحة فتحة الأنبوب المدرج وتوضع على فتحة الأنبوب أثناء التجربة لتقلل من احتمال تبخر الماء، ويجب أن يكون طول السلك كافي لأن تكون الطابوقة المغمورة بالماء في ضمن المنطقة الوسطية من أسفل الأنبوب المدرج وأعلى مستوى الماء.**

5. يبقى النموذج في الماء لمدة ساعتين مع الرج المستمر كل 15 دقيقة إلى الأعلى والأسفل دون أن تمس جدران الأنبوب المدرج أثناء الرج، ثم من بعدها ترفع القطعة من الماء وتؤخذ قراءة للماء المتبقي ويكون حجمه ح2.
6. يعاد غمر النموذج المشبع إلى الماء وتؤخذ قراءة ثالثة لحجم الماء ح3.
7. تكرر الخطوات السابقة على النماذج الخمسة ويؤخذ معدل النتائج لغرض المقارنة مع حدود المواصفات.

## الحسابات والنتائج:

تحسب النسبة المئوية للمسامية كما يلي:

$$\text{المسامية } (\%) = \frac{\text{ح1} - \text{ح2}}{\text{ح2} - \text{ح3}} * 100$$

حيث ان:

ح1: حجم الماء في الأنبوب المدرج قبل غمر النموذج فيه.
ح2: حجم الماء المتبقي في الأنبوب المدرج بعد غمر النموذج فيه واخراجه منه ( أي حجم الماء في الأنبوب بعد ساعتين من الغمر ).
ح3: حجم الماء بعد مرور ساعتين من غمر النموذج والنموذج في الماء.

## حدود المواصفات:

حددت المواصفات الحد الأعلى للمسامية كالأتي:

- اعتمادا" على الطريقة المحلية المتبعة لمعرفة المسامية ( طريقة الحجم ) تعطينا النسب التالية:

| | |
|---|---|
| طابوق ميكانيكي | 38% |
| طابوق يدوي | 42% |
| طابوق الطريقة الجافة | 25% |

- اعتمادا" على الطريقة القياسية الأمريكية لفحص المواد تعطينا النسب التالية:

| | |
|---|---|
| طابوق ميكانيكي | 23% |
| طابوق يدوي | 25% |
| طابوق الطريقة الجافة | 17% |

## المناقشة:

1. تعريف المسامية.
2. تأثير المسامية على خواص الطابوق.
3. هل لطريقة صنع الطابوق تأثير على المسامية؟

# فحص الامتصاص للطابوق الطيني
# Water Absorption

**رقم الفحص: 4**

**المقدمة:**
**الامتصاص هو مدى قابلية الطابوق على امتصاص الماء وامتلاء الفراغات الهوائية الموجودة في الطابوق بالماء ويعتبر الامتصاص خاصية غير جيدة لأنه يقلل من تحمل الطابوق ويسبب التزهر ومشاكل إنشائية أخرى.**

**الغرض من التجربة:**
**إيجاد نسبة الامتصاص للطابوق وتصنيفه حسب نسبة الامتصاص.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **ميزان ذو حساسية 0.1 غم.**
2. **فرن كهربائي مهوى ذو درجة حرارة ( 110 – 115 ) °م.**
3. **حوض مائي.**

**تحضير النماذج:**
**يتم اختيار 10 نماذج للفحص يتم ترقيمها.**

**طريقة العمل:**
**هناك عدة طرق لقياس الامتصاص ومن هذه الطرق:**
أ. **طريقة الغمر لمدة 24 ساعة.**
ب. **طريقة الغليان لمدة 5 ساعات.**

أ. **طريقة الغمر لمدة 24 ساعة:**
1. **تجفف النماذج في فرن كهربائي لمدة لا تقل عن 24 ساعة ولا تزيد على 36 ساعة ولحين ثبوت الوزن.**
2. **تبرد النماذج بدرجة حرارة الغرفة وتوزن بعد التجفيف.**
3. **تغمر النماذج في الماء لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة ما بين ( 15 – 30 ) °م ويجب أن يكون الماء نظيفا" ويفضل استخدام الماء المقطر.**
4. **توزن النماذج وهي مشبعة بعد أن يتم رفعها من الماء وتجفيف سطحها بقطعة قماش رطبة، يفضل أخذ أوزان النماذج خلال 5 دقائق من إخراجها من الماء.**
5. **يحسب مقدار الامتصاص لكل نموذج ويؤخذ معدل الامتصاص لجميع النماذج العشرة ويقارن مع حدود المواصفات لبيان المطابقة.**

ب. **طريقة الغليان لمدة 5 ساعات:**
1. **تجفف النماذج في فرن كهربائي لمدة لا تقل عن 24 ساعة ولا تزيد على 36 ساعة ولحين ثبوت الوزن.**

2. توزن النماذج وتغمر في حوض مائي بطريقة تضمن دوران الماء حول العينات ويزود قعر الحوض بشبكة لضمان حرية دوران الماء بين الطابوق والقعر.
3. تسخين الماء بحيث يصل إلى درجة الغليان في ظرف ساعة تقريبا" ويستمر الغليان لمدة 5 ساعات أخرى، ثم يترك ليبرد النموذج بصورة طبيعية إلى درجة حرارة الغرفة لمدة تتراوح بين ( 16 – 19 ) ساعة ومن ثم ترفع النماذج وتمسح سطوحها بقماش رطب وتوزن في ظرف دقائق.
4. يحسب مقدار الامتصاص لكل نموذج ويؤخذ معدل الامتصاص لجميع النماذج العشرة ويقارن مع حدود المواصفات لبيان المطابقة.

## الحسابات والنتائج:

تحسب نسبة الامتصاص من المعادلة أدناه:

$$\text{امتصاص الماء (\%)} = \frac{\text{و2} - \text{و1}}{\text{و1}} * 100$$

حيث ان:

و1: وزن الطابوق بعد التجفيف في الفرن ( الوزن الجاف ).

و2: وزن الطابوق بعد الغمر في الماء لمدة 24 ساعة ( الوزن المشبع ).

## حدود المواصفات:

المواصفات القياسية العراقية صنفت الطابوق إلى أنواع حسب نسبة الامتصاص:

| الصنف | الحد الأعلى للأمتصاص ( % ) | |
|---|---|---|
| | معدل امتصاص 10 طابوقات | امتصاص طابوقة واحدة |
| أ | 17 | 22 |
| ب | 21 | 26 |
| ج | 25 | 28 |

## المناقشة:

1. تعريف امتصاص الماء.
2. هل للامتصاص تأثير على تحمل الطابوق؟ وما هو هذا التأثير؟
3. طرق حساب الامتصاص.
4. أصناف الطابوق حسب نسبة الامتصاص.

# فحص التزهر للطابوق الطيني
# Efflorescence

**رقم الفحص: 5**

**المقدمة:**

**التزهر هو عملية خروج الأملاح من داخل الطابوقة إلى السطح الخارجي بسبب امتصاص الطابوق للماء ومن ثم جفافه، وسبب وجود الأملاح قد يكون الطابوقة نفسها أو المونة أو الماء المستخدم في المونة.**

**الغرض من التجربة:**

**إيجاد درجة التزهر للطابوق الطيني وبالتالي معرفة المكان المناسب لاستخدامه.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**

1. **أواني معدنية مسطحة بعمق لا يقل عن 5 سم وتحتوي على ماء مقطر بعمق لا يقل عن 2.5 سم.**
2. **غرفة تجفيف درجة حرارتها ( 24 ± 8 ) °م جيدة التهوية.**
3. **فرن تجفيف مهوى بدرجة حرارة ( 110 – 115 ) °م.**

**تحضير النماذج:**

**يتم اختيار عشرة نماذج عشوائيا" وتقسم النماذج العشرة الى خمس مجموعات، بحيث كل مجموعة تتكون من طابوقتين بأكثر تشابه بينهما، واذا كان هناك أي مواد ملتصقة على الطابوق يشتبه بأنها أملاح عندئذ يجب أن ترفع بفرشاة بحيث لا تترك أي أثر.**

**طريقة العمل:**

1. **توضع خمسة طابوقات على نهايات قاعداتها الصغرى في اناء معدني مسطح بعد تأشير مسافة 2.5 سم من القاعدة ( المسافة بين طابوقة واخرى لا تقل عن 5 سم ).**
2. **يملأ الأناء بالماء المقطر لحد 2.5 سم.**
3. **تترك النماذج في غرفة التجفيف لمدة 7 أيام مع اضافة الماء المقطر اليها كلما جف من الأناء.**
4. **توضع الطابوقات الخمسة الأخرى في غرفة التجفيف بدون اضافة الماء للمدة نفسها 7 أيام.**
5. **بعد مرور 7 أيام ترفع النماذج المغمورة جزئيا" بالماء وتوضع في فرن التجفيف لمدة ( 1 – 3 ) ايام.**
6. **تدقق وتفحص النماذج لمعرفة درجة التزهر.**

**ملاحظة:**

1. **لا يسمح بفحص عدة نماذج من مصادر مختلفة في وعاء واحد.**
2. **يجب استبدال الماء بماء نقي نظيف لكل وجبة فحص.**
3. **يمكن ان تكون مدة الغمر بالماء 5 ايام.**

**نتائج الفحص:**

**يعبر عن التزهر بالدرجات التالية:**

1. **معدوم :عندما لا يظهر أي تزهر.**
2. **خفيف :عندما تكون مساحة السطح المغطاة بطبقة خفيفة من الملح لا تزيد عن 10 % من مجموع سطح الطابوقة.**
3. **متوسط :عندما تكون الطبقة الملحية اكثر من 10 % ولا تزيد عن 50 % من سطح الطابوقة على ان لا يصحب ذلك تفتت أو تقشر في السطح.**
4. **كثيف :عندما تكون الطبقة الملحية كثيفة وتغطي اكثر من 50 % من سطح الطابوقة دون ان يصحب ذلك تفتت او تقشر في السطح.**
5. **كثيف جدا:عندما تكون الطبقة الملحية كثيفة جدا ويصحب ذلك تفتت أو تقشر بالسطح أو كلاهما.**

