الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

اسم المحاضرة : تكنولوجيا المواد الانشائية

اسم المحاضر : م. آلاء سبع الليل

الأكاديمية العربية الدولية – منصة أعد

مخطط المادة العلمية

أولا: المقدمة
ثانيا: المحاور الأساسية لمادة تكنولوجيا المواد الإنشائية
ثالثا: أنواع المواد الإنشائية
رابعا: خصائص المواد الإنشائية
خامسا: اختبارات المواد الإنشائية
سادسا: الخرسانة
سابعاً: خواص الخرسانة
ثامناً: تصنيف الخرسانة
تاسعاً: انواع الاسمنت
عاشراً: الاسمنت البورتلاندي

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

المقدمة

تكنولوجيا المواد الإنشائية هي فرع من فروع الهندسة المدنية يهتم بدراسة المواد التي تستخدم في بناء المباني والمنشآت. تعتبر المواد الإنشائية أساسية لنجاح أي مشروع هندسي، حيث تحدد جودة ومتانة المباني وتأثيرها على البيئة والمجتمع. تشمل هذه المواد الخرسانة، الصلب، الزجاج، الخشب، والمواد الأخرى التي تستخدم في الإنشاءات.

تهدف مادة تكنولوجيا المواد الإنشائية إلى تعريف الطلاب بخصائص واستخدامات المواد الإنشائية المختلفة، وكيفية اختيار المواد المناسبة لكل نوع من المشاريع. سيتعلم الطلاب كيفية اختبار وتقييم خصائص المواد، وكيفية استخدامها بشكل فعال وآمن في عمليات البناء. كما سيتعرفون على أحدث التطورات التكنولوجية في مجال المواد الإنشائية وكيفية تطبيقها في مشاريع البناء الحديثة.

من خلال دراسة مادة تكنولوجيا المواد الإنشائية، سيكتسب الطلاب المعرفة والمهارات اللازمة لتحقيق التوازن بين جودة البناء، التكلفة، والأثر البيئي، مما يساهم في بناء مجتمعات مستدامة وآمنة.

المحاور الأساسية لمادة تكنولوجيا المواد الإنشائية

تشمل عدة مواضيع رئيسية تساهم في تعريف الطلاب بالمفاهيم الأساسية والمهارات الضرورية في هذا المجال. ومن بين المحاور الأساسية للمادة يمكن تقديمها كالتالي:

١. خصائص المواد الإنشائية: يتعرف الطلاب على خصائص المواد الإنشائية المختلفة مثل الخرسانة، الصلب، الزجاج، والخشب، وكيفية تأثير هذه الخصائص على أداء المواد في التطبيقات الإنشائية.

٢. استخدامات المواد الإنشائية: يتعرف الطلاب على التطبيقات الشائعة للمواد الإنشائية في مجالات البناء والهندسة المدنية، وكيفية اختيار المواد المناسبة لكل نوع من المشاريع

٣. اختبار وتقييم المواد: يتعلم الطلاب كيفية اختبار وتقييم خصائص المواد الإنشائية من خلال الاختبارات المعملية والتحليلات الهندسية.

٤. تقنيات التشييد: يتعرف الطلاب على أحدث التقنيات والتطورات في مجال تكنولوجيا المواد الإنشائية وكيفية تطبيقها في مشاريع البناء.

٥. الأثر البيئي والاستدامة: يدرس الطلاب كيفية تقليل الأثر البيئي للاستخدامات الإنشائية وتعزيز الممارسات الاستدامة في مجال التشييد.

أنواع المواد الإنشائية:

- الخرسانة: تعتبر الخرسانة من أكثر المواد استخدامًا في صناعة البناء، وتتكون من مزيج من الإسمنت والرمل والحصى والماء. تتميز الخرسانة بقوتها ومتانتها، ويمكن تشكيلها بسهولة لتناسب الاحتياجات المختلفة.
- الصلب: يستخدم الصلب في تقديم الهياكل الداعمة للمباني والجسور، ويتميز بقوته ومرونته. يمكن تشكيل الصلب بسهولة لإنشاء هياكل معقدة
- الزجاج: يستخدم الزجاج في المباني لإضافة الإضاءة الطبيعية والجمالية، ويتميز بشفافيته. يمكن تصنيع الزجاج بأشكال وأحجام مختلفة لتناسب التصاميم المعمارية.
- الخشب: يستخدم الخشب في البناء لتقديم هياكل خفيفة وجذابة، ويتميز بقوته وسهولة تشكيله. يمكن استخدام الخشب في تصميمات مباني ذات طابع بيئي وطبيعي.

