جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

العلـــوم الصنـــــاعيـــة

الصناعـــي / البناء

الثـانـــي

تأليف

د. قيس جواد فريح
المهندس شاكر محمود علي
د. زينب عامر شمس الدين
المهندسة وجدان عبد الرزاق
م. م. خولة هادي مهدي
المهندس احمد رشاد حمودي

الطبعة الخامسة
1447 هـ – 2025 م

المقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على اشرف الأنبياء والمرسلين نبينا محمد (صلى الله عليه واله وسلم) وعلى اله الطيبين الطاهرين وصحبه أجمعين ... وبعد

انطلاقاً من عملية تطوير المناهج المبنية وفق أسس علمية وتربوية واستناداً إلى الفلسفة التربوية الحديثة سعت المديرية العامة للتعليم المهني لتشكيل لجنة لإعداد هذا الكتاب وتطويره ليصبح ملماً بالمعرفة العلمية واكتساب الطالب مهارات البناء والتعرف على المواد الداخلة في عملية الهياكل الإنشائية . مع إضافة خبرة العمل التطبيقي في هذا المجال.

وإيمانا منا بقدرة إخواننا المهندسين والمدرسين والفنيين في مدارسنا المهنية مدرسي هذه المادة على استثمار تلك الجهود في إثراء عقلية الطلبة وأغناء مسيرة التعليم المهني من خلال التواصل معنا .نضع هذا الكتاب المتواضع في عمله بين أيديكم . ولابد من تضافر جهود الجميع لتحقيق الطموح ...

والله ولي التوفيق

المؤلفون

المحتويات

تسلسل	الفصل	عنوان الفصل	رقم الصفحة
1	الفصل الأول	مواد الخرسانة	14-6
2	الفصل الثاني	طرق خلط الخرسانة	22-15
3	الفصل الثالث	صب الخرسانة	37-23
4	الفصل الرابع	الفحوصات الميكانيكية والفيزيائية للخرسانة	44-38
5	الفصل الخامس	خواص الخرسانة الطرية والصلبة	52-45
6	الفصل السادس	مضافات الخرسانة	58-53
7	الفصل السابع	الخرسانة المسلحة بالألياف	70-59
8	الفصل الثامن	طرق تصميم الخرسانة	77-71
9	الفصل التاسع	القوالب	89-78
10	الفصل العاشر	حديد التسليح	104-90
11	الفصل الحادي عشر	الاسس	119-105
12	الفصل الثاني عشر	الأرضيات	136-120
13	الفصل الثالث عشر	السلالم	147-137
14	الفصل الرابع عشر	المفاصل الإنشائية	154-148
15	الفصل الخامس عشر	الزجاج	159-155
16	الفصل السادس عشر	الأبواب	177-160

أهداف الكتاب

1- الاهداف المعرفية:- ان يصبح الطالب قادراً في نهاية المرحلة على:

أ) تصنيف أنواع المواد الإنشائية من حيث المكونات والشكل والخواص وقوة التحمل والفحوصات المختلفة وطرق اسخدامها

ب) ضبط عناصر البناء من حيث الاستقامة والمناسيب وطرق الربط في البناء

ت) تصنيف انواع الكاشي للارضيات (tiles) من حيث المكونات واماكن استخدامها

ث) التعرف على أنواع السلالم من حيث الخصائص والاستخدامات

ج) تصنيف أنواع حديد التسليح من حيث القوة وحالة السطح الخارجي والاستخدام

2- الاهداف المهارية :- ان يصبح الطالب قادرا في نهاية المرحلة على:

ا) قراءة المخططات ومعرفة المواد الإنشائية والبنائية

ب) تنفيذ أعمال القوالب اللازمة لعناصر البناء الإنشائية المختلفة

ت) تنفيذ اعمال تسليح العناصر الانشائية

ث) معرفة أعمال الأسس والصب وبناء الجدران (walls) والسقوف (ceiling)

ج) تبليط الارضيات والجدران باستخدام الانواع المختلفة من السيراميك والرخام

د) طلاء سطوح الجدران والسقوف والعناصر الانشائية بالاصباغ المختلفة

3- الاهداف الوجدانية :-

ا) تنمية الشعور باهمية الالتزام بالتعليمات والضوابط حسب المواصفات الفنية

ب) زيادة الوعي والادراك باهمية الوقت وتقليل الهدر بكميات مواد البناء

ت) تنمية الشعور بتقدير الذات من خلال ممارسة العمل بحسب اصوله الفنية

ث) زيادة الاهتمام بمواكبة اخر التطورات التي تطرا باستمرار على مواد البناء والتقنيات المستخدمة في الأعمال الإنشائية والمعمارية

ج) ادراك اهمية الناحية الجمالية في انهاء (finishing) اعمال البناء المختلفة

الفصل الاول

- المواد الأولية للسمنت
- طرق صناعة السمنت
- خواص مادة السمنت
- أنواع السمنت
- خواص ومواصفات الرمل
- خواص ومواصفات الحصى
- نسبة إضافة الماء إلى الخرسانة
- مواصفات الماء المستعمل في الخلط
- أسئلة الفصل

الفصل الاول / مواد الخرسانة

1-1 تمهيد:

ان الخرسانة مادة انشائية مهمة واسعة الانتشار لمختلف الاستعمالات نظرا لخواصها الانشائية المتميزة الجودة ، هذا بالاضافة الى وافرة المواد الاولية التي تدخل في تكوينها مثل السمنت والركام بنوعيه الناعم والخشن والماء.

وعليه تتكون الخرسانة المستعملة في العمليات الانشائية من عدة مكونات وهي :

1- السمنت.

2- الرمل (الركام الناعم).

3- الحصى (الركام الخشن)

4- الماء.

1-2 السمنت : مادة بنائية ناعمة تتفاعل كيميائيا مع الماء لتكون مادة رابطة لاصقة قادرة على تحمل الاثقال تستعمل في بناء وتغطية الجدران وفي اعمال الخرسانة .ويعتبر السمنت من المواد البنائية التي تعود إلى عصر الرومان قبل مئات السنين واستعمل في البداية الطين المحروق مع إضافة الماء ليكّون مادة رابطة وقد مر بعدد من مراحل التطور خلال العصور نتيجة لإجراء التجارب من قبل العلماء والمختصين في شؤون البناء . وفي عام (1824) تم انتاج أول سمنت من حجر الكلس المستخرج من جزيرة بورتلاند القريبة من الساحل الجنوبي لانكلترا وسمي بالسمنت البورتاندي. وبعدها بأعوام ظهر ما يسمى بالسمنت الطبيعي وكان ذلك في انكلترا وفرنسا وروسيا.

1-2-1 المواد الأولية للسمنت

تستخرج المواد الأولية الخام الداخلة في صناعة السمنت مثل الطين والكلس من المقالع والتي تتوفر بكثرة في المناطق الغربية والشمالية من العراق .يكون الاستخراج بواسطة معدات ميكانيكية ضخمة او بطريقة التفجير في المناطق الصخرية والجبلية .ثم يتم نقل هذه المواد والصخور الى المصانع او المعامل الخاصة ويوجد في العراق عدد كبير من هذه المعامل التي تنتج أنواع مختلفة من السمنت بكميات كافية تسد حاجة البلد مثل معمل كبيسة والتأميم والكوفة والسليمانية وغيرها.

- إن المركبات الأساسية للسمنت هي :

1- سيليكات ثلاثي الكالسيوم C3S

2- سيلكات ثنائي الكالسيوم C2S

3- الومينات ثلاثي الكالسيوم C3A

4- حديد والومينات رباعي الكالسيوم C4AF

وهذه المركبات تكون بنسب مختلفة بحسب المواصفات والنوع للسمنت المنتج. ان التطورات السريعة التي جرت على السمنت في كثير من الدول الصناعية كانت تتم بخلط الماء مع أجزاء الكلس إلى جزء واحد من الطين والتي تسحق وتحرق مرة ثانية فينتج السمنت البورتلاندي العادي ولو انه لم يكن بنفس النعومة منذ انتاجه لحد الآن .وبالرغم من تطور هذه الصناعة واختلاف أنواع السمنت المنتج فلا يزال الخليط الرئيس للإنتاج هو الطين

1-2-2 طرق صناعة السمنت

هناك عدة طرق مستخدمة في صناعة السمنت منها: الطريقة الرطبة، نصف الرطبة، الطريقة الجافة. بشكل عام تتم صناعة السمنت من خلط الحجر الكلسي (الجيري) بنسبة 75% مع 25% من الطين. يضاف في اغلب الأحيان الى المواد الخام أوكسيد الحديد (مواد خام الحديد) او اوكسيد السيلكون (الرمل) او أوكسيد الألمنيوم (بوكسايت) اذا كان الطين المستعمل يحتوي على نسبة قليلة من احد هذهِ المواد. ومن اهم الطرق لصناعة السمنت التي سوف نتطرق لشرحها هي احدث طريقة وهي الطريقة الجافة. إذ تطحن المواد على شكل بودرة (مسحوق ناعم) ثم تدفع هذه المواد الى مسخن ذي طوابق عديدة (4-6) طوابق ثم المكبس ثم الفرن. اذ تحرق المادة لتصل في أسفل الطوابق الى 950 درجة مئوية ثم تدخل الفرن لتحرق على درجات أعلى. يصل طول الفرن الى 70m في جميع طرق التصنيع لتمر المادة بثلاث مراحل وهي:

1- مرحلة تحول المادة الكلسية ($CaCO_3$) إلى أوكسيد الكالسيوم (CaO).

2- ذوبان المواد الرئيسة. اكاسيد الكالسيوم والسيليكون والألمنيوم والحديد في درجة حرارة تتراوح من 1250-1350 درجة مئوية. ثم بداية انصهارها.

3- مرحلة الانصهار بين المواد المختلفة والحصول على مواد جديدة. وهي عبارة عن:

1- سيليكات ثلاثي الكالسيوم.

2- سيليكات ثنائي الكالسيوم.

3- الومينات ثلاثي الكالسيوم.

4- حديد الومينات رباعي الكالسيوم.

عندما تصل هذه المواد المنصهرة إلى آخر مرحلة في الفرن تكون الحرارة حوالي 1480 درجة مئوية تخرج هذه المواد الجديدة ويتم تبريدها بسرعة وذلك بضخ هواء بارد لمنع تبلور المادة وتسمى هذه المادة الجديدة (كلنكر clinker) يخزن الكلنكر في آماكن مغطاة او في الهواء الطلق .يطحن الكلنكر في مطاحن كرات مع إضافة نسبة لاتزيد على 5% من الجبس وذلك لتعديل زمن التماسك نتيجة التفاعل الكيميائي بين السمنت والماء والناتج النهائي هو السمنت. عند إضافة الماء إلى السمنت نحصل على عجينه لدنه تتحول نتيجة حدوث عملية الاماهه من الحالة اللدنة إلى الحالة الصلبة في خلال ساعات وحسب نوع السمنت

1-2-3 خواص مادة السمنت

أولا) الخواص الكيميائية

التحاليل الكيميائية تُجرى عادة عند كل مراحل التصنيع وذلك لتأكد من مطابقة التركيبة الكيميائية للمواد الخام لمتطلبات الإنتاج والتركيبة النهائية للكلنكر والسمنت. كما إن التحاليل تُجرى على المادة النهائية وهي السمنت للتأكد من جودة الإنتاج ومطابقته للمواصفات.

ثانيا) الخواص الفيزيائية وتشمل:

1- **النعومة:** (المساحة السطحية النوعية) وهي خاصية فيزيائية تحدد مدى نعومة السمنت فإذا كان السمنت مطحونا أكثر كانت المساحة السطحية النوعية اكبر وان النعومة هي من أهم الخواص/الفيزيائية المؤثرة على العديد من خواص السمنت الأخرى.

2- **كثافة السمنت:** الوزن النوعي للسمنت البورتلاندي تقدر بين 2.9-3.2 غم/سم^3 وتحدد باستخدام جهاز بلوري (البكنوميتر) اما الكثافة الظاهرية للسمنت البورتلاندي فتكون بين 0.90-1.30 غم/سم^3.

1- **النسبة المثالية للماء** (لتحديد القوام المثالي لعجينة الاسمنت): تحدد نسبة الماء المثالية لغرض الحصول على القوام القياسي لعجينة السمنت بين (27-33)% بأستخدام جهاز فيكات (vicat) وكما هو في درس التدريب العملي.

1-2-4 أنواع السمنت

أنواع السمنت المستعملة عديدة أهمها السمنت البورتلاندي وهو أكثر الأنواع شيوعا في التصنيع والاستعمال وقد تم تصنيف السمنت بحسب المواصفات القياسية العراقية إلى خمسة أصناف:

1- **السمنت البورتلاندي العادي:** ويستخدم في الاستعمالات العادية مثل البناء فوق مانع الرطوبة وصب الرباطات والسقوف.
2- **السمنت متوسط المقاومة للكبريتات:** للاستعمالات التي تحتاج الى مقاومة الكبريتات متوسطة التركيز.
3- **سمنت سريع التصلب:** يستعمل في حالة الحاجة إلى مقاومة مبكرة عالية ويستخدم في مدارج المطارات او الأماكن التي تحتاج إلى رفع سريع لقوالب الصب.
4- **سمنت منخفض الحرارة:** يستعمل في الكتل الخرسانية الكبيرة لغرض تقليل حرارة الاماهه وتجنب خطر التعرض للتشققات.
5- **سمنت عالي المقاومة للكبريتات:** يستعمل في ألاماكن التي تتعرض فيها الخرسانة الى تراكيز عالية من الكبريتات.

1-3 الرمل (الركام الناعم)

تعتبر مادة الرمل المادة الثالثة من مكونات الخرسانة بعد السمنت والماء التي تم ذكرها في مقدمة الفصل. يوجد الرمل (الركام الناعم) في مناطق كثيرة من العراق. وهو عبارة عن حبيبات صلدة مختلفة الإحجام من مادة خاملة كيمياويا تربط مع بعضها في كتلة واحدة مع الحصى (الركام الخشن) بواسطة مادة رابطة (السمنت) بعد إضافة الماء لتتكون الخرسانة.

ويعتبر الرمل المادة الناعمة المستعملة في المونه السمنتي

1-3-1 خواص ومواصفات الرمل (الركام الناعم) المستعمل في الخرسانة

ويشترط في الرمل المستعمل في الخرسانة :

1- يكون نظيفا خاليا من المواد الغريبة كالمواد الترابية والطينية والعضوية والأملاح

2- يكون الرمل خشن الملمس محببا ومتدرجا لان تدرج المواد الناعمة له تأثير كبير في مقاومة الخرسانة وتقليل نفاذيتها لغرض منع نفوذ الماء ولتقاوم الرطوبة.

3- وان المقاس الأقصى لحبيبات الرمل (5 ملم)

الشكل (1) والشكل (2) يبين عملية إضافة السمنت إلى الرمل.

الشكل (1) الرمل المستعمل في الخرسانة

الشكل (2) إضافة السمنت إلى الرمل

1-4 الركام الخشن (الحصى)

وهو روكام ذو حبيبات اكبر ويكون عادة من الحصى الطبيعي او من تكسير الحجر وهو متوفر في العراق بكميات كبيرة. ويسمى الركام الطبيعي (gravel) . ان المواد الخشنة في الخرسانة هي مادة الحصى

1-4-1 خواص ومواصفات الحصى (الركام الخشن) المستعمل في الخرسانة

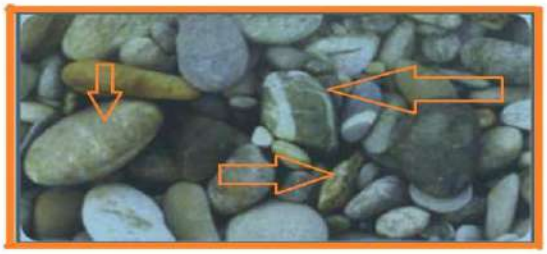
1- ويجب ان تكون قوية وصلبة ونظيفة خالية من المواد الغريبة كما ذكر في مادة الرمل.

2- يجب ان يكون الركام الخشن متدرجاً أيضا لاحظ الشكل (3)

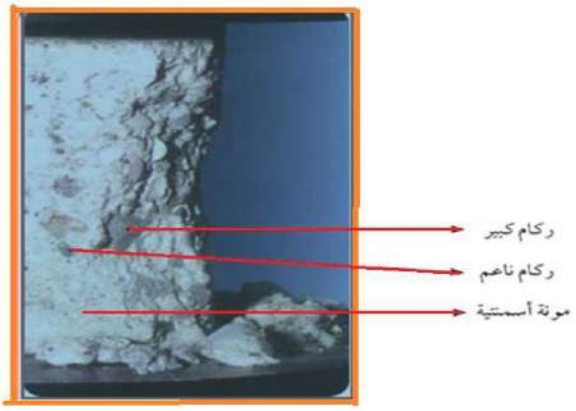
3- لايقل مقاس حبيباته عن (5) mm ولا يزيد على (20) mm في الخرسانة المسلحة وبعبارة أخرى أن يمر جميع الحصى بمنخل (20) mm ولا يمر جميع الحصى بمنخل (5) mm

ملاحظة : أن المقاس الأقصى للركام الخشن يختلف بالنسبة لنوع الخرسانة المطلوبة حسب التصميم ونوع العمل ومكان استخدام الخرسانة.

لاحظ الشكل (4) يبين مكونات الخرسانة بعد التصلب.



الشكل (3) تدرج حبيبات الحصى



الشكل (4) مكونات الخرسانة بعد التصلب

1-5 الماء المضاف الى الخرسانة

يعتبر الماء عنصرا مهما في عملية تحضير وخلط الخرسانة وتكمن أهمية الماء بأنه يساعد في:

1. حدوث عملية الاماهه لمركبات الاسمنت الرئيسية وتكوين المركبات الرابطة المسؤولة عن المقاومة النهائية للخرسانة.
2. ان نسبة الماء المثالية تساعد في الحصول على القوام المناسب وقابلية التشغيل المناسبة للعمل ألموقعي. لاحظ الشكل (5) يبين عملية إضافة الماء إلى الخليط.

الشكل (5) عملية إضافة الماء إلى الحصى

1-5-1 مواصفات الماء المستعمل في الخلط

1. يجب يكون الماء المستعمل في الخرسانة نظيفا وخاليا من الزيوت والأحماض والقلويات والأملاح والمواد العضوية وغيرها من المواد التي تؤثر سلباً في مقاومة الخرسانة ومظهرها
2. .يعتبر الماء الصالح للشرب صالحا ومناسبا في جميع الأحوال لخلط الخرسانة .
3. في حالة عدم توفر الماء الصالح للشرب بالكميات المطلوبة لخلط الخرسانة ولذلك يتوجه التفكير الى استخدام مصادر أخرى للمياه مثل مياه الأنهار او الآبار وغيرها والتي قد تكون قريبة من موقع العمل وفي هذه الحالة يجب ان تؤخذ عينات (نماذج) من هذا الماء في أواني زجاجية نظيفة وترسل الى المختبر الإنشائي لتحديد صلاحيتها للاستخدام في الخلط .

1-10 أسئلة الفصل

س1/ عدد مكونات الخرسانة؟

س2 /أشرح الطريقة الحديثة لصناعة السمنت ؟

س3/ اذكر أنواع السمنت واستخدامات كل نوع ؟

س4/ ماهي الخواص الفيزيائية للسمنت ؟

س5/ ماهي مواصفات الركام الناعم المستخدم في الخلطة الخرسانية؟

س6 / ما هي مواصفات الركام الخشن المستخدم في الخلطة الخرسانية؟

س7/ ما هي أهمية الماء في إنتاج الخرسانة؟

س8/ ماهي خواص الماء المستعمل في انتاج الخلطات الخرسانية ؟

الفصل الثاني

- المزج بالطريقة اليدوية
- المزج بالطريقة الميكانيكية
- مزج الخرسانة في الأجواء الحارة
- مزج الخرسانة في الأجواء الباردة
- أسئلة الفصل

الخباطة المركزية الميكانيكية للخرسانة

الفصل الثاني: طرق الخلط للخرسانة

(2 – 1) مقدمة عامة:-

ان الغرض الأساسي من عملية الخلط (المزج) هو تحويل المواد المكونة للخرسانة من سمنت ورمل (ركام ناعم) وحصى (ركام خشن) وماء الى خليط متجانس الشكل والقوام في اقل وقت ممكن وبأقل تبذير في المواد .

ان الخلط غير الجيد لمواد الخرسانة يؤثر بشكل سلبي على خواص الخرسانة المتصلبة مثل (المقاومة) بالرغم من استخدام الركام المتدرج واختيار النسبة المثالية للماء لأن ذلك يجعل توزيع الركام وعجينة السمنت غير متجانس مما يؤدي الى ضعف مقاومة الخرسانة .

قبل البدء بعملية المزج تقاس المواد الداخله في الخلطه اما بطريقه حجميه او بطريقه وزنيه . وتعتبر الطريقه الوزنيه اكثر دقه وتفضل في الأعمال الإنشائية الكبيرة .و عند الكيل بطريقة الحجم يفضل استعمال السمنت على اساس الوزن واستعمال كيس السمنت مباشرةً كوحدة قياس . حيث ان وزن كيس السمنت الواحد (50) كيلو غرام وحجمه ($0.033\ m^3$) ويقاس الركام الناعم والخشن بصناديق حديديه بحجم يساوي عادةً حجم كيس السمنت اي ($0.033m^3$) او نصف كيس وذلك لإمكانية تنفيذ الخلطات المختلفة التي تعتمد على اساس وحدة الحجم من السمنت بسهوله . ويعبر عن الخلطات في الأعمال الاعتيادية بنسبة مكوناتها على اساس وحدة السمنت ثم تذكر كمية الركام الناعم ثم الركام الخشن مثل نسبة خلط (سمنت : رمل : حصى) (1: 2 : 4) أو(1 : 3 : 6) ويتم الخلط بطريقتين هما :

1. **الخلط بالطريقة اليدوية .**
2. **الخلط بالطريقة الميكانيكية .**

1 – الخلط بالطريقة اليدوية : – تحضر أرضية نظيفة وصلبه وغير مسامية وتكون معزولة عن التربة تماما ليتم الخلط فوقها ثم يوضع الركام الخشن بالكمية المحددة في الخلط أولا ويفرش على مساحه مناسبة من هذه الأرضية ثم يضاف له الركام الناعم ويوضع فوقه ويفرغ السمنت من الكيس فوق الركام بحسب الكميه المطلوبة (يفضل ان تكون الخلطة لكيس من السمنت او مضاعفاته). يخلط المزيج جافا لحين التجانس ثم يعمل بشكل حوض فيه حفره وسطية يوضع فيها الماء المطلوب لاحظ الشكل (1) ثم تقلب الحافات الخارجيه نحو داخل الحوض دون

السماح للماء بالتسرب خارج الخلطة وتستمر عملية المزج بعد ذلك لحين الحصول على مزيج متجانس تماما .

ولا يفضل خلط الخرسانة يدويا الا عند عدم إمكانية توفر خلاطه مناسبة وللأعمال البسيطة فقط عندما لايتطلب خرسانة ذات مقاومة عالية .

الشكل (1) الخلط اليدوي

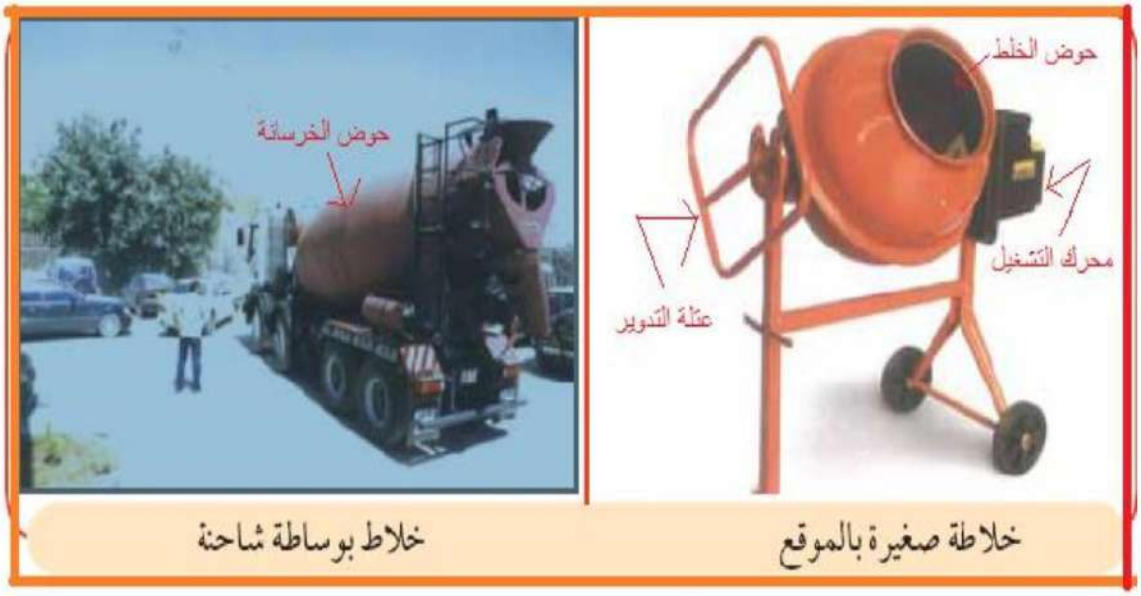
2 – الخلط بالطريقة الميكانيكية :- تخلط المواد بخلاطات ميكانيكية بهدف إعطاء خليط متجانس ويجب ان تكون الخلاطه بسعه مناسبه للعمل وجميع الخلاطاتالأسطوانية يجب ان يكون فيها شفره (راسطه حديديه) مثبته داخل الحوض الاسطواني لتضمن تبادل المواد وخلطها من البداية الى النهايه اثناء الدوران بطريقه موازيه لمحور الدوران وهذا تصحبه حركة دحرجة ونشر للخليط على نفسه عند الخلط .