**حدود المواصفة العراقية:**

| الصنف | درجة التزهر |
|---|---|
| أ | معدوم – خفيف |
| ب | خفيف – متوسط |
| ج | خفيف – متوسط |

**المناقشة:**

1. **عرف التزهر، وما هي اهم اسباب وجود الأملاح وظهورها على الطابوقة؟**
2. **ما هي اهم درجات التزهر؟**
3. **ما هي الأماكن المناسبة لاستخدام كل صنف من الطابوق لاغراض البناء؟**

# فحص مقاومة الإنضغاط للطابوق الطيني
# Compressive Strength

**رقم الفحص: 6**

**الغرض من التجربة:**
**ايجاد اعلى قوة تتحملها الطابوقة من مساحة اصغر سطح افقي لها.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **جهاز فحص الضغط العام.**
2. **حوض مائي.**

**تحضير النماذج:**
**يتم اختيار عشرة نماذج عشوائيا" للفحص ويتم ترقيمها، وفي حالة استعمال الطابوق المجوف تملأ الفجوات بمونة الأسمنت أو البورك أو الجص.**

**طريقة العمل:**
1. **تؤخذ النماذج وتغمر في الماء بدرجة حرارة الغرفة وتترك لمدة لا تقل عن 24ساعة أو تشبع بطريقة الغليان.**
2. **ترفع النماذج من الماء وتجفف بقطعة قماش رطبة وتقاس أبعاد اوجهها الأفقية لأُقرب 1 ملم ثم تحسب مساحة الوجه الأصغر والذي يجب أن يعرض للضغط.**
3. **يوضع كل نموذج في جهاز الفحص بين لوحي ماكنة الإنضغاط ثم يسلط عليها الضغط بمعدل 140 كغم/سم$^2$ في الدقيقة الواحدة ولحين فشل النموذج ثم يسجل مقدار الحمل المسلط عليها.**

**الحسابات والنتائج:**
**تحسب مساحة اصغر وجه للطابوق لأقرب 1 ملم = B * L**
**حيث: B يمثل العرض، L يمثل الطول**

$$\text{ويحسب الضغط المسلط على الطابوق ( الضغط الذي تتحمله الطابوقة ) } = \frac{P}{B * L}$$

**يتم ترتيب جدول بالنتائج وكالأتي:**

| رقم النموذج | الطول L | العرض B | المساحة B * L | الحمل عند الفشل (P) | مقاومة الأنضغاط (غم/سم$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| معدل مقاومة الإنضغاط للنماذج المفحوصة | | | | | |
| المطابقة مع المواصفات | | | | | |

## ملاحظة في حالة الطابوق المجوف:

**تملأ الفجوات بمونة الأسمنت ( بعد رفع الطابوقة من الماء ومسحها ) والمتكونة من 1 سمنت : 1.5 رمل ويستعمل سمنت بورتلاندي مع رمل نظيف مدرج يمر من منخل فتحته 3.35 ملم وأن لا تزيد نسبة الماء / الأسمنت على 0.35، وتخزن عينات الطابوق بتغطيتها بقماش الجوت الرطب لمدة 24 ساعة بعد مليء الفجوات بمونة الأسمنت ومن ثم يتم غمرها بالماء لحين اجراء الفحص.**

**كذلك تصب من كل خلطة مونة اربع مكعبات ابعادها 5 سم وتخزن في نفس الظروف التي تخزن بها نماذج الفحص ويعتبر الطابوق صالحا" للفحص عندما لا تقل قوة الإنضغاط لمكعبات المونة عن 280 كغم/سم$^2$ ولا تزيد عن 420 كغم/سم$^2$.**

**لغرض اجراء الفحص بسرعة يمكن ان تملأ الفجوات بالبورك أو الجص الناعم ( بعد رفع الطابوقة من الماء ومسحها ) هذا ويعتبر الطابوق صالحا" للفحص بعد فترة ساعة تقريبا" من مليء فجواته.**

## حدود المواصفات:

| الصنف | الحد الأدنى لتحمل الضغط ( نيوتن / ملم$^2$ ) | |
|---|---|---|
| | معدل 10 طابوقات | تحمل طابوقة واحدة |
| أ | 18 | 16 |
| ب | 13 | 11 |
| ج | 9 | 7 |

## المناقشة:

1. **اهمية فحص مقاومة الأنضغاط.**
2. **الأختلاف في عملية فحص الطابوق الصلد عن المجوف.**
3. **لماذا تغمر نماذج الفحص بالماء قبل عملية فحصها؟**

# فحص الأملاح الذائبة في الطابوق
# Soluble Salts

**رقم الفحص: 7**

**الغرض من التجربة:**
**ايجاد نسبة الأملاح الذائبة في الطابوق.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **ميزان ذو حساسية تصل 0.01 غم.**
2. **انبوب اختبار وبيكر وجفنة تبخير.**
3. **ورقة ترشيح.**
4. **فرن تجفيف مهوى بدرجة حرارة ( 110 – 115 ) °م.**
5. **منخل رقم 30.**

**تحضير النماذج:**
1. **يطحن الطابوق سواء كان النموذج من الطابوقة كاملة أو النموذج جزء من طابوقة.**
2. **يمرر المسحوق الناعم بكامله من منخل رقم 30.**
3. **يخلط المسحوق خلطا" جيدا" قبل أخذ النموذج منه.**
4. **تؤخذ النماذج المطلوب فحصها وعددها لا يقل عن اربعة نماذج من مجموعة الطابوق من نفس المصدر والنوع.**
5. **توزن النماذج بميزان حساس لمعرفة وزن المسحوق ( و1 ).**

**طريقة العمل:**
1. **يؤخذ المسحوق الموزون ويوضع في انبوب اختبار ويضاف فوقه كمية مناسبة من الماء المقطر ثم يرج جيدا" أو يحرك لمدة من الزمن تقارب نصف ساعة ( فترة العمل ثلاث ساعات يتم تحريك الخليط على فترات متقطعة بمعدل عشر دقائق لكل ساعة ) ويترك لمدة 24 ساعة.**
2. **يرشح الماء بأستعمال ورق الترشيح بطبقتين وثم يغسل النموذج مرة ثانية بكمية من الماء المقطر وناتج الغسل يضاف الى الماء المرشح الأول.**
3. **توزن جفنة التبخير وهي فارغة ( و2 ) ويوضع فيها جميع ماء الترشيح.**
4. **توضع الجفنة وماء الترشيح في فرن تجفيف لمدة 24 ساعة وحتى يجف الماء كليا".**
5. **توزن الجفنة وما تبقى فيها من أملاح مترسبة ( و3 ).**

**ملاحظة:**
**يمكن غلي الخليط لمدة خمسة دقائق وترشيحه في وعاء موزون ومن ثم يغلى ماء الوعاء الى درجة الجفاف ويوزن الوعاء مرة ثانية.**

## الحسابات والنتائج:

تحسب النسبة المئوية للأملاح الذائبة في الطابوق كما يلي:

$$\text{نسبة الأملاح الذائبة \%} = \frac{\text{و3} - \text{و2}}{\text{و1}} * 100$$

حيث ان:

و1 = وزن مسحوق الطابوق الجاف.

و2 = وزن الجفنة فارغة.

و3 = وزن الجفنة مع الأملاح المترسبة.

## حدود المواصفات:

الحد الأعلى المسموح به لنسبة الأملاح القابلة للذوبان 0.03 %.

## المناقشة:

1. مسحوق الطابوق اما يكون من طابوقة كاملة أو جزء من الطابوقة، لماذا؟
2. ما هي تأثيرات وجود الأملاح في الطابوق.
3. صفات الماء المستعمل في صنع الطابوق.

## فحوصات الكتل الخرسانية ( البلوك ):

- **الكثافة الجافة.**
- **الأمتصاص.**
- **مقاومة الإنضغاط.**

# فحص الكثافة الجافة للبلوك
# Dry Density

**رقم الفحص: 8**

**الغرض من التجربة:**
**تحديد كثافة البلوك.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **ادوات قياس ( مسطرة، شريط، فيتة).**
2. **فرن تجفيف مهوى بدرجة حرارة ( 110 – 115 ) °م.**
3. **ميزان.**

**تحضير النماذج:**
**يتم اختيار ستة نماذج للفحص، ويجب ملاحظة الكتل المختارة كنماذج من خلال الفحص البصري بحيث يجب أن تكون جميع أوجه الكتل خالية من الشقوق أوالعيوب وأن تكون اوجه الكتل المعدة للإكساء بطبقة واقية مثل اللبخ أو البياض أو غيرها ذات خشونة كافية لتأمين الألتصاق.**

**طريقة العمل:**
1. **تجفيف النماذج في فرن مهوى بدرجة حرارة ( 110 – 115 ) °م لمدة لا تقل عن 24 ساعة ولحين ثبوت الوزن.**
2. **تستخرج النماذج من الفرن وتترك بدرجة حرارة الغرفة ويتم ترقيمها ومن ثم تؤخذ أوزانها الجافة.**
3. **يتم أخذ أبعاد النماذج الطول، العرض، والأرتفاع ( يفضل أخذ معدل كل بعد من الأبعاد).**

**الحسابات والنتائج:**

**يتم حساب حجم كل نموذج = الطول * العرض * الأرتفاع**

$$\text{تحسب الكثافة الجافة من المعادلة} = \frac{\text{الوزن الجاف ( كغم )}}{\text{الحجم ( م}^3\text{ )}}$$

**ويرتب جدول للنتائج كالتالي:**

| رقم النموذج | معدل الطول ( سم ) | معدل العرض ( سم ) | معدل الأرتفاع ( سم ) | الحجم ( م $^3$ ) | الوزن الجاف ( كغم ) | الكثافة الجافة ( كغم/م$^3$ ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| معدل الكثافة للنماذج | | | | | | |
| المطابقة مع المواصفات والنتيجة | | | | | | |

