وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الفرات الاوسط التقنية
المعهد التقني/ نجف
قسم/ التقنيات المدنية

مــواد الانشــاء

لطلبة المرحلة الاولى/الرسم بالحاسوب

قسم التقنيات المدنية

المعهد التقني/ نجف

اعــداد/ هنـــاء محمـــود الكسار

مدرس

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
هيئة التعليم التقني
اللجنة الاستشارية للتخصصات المدنية/قسم التقنيات /فرع الرسم بالحاسوب – المرحلة الاولى

مواد الانشاء Construction Materials	الساعات الاسبوعية		
	ن	ع	م
	2	**0**	**2**

أهداف المادة: تعريف الطالب بخواص المواد الانشائية واستعمالاتها وانواعها وبعض المبادئ والاساسيات لميكانيك

التربة وميكانيك الموائع والهيدروليك.

الاسبوع	تفاصيل المفردات النظرية
الاول	**مبادئ عامه عن الخرسانة ،تعريفها ، تركيب الخرسانة ،بعض المصطلحات الخاصة بها.**
الثاني	**السمنت البورتلاندي، صنعه، تركيبه الكيمياوي ، انواع السمنت ومواصفات كل نوع .**
الثالث	**خواص السمنت ، النعومة، فقدان الوزن بالاحتراق، ثبات السمنت، حرارة الاماهة، وقت التماسك الابتدائي والنهائي، قوة التحمل الانضغاطية، مقاومة الشد.**
الرابع	**ركام الخرسانة، مصادره، انواعه ، تصنيعه.**
الخامس	**الفحوصات الخاصة بالركام، طرق اخذ النماذج، نسبة الرطوبة، الوزن النوعي.**
السادس	**وحدة الوزن المرصوصة وغير المرصوصة للركام، التدرج، المسامية.**
السابع	**قابلية الامتصاص للركام، السحج، شكل الجسيمات ،الملمس السطحي للجسيمات، تضخم الرمل.**
الثامن	**الماء ،خواص الماء المستخدم في الخرسانة، ماء غسل الركام، ماء الانضاج.**
التاسع	**المواد المضافة للخرسانة، والعوامل الاقتصادية في استخدام المواد المضافة واستعمالات المواد المضافة .**
العاشر	**خواص الخرسانة الطرية، النسب المستعملة في الخرسانة الاعتيادية ،تأثير نوع العجينة على خواصها .**
الحادي عشر	**قوام الخرسانة الطرية، النزف، الانكماش، الوزن الوحدي ونتاج وكمية السمنت في الخرسانة الطرية.**
الثاني عشر	**صب ورص وانضاج الخرسانة.**
الثالث عشر	**الخرسانة المسلحة وغير المسلحة وخواصها الميكانيكية ، مكوناتها، واستعمالاتها.**
الرابع عشر	**الفحوصات الخرسانية وتطبيقاتها.**
الخامس عشر	**زيارة موقعية لبناية تحت التشييد.**
السادس عشر	**الفولاذ الانشائي ،مواصفاته، انواعه، استعمالاته.**
السابع عشر	**تفضيلات الفولاذ، البرشام ،اللحام، البراغي، واستعمالاتها .**
الثامن عشر	**اساليب تفتيش الاعمال الخرسانية ومعامل انتاج الخرسانة ، والتفتيش اثناء الصب.**
التاسع عشر	**زيارة لمعامل انتاج الخرسانة .**
العشرون	**التربة، الخواص الفيزيائية للتربة.**
الحادي والعشرون	**النفاذية للتربة، مقاومة القص ، الهبوط ،رص التربة .**
الثاني والعشرون	**التحريات الحقلية والفحوصات الموقعة للتربة**
الثالث والعشرون	**الاسس، انواعها، استعمالاتها .**

الرابع والعشرون	ميكانيك الموائع والهيدروليك ،تعريف الموائع ، الخواص الفيزياوية للسوائل.
الخامس والعشرون	الكثافة، اللزوجة، انضغاط الماء، التماسك والالتصاق ،والشد السطحي الخاصية الشعرية، الضغط الهايدروستاتيكي.
السادس والعشرون	انواع المجاري المفتوحة، وحالات الجريان .
السابع والعشرون	مسائل تطبيقية لاحتساب التصريف وسرعة الجريان .
الثامن والعشرون	توزيع السرع والضغط في المجاري المفتوحة والمغلقة .
التاسع والعشرون	حل مسائل تطبيقيه حول توزيع السرع في المجاري المفتوحة والمغلقة.
الثلاثون	زيارة موقعية لمشاهدة الفولاذ الانشائي وانواعه وتوصيلات الفولاذ والبرشام واللحام والبراغي.

الاسبوع الاول

مبادئ عامة عن الخرسانة، تعريفها ، تركيب الخرسانة، بعض المصطلحات الخاصة بها

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على ان:

١- التعرف على مكونات الخرسانة

٢- مميزات الخرسانة

٣- مساوئ الخرسانة

٤- أنواع الخرسانة

اختبار قبلي/

١. ماذا تعرف عن الخرسانة؟

٢. ما هي انواعها؟

الخرســــــــانـة

الخرسـانة(concrete): هي خليط من الركام الناعم(الرمل) والركام الخشن(الحصى) مرتبطة مع بعضها بمادة

لاصقة هي السمنت والماء وتترك لتتصلب وتنتج مادة صلبة ذات مقاومة انضغاطية عالية.

إن خواص الخرسانة الناتجة تتأثر تأثرا كبيرا بنوع السمنت المستعمل ونوع الركام كما تتأثر بطريقة المعالجة (الإنضاج) إي توفر الظروف اللازمة من حرارة ورطوبة لكي تتصلب وتكسب القوة المطلوبة بالإضافة إلى تأثرها الكبير بنسب الخلط المستعملة بين السمنت والماء والركام.

مميزات الخرسانة :

١- سهولة الحصول عليها إذ ان الركام يمكن ان يكون حصى ورملا يسهل الحصول عليهما من ضفاف الأنهر او غيرها من مناطق تواجدهما، كما يمكن ان يكون الركام حجرا مكسرا، ويمكن اختيار أيهما أيسر توفرا في المنطقة. اما السمنت فيصنع من الطين وحجر الكلس والتي تكاد ان تكون متوفرة في أكثر المناطق.

٢- رخص ثمن المواد أنفة الذكر تجعلها في اكثر الاحيان مشجعة على العمل بها.

٣- سهولة صنع الخرسانة إذ بالإمكان خلطها باليد إن كانت بكميات قليلة كما أنها لا تحتاج إلى مكائن معقدة ان خلطت بكميات كبيرة.

٤- سهولة العمل بالخرسانة لأنها سهلة النقل والصب وتأخذ شكل القالب الذي تصب فيه بسهولة بحالتها الرطبة.

٥- تتحمل الخرسانة قوة ضغط عالية مقارنة ببقية مواد البناء كالطابوق والثرمستون حيث يصل تحملها من 15 الى 40 ميكا نيوتن لكل م^{٢}.

٦- لا تتأثر بالرطوبة وقد لا ينفذ خلالها الماء ان أحكمت صناعتها وقد تضاف لها مواد كيمياوية لزيادة منعها لنفوذ الماء.

٧- لها مقاومة عالية للظروف البيئية وعوامل التعرية والحريق كما ان عمرها يقدر بآلاف السنين.
٨- للخرسانة القابلية على التماسك مع الحديد مما يضيف لها خواصا ممتازة في تحملها لقوى مختلفة كقوى الشد وعزوم الانحناء.

مساوئ الخرسانة:

١- العزل الحراري للخرسانة يعتبر رديئا مقارنة بأكثر مواد البناء التقليدية لذلك فإن استعمالها بمفردها في الناطق ذات الأجواء الحارة والباردة لا يكون مناسباً.
٢- كلفة القوالب التي تصب فيها الخرسانة هي اكثر من كلفة الخرسانة نفسها وخاصة في المقاطع الضيقة مثل الأعمدة.
٣- كثافتها الكبيرة مقارنة بالطابوق او الثرمستون لذلك لا يحبذ استعمالها في الأبنية العالية.
٤- نتيجة لمقاومتها الضعيفة للشد حيث ان تحملها للشد هو عشر تحملها للضغط ،لذلك عولجت هذه الظاهرة بالاستفادة من قابلية الالتصاق مع حديد التسليح حيث يعمل حديد التسليح والخرسانة معاً لمقاومة الشد الحاصل نتيجة التمدد والتقلص بالإضافة الى مقاومتها لعزوم الانحناء.

هناك نوعين من الخرسانة: ١- الخرسانة الاعتيادية ٢- الخرسانة المسلحة

مكونات الخرسانة: ١- السمنت ٢- الماء ٣- الركام

الخرسانة الاعتيادية Plain Concrete: وهي خرسانة بدون اي حديد تسليح وتستخدم في اعمال الفرشات تحت الاساسات والارصفة وعمل الكتل الخرسانية الغير معرضة لإجهادات شد وعمل الارضيات والسدود.

الخرسانة المسلحة Reinforced Concrete: وهي خرسانة عادية ويشترك معها حديد تسليح لمقاومة اجهادات الشد وهذا النوع من الخرسانة هو الاكثر شيوعا واستخداما في العالم وذلك لسهولة تنفيذه ورخص تصنيعه. ويمكن ان يصب في الموقع مباشرة او يصب في المصنع لعمل وحدات خرسانية جاهزة.

الاسئلة البعدية للأسبوع الاول

س١/ عدد أنواع الخرسانة

س٢/ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الاجابة الصحيحة :-

١- من مميزات الخرسانة

ا- كلفتها العالية ب- صعوبة صنع الخرسانة ج- كثافتها العالية د- مقاومتها العالية

٢- من مساوئ الخرسانة

ا- رخص ثمنها ب- سهولة الحصول عليها ج- العزل الحراري د- سهولة العمل بها

س٣/ ما الفرق بين الخرسانة الاعتيادية والخرسانة المسلحة؟

الاسبوع الثاني

السمنت البورتلاندي، صنعه ، تركبيه الكيمياوي، أنواع السمنت ومواصفات كل نوع

هدف خاص/ سيكون الطالب قادر على التعرف :

١. طريقة صناعة السمنت.
٢. تركيبهُ الكيمياوي.
٣. انواع السمنت و مواصفات كل نوع .

الإسـمـنت (Cement)

السمنت: هي مادة ناعمة تمتلك خواص تماسكية وتلاصقية بوجود الماء هذه الخواص تجعله قادراً على ربط مكونات الخرسانة مع بعضها البعض تتحول بعد فترة إلى مادة صلدة تكتسب مع الوقت مقاومة خصوصاً اذا وضعت في الماء.

المواد الأولية للسمنت

١- الحجر الجيري(أكاسيد الكالسيوم والمغنيسيوم) $Ca\ co_3$ او $Mg\ co_3$ (% 75-67)

٢- الطين(% 33-25)

٣- الجبس $Ca\ So_4.2H_2o$ (% 4)،

(الجبس نصف مائي $Ca\ So_4.1/2H_2o$ ، الجبس لامائي $Ca.So_4$

صناعة الاسمنت:

مراحل صناعة الاسمنت

١- طحن المواد الأولية حتى تتجانس بصورة جيدة وبنسب محددة.

٢- مرحلة الحرق

- تحول المواد الكلسية $CaCO_3$ الى أكسيد الكالسيوم CaO عند 950 مْ.
- ذوبان المواد الرئيسية (أكاسيد الكالسيوم والسليكون والألمنيوم والحديد) في فرن دوار كبير اسطواني مائل في درجات حرارة بين (1250-1350) مْ
- انصهار المواد الأولية وتتكتل على شكل كرات صغيرة مكونه المركبات الأساسية للاسمنت تعرف بالكلنكر يتراوح حجمها (25-3) ملم.

☒ **المركبات الأساسية للاسمنت**

- سيليكات ثلاثي الكالسيوم C_3S
- سيليكات ثنائي الكالسيوم C_2S
- الومينات ثلاثي الكالسيوم C_3A
- الومينات حديد رباعي الكالسيوم C_4AF

٣- التبريد السريع تقريباً لحد درجة 100-200 مْ.

٤- الطحن إلى مسحوق ناعم بعد إضافة الجبس بنسبة (3-4)% .

أنواع الاسمنت:

A. الاسمنت البورتلاندي

B. الاسمنت الطبيعي

C. الاسمنت ذات المقاومة العالية للكبريتات

D. الاسمنت التمددي

E. الاسمنت الألوميني

A- انواع السمنت البورتلاندي: تصنع انواع مختلفة من السمنت البورتلاندي تبعاً للغاية من استعماله.

ان المكونات الاساسية للسمنت هي بشكل عام الومينات وسليكات الكالسيوم ولكل من هذه المركبات صفات تختلف عن الاخرى من ناحية سرعة تصلبها وقوتها والحرارة المنبعثة من تفاعلها. ولإنتاج نوع معين من السمنت البورتلاندي يجرى التحكم في نسب هذه المواد مع بعضها لنحصل غلى الصفات التي نبتغيها في ذلك النوع من السمنت.

١- السمنت البورتلاندي الاعتيادي: يستخدم بصورة شائعة في المنشآت الخرسانية غير المعرضة للأملاح الكبريتية حيث توجد بالتربة والمياه الجوفية.

٢- السمنت البورتلاندي سريع التصلب: يشابه السمنت البورتلاندي الاعتيادي الا ان تطور المقاومة فيه أسرع حيث مقاومته بعمر ٣ أيام تعادل مقاومته بعمر ٧ أيام باستعمال نفس نسبة w/c .

٣- السمنت البورتلاندي واطئ الحرارة: يستعمل في الكتل الخرسانية الضخمة كالسدود لغرض تحديد من معدل سرعة انبعاث الحرارة في هذا النوع من المنشآت ومنع حدوث التشققات الخطيرة الناتجة عن تطور مقاومة الاماهة .

٤- السمنت البورتلاندي المعدل: هو سمنت ينتج من خلط ٦٠ % سمنت منخفض الحرارة و ٤٠ % سمنت اعتيادي ومعدل انبعاث الحرارة لهذا السمنت أعلى بقليل من واطئ الحرارة. معدل اكتساب المقاومة مماثل

للسمنت البورتلاندي الاعتيادي. يستعمل في المنشآت التي يتطلب ان يكون معدل الاماهة فيها أكثر من واطئ الحرارة والتي تتعرض للكبريتات بدرجة متوسطة.

٥- السمنت البورتلاندي المقاوم للكبريتات: يشابه السمنت البورتلاندي الاعتيادي إلا انه يحتوي على نسبة اقل من C_3A لغرض تقليل تأثير الكبريتات القادمة من التربة والمياه الجوفية.

٦- السمنت البورتلاندي الخبث: ينتج هذا النوع من طحن كلنكر السمنت الاعتيادي مع حبيبات الخبث الفرن العالي (النفاخ). يستعمل في الكتل الخرسانية الضخمة ولا يستخدم في الأجواء الباردة لأن الحرارة المنبعثة قليلة، كذلك في المنشآت المعرضة لمياه البحر لمقاومته للكبريتات.

<u>الخبث</u>: هو عبارة عن فضلات صناعية تتبقى عند صناعة حديد الزهر وكمياته مختلفة تعادل كميات الحديد المصنوع.

٧- السمنت البورتلاندي البوزلاني: ينتج من خلط السمنت مع البوزلانا : مواد سليكيه Sio_2 او سليكا والومينا ولا تمتلك لوحدها صفات ترابط ، ولكن عندما تطحن ناعما وبوجود الماء تتفاعل مع الجير المطفئ $Ca(Co)_2$ لتكوين مركبات ذات خواص سمنتية تكون ذات مقاومة جيدة للكبريتات.

٨- السمنت البورتلاندي الأبيض: يصنع بطريقة مماثلة لصناعة السمنت الاعتيادي يصنع بطحن الطين الأبيض مع الحجر الجيري الطباشيري ، هذه المواد تحتوي على نسبة قليلة من اوكسيد الحديد لغرض إزالة اللون الرمادي وكذلك لنفس السبب يكون عامل مساعد على الانصهار لذلك تكون الحاجة الى درجات حرارة عالية من تلك اللازمة في صناعة السمنت الاعتيادي لذلك تزداد الكلفة عند الطحن. يستخدم في الواجهات والنافورات.

B- السمنت الطبيعي: يصنع هذا النوع من معالجة احجار السمنت الطبيعية بالحرارة حيث تتم سلسلة من التغيرات منها تبخر الماء وتفكك وانحلال كربونات الكالسيوم وطرد القلويات واكسدة الحديدوز الى اكاسيد الحديد من ثم اتحاد الجير والمغنيس مع السيلكا والومينا لتكوين سليكات الكالسيوم والومينات الكالسيوم تسمى هذه العملية بالتكليس. وتتم هذه العملية بدرجات حرارة اقل من الحرارة اللازمة لإنتاج الكلنكر .

C- السمنت ذو المقاومة للكبريتات: يصنع من طحن حبيبات خبث الافران العالية مع كبريتات الكالسيوم وكلنكر السمنت الاعتيادي بحيث تكون نعومة هذا السمنت اعلى من السمنت الاعتيادي. يستعمل في الكتل الخرسانية الضخمة والمنشآت الموجودة في الترب التي تحتوي الكبريتات .

D- السمنت التمددي: يتكون هذا السمنت من خليط من السمنت الاعتيادي مع عامل تمددي ومادة مثبتة. العامل التمددي نحصل عليه من حرق خليط الجبس والبوكسايت[مادة أولية تحتوي على ألومينا عالية] والحجر الجيري الطباشيري. يستعمل في إصلاح الإعمال الكونكريتية والمنشآت المائية لمنع حدوث التشققات نتيجة الانكماش. لكلفته العالية يستخدم في اغراض خاصة جدا.

E- السمنت الالوميني: يصنع من الحجر الجيري والبوكسايت واكاسيد الحديد والتيتانيوم وكميات قليلة من السليلوز يطحن الى (١٢٥٠-٣٢٠٠)سم٢/غم. يحتوي على نسبة عالية من الالومينا مقارنة بالسمنت الاعتيادي . ينتج هذا النوع من السمنت بسبب مقاومته للكبريتات الخارجية.

- ✓ **هناك انواع خاصة من الاسمنت**
- السمنت المقاوم للبكتريا
- السمنت الغير مألوف للماء
- السمنت المانع لنفاذ الماء

الاسئلة البعدية للأسبوع الثاني:

س١/ ما هي المواد الاولية الداخلة في صناعة السمنت.