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

خصائص المواد الإنشائية:

a) قوة المادة: تعبر عن قدرة المادة على تحمل الأحمال والضغوطات دون التلف.

b) مرونة المادة: تعبر عن قدرة المادة على التحمل والانفعال دون التلف.

c) مقاومة المادة للعوامل البيئية: تعبر عن قدرة المادة على التحمل لظروف البيئة المختلفة كالرطوبة والحرارة.

اختبارات المواد الإنشائية:

١) اختبار الضغط: يستخدم لقياس قوة المواد تحت ضغط معين.

٢) اختبار الشد: يستخدم لقياس مقاومة المواد للشد.

٣) اختبار التأثير: يستخدم لقياس تأثير الصدمات على المواد

التقنيات الحديثة في تكنولوجيا المواد الإنشائية:

-استخدام النانوتكنولوجي: يستخدم في تحسين خصائص المواد وزيادة متانتها.

-استخدام الألياف الزجاجية والكربونية: يستخدم لتعزيز قوة المواد وزيادة مرونتها.

الأثر البيئي والاستدامة في تكنولوجيا المواد الإنشائية:

-يجب على المهندسين والمقاولين اتباع ممارسات استدامة في استخدام المواد وإعادة تدويرها.

-يجب التفكير في استخدام مواد صديقة للبيئة وتقليل الأثر البيئي لعمليات البناء.

.

الخرسانة Concrete

تحتل الخرسانة مكان الصدارة في مواد البناء المستعملة في تنفيذ المشاريع. فقد تطورت وتحسنت طرق انتاجها وصناعتها بصورة هائلة وتعددت أنواعها المنتجة تبعا" لأغراض المستعملة من اجلها في المجالات المختلفة عن طريق تنوع مكوناتها أو باستعمال الاضافات أو تنوع طرق الانتاج.

الخرسانة مادة مركبة(Material Composite) تتكون من المادة المالئة (Filler)كالركام(Aggregate) المنتشرة في نسيج المادة الرابطة (عجينة الاسمنت)، والتي تملئ الفراغات بين جزيئات الركام وتربطها سوية، ويمكن اضافة بعض المواد الاخرى (المضافات Admixtures) للحصول على خواص معينة.

خواص الخرسانة Concrete

تعتمد خواص الخرسانة بصورة أساسية على ما يلي

١) خواص ونسب خلط المواد االولية المستعملة في إنتاجها (الركام بنوعيه ، الاسمنت ، الماء)

٢) اسلوب خلط المواد الاولية

٣) عملية نقل الخرسانة الى موقعها في القالب

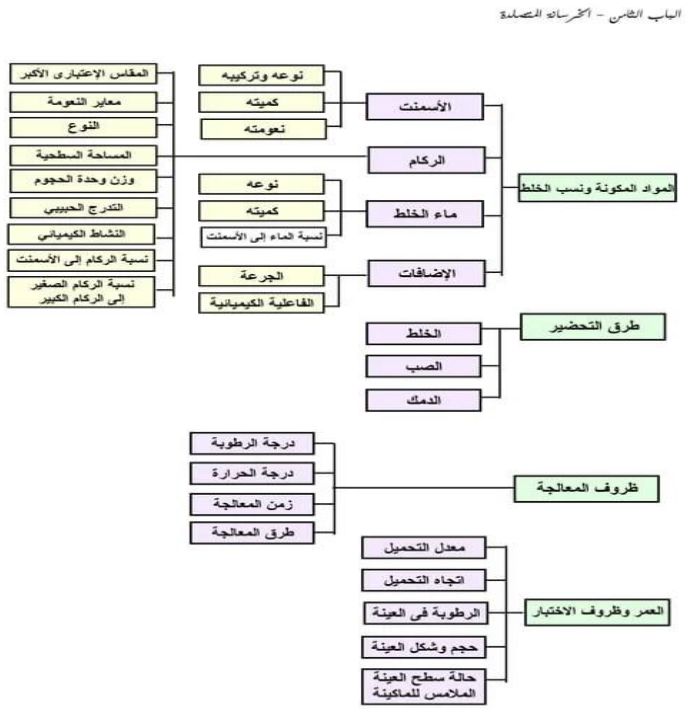
٤) طريقة رص ومعالجة الخرسانة .