**حدود المواصفات:**

**كثافة الكتل الخرسانية الأعتيادية الوزن أكثر من 2000 كغم/م$^3$ ( بمعدل 2300 كغم/م$^3$ ).**

**المناقشة:**

1. **على ماذا تعتمد كثافة الكتل الخرسانية؟**
2. **هل تختلف كثافة الكتل الصلبة عن المجوفة؟**

# فحص الأمتصاص للبلوك
# Water Absorption

**رقم الفحص: 9**

**الغرض من التجربة:**
**ايجاد نسبة الأمتصاص للبلوك.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **فرن تجفيف مهوى بدرجة حرارة ( 110 – 115 ) °م.**
2. **حوض مائي.**
3. **ميزان.**

**تحضير النماذج:**
**يتم اختيار ما لا يقل عن ثلا ث بلوكات للفحص ( يمكن اختيار اربع بلوكات ).**

**طريقة العمل:**

**طريقة الفحص هي طريقة الغمر لمدة 24 ساعة وكالأتي:**
1. **تجفيف النماذج في فرن مهوى بدرجة حرارة ( 110 – 115 ) °م لمدة لا تقل عن 24 ساعة ولحين ثبوت الوزن.**
2. **تستخرج النماذج من الفرن وتترك بدرجة حرارة الغرفة ويتم ترقيمها ومن ثم تؤخذ أوزانها الجافة.**
3. **تغمر النماذج في حوض مائي لغرض تشبعها ولمدة لا تقل عن 24 ساعة.**
4. **ترفع النماذج من الماء وتمسح بقطعة قماش رطبة ثم تؤخذ أوزانها الرطبة.**

**الحسابات والنتائج:**

**يحسب مقدار الأمتصاص لكل نموذج بالطريقة التالية:**

$$\text{امتصاص الماء (\%)} = \frac{\text{و2} - \text{و1}}{\text{و1}} * 100$$

**حيث ان:**
**و1: وزن البلوك بعد التجفيف في الفرن ( الوزن الجاف ).**
**و2: وزن البلوك بعد الغمر في الماء لمدة 24 ساعة ( الوزن المشبع ).**

**يمكن ترتيب جدول النتائج كالأتي:**

| رقم النموذج | الوزن الجاف ( كغم ) | الوزن المشبع ( كغم ) | نسبة الأمتصاص ( % ) |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| معدل الأمتصاص للنماذج | | | |
| المطابقة مع المواصفات والنتيجة | | | |

## حدود المواصفات:

**النسبة المئوية للإمتصاص للبلوك وبنوعيه الصلد والمجوف لا يزيد عن 8 %.**

## المناقشة:

1. **تعريف امتصاص الماء.**
2. **هل للإمتصاص تأثير على تحمل الكتل؟ وما هو هذا التأثير؟**

# فحص مقاومة الإنضغاط للبلوك
# Compressive Strength

**رقم الفحص: 10**

## الغرض من التجربة:
**ايجاد التحمل الأقصى للكتل الخرسانية.**

## الأجهزة والأدوات المستعملة:
1. **ادوات قياس ( مسطرة، فيتة، شريط ).**
2. **جهاز فحص الضغط العام.**
3. **حوض مائي.**

## تحضير النماذج:
**يتم اختيار ستة نماذج عشوائيا" للفحص ويتم ترقيمها، وفي حالة استعمال البلوك المجوف تملأ الفجوات بمونة الأسمنت أو البورك أو الجص.**

## طريقة العمل:
1. **تؤخذ النماذج وتغمر في الماء بدرجة حرارة الغرفة وتترك لتتشبع لمدة لا تقل عن 24ساعة.**
2. **ترفع النماذج من الماء وتجفف بقطعة قماش رطبة وتقاس أبعاد اوجهها الأفقية لأقرب 1 ملم ثم تحسب مساحة الوجه الأصغر والذي يجب أن يعرض للضغط.**
3. **يوضع كل نموذج في جهاز الفحص بين لوحي ماكنة الإنضغاط ثم يسلط عليها الضغط بمعدل 140 كغم/سم$^2$ في الدقيقة الواحدة ولحين فشل النموذج ثم يسجل مقدار الحمل المسلط عليها.**

## الحسابات والنتائج:
**تحسب مساحة اصغر وجه للبلوك لأقرب 1 ملم = B * L**

**حيث: B يمثل العرض، L يمثل الطول**

**يسجل مقدار القوة التي تؤدي الى سحق البلوك = P**

$$\text{ويحسب الضغط المسلط على البلوك ( الضغط الذي تتحمله الكتلة ) } = \frac{P}{B * L}$$

**ويتم ترتيب جدول بالنتائج وكالأتي:**

| رقم النموذج | الطول L | العرض B | المساحة B * L | الحمل عند الفشل (P) | مقاومة الأنضغاط ( كغم/سم$^2$ ) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| معدل مقاومة الإنضغاط للنماذج المفحوصة | | | | | |
| المطابقة مع المواصفات | | | | | |

## حدود المواصفات:

| الصنف | الحد الأدنى لتحمل الضغط ( كغم / سم$^2$ ) |
|---|---|
| كتل صلدة محملة | 65 |
| كتل مجوفة محملة | 50 |

## المناقشة:

1. اهمية فحص مقاومة الأنضغاط.
2. الأختلاف في عملية فحص البلوك الصلد عن المجوف.
3. لماذا تغمر نماذج الفحص بالماء قبل عملية فحصها؟

## فحوصات كتل الخرسانة الخلوية ( الثرمستون )

- **الكثافة.**
- **الأمتصاص.**
- **مقاومة الإنضغاط ( التحمل ).**

# فحص الكثافة للثرمستون

## رقم الفحص: 11

**الغرض من التجربة:**
**ايجاد كثافة الثرمستون وتحديد الصنف اعتمادا" على الكثافة.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **فرن تجفيف مهوى بدرجة حرارة 105 °م.**
2. **ادوات قياس ( مسطرة، فيتة، شريط ).**
3. **ميزان.**

**تحضير النماذج:**
**فحص الكثافة يتم على ستة مكعبات مأخوذة من ستة كتل، حيث ان مكعب الفحص يتم قطعه من مناطق مختلفة من الكتلة وحسب نوع الفحص وبأبعاد ( 10 * 10 * 10 ) سم مع مراعاة الحفاظ على شكل المكعب من ناحية مطابقة الأبعاد واستواء موازاة الأوجه وأن تكون الحافات حادة ومستقيمة.**

**طريقة العمل:**
1. **تجفف النماذج بدرجة حرارة 105 °م لحين ثبوت الوزن.**
2. **تستخرج النماذج من الفرن وتقاس أبعادها لأقرب 1 ملم.**
3. **توزن النماذج لأقرب 1 غم.**

**الحسابات والنتائج:**
**يتم حساب حجم كل نموذج = الطول * العرض * الأرتفاع**
**تحسب الكثافة الجافة من المعادلة:**

$$\text{الكثافة الجافة} = \frac{\text{الوزن الجاف ( غم )}}{\text{الحجم ( سم}^3\text{ )}}$$

**ويرتب جدول للنتائج كالتالي:**

| رقم النموذج | معدل الطول ( سم ) | معدل العرض ( سم ) | معدل الأرتفاع ( سم ) | الحجم ( سم $^3$ ) | الوزن الجاف ( غم ) | الكثافة الجافة ( غم/سم$^3$ ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| معدل الكثافة للنماذج | | | | | | |
| المطابقة مع المواصفات والنتيجة | | | | | | |

## حدود المواصفات:

**حددت المواصفات العراقية أصناف الثرمستون كالتالي:**

| الصنف | الكثافة ( كغم/م$^3$ ) |
|---|---|
| 0.4 | 450 – 351 |
| 0.5 | 550 – 451 |
| 0.6 | 650 – 551 |
| 0.7 | 750 – 651 |
| 0.8 | 850 – 751 |

## المناقشة:

1. **هل اختلاف أصناف الثرمستون له تأثير على خواصه، وضح ذلك؟**

# فحص الأمتصاص الكلى للثرمستون

**رقم الفحص: 12**

**الغرض من التجربة:**
**ايجاد مقدار الأمتصاص الكلي للثرمستون.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **فرن تجفيف مهوى بدرجة حرارة 105 ºم.**
2. **حوض مائي.**
3. **ميزان.**

**تحضير النماذج:**
**يتم تحضير ثمان مكعبات للفحص بأبعاد ( 10 * 10 * 10 ) سم مأخوذة من أربع كتل.**

**طريقة العمل:**
1. **تجفيف النماذج في الفرن بدرجة حرارة 105 ºم.**
2. **تستخرج النماذج من الفرن وتترك بدرجة حرارة الغرفة وتؤخذ أوزانها لأقرب 1 غم، وتقاس أبعادها لأقرب 1 ملم.**
3. **غمر النماذج في الماء ويتم أخذ أوزانها بعد ( 24، 48، 72 ) ساعة ولحين ثبوت الوزن.**

**الحسابات والنتائج:**
**يحسب مقدار الأمتصاص لكل نموذج بالطريقة التالية:**

$$\text{امتصاص الماء (\%)} = \frac{\text{و2} - \text{و1}}{\text{و1}} * 100$$

**حيث ان:**
**و1: وزن المكعب بعد التجفيف في الفرن ( الوزن الجاف ).**
**و2: وزن المكعب بعد الغمر في الماء ( الوزن المشبع ).**

**يمكن ترتيب جدول النتائج كالأتي:**

| رقم النموذج | الوزن الجاف ( غم ) | الوزن المشبع ( غم ) | نسبة الأمتصاص ( % ) |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| معدل الأمتصاص للنماذج | | | |
| المطابقة مع المواصفات والنتيجة | | | |