س٢/ ضع دائرة حول الاجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

١- الاسمنت البورتلاندي البوزولاني هو :

ا- يصنع بطريقة مماثلة لصناعة السمنت الاعتيادي يصنع بطحن الطين الأبيض مع الحجر الجيري الطباشيري.

ب- يشابه السمنت البورتلاندي الاعتيادي إلا انه يحتوي على نسبة اقل من C_3A لغرض تقليل تأثير الكبريتات القادمة من التربة والمياه الجوفية.

ج- ينتج من خلط السمنت مواد سليكيه Sio_2 او سليكا والومينا ولا تمتلك لوحدها صفات ترابط ، ولكن عندما تطحن ناعما وبوجود الماء تتفاعل مع الجير المطفئ $Ca(Co)_2$ لتكوين مركبات ذات خواص سمنتية تكون ذات مقاومة جيدة للكبريتات.

د- يصنع من طحن حبيبات خبث الافران العالية مع كبريتات الكالسيوم وكلنكر السمنت الاعتيادي بحيث تكون نعومة هذا السمنت اعلى من السمنت .

٢- من المركبات الأساسية للاسمنت هي :

ا- الجبس$Ca\ So_4.2H_2o$.

ب- سيليكات ثنائي الكالسيوم C_2S.

ج- الخبث .

د- البوكسايت واكاسيد الحديد والتيتانيوم .

الاسبوع الثالث

خواص السمنت ، النعومة، فقدان الوزن بالاحتراق، ثبات السمنت، حرارة الاماهة، وقت التماسك الابتدائي والنهائي، قوة التحمل الانضغاطية، مقاومة الشد.

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على التعرف على:

١- خواص السمنت الفيزيائية

٢- خواص السمنت الكيميائية

٣- خواص السمنت الميكانيكية

خواص الاسمنت الفيزيائية

- حرارة الاماهة
- النعومة
- الثبات
- زمن التجمد
- القوام القياسي

أماهة الأسمنت:

عندما يخلط السمنت البورتلاندي مع الماء ينتج عند ذلك سلسلة من التفاعلات الكيمياوية مصحوبا بانبعاث حرارة والتي بموجبها يكون السمنت مادة رابطة بمرور الوقت تتحول نتائج عملية الاماهة الى كتلة صلبة تعرف بعجينة السمنت المتصلبة.

- **حرارة الاماهة:**

وتعرف حرارة اماهة السمنت بأنها كمية الحرارة المنبعثة عند اماهة السمنت كليا في درجة حرارة معينة وتقاس (جول/غرام) أو (سعرة/غرام) من السمنت غير المتميء.

ان عملية الاماهة داخل الكتل الخرسانية الضخمة تكون مصحوبه بارتفاع كبير في درجات الحرارة لذلك يحدث فرق كبير في درجات الحرارة بين الداخل والخارج مما يؤدي الى توليد أجهادات قد تؤدي الى تشقق الخرسانة.

- **النعومة:**

كلما كان الاسمنت أكثر نعومة كلما كانت المساحة السطحية أكبر. وتؤثر النعومة على العناصر التالية:

فوائد النعومة :

١- ضرورية لزيادة سرعة الحصول على المقاومة في الأيام المبكرة.
٢- زيادة النعومة تؤدي إلى جعل التلاصق أفضل بين عجينة السمنت والركام.
٣- تحسين قابلية التشغيل للخلطة ولكن تجعل كمية الماء اللازم للحصول على عجينة ذات قوام قياسي اكبر.

مضار النعومة :

١- زيادة النعومة تحتاج كلفة اكبر.
٢- النعومة العالية تؤدي الى تعرض السمنت الى اماهة جزئية إثناء الخزن الردئ. مما يؤدي الى فقدان قابلية التماسك.
٣- النعومة العالية تؤدي الى زيادة الانكماش وزيادة نسبة الجبس.

- **ثبات الحجم**:

يقصد بثبات حجم الأسمنت عدم زيادة حجمه بعد تصلبه. فزيادة الحجم تسبب تشقق وتفتت الأسمنت المتصلب وتنتج من تواجد بعض المركبات بالأسمنت مثل الجير الحر CaO (غير المتحد) وزيادة كمية المغنيسيوم وزيادة كمية الجبس.

- **زمن التجمد** :

عند خلط السمنت مع الماء تتكون عجينة السمنت التي تفقد لدونتها تدريجيا مع الوقت. وبعد مدة يظهر نوع من التماسك الأولي في العجينة الإسمنتية ويسمى هذا **وقت التجمد الابتدائي** . وعندما تبدأ العجينة في تصلبها لتحمل وزنا معينا تكون قد وصلت الى **وقت التجمد النهائي** .

وهذا الوقت المنقضي بين بداية الخلط وزمن التجمد الابتدائي هو مهم جدا لعملية تشغيل الخرسانة (خلطها ونقلها وصبها وهزها وتشطيبها).وهناك عدة عوامل تؤثر على زمن التجمد أبرزها نوع السمنت (التركيب الكيميائي) ونعومته وكمية الماء ودرجة الحرارة ونسبة المواد المضافة (مبطئات او معجلات التجمد). وحسب المواصفات فأنه يجب ألا يقل التجمد الآبتدائي عن 45 وألا يزيد التجمد النهائي عن 10 ساعات.

- **القوام القياسي**:

الغرض منه هو تحديد نسبة الماء المثالية (الماء/السمنت) للحصول على عجينة قياسية باستعمال جهاز فيكات . وتتراوح (w/c) للسمنت البورتلاندي العادي بين 0.25 و0.3 .

❖ **خواص السمنت الكيميائية**:

تجرى التحاليل والاختبارات الكيميائية لمراقبة عمليات صناعة السمنت وذلك للتأكد من تطابق التركيبة الكيميائية للمواد الخام لمتطلبات الإنتاج مع التركيبة النهائية للكلنكر. كما ان التحاليل تجرى على المادة النهائية المصنعة وهي الآسمنت للتاكد من جودة الإنتاج ومطابقتها للمواصفات. والجدول التالي يوضح نسب مركبات السمنت لأنواعه المختلفة حسب المواصفات الامريكية.

نوع الإسمنت	مركبات الإسمنت بالنسبة المئوية (٪)			
	سيليكات ثلاثي الكالسيوم	سيليكات ثنائي الكالسيوم	ألومينات ثلاثي الكالسيوم	حديدي ألومينات رباعي الكالسيوم
نوع 1	55	19	10	7
نوع 2	51	24	6	11
نوع 3	56	19	10	7
نوع 4	28	49	4	12
نوع 5	38	43	4	9

تعتبر مقاومة السمنت للضغط هي الخاصية الهامة في استخداماته، أما مقاومة الشد له فهي بسيطة وليست بذات أهمية. ومقاومة السمنت الصافي اكبر من مقاومته إذا خلط بالرمل.وتزداد المقاومة في العمر الأول (حوالي 7 أيام) بشكل واضح وكبير. ويقل معدل الزيادة بعد مرور الزمن تدريجيا لانخفاض درجة التفاعل.وقد يستغرق الأمر عدة سنوات حتى تستكمل التفاعلات وتتحقق المقاومة النهائية. إلا أن الزيادة في المقاومة بعد 28 يوماً عادة محدودة وتعتبر المقاومة المتحققة في هذا الوقت كافية لتقاوم الخرسانة الأحمال الواقعة عليها.ولهذا اختارت المواصفات العالمية هذا الزمن (28يوما) معيارا لجودة الخرسانة .

وبجانب تأثير النعومة على عملية التصلد فأن درجة الحرارة والرطوبة لهما دور كبير في التأثير على تطور المقاومة مع الزمن.ولذلك فأنه لا يمكن التوصل الى مقاومة جيدة إلا بالمعالجة في ظروف رطبة مستمرة. أما إذا تعرضت الخرسانة الى هواء حار وجاف فإن ذلك يؤدي الى الحصول على مقاومة أقل بكثير من تلك التي يتحصل عليها بالمعالجة الرطبة.

الاسئلة البعدية للأسبوع الثالث:

س١/ من الخواص الميكانيكية للركام هي:

ا- الثبات ب- القوام القياسي ج- النعومة د- الضغط

س٢/ للحصول على عجينة قياسية للسمنت البورتلاندي العادي فان (w/c) تكون

a-0.4-0.5 b-0.25-0.3 c- 0.6-0.7 d- 0.5

الاسبوع الرابع

ركام الخرسانة، مصادره، انواعه ، تصنيعه.

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على التعرف على :

١- ركام الخرسانة

٢- مصادر الركام

٣- انواع الركام

الركـــــــــــام (Aggregates)

يطلق اسم الركام على الحبيبات الصخرية التي تكون متدرجة الحجم من حبيبات رملية صغيرة(Sand) الى حصى(Gravel) وحبيبات كبيرة من الجلمود او الأحجار المكسرة .ان نوعية وخواص الركام لها تأثير كبير على الخرسانة وخواصها لكونه يشغل (٧٠-٧٥)% من حجم الخرسانة .

يعطي الركام كتلة الخرسانة استقرارية ومقاومة للقوى الخارجية والعوامل الجوية كالحرارة والرطوبة والأنجماد ويقلل التغيرات الحجمية الناتجة عن تجمد وتصلب عجينة السمنت او عن تعرض الخرسانة للرطوبة والجفاف أضافةً كونه مادة مالئه لذلك فان الركام يعطي الخرسانة متانة أفضل فيما لو استعملت عجينة السمنت لوحدها.

أنواع الركـــــــــــام ومصادره:

١) الركام العادي من المصادر الطبيعية، وينقسم هذا النوع الى

- ركام الوديان والأنهار: يستخرج هذا إما عن طريق حفر المحاجر في الاودية أو الحصول عليه من الأنهار، وعادة ما يجري غسله وفصله في مجموعات حبيبة ومن ثم إعادة خلطه وتكوين الركام المطلوب منه في الأماكن الخاصة بتجهيزه.
- ركام الكسارات: يقع تكسير الصخور الطبيعية المستخرجة من المحاجر بواسطة كسارات ،حيث يتم الحصول على مقاسات مختلفة من الحصى والرمل.

٢) الركام الخفيف ، وينقسم الى:

- ركام خفيف طبيعي مثل خبث البراكين والحجر الخفاف.
- ركام خفيف صناعي مثل الطين المحروق وخبث الأفران العالية.

ويستعمل الركام الخفيف في صناعة الخرسانة الخفيفة للعزل الحراري.

٣) الركام الثقيل: يستعمل الركام الثقيل في الخرسانة للحماية من الإشعاعات الذرية والإشعاعات الخطيرة الموجودة في الهواء.

تصنيف الركـــــــــام:

- يتم تصنيف الركام نسبة إلى المقاس وحسب المواصفة العراقية

الركـام الخشن: هي مجموعة الحبيبات التي تحتجز معظمها(95 - 100) % من وزنها على منخل رقم 4 .

قد يكون حصى غير مكسر وهو ركام خشن ناتج من التعرية الطبيعية لانواع الصخور او حصى مكسر او حجر مكسر ينتج من تكسر لأنواع الصخور.

الركـــــام الناعم: يتضمن مجموعة الحبيبات التي تمر معظمها عبر منخل رقم 4 والرمل اما ان يكون

أ- ينتج عن التعرية لانواع من الصخور ←—— رواسب الانهار ←—— رمل

ب- رمل الحجر المكسر

- **تصنيف الركام نسبة الى منشئه**

ركام طبيعي: ناتج عن التغيرات الطبيعية مثل التعرية والتجوية وقد يكون من صخور نارية (بركانية)او متحولة أمثلة عليه الكرانيت والبازلت. ومن خواصه القوة والصلابة والوزن النوعي والمسامية والتركيب المعدني والكيميائي ،اما الخواص الاخرى كالشكل والحجم والملمس فلا تشابه الصخور الأم مع أن للصخور الأم التأثير الكبير عليها ، ويمكن استخدامه لمختلف الاغراض ، والركام الناتج من صخور الحجر الجيري والدولوميت الرسوبية يكون اقل صلابة من الصخور النارية ومع ذلك فهو مناسب لمعظم الاستخدامات .

ركام الكسارات: يقع تكسير الصخور الطبيعية المستخرجة من المحاجر بواسطة كسارات، حيث يتم الحصول على مقاسات مختلفة من الحصى والرمل.

الركام الخفيف: وينقسم الى نوعين

- ركام خفيف طبيعي: مثل خبث البراكين والحجر الخفاف.
- ركام خفيف صناعي: مثل الطين المحروق وخبث الأفران العالية.

❖ شكل وسطح الحبيبات

يقسم الركام بالنسبة لشكل حبيباته الى:

- ركام مدور Round مثل ركام الانهار وشواطئ البحار. حيث تعتبر الاستدارة هي مقياس لحده وتزوي حافات حبيبات الركام وتعتمد استدارة الركام على قوة الصخور الأصلية.
- ركام غير منتظم Irregular مثل ركام الحفر والمحاجر.
- ركام زاوي Angular مثل أحجار الكسارات.
- ركام مبطط (طبائقي) Flaky مثل الصخور الطبقية.
- ركام عصوي Elongated مثل الصخور الطبقية او التي تعرضت لعوامل تعرية.
- ركام مفلطح Flaky and Elongated مثل الصخور الطبقية.

ويعتبر الشكل الأقرب الى المدور والمكعب أفضل الأشكال المناسبة لركام الخرسانة.كما يجب اجتناب الركام الذي يحتوي على نسبة تفوق (10 - 15)% من الحبيبات العصوية والمفلطحة.

ويقسم الركام بالنسبة لسطح الحبيبات الى:

- زجاجي Glassy مثل الصوان الأسود.
- ناعم Smooth مصقول بفعل المياه مثل الإردواز والرخام.
- حبيبي Granular مثل الحجر الرملي.
- خشن Rough مثل البازلت .
- بلوري Crystalline مثل الكرانيت والكابرو.
- معشش ومسامي Honeycombed مثل الحجر الخفاف.

ويعتبر الحبيبات ذات السطح الأملس مفيدة لتحسين تشغيل ودمج الخرسانة. وتساعد الحبيبات ذات الأسطح الخشنة والمليئة بالنتوءات على تماسك جيد بين عجينة السمنت والركام ولكنها قد تصعب عملية التشغيل.

<u>الركـــــــام العراقي</u>:

ان غالبية الصخور العراقية صخور رسوبية والدراسات والفحوصات التي أجريت على هذه الصخور أشارت انه من الممكن تصنيف الركام المستخرج

أ- نوعية مقبولة

ب- نوعية متوسطة الجودة

ت- نوعية ضعيفة (رديئة)

الاسئلة البعدية للأسبوع الرابع:

س١ من مصادر الركام

a) ضفاف الانهار والوديان
b) ركام الكسارات
c) ركام خفيف صناعي
d) كل ما ذكر

س٢ يصنف الركام المدور حسب

a) مقاسه
b) ملمسه
c) شكله
d) منشئه

الاسبوع الخامس

الفحوصات الخاصة بالركام، طرق اخذ النماذج، نسبة الرطوبة، الوزن النوعي

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على معرفة:

١- خواص الركام
٢- الفحوصات الخاصة بالركام
٣- نسبة الرطوبة والوزن النوعي
٤- طرق اخذ النموذج

خواص الركـــــــــــام

❖ **الخواص الفيزيائية**:

- كثافة الركام = $\frac{\text{وزن الركام}}{\text{حجم الركام}}$ غم/ سم٣
- الوزن النوعي= $\frac{\text{كثافة الركام}}{\text{كثافة الماء}}$

حيث حجم الركام هو حجم الحبيبات بدون الفراغات بين الحبيبات.ويتراوح الوزن النوعي للرمل والحصى بين 2.5 و2.75 ، بينما الوزن الحجمي للركام يتطلب اعتبار الفراغات بين الحبيبات، ويتراوح الوزن الحجمي للرمل بين 1.5و1.85 وللحصى بين 1.6و1.8 .

- **الوزن النوعي المطلق(الحقيقي):** وهو وزن حجم معين من الركام (باستثناء المسامات المنفذة وغير منفذة) الى وزن حجم مساوي من الماء المقطر الخالي من الغازات عند نفس درجة الحرارة.
- **الوزن النوعي الكلي**: هو نسبة وزن حجم معين من الركام (ويشمل ذلك المسامات المنفذه وغير المنفذه) الى وزن حجم مساوي من الماء المقطر الخالي من الغازات عند نفس درجة الحرارة.
- **الوزن النوعي الظاهري**: هو نسبة وزن حجم من الركام بضمنه المسامات الغيرة منفذة الى وزن حجم مساوي من الماء المقطر الخالي من الغازات عند نفس درجة الحرارة.

❖ **الخواص الميكانيكية**:

- **مقاومة الركام للتهشيم:** تحدد مقاومة للتهشيم بتعين معامل التهشيم وهو النسبة المئوية بالوزن للركام المار من المنخل القياسي 2.5 مم، وذلك بعد تعريض عينة الاختبار لضغط قدره 40 طن.
- **متانة الركام:** تعين متانة الركام بإجراء اختبار المتانة على عينة اسطوانية الشكل قطرها 25 مم وارتفاعها 25 مم. وفي هذا الاختبار تسقط مطرقة قياسية وزنها 2 كغم يبدأ من ارتفاع سنتيمتر واحد على عينة الاختبار ثم يكرر ذلك مع زيادة الارتفاع في كل مرة عن سابقتها بمقدار سنتيمتر واحد. ويكون عدد الدقات اللازمة لكسر العينة هو مقياس متانة الركام.
- **مقاومة الركام للتآكل:** توضع عينة من الركام في ماكينة لوس انجلوس ومعها عدد من الكرات الحديدية وتدار الماكينة 500 لفة ثم تستخرج العينة وتنخل على منخل 1.4مم.
  - نسبة التآكل = $\frac{\text{الوزن المار من المنخل } \mathbf{1.4} \text{ مم}}{\text{الوزن الاصلي للعينة}} * 100$

ويجب أن تكون نسبة التآكل اقل من 40 لركام الخرسانة الإسمنتية.

❖ **معاير النعومة:**

هو المعامل الذي يصف المقاس المتوسط للركام ويستعمل بكثرة في دراسة ركام الخرسانة . ويستنتج من جداول التحليل بالمناخل للركام. فيكون للرمل محصورا بين (2-3.2) وللحصى بين (5-8).