يفضل اضافة الركام الخشن اولا ثم السمنت ثم الركام الناعم واخيرا الماء اثناء دوران الخلاطه ثم تستمر الخلاطه بالدوران مده كافيه بحسب سعتها وبموجب تعليمات المنتج على ان لا تقل ألمده عن دقيقه واحدة. ثم تفرغ الخلطة في الأوعية الناقلة ولا يفضل تفريغ الخرسانه الممزوجه على ارضية او منصه صلبه ثم يعاد وضعها في ألاوعيه الناقلة لان ذلك يسبب انعزال الخرسانه او تلوثها او بقاء قسم من الخلطة لفترة طويلة دون نقل ، الا انه عند الضروره يمكن تفريغ الخلطه على ارضيه صلبه ومعزوله ويعاد خلط الخرسانه بالمعدات اليدوية قبل نقلها على ان تتم عملية النقل قبل مضي حوالي عشر دقائق على الخلط . وفي اي حال من الاحوال لايجوز تفريغ عبوه

اخرى من الخلاطه قبل تحميل ونقل كافة الكميه السابقه . ولا يجوز اعادة تحميل الخلاطة بالمواد الاوليه قبل تفريغها تماما من الخرسانه التي في داخلها .

وتوجد الخلاطات بانواع متعدده من حيث السعه واسلوب التحميل والتفريغ وسرعة الدوران ونوعية المحرك ، لاحظ الشكل (2) وان جميع الخلاطات مصممة بحيث تسمح للمشغل او العامل الماهر بالنظر الى الخلطة لمعرفة قوام الخرسانه والا فقد لايلاحظ التغيرات التي تطرأ على الرطوبه في الخلطه .

ان المزج بالطريقه الميكانيكيه هو المفضل نظراً لامتزاج مواد الخرسانه مع بعضها وتوزيع السمنت بشكل منتظم فنحصل على خرسانه متجانسه التركيب اضافةً الى الناحيه الاقتصاديه من حيث الاقتصاد في الوقت وعدم تبذير المواد اثناء التحضير والخلط .



الشكل (2) أنواع الخلاطات الثابتة والمتحركة

2-2 خلط الخرسانة في الأجواء الحاره

تؤثر الاجواء الحارة تأثيراً سلبياً في خواص الخرسانة الطرية والمتصلبة. لاحظ الشكل (3) ومن المشاكل المتوقعة التي يسببها ارتفاع الحرارة ماياتي :-

1) زيادة كمية الماء اللازمة للحصول على قابلية تشغيل معينه للخلطه .
2) زيادة سرعة وكمية التبخر من ماء الخلطة .
3) النقصان من قابلية التشغيل في الخرسانه الطرية بصورة سريعة .
4) زيادة سرعة التجمد للخرسانة .

5) صعوبة السيطرة على كمية الهواء المقصود في الخرسانة الطرية .

6) يكون نقل ووضع وانهاء وانضاج الخرسانة اكثر صعوبة من الاجواء الاعتيادية

7) زيادة انكماش الخرسانه اللدنه عند جفافها .

8) زيادة التغيرات البعدية بعدما تبرد الخرسانة .

9) زيادة احتمالات التشقق .

10) انخفاض المقاومة النهائية للخرسانة .

11) انخفاض ديمومة الخرسانة .

12) زيادة نفاذية الخرسانة .

13) انخفاض مقاومة التلاصق بين الخرسانة وحديد التسليح .

14) زيادة احتمال صدأ وتأكل قضبان حديد التسليح

الشكل (3) التشققات في الصب

ولتلافي حصول هذه السلبيات والمشاكل يجب اتخاذ كافة الاحتياطات والتدابير الممكنه لتنفيذ مراحل انتاج الخرسانه وانضاجها في درجات حراره مناسبه . ومن هذه التدابير التي تقلل التأثير السلبي لدرجات الحرارة المرتفعة مايلي :-

1) يستعمل الماء البارد لخفض درجه حرارة الخرسانه، كما ان لأستعمال الثلج المطحون مع ماء الخلط تأثير كبير في خفض درجة الحرارة بسبب الاستفادة من الطاقة الحراريه الكامنة للانصهار الثلج، ويمكن المحافظة على درجة حرارة الماء قبل الاستعمال بعزل الخزانات والاوعية والانابيب الناقله وغيرها بصوره جيده او بطلائها باللون الابيض . ويجب ان يكون الخزن في أماكن مضللة غير معرضة لأشعة الشمس المباشرة .
2) يفضل استعمال السمنت المنتج منذُ فترة زمنية وليس السمنت الساخن حديث الطحن في إنتاج الخرسانة.
3) من الممكن استعمال المضافات المبطئه او المقللة لكمية الماء والتي تؤدي الى تأخير عملية التفاعل وتقليل كمية ماء المزج. كما ان لبعض هذه المضافات تأثير في زيادة النضح المباشر لماء الخلطة من سطح الخرسانة وهذا يساعد على تأخر جفاف السطح وتحاشي ظاهرة التقشير وبذلك تعمل على تحسين مقاومة الخرسانة وبهذا تقلل من تأثير درجات الحرارة المرتفعة .
4) بما أن الركام يشكل اكبر نسبه من المواد في الخلطة الخرسانية فمن الضروري أن يكون بأقل درجه حرارة ممكنه . ويتم ذلك بحفظ الركام في محلات مضلله وكذلك يمكن تبريد الركام الخشن بزيادة الرطوبة للركام ولكن ذلك يؤثر سلباً على المقاومة حيث ان تصميم الخلطة يعتمد على استخدام الركام المشبع جاف السطح .
5) لتقليل احتمال ارتفاع درجة حرارة الخلطة إثناء الخلط يطلى وعاء ألخلاطه من الخارج بلون ابيض ويرش بالماء باستمرار لتبريده .

2-3 خلط الخرسانة في ألأجواء الباردة

عند خلط الخرسانة في الأجواء الباردة يجب اخذ الاحتياطات اللازمة لكي لا تقل درجة الحرارة للخرسانة في المراحل الأولى من التصلب عن صفر درجة مئوية بالرغم من إن عملية الاماهه (تفاعل الاسمنت مع الماء) تستمر عند درجة اقل من الصفر المئوي.

ومن هذه الاحتياطات الواجب مراعاتها عند خلط الخرسانة في الأجواء الباردة ما ياتي :-

1) استخدم المضافات التي تعجل من تفاعل الاسمنت مع الماء مع الأخذ في الاعتبار النسبة المضافة .
2) استخدام السمنت سريع التصلب .
3) زيادة كمية السمنت في الخلطة مع اقل نسبة للماء .
4) عند حدوث انخفاض كبير في درجة حرارة الجو المحيط يتم تسخين ماء الخلط فقط وربما تسخين الركام الخشن إذا انخفضت درجة الحرارة عن الصفر مئوية .
5) التأكد من خلو الرمل والحصى المستعمل في الخرسانة من كتل المواد الثلجية واثر الصقيع.

الشكل (4) معالجة التشققات في الصبة الخرسانية

أسئلة نـهاية الفصل

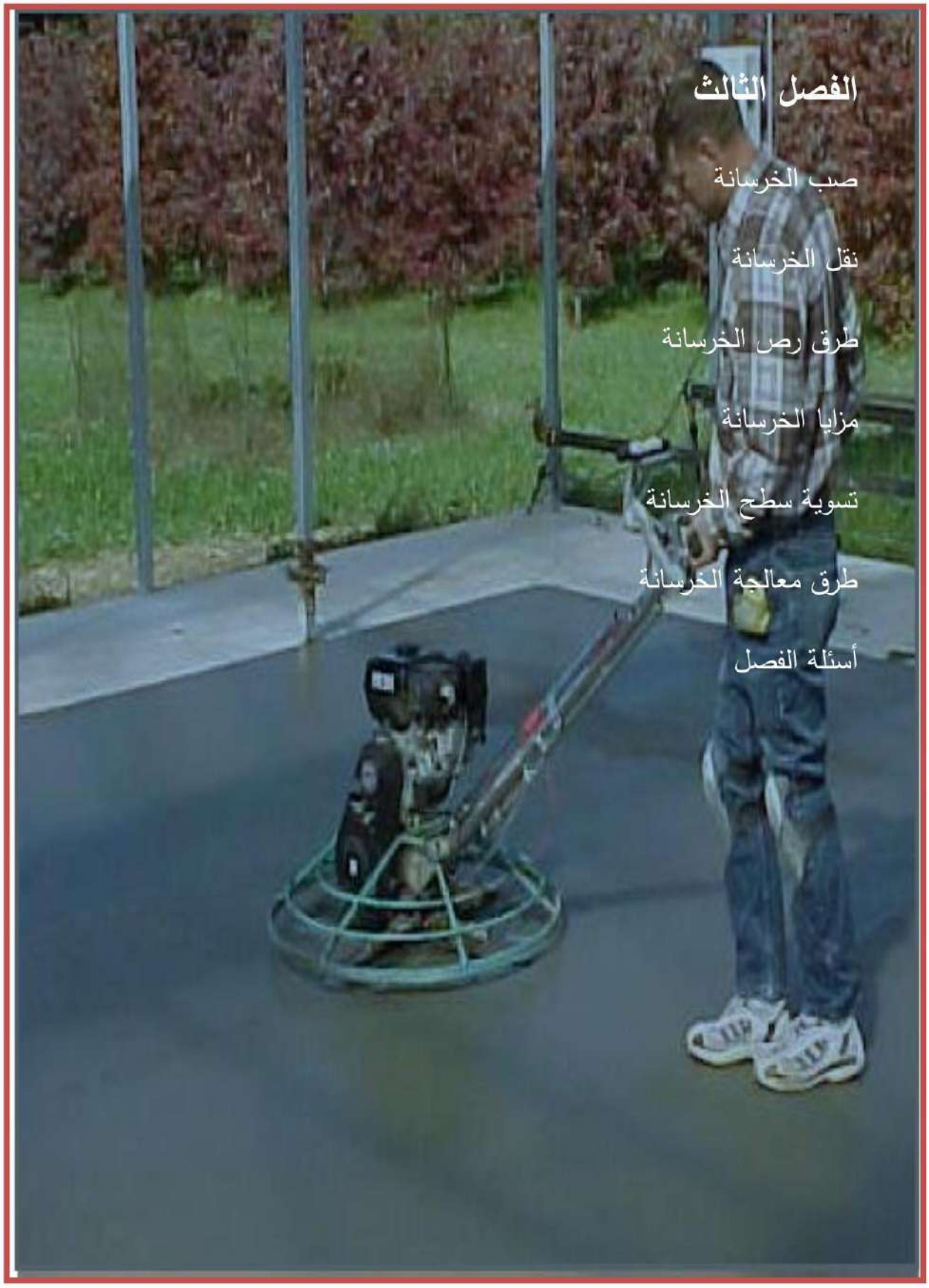
س1 / ما هو الغرض من عملية خلط الخرسانة وما هي الطرق المتبعة لخلط الخرسانة ؟

س2 / ما هي الطريقة المفضلة في خلط الخرسانة ؟ وضح ذلك مع بيان السبب ؟

س3 / ما هي الاحتياطات والتدابير الواجب مراعاتها عند خلط الخرسانة في الأجواء الباردة ؟

س4 / ما هو تأثير وعمل المضافات على الخرسانة أثناء عملية الخلط في الأجواء الباردة ؟

س5 / ما هي الاحتياطات والتدابير الواجب مراعاتها عند خلط الخرسانة في الاجواء الحارة ؟



الفصل الثالث

صب الخرسانة

نقل الخرسانة

طرق رص الخرسانة

مزايا الخرسانة

تسوية سطح الخرسانة

طرق معالجة الخرسانة

أسئلة الفصل

الفصل الثالث / صب الخرسانة

3-1 تمهيد:

يمر صب الخرسانة بثلاث مراحل تبدأ بمرحلة الإعداد والتحضير وتسمى مرحلة ماقبل الصب وبعدها المرحلة الثانية مرحلة الصب وبعدها تكون المرحلة الثالثة مرحلة مابعد الصب .وسوف نتطرق الى خطوات كل مرحلة من مراحل صب الخرسانة.

3-2 صب الخرسانة

مرحلة الإعداد(قبل الصب)	مرحلة الصب	مرحلة بعد الصب
1- تسوية الارض	1- الخلط	1- المعالجة
2- اختيار مكونات الخلط	2- النقل	2- ازالة القوالب
3- خزن المواد	3- الصب	
4- تحضير القوالب	4- رص الخرسانة	
5- تحضير الخلاطات	5- الانهاء	

أولا) المرحلة الأولى (ما قبل الصب)

1- تسوية الأرض: يجب تهيئة السطوح من الناحية الفنية لتكون صالحة لاستقرار الخرسانة فوقها وتختلف الأرضيات المطلوب صبها بحسب نوع العمل ونوع المبنى المطلوب تشييده. وتستخدم الأجهزة الحديثة للتسوية من قبل المختصين في هندسة المساحة لتحديد المناسيب والمستويات المطلوبة للأرض مثل جهاز التسوية (Level) وجهاز ثيودلايت .بعدها يتم حدل التربة بواسطة معدات خاصة كما في الشكل (1).وتأخذ المناسيب مع كل مرحلة حدل وتثبت على المخططات للوصول الى المنسوب المطلوب ويكون فرش التربة بمواد مثل حصى الخابط (السبيس). ويفضل أن تفرش طبقة التربيع وتكون من الطابوق المصخرج او من الحصى كبير الحجم (الجلمود) .مع رش مادة قاتلة للحشرات على طبقة السبيس . يتم تحديد مستوى الأرض أفقيا قبل عملية الصب . هناك بعض مواقع الصب تحتاج الى قالب خشبي او معدني مثل السقوف او الأعمدة وبعض الأسس وهذه بدورها تحتاج الى معالجة وخطوات عمل سوف نتطرق لها في موضوع أخر.

الشكل (1) حدل التربة

2- اختيار مكونات الخلط: تشمل اختيار نوع الركام المناسب الخشن والناعم بعد إجراء الفحص ألمختبري لكل نوع .اختيار نوع السمنت .تحديد نسب المزج (سمنت – رمل – حصى) وكمية الماء لإعطاء خرسانة ذات مواصفات معينة وتعتمد نسب المزج في الخرسانة على نوعية العمل ونوعية الخرسانة المطلوبة وان نسب المزج الشائعة الاستعمال هي.

A. **3:1.5:1 / 2:1:1** ويمثل الرقم الأول في كل نسبة كمية السمنت والثاني كمية الرمل والثالث كمية الحصى وتستخدم هذه النسب في الأماكن التي تحتاج الى خرسانة قوية وتحتوي على حديد تسليح مثل الجسور والسدود وبعض المباني الجاهزة الصب.

B. **4:2:1** هذه النسبة معتدلة وتناسب أكثر المتطلبات في الصبات الخرسانية الاعتيادية والمسلحة وتستخدم في صب الأرضياتوالأسس المسلحة والسقوف والأعمدة.

C. **6:2:1** وتستعمل هذه النسب لصب الأرضيات والمداخل والأسس العادية وهناك نسب أخرى تحدد من قبل المهندس ونوع الصب المطلوب.

طريقة حساب نسب المزج (كميات المواد) في الصبات الخرسانية .

إن وحدة البناء في الصبات الخرسانية هي المتر المكعب غالباً. تحسب كمية المواد اللازمة للمتر المكعب على أساس نسبة المزج للخرسانة لنأخذ مثالاً على ذلك وتكون نفس الطريقة لكل النسب الأخرى ويقوم المدرس بتطبيق نفس الخطوات أمام الطلاب على نسب مختلفة .

مثال / المطلوب حساب ما يستوعبه المتر المكعب الواحد من الخرسانة اذا كانت نسبة المزج (1:2:4) حجم الخلط. هذا يعني ان كمية السمنت (1) كمية الرمل (2) كمية الحصى (4).

/الحل

نفرض ان حجم السمنت = س

فيكون حجم الرمل = 2 س

وحجم الحصى = 4 س

مجموع الحجوم = س+ 2 س + 4 س = 7 س

ملاحظة: ان حجم الخرسانة يقل عند تصلبها بمقدار 33% من مجموع حجوم المواد المكونة لها.

اذن : 1م^3 – 33% م^3 =0.67 م^3

0.67م^3 × 7 س = 1 م^3

4.69 س =1 م^3

اذن س = 1÷ 4.69= 0.213 م^3 حجم السمنت

0.213 م^3 × 2 = 0.426 م^3 حجم الرمل

0.213 م^3 × 4 = 0.852 م^3 حجم الحصى

ويمكن حساب كمية السمنت بالوزن للمتر المكعب الواحد كما يلي

بما ان كل م^3 من السمنت يزن 1400 كغم

اذن 0.213 م^3 × 1400 =298.3 كغم وزن السمنت للمتر المكعب الواحد في الخرسانة

فيكون بالتقريب الى 300 كغم وبما ان كل كيس سمنت يحتوي على 50 كغم سمنت

اذن 300 ÷ 50 = 6 كيس سمنت للمتر المكعب الواحد اذا كانت نسبة الخلط 1-2-4

3- تخزين المواد:

عند تخزين السمنت يجب مراعاة ما يأتي:

أ) يخزن السمنت المعبأ بأكياس في مستودعات معزولة عن الرطوبة

ب) رفع أكياس السمنت عن الأرض بوضعها على قطع خشبية او بلاستيكية مرتفعة وتفرش على الأرض طبقة من النايلون السميك لعزل السمنت عن الأرض لاحظ الشكل (2 - أ).

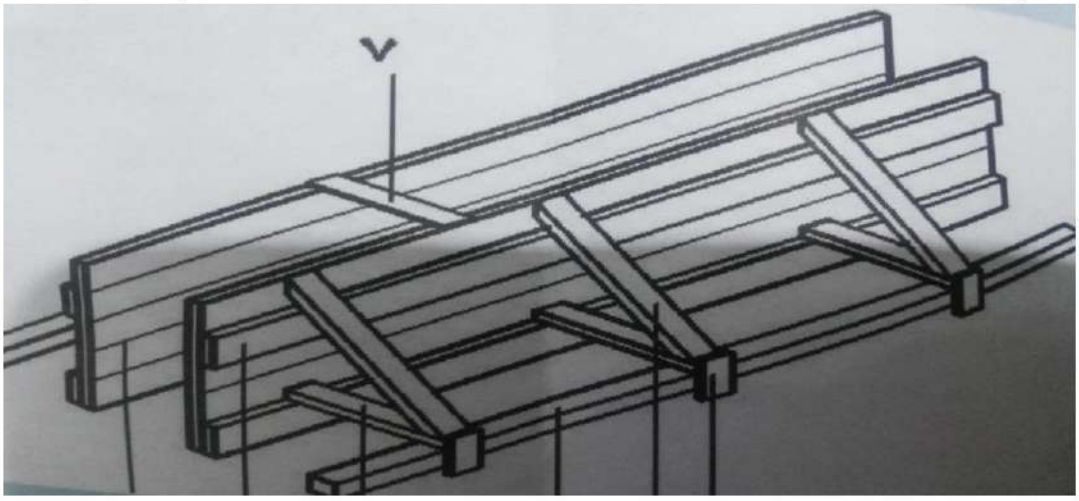
ت) ان تكون الأكياس بعيدة عن ملامسة الجدران

ث) لايستخدم السمنت بعد خزنه لفترة طويلة أكثر من ثلاثة أشهر الابعد فحصه.

الشكل (2 – أ) الصور تبين طريقة خزن المواد بشكل صحيح

4- تهيئة القوالب:

يجب ان يكون القالب المصنوع من الخشب او المعدن قويا ومتيناً ومثبتاً بدرجة كافية لتحمل القوى والأحمال الواقعة عليه أثناء الصب ورص الخرسانة وتستعمل المساند الخشبية والحديد وألواح الخشب تحت الخرسانة عند تركيب القوالب والصب .لاحظ الشكل رقم (2 – ب) ادناه:



الشكل رقم (2 – ب) يوضح تركيب قالب من الخشب

5 – تحضر الخلاطات:

أ- في حالة الخلط بالطريقة اليدوية يجب توافر ادوات الخلط اليدوي مثل (جارفة ذو طرف مربع ، عربة يدوية ، طاسة)

ب- في حالة الخلط بالطريقة الميكانيكة يجب توافر الخلاطات الميكانيكية بما يتناسب مع حجم ونوع العمل المطلوب

ثانيا) المرحلة الثانية (مرحلة الصب)

تعد هذه المرحلة من أهم مراحل العمل . لان خواص الخرسانة الجافة ومقاومتها تعتمد بشكل كبير على هذه المرحلة لذا يجب المراقبة والتدقيق على هذه المرحلة لأهميتها.

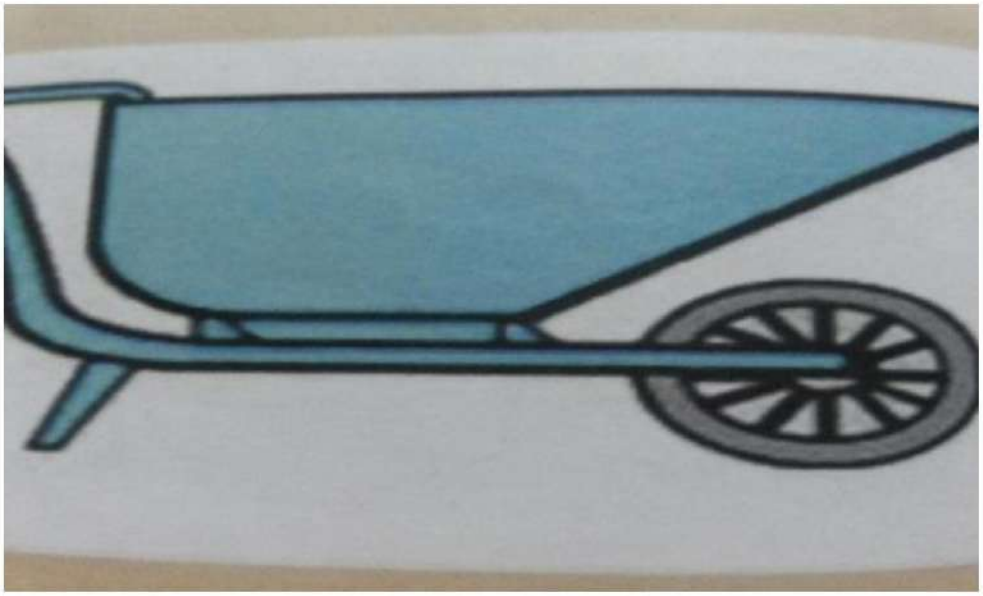
أ) الخلط:

يتم خلط الخرسانةاما يدوياً أو بأستخدام خلاطات ميكانيكية ولا يسمح الخلط اليدوي اِلافي الحالات الاستثنائية نظراً لعدم تجانس الخرسانة المخلوطة يدوياً. راجع الفصل الثاني عملية الخلط اليدوي والخلط الميكانيكي لعدم التكرار.

ب) نقل الخرسانة:

هناك عدة طرق لنقل الخرسانة من مكان الخلط الى موقع العمل وهي:

1. **عربات اليد ذات العجلة الواحدة الشكل رقم (3)**
2. **عربات ذات عجلتين**
3. **السيور الناقلة(قايش)**
4. **المجاري الخشبية او المعدنية**
5. **الرافعات (الونج) الشكل رقم (4)**
6. **سيارات النقل من الخلاط المركزي الى الموقع الشكل رقم (5)**



الشكل (3) عربة نقل الخرسانة

الشكل (4) رافعة لنقل الخرسانة

الشكل (5) يبين الخباطة المركزية

ج) صب الخرسانة:

ويقصد به صب الخرسانة في محلاتها المقررة او في القوالب الخشبية المخصصة لها في موقع العمل فبعد مزج الخرسانة تنقل الى موقع الصب بأواني خاصة او بالعربات اليدوية او الناقلات الميكانيكية ويفضل ان يكون موقع المزج قرب موقع الصب حتى لايتسبب نقل الخرسانة في تأخير عملية الصب وحدوث الأنعزال (الانفصال) بين مكونات الخرسانة علما ان نقل الخرسانة في العربات او العجلات ذات الاهتزاز يسبب حدوث ترسب المواد الخشنة الى الأسفل وبقاء ماء الخرسانة السمنتي الى الأعلى وعند سكب المزيج في القوالب او مواقع الصب يهبط أولا ماء الخرسانة السمنتي ويجري في الفجوات والفراغات الخاصة اذا كانت الخرسانة طرية وتبقى المواد الخشنة والناعمة الى الأعلى فيؤدي ذلك الى انفصال مكونات الخرسانة وهذا يؤثر على عملية التصلب ومقدار تحمل الخرسانة للأثقال المسلطة عليها كما يجب ملاحظة عدم السماح بوقوع الكتل الطينية والتراب بين طبقات الخرسانة اثناء عملية الصب في حالة صب خرسانة الأسس.

قبل الصب يجب مراعاة النقاط ما يأتي:

1. **التأكد من سلامة القوالب قبل إجراء عملية الصب.**
2. **تنظيف موقع الصب من الأتربة والمواد الضارة بالخرسانة.**
3. **رش مكان الصب بالماء.**
4. **التأكد من توزيع قضبان حديد التسليح من حيث الكمية ووضعه في مكانه وربطه بحسب المخططات.**

الشكل (6) عملية صب الخرسانة

د) رص الخرسانة:

تعد عملية رص الخرسانة مهمة جداً في عملية الصب . وتجري مباشرة أثناء عملية صب الخرسانة لضمان ترابط جيد بين الخرسانة وحديد التسليح وإزالة فقاعات الهواء من داخل الخرسانة وهذا بدوره يؤدي الى تحسين خواص الخرسانة الجافة من حيث المقاومة ونفاذية الماء وغيرها

ان استعمال الهزازات تساعد على تخفيض كمية الهواء بالخلطة. وبالتالي زيادة مقاومة الخرسانة ولابد من رص الخرسانة بشكل جيد لضمان الحصول على خرسانة متجانسة من خلال توزيع منتظم لوسائل الرص على كامل أجزاء الخرسانة دون الحاجة الى ملامسة حديد التسليح أثناء الرص ودون استعمال الهزازات لمدة طويلة. لان ذلك قد يؤدي الى حدوث انعزال حبيبي لمكونات الخرسانة.