**حدود المواصفات:**

**النسبة المئوية للإمتصاص الكلي لا يزيد عن 45 % ولكافة الأصناف.**

**المناقشة:**

1. **تترك النماذج في الماء لمدة ( 24، 48، 72 ) ساعة.**
2. **نسبة الأمتصاص في الثرمستون تعتبر عالية مقارنة بنسبة الأمتصاص للطابوق والبلوك، لماذا؟**

# فحص تحمل الضغط للثرمستون

**رقم الفحص: 13**

**الغرض من التجربة:**
**ايجاد تحمل الثرمستون.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **فرن بدرجة حرارة 60 ºم.**
2. **جهاز فحص الضغط العام.**

**تحضير النماذج:**
**يتم تحضير ستة مكعبات وستة كتل كاملة للفحص.**

**طريقة العمل:**
1. **تجفيف النماذج في الفرن بدرجة حرارة 60 ºم الى أن يكون محتوى الرطوبة فيها بين ( 4 – 14 ) % من الكتلة.**
2. **قياس ابعاد سطحي التحميل للنماذج.**
3. **وضع كل نموذج في جهاز فحص الإنضغاط بنفس الوضعية في البناء، ويفضل تسليط الضغط بمعدل 0.1 نت / ملم$^2$ / ثانية على أن ينتهي الفحص بحدود دقيقة واحدة، ويستمر تسليط الضغط لحين حدوث الفشل في النموذج.**
4. **يسجل مقدار الحمل عند الفشل.**

**الحسابات والنتائج:**
**تحسب مساحة التحميل للنموذج لأقرب 1 ملم = B * L**
**حيث ان: B يمثل العرض، L يمثل الطول**
**يسجل مقدار القوة التي تؤدي الى سحق المكعب أو الكتلة = P**

$$\text{الضغط المسلط على النموذج} = \frac{P}{B * L}$$

**ويتم ترتيب جدول بالنتائج وكالأتي:**

| رقم النموذج | الطول L | العرض B | المساحة B * L | الحمل عند الفشل P | مقاومة الأنضغاط ( نت/ملم$^2$ ) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| معدل مقاومة الإنضغاط للنماذج المفحوصة | | | | | |
| المطابقة مع المواصفات | | | | | |

## حدود المواصفات:

**حددت المواصفات القياسية العراقية الحد الأدنى لتحمل الضغط كالأتي:**

| الصنف | الحد الأدنى لتحمل الضغط ( نت/ملم$^2$ ) | |
|---|---|---|
| | مكعب ( 10 * 10 * 10 ) سم | كتلة بسمك 24 سم |
| 0.4 | 1 | 0.7 |
| 0.5 | 2 | 1.4 |
| 0.6 | 3 | 2.1 |
| 0.7 | 4 | 2.8 |
| 0.8 | 6 | 4.2 |

## المناقشة:

1. **تحمل الثرمستون يختلف بأختلاف أصنافه، لماذا؟**
2. **لماذا حددت المواصفات تحمل كتلة ثرمستون بسمك 24 سم؟**

## فحوصات المواد الرابطة التى لا تقاوم الرطوبة ( مونة الجص )

- **القوام القياسي.**
- **النعومة.**
- **وقت التصلب ( زمن التماسك ).**
- **قوة التحمل.**

# فحص الليونة القياسية للجص ( القوام القياسي )
# Normal Consistency

**رقم الفحص: 14**

**المقدمة:**
**الليونة القياسية هي كمية الماء التي تضاف الى الجص لتضمن تفاعل جميع دقائق الجص وبالتالي الحصول على القوام القياسي المناسب لعجينة الجص.**

**الغرض من التجربة:**
**تحديد كمية الماء اللازمة لتحويل مسحوق الجص الى عجينة ذات قوام قياسي.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **انبوب مدرج ذو سعة ( 200 – 250 ) سم$^3$.**
2. **وعاء خلط مناسب ونظيف.**
3. **ميزان ذو حساسية 0.1 غم.**

**تحضير النماذج:**
**نموذج الفحص مأخوذ من خمسة أماكن مختلفة من نفس كمية الجص المطلوب فحصها وتخلط النماذج مع بعضها خلطا" جيدا".**

**طريقة العمل:**
1. **تؤخذ كمية من خليط الجص وزنها معلوم ( و1 ).**
2. **يوزن الأنبوب المدرج وهو فارغ ونظيف ( و2 ).**
3. **يوزن الأنبوب المدرج مع كمية من الماء مناسبة ( و3 ).**
4. **يصب الماء الموزون في وعاء الخلط ثم ينثر الجص الموزون تدريجيا" في الماء وبصورة متساوية على سطح الماء الى أن يختفي الماء تماما" وعندئذ تتوقف عملية نثر الجص.**
5. **يوزن الجص المتبقي من عملية النثر ( و4 ).**

**الحسابات والنتائج:**
**يتم حساب نسبة ماء الجص والتي تعتبر كمية الماء التي تعطي القوام القياسي كالأتي:**

$$\text{النسبة المئوية لماء الجص ( \% )} = \frac{\text{وزن الماء}}{\text{وزن الجص الكلي – وزن الجص المتبقي}} * 100$$

$$\text{النسبة المئوية لماء الجص ( \% )} = \frac{\text{و3 – و2}}{\text{و1 – و4}} * 100$$

**حدود المواصفات:**

**طريقة الفحص هي طريقة تقريبية ولا تعتمد على أي مواصفات.**

**المناقشة:**

1. **تعريف الليونة القياسية.**
2. **هل الليونة القياسية ثابتة لأنواع الجص المختلفة؟**
3. **بماذ تؤثر زيادة نسبة الماء الى الجص عن النسبة القياسية؟**

# فحص النعومة للجص
# Fineness Test for Gypsum

**رقم الفحص: 15**

**الغرض من التجربة:**

**لإيجاد نسبة الجزيئات التي تمر من منخل رقم 16 ولمعرفة نسبة الشوائب الموجودة بالجص بحيث يكون الجص خالي من البلورات المتكتلة بسبب الرطوبة أو احتوائه على الشوائب ويمكن أثناء النخل تفتيت الكتل بواسطة اليد وليس بواسطة حكها على المنخل.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**

1. **ميزان.**
2. **منخل رقم 16.**

**طريقة العمل:**

1. **يوزن 200 غم من الجص المراد فحصه.**
2. **يوضع الجص في منخل رقم 16 ويغطى وينخل بالهزاز لمدة 3 دقائق.**
3. **يوزن الجص المتبقي على منخل رقم 16.**

**الحسابات والنتائج:**

**وزن الجص الكلي = و1 غم ، وزن الجص المتبقي على المنخل = و2 غم**

$$\text{نسبة الجص المتبقي ( نسبة الشوائب )} = \frac{\text{و2}}{\text{و1}} * 100$$

**نعومة الجص = 100 % – نسبة الجص المتبقي**

**حدود المواصفات:**

**اعتمادا" على المواصفات القياسية العراقية فأن نسبة الجص المتبقي يجب أن لا تزيد عن**

**8 % للجص الأعتيادي،**
**5 % للجص الفني،**
**صفر % للبورك.**

**المناقشة:**

1. **هل لوجود الشوائب تأثير على خواص الجص؟**
2. **نسبة الشوائب تختلف بأختلاف أنواع الجص.**

# فحص زمن التماسك للجص
# Time of Setting

**رقم الفحص: 16**

**المقدمة:**
**وقت التماسك ( وقت التصلب ): هو الوقت اللازم لحصول التماسك في المادة بدون تطور كبير في القوة.**

**الغرض من التجربة:**
**تحديد وقت التماسك للجص.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **جهاز فيكات.**
2. **اناء الخلط مع الملعقة.**
3. **جمجة.**

**طريقة العمل:**
1. **يوزن 200 غم من الجص المراد فحصه.**
2. **يخلط الجص مع الماء بكمية تعطي القوام القياسي في اناء الخلط لحين الحصول على عجينة متجانسة.**
3. **توضع العجينة في القالب المخروطي الخاص بجهاز فيكات ثم يعدل سطح القالب.**
4. **يوضع القالب في جهاز فيكات ويسمح للأبرة بالنزول في النموذج وبفترات متساوية.**
5. **بعد كل عملية انزال للأبرة يجب مسح وتنظيف الأبرة ويجب أن لا تنزل الأبرة في محل نزلت فيه سابقا" وذلك بتحريك الزجاجة التي تحت القالب.**
6. **يعتبر التماسك كاملا" عندما لا تنفذ الأبرة الى أسفل العجينة.**

**الحسابات والنتائج:**
**يسجل وقت التماسك بالدقائق في الفترة المحصورة بين وقت اضافة الماء الى مسحوق الجص الى الوقت الذي تكون فيه الأبرة غير قادرة على النفاذ في العجينة.**

**حدود المواصفات:**
**بموجب المواصفات القياسية العراقية فأن وقت التماسك:**

| نوع الجص | وقت التماسك ( دقيقة ) | |
|---|---|---|
| | لا يقل عن | لا يزيد على |
| الجص الأعتيادي | 8 | 25 |
| الجص الفني | 12 | 20 |
| البورك | 8 | 25 |

**المناقشة:**

1. **ما هو الجهاز المستخدم في قياس زمن التماسك؟**
2. **تعريف زمن التماسك.**
3. **تنظيف الأبرة بعد كل عملية انزال وتحريك النموذج بعدها.**

# فحص قوة التحمل للجص

**رقم الفحص: 17**

**الغرض من التجربة:**
**ايجاد قابلية التحمل للجص.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **جهاز فحص الضغط.**
2. **قوالب مكعبة على أن تفتح بشكل جزئين فقط محكمة الغلق بأبعاد ( 5.08 * 5.08 * 5.08 ) سم.**
3. **اناء للخلط مع ملعقة.**
4. **جمجة.**