❖ **المقاس الاعتباري الأكبر للركام الكبير:**

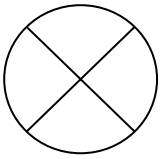
هو مقاس أصغر فتحة منخل يسمح بمرور 95 % على الأقل من الركام الكبير. وكلما كبر المقاس الاعتباري الأكبر للركام كلما زاد الوزن الحجمي وتحسنت نسبيا مقاومة الخرسانة الأحمال ، مع توفير في كمية الإسمنت المستخدمة نظرا لقلة المساحة السطحية للركام.

ويتراوح المقاس الاعتباري الأكبر للركام ما بين (19-37.5) ملم لأعمال الخرسانة العادية. أما أعمال الخرسانة الكتلية فيستخدم ركام مقاسه الاعتباري الأكبر حوالي 150 ملم ، ولا يفضل استخدام ركام بحجم أكبر من 150ملم لصعوبة مناولته وتشغيله.

طرق أخذ النماذج

١) التقسيم الربعي:

- تخلط العينة بصورة جيده (في حالة الركام الناعم) يتم ترطيبه لتجنب الانعزال ونجمع المادة على شكل مخروط.



- يتم قلب المخروط لتكوين مخروط جديد تعاد العملية مرتين لضمان الخلط الجيد.
- يسوى المخروط على هيئة قرص بصورة مستديره كما موضح.
- يتم استبعاد ربعان ، ويجمع الربعان الآخران وتعاد العملية من جديد.
- تعاد العملية هكذا الى ان يتم الحصول على الكمية المطلوبة من العينة للفحص.

٢) التقسيم النصفي:

- يستخدم جهاز قاسم العينات، حيث توضع العينة في الصندوق العلوي ويسمح لها بالخروج من خانات على الجانبين.
- يتم إهمال العينة الواقعة في جانب الأول وتؤخذ العينة على الجانب الآخر، وتعاد العملية مره أخرى.

الاسئلة البعدية للأسبوع الخامس:

س١/ ما الفرق بين الوزن النوعي الظاهري والوزن النوعي الحقيقي؟

س٢/ يجب أن تكون نسبة التآكل لركام الخرسانة الإسمنتية اقل من -----

a) ٢٠

b) ٣٠

c) ٤٠

d) غير ذلك

الاسبوع السادس

قابلية الامتصاص للركام، التدرج، الشوائب في الركام، تضخم الرمل

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على معرفة:-

١- مسامية وامتصاص الركام

٢- التدرج الحبيبي للركام

٣- تأثير الشوائب في الركام

٤- تضخم الركام

- **مسامية وامتصاص الركام**: عادةً هنالك عدة مسامات داخلية في حبيبات الركام أهمية كبيرة في تحديد مميزات هذه الحبيبات فالمسامية والنفاذية تؤثر على التلاصق بين الركام والسمنت وعلى مقاومة الخرسانة للانجماد والذوبان وعلى توازنه الكيميائي ومقاومتها للتآكل.

بعض المسامات يكون موجود ضمن المادة الصلبة (الداخلية) وبعضها يكون مفتوح على سطح الحبيبات. أما كمية ومعدل سرعة نفاذ الماء الى داخل المسامات فيعتمد على مقاساتها استمرارية اتصالها ببعضها حجمها الكلي.

- نسبة الفراغات في الركام= $\frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{حجم الكلي}}$ *100%
- نسبة الفراغات في الركام= ١- $\frac{\text{الوزن الحجمي}}{\text{الوزن النوعي}}$ *100%
- نسبة امتصاص الماء= $\frac{\text{وزن الركام مبللا – وزن الركام جافا}}{\text{وزن الركام جافا}}$ *100%

التدرج الحبيبي هو تحديد الحجم الطبيعي للركام بفصل حبيباته عن بعضها البعض لمقاساتها بواسطة مجموعة من المناخل(شكل1) مرتبة حسب مقاس فتحتها وموضوعة فوق بعضها البعض(الشكل 2)،بحيث يكون أكبرها مقاسا في الأعلى وأصغرها مقاسا في الأسفل. ويجري نخل الركام عليها ويحدد الوزن المحجوز على كل منخل (المنخل يعرف بمقاس فتحته اي طول ضلع الفتحة)،ثم تحسب النسبة المئوية لوزن الركام المار من كل منخل.

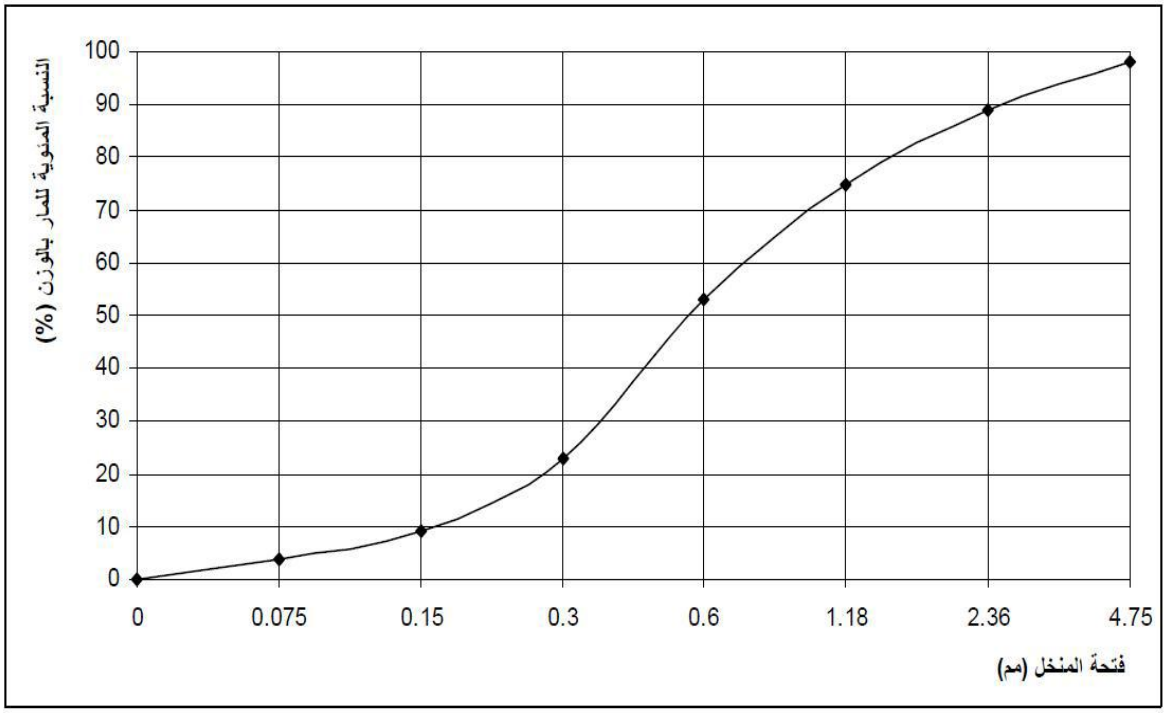
الشكل1 : المناخل القياسية

الشكل2 : جهاز لهز مجموعة من المناخل

الجدول (1) : نتائج تجربة نخل عينة من الركام الصغير وزنها 2000 جم

فتحة المنخل (مم)	وزن المحجوز التراكمي (جم)	النسبة المئوية للمحجوز (٪)	النسبة المئوية للمار (٪)
4.75	45	2	98
2.36	223	11	89
1.18	504	25	75
0.6	943	47	53
0.3	1544	77	23
0.15	1819	91	9
0.075	1918	96	4
وعاء	2000	100	0

الشكل (3) : منحنى التدرج الحبيبي للركام الصغير



ينقسم الركام من حيث تدرجه الحبيبي إلى الأنواع التالية :

- الركام المتدرج Graded Aggregates وهو الركام الذي يحتوي على معظم مقاسات المناخل القياسية.
- الركام الجيد التدرج Well Graded Aggregates وهو الركام الذي يحتوي على الكميات المناسبة من المقاسات المختلفة للمناخل القياسية.
- الركام الناقص التدرج Gap Graded Aggregates وهو الركام الذي لا يوجد فيه مقاس أو أكثر من مقاسات الركام المختلفة.

وتهدف معرفة التدرج الحبيبي للركام إلى الحصول على تدرج مناسب لركام يكون خليطاً من الحبيبات الصغيرة والكبيرة لاستخدامه في الخلطات الخرسانية لضمان سهولة تشغيل الخرسانة وتصلدها بالمقاومة المطلوبة مع مراعاة التوفير في التكاليف.

حدود التدرج الحبيبي : تحدد بعض المواصفات منحنيات تدرج تمثل المنطقة التي يقع بها منحنى التدرج الحبيبي للركام المستعمل حتى تكون الخرسانة الناتجة جيدة أو مقبولة وتكون هذه الحدود أحياناً على هيئة نسب مئوية للحدين الأقصى والأدنى للركام المار لكل منخل من مناخل الاختبار ، ومنها يمكن رسم منحنيات التدرج الحبيبي الأقصى والأدنى المسموح بها فتحصر بينها المنطقة الواجب أن يمر بها منحنى التدرج للركام المستعمل.

❖ **الشوائب في الركام**: هي المواد التي تؤدي إلى احد الأضرار التالية بالخرسانة:

- مواد ضارة بتصلد وتصلب الخرسانة.
- مواد تساعد على تشقق وتصدع الخرسانة.
- مواد تخفض كثافة ومقاومة الخرسانة.
- مواد تؤثر على حماية حديد التسليح.

١. **المواد المترسبة(الناعمة جداً):** تكون عادة من الطين أو طحين الحجارة(اقل من 0.063 مم) ،ولا تكون دائما ضارة للخرسانة، فقد تعمل على زيادة مقاومتها عندما تكون بكميات قليلة موزعة مع الركام فتساعد على سد الفراغات فيه. ويظهر ضررها واضحاً عندما تكون بكميات كبيرة فتتطلب كمية أكبر من الماء والعجينة الاسمنتية. وتعلق على الحبيبات الكبيرة فتمنع التحامها الجيد مع العجينة الاسمنتية. أو تبقى أثناء الخلط ولا تتفت أو تندمج مع الخليط فتظل كمنطقة ضعيفة في الخرسانة المتصلدة مما يعمل على خفض مقاومة الخرسانة أو التقليل من قيمتها المطلوبة والمتوقعة .والحد الأعلى المسموح به لكمية المواد المترسبة هو 5 % للرمل و3-4% للحصى و2% للزلط.

٢. **المواد العضوية:** تتكون من مواد نباتية وحيوانية كالفحم والخشب والعظام. وهذه المواد تؤثر على تصلب السمنت وتنحل وتضمحل مع الوقت لتكون فراغات داخل الخرسانة وبالتالي تضعف من مقاومتها. وللتأكد من عدم وجود هذه المواد بنسبة ضارة يجب القيام باختبار تعين الشوائب العضوية في الرمل الطبيعي.

☒ **تضخم الرمل**: عندما يكون الرمل جاف فأن حجم وزن معين من الركام الناعم يكون اقل مما يكون الركام رطب مما يؤدي إلى زيادة حجم وزن معين من الرمل نتيجة لوجود طبقة رقيقة من الماء على سطح الحبيبات مما يجعلها تبتعد عن بعضها البعض.

☒ **مضار التضخم:**

يسبب النقصان في وزن الرمل عند تحديد كميات الخليط في الحجم لهذا السبب فأن الخليط سيعاني من نقص في الحجم وبالتالي سيعاني من نقص في كمية الرمل مما يؤدي الى انعزال مكونات الخلطة الخرسانية عن بعضها البعض وتأثيرات أخرى على خواص الخرسانة.

الاسئلة البعدية للأسبوع السادس:

س١/ اختر الجواب الصحيح لكل مما يأتي:

١- من مضار الشوائب على الخرسانة
أ- مواد ضارة بتصلد وتصلب الخرسانة.
ب-مواد تخفض كثافة ومقاومة الخرسانة.
ج- مواد تؤثر على حماية حديد التسليح
د-كل ما ذكر اعلاه.

٢- يسبب التضخم في ركام الخرسانة
١. تصلب الخرسانة.
٢. تخفض كثافة ومقاومة الخرسانة.
٣. نقص في وزن الرمل.
٤. غير ذلك.

الاسبوع الثامن

الماء ، خواص الماء المستخدم في الخرسانة، ماء غسل الركام، ماء الانضاج.

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على:-

١- معرفة مواصفات ماء الخلط
٢- مهام ماء الخلط
٣- خواص ماء الخلط

ماء الخلط والإنضاج

❖ **وظيفة ماء الخلط :**

يمثل ماء الخلط أحد العناصر الهامة والأساسية في الخرسانة حيث يقوم بالوظائف الرئيسية التالية:

١) يعمل على إماهه الإسمنت وتفاعله مكوناً عجينة الإسمنت التي تعتبر المادة الفعالة في الخرسانة والتي تعمل على تماسك حبيبات الركام.
٢) يعمل على بلل الركام بحيث يمتصه ليكون الالتصاق بينه وبين االسمنت جيدا.
٣) إعطاء الخلطة الخرسانية درجة مناسبة من الليونة تساعده على التشغيل والتشكيل.

ويؤخذ ماء الخلط في العادة على هيئة نسبة بين الماء والإسمنت (w/c). لذا فان كمية الماء اللازمة للتفاعل الكيميائي مع الإسمنت تتراوح بين 0.25 إلى 0.30 من وزن الإسمنت، وإذا استعملت تلك الكمية فإنها تعطي خرسانة طازجة جافة جداُ وبالتالي تكون صعبة التشغيل فلذلك يلزم إضافة كمية ماء أخرى (أو إضافة ملدنات) لتسهيل عملية الخلط والصب والدمج، على إن تكون بأقل كمية ممكنة نظراً لأن زيادة الماء في الخلطة الخرسانية تؤدي إلى ضعف مقاومتها للأحمال.

❖ **خواص ماء الخلط**:

حسب المواصفات القياسية، يجب أن يكون الماء المستعمل في إنتاج الخرسانة نظيفاً وخالياً من المواد الضارة مثل الكبريتات والزيوت والأحماض والقلويات والمواد العضوية. ويعتبر الماء الصالح للشرب (الذي لا طعم له ولا رائحة ولا لون) مناسباً لخلط الخرسانة.

وتجدر الملاحظة ان هذه المواد تؤدي إلى تأثيرات ضارة بالخرسانة عند تجاوزها النسب القياسية في ماء الخلط ، فالكلوريدات تسبب صدأ حديد التسليح، والكبريتات تسبب تمددات داخلية كبيرة ومن ثم تشقق وتفتت الخرسانة، والقلويات تعجل التجمد وتحدث تفاعل مع الركام ينتج عنه زيادة في حجم الخرسانة فتتمزق وتتفتت.

لغرض تقييم تأثير استعمال الماء الذي يشك في نوعيته هو إجراء فحوصات وقت التماسك وثبات السمنت وقوة التحمل الانضغاطية ومتانة المونة فيجب عدم الحصول على أي تغيير في الوقت والثبات عند استعمال الماء المطلوب فحصه. ان الماء المستخدم في غسل الركام يجب ان يكون نظيف لأن استعمال الماء الغير صافي تسبب تكسيه جزيئات الركام بالطمى والأملاح والمواد العضوية.

ماء غسل الركام

يستخدم الماء الصالح للشرب في عمليات غسل الركام والتي تكون عادة بغرض أزالة المخلفات من الطين والمواد الناعمة والأملاح والمواد العضوية والتي تعلق بأسطح الحبيبات ويلاحظ ان استعمال ماء غير صالح لغسل الركام قد يؤدى إلى أضرار تماثل ذلك تلك التي تنشأ عند استعمال هذا الماء في الخلط وذلك لأنها تمنع الالتصاق والتماسك.

١- تستخدم المياه في غسل حبيبات الركام الناعم والخشن لتخلص من المركبات العضوية والشوائب والكبريتات والأملاح الضارة جدا في الخرسانة.
٢- تستخدم المياه في معالجه الخرسانة بعد الصب و هي عملية مهمه جدا حيث جزء من الاسمنت يتفاعل مع ماء أثناء عملية الخلط والجزء الأخر منه لم تكتمل عملية تفاعله بعد وعند معالجته بالماء يساعد ذلك على اكمال عملية التفاعل.

انضاج الخرسانة Curing of Concrete

لغرض الحصول على خرسانة جيدة فان صب الخلطة المناسبة يجب ان يعقبه الانضاج في محيط ملائم اثناء المراحل المبكره من التصلب . المعالجة عباره عن التسمية المعطاة للعمليات المستعملة لتحفيز وتعزيز اماهة السمنت وتتضمن السيطرة على درجة الحرارة وحركة الرطوبة من والى الخرسانة .

ان الغرض من الانضاج هو الحفاظ على الخرسانة بحالة مشبعة او اقرب ما يكون من التشبع لحين امتلاء الفراغات التى تكون المملوءة اصلا بالماء في العجينة الاسمنتية الطرية الى المدى المطلوب بنواتج اماهة السمنت. وتأتئ اهمية الانضاج من كون الاماهة تحدث فقط في الفراغات المملوء بالماء ويعد ضروريا منع فقدان الماء من المسامات الشعرية نتيجة التبخر وعدم حصول التجفيف الذاتي للعجينة وتعويض الماء المفقود من مصدر خارجي .

الاسئلة البعدية للأسبوع الثامن

س١/ اختر الاجابة الصحيحة

١- من مهام الماء في الخلطة الخرسانية ؟

a) يعمل على إماهه الإسمنت وتفاعله مكوناً عجينة الإسمنت التي تعتبر المادة الفعالة في الخرسانة والتي تعمل على تماسك حبيبات الركام.

b) يعمل على بلل الركام بحيث يمتصه ليكون الالتصاق بينه وبين االسمنت جيدا.

c) إعطاء الخلطة الخرسانية درجة مناسبة من الليونة تساعده على التشغيل والتشكيل.

d) كل ما ذكر اعلاه.

٢- يستخدم ماء غسل الركام

a) لتفاعل الخلطة الخرسانية.

b) لتخلص من المركبات العضوية والشوائب والكبريتات والأملاح الضارة جدا في الركام.

c) لزياده مقاومة الخرسانة.

d) غير ذللك.

الاسبوع التاسع

المواد المضافة للخرسانة، والعوامل الاقتصادية في استخدام المواد المضافة واستعمالات المواد المضافة

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على التعرف:-

١. المواد المضافة للخرسانة
٢. والعوامل الاقتصادية في استخدام المواد المضافة
٣. واستعمالاتها

المواد المضافة

هي مواد تضاف إلى ماء الخلط أو الخرسانة مباشرة قبل أو أثناء عملية الخلط بغرض إعطاء الخرسانة الطرية أو المتصلدة خواصاً معينة مطلوبة مثل التعجيل أو الإبطاء من زمن التجمد، أو بغرض تحسين التشغيل أو المقاومة أو الحصول على خرسانة غير منفذة للماء.