طرق رص الخرسانة:

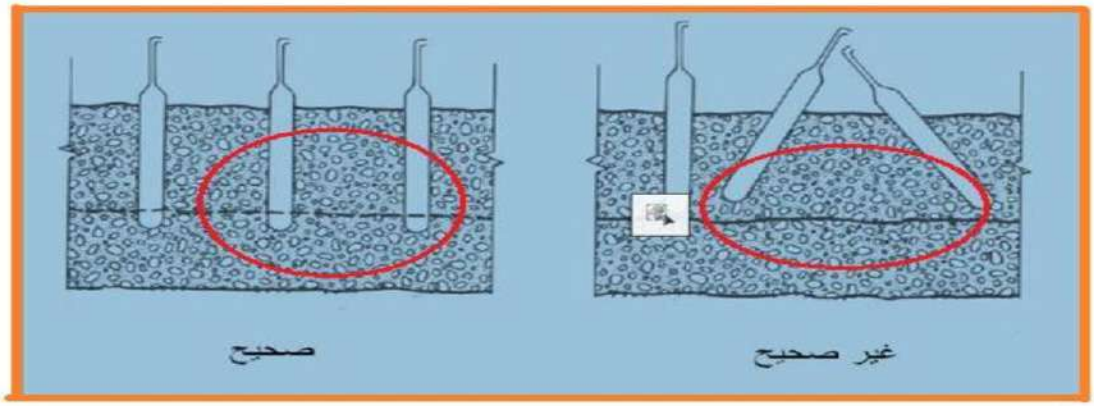
1- **الرص اليدوي:** يتم ذلك من خلال استعمال أدوات يدوية كما في الشكل (6) كما يمكن استخدام قضبان حديد لرص الخرسانة يدويا أثناء الصب

2 -**الرص الميكانيكي:** يتم ذلك باستخدام هزازات تعمل اما بالبنزين او بالكهرباء تعمل على رص الخرسانة وإخراج الهواء منها وتكون على عدة أنواع مثل هزازات ذات الإبرة وهي متصلة بخرطوم يتم غرزه عموديا داخل الخرسانة أثناء الصب هذه الهزازات تعطي ذبذبات داخل الخرسانة وتنقل هذه الذبذبات إلى رأس الخرطوم الذي ينقل من مكان إلى أخر داخل الخرسانة لاحظ الشكل (8) وهناك هزازات تكون على شكل طاولة تستخدم لصب قطع الشتايكر تربط على القالب من الخارج.

مزايا رص الخرسانة:

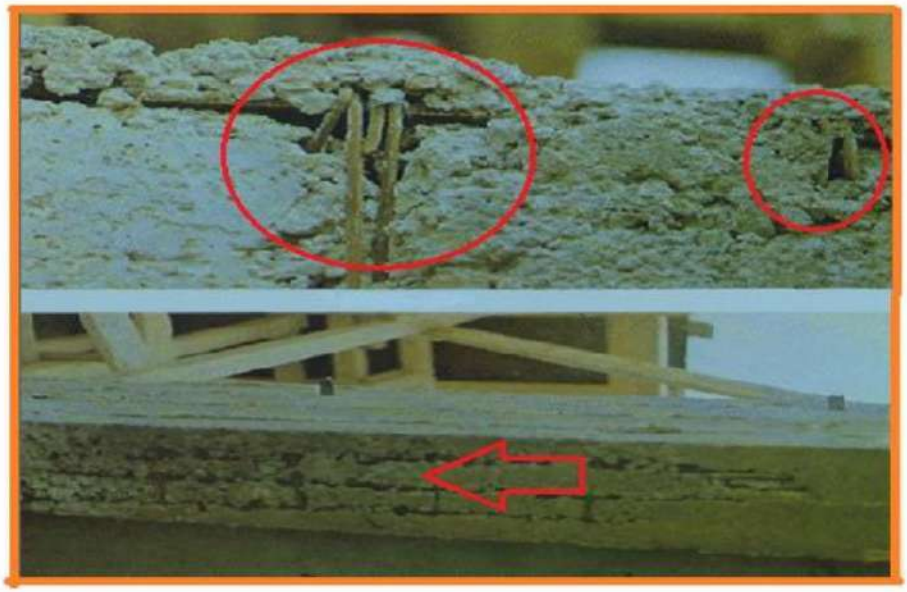
1. **زيادة مقاومة الخرسانة للانضغاط.**
2. **زيادة كثافة الخرسانة.**
3. **زيادة مقاومة الخرسانة لنفاذية الماء.**
4. **زيادة مقاومة الخرسانة للعوامل الجوية.**
5. **زيادة عمر الخرسانة واستمرارية عملها مع الزمن.**
6. **زيادة مقاومة التلاصق بين الحديد والخرسانة .وبين طبقات الصب المتتالية.**

يجب ان تكون عملية رص الخرسانة بشكل عمودي لضمان تقارب جزيئيات الخرسانة مع بعضها وطرد الفراغات الهوائية منها اما اذا كانت عملية الرص بشكل مائل كما هو موضح في شكل رقم (8) فهذا يؤدي الى انفصال مكونات الخرسانة عن بعضها حيث ترتفع المواد الناعمة الى الأعلى وتستقر المواد الخشنة في الأسفل مما يسبب في تشوه الخرسانة وضعف قوتها لاحظ الشكل (10) ان المدة اللازمة للاهتزاز او الرص تتراوح بين (30-5) ثانيةام^2.



الشكل (8) الوضع الصحيح للرص اليدوي

الشكل (9) ماكنة هزاز لرص الخلط ميكانيكا



الشكل (10) عيوب الخرسانة الناتجة عن الرص غير الجيد

هـ) تسوية سطح الخرسانة بعد الصب (الإنهاء)

يقصد بعملية تسوية الخرسانة هو تحسين مظهر وتعديل سطح الخرسانة . مثل إضافة مواد خاصة لسطح الخرسانة .اوعمل أشكال وألوان خاصة للسطح اوطلي ودهان سطح الخرسانة بمواد خاصة. اوتمشيط سطح الخرسانة بالفرش لإظهار الركام كما هو الحال بصب الأرصفة والممرات الخارجية اوالانهاء بالمالج ليكون السطح ناعماًأملساوخشناً الملمس وبحسب متطلبات الإنهاء . لاحظ الشكل رقم (11) يبين عملية الإنهاء للصب.

الشكل (11) عمليات إنهاء الصب

ثالثا) المرحلة الثالثة / معالجة الخرسانة

يقصد بمعالجة الخرسانة هو الرش بالماء (سقي الخرسانة) وغمرها بالماء بعد الصب وبداية التصلب . تعد المعالجة ضرورية لإتمام عمليات التفاعل بين السمنت والماء . وبالتالي لإكساب مقاومة ، وديمومة مناسبة للخرسانة وقد بينت التجارب ان عدم المعالجة تضعف من مقاومة الخرسانة وتعد المعالجة بالأيام الأولى بعد الصب ضرورية جداً لان عدم المعالجة والرش بالماء يؤدي الى حدوث تشققات بالخرسانة الجافة كما في الشكل (12). وهذه التشققات تضعف مقاومة الخرسانة وتقلل من عمر الخرسانة وتسبب مشاكل أضافية للمنشأ منها صدأ حديد التسليح وغيرها .تعتمد مدة المعالجة على نوع السمنت وعلى درجة حرارة الجو ونسبة الرطوبة وبشكل عام تنص بعض المواصفات على معالجة الخرسانة لمدة لأتقل عن أسبوعين وخاصة الأيام الثلاثة الأولى.ومن أهم طرق المعالجة هي :

1 - **طريقة الرش بالماء**: من خلال رش الخرسانة مرتين اوثلاث مرات يوميا وبحسب طبيعة الجو لاحظ الشكل رقم (13).

2- **طريقة التغطية**: من خلال تغطية الخرسانة بالقماش الخشن الملمس الجلفاص والرش بالماء للمحافظة على الرطوبة أثناءالمعالجة وهذا يكون في الصب العمودي مثل الأعمدة والرباطات.

3- **طريقة الغمر بالماء**: وهو الحال لمعالجة الصبات الأرضية والسطوح الأفقية من خلال عمل أحواض بالرمل وتقطيع الصبة الى مربعات للمحافظة على توزيع الماء.

4- **طريقة المعالجة بالبخار**: وتستعمل عادة في مصانع الخرسانة الجاهزةوالخرسانة مسبقة الصب.

ازالة القوالب :

الفترة الزمنية اللازمة لرفع القوالب : -

ان الوقت اللازم لإبقاء الخرسانة في القالب يتوقف على عدة عوامل أهمها : -

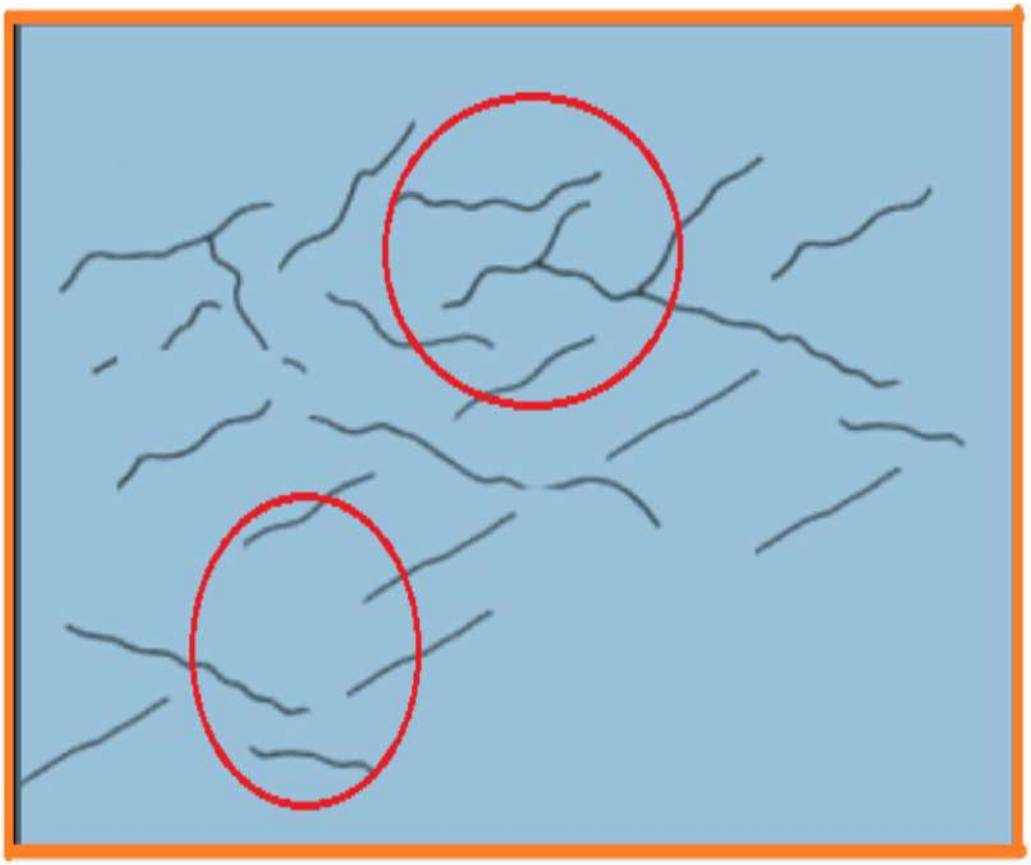
1 – درجة الحرارة والرطوبة النسبية في الجو .

2 – طبيعة الجهد التي يتعرض لها العضو البنائي .

3 – وقت التماسك والتصلب السمنت المستعمل .

4 – الأثقال الحية والميتة ونسبة الواحد منها للأخر .

5 – إسناد القسم المصبوب وعدم استناده .



الشكل (12) التشققات التي تظهر على الخرسانة

الشكل (13) إحدى طرق رش الخرسانة

أسئلة الفصل الثالث

س1/ ماهي مراحل صب الخرسانة؟

س2/ علل ما يأتي:

1- يستخدم الحصى الخابط (السبيس) في الأرضيات.

2- تختلف نسبة الخلط في الخرسانة بحسب نوع الاستعمال.

3-يقل حجم الخرسانة بعد الصب بمقدار 33%.

4- يستخدم الطابوق المصخرج للتربيع في الأرضيات.

5- يخزن السمنت بأكياس معزولاً من الرطوبة.

س3/ ماهي النقاط التي يجب مراعاتها عند خلط الخرسانة يدوياً ؟

س4/ ماهي أفضل الطرق لنقل الخرسانة من مكان الخلط الى مكان العمل؟

س5/ ماهي العوامل التي يتوقف عليها الوقت اللازم لازالة ورفع القالب عن الخرسانة؟

س6/ عدد طرق معالجة الخرسانة مع الشرح بايجاز؟

الفصل الرابع

- الفحوصات الميكانيكية للخرسانة
- فحص تحمل الخرسانة للضغط
- فحص تحمل أجهاد الشد بالأنفلاق
- الفحوصات الفيزيائية للخرسانة
- اسئلة الفصل

الفصل الرابع : الفحوصات الميكانيكية والفيزيائية للخرسانة

4-1 مقدمة:

من الممكن تعريف الخرسانة على انها مزيج من جسيمات حبيبية صلدة ومختلفة المقاسات تعرف بالركام (Aggregates) تشغل نسبة كبيرة من حجم الخرسانة .ويعتبر السمنت المادة اللاصقة والرابطة بين مكونات الخرسانة نتيجة تفاعله مع الماء .وتحتوي الخرسانة المتصلدة على فجوات هوائية دقيقة بنسبة قليله جدا وعلى هذا فمكونات الخلطة الخرسانية هي السمنت والركام الخشن والناعم (الرمل والحصى) والماء.وقد تستخدم في الخلط بعض المضافات لتحسين وتعديل خاصية او اكثر من خواص الخرسانة المنتجة .

4-2 الفحوصات الميكانيكية للخرسانة

لمكونات الخرسانة وللخرسانة نفسها (الخرسانة الطرية والمتصلبة) فحوصات متعددة وكثيرة لإيجاد خواصها المختلفة.وتعطي المواصفات حدود الخواص المقبولة للخرسانة ومكوناتها اعتماداً على هذه الفحوصات ومن الممكن ان نذكر أهم الفحوصات الأساسية والضرورية للخرسانة ويمكن الرجوع إلى المواصفات القياسية العراقية (م ق ع 70/50) للحصول على التفاصيل الدقيقة لهذه الفحوصات .

1- قوة التحمل (تحمل القوى المسلطة Resistance to Applied Forces)

ان الوظيفة الرئيسة للخرسانة في كافة المنشآت هي نقل وتحمل الأوزان مهما كانت طبيعتهاالى التربة والتي بدورها تتحمل أثقال المنشأ حسب التصاميم والفحوصات التي تجرى قبل بناء المنشأ. و من الوظائف الأخرى للخرسانة حجز المياه مثل الخزانات والسدود والذي يتطلب الحصول على ديمومة في المنشأ للغاية التي انشأ من اجلها دون الحصول على تشققات.

إن قوى الشد هي من الأمور المهمة في الخرسانة على الرغم من ان الخرسانة ضعيفة التحمل لقوى الشد ولذلك يوضع حديد التسليح لتحمل قوى الشد.فمعرفة القوى في كافة أعمال الخرسانة مهمة ومؤشر لمعرفة الخواص المطلوبة في الخرسانة .

3-4 فحص مقاومة الانضغاط

هناك شكلان من النماذج التي يتم عليها فحص إجهاد تحمل الخرسانة للضغط وهما المكعب(المستعمل في المواصفات البريطانية) والاسطوانة (المستعملة في المواصفات الأمريكية)وسيتم شرح طريقة واحدة في هذا الفصل وذلك لتشابه طريقة الفحص مع اختلاف شكل القالب المستعمل ولعدم التكرار لان الموضوع سوف يكون ضمن مواضيع التدريب العملي.

فحص المكعبات

يكون طول ضلع المكعب القياسي (المستعمل لفحص تحمل الخرسانة للضغط) بطول 15 سم وتكون القوالب المستعملة لصب الخرسانة للنماذج مكعبة الشكل ومصنوعة عادة من حديد الصلب. ويجب إن يكون ربط قطع القالب بشكل يمنع نضح مونة السمنت من مفاصل القالب . كما يجب ان يعطي القالب للخرسانة المصبوبة شكل المكعب بزواياه القائمة وبالأبعاد المطلوبة بصورة دقيقة . بعد تجميع أجزاء القالب يجب دهان السطوح الداخلية له بدهان خفيف لمنع التصاق الخرسانة بالقالب .ثم يتم تجميع القالب وتدقيق أبعاده وزواياه .

يكون ملء القالب على ثلاث مراحل بحسب المواصفات البريطانية. في كل مرة يتم وضع طبقة من الخرسانة (حوالي ثلث حجم المكعب)ورصها بواسطة قضيب فولاذي مربع المقطع طول ضلعه 1) (انج وذا نهاية مربعة . بعد رص الطبقة الثالثة يتم تسوية سطح الخرسانة مع حافة القالب العلوية ومن ثم خزن القالب المملوء بالخرسانة لمدة 24 ساعة في مكان ذي درجة حرارة (18-22) درجة مئوية ورطوبة نسبية لأتقل عن 90% وبعدها يتم فتح القالب ثم يغمر المكعب الخرساني في ماء بدرجة حرارة تتراوح بين19-21 درجة مئوية لحين موعد الفحص ان المواصفات البريطانية تحدد الفحص للمكعب بعمر 28 يوم حيث يتم أخراج المكعبات من الماء ويترك ليجف قليلاً ثم يوضع المكعب الخرساني في جهاز الفحص بحيث اتجاه الفحص عموديا على اتجاه القالب عند الفحص ويتم تسليط حمل الانضغاط على النموذج الخرساني بمعدل ثابت بمقدار 15 نيوتن / ملم^2 / دقيقة لحين فشل النموذج .يتم تسجيل اكبر قوة يسلطها الجهاز بحيث يمكن حساب الإجهاد إلى اقرب رقم من 0.5 نيوتن/ملم^2 يكون عدد النماذج للفحص أربعة مكعبات يجب ان لأتقل نتيجة فحص إي مكعب عن 85% من أجهاد التحميل المطلوب للخرسانة .

معدل نتائج فحص المكعبات الأربعة يجب ان يزيد عن أجهاد التحميل المطلوب بمقدار 7.5 نيوتن/ملم^2 .

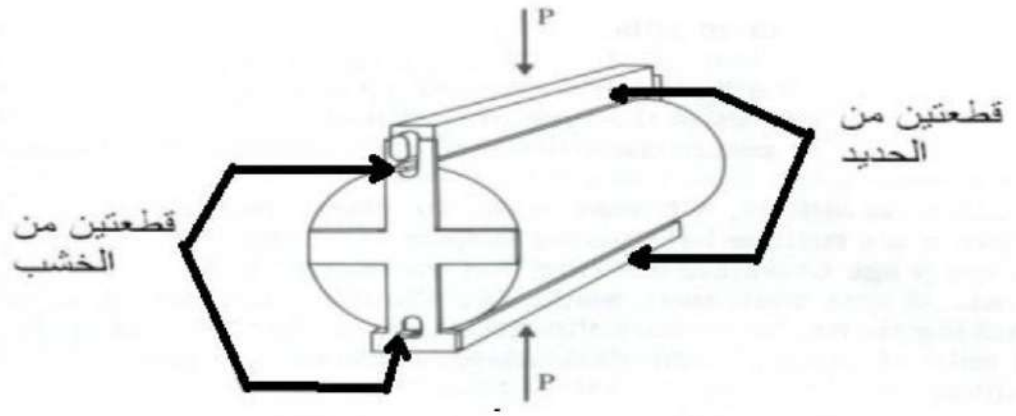
مثال توضيحي / أذا كانت مقاومة الانضغاط المطلوبة للخرسانة هي (25) نيوتن/ملم^2 وكانت نتائج فحص المكعبات الأربعة هي .

26 ، 28.5 ، 34 ، 32.5نيوتن/ملم^2. فأن إجهاد تحمل الخرسانة بالضغط يكون غير مطابق لإجهاد التحمل المطلوب بالرغم من ان نتائج كل المكعبات اكبر من 25 نيوتن/ملم^2 والسبب ان المواصفات تنص على ان يزيد المعدل عن التحميل المطلوب بمقدار لايقل عن 7.5 نيوتن/ملم^2 . بينما المعدل الفعلي في المثال هو.

(26 + 28.5 + 34 + 32.5) ÷ 4 = 30.25 نيوتن/ملم^2 والذي يزيد بمقدار 5.25 نيوتن/ملم^2 (اقل من 7.5) عن مقدار التحمل المطلوب . أذن إجهاد التحمل بالضغط غير مستوفي القيمة المطلوبة .

4-4 فحص تحمل إجهاد الشد بالانفلاق

في هذا الفحص يتم تحديد أجهاد تحمل الشد للخرسانة عن طريق توليد اجهادات شد بصورة غير مباشرة بتسليط قوة ضغط .يكون النموذج اسطواني الشكل وذا أبعاد قطر 15 سم وارتفاع 30سم يتم وضع النموذج في جهاز الفحص بحيث يكون المحور الطولي للاسطوانة بوضع أفقي بين صفائح جهاز الفحص كما في الشكل (1) ، ثم يسلط الحمل حتى يحصل الفشل بواسطة الانفلاق على مستوى قطر الاسطوانة العمودي ويكون إجهاد الشد الذي حدث عنده الفشل هو إجهاد تحمل الخرسانة بالشد .



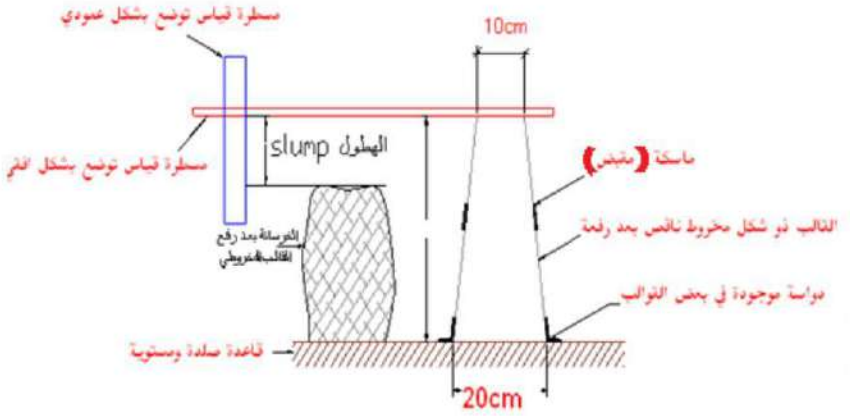
الشكل رقم (1) يوضح عمل الجهاز وطريقة الفحص

4-4 الفحوصات الفيزيائية للخرسانة

في أي عمل للخرسانة يجب إن يتم مسبقا تحديد نسب المواد الداخلة في الخلطة الخرسانية ونسب الخلط هذه هي التي تحدد نوعية الخلطة وخواصها وأي تغير في نسب الخلط هنا معناه تغير نوع الخرسانة ككل وخواصها الفيزيائية والميكانيكية . تعتمد سهولة عمل المزجة الخرسانية على الصفات الفيزيائية للمواد المكونة للخرسانة وعلى نسب مزج هذه المواد. فمثلاً كلما كبر حجم الحصى والرمل المستعمل زادت سهولة العمل اذا كانت نسب الخلط ثابتة .بينما تقل سهولة العمل أذا زادت كمية الحصى والرمل الى كمية السمنت وتعتمد سهولة العمل على درجة الحرارة أيضا حيث تقل سهولة العمل كلما زادت درجة حرارة الجو المحيط .وهناك فحوصات للمواد الداخلة في تكوين الخرسانة التي تم ذكرها في الفصل الأول مضافة لأنها ستكون من مواضيع التدريب العملي تجنباً للتكرار مثل : فحص السمنت، فحص تدرج الركام (الرمل والحصى)، فحص ماء المزج.

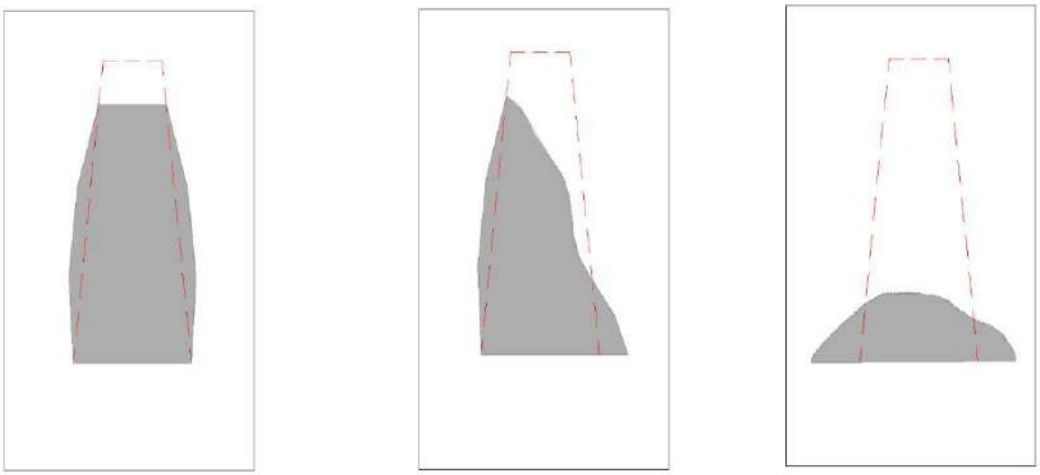
فحص الهطول (slump test) للخرسانة الطرية

وهو فحص موقعي ومختبري واسع الانتشار لقياس سهولة عمل الخلطة الخرسانية الطرية. يكون الفحص في قالب معدني بشكل مخروط ناقص بارتفاع 30cm وقطر المقطع العلوي (الفتحة العلوية) 10cm وقطر القاعدة 20cm ويكون القالب مجهزاً بماسكات (مقابض) .يتم الفحص بوضع القالب على سطح صلد مستو .يفضل ترطيب السطوح الداخلية للقالب قبل البدء بالفحص مباشرة لتقليل تأثير الاحتكاك بين القالب والخرسانة يملأ القالب بالخرسانة الطرية على ثلاث طبقات (كل طبقة تشكل حوالي ثلث حجم القالب) مع رص كل طبقة بدقها بواسطة قضيب فولاذي أملس السطح ومدور النهاية بقطر 16 mm 25 ضربة لكل طبقة.بعدها تتم تسوية سطح الخرسانة مع الحافة العلوية للقالب تماماً. من المهم الانتباه الى ثبات القالب على القاعدة وبدون اي حركة .حيث تحتوي القوالب على مثبتتين في أسفل القالب يتم الضغط عليهما بالأرجل أثناء ملأ القالب والرص لمنع اهتزاز وحركة القالب .بعد الانتهاء من ملء القالب مباشرة يتم رفع القالب ببطء وبصورة عمودية نحو الأعلى وتبدأ بالهطول. يقاس مقدار نزول أعلى نقطة في السطح العلوي للخرسانة الهاطلة. وتدعى هذه المسافة (بمقدار الهطول) او الهطول (slump) لاحظ الشكل (2)



جهاز فحص الهطول

طريقة فحص الهطول



هطول حقيقي **فشل قصي** **الأنهيار**

أنواع الهطول

الشكل (2) يوضح جهاز فحص الهطول و طرق قياس الهطول و أنواعه

أسئلة الفصل الرابع

س1 / ماهي الوظائف الرئيسة للخرسانة ؟

س2/ ماهي مكونات الخرسانة وكيف يتم التلاصق بين مكوناتها ؟

س3/ علل مايأتي :

1- يتم دهن القالب قبل وضع الخرسانة في داخله.
2 - يكون ملء القالب بالخرسانة للفحص على ثلاث مراحل.
3- يستخدم حديد التسليح في أعمال الخرسانة.
4 - رص الخرسانة عند وضعها في القالب.
5 - أي تغير في نسب المزج يغير نوع الخرسانة.