**طريقة العمل:**
1. **تخلط كمية من الجص مع كمية من الماء والتي تعطي القوام القياسي وان يكون الماء بدرجة حرارة 21 °م بحيث تتكون عجينة بمقدار 1000 ملليتر كافية لصب 6 مكعبات.**
2. **تدهن القوالب لمنع التصاق الجص بها.**
3. **تملأ القوالب بالجص وتطرد جميع الفراغات الهوائية أثناء الصب بواسطة تحريك القوالب أو دكها بالملعقة ويعدل سطح النموذج.**
4. **تترك القوالب لتجف في الهواء لمدة 24 ساعة.**
5. **ترفع النماذج من القوالب وتوضع في جهاز الفحص بحيث يسلط عليها الضغط من أحد أوجهها التي كانت ملامسة للقالب ويكون معدل زيادة الضغط بمقدار ثابت.**
6. **تسجل القراءات التي تفشل عندها النماذج ويؤخذ المعدل لكل ثلاث قراءات.**

**الحسابات والنتائج:**
**تحسب مساحة وجه المكعب ( ملم$^2$ )، وتحسب مقاومة التحمل في الجص من المعادلة:**

$$\text{مقاومة التحمل ( نت/ملم}^2\text{ )} = \frac{\text{القوة عند الفشل}}{\text{مساحة وجه المكعب}}$$

**حدود المواصفات:**
**بموجب المواصفات القياسية العراقية فأن تحمل الضغط لا يقل عن:**
- **3 نت/ملم$^2$ للجص الأعتيادي،**
- **6 نت/ملم$^2$ للجص الفني،**
- **5 نت/ملم$^2$ للبورك.**

**المناقشة:**
1. **ما هي العوامل المؤثرة على مقاومة تحمل الجص؟**

# فحوصات الكاشي

- الأمتصاص الكلي.
- امتصاص الوجه.
- معاير الكسر للكاشي.
- معاير الكسر للشتايكر.

# فحص الإمتصاص الكلي للكاشي
# Absorption for Tiles

**رقم الفحص: 18**

**الغرض من التجربة:**
**لمعرفة مدى مقاومة الكاشي للرطوبة التي يتعرض لها.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **حوض مائي بعمق لا يقل عن 76 ملم.**
2. **فرن تجفيف.**
3. **ميزان.**
4. **نماذج للفحص لايقل عمرها عن 28 يوم.**

**تحضير النماذج:**
**يتم اختيار النماذج بصورة عشوائية وبمعدل 6 كاشيات لكل 3000 كاشية.**

**طريقة العمل:**
1. **توضع النماذج المختارة في فرن حراري بدرجة ( 100 – 110 ) ºم للحصول على الوزن الجاف ثم توزن الكاشيات بعد تبريدها في درجة حرارة 20 ºم لمدة 24 ساعة ( و1 ).**
2. **يغمر الكاشي في ماء بدرجة حرارة 20 ºم لمدة 24 ساعة على أن يوضع أفقيا" في الحوض بالنسبة لمستوى الماء وعلى أن يغمر بحيث يكون عمق الماء فوق الكاشية لا يقل عن 25 ملم ولا يزيد عن 51 ملم.**
3. **بعد الغمر يؤخذ الكاشي من الماء ويمسح بقطعة قماش مبللة ثم توزن الكاشيات ( و2 ).**

**الحسابات والنتائج:**
**يحسب مقدار الأمتصاص الكلي لكل نموذج بالطريقة التالية:**

$$\text{نسبة الأمتصاص الكلي (\%)} = \frac{\text{و2} - \text{و1}}{\text{و1}} * 100$$

**حيث ان:**
**و1: وزن الكاشية بعد التجفيف في الفرن.**
**و2: وزن الكاشية بعد رفعها من الحوض.**

**حدود المواصفات:**
**حددت المواصفات القياسية الحد الأعلى لأمتصاص الماء الكلي في الكاشي بأن لا يزيد عن 8 %.**

**المناقشة:**
1. **نماذج الفحص المختارة لا يقل عمرها عن 28 يوم، لماذا؟**
2. **استخدام احواض مائية بعمق لا يقل عن 76 ملم.**

# فحص إمتصاص الوجه للكاشي

**رقم الفحص: 19**

## الغرض من التجربة:

**لمعرفة مقدار امتصاص وجه الكاشي للرطوبة التي يتعرض لها.**

## الأجهزة والأدوات المستعملة:

1. **فرن تجفيف.**
2. **ميزان.**
3. **اوعية مضلعة القعر أو مستوية ومجهزة بقضبان زجاجية لإسناد الكاشي عليها.**
4. **نماذج للفحص لايقل عمرها عن 28 يوم.**

## تحضير النماذج:

**يتم اختيار النماذج بصورة عشوائية وبمعدل 6 كاشيات لكل 3000 كاشية.**

## طريقة العمل:

1. **توضع النماذج المختارة في فرن حراري بدرجة ( 100 – 110 ) °م للحصول على الوزن الجاف ثم توزن الكاشيات بعد تبريدها في درجة حرارة 20 °م لمدة 24 ساعة ( و1 )، ومن ثم تحسب مساحة وجه الكاشيات ( مس ).**
2. **يؤشر الكاشي في حافاته وفي كل ركن مسافة ( 4.8 ) ملم من الوجه وبأتجاه السمك ثم توضع النماذج والوجه الى الأسفل في أوعية مضلعة أو على قضبان زجاجية وعلى أن لا تقل المساحة المعرضة للماء عن 1%.**
3. **يسكب الماء بهدوء وتدريجيا" بدرجة حرارة ( 20 ± 2 ) °م في الوعاء والى أن يصل الى المستوى المؤشر ( 4.8 ± 1.6 ) ملم على أن يلاحظ عدم انسياب الماء وتبليل ظهر الكاشية.**
4. **تبقى النماذج لمدة 24 ساعة وبعدها ترفع كل كاشية بهدوء مع الإنتباه الى عدم تبليل ظهر الكاشي ثم تمسح القطرات العالقة بقطعة قماش مبللة ثم توزن كل كاشية ( و2 ).**

## الحسابات والنتائج:

**يحسب مقدار الأمتصاص لوجه الكاشي بالطريقة التالية:**

$$\text{امتصاص وجه الكاشي ( غم/سم}^2\text{)} = \frac{\text{و2} - \text{و1}}{\text{مس}}$$

**حيث ان:**

**و1: وزن الكاشية بعد التجفيف في الفرن.**
**و2: وزن الكاشية بعد الأمتصاص.**
**مس: مساحة وجه الكاشية.**

**حدود المواصفات:**

**حددت المواصفات القياسية الحد الأعلى لأمتصاص الوجه في الكاشي بأن لا يزيد عن 0.5 غم/سم$^2$.**

**المناقشة:**

1. **أهمية فحص الأمتصاص للكاشي بنوعيه الكلي وللوجه.**
2. **ضرورة الأنتباه الى عدم تبليل ظهر الكاشية.**

**ملاحظة:**

**بعد الإنتهاء من فحص امتصاص الوجه للكاشي يمكن الأستفادة من نفس النماذج في فحص الأمتصاص الكلي للكاشي.**

# فحص معاير الكسر للكاشي
# Modulus of Rupture for Tiles

**رقم الفحص: 20**

**الغرض من التجربة:**
**لمعرفة مقدار القوة اللازمة لكسر الكاشي.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**
1. **جهاز فحص معاير الكسر.**
2. **مسطرة لقياس أبعاد النموذج.**

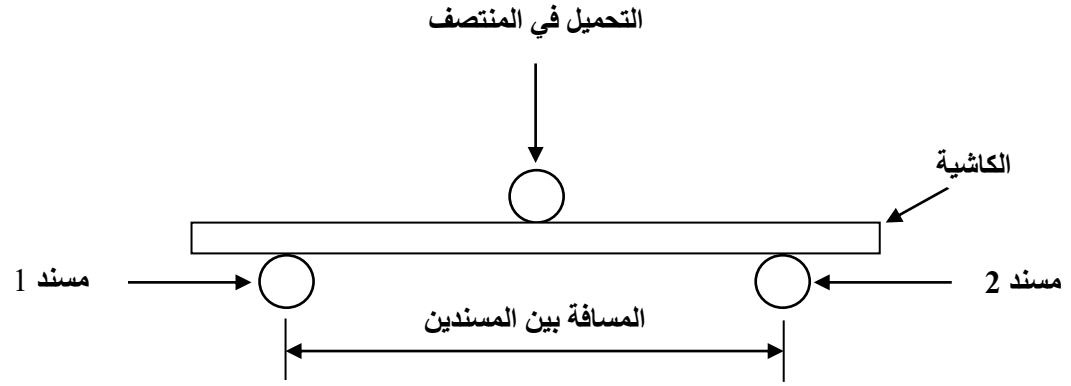
**تحضير النماذج:**
**يتم اختيار النماذج بصورة عشوائية وبمعدل 6 كاشيات لكل 3000 كاشية.**

**طريقة العمل:**
1. **الجهاز المستعمل لهذا الفحص يجب أن يكون قياسيا" لمثل هذه الفحوص وبسعة لا تقل عن 300 % أعلى من القوة اللازمة للكسر والجهاز مجهز بمسندين اسطوانيين من الفولاذ بقطر ( 38.1 ) ملم لكل منهما.**
2. **التأكد من أبعاد النموذج وتسجل القيم الحقيقية للنموذج.**
3. **يتم وضع النموذج على المساند بحيث يكون وجهه نحو الأعلى ويتم حساب المسافة بين المساند ( المسافة بين المسندين تكون ثلثي طول الكاشية المراد فحصها ).**
4. **توجه القوة من الأعلى بواسطة اسطوانة فولاذية بقطر ( 38.1 ) ملم وموازية لوجه الكاشي.**
5. **يتم تحريك قضيب التحميل بواسطة اليد حتى يصل القضيب الى سطح النموذج ويتم تصفير المؤشر.**
6. **يبدأ تسليط القوة على النموذج بأنتظام وبزيادة متجانسة ويبدأ المؤشر بقراء الحمل.**
7. **يفشل النموذج عند ملاحظة رجوع مؤشر القياس ويتم تحديد قراءة المقياس عند هذه اللحظة والتي تمثل قيمة القوة عند الفشل.**
8. **يفضل اجراء فحص معاير الكسر بعد فحص الأمتصاص الكلي مباشرة ولنفس الكاشية.**