٥) العامل الاقتصادي

٦) الظروف الجوية المحيطة بالخرسانة

٧) نوعية المنشأ الذي تستعمل فيه

٨) السيطرة النوعية في موقع العمل



شكل (٨-١) العوامل التى تؤثر على المقاومة.

تصنيف الخرسانة Classification Concrete

من الممكن تصنيف الخرسانة بالنسبة الى وزنها أو كثافتها إلى :

- الخرسانة الاعتيادية الوزن Normal Weight Concrete (N.W.C)

كثافة هذا النوع من الخرسانة بحدود 2400 Kg/ m³ وهي أكثر أنواع الخرسانة استخداما.

- الخرسانة خفيفة الوزن Light Weight Concrete (L.W.C)

كثافة هذا النوع من الخرسانة بحدود ³(300– 1850 m/Kg) و تستخدم لاغراض العزل الحراري وفي الحالات التي يراد تقليل الوزن على الاسس.

انواع الخرسانة الخفيفة الوزن :

i. الخرسانة ذات الركام الخفيف Concrete Aggregate Lightweight Structural
ii. الخرسانة المهواة Concrete Aerated
iii. الخرسانة الخالية من الرمال Concrete Fine N

تصنيف الخرسانة Classification Concrete

من الممكن تصنيف الخرسانة بالنسبة الى وزنها أو كثافتها إلى :

- الخرسانة العالية الكثافة Heavy Weight Concrete

كثافة هذا النوع من الخرسانة بحدود $3200\ K/m^3$ وتستخدم في عمل درع واق من الاشعاع في المفاعلات النووية

وتصنف الخرسانة بالنسبة الى مقاومة الانضغاط الى:

١) خرسانة ذات مقاومة قليلة اقل من 20 MPa

٢) خرسانة ذات مقاومة متوسطة تتراوح بين 20 – 40 MPa

٣) خرسانة ذات مقاومة عالية اكبر من ٤٠ MPa

تصنيف الخرسانة Classification Concrete

وهناك أنواع عديدة من الخرسانة المعدلة:

١. الخرسانة البوليمرية Concrete Polymer
٢. الخرسانة المسلحة بأالياف Concrete Reinforced Fiber
٣. الخرسانة المعرضة لالنكماش Concrete Compensated Shrinkage
٤. الخرسانة ذات قابلية التشغيل العالية Concrete Workability High
٥. الخرسانة الكتلية Concrete Mass
٦. الخرسانة المقذوفة (خرسانة الرش) Crete Shot
٧. الخرسانة ذاتية الرص Concrete compacting-S

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

فوائد وسلبيات الخرسانة

	الفوائد Advantages	السلبيات Disadvantages
1-	إمكانية الخرسانة للصب بالشكل والهيئة المطلوبة (الأقواس , الأعمدة , الدعامات).	ذات مقاومة شد واطئة Low Tensile Strength
2-	تكون اقتصادية لتوفر المواد الأولية لها.	ذات قابلية سحب وطرق واطئة Low Ductility
3-	ذات ديمومة عالية حيث تبقى لفترة طويلة لا تحتاج الى صيانة عند تصميم الخلطة بصورة مناسبة للظروف الخدمية وعند صبها بصورة جيدة.	غير ثابتة الحجم حيث تتعرض للانكماش Shrinkage والزحف Creep.
4-	لا تحتاج الى تغطية إلا في بعض الأجواء القاسية.	صعوبة السيطرة على عملية إنتاج ووضع الخرسانة على عكس المواد الأخرى كالحديد.
5-	مقاومتها عالية للنار Fire Resistance	يجب استعمال القوالب الساندة لحين التصلب.