الفصل الخامس

- خواص الخرسانة الطرية
- خواص الخرسانة المتصلبة
- اسئلة الفصل

الفصل الخامس: خواص الخرسانة الطرية والصلبة

(5 – 1) مقدمة عامة :-

الخرسانة هي عبارة عن خليط غير متجانس من الركام الخشن والناعم (الحصى والرمل) والاسمنت والماء مع بعض الفراغات . ويمكن إضافة بعض المواد الأخرى والتي تسمى بالمضافات للحصول على خواص معينة .

ويتم اختيار نسب هذه المواد في الخلطة الخرسانية بحسب نوع العمل المطلوب والمواد المتوفرة . ومن خلط هذه المواد مع بعضها يتم الحصول على الخرسانة الطرية التي تبدأ بالتصلب التدريجي حتى تصبح صلبه وقوية وتتفاوت قوتها حسب نوع ونسب المكونات الأساسية وبحسب طريقه الرص أثناء الصب وعلى نوعية المعالجة .

(5 – 2) خواص الخرسانة الطريه :-

الخرسانة الطرية هي الخرسانه المخلوطة حديثا والتي لم تتماسك و لم تدخل مرحلة التصلب بعد . من الضروري ان تكون خواص ونسب المكونات الاساسية للخرسانه (سمنت ، رمل ، حصى وماء) محققة وملبيه للمتطلبات الآتية :-

أ – ان تكون ذات قوام مناسب (قابلة للتشغيل) بحيث يمكن خلطها ونقلها وصبها ورصها بسهولة دون حصول الانعزال في مكوناتها ،وهذا يعتمد على مقدار الماء في الخلطة وعلى كمية الركام الخشن والناعم في وحدة الحجم وتدرج الركام وشكل حبيباته . كافة الاعمال تفضل الخلطات ذات القوام المتوسط او اللدن على الخلطات الجافة وذات القوام الرخو التي تسبب انعزال مكونات الخرسانة .

ب – ان تمتلك الخرسانة المقاومة والديمومة المطلوبة.

وتعتمد مقاومة الخرسانة المتصلبة على كثافة الخلطة التي بدورها ترتبط بنسبة الماء المضافة الى الخلطة وعلى نسب مكونات الخلطة وكذلك تعتمد على طريقة الرص اثناء الصب وعلى نوعية المعالجه بعد الصب .

جـ – ان تكون كلفة الخرسانة المنتجة قليله قدر الإمكان على شرط الحصول على المتطلبات المهمة والمحدودة لها .

وهذا يعتمد على تكاليف المواد المستعملة ومدى توفرها وقربها من موقع العمل وعلى عمليات وطرق نقل الخرسانة من مكان الخلط الى موقع الصب وعلى طرق المزج والرص .

(5 – 3) خواص الخرسانة المتصلبة :–

تتأثر خواص الخرسانة بعد تصلبها بتصميم الخلطة ونسب مكوناتها وطرق رصها ومعالجتها .
ويمكن حصر خواص الخرسانة الأساسية بما يأتي : –

أ – مقاومة الاجهادات المختلفة (strength)
ب – التغيرات ألبعدية والحجمية (Dimensional and volumetric changes)
جـ – الديمومة (Durability)
د – مقاومة الحريق (Fire Resistance)
هـ – النفاذية (Permeability)
و – العزل الحراري (Thermal Insulation)
ز – مقاومة تأثير الاحتكاك (Wear Resistance)
ح – مقاومة تأثير المواد الكيمياويه (Resistance to Chemical Attack)

أ – مقاومة الأجهادات المختلفة :– يمكن تقسيم مقاومة الخرسانة تبعا لنوع الاجهادات المؤثرة الى:–

1 – مقاومة الانضغاط: هو من اهم خواص الخرسانة حيث يعتبر تحمل الخرسانة للانضغاط مقياسا غير مباشر لبقية خواص الخرسانة .

فكلما كانت الخرسانة أجود زاد تحملها للضغط وتحسنت خواصها الأخرى بشكل عام هناك العديد من العوامل تؤثر على مقاومة الخرسانة للانضغاط منها .

الرص الجيد والتخلص من الفجوات الهوائيه وكذلك نسبة الماء في الخلطة حيث تنخفض مقاومة الخرسانة للانضغاط بزيادة نسبة الماء وكذلك لنوعية الركام المستعمل تأثير غير مباشر على تحمل الخرسانة لذا يجب ان يكون قويا وبشكل وتدرج مناسبين كي يعطي قابلية تشغيل جيدة الأمر الذي يؤدي الى تقليل كمية الماء المستعملة وزيادة تحمل الضغط .

كما ان الانضاج المناسب يزيد من تحمل الضغط وكذلك نوعية السمنت المستعمل .

2 – مقاومة الشد:- بشكل عام تكون مقاومة الخرسانة للشد ضعيفة ولهذا السبب يستعمل حديد التسليح لغرض تحمل اجهادات الشد التي تتعرض لها الخرسانة. وتعتبر مقاومة الشد مؤشراً لتحديد الشقوق التي يسببها الشد والتي بدورها تؤثر في مقاومة الخرسانة للعوامل الجوية بشكل عام وتؤثر في دوام حديد التسليح ومقاومته للصدا والتأكل بشكل خاص .

3 – مقاومة الانثناء (الانحناء): قد تتعرض الخرسانة الى عزوم انحناء (Bending moments) تؤدي الى تكوين اجهادات انضغاط وشد ويحدث الفشل للخرسانة في المناطق المعرضة الى اجهادات شد عالية. تعتبر الخرسانة غير المسلحة المستخدمة في أعمال التبليط وإنتاج البلاطات الخرسانية بمختلف أشكالها من الحالات التي تتعرض فيها الخرسانة لعزوم انحناء .

4 – مقاومة القص: لا تتعرض الخرسانة في المنشآت الى قوى قص فقط بل تكون مصاحبة الى قوى الشد والانضغاط الناتجة عن الحمل او العزوم الجانبية الناتجة عن الحمل .

5 – مقاومة الترابط مع قضبان التسليح: ان زيادة مقاومة الترابط بين الخرسانة وقضبان التسليح يساعد في جعل الخرسانة وحديد التسليح يعملان كوحدة واحدة ويساهم في نقل الاجهادات من الخرسانة الى حديد التسليح .

ومن الأشياء التي تؤثر في قوة الربط وجود النتوءات الحلزونية التي توجد على قضبان حديد التسليح ، وقطر قضبان التسليح ،ونوعية الخرسانة ، وموقع قضبان التسليح داخل الخرسانة .

ب – التغيرات ألبعديه والحجمية : ويمكن تقسيمها الى :-

1 – تغيرات بعديه تسبب الاجهادات الميكانيكية اللحظية (الآنيه) :

ان لمعامل المرونة أهميه خاصة في تصميم الخرسانة المسلحة حيث يعتبر مقياسا لمقاومه المادة للتشوه وكذلك في توزيع القوى بين الخرسانة وفولاذ التسليح . وتؤثر في ذلك عوامل كثيره منها .

نسبه الماء في الخلطة ، عمر الخرسانة ، ظروف الإنضاج ، خواص الركام .

2 – تغيرات بعدية تسببها الاجهادات الميكانيكية بمرور الزمن . تحدث عند بقاء الحمل ساكنا ومؤثرا على الخرسانة لفترة زمنية طويلة انفعالات اضافيه غير مرنه تسمى الزحف (creep) وتتأثر انفعالات الزحف بالعوامل الآتية :-

اولا – مقدار اجهادات التحميل بالنسبة لتحمل الخرسانة، حيث يزداد الزحف بازدياد اجهاد التحميل.

ثانيا – رطوبة المحيط ، حيث يتناقص الزحف بازدياد الرطوبة .

ثالثا – عمر الخرسانة عند التحميل، حيث يتناقص الزحف كلما ازداد العمر.

رابعا – نسبة السمنت في الخرسانة، حيث يزداد الزحف بزيادتها.

خامسا – نسبه الماء الى السمنت في الخلطه، حيث يزداد الزحف بزيادتها

سادسا – خواص الركام حيث يتأثر مقدار الزحف تبعا لبعض خواص الركام كمعيار المرونة مثلا.

سابعا – الزمن، حيث يزداد الزحف بمرور الزمن.

ثامنا – كثافة الخرسانة، حيث يقل الزحف بزيادتها.

3 – التغيرات ألحجمية : تتكمش الخرسانة أثناء تصلبها ويتأثر هذا الانكماش بالعوامل الآتية :-

اولا – نوع السمنت ، حيث تختلف انواع السمنت في مقدار انكماشها .

ثانيا – نسبه الماء الى السمنت ، حيث يزداد الانكماش بزيادتها .

ثالثا – رطوبه الجو المحيط ، حيث يقل الانكماش بزيادتها .

رابعا – خواص الركام ، حيث ان بعض انواع الركام اكثر انكماشا من غيرها .

خامسا – الزمن ، حيث يزداد الانكماش مع مرور الزمن .

سادسا – سمك العضو الخرساني ، حيث يزداد الانكماش مع قلة السمك .

جـ – الديمومة (الدوام والمقاومة للعوامل الجوية):- الخرسانة بصوره عامه تعتبر ذات عمر طويل الا ان ديمومتها تعتمد على عدد من العوامل التي تؤدي الى أضعافها وتلفها احيانا ومن هذه العوامل :-

1 – العوامل الجوية : من العوامل الجوية التي تؤثر تأثيرا كبيرا على الخرسانة هو تعرض الخرسانة الى الانجماد اذ ان تجمد الماء داخل الفجوات يصاحبه زيادة في حجم الماء تؤدي الى توليد اجهادات شد داخلية وعندما تكون هذه الاجهادات أعلى في مقاومة الشد للخرسانة فان ذلك يؤدي الى تشقق الخرسانة وتكرار تلك الظاهره يعجل في تلف الخرسانه ويمكن تقليل تأثير الانجماد بأتباع مايأتي : –

أولا – استعمال مضافات الهواء المقصود.

ثانيا – زيادة كثافة الخرسانة وتقليل الفجوات .

ثالثا – تقليل نسبة الماءالى السمنت في الخلطه .

رابعا – استعمال ركام صلد ومقاوم وقليل الامتصاص .

خامسا – محاولة تقليل امتصاص الماء من خلال صقل سطح الخرسانة او استخدام مواد لطلي السطح.

2 – الركام الفعال (Reactive Aggregate) :تتفاعل بعض أنواع الركام مع المركبات القلويه في السمنت بصوره بطيئه تؤدي الى تمددات حجمية تسبب تشقق الخرسانة . لذلك يجب

استعمال سمنت واطئ القلوية واجراء الفحوص الخاصة على الركام قبل استعماله وعدم استعمال النوع المتفاعل منه . علما بأن الركام الفعال قليل الوجود في العراق .

3 – المياه التي تتعرض لها الخرسانة :- تعتبر الخرسانة بصوره عامة مقاومة لتأثير الماء بعد تصلبها فهي لا تتأكل ولا تصدأ بصورة اعتيادية لذلك يمكن استخدامها تحت الماء . ولكن هناك عوامل قد تؤدي الى ضعف الخرسانة

مثل امتصاص الخرسانة للماء يؤدي الى ارتشاح النورة المتولدة من تفاعل السمنت مما يؤدي الى تأكل الخرسانة . ويؤثر الماء أيضا في تحريك تفاعل الاملاح الموجودة داخل الخرسانة فيحدث تخلخل داخل الخرسانة قد يؤدي أيضا الى زيادة تأثير الانجماد . وكذلك وجود بعض الأملاح وخاصة الأملاح الكبريتية في الماء يسبب تفاعل هذه الاملاح مع السمنت وقد يؤدي الى تلف الخرسانة. ولتقليل تأثير المياه على الخرسانة يستعمل سمنت مقاوم للأملاح ومضافات مانعة للرطوبة وزيادة كثافة الخرسانة وتقليل نسبة الماء في الخلطة واستعمال ركام صلد قليل الامتصاص.

د – مقاومة الحريق :- تعتبر الخرسانة من المواد البنائية الجيدة المقاومة للحريق بسبب طبيعة المواد الأولية والناتج النهائي الذي تتكون منه الخرسانة .

وعند تصميم المنشآت الخرسانية المختلفة يرعى الغاية من استعمال المنشأ ودرجة المقاومة المطلوبة للحريق وهذا يتطلب مراعاة سمك الصب وإتباع تعليمات الدفاع المدني.

هـ– العزل الحراري :- لاتعتبر الخرسانة ذات الكثافة الاعتيادية جيدة العزل لذا تستخدم الخرسانة خفيفة الوزن التي تكون اكثر عزلا بسبب قلة كثافتها الناتجة عن نوعية الركام المستعمل ونسبه الفجوات الهوائية العالية فيها

و– النفاذيه للماء :- لا تعتبر الخرسانة ماده صماء غير نفاذة للماء بشكل مطلق للاسباب التالية:

1 – لا يمكن لعجينة السمنت عند التصلب ان تملأ كافة الفراغات التي يتركها السمنت والماء عند تفاعلهما .

2 – تكون كمية ماء الخلط أكثر من الكمية اللازمة لإتمام عمليه التفاعل بين السمنت والماء وعند تبخر هذا الماء الزائد فأنه يترك فجوات هوائية محلة.

3 – لا يمكن عمليا رص الخرسانة بحيث تكون الفجوات فيها معدومة تماما .

وللحصول على خرسانة ذات مقاومة عالية لنفاذية الماء يجب :-

اولا – ان تكون الصبة الخرسانية متجانسة خالية من العيوب والتشوهات التي تحصل بسبب انعزال مواد الركام المتباينة في الحجوم .

ثانيا – ان تكون الخرسانة بأعلى كثافة ممكنة وبأقل ما يمكن من الفجوات .

ثالثا – ان تكون نسبة الماء الى السمنت المستعملة اقل ما يمكن .

رابعا – تجنب كل ما من شأنه أحداث شقوق في الجسم الخرساني كالانكماش او التبدلات الحرارية او الانفعالات الناتجة عن الاجهادات الميكانيكية التي تتعرض لها الخرسانة في المنشأ او بنتيجة تفاعلات سلبية لاحقة .

خامسا – إنهاء السطوح الخارجية للخرسانة بصورة صقيلة وغير مسامية.

ز – مقاومة تأثر الاحتكاك :- هذه الخاصية مهمة لسطوح الخرسانة المستعملة في كافه أعمال التبليط والأرضيات المعرضة لتأثير الاحتكاك بألا حمال المتحركة عليها وكذلك في السطوح المعرضه للاحتكاك بالمياه الجارية كالمنشآت المائية مثل السدود والنواظم والانابيب الناقلة للسوائل.

وتتأثر مقاومة الاحتكاك للخرسانة بالعوامل الآتية :

1 – مقاومة الخرسانة ، حيث تزداد المقاومة بزيادة تحمل الانضغاط.

2 – نسبه الماء الى السمنت المستعملة ، حيث تزداد المقاومة كلما قلت نسبه الماء الى السمنت.

3 – نوعية الركام المستعمل ، حيث يجب ان يكون الركام متدرجا بصوره جيده ومقاوم للاحتكاك ويفضل تقليل كمية الركام الناعم الى اقل حد ممكن من دون الاضرار بقابلية التشغيل .

4 – إنهاء السطوح بصورة جيدة وبأعلى كثافة ممكنه ويكون ذلك برص السطوح بصورة جيدة بالمالج او اية واسطة اخرى قبل تصلب الخرسانه مباشرة .

5 – تجانس الخرسانه ، من الضروري تجانس الخرسانة لان وجود المناطق الضعيفة يعجل من تأكل السطوح الخرسانية .

6 – الانضاج ، يعتبر الإنضاج الجيد ضرورياً للحصول على سطح مقاوم للتأكل .

ح – مقاومة تأثير المواد الكيمياوية : تتأثر السطوح الخرسانية ببعض المواد الكيمياوية مثل الحوامض والزيوت النباتية والدهون والمحاليل السكرية والأملاح وخاصة الكبريتات والكلوريدات الموجودة في المياه الجوفية ومياه البحر . وهذه المواد تسبب تلف السطوح الملامسه لها وتؤدي الى اضعاف المنشأ الخرساني .

وقد تتعرض الأرضيات الخرسانية بصورة خاصة في بعض المصانع والمشاريع الزراعية لتأثيرات كيمياوية تؤدي الى تأكل سطوحها كما في معامل الاعلاف الحيوانية ومحلات تربية الحيوانات ومعامل السكر وعجينة الخشب والخزانات الخرسانية المستعملة لخزن بعض أنواع المواد الضارة للخرسانة .

ويمكن تقليل تأثير المواد الكيمياوية في الخرسانة بزيادة كثافتها وتحملها واستعمال ركام صلد غير مسامي وغير متفاعل وتقليل نسبة الماء ومعالجة السطوح بطريقة تقلل الامتصاص واستعمال انواع من السمنت المقاوم للتأثيرات الكيمياوية (سمنت مقاوم للاملاح الكبريتية مثلا) . وزيادة سمك الغطاء الخرساني في الخرسانة المسلحة لوقاية الحديد من التأكل بسبب المواد الكيمياوية بحيث يتراوح سمك الغطاء بين (40 – 75) mm او أكثر بحسب الحاجة .

أسئلة نهاية الفصل

س[1] / ماهي المتطلبات الضروريه الواجب تحقيقها عند اختيار خواص و نسب مكونات الخرسانة الطرية ؟

س[2] / ماهي العوامل التي تؤثر في انفعالات الزحف للخرسانة المتصلبه ؟

س[3] / كيف يمكن تقليل تأثير العوامل الجويه وخاصة تأثير الانجماد في الخرسانة المتصلبة ؟

س[4] / ماهي العوامل التي تؤثر في مقاومة الاحتكاك للخرسانة ؟

س[5] / وضح كيفية تأثير المياه في ديمومة الخرسانة ومقاومتها للعوامل الجوية ؟

الفصل السادس

- المضافات المقللة للماء
- الملدنات المتفوقة
- المواد المانعة للرطوبة
- المعجلات
- المبطئات
- المضافات ذات الاستخدام الخاص
- اسئلة الفصل

الفصل السادس: مضافات الخرسانة

6-1 مقدمة عامة :

تعرف مضافات الخرسانة بانها منتجات كيميائية عضوية أو غير عضوية سائلة أو صلبة تضاف إلى الخلطة الخرسانية أثناء عملية الخلط بنسبة حسب تعليمات الشركة المنتجة فيما يخص نسب الإضافة وذلك لتحسين خواص الخرسانة وإكسابها مواصفات جديدة منها المضافات المقللة للماء والملدنات المتفوقة والمواد المانعة للرطوبة والمعجلات والمبطئات والمضافات ذات الاستخدامات الخاصة.

6-2 المضافات المقللة للماء:

تعمل هذه المضافات على تقليل محتوى الماء في الخلطة بنسبة تتراوح بين(5 – 10) % اذ تقل نسبة الماء \ السمنت مع المحافظة على قابلية تشغيل الخرسانة أو تحسين قابلية التشغيل مع المحافظة على نسبة الماء \ السمنت ثابتة .

تستخدم هذه المضافات في حالة استخدام ركام (رمل وحصى) غير متدرجة القياسات. وفي الخلطات الجافة فتمنح الخرسانة انسيابية جيدة و تمنع ظاهرة الانعزال (فصل مكونات الخلطة كالحصى مثلا عن باقي المكونات) وكذلك عند استخدام المضخات في صب الخرسانة

6- 3 الملدنات المتفوقة :

هي مركبات هيدروكاربونية عضوية ذائبة في الماء ومميزة في تأثيرها الايجابي في قابلية تشغيل الخرسانة و تقليل نسبة الماء \ السمنت أفضل من المضافات المقللة للماء ولهذا سميت بالملدنات المتفوقة . تضاف بنسب محددة من قبل الشركة المنتجة و غالبا ما تتراوح بين (1-3) لتر \ متر مكعب من الخرسانة و وظيفتها تحسين قابلية تشغيل الخرسانة و في حالة استخدامها لتقليل نسبة الماء \ السمنت فان نسبة الإضافة تكون حسب تعليمات الشركة المنتجة للمادة ، و مما تجدر الإشارة إليه أن حجم الملدن المتفوق السائل يؤخذ بنظر الاعتبار عند حساب نسبة الماء \ السمنت ،(لاحظ شكل 1) .

شكل(1) : الملدن المتفوق السائل

6-4 المواد المانعة للرطوبة :

هي مواد مضافة مانعة لنفاذ الماء إلى الخرسانة حيث انها تعمل على غلق المسامات الشعرية إما بتفاعلها مع مركب هيدروكسيد الكالسيوم في الخرسانة و تنتج هذه المواد من بعض الحوامض والدهون الحيوانية و النباتية أو من خلال التحامها مع الخرسانة اذ تعمل قاعدية السمنت على تفتيت هذه المواد المنتجة من دقائق شمعية ناعمة و الالتحام معها ومنع نفاذ الماء وهناك مضافات على شكل دقائق ناعمة جدا (باودر) منتجة من مواد راتنجية هيدروكاربونية تعمل على غلق المسامات السطحية للخرسانة . تستخدم في الأجزاء الإنشائية المعرضة للرطوبة و الماء كالأسس و الخزانات ...الخ .

6-5 المعجلات :

هي مضافات للخرسانة تعمل على تعجيل زمن التجمد الخرسانة في درجات الحرارة المنخفضة (2-4) ° م أو عند إصلاح بعض الأجزاء الإنشائية المتضررة بصورة سريعة وعاجلة وكذلك في إنتاج الخرسانة المسبقة الصب والتي تحتاج إلى رفع القالب بوقت قصير لاستخدامه مرة أخرى في الإنتاج .

يستخدم مركب كلوريد الكالسيوم في إنتاج هذا النوع من المضافات و يعمل على تعجيل تفاعل سليكات الكالسيوم (احدى مركبات السمنت) وإكساب الخرسانة القوة اللازمة في وقت قصير ولكن من مساوئ مركب كلوريد الكالسيوم احتواؤه على الكلوريدات و تأثيرها السلبي في صدا حديد التسليح .

6-6 المبطئات :

هي مضافات للخرسانة تعمل على تأخير زمن التجمد للخرسانة بمدة تتراوح بين ساعة إلى ثلاث ساعات ونصف الساعة وتستخدم عند صب الخرسانة في درجات الحرارة المرتفعة أي في الأجواء الحارة وما تسببه من تبخر ماء الخرسانة حيث الحاجة إلى فترة زمنية لنقل وصب و رص الخرسانة قبل تماسكها . تستخدم العديد من المركبات في إنتاج أنواع مختلفة من هذه المضافات مثل أملاح الزنك الذائبة وبعض المشتقات الكاربوهيدراتية .

6-7 المضافات ذات الاستخدامات الخاصة :

توجد العديد من المضافات ذات الاستخدامات الخاصة ومنها

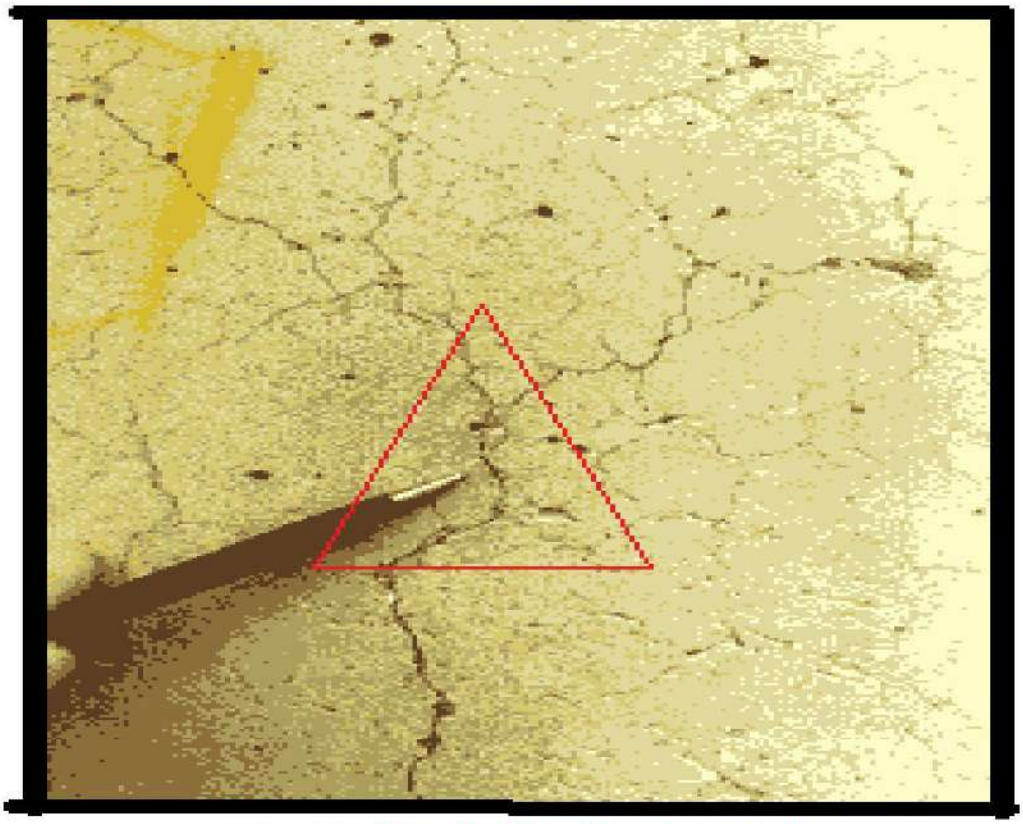
6-7-1 المضافات المقللة لتفاعلات الركام (الرمل و الحصى) القلوية التمددية في الخرسانة ومنها أملاح الليثيوم ونترات الباريوم وأبخرة السليكا و غيرها .