**الحسابات والنتائج:**
**يحسب معاير الكسر في الكاشي من العلاقة التالية:**

$$\text{Modulus of Rupture (Kg/cm}^2\text{)} = \frac{3\,P\,L}{2\,b\,d^2}$$

**حيث ان:**
**P : أعلى قوة تقرأ في الجهاز والتي تؤدي الى الكسر.**
**L: المسافة بين المسندين.**
**b: معدل عرض الكاشي.**
**d: معدل عمق الكاشي.**




**وضعية النموذج اثناء الفحص**

**ملاحظة:**

**فحص معاير الكسر للشتايكر بأبعاد ( 80 * 80 * 4 ) سم مماثل لفحص معاير الكسر في الكاشي مع فارق قيمة معامل الكسر وكما مبينة بالمواصفات.**

**حدود المواصفات:**

**حددت المواصفات القياسية الحد الأدنى لمعاير الكسر في الكاشي:**
**الكاشي العادي لا يقل عن 24.6 كغم/سم$^2$،**
**الكاشي الموزائيك لا يقل عن 31.63 كغم/سم$^2$،**
**الشتايكر لا يقل عن 42.18 كغم/سم$^2$.**

**المناقشة:**

1. **أهمية فحص معاير الكسر.**
2. **يجرى فحص معاير الكسر بعد فحص الأمتصاص الكلي للكاشي.**
3. **وضع النموذج على المساند بحيث يكون وجهه نحو الأعلى.**

## فحوصات الخشب

- **الضغط العمودي والموازي للألياف الخشبية.**
- **الأنحناء الإستاتيكي.**

# فحص الضغط الموازي لإتجاه الألياف في الخشب
# Compression Test for Wood / Parallel to Grain

**رقم الفحص: 21**

## الغرض من التجربة:
**لدراسة سلوك الخشب تحت الضغط وايجاد معدل ما يتحمله الخشب من قوة قبل الفشل.**

## الأجهزة والمواد المستعملة:
1. **جهاز فحص الضغط مع قطع حديدية للمساعدة على اتمام الفحص.**
2. **مقياس.**

## تحضير النماذج:
**تستعمل ثلاث نماذج من الخشب بأبعاد ( 2 * 2 * 8 ) أنج ويجب أن تكون الأوجه مستقيمة والحافات عمودية على بعضها.**

## طريقة العمل:
1. **تقاس أبعاد النموذج بدقة تصل الى ( 0.01 ) أنج.**
2. **يوضع النموذج في جهاز الفحص على أن يكون في منتصف القطع الحديدية وبشكل تكون فيه الألياف موازية للضغط تحت جهاز الفحص.**
3. **يثبت المقياس على جانب النموذج لغرض قياس التغيير الحاصل في طول النموذج، ويكون المقياس ذو حساسية قراءة تصل ( 0.0001 ) أنج.**
4. **يسلط الحمل بحيث يكون سرعة التغيير في الطول تساوي ( 0.025 ) أنج / دقيقة.**
5. **تسجل قراءات الحمل والتغيير في الطول عند كل 200 كغم الى أن يحدث الفشل.**

## الحسابات والنتائج:
1. **يرسم شكل الفشل الذي يحدث نتيجة تسليط الحمل ويقارن مع أنواع الفشل التي تحدث تحت انضغاط موازي لأتجاه الألياف كما مبين في الأشكال أدناه.**
2. **ترسم العلاقة بين الثقل المسلط والتغيير في الطول يوضح أي تغيير فجائي يحدث في المنحني.**
3. **تحسب الأجهادات عند الفشل من المعادلة: الإجهاد = القوة / المساحة، ويؤخذ المعدل لثلاث قراءات.**

**نماذج توضح شكل الفشل في الخشب والناتج من الضغط الموازي للألياف**

# فحص الضغط العمودي على أتجاه الألياف في الخشب
# Compression Test for Wood / Perpendicular to Grain

**رقم الفحص: 22**

**الغرض من التجربة:**
**لمعرفة مقدار الإنضغاط في الخشب بصورة عمودية على أتجاه الألياف.**

**الأجهزة والمواد المستعملة:**
1. **جهاز فحص الضغط مع قطع حديدية للمساعدة على اتمام الفحص.**
2. **مقياس.**

**تحضير النماذج:**
**تستعمل ثلاث نماذج من الخشب بأبعاد ( 2 * 2 * 6 ) أنج ويجب أن تكون الأوجه مستقيمة والحافات عمودية على بعضها.**

**طريقة العمل:**
1. **تقاس أبعاد النموذج بدقة تصل الى ( 0.01 ) أنج.**
2. **يوضع النموذج في جهاز الفحص على أن يكون في منتصف القطع الحديدية وبشكل يكون فيه تسليط الحمل عموديا" على اتجاه الألياف.**
3. **يثبت المقياس على جانب النموذج لغرض قياس التغيير الحاصل في طول النموذج، ويكون المقياس ذو حساسية قراءة تصل ( 0.0001 ) أنج.**
4. **يسلط الحمل بحيث يكون سرعة التغيير في الطول تساوي ( 0.012 ) أنج / دقيقة.**
5. **تسجل قراءات الحمل والتغيير في الطول عند كل 100 كغم الى أن يصل مقدار التغيير في الطول الى (0.1) أنج.**

**الحسابات والنتائج:**
1. **ترسم العلاقة بين الثقل المسلط والتغيير في الطول يوضح أي تغيير فجائي يحدث في المنحني.**
2. **تحسب الأجهادات عند الفشل من المعادلة: الإجهاد = القوة / المساحة، ويؤخذ المعدل لثلاث قراءات.**

# فحص الإنحناء الإستاتيكى فى الخشب
# Static Bending Test in Wood

**رقم الفحص: 23**

## الغرض من التجربة:
**لمعرفة مقدار القوة التي يتحملها الخشب عند تعرضه للإنحناء بفعل تسليط الضغط عليه بشكل نقطة على طول معين منه قبل الفشل ( أو ايجاد معاير الكسر في الخشب ).**

## الأجهزة والمواد المستعملة:
1. **جهاز لتسليط الحمل.**
2. **مقياس لقياس مقدار الإنحناء يثبت في منتصف النموذج.**

## تحضير النماذج:
**تستعمل نماذج من الخشب بأبعاد ( 5 * 5 * 75 ) سم ويجب أن تكون الأوجه ملساء ومستوية وخالية من النتوءات والعقد خصوصا" في الوسط وأن تكون الألياف موازية للجانب الطولي للنموذج.**

## طريقة العمل:
1. **تقاس أبعاد النموذج بدقة تصل الى ( 0.2 ) ملم.**
2. **يوضع النموذج في جهاز الفحص بحيث يستند من طرفيه على مساند ويمس المقياس منتصف أحد جوانب النموذج.**
3. **يسلط الحمل بحيث يكون سرعة زيادة الإنحناء تساوي ( 2.5 ) ملم / دقيقة.**
4. **تسجل قراءات الحمل والإنحناء عند كل 25 كغم.**
5. **يحدد الفشل الأبتدائي عند تسليط حمل يتراوح بين ( 200 – 1000 ) كغم ويستمر في تسليط الحمل الى حد يصل فيه الإنحناء الى 15 سم أو عند حدوث هبوط في قراءة الحمل.**

## الحسابات والنتائج:
1. **يرسم نوع الفشل الذي يحدث نتيجة تسليط الحمل على النموذج ويحدد سببه.**
2. **ترسم العلاقة بين الثقل المسلط والإنحناء على ورق بياني ويلاحظ هل هناك حد للمرونة.**
3. **مقدار الثقل عند الفشل الأبتدائي ومقدار أعظم ثقل يمكن تسليطه.**
4. **يحسب معاير الكسر في الخشب عند الفشل أو عند الثقل الأعظم من العلاقة التالية:**

$$S\ (Kg/cm^2) = \frac{3\ P\ L}{2\ b\ h^2}$$

**حيث ان:**

**S : معاير الكسر في الخشب.**

**P: الحمل عند الفشل.**

**L: طول النموذج محسوب من منتصفي المساند.**

**b: عرض مقطع النموذج.**

**h: عمق أو سمك مقطع النموذج.**

## نماذج من فشل الخشب في الإنحناء الإستاتيكي

# فحص الشد للحديد
# The Tension Test

**رقم الفحص: 24**

**الغرض من التجربة:**

**لتحديد معامل المرونة والمقاومة القصوى للحديد عند تسليط قوى شد عليه، وكذلك للحصول على منحني الإجهاد – الإنفعال.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**

1. **جهاز فحص الشد.**
2. **مقياس لقياس التشوه ( لقياس مقدار التمدد والإستطالة ).**
3. **نماذج قياسية من الحديد.**

**طريقة العمل:**

1. **يسجل معدل القطر ( d ) للنموذج ويسجل طول معين منه ويمكن تحديد وزن النموذج بواسطة الميزان ومن ثم حساب مساحة المقطع عن طريق معرفة كثافة الحديد.**
2. **قبل ادخال النموذج في ماسكات الجهاز يفضل تشغيل محرك الجهاز لمدة دقيقتين لكي تعطي المجال للزيت للوصول الى الأجزاء الداخلية من الجهاز.**
3. **يوضع النموذج في ماسكات الجهاز ثم يثبت مقياس الإستطالة على النموذج.**
4. **يسلط ثقل الشد وتزداد القوة تدريجيا" بمعدل ( 0.02 ) انج/دقيقة حتى يصل الى نقطة الإذعان وبعد عبور نقطة الإذعان يمكن زيادة سرعة مقدار القوة الى أن ينكسر النموذج.**
5. **يتم تسجيل الحمل ومقدار التشوه خلال الفحص.**
6. **يرفع النموذج ويلاحظ الكسر.**