انواع الاسمنت Types of Cement

تعتمد خواص الاسمنت إثناء عملية الاماهة على:

أ – تركيبه الكيمياوي أي نسب المواد الاولية الداخلة في صناعته.

ب – درجة نعومة الاسمنت

لذلك وبالنظر لاحتياجات المختلفة فقد وجدت أنواع متعددة من الاسمنت كل منها بصفة خاصة وهذه الانواع:

- الاسمنت البورتالندي cement Portland
- الاسمنت التمددي cement Expansive
- الاسمنت الالومينيي cement Aluminous

الاسمنت البورتلاندي PORTLAND CEMENT

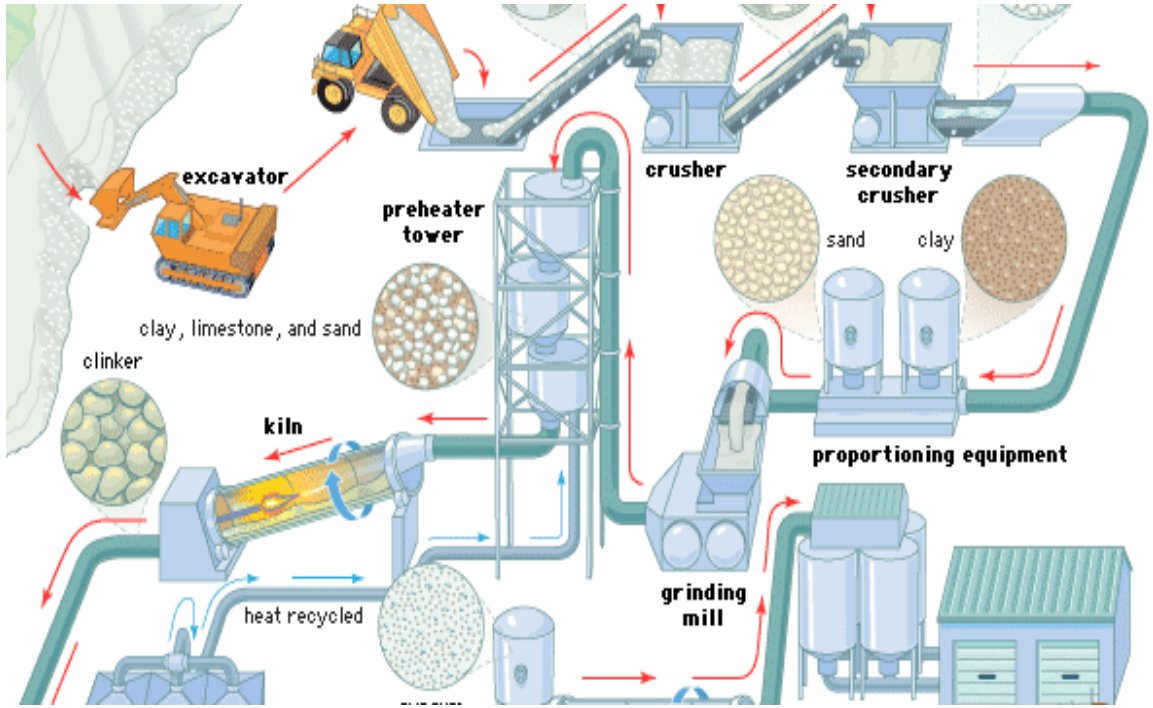
وهي المادة التي تمتلك خواص تماسكية Cohesive وتلاصقية adhesive

بوجود الماء مما يجعله قادرا على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض و تماسكها مع حديد التسليح وتحويلها الى وحدة كاملة مترابطة.