6-7-2 المضافات المقللة للانكماش الجاف في الخرسانة (لاحظ الشكل2) ، يتعرض سطح الخرسانة للظروف الجوية المتمثلة بدرجات الحرارة العالية و الرياح القوية وانخفاض الرطوبة النسبية في الجو مما يؤدي إلى تبخر الماء من سطح الخرسانة بسرعة اكثر من تبخره في الأجزاء العميقة للخرسانة قوى التغير المسلطة على الخرسانة نتيجة ارتباطها مع الأجزاء الإنشائية الخرسانية الأخرى تنتج تشققات على سطح الخرسانة ولغرض تقليل حدوث هذه التشققات تضاف للخلطة الخرسانية مضافات ذات أساس بوليمري(هيدروكاربوني) قاعدي ومواد أخرى للسيطرة على هذه التشققات .

6-7-3 المضافات المانعة لتأكل حديد التسليح وتستخدم مع الخلطة الخرسانية المصبوبة في الأجواء الباردة المثلجة مثل الأرضيات في الشوارع و الجسور لمنع تأكل حديد التسليح بسبب وصول الكلوريدات الذائبة في الماء من خلال شقوق الخرسانة والناتجة من وضع أملاح على الأرضيات لإذابة الثلوج و من هذه المواد نترات الكالسيوم و الصوديوم .

6-7-4 مضافات صب الخرسانة بتقنية شوت – كريت (shotcrete) اذ تمتاز هذه التقنية بسهولة صب الخرسانة باستخدام مضخات الرش وتلاصق المكونات الخرسانية مع بعضها ومع الألياف المضافة للخرسانة لتقويتها ولكن هذه التقنية تحتاج إلى عمال مهرة للسيطرة على عملية صب الخرسانة .تضاف بعض المواد للخلطة الخرسانية بشكل مسحوق أو سائل مثل الومينات الصوديوم و هيدروكسيد الصوديوم و البوتاسيوم و غيرها من المواد التي تعمل على تعجيل تطور مقاومة الخرسانة وزيادة التلاصق بين المكونات المختلفة بفترة زمنية قصيرة (3-12) دقيقة للتجمد الابتدائي و النهائي على التوالي .

5-7-6 المضافات المانعة لانجراف الخرسانة في المنشات المائية كالسدود حيث صعوبة وكلفة إصلاح هذه المنشات فتعمل المضافات على زيادة تلاصق مكونات الخرسانة التي يراد صبها في الأماكن المعرضة للمياه دون تعرضها للتفتت و الانفصال بسبب تأثير المياه و منها مواد بوليمرية (هيدروكاربونية) ذائبة في الماء طبيعية مثل النشا وصناعية مثل اكاسيد البولي اثيلين و كذلك مستحلبات لمواد عضوية مثل مستحلبات الاكريليك و مواد غير عضوية مثل أبخرة السليكا المكثفة و أطيان البنتونايت .



شكل (2) : تشققات الانكماش الجاف للخرسانة

أسئلة الفصل السادس

س1 : عرف ما يأتي :

المضافات المقللة للماء – الملدنات المتفوقة – تقنية (shotcrete) – الانكماش الجاف للخرسانة – المضافات المانعة للرطوبة .

س 2 : قارن بين المعجلات و المبطئات لغرض التجمد للخرسانة .

س 3 : اشرح باختصار المضافات الخرسانية ذات الاستخدامات الخاصة .

الفصل السابع

- أنواع وخواص الألياف
- الألياف الصناعية
- استخدامات الخرسانة المسلحة بالألياف
- أسئلة الفصل

صورة الألياف الزجاجية

ألياف البولي بروبلين

الفصل السابع: الخرسانة المسلحة بالألياف

7 -1 مقدمة عامة :

تمتاز الخرسانة غير المسلحة بكونها مادة مركبة مكونة من السمنت و الرمل و الحصى ذات خواص جيدة مثل مقاومة الانضغاط و مقاومتها للظروف الخارجية بالإضافة لرخص ثمنها نسبياً كما أنها سهلة التشكيل والقولبة في الحالة الطرية ، أما مساوؤها فهي مادة قصيفة فهي غير مقاومة لاجهادات الشد و الصدمات .

تعمل الألياف المضافة إلى الخرسانة المسلحة أو الملاط (المونة) على تحسين العديد من الخواص الهندسية كمقاومة الانثناء ، مقاومة الصدمات الميكانيكية ومقاومة الصدمة الحرارية أي تتم الاستفادة من خواص الألياف الجيدة في تحسين خواص الخرسانة و إكسابها ميزات جيدة وجديدة .ان الخرسانة المعززة بالألياف والمقبولة في حالة تصلبها تحتاج أن يكون الليف موزعا بانتظام وان تكون مرصوصة جيدا بالإضافة إلى تفريق الألياف لمنع ظاهرة التكور قبل إضافتها للخلطة كما أن سهولة رص الخرسانة المعززة بالألياف تعتمد على طبيعة وكمية الليف المستعمل.

استخدمت الخرسانة المعززة بالألياف منذ 1899 بإضافة الألياف الاسبستية للسمنت وإنتاج السمنت الاسبستي والذي استخدم بشكل واسع في ثلاثينات القرن الماضي كمادة للتسقيف والتصفيح بشكل صفائح مستوية أو متموجة .

بدأت في الثمانينات من القرن الماضي استخدام البوليمرات المعززة بالألياف وهي عبارة عن مواد مركبة تتكون من ألياف مثل الكاربون أو الزجاج والمادة البوليمرية هي الايبوكسي أو النايلون أو البولستر ... الخ (بدون خرسانة) ، وتمتاز بكونها مادة مركبة قوية جدا استخدمت لتقوية وإعادة تأهيل الجسور الخرسانية المسلحة والأبنية والمنشات المتضررة بسبب تعرض المنشأ إلى أحمال تفوق الأحمال التصميمية له أو تدهور المواد الإنشائية مع الزمن أو تعرض المنشأ للزلازل ...الخ.

2-7 أنواع وخواص الألياف :

تقسم الألياف المضافة إلى الخرسانة إلى قسمين :

أولا – الألياف الطبيعية

ثانيا – الألياف الصناعية

أولا – الألياف الطبيعية :

تعزز الخرسانة المسلحة و غير المسلحة بالألياف الطبيعية المتوفرة في العالم وهذه الألياف تكون بأقطار صغيرة و قصيرة وغير مترابطة و غير مستمرة و موزعة بصورة عشوائية في الخرسانة وذلك لزيادة مقاومة الصدمات و الأحمال الفجائية و مقاومة التشققات و السيطرة عليها بالإضافة إلى تحسين خواص العزل الصوتي و الحراري للخرسانة .

إن المتطلبات الأساسية للألياف الطبيعية هي مقاومة الشد و معامل المرونة العاليين بالإضافة إلى الترابط مع الخرسانة ، ثبات الشكل و مقاومة المركبات الكيميائية و الظروف الخارجية .ابرز أنواع الألياف الطبيعية و خواصها هي:

أ – ألياف ثمرة جوز الهند : تنقع في الماء أولا لإذابة الحوامض و المواد الأخرى وعزل الألياف بطرق ميكانيكية معينة ، الجدول (7 –1) يبين أهم خواص لألياف جوز الهند.

جدول (7 – 1) : الخواص النموذجية لألياف جوز الهند (للأطلاع)

ت	الخواص	النتائج
1	الكثافة (كغم /م^3)	280 – 145
2	مقاومة الشد القصوى (نيوتن /ملم^2)	200 – 120
3	الاستطالة عند الكسر %	25 – 10
4	امتصاص الماء %	180 – 130

ب – ألياف الجوت (الجنفاص) : تستخلص ألياف الجوت من الألياف القشرية لنباتات الجوت التي تنمو في الهند و الصين ... الخ . اذ تغمر النباتات في الماء لمدة أربعة أسابيع لفصل القشرة عن الألياف ثم تجفف في الشمس و تغزل وتعتبر من الالياف الجيدة في مقاومة الشد وذات معامل مرونة واطئ ، الجدول (7 – 2) يبين أهم خواص ألياف الجوت .

جدول (7 – 2) : الخواص النموذجية لألياف الجوت (الجنفاص) (للأطلاع)

ت	الخواص	النتائج
1	معامل المرونة (نيوتن /ملم^2)	32000 - 26000
2	مقاومة الشد القصوى (نيوتن /ملم^2)	300 - 250
3	الاستطالة عند الكسر %	1,9 –1,5

ج – ألياف الخيزران : تعتبر من الألياف القوية في الشد و معامل مرونة واطئ و قابلية امتصاص عالية للماء ، الجدول (7 –3) يبين أهم خواص ألياف الخيزران .

جدول (7 – 3) : الخواص النموذجية لألياف الخيزران (للأطلاع)

ت	الخواص	النتائج
1	معامل المرونة (نيوتن /ملم^2)	40000 - 33000
2	مقاومة الشد القصوى (نيوتن /ملم^2)	500 - 350
3	امتصاص الماء %	45 - 40

د – ألياف الكتان : تعتبر من الألياف القوية ولها ديمومة أي مقاومة الظروف الخارجية جيدة وتمتاز بامتلاكها معامل مرونة ومقاومة الشد القصوى اعلى من الياف الخيزران والياف مخلفات قصب السكر والياف الجوت (الجنفاص) الجدول (7 –4) يبين أهم خواص ألياف الكتان

جدول (7 – 4) : الخواص النموذجية لألياف الكتان (للأطلاع)

ت	الخواص	النتائج
1	معامل المرونة (نيوتن /ملم^2)	100000
2	مقاومة الشد القصوى (نيوتن /ملم^2)	1000
3	الاستطالة عند الكسر %	2,2 –1,8

هـ – ألياف مخلفات قصب السكر : تمثل هذه الألياف المتبقي من إنتاج السكر من قصب السكر بعد عصره و تتوفر في المناطق الرطبة وتمثل الألياف حوالي 55% بالإضافة إلى رطوبة حوالي 20% و الباقي لب و مواد مذابة أخرى ولها معامل مرونة ومقاومة شد اوطا من ألياف الخيزران وألياف الكتان وألياف الجوت (الجنفاص) ، الجدول (7 –5) يبين أهم خواص ألياف مخلفات قصب السكر .

جدول (7 – 5) : الخواص النموذجية لألياف مخلفات قصب السكر (للأطلاع)

ت	الخواص	النتائج
1	معامل المرونة (نيوتن /ملم^2)	19000 – 15000
2	مقاومة الشد القصوى (نيوتن /ملم^2)	290 – 170
3	امتصاص الماء %	75 – 70

ثانيا – الألياف الصناعية :

إن أكثر أنواع الألياف شيوعا في تطبيقات الهندسة المدنية يمكن إدراجها بما ياتي :

أ – ألياف الكاربون : تتكون ألياف الكاربون بصورة أساسية من ذرات الكاربون والتي تتم صناعتها بتعريض أنواع من البوليمرات تسمى (البولي اكريلو نترايت) ومختصرها (PAN) بنسبة 90 % و الرايون بنسبة 10 % إلى درجات حرارة عالية دون حرقها مما يؤدي إلى فصل الذرات غير الكاربونية وبطرق صناعية معينة يتم إنتاج هذه الألياف والتي تتنوع أشكالها فهي إما طبقات أو رقائق ، لاحظ الشكل (1) ، الجدول (7 –6) يبين أهم خواص ألياف الكاربون .

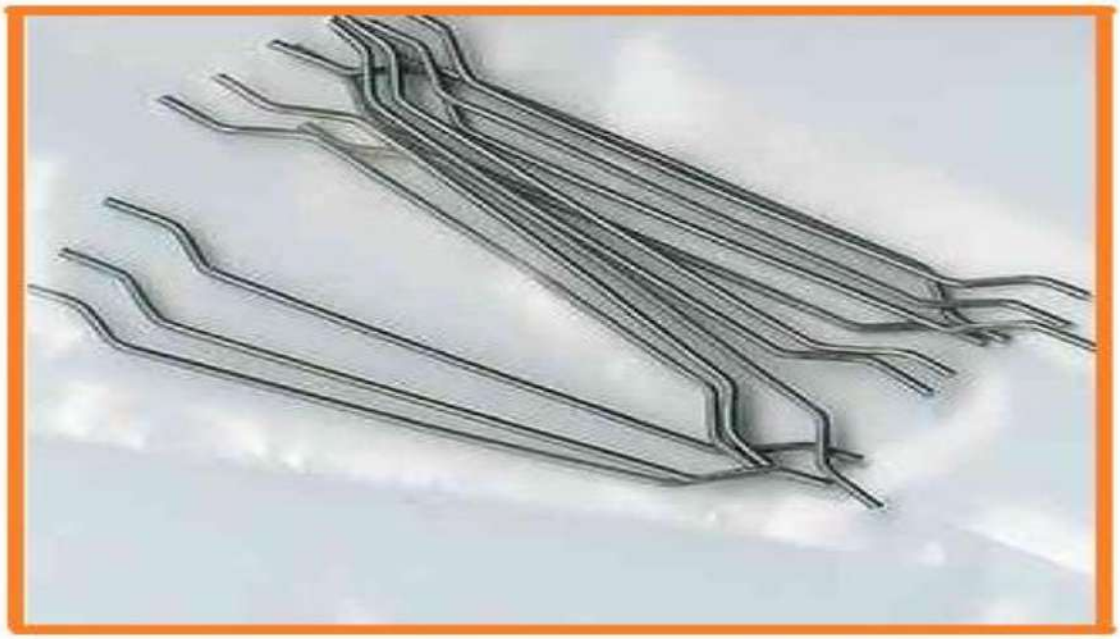
الشكل (1) : رقائق ألياف الكاربون

جدول (7-6) : خواص ألياف الكاربون (للأطلاع)

ت	الخواص	النتائج
1	قطر الليف(مايكرو متر)	9-3
2	الكثافة (كغم \م^3)	1900
3	معامل المرونة (نيوتن/ملم^2)	(380000-230000)
4	مقاومة الشد (نيوتن/ملم^2)	2600-1800
5	الاستطالة عند الكسر (%)	0.75

ب- ألياف الحديد : تنتج الألياف الحديدية بأشكال مختلفة منها الألياف المدورة التي تصنع بقطع الأسلاك المدورة إلى أطوال قصيرة وتتراوح أقطارها (0،25 -0،75) mm والألياف الحديدية ذات المقاطع المستطيلة والتي تنتج من تقطيع ألواح بسمك 0,25 ملم ولزيادة تلاصق الألياف بالخرسانة انتجت الألياف المسننة أو المجعدة أو ذات النهايات المعقوفة وتراوحت نسبة الطول:القطر للألياف بين 30-250 .(لاحظ الاشكال 2 و 3) ، الجدول (7- 7) يبين أهم خواص ألياف الحديد .

الشكل (2) : ألياف الحديد المسننة

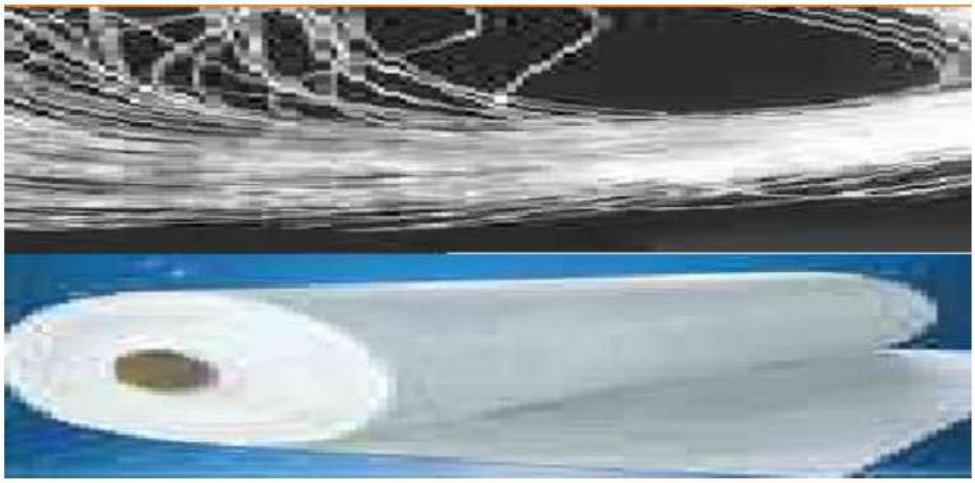


شكل (3) : ألياف الحديد ذات النهايات المعقوفة

جدول (7-7) : خواص ألياف الحديد (للأطلاع)

ت	الخواص	النتائج
1	قطر الليف(مايكرو متر)	500-5
2	الكثافة (كغم ام^3)	7800
3	معامل المرونة (نيوتن/ملم^2)	200000
4	مقاومة الشد (نيوتن/ملم^2)	3000-1000
5	الاستطالة عند الكسر(%)	4 - 3

ج- ألياف الزجاج : تنتج ألياف الزجاج على شكل خيوط بقطر (10-20) مايكرون ثم تجمع على شكل حزام باستخدام مادة غروية وتسمى الأسلاك المجدولة التي تلف على أنابيب كارتونية ومن الممكن تشكيلها على هيئة طبقات ، (لاحظ الشكل 4) وأهم خواص هذه الألياف أدرجت في الجدول رقم (7 - 8)



شكل (4) : ألياف الزجاج على شكل شعيرات ، طبقات و أسلاك مجدولة

جدول (7-8) : خواص ألياف الزجاج (للأطلاع)

ت	الخواص	النتائج
1	قطر الليف(مايكرو متر)	15-9
2	الكثافة (كغم /م^3)	2600
3	معامل المرونة (نيوتن/ملم^2)	80000
4	مقاومة الشد (نيوتن/ملم^2)	4000-2000
5	الاستطالة عند الكسر (%)	3,5-2

د – ألياف البولي بروبلين : تعتبر ألياف البولي بروبلين من ارخص أنواع البوليمرات وتتوفر أما على شكل شعيرات أو على شكل رقائق مسطحة أو مدورة ثم تقطع بأطوال (25 – 50) mm أو تفتح لإنتاج شبكات مستمرة و من الممكن أن تحاك الرقائق الليفية لإنتاج مشبكات مسطحة والتي تستعمل لتسليح الألواح الأسمنتية ، لاحظ الشكل (5) وأهم خواص هذه الألياف أدرجت في الجدول رقم (7 – 9) .

شكل (5) : ألياف البولي بروبلين

جدول (7-9) : خواص ألياف البولي بروبلين (للأطلاع)

ت	الخواص	النتائج
1	قطر الليف(مايكرو متر)	20-200
2	الكثافة (كغم ام^3)	900
3	معامل المرونة (نيوتن/ملم^2)	5000
4	مقاومة الشد (نيوتن/ملم^2)	500
5	الاستطالة عند الكسر(%)	20

3-7 استخدامات الخرسانة المسلحة بالألياف :

تحتاج العديد من المنشات الخرسانية المسلحة إلى إصلاحها وإعادة تأهيلها وخاصة الجسور القديمة بسبب تعرضها إلى أحمال تفوق الأحمال التصميمية للجسر واستخدمت في السنوات الأخيرة البوليمرات المعززة بالألياف ومنها ألياف الكاربون وألياف الزجاج وألياف البولي بروبلين . ان ألياف الكاربون يتم لصقها في الأجزاء المعرضة إلى اجهادات الانحناء وذلك لكون ألياف الكاربون قوية اذ تصل مقاومة الشد القصوى إلى 3000 نيوتن /ملم^2 وهي تفوق مقاومة الشد القصوى للحديد بعشرة مرات .

تستخدم البوليمرات المعززة بألياف الكاربون في إصلاح الأعمدة لزيادة مقاومتها لاجهادات القص اذ تلف حول العمود عند تعرضها للزلازل ومنعها من الانهيار وتعتبر هذه الطريقة في

تستخدم البوليمرات المعززة بألياف الكاربون في إصلاح الأعمدة لزيادة مقاومتها لاجهادات القص اذ تلف حول العمود عند تعرضها للزلازل ومنعها من الانهيار وتعتبر هذه الطريقة في التأهيل أكثر اقتصادية من الطرق الأخرى . إن الأعمدة المعرضة إلى أحمال محورية تفوق سعتها التصميمية يتم استخدام هذه التقنية لزيادة مقاومة الانضغاط للخرسانة .

تتوفر أنواع خاصة من البوليمرات المعززة بألياف الكاربون والتي يصل معامل الشد لها إلى 420×10^{9} نيوتن/متر^{2} وتستخدم لتقوية المقاطع الفولاذية بربطها مع الفلنجة المعرضة إلى اجهادات الشد لزيادة مقاومتها . من الميزات الأخرى لألياف الكاربون هو خفة وزنها ومقاومتها للصدأ وعليه يمكن أن يكون تطبيقها في المنشات البحرية .(لاحظ الاشكال6 ، 7)

من المهم الإشارة إلى أن تطبيقات هذه التقنية مازالت محدودة في بعض البلدان ومنها العراق وهذا يعود إلى فقدان المعرفة الكاملة بين المصممين والمهندسين بطبيعة وسلوكية هذه المواد من حيث أدائها على المدى البعيد وكذلك اختلاف الخواص الميكانيكية لها عن خواص المواد التقليدية ولعدم وجود مواصفات صناعية حول الاستخدام الأفضل لها .

شكل(6) : استخدام ألياف الكاربون على شكل طبقات لمعالجة الجدران

شكل (7) : استخدام ألياف الكاربون على شكل طبقات لإعادة تأهيل الجسور

تستخدم الخرسانة المعززة بألياف الزجاج على نطاق واسع في المنشات المعرضة للقلويات كالأرضيات وخزانات المياه الصناعية حيث تعتبر ألياف الزجاج من أفضل الألياف لمقاومة القلويات بالإضافة إلى ألياف الكاربون والبولي بروبلين ،كما يمكن استخدامها على شكل طبقات مع البوليمرات المعززة بالألياف لإصلاح وإعادة تأهيل المنشات الخرسانية البحرية .

إن الخرسانة المعززة بالألياف الحديدية لها تطبيقات واسعة في إصلاح الجسور وتبطين القنوات ومدارج المطارات وغيرها من المنشات لما لها من خواص هندسية متميزة ولكن من الجدير بالذكر أن إضافة 1% من هذه الألياف يضاعف سعر الخرسانة وعليه أصبح استخدامها محددا في منشات مهمة .

أسئلة الفصل السابع

س1 ما أهمية إضافة الألياف إلى الخرسانة ؟

س2 عرف الألياف الطبيعية مبينا أنواعها ؟

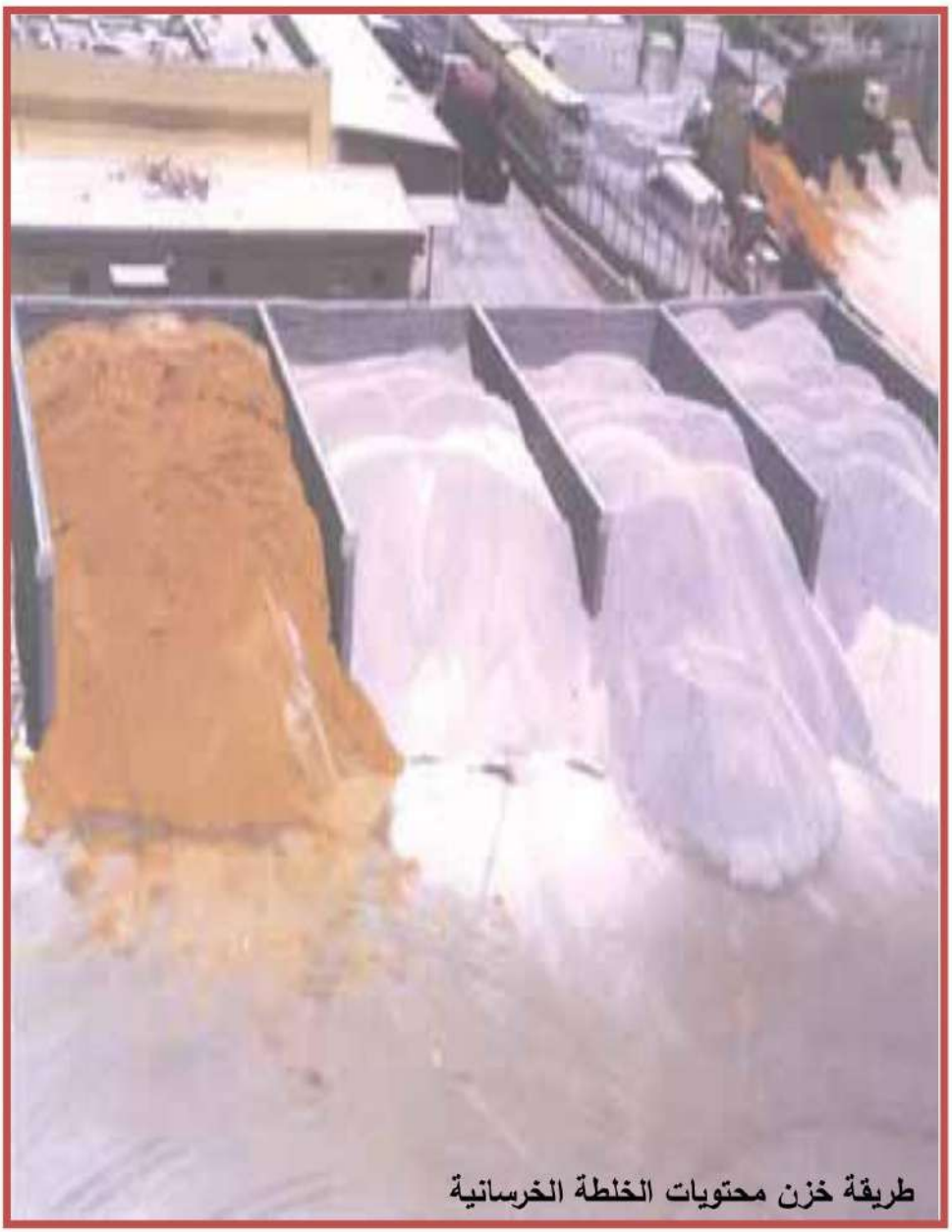
س3 اشرح باختصار صناعة ألياف الكاربون ؟

س4 ما هي البوليمرات المعززة بالألياف و ما تطبيقاتها في مجال الهندسة المدنية؟

س5 قارن بين ألياف الجوت (الجنفاص) وألياف مخلفات قصب السكر ؟

الفصل الثامن

- تصميم الخرسانة بالطريقة البريطانية
- تصميم الخرسانة بالطريقة الأمريكية
- أمثلة توضيحية
- أسئلة الفصل



طريقة خزن محتويات الخلطة الخرسانية

الفصل الثامن: طرق تصميم الخرسانة

8 -1 مقدمة عامة :

إن الهدف الأساسي من تصميم الخلطات الخرسانية هو الحصول على خرسانة بمواصفات عالية من حيث مقاومة الانضغاط وقابلية التشغيل ومقاومة الظروف الخارجية (الديمومة) باستخدام اقل كمية من السمنت و تدرج جيد للركام الناعم والخشن و كذلك نسبة ماء : سمنت بما يلائم طبيعة صب الخرسانة فالخرسانة التي تصب باستخدام المضخات يجب أن تكون بانسيابية عالية لمنع تكتلها في المضخة تصمم الخلطات الخرسانية بعدة طرق منها الاميريكية و البريطانية .