**الحسابات والنتائج:**

**يحسب مقدار الإجهاد لكل قراءة حمل وذلك من قسمة الحمل على مساحة مقطع النموذج الأصلية قبل الفحص.**

**يحسب مقدار الإنفعال لكل قراءة تشوه وذلك من قسمة التشوه على الطول الأصلي للنموذج قبل الفحص.**

**ترسم العلاقة بين الإجهاد والإنفعال.**

**يحسب من خلال العلاقة معامل المرونة ( معامل يونغ ) Modulus of Elasticity، المقاومة القصوى Ultimate Strength، نقطة الخضوع Yield point، ومقدار المقاومة والإستطالة عند الفشل.**

**وكما موضح بالعلاقات التالية:**

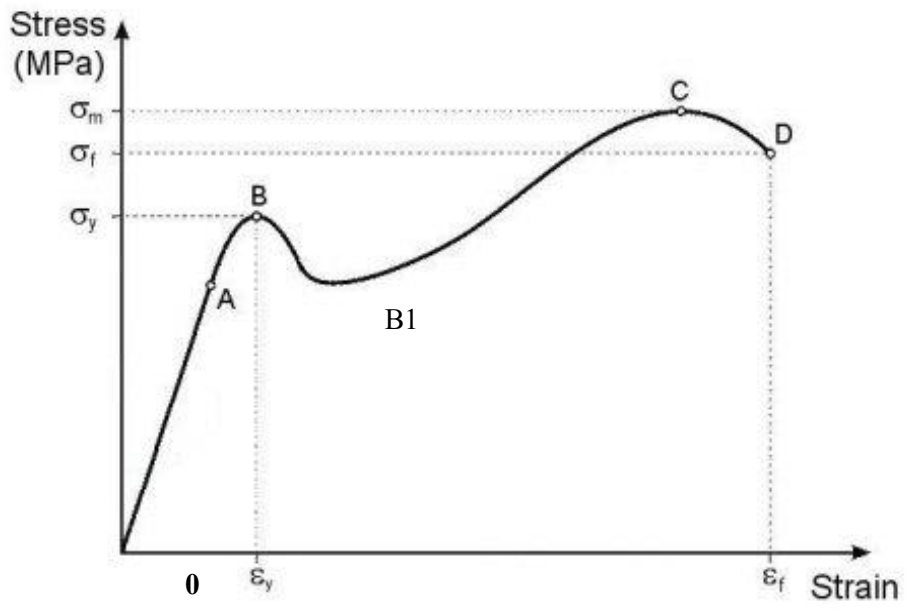
$$\text{Stress} = \frac{\text{القوة (كغم)}}{\text{مساحة المقطع (سم}^2\text{)}} = \frac{P}{A}$$

$$\text{Strain} \equiv \frac{\text{مقدار الإستطالة (سم)}}{\text{الطول الأصلي (سم)}} = \frac{\Delta L}{L0}$$

$$\text{Modulus of Elasticity} = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}}$$

**الكثافة = الوزن / الحجم**

**الشكل أدناه يمثل منحنى الإجهاد – الإنفعال القياسي:**




**حيث ان:**

**من 0 الى A الزيادة في الطول متناسبة.**
**من A الى B الزيادة في الطول أكثر سرعة.**
**في B نقطة تحول مفاجيء في التغيير في زيادة الطول وتسمى هذه النقطة ( نقطة الخضوع أو نقطة الإذعان ).**
**من B الى B1 زيادة في الطول بدون زيادة في الثقل.**
**من B1 الى C زيادة اخرى في الطول مع زيادة في الثقل.**
**في C تمثل أعلى اجهاد ( المقاومة القصوى ).**
**من C الى D انخفاض في الثقل ونقصان في مساحة المقطع العرضي للنموذج.**
**في D نقطة الفشل أو الكسر.**

## حدود المواصفات:

**مبينة بالجداول أدناه، علما" بأن الفحوصات المطلوبة بموجب المواصفات الأميركية – ASTM 1964 – 15.**

## فحوصات الأسفلت

- **الليونة بطريقة الكرة والحلقة.**
- **المطواعية.**
- **درجة الوميض والإتقاد.**
- **الغرز.**

# فحص الليونة بطريقة الكرة والحلقة
# Ring & Ball Test

**رقم الفحص: 25**

**المقدمة:**

**درجة الليونة: هي الدرجة الحرارية التي عندها تبدأ المادة القيرية بالتحول من الحالة شبه الصلبة الى الحالة السائلة تحت درجة حرارة قياسية.**

**الغرض من التجربة:**

**تعطي فكرة عن حساسية المادة القيرية فإذا كانت نقطة الليونة عالية تكون حساسية المادة القيرية قليلة، وكذلك تستخدم في المواصفات وذلك لتحديد مدى صلاحية المادة القيرية في ملء الشقوق والمفاصل عندما يكون سمك المادة كبيرا".**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**

1. **مجموعة الحلقة والكرة الحديدية قطر ( 8/3 ) أنج وزنه (3.5 ) غم مع موجه الكرة Ball-guide ، حاوية زجاجية.**
2. **محرار.**
3. **زجاجة.**
4. **سخان مختبري، حاوية كليفلاند المفتوحة، كفوف مختبرية وساعة توقيت.**

**تحضير النماذج:**

1. **تسخن المادة الى درجة حرارة ( 75 – 100 ) ºم أعلى من نقطة الليونة مع الرج المستمر حتى تكون المادة متجانسة وخالية من الفقاعات الهوائية والماء.**
2. **تسخن الحلقة الى درجة انصهار المادة القيرية ووتوضع على سطح أملس ( قطعة زجاج أو صفيحة براص مدهونة ).**
3. **تسكب المادة القيرية بكمية كافية بحيث تملأ الحلقة مع زيادة عن مستوى الحلقة.**
4. **يبرد النموذج في الهواء لمدة 30 دقيقة ثم يقطع الزائد من سطح الحلقة بواسطة سكينة حادة وحارة.**

**طريقة العمل:**

1. **تجمع الأدوات الحلقات، المحرار، موجه الكرة على حامل الأدوات ثم تملأ الحاوية الزجاجية بالماء وتوضع المجموعة فيها ( درجة حرارة الماء 5 ºم لمدة 15 دقيقة ).**
2. **توضع الكرة على سطح النموذج.**
3. **يسخن الماء بمعدل ( 5 ± 0.5 ) ºم كل دقيقة الى أن تلين المادة القيرية وتبدأ الكرة بالنزول وتسجل تلك الدرجة عندما تلامس الكرة قاعدة حامل المجموعة.**
4. **يحسب معدل درجتي الحرارة كلتا الكرتين.**

**ملاحظة:**

**المواد التي لها درجة ليونة أعلى من 80 ºم نستعمل مادة الكليسيرين بدلا" من الماء، والدرجة الإبتدائية تكون 32 ºم بدلا" من 5 ºم.**

**البيانات:**

1. **تدرج المادة القيرية.**
2. **درجة حرارة الغرفة.**
3. **فترة التبريد في درجة حرارة الغرفة.**
4. **الفترة التي احتفظ فيها النموذج في درجة حرارة 5 ºم.**
5. **معدل الدرجتين الحراريتين.**
6. **النتيجة درجة الحرارة التي عندها تلين المادة القيرية ( درجة الحرارة الليونة ).**

**المناقشة:**

1. **ما هي درجة الليونة؟**
2. **الفائدة من درجة ليونة المواد القيرية.**

# فحص المطيلية للأسفلت
# Ductility Test

**رقم الفحص: 26**

**المقدمة:**

**المطيلية هي الخاصية التي تجعل الأسفلت يتشوه شكله عند سحب نهايتا النموذج تحت ظروف معينة دون أن ينقطع وتقاس بالسنتيمترات، وكذلك تعطي فكرة عن ثبات الاسفلت ضد المتغيرات الجوية والقوام.**

**الغرض من التجربة:**

* **المواد ذات المطيلية العالية عادة" تكون مصحوبة بالحساسية العالية لدرجات الحرارة، ولها خاصية الربط العالية، بالإضافة الى المقاومة للصدمات والإهتزازات.**
* **تقدر قيمة المطيلية للمواد الاسفلتية المرغوبة بحدود ( 50 – 100 ) سم حسب مواصفات AASHTO.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**

1. **جهاز فحص المطيلية والذي يتكون من حوض مائي مستطيل الشكل، ومحرك كهربائي يولد سرعة في الجهاز تقدر بـ ( 5 ) سم / دقيقة.**
2. **قالب من البراص يتكون من قاعدة و 4 قطع لتحضير القالب بحيث يكون المقطع العرضي عند منتصف النموذج 1 سم$^2$.**
3. **سخان مختبري.**
4. **حاوية كليفلاند المفتوحة، كفوف مختبرية ومحرار.**

**تحضير النماذج:**

1. **تسخن المادة الاسفلتية الى ان يتحول الى سائل بدرجة حرارة ( 75 – 100 ) $^o$م أو الى درجة حرارة أعلى من نقطة الليونة.**
2. **ضع قاعدة القالب على مكان مستوي ثم يدهن الوجه المعرض للاسفلت مع دهن القطع الأخرى.**
3. **يسكب الاسفلت في القالب محركا" حاوية كليفلاند من بداية القالب الى نهايته.**
4. **يترك النموذج ليبرد في الهواء لمدة ( 30 – 40 ) دقيقة ثم ينقل النموذج الى حمام مائي في درجة حرارة ( 25 ± 0.5 ) $^o$م لمدة 30 دقيقة.**
5. **يخرج القالب من الحمام المائي ويقطع الجزء الزائد من الوجه العلوي للنموذج بواسطة سكينة حارة.**
6. **يرجع النموذج الى الحمام المائي لمدة ( 85 – 95 ) دقيقة أخرى.**
7. **يرفع القالب من القاعدة مع الأجزاء الجانبية.**