والاسمنت له خاصية التجمد settingوالتصلب (Harding) بفعل التفاعلات الكيماوية وبوجود الماء لذلك يعرف بالاسمنت المائي أو الهيدروليكي cement hydraulic

اكتشف الاسمنت البورتالندي cement Portland من قبل البناء الانكليزي جوزيف اسبيدن عام ١٨٢٤ وذلك بحرق خليط من الطين Clay والحجر الجيري الصلب limestone hard المسحوق ناعما في الفرن وسمي بالاسمنت البورتالندي نسبة الى جزيرة بورتالند بإنكلترا التي تحوي أحجار البناء التي لها نفس لون وجودة الاسمنت البورتالندي

المكونات الرئيسية الداخلة في صناعة الاسمنت البورتلاندي



١) أوكسيد الكالسيوم CaO وهذا يوجد في الحجر الجيري CaCO3 والحجر الجيري الطباشيري.

$$CaCO_3 \xrightarrow{\text{بالفرن تسخين}} CaO + CO$$

١) ثاني اوكسيد السليكون أو السليكا ٢ SiO وهذا يوجد في الطين.

٢) الالومينا والحديد وهذه موجودة في الطين.

٣) المغنيسيا والقلويات Alkalis (الصوديوم، الكالسيوم، البوتاسيوم) والفوسفاد وهذه موجودة في الطين.

طرق صناعة الاسمنت البورتلاندي

١) الطريقة الرطبة (Process Wet)

يتم طحن ومزج المواد الاولية بوجود الماء وهذه الطريقة تستعمل عندما تكون نسبة الرطوبة في المواد الاولية عالية.

١) الطريقة الجافة (Process Dry)

يتم طحن ومزج المواد الاولية بحالتها الجافة وهذه الطريقة تستعمل:

- عندما تكون المواد االولية صلدة ال تتفتت بالماء.
- في البلدان الباردة لمنع تجمد الماء في الخليط.
- في حالة شحة الماء الالزم لعملية الخلط.

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

المقارنة بين الطريقة الرطبة والجافة

ت	الطريقة الرطبة	الطريقة الجافة
1-	حجم الفرن الدوار اكبر.	حجم الفرن الدوار اصغر.
2-	كمية الوقود اللازمة لإزالة الرطوبة اكبر.	كمية الوقود اللازمة لإزالة الرطوبة اقل.
3-	اقل اقتصادية.	أكثر اقتصادية.
4-	يمكن الحصول على مواد متجانسة بسهولة.	لا يمكن الحصول على مواد متجانسة بسهولة.
5-	تحتاج المكائن والمعدات الى صيانة وإدامة اقل.	تحتاج المكائن والمعدات الى صيانة وإدامة أكثر.

الخواص الفيزيائية للاسمنت البورتلاندي

١) الاسمنت البورتالندي عبارة عن مسحوق رمادي حبيباته لها وزن نوعي (٣,١٥) وحجم يتراوح بين (٢٠-٨٠) مايكرون وحجم الحبيبة يعتمد على طريقة الطحن ويمكن أن يتغير حسب متطلبات الاسمنت.

٢) جزيئات الاسمنت ذات حجم صغير بحيث من الصعوبة قياسها بالتحليل المنخلي كما في حالة الركام، وبذلك يتم اللجوء الى تحديد المساحة السطحية النوعية(Area Surface Specific) لوحدة الوزن كقياس بديل.

٣) يتم تعيين المساحة السطحية النوعية لإلسمنت في الواليات المتحدة ألمريكية بطريقة (Blaine) وهي الاكثر شيوعاً ومبنية على أساس قياس سرعة انتشار الهواء تحت ضغط ثابت خلال نموذج صغير مضغوط من الاسمنت . وتتراوح قيم المساحة السطحية النوعية المقاسة بهذه الطريقة بين 300-500 $Kg\ ^2/m$لأغلب أنواع الاسمنت المستعمل.