8 -2 تصميم الخلطة الخرسانية بواسطة الطريقة البريطانية :

تتبع الخطوات الآتية في التصميم :

أ – تحدد مقاومة الانضغاط المطلوبة عند التصميم الإنشائي لأي جزء من المبنى سواء كان سقفاً أو عموداً أو أساسا. تعتمد مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر 28 يوما وحسب النوع المحدد من السمنت مثل سمنت بورتلاندي اعتيادي أو سمنت مقاوم للأملاح الكبريتية (يستخدم في أعمال الأسس أو في صب الأجزاء الخرسانية الملامسة للتربة) و نوع الركام حيث تعتمد جداول و مخططات خاصة للحصول على مقاومة الانضغاط المطلوبة ، (لاحظ جدول 8-1) .

جدول 8-1 : تحديد مقاومة الانضغاط للخرسانة

نوع السمنت	نوع الركام	مقاومة الانضغاط 28 يوما (نيوتن املم ^{2})	الماء : السمنت
بورتلاندي	غير مكسر	42	0.5
اعتيادي	مكسر	49	0.5
مقاوم للأملاح	غير مكسر	48	0,5
الكبريتية	مكسر	55	0,5

ب – تحديد كمية الماء اللازمة للخلطة بالاعتماد على مقاس الركام وفحص الهطول للخرسانة ، (لاحظ جدول 8-2) .

جدول 8-2 : كمية الماء اللازمة (كغم \ م ^{3}) للخلطة اعتمادا على مقاس الركام (الحصى)

الركام		كمية الماء اللازمة (كغم \ م ^{3})			
اكبر مقاس (ملم)	النوع	فحص هطول الخرسانة (ملم)			
		180- 60	60 - 30	30 - 10	10- 0
10	غير مكسر	225	205	180	150
	مكسر	250	230	205	180
20	غير مكسر	195	180	160	135
	مكسر	225	210	190	170
30	غير مكسر	175	160	140	115
	مكسر	205	190	175	155

و مما تجدر الإشارة إليه بان الركام المكسر يحتاج إلى كمية أكثر من الماء في الخلطة و ذلك بسبب زيادة المساحة السطحية له كما أن زيادة مقاس الركام تعني أن المساحة السطحية اقل و بالتالي اقل كمية من الماء تكون مطلوبة .

ج – إيجاد كمية السمنت المطلوبة بعد تحديد نسبة الماء: يتم إيجاد كمية الاسمنت اللازمة للخلطة بقسمة كمية الماء المحسوبة في الفقرة (ب) على نسبة الماء / السمنت المحددة في الفقرة (أ).

د – إيجاد كمية الركام (الرمل و الحصى) اللازمة للخلطة بإيجاد الكثافة الرطبة (قبل التصلب للخرسانة) للخلطة الخرسانية بالاعتماد على مخطط خاص و تتراوح بين (2340 – 2460) كغم \ م^3 للركام غير المكسر بينما تتراوح بين (2350 – 2490) كغم \ م^3 للركام المكسر علما بان زيادة كمية الماء في الخلطة تعني أن الكثافة الرطبة اقل .

كمية الركام الكلية = الكثافة الرطبة للخرسانة – كمية الماء – كمية السمنت

هـ – إيجاد نسبة الركام الناعم / الركام الكلي بالاعتماد على مجموعة من المخططات تأخذ بنظر الاعتبار المقاس الأكبر للركام و نسبة الماء: السمنت و نتائج فحص هطول الخرسانة ... الخ . و للتبسيط نفرضها تتراوح بين (0,3- 0,4) .

و – إيجاد كمية الركام الناعم من الخطوتين السابقتين .

ز – إيجاد كمية الركام الخشن بتطبيق المعادلة الاتية :

كمية الركام الخشن = كمية الركام الكلي – كمية الركام الناعم

8 –3 تصميم الخلطة الخرسانية بواسطة الطريقة الاميريكية :

أ – اختيار مقدار فحص الهطول للخرسانة بالملم وهذا يعتمد على صيغة أستخدام الخرسانة فمثلا صب الخرسانة بواسطة المضخة يحتاج إلى هطول عال وفي حالة الكتل الخرسانية الضخمة فان مقدار الهطول قليل لأنه يستخدم الرص مع الهزاز لطرد فقاعات الهواء والحصول على خرسانة متجانسة وهكذا

ب – اختيار المقاس الأقصى للركام و الاستفادة من الركام المتوفر محليا في تصميم الخلطة .

ج – استخدام الجداول في تحديد كمية الماء و الهواء في الخرسانة بالاعتماد على المقاس الأقصى للركام ومقدار هطول الخرسانة ، (لاحظ جدول 8–3) .

جدول 8–3 : كمية الماء اللازمة (كغم \ م ^{3}) للخلطة

الهطول/ ملم	كمية الماء اللازمة للخرسانة (كغم \ م^3) اعتمادا على المقاس الأقصى للركام				
	9,5	12,5	19	25	50
50–25	207	199	190	179	154
100–75	228	216	205	193	169
175–150	243	228	216	202	178
كمية الهواء (%)	3	2,5	2	1,5	0,5

د – تحديد نسبة الماء: السمنت وبما يؤمن مقاومة الانضغاط المطلوبة في التصميم الإنشائي ومقاومة الظروف الخارجية (الديمومة) و للتبسيط في حل المسائل نفرضها 0,45

هـ – تحديد كمية السمنت اللازمة في الخلطة من قسمة كمية الماء على نسبة الماء / الاسمنت.

و – حساب كمية الركام الخشن في الخلطة ، (لاحظ جدول 8–4) .

ز – حساب كمية الركام الناعم (الرمل) في الخلطة

جدول 8–4 : حجم الركام الخشن (كغم) للخلطة

حجم الركام الخشن لوحدة حجم الخرسانة	المقاس الأقصى للركام (ملم)
0,48	9,5
0,57	12,5
0,64	19
0,69	25
0,76	50

8 -4 أمثلة توضيحية :

مثال (1):

صمم خلطة خرسانية لصب أساس حصيري لبناية تجارية متعددة الطوابق بالطريقة البريطانية وفق المعطيات الآتية :

أ – مقاومة الانضغاط (28 يوما) = 48 نيوتن \ ملم ^{2} [تستخدم نماذج مكعبة لفحص مقاومة الانضغاط]

ب – الحصى المستخدم غير مكسر

ج – مقدار هطول الخرسانة 50 ملم

د – (المقاس) الأقصى للحصى المستخدم في الخلطة = 20 ملم

الحل :

أ – استخدام السمنت المقاوم للأملاح الكبريتية في صب الأسس .

ب – نسبة الماء \ السمنت = 0.5 (جدول 8–1)

ج – كمية الماء (كغم \ م ^{3}) = 180 (جدول 8 – 2)

د – كمية السمنت (كغم \ م^3) = 180 \ 0.5

= 360 كغم \ م^3

هـ –الكثافة الرطبة للخرسانة = 2400 كغم \ م^3

و – كمية الركام الكلية (رمل + حصى) = 2400 – 360 – 180 = 1860 كغم \ م^3

ز – كمية الركام الناعم =0.35 × 1860 = 651 كغم \ م^3

ح = كمية الركام الخشن = 1860– 651 = 1209 كغم \ م^3

مثال (2): صمم خلطة خرسانية لصب سقف دار سكنية بالطريقة الاميريكية وفق المعطيات الآتية:

أ – مقاومة الانضغاط (28 يوما) = 35 نيوتن \ ملم ^{2} [تستخدم نماذج اسطوانية لفحص مقاومة الانضغاط]

ب – المقاس الأقصى للحصى المستخدم في الخلطة = 19 ملم

ج – مقدار هطول الخرسانة 50 ملم

د – الكثافة الكلية للحصى = 1600 كغم \ م ^{3}

الحل :

أ – استخدام السمنت البورتلاندي الاعتيادي في صب السقف.

ب – كمية الماء (كغم \ م ^{3}) = 190 (جدول 8 – 3)

ج –نسبة الماء \ السمنت = 0.45

د – كمية السمنت (كغم \ م^3) = 190 \ 0.45

= 422 كغم \ م^3

هـ – كمية الركام الخشن (حصى) = 0.64 × 1600= 1024 كغم \ م^3(جدول 8 – 4)

و – كمية الركام الناعم (كغم \ م^3) .

يحسب حجم الركام الناعم = 1 – (حجم الماء + حجم الهواء+ حجم السمنت +حجم الحصى)

حجم الماء = كتلة الماء \ كثافة الماء = 190 \ 1000 = 0.19 م^3

حجم الهواء = 0.02

الوزن النوعي للسمنت = كثافة السمنت \ كثافة الماء

3.15 = كثافة السمنت \ 1000

كثافة السمنت = 3150 كغم \ م^3

حجم السمنت = 422 \ 3150 = 0.13

الوزن النوعي للحصى = كثافة الحصى \ كثافة الماء

كثافة الحصى = 2.6 × 1000= 2600 كغم \ م^3

حجم الحصى = 1024 \ 2600 = 0.39

حجم الركام الناعم (الرمل) = 1 – (0.19 + 0.02 + 0.13 + 0.39) = 0.27

الوزن النوعي للرمل = كثافة الرمل \ كثافة الماء

كثافة الرمل = 2.58 × 1000 = 2580 كغم \ م^3

كمية الركام الناعم = 2580 × 0.27 = 696.6 كغم \ م^3

أسئلة الفصل الثامن :

س1: صمم خلطة خرسانية لصب سقف دار سكنية بالطريقة البريطانية وفق المعطيات الاتية :

أ – مقاومة الانضغاط (28 يوما) = 42 نيوتن \ ملم ^{2}

ب – الحصى المستخدم غير مكسر

ج – مقدار هطول الخرسانة 40 ملم

د – (المقاس) الأقصى للحصى المستخدم في الخلطة = 10 ملم

س2: صمم خلطة خرسانية لصب سقف دار سكنية بالطريقة الاميريكية وفق المعطيات الآتية

أ – مقاومة الانضغاط (28 يوما) = 35 نيوتن \ ملم ^{2} ؟

ب – (المقاس) الأقصى للحصى المستخدم في الخلطة = 25 ملم

ج – مقدار هطول الخرسانة 40 ملم

د – الكثافة الكلية للحصى = 1600 كغم \ م ^{3}

س3: ماهو الهدف الأساسي من تصميم الخلطات الخرسانية ؟

الفصل التاسع

- القوالب الخشبية
- القوالب الحديدية
- الشروط الواجب توفرها في القوالب
- اسناد القوالب
- تهيئة القوالب للصب
- قوالب الاعمدة
- اسئلة الفصل

الصورة توضح نوع من اعمدة اسناد القوالب

الفصل التاسع: " القوالب "

(9-1) المقدمة :-

القالب هو عبارة عن مجموعة من الالواح والقطع الخشبية او الحديدية المترابطة مع بعضها بأشكال هندسية وابعاد قياسية معينة طبقا لأشكال وابعاد الخرسانة المراد صبها فيها.

وقد استعملت القوالب مع بداية استعمال الخرسانة في الإعمال الإنشائية حيث دعت الحاجة الى دراسة القوالب وتطويرها من نواحي عديدة لتتلاءم مع تطور استعمالات الخرسانة وصبها بأشكال وأبعاد هندسيه معينه . ان لتصميم وإنشاء القوالب في موقع العمل أهمية كبيره من الناحية الفنية والاقتصادية وذلك بالمحافظة على حجوم الأخشاب وقيمتها وتجنب تلفها وتشققها من جراء نصبها وفكها بعد انتهاء زمن الصب . استعملت القوالب الخشبية في البداية ثم استحدثت بعدها قوالب من مواد أخرى أهمها القوالب المعدنية والبلاستيكية ، كما أدخلت تحسينات وإضافات لعمل قوالب قياسية بطريقة تسهل تركيب القوالب وفكها وتساعد في تحقيق الجانب الاقتصادي الذي يعتمد على أمكانية استعمال القالب الواحد مرات متكررة .

(9-2) القوالب الخشبية :-

تصنع القوالب من الخشب بحسب التصميم والقياسات المطلوبة ، وتستعمل عندما يتطلب صب الخرسانة بأشكال وتفاصيل هندسيه يصعب او يتعذر الحصول عليها باستعمال قوالب من مواد أخرى .

ويكون القالب الخشبي اقتصادياً عندما يكون قابلاً للاستعمال مرات متعددة وبنسب قليله من التشقق والتلف وتعمل القوالب من نوعيات عديدة من الأخشاب والمفضل منها هو خشب الجام ويسمى (الخشب الأبيض) وهو رخيص السعر ويفضل استعمال الطري منه على النوع الجاف وذلك لان النوع الطري يتحمل الرطوبة والماء ولا يمتص منه الا قليلا ولا يتأثر بالرطوبة كثيرا ولا ينحني وهو سهل التركيب مع بعضه عند عمل القوالب ، وسهل الطرق بالمسامير فلا يتشقق بسرعة وسهل الفك عند رفع القالب وقلع المسامير من الخشب دون أي تأثير على سطحهِ ، وعند تعرضهُ للرطوبة يمكن تجفيفه بسهولةِ بعد تعريضه لحرارة الشمس او الهواء الحار.ويمكن تنظيف أوجهه الداخلية لنحصل على سطح خرساني شبه صقيل وفي حالة صقله بالمكائن النجارية وسد فواصل الألواح عند عمل القالب نحصل على سطح خرساني صقيل ويمكن ان يغلف القالب من الداخل بألواح من

الفايبر او الخشب المعاكس المعالج بدهان خاص للحصول على سطح خرساني صقيل جدا لايحتاج الى انهاء، ولاستعمال هذه الألواح فوائد عديدة أهمها :-

1 – تقليل المفاصل للمساحات الكبيرة ومنع تسرب مونه الخرسانة ومائها الى الخارج .

2 – الحصول على أوجه صقيلة بموجب مواصفات عمل هندسيه معينه.

3 – زيادة مقاومة القالب لتأثير الرطوبة وماء الخرسانة .

4 – إمكانية استعمال القالب الواحد لمرات عديدة .

وعند عمل القوالب يجب الاهتمام بضبط الشقوق والمفاصل بين الألواح حتى لا تفقد الخرسانة ماءها او بعض موادها الناعمة . وان دهن القوالب الخشبية ضروري في اغلب الحالات والدهان المستعمل هو الدهان المعدني الخفيف والزيت غير ألحامضي الخاص . ومن الضروري تنظيف القوالب ورشها قبل بدء الصب بفترة مناسبة لتقليل تأثر القوالب برطوبة الخرسانة .

(9-3) القوالب الحديدية : -

تعمل هذه القوالب من معادن وسبائك عديدة أهمها الفولاذ (الحديد) والألمنيوم او بتركيب الاثنين معا وهي تمتاز بمتانتها واقتصاديتها لأنها قابلة للاستعمال مرات كثيرة . وتصنع هذه القوالب من الحديد بحسب التصميم والقياسات وتتوفر القوالب الحديدية بأنواع وقياسات عديدة منها الخاص للاستعمال الاعتيادي للمنشآت الخفيفة والنوع الأخر خاص للاستعمال الثقيل للمنشآت الخاصة . ويتألف القالب من مقاطع حديدية دائرية او مربعة والنوع الشائع هو النوع الدائري ومن ألواح للسطوح المستوية . وهنالك أجزاء مكملة تستخدم مع القوالب في الزوايا والتقاطعات وكذلك توجد وحدات لحصر القالب وربط الأجزاء مع بعضها بصورة محكمة . وان هذه القوالب تعطينا سطوحا خرسانية صقيلة لاتحتاج الى إنهاء لذلك يجب توزيع قطع القوالب الحديدية للأوجه الخرسانية التي تبقى مكشوفة وبدون إنهاء توزيعا منتظما لتظهر المفاصل بين قطع القوالب بعد رفعها بخطوط واتجاهات مستقيمة ومتناظرة . وعند استعمال القوالب الحديدية يتأثر داخله بالصدأ لذاك فانها بحاجة الى الصيانة حيث يجب ان ينظف القالب جيدا قبل الصب ويدهن بدهان مانع لالتصاق الخرسانة به ليسهل عملية فكها . وبعد فك القالب ورفعه يجب تنظيفه وخزنه بترتيب معين ليكون جاهزاً للاستعمال مرة أخرى . اما قوالب الألمنيوم فهي تستعمل كألواح مضلعة او ألواح خلوية لصب الأرضيات والسقوف وهي مفضلة لخفة وزنها وسهولة العمل بها وعادة تترك هذه الألواح كجزء مكمل للأرضية او السقف وبهذا تكون ظاهرة بدون حاجه الى الإنهاء .

أ – الشروط الواجب توفرها في القالب لضمان نجاحه : –

1 – النوعية : – وتشمل دقة القياسات والاستقامة والوزن والوجوه المستوية وقوة القالب ومتانته لمقاومة الأحمال المسلطة عليه وللمحافظة على الشكل المطلوب وعلى مواد الخرسانة .

2 – الأمان : – يجب ان يكون القالب مصمما بحيث يكون قادرا على حمل نفسه والأثقال الحية والميتة المسلطة علية لضمان سلامة العمال وعدم حصول أية أضرار أثناء عمل القوالب وفكها وضمان عدم انهيار القالب أثناء صب الخرسانة .

3 – الاقتصاد : – المقصود بالاقتصاد الكلفة القليلة والوقت القصير في التنفيذ . وتعتبر كلفة القالب فقرة أساسية من فقرات سعر الخرسانة ويمكن خفض سعرها بنسبه كبيره عند أمكانية استعمال القالب مرات متعددة واختيار نوع المادة المستعملة في القالب ونوع التصاميم الاقتصادية التي تراعى استعمال القياسات والمواد المتوفرة .

ب – إسناد القوالب : –

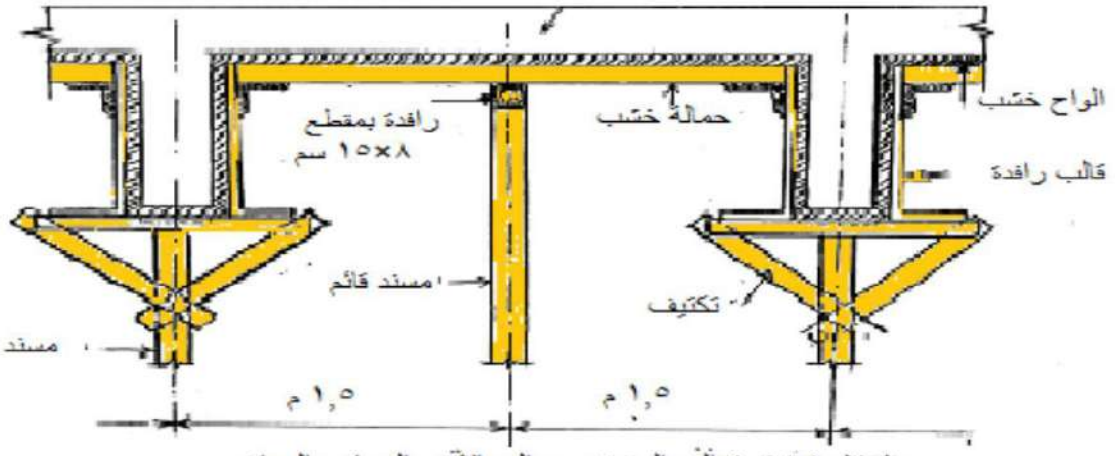
ان طريقة إسناد القوالب تتم باستعمال ثلاثة أنواع من القطع الخشبة او الحديدية وهي :

1 – الحمالات : – وهي ألواح توضع في أسفل القالب وعلى مسافات بين (30 – 50)) سم ومقطعها (5 × 15) سم وهي تساعد في حمل قالب السطح بصورة موزونة . وتفضل الحمالات المعدنية لأنها تمتاز بسرعة التركيب والاقتصاد والمرونة في تغير الفضاءات لبعض أنواعها .

2 – الروافد : – وهي قوالب خشبية تحمل الحمالات وتوضع بمسافات تختلف بين (150 – 200) سم ومقطعها يساوي (8 ×15) سم .

3 – المساند (القوائم) وهي عبارة عن الدعامات الشاقولية او الأعمدة الساندة التي تحمل الروافد والقوالب وتوزع بمسافات متساوية تعتمد على تحمل القائم للأحمال المسلطة عليه . يعمل طرفها العلوي بمقطع تي (T) مكتف لحمل القالب بثبات . ويوضع طرفه السفلي على ارض او قاعدة صلبة وقوية غير قابلة للنزول وعلى مسافات تختلف بين (100 – 150) سم بين مسند وآخر ويكون مقطع المسند (8 ×12) سم .

والشكل (1) يوضح طريقة إسناد القوالب بالحمالات والروافد والمساند .



الشكل (١) قوالب السقوف مع الحمالات والمساند والروافد

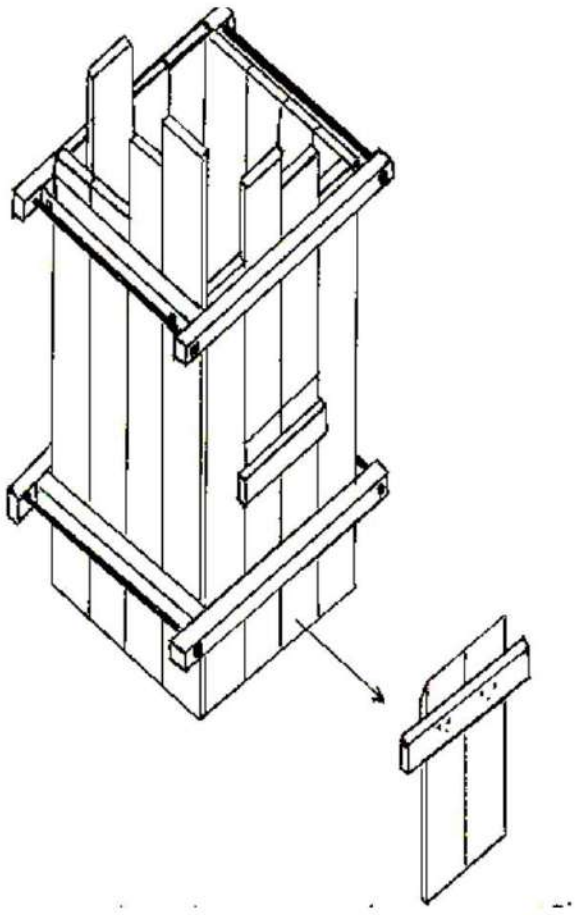
ج – تهيئة القوالب للصب : –

بعد ان يربط القالب في موقعه بصورة جيدة وتربط الحمالات وتحتها الروافد التي تحملها وتسند جيدا بالأعمدة يجب ملاحظه الفتحات والفجوات بين ألواح الخشب والحديد وغلقها جيدا مع ملاحظة مقدار تحمل القالب لكافة الأثقال ودفع الخرسانة والسلامة الصناعية للبناء والعاملين وتهيئة القوالب بالشكل والتصميم المطلوب للصب لاحظ الشكل رقم (2) ، فتدهن بأحد الدهون المانعة لالتصاق الخرسانة بالقالب ويرش القالب بالماء قبل الصب حتى لاتمتص الأخشاب ماء الخرسانة .