**طريقة العمل:**

1. **ثبت نهايتا القالب على كلاليب جهاز الفحص.**
2. **شغل الجهاز ثم راقب النموذج إلى أن ينقطع.**
3. **سجل قيمة المطيلية بالسنتيمترات لحظة الإنقطاع.**

**ملاحظة:**

1. **التأكد أثناء الفحص بأن يكون مستوى الماء يغطي النموذج من الأعلى والأسفل ب 10 سم على الأقل ودرجة الحرارة تكون في حدود ( 25 ± 0.5 ) °م.**
2. **عدد النماذج عادة" ثلاثة ويؤخذ معدل القيم.**
3. **يلاحظ خيط النموذج أثناء السحب فاذا كان الخيط متدلي نحو الأسفل من الخط الأفقي يضاف ملح الطعام NaCl لرفع الوزن النوعي للماء، واذا كان الخيط يطوف على سطح الماء يضاف مادة مثل الكحول لخفض الوزن النوعي.**

**البيانات:**

1. **تدرج الاسفلت.**
2. **درجة حرارة الغرفة.**
3. **فترة التبريد للنماذج في الهواء ( قبل وضعها في الحمام المائي ).**
4. **الفترة الزمنية التي احتفظ فيها النموذج في الحمام المائي:**
   - **قبل قطع وتسوية سطح النموذج العلوي.**
   - **بعد قطع وتسوية سطح النموذج العلوي.**
5. **درجة حرارة الفحص.**
6. **النتيجة.**

**ويمكن ترتيب جدول كالتالي:**

| Trial | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Ductility value (cm) | | | |
| Mean value (cm) | | | |

**المناقشة:**

1. **ما المقصود بالمطيلية؟**
2. **اذا ظهرت نتيجة فحص المطيلية لنموذج من الاسفلت ( 70 ) سم فهل النموذج مقبول أم لا؟ ولماذا؟**

# فحص درجتي الوميض والإتقاد للاسفلت
# Flash & Fire Point`s Test

**رقم الفحص: 27**

## المقدمة:
**درجة حرارة الوميض للمواد القيرية هي الدرجة الحرارية التي عندها تتقد بشكل وميض Flash لمدة ثانية واحدة تحت ظروف قياسية.**
**أما درجة الإتقاد للمواد القيرية فهي اوطأ درجة حرارية التي عندها تبدأ المادة بالإشتعال (على سطح النموذج) لمدة 5 ثواني تحت ظروف قياسية.**

## الغرض من التجربة:
*** تحديد الدرجة الحرارية التي يجب أن تسخن المادة القيرية اليها بسلامة وأمان في الأعمال الإنشائية.**
*** درجة حرارة الوميض تستخدم للكشف عن وجود المواد الغريبة مثل النفط أو الكازولين في المواد القيرية.**

## الأجهزة والأدوات المستعملة:
1. **حاوية كليفلاند المفتوحة.**
2. **محرار الحد الأدنى ( 7 – 110 ) ºم والحد الأعلى ( 90 – 370 ) ºم.**
3. **مصدر لهب flame.**
4. **كفوف مختبرية وملاقط.**

## الدقة:
**النتيجة يجب أن لا تختلف عن قيمة المعدل أكثر من:**
**30 ºم في حالة درجة حرارة الوميض،**
**60 ºم في حالة درجة الإتقاد.**

## طريقة العمل:
1. **تنظف الحاوية وتنشف ثم تملأ بالمادة القيرية.**
2. **يوضع المحرار في النموذج بحيث لا يلامس قاعدة الحاوية.**
3. **يشغل السخان بحيث يكون معدل ارتفاع درجة الحرارة بحدود ( 5 – 6 ) ºم / دقيقة.**
4. **يقرب لهب من سطح النموذج لكل قراءة درجة والتي هي مضاف 10 ºم الى درجة حرارة 104 ºم، ولدرجات حرارة أعلى من 104 ºم يقرب اللهب كل قراءة وهي مضاعف 30 ºم.**
5. **تسجل درجة الحرارة التي عندها يشاهد وميض Flash في وسط الحاوية لمدة ثانية واحدة.**
6. **يستمر في تسخين المادة القيرية مع تقريب اللهب كل 30 ºم الى أن تبدأ المادة القيرية بالإشتعال لمدة 5 ثواني وتسجل درجة الحرارة هذه والتي تمثل درجة حرارة Fire Point.**

## حدود المواصفات:

| تدرج الأسفلت | (300 – 200) | (150 – 120) | (100 – 65) (70 – 60) ( 50 – 40) |
|---|---|---|---|
| درجة الوميض (م°) | 177 | 219 | 232 |

## المناقشة:

1. ما الفرق بين درجة الوميض ودرجة الإتقاد؟
2. الفائدة من درجة الوميض ودرجة الإتقاد.

# فحص الغرز للاسفلت
# Penetration Test

**رقم الفحص: 28**

**المقدمة:**

**الغرز يعرف بالمسافة الشاقولية لـ 100/1 من السنتيمتر التي تخترقها إبرة قياسية داخل نموذج من البيتومين تحت ظروف معينة من حمل 100 غم، درجة حرارة 25 ºم ولمدة 5 ثواني.**
**وبعد ايجاد قيمة الغرز تصنف القيمة ضمن احدى التدرجات التالية التي وضعت من قبل ASTM (المواصفات القياسية الأمريكية للفحوصات والمواد American Standards for Testing & Materials) – 0 – 20 , 20 – 30 , 30 – 40 , 40 – 60 , 60 – 80 , 80 – 100) , 100 – 120 , 120 – 160, 200 – 160 , 300 – 200).**
**فكلما كان الرقم صغيرا" كانت صلابة المادة أعلى فالاسفلت الذي له تدرج ( 30 – 40 ) أصلب من أخر له تدرج ( 80 – 100 ).**

**الغرض من التجربة:**

* **لقياس الصلابة أو القوام.**
* **اختيار المواد القيرية في مختلف أنواع الأعمال حسب تغير درجات الحرارة فالمواد القيرية الأكثر صلابة تختار في المناطق الحارة وبالعكس.**

**الأجهزة والأدوات المستعملة:**

1. **جهاز الغرز يتكون من الأجزاء الرئيسية الثلاثة وهي مؤشر لقياس الغرز، منظم الوقت وإبرة قياسية ذات طول 50 ملم وقطر 1 ملم في النهاية المدببة.**
2. **الحاوية Container قياس القطر 55 ملم وعمق 35 ملم أو عمق 57 ملم للمواد التي لها تدرج 225 أو أكثر.**
3. **حاوية النقل Transfer dish .**
4. **حاوية كليفلاند Cleveland cup.**
5. **حمام مائي water bath لا يقل حجمه عن 10 لتر.**

**الدقة:**

**يجب أن لا يزيد الفرق بين أعلى وأوطأ قيمة لثلاث قراءات على الأقل للمواد عن:**

| التدرج Grade | أعلى من 249 | 249 – 150 | 149 – 50 | 49 – 0 |
|---|---|---|---|---|
| الحد المسموح | 8 | 6 | 4 | 2 |

**تحضير النماذج:**

1. تسخن المادة الاسفلتية في حاوية كليفلاند الى ان يتحول الى سائل بدرجة حرارة ( 75 – 100 ) °م.
2. رج الاسفلت أثناء التسخين بأستمرار أو بواسطة قضيب زجاجي خاص للرج الى أن يكون الاسفلت متجانس وخالي من الفقاعات الهوائية.
3. وضع الحاوية في مكان مستوي ثم اسكب الاسفلت فيها الى عمق لا يقل عن 15 ملم أكثر من العمق المتوقع للغرز.
4. يبرد النموذج في الهواء لمدة لا تقل عن ساعة واحدة ولا تقل درجة الحرارة عن 18 °م.

**طريقة العمل:**

1. يوضع النموذج في الحمام المائي بدرجة حرارة (25 ± 0.1) °م لمدة لا تقل عن ساعة.
2. تدقيق جهاز الغرز.
   - تحمل الإبرة بحيث يكون الوزن الكلي مع الإبرة ( 100 ± 0.25 ) غم.
   - تنظف الإبرة بواسطة قطعة قماش مبللة بالبنزين.
   - يفحص كلاب الجهاز للتأكد من صلاحية الجهاز وتشغيله.
3. يوضع النموذج داخل وعاء النقل على قاعدة جهاز الغرز وتحت الإبرة ( درجة حرارة الماء في وعاء النقل ( 25 ± 0.1 ) °م ).
4. تنزل الإبرة بحيث تلامس سطح النموذج ( بالإستعانة بمصدر ضوئي ).
5. تسجل القراءة البدائية Initial Reading للمؤشر.
6. يضغط على زر التشغيل لتنزل الإبرة اوتوماتيكيا" لمدة 5 ثواني.
7. تسجل القراءة النهائية Final Reading.
8. ترفع الإبرة من النموذج وتنظف بواسطة قطعة قماش مبللة بالبنزين.
9. تعاد الخطوات (5 – 6) لنقاط مختارة بالنموذج تبعد 1 سم على الأقل الى أن نحصل على ثلاث قراءات أو أكثر مقاربة وضمن الحدود المسموح بها والمذكورة في فقرة الدقة.

**البيانات:**

1. درجة حرارة الغرفة.
2. عمق النموذج في الحاوية.
3. فترة التبريد في الهواء.
4. فترة بقاء النموذج في الحمام المائي.
5. الحمل على الإبرة.
6. درجة حرارة الفحص.

| Trial | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Initial Reading | | | |
| Final Reading | | | |
| Penetration value | | | |
| Mean value | | | |
| Penetration grade | | | |

**المناقشة:**

1. تعريف الغرز، وما هي ظروفه القياسية؟
2. ماذا يقصد بأسفلت 80 – 100 ؟