الخواص الكيميائية للاسمنت البورتلاندي

ان المواد الاولية المستعملة في صناعة الاسمنت البورتالندي تتكون بصورة رئيسية من:

A. الحجر الجيري CaO

B. السيلكا SiO2

C. الالومينا O32Al

D. اوكسيد الحديد O32Fe

تتفاعل هذه المركبات مع بعضها البعض داخل الفرن الى ان يتم الوصول الى حالة التوازن الكيمياوي وينتج عن هذا التفاعل الكلنكر Clinker

يحتوي الكلنكر على أربعة مركبات رئيسية مبينة في الجدول

ت	اسم المركب	الرمز الكيمياوي	الرمز
-1	سليكات ثلاثي الكالسيوم	$3CaO\ SiO_2$	C_3S
-2	سليكات ثنائي الكالسيوم	$2CaO\ SiO_2$	C_2S
-3	الومينات ثلاثي الكالسيوم	$3CaO\ Al_2O_3$	C_3A
-4	الومينات حديد رباعي الكالسيوم	$4CaO\ Al_2O_3\ Fe_2O_3$	C_4AF

اماهة الاسمنت البورتلاندي Hydration of cement

هي سلسلة التفاعلات التي تحصل من عند خلط الاسمنت البورتلاندي مع الماء .

والتي بموجبها يكون الاسمنت مادة رابطة .

حيث تتحول نواتج عملية الاماهة الى كتلة متينة وصلبة تعرف بعجينة الاسمنت المتصلبة hardened cement paste

هنالك نوعان من تفاعل مركبات الاسمنت مع الماء :

١. النوع الاول والذي يعتبر التفاعل الحقيقي لعملية الاماهة المباشرة لجزيئات الماء الى الاسمنت.

٢. النوع الثاني هو التحلل بالماء hydration

إن التحلل بالماء يمكن توضيحه بالمعادلة التالية والتي تتضمن اماهة المركب سيليكات ثالثي الكالسيوم ٣CaOSiO٢

$$3CaO.SiO_2 + H_2O \longrightarrow r\,CaO.y.SiO_2 + Ca(OH)_2$$

↑ جل الاسمنت (C.S.H) (سلكيات الكالسيوم المائية)

↑ هيدروكسيد الكالسيوم

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

فحوصات الاسمنت البورتلاندي

ان الفحوصات التي تجري على الخواص الفيزيائية للاسمنت هي :

١. فحص النعومة Fineness
٢. فحص القوام القياسي Consistence Standard
٣. فحص زمن التجمد time Setting
٤. فحص الثبات Soundness
٥. فحص مقاومة الاسمنت cement of Strength

Fineness of cement نعومة الاسمنت البورتلاندي

المحاسن:

١) إن زيادة نعومة االسمنت يؤدي إلى سرعة عملية الاماهة كذلك زيادة سرعة الحصول على المقاومة المبكرة.

٢) زيادة نعومة االسمنت يسبب زيادة الربط بين االسمنت والركام Aggregate وذلك لتداخل حبيبات االسمنت بين الفراغات الموجودة داخل الركام.

٣) زيادة نعومة االسمنت تحسن قابلية التشغيل Workability للخلطة الخرسانية وتزيد من تماسكها.

٤) زيادة نعومة االسمنت يقلل طبقة الماء التي تنفصل على السطح بسبب النضح Bleeding

Fineness of cement نعومة الاسمنت البورتلاندي

المساوئ:

١) زيادة نعومة الاسمنت تسبب زيادة كلفة طحن الكلنكر

٢) زيادة نعومة الاسمنت يعرض االسمنت الى اماهة جزئية أثناء الخزن الرديء.

٣) زيادة نعومة الاسمنت يؤدي الى زيادة المساحة السطحية للقلويات الموجودة فيه O2Na , O2K التي تتفاعل مع سليكا الركام وتسبب تلف الخرسانة وتشققها.

٤) زيادة نعومة الاسمنت يؤدي الى زيادة في انكماش Shrinkage عجينة الاسمنت

٥) زيادة نعومة الاسمنت تسبب زيادة المساحات السطحية للمركب C3A مما يتطلب زيادة الجبس لتأخير تفاعل C3A مع الماء

الخاتمة

هذه المحاضرة هي محاضرة تعريفية بمادة نظرية الاستقرار الانشائي تم التركيز على اساسيات هذا المقرر ..

آمل أن تكونوا قد حققتم الفائدة

شكرا لحضوركم .....