وتباع هذه المواد على شكل سوائل أو مساحيق أو مواد ذات حبيبات، وتضاف الى الخرسانة بنسب ضعيفة (غالباً 0.005 الى 2 % من وزن السمنت). كما يجب مراعاة التأثيرات الجانبية التي يمكن حدوثها بالنسبة للخواص الأخرى خلاف تلك التي يقصد تحسينها باستعمال الإضافات.

إن الغاية الأساسية من استعمال المواد المضافة هي:

١) تحسين قابلية العمل.
٢) الإسراع في تطور قوة التحمل الانضغاطية في الأيام الأولى من عمر الخرسانة.
٣) إسراع أو إبطاء التماسك الأولي.
٤) الإقلال من حرارة الإماهة.
٥) الزيادة في المتانة أو المقاومة للظروف الخاصة كاستعمال الأملاح المذيبة للثلوج.
٦) تقليل مسامية الخرسانة وبالتالي تقليل نفاذية السوائل في الخرسانة.

❖ أنواع المواد المضافة:

من أهم المواد المضافة الشائع استعمالها في صناعة الخرسانة ما يلي:

١) إضافات لتحسين قابلية التشغيل:

إذا قلت كمية الماء فأن قابلية التشغيل تنخفض ويصبح خلط وصب الخرسانة صعباً مع زيادة في مقاومتها.فإذا أضيف الماء تتحسن قابلية التشغيل للخرسانة مع انخفاض في مقاومتها. ولتحقيق مقاومة مرتفعة مع تشغيلية جيدة في ذات الوقت فإنه يمكن استعمال مواد ملينة ومساعدة على انسياب الخرسانة أو مواد محسنة لقابلية التشغيل.

٢) مواد مضافة لخفض نسبة الماء في الخلطة:

هي مواد مضافة تمكن من الحصول على خرسانة ذات قوام معين بكمية من ماء الخلط أقل من الكميات اللازمة في الحالة العادية مما يؤدي إلى تحسين مقاومة الخرسانة، وتسمى هذه المواد بالملدنات عالية الفاعلية لإمكانية الحصول على لزوجة عالية ومقاومة مرتفعة بكمية ماء أقل.

٣) إضافات لتبطئ زمن التجمد:

تعمل هذه المواد على تأخير زمن التجمد للخرسانة ،وتستعمل عند صب الخرسانة في الأجواء الحارة عندما يكون التجمد الابتدائي للإسمنت سريعاً جداً. أو عندما يكون زمن التجمد العادي للإسمنت غير كاف للقيام بجميع الأعمال المطلوبة، ابتداء من الخلط إلى مرحلة صب الخرسانة. كما تستعمل عند صب كميات كبيرة من الخرسانة بسمك كبير (الخرسانة الكتلية). ويجب أن يبدأ زمن التجمد في الخرسانة عند استعمال هذه المواد بعد ساعة على الأقل وبحد أقصى ثلاث ساعات ونصف. وزمن التجمد النهائي بعد أكثر من ثلاث ساعات ونصف من زمن تجمد الخلطة المماثلة دون استعمال هذه المواد. ويجب ان لا تقل مقاومة الخرسانة للضغط عن 90 % من مقاومتها المقارنة.

٤) إضافات لتعجيل التجمد والتصلد:

تقوم المواد المضافة للإسراع بزمن التجمد بتقصير هذا الأخير. وتستخدم في الأجواء الباردة لإزالة تأثير إبطاء التجمد في درجات الحرارة المنخفضة وما يترتب عليه من آثار ضارة. وتساعد الإضافات المعجلة بالتصلد على الحصول على مقاومة مبكرة عالية، والإسراع في استخدام المنشأ، وتقليل فترة معالجة الخرسانة. ويمنع استعمال الإضافات التي تحتوي على كلوريدات في الخرسانة المسلحة وخصوصاً مسبقة الإجهاد لضررها الكبير بحديد التسليح.

٥) إضافات الهواء المحبوس :

هي مواد تضاف للمونة أو الخرسانة أثناء خلطها وتسبب إدخال الهواء المحبوس في شكل فقاعات صغيرة. وتحسن كثيراً من خواص الخرسانة الطازجة والمتصلدة باستخدام هذه المادة الإضافية خاصة فيما يتعلق بتشغيل وصب ورص الخرسانة الجافة (نسبة الماء الى السمنت منخفضة جداً)، وفي مقاومة الجليد وتأثير الكيمياويات أثناء فترة الصقيع، بالإضافة إلى الزيادة في ديمومة الخرسانة مع الزمن.

٦) إضافة منع نفاذية الماء:

هذه الإضافات تمنع نسبياً نفاذية الماء داخل كتل الخرسانة، وتقسم إلى قسمين:

- الإضافات الطاردة للماء: والغرض منها منع الخرسانة من امتصاص ماء المطر أو المياه السطحية الملامسة.
- المواد المالئة للفراغات: وتتضمن المواد الفعالة كيميائيا (سيليكات البوتاسيوم وسيليكات الصوديوم) والتي تكون بتفاعلها مع السمنت جيلاتيناً يملأ الفراغات داخل الخرسانة. وتشمل المواد الخاملة (مواد ناعمة جداً) التي تسد الفراغات أو تقلل من حجمها.

٧) مواد مضافة أخرى:

١) المواد البوزولانية
٢) الرماد المتطاير
٣) السيليكـــا
٤) إضافات مساعدة على ضخ الخرسانة
٥) إضافات مولدة للغازات
٦) إضافات مساعدة على التماسك
٧) خضاب التلوين

الاسئلة البعدية للأسبوع التاسع

س١/ الغاية الأساسية من استعمال المواد المضافة هي:

١) تحسين قابلية العمل والإسراع في تطور قوة التحمل الانضغاطية في الأيام الأولى من عمر الخرسانة.
٢) إسراع أو إبطاء التماسك الأولي والإقلال من حرارة الإماهة.
٣) الزيادة في المتانة أو المقاومة للخرسانة وتقليل مسامية الخرسانة وبالتالي تقليل نفاذية السوائل في الخرسانة.
٤) كل ما ذكر اعلاه.

الاسبوع العاشر

خواص الخرسانة الطرية، النسب المستعملة في الخرسانة الاعتيادية ،تأثير نوع العجينة على خواصها .

هدف خاص/سيكون الطالب قادرا على التعرف على :

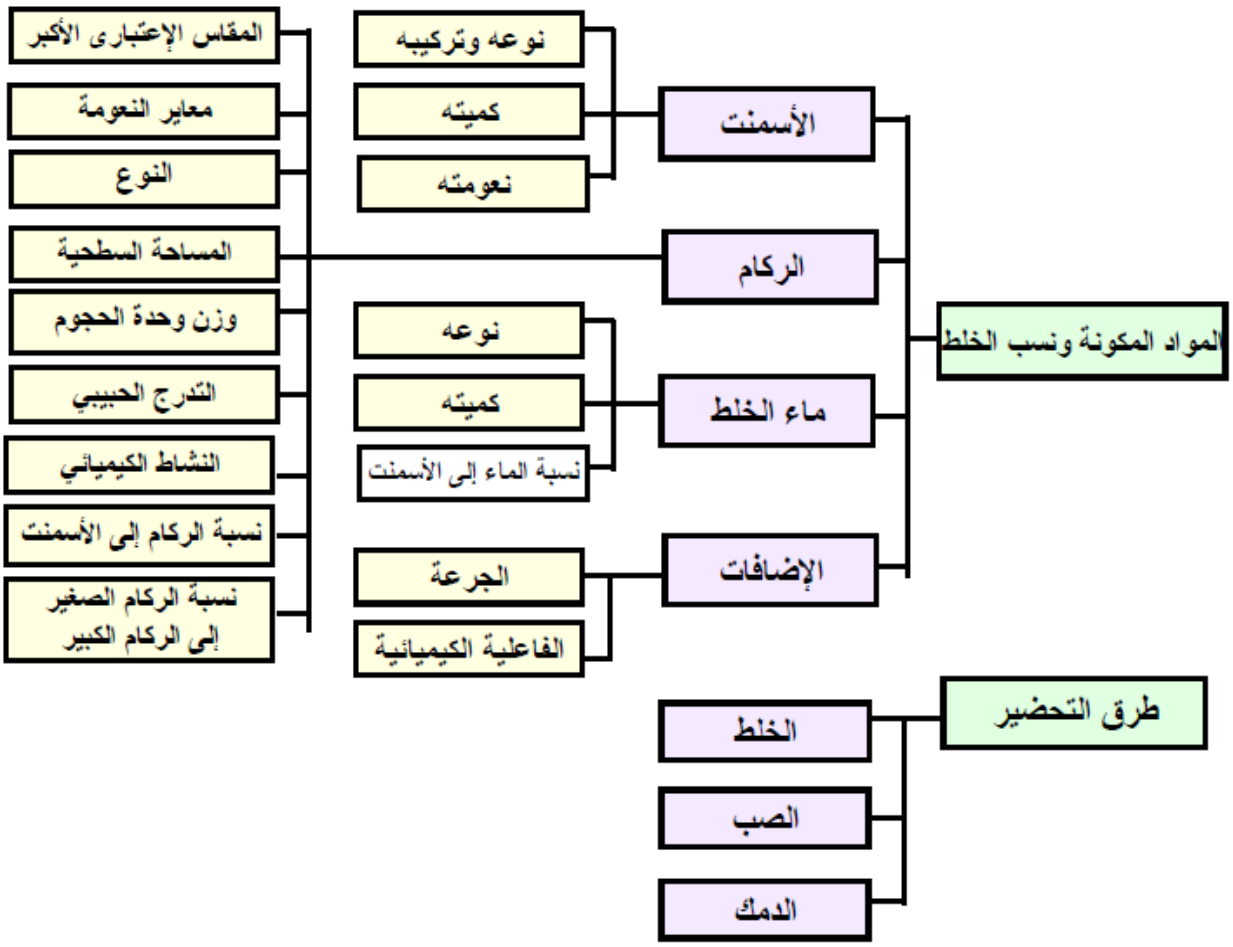
١) خواص الخرسانة الطرية
٢) قابلية التشغيل
٣) النسب المستعملة في الخرسانة الاعتيادية

الخرســــــــانة الطرية

الخرسانة الطرية: وهى الخرسانة التي تبدأ من لحظة إضافة الماء إلى مكونات الخرسانة الجافة وحتى لحظة حدوث زمن الشك الابتدائي .وتمتاز هذه المرحلة بالقدرة على الخلط والنقل والصب.

خواص الخرسانة الطرية

١) قوام الخرسانة
٢) قابلية تشغيل
٣) الانفصال الحبيبي
٤) النضح



النسب المستعملة في الخرسانة الاعتيادية

نسب الخلط بالوزن هي (4:2:1 ، اسمنت : رمل : حصى) أي لو افترضنا كيس اسمنت 50 كيلو يلزمها 100 كيلو رمل ناعم و 200 كيلو حصى للخرسانة ذات قوة 30 نيوتن ، (3:1.5:1) هنا نلاحظ ازدياد نسبة الاسمنت مقارنة بنسب الرمل والحصى فكل 50 كيلو اسمنت يلزمها 75 كيلو رمل و 150 كيلو حصى طبعا هذه الأمثلة ما هي الا طرق بسيطة. يمكن تعديلها بحسب نوع الحصى. وحسب المواد المضافة التي قد تضاف للخلطة . وعامل آخر لم نتطرق اليه وهو نسبة الماء مقارنة بالاسمنت. عادة الاسمنت ما يتطلب ما مقدار 25-20 % من وزنه ماءاً فقط وهو الكميه اللازمة لتفاعل الاسمنت كيميائيا للوصول الى اقصى حالات تصلبه وقوته لكن من الناحية العلمية فهذه النسبة تجعل الخلطة جافة وغير عملية للصب والمناولة ناهيك عن الضخ في مضخات الخرسانة لذلك فقد جرى الاتفاق على ان تكون نسبة الماء : الاسمنت w/c هي (0.4-0.5) من وزن الاسمنت. هذه النسب تعتبر أهم نسبة في خلط الخرسانة. فكلما زادت نسبة الماء كلما أصبحت رخوة وسائلة وكل ذلك على حساب قوتها وصلابتها ونفاذيتها للماء وكلما قلت نسبة الماء كلما زادت قوة الخرسانة وازدادت مقاومتها لنفاذية الماء .

الاسبوع الحادي عشر

قوام الخرسانة الطرية، النزف، الانفصال الحبيبي، الوزن الوحدي ونتاج وكمية السمنت في الخرسانة الطرية

١. **هدف خاص/سيكون الطالب قادرا على التعرف:-**
٢. **قوام الخرسانة الطرية.**
٣. **النزف(النضح).**
٤. **الانفصال الحبيبي.**

قوام الخرسانة الطرية

❖ **قوام الخرسانة**: يقصد بقوام الخرسانة الطرية درجة بللها، ويعبر عن السيولة النسبية للخرسانة، كما انه يبين النسبة بين كمية ماء الخلط وكمية المواد الجافة بالخرسانة.

ويمكن تعيين قوام الخرسانة بإحدى الاختبارات التالية:

١) **اختبار الهبوط**: الغرض من هذا الاختبار هو تحديد قوام الخلطة الخرسانية بتعيين مدى هبوطها بعد تشكيلها على هيئة مخروط ناقص، ويستعمل هذا الاختبار بشكل واسع في المعامل والمواقع. وتعبر القيمة المقاسة للهبوط عن درجة قوام الخرسانة الطرية كما يوضحها الجدول التالي

الجدول يوضح قوام الخرسانة حسب اختبار الهبوط

الهبوط (مم)	20-0	40-10	120-30	200-100	220-180
قوام الخرسانة	جاف	صلب	لدن	مبتل	رخو

٢) **اختبار الانسياب**: يختص هذا الاختبار بتعيين النسبة المئوية لانسياب الخرسانة، وذلك بإجراء اهتزاز ترددي لمخروط ناقص من الخرسانة موضوع على لوح معدني وتسجيل مدى انسياب الخرسانة كنسبة مئوية من القطر الأصلي لقاعدة المخروط.

قوام الخرسانة حسب اختبار الانسياب

الهبوط (%)	20-0	60-15	100-50	120-90	150-110
قوام الخرسانة	جاف	صلب	لدن	مبتل	رخو

٣) **اختبار كرة الاختراق(كيلي):** يعبر مقدار الاختراق داخل الخرسانة عن قوام الخلطة الخرسانية، الجدول التالي يوضح مقدار الاختراق مع قوام الخرسانة.

قوام الخرسانة حسب اختبار الاختراق

الهبوط (مم)	20-0	40-20	80-40	100-80	120-100
قوام الخرسانة	جاف	صلب	لدن	مبتل	رخو

❖ قابلية التشغيل:

القابلية للتشغيل هي خاصية الخرسانة الطرية التي تبين السهولة التي يمكن بها صب ومناولة الخلطة الخرسانية ، كما تبين درجة تجانسها ومقاومتها الانفصال الحبيبي.

وتقاس خاصية قابلية التشغيل للخرسانة بالاختبارات التالية:

١) اختبار عامل الرص

$$\text{معامل الرص} = \frac{\text{وزن الخرساتة المرصوصة جزئيا}}{\text{وزن الخرسانة المرصوصة كليا}}$$

٢) اختبار فيبي

❖ محتوى الفراغات الهوائية:

تؤثر نسبة الفراغات في الخرسانة الطرية بعد رصها على خواص الخرسانة بعد تصلدها، فكلما زادت الفراغات في الخرسانة زاد تسرب المياه خلالها وضعفت مقاومتها للضغط. ويجب ألا تزيد نسبة الفراغات في الخرسانة الطرية عن 7 %.

١) الانفصال الحبيبي (الانعزال):

يعرف الانعزال بأنه انفصال مكونات الخليط الغير متجانس والمتباين التركيب بحيث يصبح توزيعها غير منتظم، وهو انفصال بين الحبيبات الخشنة التي تنزل إلى أسفل والحبيبات الناعمة التي تطفو على السطح. ولابد من العمل على عدم حصول الانفصال الحبيبي لما له من سلبيات كبيرة على خواص الخرسانة وديمومتها. وينتج هذا الانفصال في بعض الخلطات الفقيرة بالإسمنت والجافة جداً. كما يحدث كذلك في الخلطات المبتلة كثيراً. كما يمكن تقليل احتمال حصول انفصال حبيبي باتباع الطرق السليمة في مناولة وخلط ونقل وصب ورص الخرسانة. أما الأسباب الرئيسية لحدوث الانعزال في الخلطات الخرسانية هي:

- الاختلاف في المقاس الحبيبي لمكوناتها.
- الاختلاف في الوزن النوعي لمكوناتها.
- عدم العناية بعملية الرص أو الرص الزائد للخرسانة.

❖ لتقليل الانعزال

- يستخدم ركام خشن ذو وزن نوعي متقارب إلى الوزن النوعي للركام الناعم.
- استخدام المضافات.
- الاعتناء بتدرج الركام.

٢) نزوح الماء او النضح:

هي ظاهره ارتفاع بعض ماء الموجود بالخليط إلى سطح الخرسانة الحديثة الصب، بسبب عدم إمكانية المكونات الصلبة في الخليط الاحتفاظ بجميع ماء الخلط عندما تتسرب للأسفل ويطلق عليه ظاهره اكتساب الماء. يميل الماء في الخلطات الخرسانية الطرية إلى الارتفاع إلى السطح ويحدث هذا نتيجة عدم قدرة مواد الخرسانة على الحفاظ على ماء الخلط المنتشر خلال الخرسانة. ونتيجة لذلك يصبح الجزء الأعلى من الكتلة الخرسانية أكثر رطوبة، مما يجعله أكثر مسامية وضعيفاً. ويلزم إجادة تصميم الخلطة الخرسانة لمنع نزح الماء منها بعدم استخدام كميات مياه أكثر من اللازم واللجوء إلى مواد مضافة.