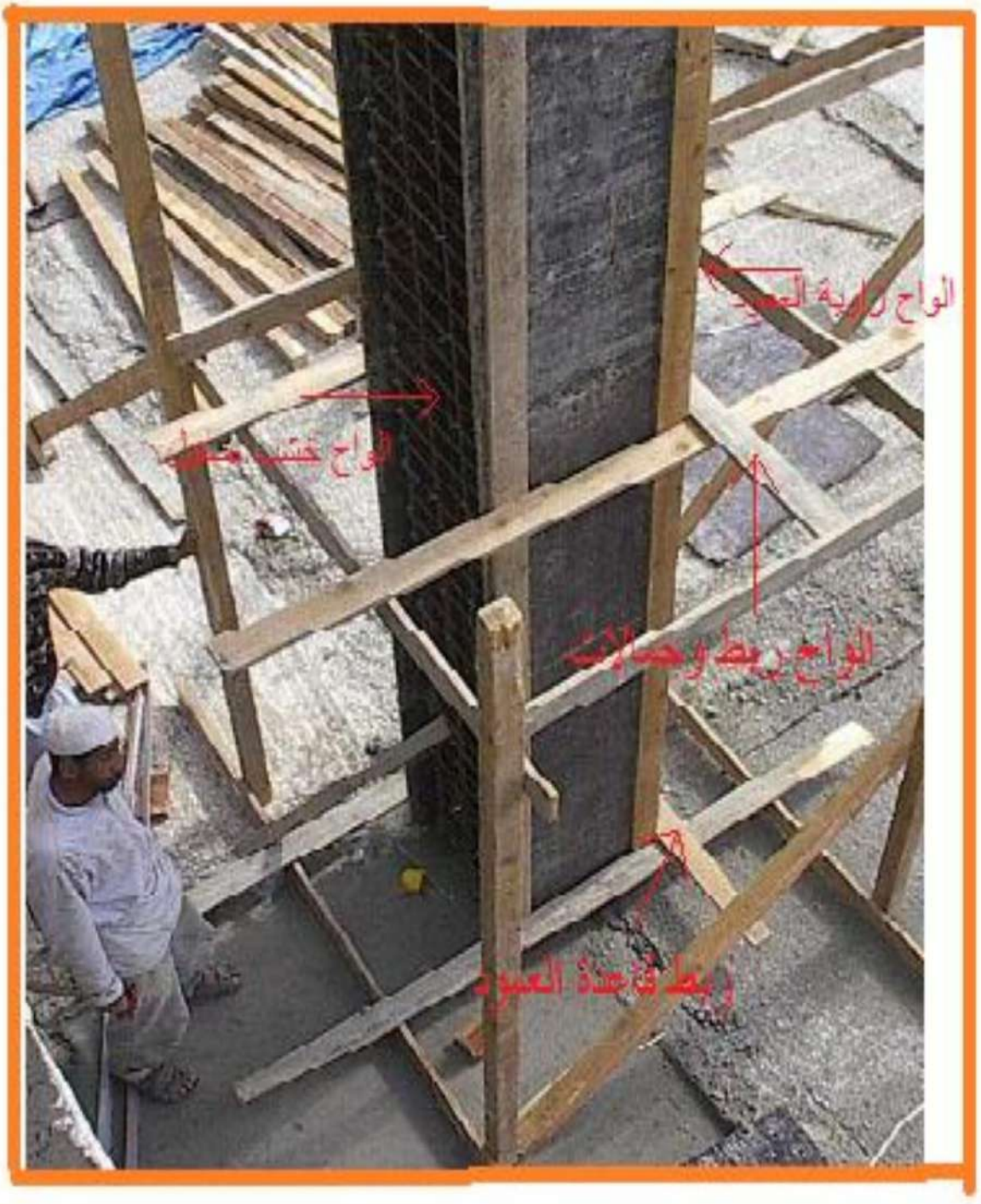
الشكل رقم (2) يبين كيفية نصب القوالب الخشبية

وتختلف تهيئة القوالب بحسب نوع العمل الخرساني المطلوب وأهمها ما يأتي : -

1 – قوالب الأعمدة : - تهيأ هذه القوالب بعد ربط ألواح القالب بصورة محكمة ويدهن القالب ويرش بالماء . ويجب ملاحظة ارتفاع العمود ويستحسن ان تكون في احد جوانبه فتحة معينة وعلى ارتفاع معين لتسهيل عملية صب العمود بمراحل وتغلق هذه الفتحة كلما ارتفعنا بصب الخرسانة وعلى شكل طبقات الى ان يكتمل صب العمود فتكون الفتحة قد أغلقت تماما لاحظ الشكل (3) . اما إذا كان القالب مركبا بصوره كاملة ومن دون وجود فتحة جانبية فيكون الصب من الفتحة العليا للعمود ، وبهذا تصب الخرسانة من ارتفاع كبير ، لكن سقوطها الى أسفل العمود قد يؤدي الى انعزال أجزائها حيث ان المواد الخشنة تسقط الى الأسفل ويستقر السمنت في الأعلى وبهذه الحالة تكون الصبة الخرسانية غير متجانسة التركيب وضعيفة التماسك وتنخفض مقاومتها . والشكل (4) يوضح نموذج لقالب عمود خرساني مسلح .



الشكل رقم (3) الفتحة التي يمكن رفعها في قالب العمود



الشكل رقم (4) كيفية تركيب قالب الأعمدة

2 – قوالب الجسور والروافد : – تستعمل هذه القوالب في صب الروافد والجسور وأربطة الجدران وما شابه ذلك وان جميع قوالب الجسور يجب ان تصمم بحيث يكون فكها ورفعها سهلا بعد تصلب الخرسانة بصوره كاملة ويجب ان تكون هذه القوالب ذات تحمل عالٍ لتحمل ثقلها وثقل حديد التسليح والخرسانة والعمال والعربات والأثقال المتوقعة الأخرى أثناء العمل وصب الخرسانة ويجب

ان تربط جوانب القالب بقوة لتجنب الضغط الجانبي الحاصل من ضغط ودفع الخرسانة أثناء العمل وهز الخرسانة ، كذلك يجب التأكد من إسناد القالب من الأسفل بالأعمدة لمنع الدفع العمودي او انحناء القالب ونزوله نحو الأسفل أثناء العمل والصب والحركة لغاية إكمال تصلب الخرسانة ورفع القالب . والشكل (5) يوضح قالب رافده .

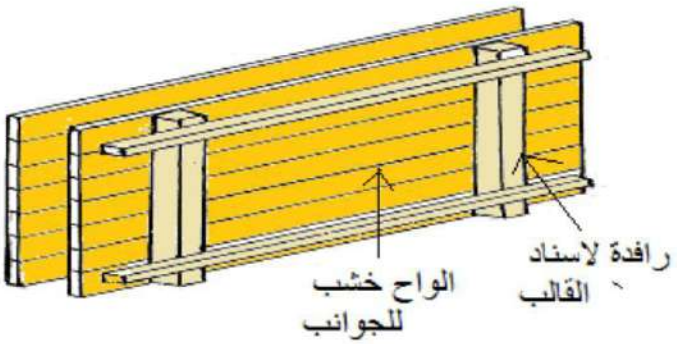
الشكل رقم (5) قالب الروافد والسقوف الخرسانية

3 – قوالب السقوف : – تستعمل هذه القوالب للسقوف والسطوح بأنواعها وكافة البروزات والسقوف المانعة للعوارض الجوية فوق الأبواب والشبابيك والنوافذ وتعمل هذه القوالب من الألواح الخشبية او الحديدية مثبتة على حمالات قائمة على رافده ومسنودة بمساند على شكل أعمدة مثبتة من الأعلى بالحمالات والروافد ومن الأسفل مثبتة على ارض صلبة او قاعدة قوية ولا تسمح بالنزول او الحركة ويجب ملاحظة غلق الفواصل بين الألواح والفجوات لمنع انسياب ماء الخرسانة الى الخارج .

ويجب ضبط جوانب القالب لكي تتحمل دفع الخرسانة الجانبي وضغطها أثناء الصب والعمل .
والشكل (6) يوضح قالب لسقف خرساني مسلح .

الشكل رقم (6) قالب خشب لسقف خرساني

4 –قوالب الجدران : – تستعمل هذه القوالب لصب الجدران الخرسانية المهمة وتعمل هذه القوالب من الألواح المعدنية او الخشبية . ويجب تثبيت ألواح القالب بصورة قوية وتصب الخرسانة مره واحده اذا كانت الجدران واطئه اما الجدران المرتفعة فيفضل صبها بمراحل . لذلك تثبت جهة واحدة من القالب بصورة كاملة اما الجهة الثانية فتثبت الألواح الى ارتفاع معين لصب الطبقة الأولى من الخرسانة ثم تثبت الألواح لصب المرحلة الثانية والمرحلة الأخرى بشكل مرحلي وتدريجي على ان يكون الصب مستمر العمل . والشكل (7) يوضح قالب خشبي لصب جدار خرساني مسلح .



الشكل رقم (7) قالب خشبي لصب جدار مسلح

ان الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة لسنة 1977 م في بابه الثالث عشر حدد المدة اللازمة لفك القوالب .

والجدول رقم (8) يبين الوقت اللازم لكل عضو بنائي حتى يرفع القالب عنه ومن وقت إنهاء أخر جزء منه وفي درجة حرارة (16) درجة مئوية او أكثر من ذلك .

الجدول رقم (8) الوقت اللازم لرفع القالب بعد الصب الخرساني

العضو البنائي	الوقت اللازم بالأيام
الأعمدة	يوم واحد
جوانب الروافد والجسور والحمالات	يوم واحد
قوالب السقوف بمسافة فضاء 2,00 متر	7 – 5
قوالب السقوف وأسفل الجسور والروافد والحمالات لمسافة 4,00 متر	18 – 14
البروزات في السقوف لأكثر من 2,00 متر وفضاءات أكثر من 4,00 متر	21 – 18

أسئلة نـهاية الفصل

س1 / عرف ماياتي : -

أ – القالب . ب – المساند (القوائم) . جـ – الروافد .

س2 / ما الفائدة من استعمال ألواح الخشب المعاكس المعالج في عمل القوالب الخشبية ؟

س3 / اذكر الوقت اللازم بالايام لرفع القالب بعد الصب الخرساني من كل مما يأتي ؟

أ- الاعمدة ب- قوالب السقوف بمسافة فضاء (2,00 متر)

س4 / ماهي الأضرار التي تصيب الخرسانة بسبب صبها من ارتفاع كبير في قوالب الأعمدة الخرسانية المسلحة ؟ وكيف يمكن تجنب حصول هذه الأضرار ؟

س5 / عدد مع الشرح بايجاز الشروط الواجب توفرها في القالب لضمان نجاحة ؟

الفصل العاشر / حديد التسليح
أقطار وأوزان حديد التسليح
قراءة المخططات الإنشائية
المواصفات الخاصة بثني وربط حديد التسليح
الغطاء الخرساني
حسابات حديد التسليح
أسئلة الفصل

الفصل العاشر : حديد التسليح

10-1 المقدمة :

حديد التسليح هو مادة انشائية بنائية مهمة تستعمل في تشييد جميع المباني الانشائية وذات الطوابق المتعددة والابراج العالية والابنية الهيكلية ويستعمل في بناء الاعمدة الحديدية والجسور وفي الجملونات والتسليح مع الخرسانة ويعتبر الحديد الانشائي من احسن أنواع الحديد استعمالا في البناء لان خواصه الميكانيكية من مقاومة للضغط والشد والقص عالية جدا ويقسم الى قسمين أساسيين هما حديد الفولاذ الانشائي المطاوع والذي يستعمل في الأبنية ومختلف المنشئآت وحديد الفولاذ الانشائي ذو الشد العالي يستعمل في حالات هندسة خاصة .

معظم المباني تستعان بقضبان حديدية مصنوعة من الحديد المطاوع توضع داخل الأجزاء البنائية الخرسانية التي فيها اجهادات شد لتتحمل هذه الاجهادات تدعى هذه القضبان بـ (حديد تسليح) وتسمى بـ (شيش التسليح) كما في شكل (1).

الشكل (1) حديد التسليح وطريقة القطع بالمقص اليدوي

10-2:أقطار ، أوزان وأطوال حديد التسليح القياسية

ان الخرسانة ذات مقاومة عالية لقوى الضغط في حين إن مقاومتها لقوى الشد قليلة جداً ويكون تحملها لاجهادات الشد بحدود 10% فقط من تحملها لاجهادات الضغط لهذا السبب تصمم الخرسانة في الأجزاء الإنشائية لتتحمل قوى الضغط فقط ويستعان بحديد التسليح لتحمل اجهادات الشد.ويكون حديد التسليح اما ذو سطح أملس(plain bars) او ذا سطح بنتوءات بإشكال مختلفة(deformed bars) لاحظ الشكل (1) وتعمل هذه النتؤات على زيادة قوة التلاصق بين حديد التسليح و الخرسانة . يتوفر حديد التسليح بأقطار قياسية وقد كان نظام قياس هذه الأقطار سابقا بالأنج ، فمثلاً لقضيب رقم 3 معناه ان قطره 8/3 انج . اما نظام القياس المتبع حاليا فهو بالمليمترات.اي يكون قطر حديد التسليح 10 mm ، 12 mm وهكذا.ويكون طول قضيب حديد التسليح المتوفر في السوق المحلية بطول m12 ويمكن تقطيعه الى القياسات المطلوبة أثناء العمل.ادناه جدولين رقم (1) بالوحدات البريطانية والجدول رقم (2) الوحدات المترية الشائعة الاستعمال حالياً .

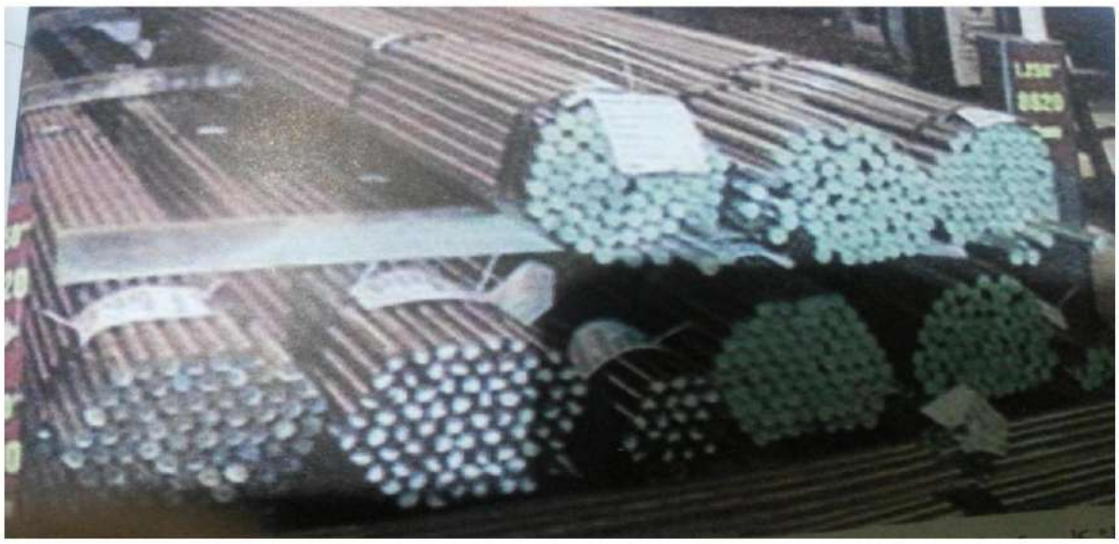
الشكل (2) أنواع حديد التسليح وأقطارها

القياسات البريطانية لقضبان حديد التسليح#				
قياس القضيب لحديد التسليح		قطر القضيب انج	مساحة مقطع القضيب انج2	الوزن باوند/ قدم طول
8/3 انج	# 3	0.375	0.11	0.376
2/1 انج	# 4	0.500	0.20	0.668
8/5 انج	# 5	0.625	0.31	1.043
4/3 انج	# 6	0.750	0.44	1.502
8/7 انج	# 7	0.875	0.60	2.044
1 انج	# 8	1.000	0.79	2.670
1 ،	# 9	1.128	1.00	3.400
1، 4/1	#10	1.270	1.27	4.303

الجدول (1) يبين القياسات البريطانية لقضبان حديد التسليح

القياسات المترية لقضبان حديد التسليح		
القطر (ملم)	مساحة المقطع (ملم2)	الوزن كغم/متر طول
6 ملم	28.3	0.222
8ملم	50.3	0.395
10ملم	78.5	0.616
12 ملم	113.1	0.888
16 ملم	201.1	1.579
20 ملم	314.2	2.466
25 ملم	490.9	3.854
32 ملم	804.2	6.313
40 ملم	1257.0	9.864

الجدول (2) يبين القياسات المترية العالمية لقضبان حديد التسليح



الشكل (3) يوضح عملية ربط حديد التسليح وحسب اقطار القضبان

الشكل (4) يوضح طريقة فرش حديد التسليح على السقوف

10-3: قراءة المخططات الإنشائية

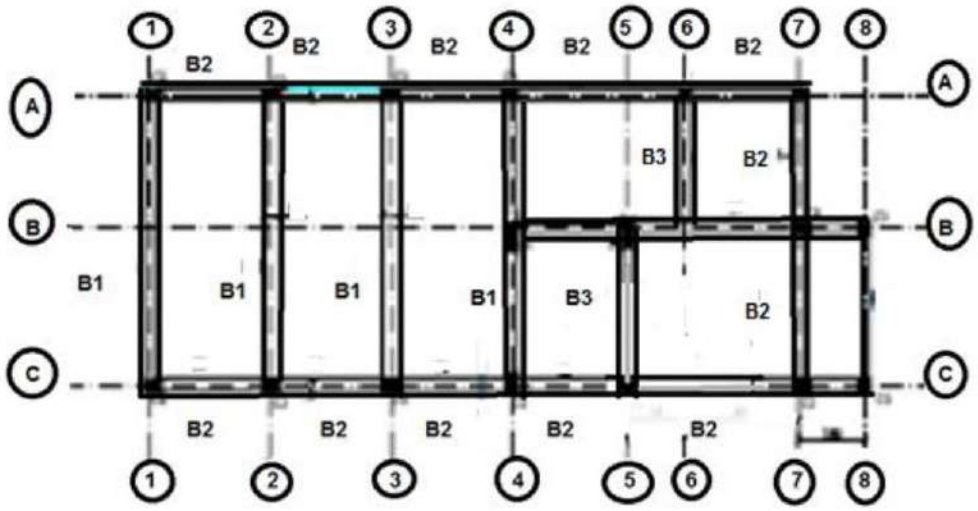
المخططات : هي عبارة عن رسومات وتفاصيل توضيحية لكل جزء من أجزاء المبنى وتتكون من مساقط أفقية وراسية وواجهات للمبنى ومقاطع تحتوي على جميع القياسات والتفاصيل الخاصة بإنشاء المبنى ويقوم المهندس الإنشائي بذكر كافة التفاصيل على الخرائط الخاصة بالعمل . ليتمكن الفني في موقع العمل شرحها الى العمال في تنفيذ المخطط الى واقع الحال .تكون هذه التفاصيل على عدة أنواع :-

1- تفاصيل الأسس تكون في مخطط خاص يسمى مخطط الأسس مع ذكر كافة القياسات والتفاصيل

2- تفاصيل قواعد الأعمدة مع المقاطع الطولية والعرضية

3- تفاصيل السقف وطريقة توزيع حديد التسليح

ان جميع هذه التفاصيل تكون واضحة وإما ان تكون التأشيرات على المخطط مباشرة او عمل جدول يبين التفاصيل وتكون الأرقام على المخطط . وتوضع العلامات والإشارات على المخطط من الجوانب والأعلى وتكون على شكل حروف في احد الجوانب وأرقام في الأعلى او بالعكس وكما موضح في الشكل (5)



الشكل (5) كيفية وضع الترقيم على المخططات

10-4: المواصفات الخاصة بثني وربط حديد التسليح

تثنى قضبان حديد التسليح بطريقتين

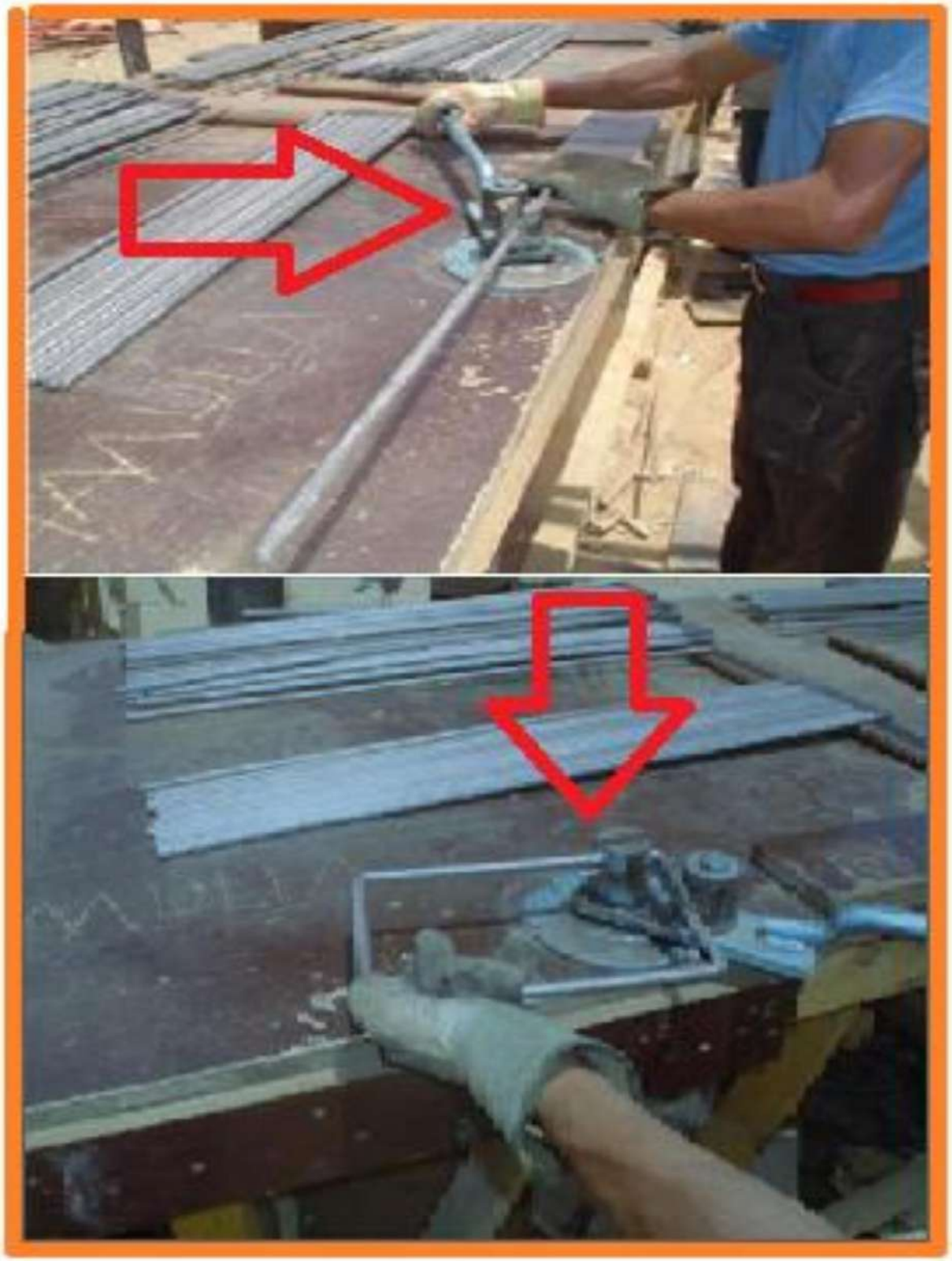
1- الطريقة اليدوية

وتكون هذه الطريقة بتثبيت قياسات معينة على منضدة في موقع العمل وتحدد هذه المسافات بتثبيت مسامير على المنضدة ومن ثم استخدام أنبوب ذي طول مناسب وبقطر داخلي اكبر بقليل من قطر قضيب حديد التسليح بحيث يدخل القضيب الحديدي في هذا الأنبوب لمسافة الثني المطلوب ويدار الأنبوب باليد ويثنى القضيب بالشكل والقياس المطلوبين وهذه الطريقة شائعة الاستخدام في مواقع العمل وللقياسات الصغيرة من أقطار حديد التسليح.

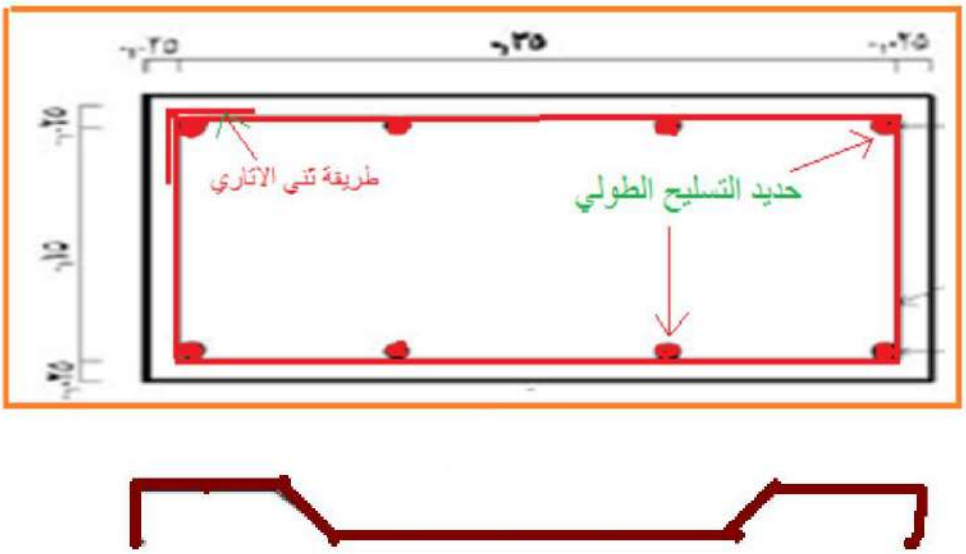
2- الطريقة الميكانيكية

هذه الطريقة ليست هي الطريقة الميكانيكية المتقدمة ولكن الطريقة الشائعة الاستخدام في أكثر المواقع الكبيرة وهي عبارة عن تثبيت قابض خاص فوق منضدة العمل فوقه عتلة ثابتة تتصل بها قبضة حديدية للتحريك ثم يوضع القضيب داخل القابض ويبقى القسم المطلوب ثنيه بارزا وعند تحريك القبضة فوق العتلة نحو زاوية معاكسة يثنى القضيب بالشكل والقياس المطلوب وبحسب التصميم كما في الشكل (6). مع تطور التكنولوجيا اذ تتوفر في الوقت الحاضر مكائن خاصة لثني حديد التسليح وهي تعمل بالطاقة الكهربائية وهذا يقلل من جهد الإنسان في العمل.

اما المواصفات الخاصة بثني قضبان حديد التسليح فيجب ان تثنى بصورة حادة وللسيطرة على ذلك وضعت مواصفات لحد أدنى لقطر الانحناء (Bent) او لقطر الوتر او مسمار المحور (pin) الذي يتم الانحناء عنده .ان قطر مسمار المحور يساوي عادة مضاعفات قطر قضيب الحديد فمثلاً ان ثني القضبان المنحنية والتي تسمى محلياً (شبون)(trussed – bar) يجب ان تعمل حول مسامير المحور التي لها قطر لايقل ست مرات عن قطر حديد التسليح وذلك بالنسبة لحديد التسليح ذا الأقطار الصغيرة من 6 ملم – 20ملم اما بالنسبة لثنياتالرباطاتالطوقيةورباطات الأعمدة فيجب ان يتم ثنيها حول مسامير المحور ذات قطر لايقل (2× قطر) قضيب حديد التسليح.وهذا يعتمد على التصميم الذي يقدمه الإنشائي وبحسب المخططات. لاحظ الشكل (7).



الشكل (6) طريقة ثني حديد التسليح



الشكل (7) طريقة ثني حديد الاتاري

10-5: ربط حديد التسليح

بعد قراءة المخططات الإنشائية ومنها طريقة توزيع حديد التسليح في الموقع المطلوب وبحسب التفاصيل التي يحددها المهندس يتم توزيع حديد التسليح وقبل صب الخرسانة يجب ان يثبت حديد التسليح بصورة جيدة ويستند على مساند وكراسي (sup pats) وتكون هذه الكراسي اما معدنية او قطع من الخرسانة او الكاشي بأبعاد 5×5 سم وبالسمك المطلوب بحيث يحقق الغطاء الخرساني اللازم

ويربط حديد التسليح بنقاط التقاطع بواسطة اسلاك معدنية رفيعة بصورة محكمة يمنع اية حركة او إزاحة من محله المثبت ويكون الربط مثلثا بشكل علامة (×) لمنع حركة القضبان الى الجوانب من جراء العمل لاحظ الشكل (8).ولايجوز استخدام عملية اللحام (welding) في نقاط التقاطع الابعد موافقة المهندس الإنشائي بسبب المحاذير التي تترتب على ذلك ومنها تأثير قوة تحمل حديد التسليح وفقدان الخواص نتيجة الحرارة المتولدة باللحام ويستخدم ربط حديد التسليح في السقوف والأسس والأعمدة والرباطاتالطوقية (الاتاري) **وفي** كل مراحل العمل.