❖ **مضار النضح:**

١. تكون الطبقة العليا للخرسانة ذات فراغات وبالتالي تكون الخرسانة ضعيفة المقاومة وغير متينة.
٢. اذا كان سرعة تبخر الماء أعلى من سرعة النضح يحصل الانكماش اللدن ويسبب تشقق الخرسانة.
٣. قد يحصر قسم الماء المرتفع إلى الأعلى تحت حبيبات الركام الخشن أو قضبان التسليح الأفقية مكونا فراغات داخل الخرسانة مؤديا إلى أضعاف التماسك بين حبيبات الركام وعجينة السمنت من جهة وبين الخرسانة وحديد التسليح من جهة أخرى كما تسبب تلك الفراغات زيادة النفاذية بالاتجاه الأفقي مما يقلل من متانة وديمومة الخرسانة.

❖ **لتقليل النضح**:

١. زيادة نعومة السمنت.
٢. زيادة كمية الركام الناعم والذي يقل مقاس حبيباته عن 150(مايكرون).
٣. يقل عندما تكون نسبة (C_3A) عالية السمنت.
٤. يقل عندما يكون محتوى القلويات عالي بالسمنت.
٥. يقل عند زيادة كلوريد الكالسيوم.

العناصر المؤثرة في مقاومة الخرسانة:

١) مكونات الخرسانة:

- الاسمنت: التركيبة الكيميائية، النعومة، .... الخ.
- الركام الناعم والخشن: متانة الحجارة الأم والشكل والمقاس وسطح الركام والتدرج الحبيبي ونسبة الركام إلى السمنت.... الخ.
- الماء: التركيبة الكيميائية ونسبة الماء إلى السمنت....الخ.
- المواد المضافة: النسبة، التفاعلات الكيميائية....الخ.

٢) ظروف التجربة:

- شكل ومقاسات العينة
- نسبة الرطوبة في العينة
- حرارة العينة وحرارة المعالجة

- طريقة التحميل للتجربة

٣) المعالجة:
- الوقت والزمن
- الحرارة
- الرطوبة

٤) طريقة التحضير:
- مكونات الخلطة
- طريقة الخلط
- الرص والهز
- طريقة الوضع أو الصب

الاسئلة البعدية للأسبوع الحادي عشر

س١/ **اختر الجواب الصحيح؟**

١-لتقليل النضح:

١. زيادة نعومة السمنت.
٢. زيادة كمية الركام الناعم والذي يقل مقاس حبيباته عن 150(مايكرون).
٣. يقل عندما تكون نسبة (C_3A) عالية السمنت.
٤. كل ما ذكر اعلاه.

٢- مضار النضح:

١. تكون الطبقة العليا للخرسانة ذات فراغات وبالتالي تكون الخرسانة ضعيفة المقاومة وغير متينة.
٢. اذا كان سرعة تبخر الماء أقل من سرعة النضح يحصل الانكماش .
٣. غير ذلك.

الاسبوع الثاني عشر

صب ورص وإنضاج الخرسانة

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على معرفة:

1. **طرق صب الخرسانة**
2. **طرق رص الخرسانة**
3. **طرق انضاج الخرسانة**

صب الخرسانة:

يجب قبل صب الخرسانة أخذ مجموعة من الاحتياطات منها رش الأسطح الملامسة للخرسانة بالماء لاجتناب امتصاص ماء الخرسانة خصوصاً في الطقس الحار.

ويمكن استعمال عدة تقنيات في عملية الصب أبرزها:

١) **المضخة:** هي التقنية الأكثر شيوعاً الآن ،حيث تدفع الخرسانة بالمكبس أو بالهواء المضغوط عبر أنابيب لمسافات طويلة حتى تصل مكان الصب. ويجب أن تكون للخرسانة تشغيلية جيدة لاجتناب انسداد الأنابيب

(إذا كانت الخرسانة جافة) أو حدوث انفصال حبيبي(إذا كانت الخرسانة مبللة جداً).

٢) **الانبوب الطويل:** هو أنبوب يصل إلى قاع الصبة الخرسانية ويرفع تدريجياً مع صب الخرسانة وذلك لتفادي وقوع انفصال حبيبي .

٣) **المزلقة:** وهو عبارة عن سطح مائل يكون بزاوية ميول مدروسة مع وضع عارضة أمامية أو استعمال قمع لتفادي حصول انفصال حبيبي، كما يجب صب الخرسانة على طبقات لا يتجاوز سمك 50 سم حتى يكون الرص جيداً.

رص الخرسانة:

الهدف من عملية رص الخرسانة هو إزالة الفراغات الهوائية وزيادة تماسك الخرسانة مع حديد التسليح ، ويؤدي الرص إلى تحسين مقاومة الخرسانة والحد من نفاذيتها.

ويمكن أن يكون الرص يدوياً باستعمال قضبان الخشب أو الحديد.ويفضل استعمال الرص الميكانيكي الذي ينقسم إلى ثلاثة أنواع:

١) **الهزازات الداخلية**: التي تحتوي على رأس هزاز ومحرك ويجب غطس الهزاز عمودياً وبسرعة داخل الخرسانة لمدة 20 ثانية .ولا يجب استعمال الهزاز أكثر من اللازم لأن ذلك يسبب الانفصال الحبيبي للخرسانة.
٢) **الهزازات الخارجي:** يثبت هذا النوع من الهزازات على القالب من الخارج وبالتالي تهتز الهزازات والقالب معاً ،وبتحريك الهزاز حول القالب يتم رص جميع أنحاء الخرسانة ويجب اجتناب الاهتزازات الزائدة حتى لا يتلف القالب.
٣) **مناضد الهز:** يثبت الهزاز أسفل المنضدة وباستعمال محرك يعطي حركة رأسية فقط للمنضدة تنتقل الهزات إلى القوالب والخرسانة الموضوعة فوق المنضدة.

إنضاج(معالجة) الخرسانة:

الهدف من المعالجة هو وقاية الخرسانة من الجفاف المبكر، وتعتبر درجة الحرارة ورطوبة الهواء وسرعة الرياح من أهم العوامل المؤثرة على تبخر الماء .ويمكن تقسيم طرق المعالجة إلى قسمين:

١) طريقة إضافة الماء باستمرار:

- طريقة الغمر بالماء: وتستعمل إذا كانت الأسطح أفقية.
- طريقة نثر الماء: وذلك بجعل طبقة رقيقة من الماء بشكل مستمر على سطح الخرسانة باستعمال شبكات من الناثرات أو الرشاشات.
- طريقة الأغطية المبللة: وتستعمل أغطية يتم تبليلها باستمرار (مرتين أو ثلاث مرات في اليوم).

٢) طريقة تغطية سطح الخرسانة لمنع فقدان الماء:

- **الورق غير النفاذ:** وهو ورق على شكل لفات يوضع بمجرد تصلب الخرسانة بعد تبليلها. ويستحسن استعمال ورق أبيض لعكس أشعة الشمس في الصيف وورق أسود لامتصاص الحرارة في الشتاء.
- **الألواح البلاستيكية:** وهي أكثر استعمالاً لأنها سهلة الالتواء والمرونة لتغطية الأشكال المعقدة ويجب التأكد من عدم وجود ثقوب بالألواح لتفادي تبخر الماء من الخرسانة. ويستحسن كذلك من

استعمال ألواح بيضاء لعكس أشعة الشمس في الصيف وألواح سوداء لامتصاص الحرارة في الشتاء.

- **المركبات الكيميائية:** وهي سوائل تتكون مادة صمغية أو شمع أو مطاط اصطناعي ترش على سطح الخرسانة بعد تهذيبه وبعد تبخر السائل يتكون غشاء غير نافذ للماء فوق سطح الخرسانة ويعيق تبخر الرطوبة من الخرسانة، وتوجد مركبات شفافة وأخرى ملونة بالأبيض للمناطق الحارة أو ملونة بالأسود للمناطق الباردة.

وتدوم فترة المعالجة 7 أيام لمعظم المنشآت الخرسانية (في حال استعمال الإسمنت البورتلاندي العادي) وتنخفض إلى ثلاثة أيام عند استعمال الاسمنت سريع التصلد، وترتفع إلى 14يوماً عند استعمال اسمنت منخفض الحرارة.

الاسئلة البعدية للاسبوع الثاني عشر

س١/ من الطرق الحديثة لصب الخرسانة هي

١. **المضخة**
٢. **مناضد الهز**
٣. **الألواح البلاستيكية**
٤. **غير ذلك**

س٢/ من الطرق الحديثة لرص الخرسانة هي

١. **الهزازات الداخلية**
٢. **الهزازات الخارجي**
٣. **مناضد الهز**
٤. **كل ما ذكر اعلاه**

الاسبوع الثالث عشر

الخرسانة المسلحة وغير المسلحة وخواصها الميكانيكية ، مكوناتها، واستعمالاتها.

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على التعرف:

1. **الخرسانة المسلحة**
2. **الخواص الميكانيكية للخرسانة المسلحة**
3. **خواص الخرسانة المتصلبة**

الخرسانة المسلحة Reinforced Concrete

قبل استعمال الخرسانة المسلحة كانت الحجارة والطابوق والخرسانة الاعتيادية والحديد هي المواد التي تستعمل في أنشاء الأبنية والجسور وهذه المواد عدا الحديد ضعيفة في مقاومتها للشد مع أنها مناسبة لتحمل قوى الضغط. لذلك فأن استعمال الحديد مع الخرسانة يضفي عليها صفات ممتازة كمادة إنشائية فهي تتحمل قوى الضغط والشد والانحناء إضافة إلى ان لها صفات تفوق الحديد وحده وهي عدم تأثرها بالحريق بسرعة ولا تتآكل كالحديد.

مميزاتها :

١. تتميز الخرسانة الاعتيادية بمقاومتها العالية للانضغاط لكنها لا تستطيع تحمل قوى الشد العالية إلا بوجود حديد التسليح معها. تظهر الخرسانة تماسكا قويا مع أسطح الأسياخ الحديدية وعلى ذلك فإن الخرسانة تنقل إجهادات الشد الزائدة والتي لا تستطيع مقاومتها بنفسها إلى الأسياخ الحديدية التي تتميز بمقاومتها العالية للشد.

٢. معامل التمدد الطولي للخرسانة ومعامل التمدد الطولي للحديد يعتبروا قريبين من بعضهما ولذلك فإن الإجهادات الداخلية في الخرسانة المسلحة لا تظهر نتيجة تغيرات دراجات الحرارة.

٣. الخرسانة تحمي الحديد من الصدأ وفي نفس الوقت لا يتفاعل معه.

٤. سهولة تشكيلها وقلة تكاليف صيانتها واقتصاديتها على المدى البعيد.

الخواص الميكانيكية للخرسانة المسلحة

١. تكون القوى الداخلية في إي مقطع من المقاطع في حالة أتزان مع القوى الخارجية المؤثرة على ذلك المقطع.
٢. يتصرف الحديد مع الخرسانة ككتلة واحدة حيث لا يوجد انزلاق بين الحديد والخرسانة وان المطاوعة الحاصلة في الحديد هي نفسها في الخرسانة الملامسة له.
٣. تبقى المقاطع المستوية قبل التحميل مستوية عند التحميل.
٤. تهمل مقاومة الشد للخرسانة مقارنة بمقاومة الشد للحديد.
٥. تعتمد النظرية على العلاقة بين الإجهاد والمطاوعة للخرسانة.
٦. ليس هناك إجهادات في الحديد عند وضعه داخل الخرسانة.
٧. معامل المرونة في الخرسانة لا يتغير أثناء التحميل وهذا عكس الواقع إذ إن مرونة الخرسانة تتغير مع العمر.

خواص الخرسانة المتصلبة

❖ **مقاومة الضغط:**

إن مقاومة الضغط هي أهم خواص الخرسانة المتصلبة على الإطلاق، وهي تعبر عن درجة جودتها وصلاحيتها. ومقاومة الضغط هي المقاومة الأم للخرسانة حيث أن معظم الخواص والمقاومات الأخرى مثل الشد والانحناء والقص والتماسك مع حديد التسليح تتحسن وتزيد بزيادة مقاومة الضغط والعكس صحيح.

❖ **مقاومة الشد:**

من المعروف أن الخرسانة العادية (بدون تسليح) لا تقاوم قوى الشد المباشرة حيث إن مقاومتها للشد صغيرة بالنسبة لمقاومتها للضغط وذلك لطبيعتها القصيفة. ومع ذلك فإن للشد أهمية يجب أخذها في الاعتبار لأن حدوث التشققات ما هو إلا نتيجة لضعف أو لعدم مقاومة الخرسانة للشد. وتحدث معظم التشققات نتيجة الانكماش بالجفاف. وتتراوح مقاومة الخرسانة للشد بين (7- 10)% من مقاومة الضغط.

وتقسم طرق إجراء اختبار الشد للخرسانة إلى قسمين:

١) اختبار الشد المباشر: يكون كسر العينة ناتجاً من تأثير الشد المؤثر من ماكينة الاختبار مباشر على العينة. ونادراً ما تجرى اختبارات الشد المباشر لصعوبة تثبيت عينات الاختبار بين كلابات الماكينة ولتولد اجهادات ثانوية على عينة الاختبار والتي تؤثر تأثيراً مباشراً على نتيجة الاختبار. ولذلك فأنه يتم اللجوء إلى طرق غير مباشرة لقياس مقاومة الشد.

٢) اختبار الشد الغير مباشر: أكثر الطرق المستخدمة في معرفة مقاومة الشد حيث تكون العينة على شكل اسطوانة قطرها 15 سم وطولها 30 سم. توضع عينة الاختبار بين رأسي ماكينة الاختبار في وضع أفقي وعلى جانبيها شريحتين الخشب بعرض 2 سم وبتحديد حمل الضغط المسبب لكسر العينة وعند انهيارها يسجل الحمل الأقصى.

❖ **مقاومة الانحناء:**

هي مقاومة الشد بسبب الانحناء وتتولد هذه الإجهادات دائماً في الخرسانة المسلحة نتيجة التحميل في اتجاه عمودي على محور العنصر الخرساني، وتتراوح مقاومة الانحناء (12-25)% من مقاومة الضغط وتزيد عن مقاومة الشد للخرسانة بنسبة (60-100) % .

❖ **مقاومة القص:**

تكون مقاومة الخرسانة للقص في حدود (10-12)% من مقاومة الضغط وهي أكبر من مقاومتها للشد بحوالي 20 إلى 30 %. ونظراً لضعف الخرسانة لإجهادات القص يوضع حديد لتحمل تلك الإجهادات التي تزيد قرب الركائز للسقوف. مما يسبب زيادة التسليح المقاوم للقص قرب الركائز.

❖ **مقاومة التماسك بين الخرسانة وحديد التسليح:**

مقاومة التماسك هي مقاومة الخرسانة للانزلاق بين حديد التسليح الملتصقة بالخرسانة المحيطة بها تحت تأثير الأحمال المؤثرة على المنشأ الخرساني. وتنشا مقاومة التماسك من الالتصاق بين الخرسانة وحديد التسليح وكذلك من الاحتكاك بين حديد التسليح والخرسانة.

الاسئلة البعدية للاسبوع الثالث عشر

س١/ تتراوح مقاومة الانحناء ما بين؟

١- (10-12)% من مقاومة الضغط.
٢- (7-10)% من مقاومة الضغط .
٣- (10-12)% من مقاومة الضغط.
٤- غير ذلك.

س٢/ من الخواص الميكانيكية للخرسانة المسلحة؟

١. تبقى المقاطع المستوية قبل التحميل مستوية عند التحميل.
٢. تهمل مقاومة الشد للخرسانة مقارنة بمقاومة الشد للحديد.
٣. تعتمد النظرية على العلاقة بين الإجهاد والمطاوعة للخرسانة.
٤. كل ما ذكر.

الاسبوع الرابع عشر
الفحوصات الخرسانية وتطبيقاتها.

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على التعرف:

١. فحوصـــات الخـرسـانة المسلحة
٢. تطبيقات الخرسانة المسلحة

الفحوصـــات الخـرسـانية

١. مقاومة الانضغاط Compressive Strength

إن معظم المنشآت الخرسانية مصممة على اعتبار إن الخرسانة تقاوم إجهادات ضغط ولا تتحمل إجهادات شد . لذلك يمكن تعريف مقاومة الانضغاط بأنها استيعاب إجهادات الضغط على مادة الخرسانة وصولاً إلى حد الفشل.وتعتبر مقاومة الانضغاط المعيار في تحديد نوعية الخرسانة.

لتعين مقاومة الانضغاط يستعمل عادة نموذجاً اسطوانياً ارتفاعه يساوي ضعف قطره (300*150) ملم أو مكعباً بقياس 100 ملم لمقاس ركام أقصى يساوي 20 ملم و 150ملم للمقاسات الأخرى. وتكون المعالجة بالطريقة الرطبة لمدة 28 يوم وبدرجة حرارة 20مْ بعدها يعرض النموذج للتحميل بماكينة فحص قياسية وبسرعة معينة لحين فشل النموذج وعادة يكون التحميل بسرعة دقيقتين أو ثلاثة.

٢. مقاومة الشد Tensile Strength

مقاومة الخرسانة للشد ضعيفة بسبب طبيعتها القصيفة ولكن معرفة مقاومة الشد تكون ذات أهمية لتقدير الحمل الذي تحصل عنده التشققات في الخرسانة .إن معظم التشققات تتكون بسبب تقييد التقلص أو الانكماش الناتج من الجفاف أو عند تدرج درجة الحرارة خلال المقطع الخرساني ومن ناحية أخرى فأن تقدير مقاومة الشد للخرسانة تساعد في تفهم سلوك الخرسانة المسلحة.

٣. مقاومة الانحناء Flexural Strength

عند تعرض جزء خرساني إلى إجهادات شد وضغط في آن واحد تسبب في حصول عزم يسمى عزم الانحناء ويصاحب في أغلب الحالات قص عادة يحدث هذا في العتبات ،السقوف ،الطرق ومدارج المطارات.

وهناك أسلوبان لتسليط الإثقال:

أ- نقطتين حمل Two point load

في هذا الفحص تحمل العينة في نقطتين وبذلك ينتج عزم انحناء ثابت بين نقطتي الحمل وفي هذا النوع من الفحص يكون قسماً من السطح الأسفل للعتبة وعادة الثلث الوسطي من مسافة الامتداد معرضاً للإجهاد الأقصى وينتج عن ذلك ابتداء التشققات الحرجة في أي مقطع غير قوي بدرجة كافية.

ب- نقطة تحميل واحدة One point load

تستعمل نقطة وسطية إذ تعطي عزم انحناء على شكل مثلث ويحصل الإجهاد الأقصى في منطقة واحدة فقط من العتبة أي تحت نقطة الثقل مباشرة.

٤. مقاومة القص Shear Strength

ينتج عن تأثير قوتين متساويتين ومتوازيتين ومتعاكستين بالاتجاه يعملان على فصل الجسم إلى جزئيين ،عملياً لا يوجد إجهاد قص لوحده فقط بل يكون مرافقاً لإجهادات الشد والضغط وان القص الصرف يحدث فقط في حالة التواء نموذج اسطواني. عملياً لا يوجد فحص مختبري للقص لأن النموذج المفحوص يفشل بالشد قبل القص.

الاسبوع الرابع عشر

الفولاذ الانشائي ،مواصفاته، انواعه، استعمالاته.

هدف خاص/سيكون الطالب قادر على معرفة :

1. **الفولاذ الانشائي**
2. **مواصفات الفولاذ الانشائي**
3. **انواع الفولاذ الانشائي**
4. **استعمالاته**

الفـــولاذ الإنشـــــائي

يكون استعمال حديد التسليح في الخرسانة المسلحة على شكلين

- **قضبان حديد التسليح** :

إذ أنها تستعمل في الخرسانة المسلحة الاعتيادية حيث توضع قبل الصب وتصب فوقها الخرسانة الاعتيادية.

إن إلاجهادات التي تحدث في حديد التسليح هذا هي فقط نتيجة للثقل الموجود أو التمدد الحراري ويتوفر هذا النوع من الحديد في الأسواق من (4- 50) ملم.

وتصنف أنواع الحديد حسب إجهادات الخضوع لذلك الحديد إذ تتراوح إجهادات الخضوع لحديد التسليح بين (40,000- 75,000) باون/أنج٢.

توصيلات حديد التسليح :

قد لا تكون أطوال الحديد المصنعة ملائمة للعمل فنعمد إلى قصها أو إيصالها مع بعضها البعض بحيث لا تؤثر على ميكانيكية وطبيعة عملها داخل الخرسانة .ومن طرق إيصال الحديد المتبعة في التسليح الإنشائي:

١) **طريقة التراكيب:** وهي أن تتداخل أطوال القضبان مع بعضها داخل الخرسانة مسافة محددة بحيث يبقى الشد على نهايتي التداخل مساويا إلى شد الحديد وقد حددت المواصفات هذا التداخل بمقدار 40 مرة بقدر قطر حديد التسليح (40d) .

٢) **طريقة اللحام**: يستخدم اللحام بالكهرباء أو الغاز ويراعى في ذلك الاً تتغير خواص الحديد نتيجة تعرضه للحرارة ويستخدم عادة في الحديد ذي الأقطار الكبيرة.

٣) **طريقة وصلات الربط الميكانيكي**: يستخدم هذا النوع من الربط عند الحاجة إلى امتداد حديد التسليح إلى خارج القالب ودخوله إلى صبة أخرى تنشأ بعد الصبة الأولى وتكون التوصيلة عبارة عن صامولتين على جهتي برغي ذي أسنان متعاكسة من الجانبين.

٤) **الربط بالاحتكاك**: يستخدم هذا النوع في الأقطار الكبيرة وعند استخدام تسليح كثيف نسبياً. ويتم هذا النوع من الربط بتثبيت أحدى القطعتين وجعل الأخرى تدور محتكه بها بسرعة عالية وعند انصهار الرؤوس تبدأ القطعة بالدوران إلى ان تبرد القطعتان وتلتحما.

❖ مقاطع الفولاذ الإنشائي:

هناك نوعية أخرى من الحديد الإنشائي غير حديد التسليح حيث أنها تستعمل بمفردها كأجزاء إنشائية مستقلة تتحمل جميع القوى من شد أو ضغط أو عزم أو قص.

ويوجد إشكال مختلفة من المقاطع الإنشائية حسب استعمالها في المنشأ وحسب القوة اللازم تحملها ونوعية القوة ومن هذه المقاطع:

١- مقطع زاوية :
- أ- زاوية متساوية الأضلاع
- ب- زاوية مختلفة الأضلاع

٢- حديد بشكل حرف I :
- أ- مقطع I صغير الشفة وتستعمل كروافد في الفضاءات الحديدية
- ب- مقطع I عريض الشفة وتستعمل كأعمدة في الأبنية الهيكلية الحديدية.

٣- حديد ساقية: ويستخدم عادة كروافد رئيسية فوق الجملونات بدلا من حديد الزاوية أو مع حديد الزاوية.

٤- حديد بشكل حرف Z :ويستخدم عادة في أعمال الجملونات لتثبيت صفائح التسقيف فوق الجملونات بدلا من حديد الزاوية.

٥- حديد بشكل حرف T : ويستخدم في أعمال الجملونات لتثبيت الصفائح فوقه بدلا من الزاوية.

أنواع التوصيلات في الفولاذ الإنشائي:

١) مسامير البرشام :حيث توصل أي قطعتين أو أكثر من الفولاذ بواسطة مسامير برشام للتثبيت من الجهتين ولا يمكن فك هذا الارتباط الاَ بكسر أو إزالة رأس المسمار بطريقة أو بأخرى.

٢) البراغي :ان هذا النوع من الربط مشابه للنوع الأول الاَ إن البرغي يمكن فتحه بسهولة واستعماله مرة أخرى.

٣) اللحام : ويستعمل اللحام بدلا من البراغي أو البرشام لعدة أسباب منها:

- سرعة العمل إذ إن الحديد لا يحتاج إلى ثقوب كما في تثبيت البراغي أو البرشام.
- توصيلة اللحام هي اقل كلفة من توصيلة البرغي أو البرشام.

الاسئلة البعدية للأسبوع الرابع عشر

س١/ تستخدم مسامير البرشام لتوصيل؟

١- توصيلات حديد التسليح.
٢- توصيلات الفولاذ الانشائي.
٣- غير ذلك.

س٢/ يستخدم حديد بشكل حرف Z ؟

١- كأعمدة في الأبنية الهيكلية الحديدية.
٢- كروافد رئيسية فوق الجملونات.
٣- في أعمال الجملونات لتثبيت صفائح التسقيف.
٤- غير ذلك.

الاسبوع الثامن عشر

اساليب تفتيش الاعمال الخرسانية، ومعامل انتاج الخرسانة ، والتفتيش اثناء الصب.

هدف خاص/سيكون الطالب قادر على التعرف :

١. اهم اخطاء التنفيذ

الاختبار القبلي

س١/ ما هي اهم الاخطاء التي تتوقع حدوثها اثناء تنفيذ الاعمال الخرساني؟

اساليب تفتيش الاعمال الخرسانية

لاشك ان تصدع المباني الخرسانية قد اصبح ظاهرة ملحوظة ، وظهرت العيوب وتعددت انواعها واشكالها بدءا من الشروخ البسيطة او الميل الخفيف الى الانهيار الجزئي او الكلى للمبنى.

بعض الاسباب التي تؤدى الى ظهور العيوب الانشائية بالمنشآت:

1- اخطاء في التنفيذ.

2–قصور في الاشراف علي التنفيذ.

3–قصور في دراسة التربة.

4–اخطاء في التصميم.

5–عدم كفاية التفاصيل الانشائية.

سوف نتعرض في هذه المذكرة لمشاكل التنفيذ واسبابها

اخطاء التنفيذ- :

اساليب التنفيذ الخاطئة التي قد تتسبب في حدوث شروخ وعيوب بالمنشآت الخرسانية:

أ - قصور في قراءة اللوحات/المواصفات

(1) عدم الاهتمام بالتفاصيل الموجودة باللوحات التنفيذي.

(2) عدم العناية بقراءة المواصفات والاشتراطات الخاصة.

(3) عدم اتباع التحذيرات وعدم تنفيذ الرسومات الخاصة بالتعديلات ان وجدت.

(4) عدم الاستعانة بالمهندس المصمم واستيضاح النواحي الفنية .

ب -استخدام مواد معيبة/ سوء التخزين

(1) استعمال ركام به نسبة عالية من الاتربة.

(2) استعمال اسمنت انتهت مدة صلاحيته.

(3) استعمال حديد به صدأ او غير مطابق للمواصفات او ملوث بمواد بترولية مثل الزيوت والشحوم.

(4) استعمال مياه غير صالحة كمياه البحر او مياه المجاري والمصارف .

الاجراءات التي يجب علي المهندس المنفذ اتباعها للتأكد من صلاحية المواد المستخدمة في صناعة الخرسانة

1-اجراء الاختبارات على كل المواد المستخدمة

أ-الركام

(1)التدرج الحبيبي للركام.
(2)التحليل الكيميائي.
(3)معامل التهشيم.
(4)التحليل البتروكرافي لتحديد انواع المعادن الضارة.

ب -الاسمنت

(1) مقاومة الضغط .
(2) درجة النعومة .
(3) زمن الشك الابتدائي والنهائي .

ج -حديد التسليح

(1) مقاومة الشد .
(2) نسبة الاستطالة.
(3) التحليل الكيميائي.

ج -عيوب في صناعة الخرسانة-:

(1) عدم الالتزام بنسب الخلط طبقا للنسب الواردة بتصميم الخلطة الخرسانية.

(2) استعمال اساليب خاطئة في الصب والرص .
(أ) استخدام اساليب الرص اليدوي.
(ب) زيادة نسب مياه الخلط . وزيادة مياه الخلط يؤدي إلي تقليل المقاومة وزيادة الهبوط اللدن وزيادة الانكماش الكلي للخرسانة بعد جفاف الخرسانة
(3) استعمال مواد معيبة بسبب سوء التخزين (صدأ بحديد التسليح – شك بالإسمنت).
(4) عدم تنفيذ فواصل الصب بشكل سليم

د -عيوب صب الخرسانة ونهوها-:

(1) الصب من أماكن مرتفعة (يؤدي الى الانفصال الحبيبي بالخرسانة).
(2)عدم الدمك الجيد (حدوث فجوات وتعشيشات بالعناصر الانشائية).
(3) المبالغة في تسوية السطح(ظهور الشروخ السطحية وزيادة ظاهرة الادماء).
(4) هز الأسياخ الطولية بشدة أثناء الصب(مما يؤدي إلي سقوطها وتراكمها في أسفل العمود).
(5) عدم ارتكاز الشدة ارتكازا سليماً وحدوث هبوط بالشدة.
(6) عدم استخدام الخرسانة الباردة اثناء صب الخرسانة الكتلية (وذلك باستبدال بعض أو كل كمية الماء في الخلط بقطع من الثلج).

ه -المعالجة والحماية-:

١) عدم المعالجة في وقت مبكر ويجب الا يتأخر بدء معالجة الأسطح المستوية عن 4 -6 ساعات بعد انهاء الأعمال حسب درجة حرارة الجو.
٢) عدم تعريض المنشآت الخرسانية الي دورات بلل وجفاف.
٣) يجب حماية الخرسانة من الظروف شديدة الجفاف والرياح .

و -عيوب رص الحديد–:

(١) عدم ترك مسافة كافية بين صلب التسليح والقوالب الخشبية للحصول على الغطاء الخرساني المطلوب
(2) عدم وضع حديد مقاومة الانكماش .
(3) عدم التأكد من منع الحركة لحديد التسليح أثناء الصب.
(4) سقوط الحديد العلوي المقاوم لإجهادات الشد العلوية في البلاطات.
(5) عدم وضع التسليح المبين باللوحات التنفيذية من حيث أنواع وأقطار الصلب وضعه في المكان المحدد وعلى المسافات المبينة باللوحات وبالتشكيل والأطوال والامتداد المناسب.
(6) استخدام صلب التسليح الذي تعرض إلي العوامل الجوية وحدث به صدأ دون تنظيفه قبل صب الخرسانة.
(7) عدم تنظيف الصلب من الشحوم والطين أو أي ملوثات خارجية قبل استخدامه.

ز-عيوب القوالب:-

١) عدم العناية بالقوالب الخشبية من حيث الأفقية والرأسية .
٢) عدم تقوية القوالب من حيث أتزانها وقوتها وأبعادها ومدي عدم نفاذيتها لمونة الإسمنت.

٣) الفك المبكر للفرم والشدات(القوالب) قبل وصول الخرسانة إلي المقاومة المناسبة.

٤) استخدام شدات معيبة ومتهالكه (تسبب تسرب لمونة الاسمنت وعدم جودة السطح الخارجي للخرسانة).

الاسئلة البعدية للأسبوع الثامن عشر

س١/ استعمال اسمنت انتهت مدة صلاحيته من ؟

١. عيوب القالب.
٢. عيوب المعالجة والحماية.
٣. عيوب التخزين السيء.
٤. غير ذلك.

س٢/ استعمال اساليب خاطئة في الصب والرص من؟

١- عيوب رص الحديد.
٢- عيوب صناعة الخرسانة.
٣- عيوب صب الخرسانة ونهوها.
٤- غير ذلك.

الاسبوع التاسع عشر

زيارة لمعامل انتاج الخرسانة.

الاسبوع العشرون

التربة، الخواص الفيزيائية للتربة

سيكون الطالب قادرا على معرفة:

1. **تكوين التربة**
2. **أنواع التربة**
3. **الخواص الفيزيائية للتربة**

التـــــــربة Soil

يطلق هذا المصطلح على كل نواتج الطبيعة والتي تتعرض لها الصخور المكونة لقشرة الأرض لعوامل التعرية الفيزياوية (الميكانيكية)مثل (التقشر، درجة الحرارة، التآكل، تأثير الجليد) أو الكيمياوية نتيجة حدوث تفاعلات كيمياوية بحتة، مكونة خليطاً من حبيبات معدنية صلبة يختلف بعضها عن البعض من حيث الشكل والتركيب والحجم إبتداءً من عدة سنتيمترات، كما في الحصى الخشن، إلى أنعم الدقائق الغروانية، إي التي يقل حجمها عن ميكرون واحد، كما في الطين، إضافة إلى وجود عناصرها الأساسية (الماء في مختلف الأنواع والحالات، والهواء)، كما تدخل في تركيب بعض أنواع الترب، المركبات العضوية والعضوية المعدنية.

إن كثير من الناس يطلقون مصطلح التربة (soil) على الطبقة الرقيقة الموجودة على سطح الأرض والتي هي المعين الأساسي لحياة النبات، بالنسبة للمهندس المدني فإن هذه المادة تسمى بالتربة السطحية والتي ما تزال قبل البدء بأي عمل هندسي، إذ تعد التربة بالنسبة له مهمة كأهمية باقي المواد الإنشائية مثل (الحديد والخرسانة) لأنها

تقع ضمن تأثير الإجهادات المتأتية إليها المنشآت المقامة عليها كالأبنية مثلا، أو لاستعمالها كمادة أساسية في إقامة المنشآت الهندسية (كالسدود الركامية، أحواض التخزين المائي، الطرق بأنواعها المختلفة وأرصفة المطارات).

تكوين التربة

إن أصل جميع أنواع الترب ناتج عن أحد أنواع الصخور أو أكثر:

١) الصخور النارية:

هي التي تكونت نتيجة لاندفاع الحمم البركانية من باطن الارض الى السطح حيث بردت مكونة الكتل الصخرية. وتتميز هذه الصخور بعدم احتوائها على اية حفريات او ترسبات عضوية وتسمى أحياناً بالصخور البركانية ومن امثلتها الكرانيت والميكروكرافيت والبازلت.

٢) الصخور الرسوبية:

وتكونت بفعل عوامل التعرية المختلفة حيث تقوم الرياح والمياه بنقل وترسيب المواد المعدنية والعضوية على مر العصور وذلك على هيئة طبقات متتالية ، وتتميز هذه الصخور باحتوائها على حفريات ورسوبيات عضوية. ومنها الحجر الجيري (Lime Stone) والحجر الرملي (Sand Stone).

٣) الصخور المتحولة:

وهي في الاساس صخور بركانية او رسوبية تحولت بفعل عوامل الضغط والحرارة الى صخور متحولة مثل الرخام .

❖أنواع التربة

هنالك أنواع رئيسة من التربة شائعة الاستعمال لدى المختصين والعاملين في مجال الهندسة المدنية هي:

١. الحصى والرمل

إن التركيب المعدني للحصى هو نفس التركيب المعدني للصخور الأم الذي تكونت منه بعمليات التعرية ويمكن تمييزها بأن حجم جزيئاتها أكبر من 2 ملم وأما حبيبات الرمل فإنها تتكون من مواد مقاومة للتعرية كالكوارتز والسليكا ويمكن تمييزها بأن حجم جزيئة التربة تتراوح بين (2- 0.06) ملم. وبشكل عام فإن هذا النوع من التربة يكون غير متماسك، وقابليته للنفاذية عالية وغير لدن.

٢. الغرين

ويسمى بالطحين الصخري ويتكون نتيجة الطحن بين الشظايا الصخرية الكبيرة أثناء انتقالها إما بواسطة الجليد أو الرياح أو الماء. كما إن الغرين بشكل عام قابليته للنفاذية متوسطة ولدونته واطئة وحجم جزيئاته تتراوح بين (0.06- 0.002)ملم.

٣. الطين

يعد الطين أحد نتائج عوامل التعرية الكيمياوية وأن حجم جزيئاته أقل من (0.002) ملم. وهو متماسك، قابليته لنفاذية الماء قليلة جداً ،متوسط إلى عالي اللدونة، إي له القدرة على تحمل التشوهات بتأثير الأجهادات من دون تمزق ، إذ تكون التربة الطينية الجافة قوية إذا ما قورنت بالتربة الغرينية .

الخواص الفيزيائية للتربة

١. **نفاذية للتربة**
٢. **مقاومة القص**
٣. **الهبوط**
٤. **رص التربة**

الاسبوع الحادي والعشرون

النفاذية للتربة، مقاومة القص ، الهبوط ، رص التربة .

سيكون الطالب قادرا على التعرف:

٥. **نفاذية للتربة**
٦. **مقاومة القص**
٧. **الهبوط**
٨. **رص التربة**

الاختبار القبلي

١. **من هي اكثر الترب نفاذية**
٢. **متى يحصل الهبوط**

١. نفاذية التربة Permeability of soil

تعرف النفاذية بأنها قابلية التربة على مرور الماء خلالها عبر شبكة من الفجوات المرتبطة مع بعضها البعض. إن للنفاذية أهمية في معرفة الكثير من الخواص الهندسية للتربة وللكثير من الأعمال والمشاريع الهندسية المهمة فمثلاً قابلية الانضمام للتربة (Consolidation) والذي يحصل بسبب الأحمال المتأتية عليها عن أنشاء المباني فإنها تعتمد أساساً على نفاذية الماء، فكلما كانت هذه القابلية عالية كان معدل سرعة هبوط المنشأ أسرع.

إن مقاومة التربة لجريان الماء خلالها يعتمد على:

أ- نوعية التربة.
ب- حجم وشكل حبيبات التربة.
ت- كثافة التربة.
ث- حجم وشكل الفجوات الموجودة بين الحبيبات.

ج- درجة حرارة الماء(اللزوجة).

٢-مقاومة القص في الترب Shear Strength of Soils

تعرف مقاومة القص Shear Strength في التربة بأنها أعظم مقاومة تمتلكها التربة والتي تبديها ضد القص في إي نقطة داخل التربة تحت تأثير الحمل الخارجي المسلط عليها سواء كانت تلك القوى مسببة للضغط أو الشد فأن هذه المقاومة تبقى واحدة، وعلى حد سواء، إي تختلف عن المواد الهندسية الأخرى (الحديد، الخشب، الخرسانة)،كما أن سلوك التربة تحت أي جهد خارجي يكون أكثر تعقيداً من المواد الهندسية الآنفة الذكر.

إذا ما حصل وتفوقت الضغوط الفعالة نتيجة تسليط الأحمال على التربة على الترابط الداخلي بين دقائقها فإنه سيحصل في بادئ الأمر إنزلاق بعض دقائق التربة أو دحرجتها على بعضها البعض فهنا يحصل خلل في اتصال التربة في أحدى مناطقها وفي هذه الحالة فإن إجهاد القص(Shear Stress) قد وصل في تلك النقطة إلى حد مقاومة القص(Shear Strength) لتلك التربة فإنه سيحصل الانهيار Failure.

٣-الهبوط Settlement

عندما تحمل كتلة التربة الرملية والحصوية سوف يحدث تغيير آني (فوري) في حجمها نتيجة تسليط الأحمال المتأتية عن بناء المنشأ، وهذا بسبب زيادة الضغط على الماء الموجود في الفجوات وبالتالي هروبه منها إلى مناطق أخرى نتيجة النفاذية العالية لهذه الترب مما يؤدي إلى انضمام حبيبات التربة إلى بعضها البض.
أما بالنسبة للترب الطينية فإن الانضمام (الهبوط) فيها يحدث خلال سنين طويلة من عمر المنشأ اعتماداً على عمق طبقات التربة ومدى نسبة الترب الموجودة ضمنها أو بينها مثل الرمل أو الحصى أو الغرين.

رص التـــربة Compaction of Soil

رص التربة عبارة عن عملية تكثيف اصطناعية لزيادة كثافة التربة وذلك بتسليط ثقل مناسب لطرد أكبر كمية من الهواء يجعل ذرات التربة تتقارب مع بعضها.

إن عملية الرص هذه تحدث إما باستعمال إثقال ثابتة أو ديناميكية أو الهزازات حيث إن تسليط هذه الإثقال يكون لفترة قصيرة من الزمن.

إن الغاية الأساسية من رص التربة تتلخص بزيادة قوة القص للتربة، وتقليل قابلية الهبوط للتربة، وكذلك تقليل قابلية النفاذية للتربة.

المحتوى الرطوبة الأمثل :

هو محتوى الرطوبة الذي تكون عنده كثافة التربة أعلى ما يمكن، حيث يكون الماء عند هذا المحتوى الرطوبي والموجود في التربة والمغلف لحبيباتها يعمل كعامل انزلاق لهذه الحبيبات الواحدة فوق الأخرى لكي تكون قريبة من بعضها أكثر عند تسليط الثقل عليها، حيث يطرد الهواء الموجود في الفراغات وتحل محله هذه الجزيئات من دون إشغال هذه الفجوات من قبل الماء.

الاسئلة البعدية للأسبوع الحادي والعشرون

س١/ان الغاية الاساسية من رص التربة؟

١. زيادة قوة القص للتربة.
٢. تقليل قابلية الهبوط للتربة.
٣. تقليل قابلية النفاذية للتربة.
٤. كل ما ذكر اعلاه.

س٢/ يحصل الهبوط الاني للتربة عند؟

١. في حالة ان إجهاد القص وصل في تلك النقطة إلى حد مقاومة القص.
٢. بسبب زيادة الضغط على الماء الموجود في الفجوات وبالتالي هروبه منها إلى مناطق أخرى نتيجة النفاذية العالية لهذه الترب.
٣. عندما كثافة التربة أعلى ما يمكن.
٤. غير ذلك.

الاسبوع الثاني والعشرون
التحريات الحقلية والفحوصات الموقعية للتربة

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على التعرف على

١. **تحريات التربة**
٢. **الفحوصات الحقلية للتربة**

تحريات التربة Soil Exploration

ان عمليات تحريات التربة واستكشاف سلوكها وخواصها الهندسية من الامور المهمة والاولية قبل أية عملية إنشائية تكون فيها التربة أساسا لها والتي تؤثر بشكل كبير على الأمان، الكلفة، التصميم، وتنفيذ المشروع الهندسي المطلوب . ان عدم كفاية التحري، عدم فهم حالة التربة ، وخطأ تفسير النتائج وإعطاء الخواص قد يؤدي الى تصميم غير ملائم، تأخير في جدول الانشاء، زيادة في كلفة تحسين المنشأ، وحتى الى فشل المنشأ.

قبل البدء بتصميم أي منشأ كان سواء طريقاً أو مبنى أو أي عمل من أعمال الهندسة المدنية الأخرى، ولكي يكون هذا التصميم اقتصاديا وصحيحاً يتطلب الأمر معرفة كاملة عن الخواص الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية للتربة المراد إنشاء المنشأ عليها، تدعى هذه العملية بتحريات التربة.

إن من أهم الأهداف الرئيسية لتحريات التربة هي:

٢. التأكد من ملائمة الموقع للمنشأ المزمع إقامته عليه.
٣. تحديد كيفية ترتيب طبقات ومواصفات وخواص التربة التحتية ومعرفة سمك كل طبقة مما يؤثر على اختيار أفضل أنواع الأسس المطلوبة للمنشأ من الناحية الفنية والاقتصادية.
٤. الحصول على معلومات كافية عن حالة المياه الجوفية وكيفية السيطرة عليها أثناء وبعد الإنشاء.
٥. الاطلاع على حالة المنشآت المجاورة والتأكد من سلامتها ودراسة المشاكل وأسبابها الهندسية فيما إذا قد تعرض منها إلى سقوط أو انهيار أو تشققات ظاهرية.

الحصول على عينات مشوشة وغير مشوشة تمثل طبقات التربة أو الصخرة لغرض دراستها وتعيين الخواص الهندسية لها مثال مقاومة القص، الانضغاطية، النفاذية والخواص الكيميائية والفيزيائية الأخرى.

الفحوصات الحقلية للتربة

كيفية فحص التربة

فيتم اخذ عينة من التربة المكونة للارض الى مختبرات خاصة لمعرفة خصائصها واهم العمليات التي تجرى عليها هي تسليط ضغط كبير جدا قياسا بحجم التربة المأخوذة لقياس مدى تحمله ، الاختبارات هي:

١-**اختبار الاختراق القياسي** Standard Penetration Test ,SPT وتستخدم هذه الفحوصات لغرض تحديد قدرة تحمل التربة وخصائصها.

٢-**اختبار الاختراق الاستاتيكي** Cone Penetration Test ,CPT

٣-**اختبار مقياس الضغط** Pressure meter

٤-**اختبار القص الدوراني** Test Vane Shear وتستخدم غالباً لقياس مقاومة القص للتربة الطينية الناعمة ذات الرطوبة العالية، وأهمها فحص القص بالريشة

٥-**اختبار مقاومة التربة القص** Borehole Shear Device

٦-**اختبار مقياس التمدد الحراري** Dilatometer

٧-**اختبار تحديد نفاذية التربة** Field Permeability ويتم إجراء هذه الفحوصات داخل الآبار السبرية (Boreholes)أو الحفر الاختيارية (Trail pits) لقياس معامل نفاذية التربة (Coefficient of permeability بتركيبها الطبيعي) .

٨-اختبار القرص المحمل Plate Bearing Test وتستخدم هذه الفحوصات لدراسة خصائص الهبوط والقص وقدرة التحمل للتربة

الاسبوع الثالث والعشرون
الاسس، انواعها، استعمالاتها

هدف خاص/سيكون الطالب قادرا على التعرف على

1. **الاسس**
2. **انواع الاسس**
3. **واستعمالاتها**

الاختبار القبلي

1. **ما هو الاساس**
2. **ما هي انواعه**
3. **اين تستعمل الاسس**

الأسس Foundation

يعرف الأساس بأنه ذلك الجزء من المنشأ الذي يشيد تحت مستوى الأرض وعلى عمق معين (لنقل الأحمال المتأتية من المنشأ إلى طبقات التربة). ويعتمد على عوامل عدة، أهمها طبيعة التربة وقوة تحملها، أسس الأبنية المجاورة، طبقة المواد المكونة للأساس المراد إنشاؤه، منطقة التغيرات الحجمية العالية، خط الانجماد. ويشيد الأساس من مواد مختلفة منها الخرسانة بنوعيها المسلحة وغير المسلحة والطابوق والحجر والحديد.

قبل البدء بأي تصميم إنشائي يجب إجراء فحص للتربة من قبل مختبر هندسي لغرض التعرف على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية ومقدار تحملها للإثقال مع إيجاد مقدار الهبوط لتلك التربة، وبناءً على مواصفات التربة يتم اختيار نوعية الأساس المناسب.

في الترب غير القابلة للانضغاط ومنها التربة الصخرية ذات التحمل العالي حيث يمكن البناء فوقها مباشرة ولا تحتاج عادة لعمل أساس، أما في الترب القابلة للانضغاط وذلك يشمل الترب غير الصخرية فإنها تحتاج إلى عمل أسس لغرض توزيع أحمال المنشأ.

❖ أنواع الأسس

هناك أنواع عديدة للأسس التي تستعمل للبناء تعتمد على نوعية وطبيعة وخواص التربة التي سيتم إنشاؤه عليها وأهمها ما يلي:

١. الأساس الجداري

وهي الأسس التي تحمل الجدران على امتدادها وتستعمل في أكثر المنشآت الخفيفة ذات الطابق أو الطابقين مثل الأبنية السكنية والدور وتشيد عادة من الخرسانة المسلحة أو غير المسلحة، حيث ينتقل الحمل في الأساس بمسار الإجهاد العرضي ذي الميل 45° مع الأفق.

٢. الأساس الشريطي

يستعمل الأساس الشريطي في التربة التي تكون قابليتها لإجهاد القص عالية جداً مما يمكن الاستفادة من تحمل الأساس الشريطي أثقاله بمقاومة الاحتكاك السطحي بينه وبين التربة الملاصقة به إضافة لمقاومة انضغاط التربة في قاعدته، حيث ينشأ من الخرسانة الاعتيادية غير المسلحة وبارتفاع كاف لإعطائه مساحة سطحية وافية لزيادة مقاومتها الاحتكاكية.

يمتاز هذا الأساس بسرعة تنفيذه، ويمكن استعماله بالترب التي يكون مستوى الماء الجوفي فيها عالياً، كما أن تشيده اقتصادي في معظم الأحيان، ويعمل كحاجز لحركة الماء الجوفي داخل التربة، فضلاً عن أنه يقلل من احتمال الهبوط النسبي غير المنتظم.

٣. الأساس المنفرد

يستعمل هذا النوع من الأساس لنقل الأحمال المركزة والمتأتية من عمود column أو دعامة pier ويكون منفصلاً عن بقية البناية وأما أن يكون مربعاً أو مستطيلاً، ويعمل من الخرسانة غير المسلحة أو الخرسانة المسلحة طولياً أو عرضياً، ويستعمل عادة في الأبنية الهيكلية ، وقد يستعمل مع هذا النوع من الأسس أربطة

خرسانية أرضية في المواقع التي يتوقع حدوث نزول نسبي فيها وبكون هذا الرباط إما بنفس مستوى الأساس أو في قسمه العلوي.

٤. الأساس المتصل

الأساس إما مستطيلاً متناظراً عند تساوي مقدار الثقلين المركزيين أو بشكل مستطيل غير متناظر أو شبه منحرف عند تباين مقدار الثقلين.

٥. الأساس الحيد

عبارة عن أساسين منفردين متصلين برافده حيدة خرسانة مسلحة إذ يقوم العتب الناتئ بنقل حمل العمود الخارجي ذي الأساس المنفرد إلى قاعدة العمود الداخلي إذ يجعل هذا التركيب ، القاعدتين والرافدة الحيدة وحدة متكاملة عليه. ويجب الاعتناء بتصميم هذا النوع من الأساس تصميماً دقيقاً مع مراعاة نتائج نزول التربة وانحناء الرافد الحيد.

٦. الأساس المستمر

هو أساس لعدة أعمدة تقع على استقامة واحدة لغرض توزيع الإثقال المركزة على هذه الأعمدة على مساحة كبيرة على شكل مستطيل ذي عرض ثابت ، في بعض الحالات تربط القواعد مع بعضها طولياً وعرضياً مشكلاً بذلك شبكة من الخرسانة المسلحة ، ويستعمل في الترب الرخوة الذي يكون جلوس القواعد عليها غير متجانس.

٧. الأسس الحصيرية

عبارة عن صبة خرسانية مسلحة تغطي المساحة التي تقع تحت المنشأ بأكملها وتعمل على إسناد عدد كبير من الأعمدة يتراوح سمكها بحدود 15-50 سم ويعتمد سمكها على توزيع الإثقال ، ويستعمل هذا النوع من الأسس في حالة كون التربة ضعيفة بحيث لو أستعمل أي نوع آخر من الأسس فإن مساحتها السطحية ستغطي معظم المساحة المراد إنشاء المنشأ عليها ،وكذلك حدوث هبوط متفاوت في مثل هذه الترب في حالة استعمال أسس منفصلة مثلاً ، وفي حالة كون الأرض مختلفة الخواص من منطقة الى أخرى ، كما أنه يمكن استخدامها فوق مجموعة من الركائز لتغطي بعض مساحة المنشأ أو كلها ويوجد أنواع عديدة من الأسس الحصيرية منها الأسس ذوات السمك الثابت والآخر يسمى بالأساس الحصيري الخلوي الصندوقي ، والمتغير السمك عند موقع الأعمدة.

٨. أسس الدعامات

تتكون من دعامة واحدة أو أكثر تكون مقاطعها ذوات إشكال متباينة فمنها المربعة أو الدائرية أو المستطيلة أو البيضوية ، وتستعمل في المنشآت المائية كالسدود والجسور ، وقد تكون هذه الدعامات منفصلة عن بعضها أو متصلة بشكل هندسي ، يتطلب الأمر جلوس الدعامات على طبقات التربة ذات التحمل العالي ، وتستعمل هذه الدعامات عندما يتعذر استعمال أنواع الأسس الأخرى ، كما أن تنفيذ هذا النوع من الأسس يكون صعباً ويحتاج الى دقة متناهية في التصميم وخاصة في التنفيذ.

٩. أسس الركائز

تكون أسس الركائز تحت مستوى سطح الأرض ، وذلك لنقل الأحمال المتأتية من المنشأ عبر تربة ضعيفة أو عبر الماء الى تربة قوية أو ذات قابلية انضغاط أقل ، وكذلك لغرض اسناد طبقات التربة المعرضة الى قوى دفع جانبية وتستعمل كذلك لرص التربة الضعيفة.

أن أهم استعمالات هذا النوع من الأسس هو عندما تكون التربة ضعيفة لا تقاوم الأحمال الموزعة عليها إذا ما استعملت أحد أنواع الأسس الأخرى ، وذلك عندما يكون مستوى الماء الجوفي مرتفعاً مما يصعب معه الحفر لأي نوع من أنواع الأسس الأخرى ، كما في أرصفة الموانئ ومآخذ المياه ، وأخيراً في المناطق التي تكثر فيها الزلازل والهزات الأرضية.

هناك أنواع عديدة من الركائز اعتماداً على مقطعها وأشكال النهايات والقاعدة ، وهناك ركائز أخرى تعتمد على المادة المنشأ منها تلك الركيزة مثل الركائز الخشبية ، الركائز الفولاذية ، الركائز الخرسانية ، ركائز الحفر ، ولكل منها أماكن استعمالاتها التي لا مجال لذكرها.

الاختبار البعدي للأسبوع الثالث والعشرون

س١/ تستعمل الاسس الحصيرية عندما تكون؟

١. التربة ضعيفة.
٢. لو استعمل نوع آخر لكانت مساحتها السطحية ستغطي معظم المساحة المراد إنشاء المنشأ عليها.
٣. في حالة حصول هبوط متفاوت للتربة.
٤. كل ما ذكر اعلاه.

س٢/ يستعمل الاساس الشريطي في؟

١. التربة التي تكون قابليتها لإجهاد القص عالية جداً.
٢. لصعوبة تنفيذه.
٣. الترب التي يكون مستوى الماء الجوفي فيها منخفض.
٤. غير ذلك.

الاسبوع الرابع والعشرون

ميكانيك الموائع والهيدروليك ،تعريف الموائع ، الخواص الفيزيائية للسوائل

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على التعرف:-

تعريف الموائع والسوائل

الخواص الفيزيائية للسوائل

الاختبار القبلي

١. ما هي الموائع
٢. ما الفرق بين الموائع والسوائل

ميكانيك الموائع والهيدروليك

تعريف الموائع والسوائل

ان مصطلح المائع يطلق على جميع المواد التي لا تبدي أي مقاومة للتغير في شكلها ، أي قابليتها للتشوه وباستمرار إذا تعرضت لإجهاد قص مهما بلغت قيمة هذا الجهد من الصغر ، وبعبارة أخرى فان الموائع هي تلك المواد التي لها القابلية على الجريان بكل سهولة إذ إن جميع السوائل والغازات (بما فيها البخار) تقع ضمن هذه المواد.

أما مصطلح السوائل فأنه يطلق على أحد أنواع الموائع التي لها القابلية على الانضغاط وهو يشغل الحيز أو الحجم الذي ينشر فيه في حين ان الغازات لها القابلية للانضغاط ولها القابلية على الانتشار السريع.

الخواص الفيزيائية للسوائل

إن السوائل تأخذ شكل الإناء الذي توضع فيه ، وعند تعرضه للجو فإن سطحه الخارجي يكون عادة أفقيا ، ومن أهم الخواص الفيزيائية للسوائل هي:

❖ الكثافة الكتلية Mass Density

وهي كتلة وحدة الحجوم للمادة ، ويرمز لها(ρ) وان وحدتها (كتلة/ حجم) أو(M/L^3) حيث إن L هي الطول، وفي النظام المتري (غم/سم٣) أو (كغم / م٣) ، وعليه فإن الكثافة الكتلية للماء يساوي (١غم/سم٣) و (١٠٠٠كغم/م٣).

❖ الكثافة الوزنية Weight Density

هو وزن وحدة الحجوم للمادة ، ويتغير تبعاً للمكان إعتماداً على الجاذبية ، ويرمز له (γ) وان وحدتها وزن/ حجم أو(W/ L^3) حيث إن L هي الطول ، وفي النظام العالمي يرمز لها ب (kN/m^3) ، حيث إن وزن 1 م٣ من الماء هو 9.81 كيلو نيوتن، وعليه فإن الكثافة الوزنية للماء ($9.81kN/m^3$) .

❖ الكثافة النسبية Specific Gravity

هي النسبة بين كثافة المادة وكثافة الماء عند درجة 4 مئوية وليس لها وحدة قياس.

$$\text{الكثافة النسبية (Sp.gr)} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}}$$

❖ اللزوجة Viscosity

تجري السوائل الخفيفة مثل (الكحول ،الماء) بسهولة بينما السوائل الثقيلة مثل (زيت السيارات) يكون جريانها بطيئاً ، فمن هنا يمكن ملاحظة الفرق بين قابلية المادتين لمقارنة الجريان أو قوة القص.

إن معدل الجريان للسوائل يعتمد على بعض الخواص الداخلية التي تعتمد على التجاذب والتماسك بين جزيئات السائل ، وإن هذه الخواص الداخلية للسوائل والتي تعمل على مقاومة القص أو التشوه تسمى اللزوجة ، حيث أنها

تمثل قوة الالتصاق أو المتانة والتماسك للسائل ،وهي عكس معنى السيولة أو الميوعة ، وتتناقص اللزوجة عند زيادة درجة الحرارة، وان وحدة قياسها بالنظام المتري Poice وهي تساوي (1 داين.ثا/سم٢) .

❖ انضغاط الماء Compressibility of water

هي قابلية السائل لتقليل حجمه تحت تأثير ضغط خارجي ، ان للماء درجة مرونة عالية جداً ، إذ انه تحت ضغوط عالية يحدث نقصان في حجمه وسرعان ما يعود ثانية لحجمه الطبيعي عند زوال الضغط. مثال ذلك ان الماء يفقد 0.007 من حجمه عندما يسلط ضغط قدره 1 طن على وحدة مساحية ،عليه فإن هذه الخاصية تهمل عند التعامل مع الماء، ويعبر عن هذه الخاصية بمعامل المرونة الحجمي ويرمز له (k).

❖ التماسك والالتصاق Cohesion and Adhesion

ان جزيئات السائل لها القابلية للتماسك مع بعضها البعض وهذه الخاصية تسمى بالتماسك Cohesion أما خاصية الالتصاق Adhesion فهي قابلية جزيئات السائل على الالتصاق بمادة صلبة أو مادة سائلة أخرى ذات كثافة مختلفة ، ولهذا فإننا نلاحظ قابلية السائل على الالتصاق بجدران الأنابيب عند وضعها بداخلها.

❖ الشد السطحي Surface Tension

من الواضح عند تلاقي سائل مع سائل آخر أو غاز ، فإن سطح التلاقي أو التلامس لا يكون أفقياً ، ومثل هذا السطح يسمى بالسطح الهلالي وهو ناتج عن قوة الجذب والتماسك الموجودة والمختلفة من سائل لآخر.

فمثلاً عند وجود الماء في الأنابيب الشعرية فإن جزيئات الماء عند السطح ستكون متأثرة بنوعين من القوة وهما قوة سحب الى الأسفل نتيجة لقوة التماسك لجزيئات الماء مباشرة التي تحت السطح الحر للماء والقوى الأخرى الى الأعلى بين جزيئات الماء والهواء عند السطح ففي هذه الحالة فإن قوة التماسك هي أقوى من قوة التلاصق وعليه فإن شكل سطح الماء أصبح هلاليا والى الأسفل.

أما إذا لاحظنا في حالة وجود الزئبق في الأنابيب الشعرية فإن العملية معكوسة وأن شكل سطح الزئبق أصبح هلاليا الى الأعلى ، وعليه فإن القوة التي تؤدي الى جعل سطح المادة هلاليا إلى الأعلى أو الأسفل تسمى بقوة الشد السطحي.

❖ الخاصية الشعرية Capillarity

وهي قابلية السائل للدخول في أنبوب رقيق من الزجاج الى مستوى أعلى أو أقل من مستواه الطبيعي ، وهذه تحدث نتيجة لاتحاد عاملي التماسك والالتصاق فإذا كانت الثانية أكبر من الأولى فإن السائل سوف يخرج ويبلل السطح كما هو حالة الماء المذكور آنفاً ، والعكس صحيح في حالة الزئبق.

الضغط الهيدروستاتيكي Hydrostatic Pressure

- **شدة ضغط السائل**

عندما يوضع سائل معين كالماء أو الزيت مثلا في إناء فسوف يولد قوة أو ضغطا على جميع نقاط سطح الإناء (الجانبي والسفلي) ، إن شدة ضغط السائل تعرف بأنها الضغط أو القوة المسلطة من السائل على وحدة المساحة معينة وان وحدته في النظام المتري هي كغم/ سم٢ وفي النظام العالمي نيوتن/ م٢ (pascal) أو كيلو نيوتن/م٢ .

- **الضغط الرأسي**

إن ضغط السائل من الممكن التعبير عنه بواسطة العلو للسائل ، ولما كانت شدة ضغط السائل (P)عند نقطة معينة في سائل تعتمد على العمق (H) من سطح السائل : $P = \gamma H$

وعليه فان p/γ تسمى بالعلو الثابت Static head (H) $H = P/\gamma$ or

- **الكبس الهيدروليكي**

من المفيد لرفع أثقال كبيرة بواسطة تسليط قوة صغيرة ، وإسنادا الى قاعدة باسكال الخاصة بانتقال ضغط الموائع والتي تنص على أنه في حالة وجود كتلة مستمرة من المائع المضغوط ، فإنه إذا حدث أي تغيير في شدة الضغط عند أي نقطة من نقاطه فإنه سوف ينتقل بسرعة الى كل النقاط داخل المائع وبنفس المقدار.

- **الضغط الكلي**

الضغط الكلي على سطح مغمور يمكن أن يعرف بأنه الضغط الكلي المسلط من قبل السائل على الجسم المغمور ، فإذا كانت المساحة السطحية للجسم (A) مغمور أفقيا أو عموديا أو مائلا ،فإن الضغط الكلي للسائل على هذه المساحة يساوي : $P = \gamma A x$

حيث إن (γ) هو الكثافة الوزنية للسائل وان (x) هو مركز ثقل الجسم المغمور مقاساً من السطح الخارجي للسائل.

الاسئلة البعدية للأسبوع الرابع والعشرون

س١/ ما الفرق بين التماسك والالتصاق؟

س٢/ ما سبب كون سطح الماء في الانابيب الشعرية مقعر للأسفل والزئبق محدب للأعلى؟

الاسبوع السادس والعشرون

انواع المجاري المفتوحة ، وحالات الجريان

هدف خاص/ سيكون الطالب قادرا على التعرف:-

١- الجريان في الانابيب والقنوات المفتوحة
٢- انواع القنوات المفتوحة
٣- انواع الجريان

الاختبار القبلي

١. ما تعرف عن انواع الجريان
٢. ما هي اشكال القنوات المفتوحة

جريان الموائع في الأنابيب والقنوات المفتوحة

عند جريان مائع ما في أنبوب أو داخل قناة مفتوحة ، فأنه يواجه في جريانه هذا مقاومة جدران الأنبوب أو المجرى له إضافة المقاومة الداخلية الموجودة بين طبقة وأخرى إي ما يسمى باللزوجة. وعليه فإن نوع الجريان يعتمد على الظروف التي يجري بها المائع، إن جريان المائع بشكل عام ينقسم إلى:

١. الجريان الثابت وغير الثابت

إذا كانت جزيئات المائع تتمتع بنفس الخصائص من حيث (الكثافة، السرعة، والضغط) في نقطة معينة وخلال فترة زمنية محددة، فهذا الجريان يسمى بالجريان الثابت، وبعكسه فإذا كانت جزيئات المائع تتمتع بخصائص مختلفة ومتغيرة من حيث (الكثافة، السرعة، والضغط) في نقطة معينة ولفترة زمنية محددة فإن هذا الجريان يسمى بالجريان غير الثابت.

٢. الجريان المنتظم وغير المنتظم

إن جريان المائع يكون منتظماً عندما تكون قيمة واتجاه سرعته ثابتة من نقطة إلى أخرى إي إن ($\frac{dv}{ds}=0$) ،حيث v هي السرعة وs هي المسافة. وعليه فإن جريان مائع تحت ضغط داخل أنبوب طويل له قطر ثابت يعد جريان منتظماً، وبعكسه فإذا كانت السرعة، وقطر الأنبوب والضغط متغيرة من نقطة إلى أخرى خلال جريان المائع فهذا يسمى بالجريان غير المنتظم وهذا الجريان يحدث عادة في القنوات المفتوحة.

٣. الجريان الطباقي والمضطرب

يطلق الجريان الطباقي على المائع الذي تكون حركة جميع جزيئاته باتجاه واحد أي بخط مستقيم، أو بعبارة اخرى عندما تكون اتجاه السرعة موازية لجدران الأنبوب وبشكل خطوط ،في مثل هذا الجريان فأن جزيئة المائع لا تتقاطع مع جزيئة أخرى ،مثال ذلك الموائع الثقيلة كالزيوت وبعكسه فأن الجريان الذي تكون سرعة واتجاه جزيئات المائع مختلفة من نقطة إلى أخرى وأن جزيئاته تتقاطع مع بعضها البعض أثناء حركتها فأن مثل هذا الجريان يسمى بالجريان المضطرب.

معدل التصريف

ان جريان حجم معين من مائع لمدة ثانية خلال أي مقطع يسمى معدل التصريف أو التصريف ويعبر عنه (Q) وان وحدة التصريف m^3/s حيث إن s هي الثانية. $Q = a.v$

حيث ان (a): هي مساحة المقطع. (v): هي سرعة المائع.

جريان الموائع خلال قنوات مفتوحة

القنوات المفتوحة:

القنوات المفتوحة هي عبارة عن ممرات إما أن تكون اصطناعية أو طبيعية والتي يجري خلالها السائل تحت تأثير الجاذبية وان سطح السائل الخارجي معرض للضغط الجوي.

ان جريان السوائل داخل القنوات بفعل الميل الطولي لأرضية القناة، إن مقاطع القنوات المفتوحة إما أن يكون منتظماً كما في أنابيب التصريف والقنوات. أو تكون غير منتظمة مثل الأنهار والجداول.

ان مقاطع القنوات المنتظمة عادة تكون مقاطع على شكل (مستطيل، شبه منحرف، دائري، شبه دائري) أو على شكل حرف V أو U .

تعاريف مهمة

المساحة: تعني مساحة المقطع للماء الذي يجري داخل القناة.

المحيط المبلل: هو محيط القناة المبلل.

معدل العمق الهيدروليكي: هو نسبة المساحة إلى المحيط المبلل **(A/P)**.

معادلة جيزي للتصريف:

إن القنوات المفتوحة ذات الجريان المنتظم (أي القنوات ذات الميل الثابت)أو ذات الارتفاع الثابت ، فأن كمية التصريف تحسب بواسطة معادلة جيزي وهي:

$$\mathbf{Q = A.V = A.C.\sqrt{mi}}$$

حيث ان:

A: مساحة المقطع للقناة

C: ثابت جيزي الذي يعتمد على شكل وسطح القناة

m: معدل العمق الهيدروليكي

i: الميل الثابت لقاع القناة

مثال: قناة مقطعها مستطيل عرضها ١,٦م وارتفاعها ٣،٥م وميلها الطولي (١\٩٠٠) ، أحسب كمية التصريف إذا كان ارتفاع الماء في القناة ١،٩م علماً بأن c يساوي ٥٣ .

الاسئلة البعدية للأسبوع السادس والعشرون

س١/ الجريان الثابت هو

a) الجريان الذي تكون حركة جميع جزيئاته باتجاه واحد أي بخط مستقيم.
b) عندما تكون قيمة واتجاه سرعته ثابتة من نقطة إلى أخرى إي إن ($\frac{dv}{ds}=0$) ،حيث v هي السرعة وs هي المسافة.
c) إذا كانت جزيئات المائع تتمتع بنفس الخصائص من حيث (الكثافة، السرعة، والضغط) في نقطة معينة وخلال فترة زمنية محددة.
d) غير ذلك.

الاسبوع الثامن والعشرون

توزيع السرع والضغط في المجاري المفتوحة والمغلقة

سيكون الطالب قادرا على التعرف على :-

١- الجريان خلال الانابيب
٢- توزيع سرعة والضغط الموائع داخل الأنابيب
٣- مفقودات الطاقة

اختبار قبلي/

١. ماذا تعرف عن الجريان في المجاري المغلقة والمفتوحة؟
٢. كيف يكون شكل مخطط توزيع السرع في المجاري المفتوحة والمغلقة؟

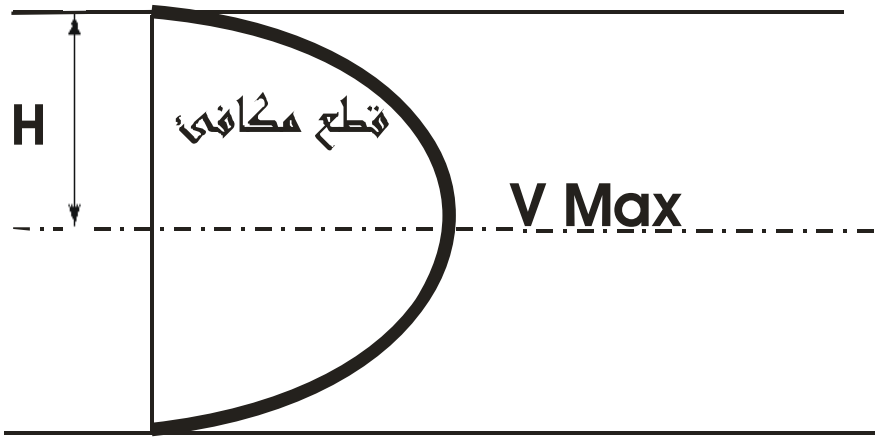
الجريان خلال المجاري المغلقة

الأنبوب هو مجرى مقفل يجري داخله المائع ،فإذا كان المائع يسيل كاملاً فأن سيلانه أو جريانه هذا يكون تحت تأثير ضغط أكبر من الضغط الجوي ، وفي هذه الحالة فإنه بإمكان المائع أن يجري من مكان منخفض إلى مكان مرتفع.

أما إذا كان جريان المائع غير كامل مثل (أنابيب المجاري) فإنه يجري تحت ضغط مساو للضغط الجوي فهو يشبه جريان السوائل في القنوات المفتوحة الذي يتطلب ولغرض جريان السائل أن يتوفر ميل مناسب على طول القناة.

توزيع سرعة الموائع في المجاري المغلقة

عند جريان مائع داخل أنبوب فان سرعته متغيرة عند كل نقطة من نقاط مقطع الأنبوب كما موضح بالشكل أدناه

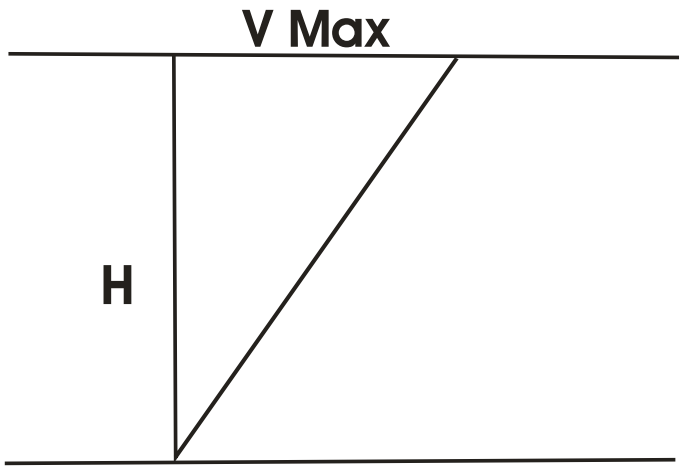


مخطط توزيع السرع في المجاري المغلقة

إن السرعة موزعة على مساحة مقطع الأنبوب على شكل مقطع مكافئ وان أكبر قيمة للسرعة تكون عند مركز الأنبوب.

توزيع سرعة الموائع داخل المجاري المفتوحة

عند جريان مائع داخل قناة مفتوحة او داخل انبوب ولكن بجريان جزئي فان سرعته تكون صفر تقريبا عند القاع واعظم ما يمكن عند السطح كما موضح بالشكل أدناه



مخطط توزيع السرع في المجاري المفتوحة

مفقودات الطاقة

المفقودات الرئيسية للشحنة:

- **فقدان الشحنة(الطاقة) نتيجة الاحتكاك:**

عند جريان مائع ما داخل أنبوب أو مجرى مغلق فإن حركة هذا المائع سوف تقاوم بقوة الاحتكاك المتولدة بين جزئيات المائع والسطح المبلل للأنبوب.

المفقودات الثانوية للشحنة:

- **الفقدان بالشحنة عند دخول الأنبوب من خزان كبير.**
- **الفقدان بالشحنة نتيجة للتوسع المفاجئ في مساحة مقطع الأنبوب.**
- **الفقدان بالشحنة نتيجة تصغير مفاجئ بمساحة مقطع الأنبوب.**
- **فقدان الشحنة عند الخروج.**
- **الفقدان عند المنحنيات.**

الاسئلة البعدية للأسبوع الثامن والعشرون

س١ / قارن الجريان بين الجريان خلال القنوات المفتوحة والقنوات المغلقة؟

س٢ / قارن من خلال الرسم بين توزيع السرع ما بين الجريان في القنوات المغلقة والمفتوحة؟

الاسبوع التاسع والعشرون

حل مسائل تطبيقية حول توزيع السرع في المجاري المفتوحة والمغلقة.