الشكل (8) يبين كرس حديد التسليح والربط في نقاط تقاطع القضبان

10-6: المواصفات الخاصة بأبعاد الغطاء الخرساني

يقصد بالغطاء الخرساني هو المسافة بين حديد التسليح وسطح الخرسانة من كافة الجهات الجانبية والأفقية السفلى والعليا التي تحيط بشبكة حديد التسليح وتختلف مسافات الغطاء الخرساني لحديد التسليح بحسب نوعية العضو الإنشائي ويجب ان يغطي حديد التسليح بالخرسانة بمقدار مناسب بحيث يحافظ عليه من التآكل والصدأ . الجدول (3) يوضح الحد الأدنى لمقدار الغطاء الخرساني المطلوب لكل جزء من الأجزاء البنائية للخرسانة المسلحة .

ت	الأجزاء البنائية	الغطاء الخرساني بالمليمترات
1	الغطاء الخرساني لصبات الجسور والأعمدة وأربطة الجدران	50-37 ملم
2	صبات الأسس والأرضيات المسلحة من الجوانب الملاصقة للتربة	75-50 ملم
3	السقوف والروافد	31-16 ملم
4	الرباطاتالطوقية (الاتاري)	9 ملم
5	السقوف القشرية	10-9 ملم
6	الخرسانة مسبقة الصب	37-20 ملم

الجدول (3) يبين الغطاء الخرساني

ملاحظة: الغطاء الخرساني يعتمد على نوع الملامسة للتربة والجوانب وكذلك على قطر حديد التسليح اذ كلما زاد القطر زاد الغطاء الخرساني .

10-7: تهيئة الغطاء الخرساني والكراسي الحديدية موقعياً

توضع شبكات حديد التسليح في القوالب الخشبية او الحديدية في صبات السقوف او الجسور او الجدران او الأسس او على الأرض مباشرة وبحسب الموقع وقراءة المخططات. عند صب الأرضيات والأسس فان مشبكات حديد التسليح بحاجة الى رفع من الأسفل لمنع ظهورها الى الخارج ولعمل الغطاء الخرساني لها وبحسب القياسات وموقع حديد التسليح في الجزء البنائي .تستعمل لهذا العمل كراسي مصنوعة من مكعبات خرسانية او معدنية اوقطع من نفس قضبان حديد التسليح كما مرّ في الشكل (8) توضع هذه الكراسي بين القالب وشبكة حديد التسليح لرفعها إلى الأعلى بالقياس المطلوب للغطاء الخرساني لذلك العمل وتربط الكراسي مع شبكة التسليح من الأسفل بالمقدار المحسوب بحسب التصميم .

10-8: فكرة عامة عن حساب كمية حديد التسليح

ان حديد التسليح يباع في الأسواق المحلية بالطن وان الطن الواحد يساوي 1000كغم وان عدد قضبان حديد التسليح في الطن الواحد تختلف بحسب قطر قضبان التسليح لان الوزن يختلف بحسب القطر فمثلاً قضيب قطر 10 mm يكون عدد القضبان للطن الواحد 130 قضيب حديد بطول m12 وكذلك قطرmm12 يكون العدد 92 قضيب وقياس 16 mm يكون 52 قضيب وهكذا تكون باقي القياسات .

عند حساب كمية حديد التسليح تأخذ بنظر الاعتبار النقاط الآتية:

1- تضاف الى أسعار الحديد أجور النقل والعمل

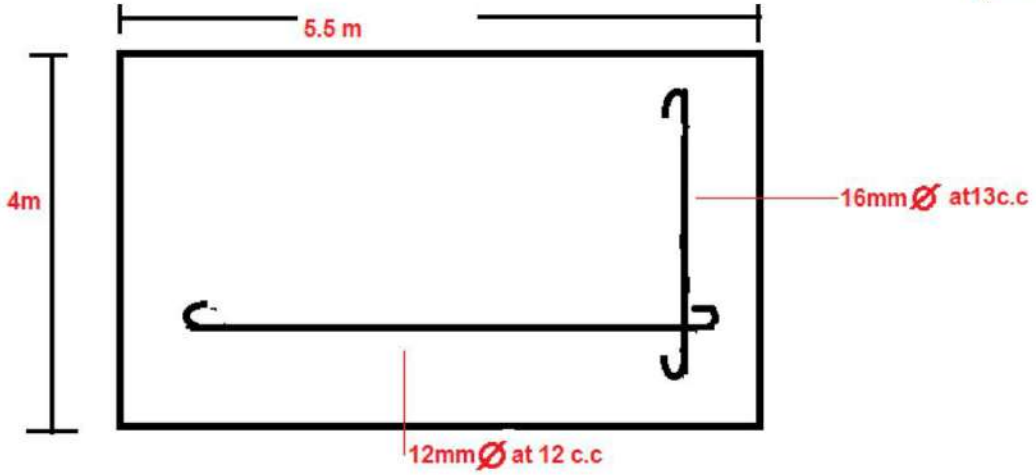
2- تضاف لأسعار الحديد نسبة الخسائر (التلفيات) التي تحصل نتيجة قطع الحديد أثناء التسليح الى القياسات المطلوبة بحسب الحاجة .

3- تضاف نسبة من الحديد لأغراض الثني لأطوال الحديد والتوصيلات بين أقطاب الحديد عند الربط حيث يكون تداخل بين القضبان لايقل عن 30 سم بين القضيبين او أكثر في حالة ربط الأعمدة مع الأسس.

ومن خلال المثال الآتي سوف نعطي فكرة عن حساب حديد التسليح .مع ملاحظة الشكل (9) حول طريقة توزيع الحديد الطولي والعرضي.

مثال) سقف خرساني مسلح طوله5.5 متر وعرضه 4 متر وسمكه 15سم . احسب أعداد وأطوال وأوزان حديد التسليح المطلوب لتسليح السقف اذا علمت ان التسليح يكون بقضبان طولية وعرضية وان قطر القضبان الطولية 16 ملم ووزن المتر الطولي 1.578 كغم وهي مثنية من الطرفين بمقدار 30 سم وموضوعة بمسافة 13 سم وان القضبان العرضية بقطر 12ملم ووزن المتر الطولي يساوي 0.888كغم وهي مثنية من الطرفين بمقدار 20سم .

الحل)



ملاحظة : الحديد الرئسي يوضع بموازاة الضلع القصير

وزن الحديد الرئيسيØ 16ملم = طول الشيش × العدد × وزن المتر الطولي الواحد

طول الشيش التسليح الرئيسي = 400 سم + طول الثني – الغطاء الخرساني

= 400 + (15 + 15) −(2×2.5)

= 425 سم = 4.25 م

العدد = (طول السقف/المسافة بين الشيش واخر) +(550/ 13) + 1

43 = مسافة + 1 = 44 شيش

وزن الحديد الرئيسي Ø 16ملم = 4.25×44 ×1.57= 293.59 كغم

طول شيش Ø 12 ملم = 550 + (10 + 10) – (2×2.5)

= 565 سم = 5.65 م

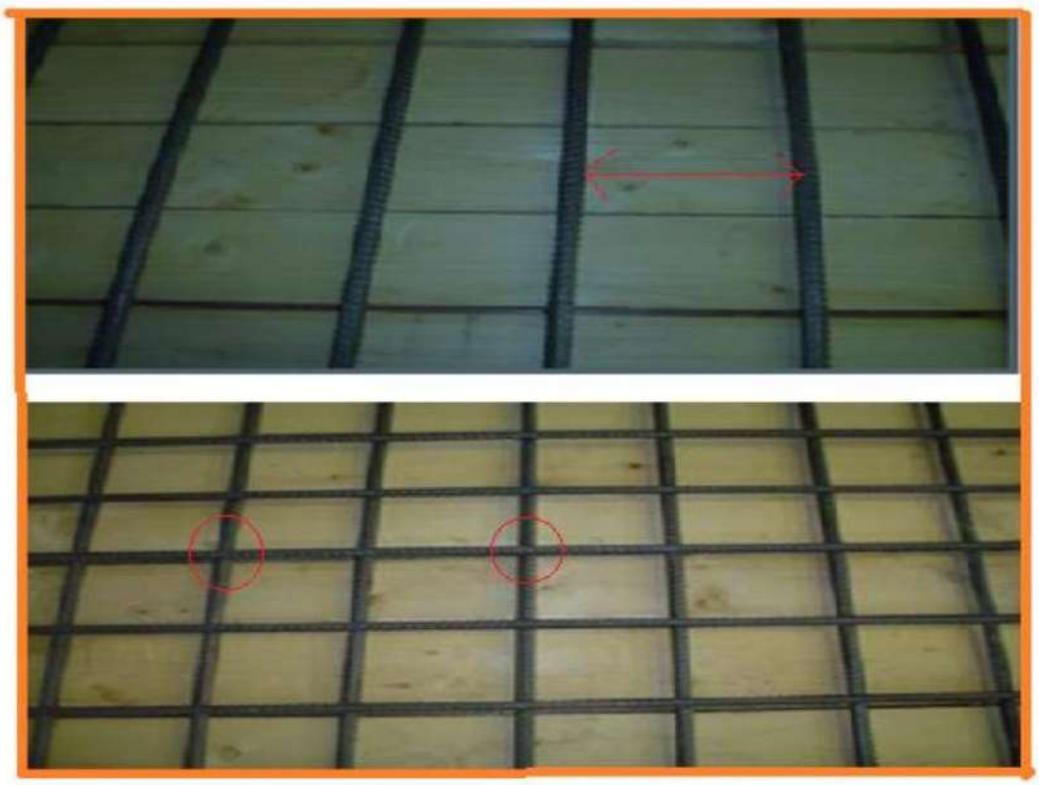
العدد = 400 / 12 = 33.3 تقريبا = 34 مسافة + 1 = 35 شيش

وزن الحديد الثانوي Ø 12 ملم = 5.65×35×0.88 = 174.04

ويمكن تنظيم جدول يبين أقطار وأطوال وعدد وأوزان ليسهل عملية القراءة والتوزيع وكما في الجدول أدناه .

ت	القطر ملم	العدد	الطول م	الطول الكلي م	الوزن الطولي كغم	الوزن الكلي كغم
1	16	44	4.25	178	1.57	293.59
2	12	35	5.65	197.75	0.88	174.02

يقوم المدرس بإعطاء أمثلة مختلفة عن حسابات حديد التسليح في الأسس والأعمدة والرباطات .



الشكل (9) طريقة توزيع الحديد الطولي والعرضي

الشكل (10) ثني حديد التسليح وطريقة التوزيع

أسئلة الفصل العاشر

س1/ لماذا يستخدم حديد التسليح في الأعمال الخرسانية ؟

س2/ قارن بين حديد التسليح الأملس وحديد التسليح ذا النتوءات في أعمال الخرسانة ؟

س3/ أكمل العبارات الآتية :

1- تكون مقاومة الخرسانة للشد بحدود ..... من تحملها اجهادات الضغط

2- يتوفر حديد التسليح في السوق المحلية بطول ..... متر

3- يقصد بالغطاء الحرساني هو المسافة بين ..... و..... من كافة الجهات الجانبية والافقية السفلى والعليا.

4- ان نسبة الخسائر (التلفيات) في اسعار حديد التسليح تحصل نتيجة ..... اثناء التسليح الى القياسات المطلوبة.

5- الطريقة الميكانيكية لثني حديد التسليح هي عبارة عن تثبيت ..... فوق منضدة العمل .

س4/ ماهي مساوئ عملية استخدام اللحام في أعمال حديد التسليح ؟

س5/ كيف يتم رفع وتثبيت حديد التسليح في القوالب قبل الصب؟

الفصل الحادي عشر
تخطيط وحفر الأسس
تاثير المياه الجوفية على الاسس
أنواع الأسس
قابلية تحمل التربة

الفصل الحادي عشر/ الأسس

11 -1 مقدمة :

يعرف الأساس على انه الجزء البنائي للمنشأ المشيد تحت مستوى الأرض الطبيعية وعلى عمق معين وهو الواسطة لنقل ثقل المنشأ وجميع الاثقال المسلطة عليه إلى طبقات التربة الصالحة لتحمل تلك الأثقال. تبنى الأسس من مواد مختلفة منها الخرسانة المسلحة و غير المسلحة و الطابوق و الحجر.

11 -2 تخطيط وحفر الأسس :

قبل البدء بتخطيط و حفر الأساس لأي منشأ يجب إجراء بعض الفحوصات للتربة و التي تنجز من قبل مكاتب استشارية مختصة ومنها نوعية التربة وقابلية تحملها و منسوب المياه الجوفية ...الخ والتي تدرج ضمن تقرير فحص التربة .

يتم قشط التربة قبل البدء بتنفيذ حفر الأساس بمقدار 25 سم على الأقل لإزالة التربة الرخوة و الحاوية على النفايات و أوراق وجذور النباتات ثم تسوية الأرض باستخدام آلة التسوية (grader) يخطط الأساس لأي منشأ اعتمادا على خارطة الأساس الإنشائية حيث يتم تحديد خطوط على الأرض بواسطة (البورك) التي تمثل منتصف الأساس ثم يحفر عرض الأساس وعمقه اعتمادا على الأبعاد و المناسيب المحددة في الخارطة .

يحفر الأساس إما يدويا باستخدام معدات بسيطة مثل المجرفة (الكرك) للتربة الطينية و الرملية و تستخدم القزمة أولا ثم المجرفة للتربة الطينية المرصوصة ، ويتبع أسلوب الحفر اليدوي في الأعمال الصغيرة مثل الأسس الجدارية (أسس الدور السكنية) ، علما بان الحفر اليدوي لا يستخدم في التربة الصخرية مثلا .

تكون حافات الحفر شاقولية و ترمى التربة الناتجة عن الحفر بعيدا عنها بمسافة تصل إلى المتر لمنع تساقطها داخل الحفر و ما تسببه من أضرار عند صب الأساس . من الممكن تنفيذ حفر الأسس بنفس عرض الأساس و لهذا لا نحتاج إلى استعمال القوالب في صب الأسس ، أما إذا كانت التربة غير متماسكة ومن الممكن انهيارها داخل الحفر كالتربة الرملية فيجب استخدام المساند الوقتية من الأخشاب أو الصفائح الحديدية و غيرها .

تستعمل المعدات الميكانيكية في الحفريات الكبيرة و تستخدم لهذا الغرض المجرفة الآلية (الحفارة) ومن ثم يتم نقل الأتربة إلى ناقلات قلابة بواسطة المجرفة الجرار(Tractor Shovel) .

يجب التوقف عن الحفر بالمعدات الميكانيكية إلى منسوب أعلى بحوالي 25 سم من المنسوب المطلوب لقعر الحفر وتكملة الحفر بالأيدي العاملة وذلك لتلافي تشويه التربة الملامسة للآلية وتغيير خواصها الهندسية .

11-3 تأثير المياه الجوفية على الأسس وكيفية التخلص منها :

تؤثر المياه الجوفية سلبا في الأسس و التربة المحيطة بها وذلك لاحتوائها على أملاح الكلوريدات و الكبريتات و ما تسببه من تفاعلات مع مركبات الخرسانة وتكوين مركبات تمددية تؤدي إلى تشقق وتفتت الخرسانة وكذلك ما تسببه الكلوريدات من صدأ حديد التسليح في حالة وصولها إليه عن طريق تشققات الخرسانة .

يتمثل التأثير السلبي للمياه الجوفية على التربة بحسب نوعيتها فعلى سبيل المثال بعض أنواع التربة تحتوي على مركب كاربونات الكالسيوم وعند وصول الماء إليها تتكون تكهفات أسفل الأساس مما يؤدي إلى هطوله ولهذا تتم المعالجة إما بتبديل التربة أو وضع قنوات لتصريف المياه ومنع وصولها إلى تربة الأساس ، كما إن بعض الترب لها القابلية على الانتفاخ عند امتصاص الماء و الانكماش عند فقدان الماء مما يؤدي إلى هطول الأسس ولهذا يجب منع الماء من الوصول إليها .

يتم تصريف المياه عند حفر الأسس بإحدى الطرق الاتية :

أ – التصريف المباشر : يتم حفر سواقٍ منحدرة عند أسفل حفر الأساس .

ب– التصريف بالضخ : يتم حفر سواقٍ منحدرة عند أسفل حفر الأساس وتلتقي السواقي في حفرة واحدة أو أكثر يتم ضخها خارجا .

11-4 أنواع الأسس :

قبل التطرق إلى أنواع الأسس ،يجب معرفة أنواع الترب وهي :

أ – طينية ضعيفة أو غرينية : تحتاج إلى إسناد عند الحفر .

ب – طينية متماسكة و قوية : لا تحتاج إلى إسناد لغاية حفر بعمق 4,5 م .

ج – حصوية هشة أو رملية : تحتاج إلى إسناد عند الحفر .

د– حصوية أو رملية تحت مستوى المياه الجوفية : تحتاج إلى إسناد عند الحفر .

هـ – صخرية متشققة : لا تحتاج إلى إسناد لغاية حفر بعمق 4,5 م .

و – صخرية سليمة : لا تحتاج إلى إسناد .

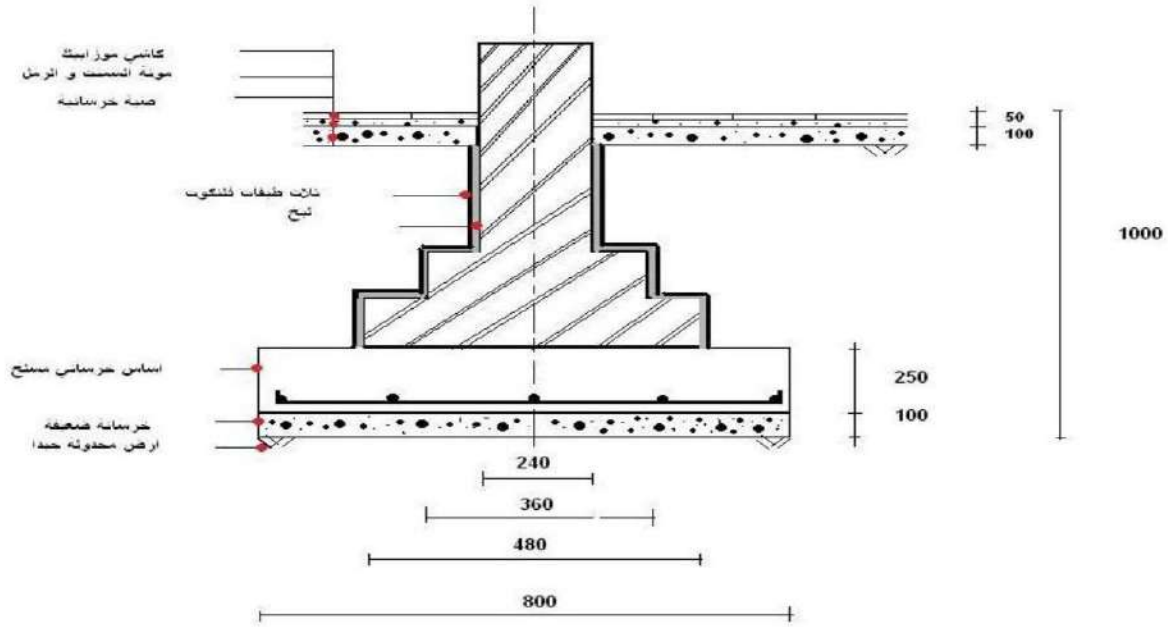
تصنف الأسس إلى :

أولا : الأسس الضحلة (غير العميقة)

ثانيا : الأسس العميقة

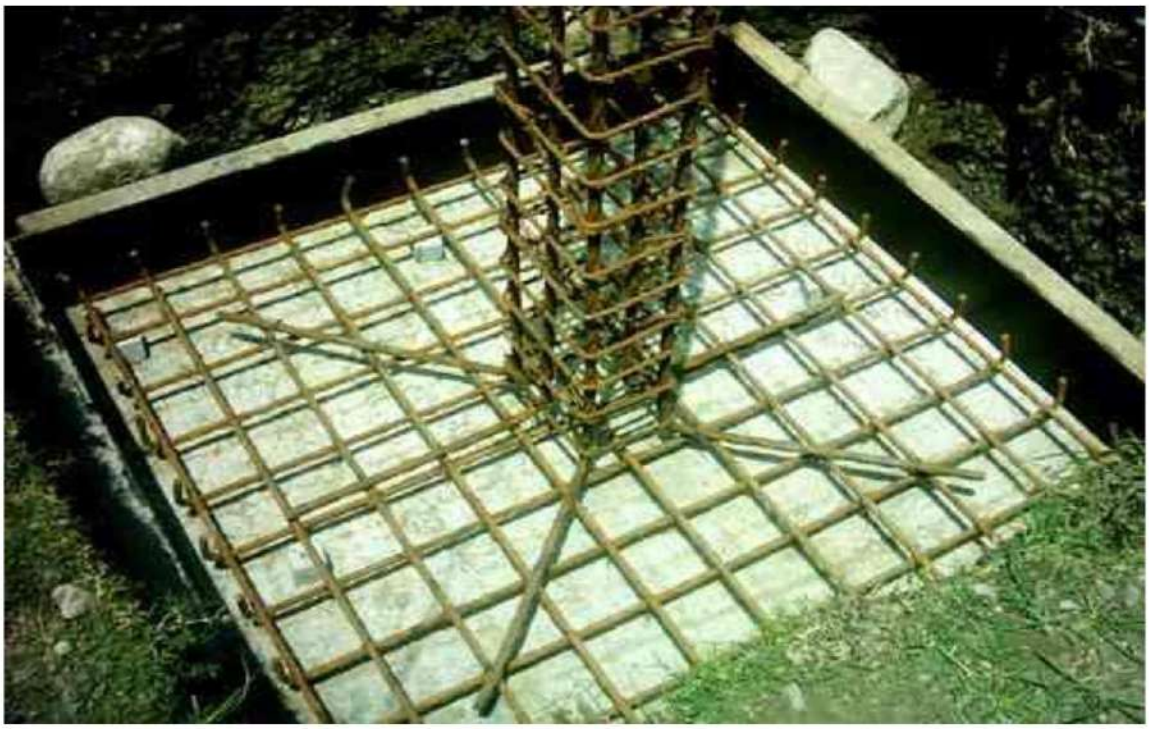
أولا : الأسس الضحلة (غير العميقة) وتشمل :

أ – الأسس الجدارية : يستخدم هذا النوع من الأسس في البيوت السكنية حيث تحمل الجدران الخارجية و الداخلية للدار السكنية الأحمال الثابتة (وزن المواد الإنشائية) و الأحمال المتحركة (وزن الأشخاص و الأثاث و غيرها) وتقوم بنقلها للأساس الجداري الذي ينشا من الخرسانة المسلحة وغير المسلحة علما بأنه يجب استعمال السمنت المقاوم للأملاح الكبريتية في إنشاء الأسس لاحظ شكل (1) وفي حالة وجود ملكية مجاورة كأن تكون دار سكنية مبنية سابقا و عدم إمكانية امتداد الأساس باتجاهين فانه يتم مد الأساس باتجاه واحد ولمنع انقلاب الجدار والأساس نتيجة عدم تمركز الأحمال في وسط الأساس و تولد عزم انقلاب يثبت الأساس بزيادة عمق حفر الأساس والدفن بالتراب وزيادة سمك الأرضيات و غيرها .

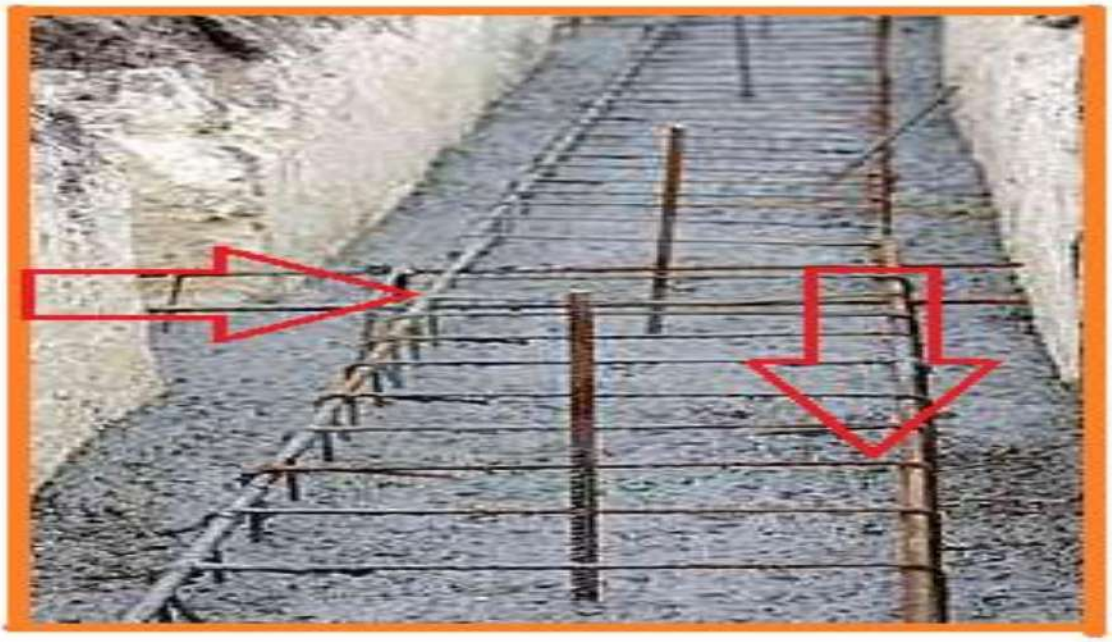


شكل (1) : مقطع طولي لأساس جداري مقياس رسم 100/1

ب – الأسس المنفصلة أو المنفردة : يستخدم هذا النوع من الأسس في الأبنية الهيكلية المتعددة الطوابق حيث تنقل أحمال البناية إلى الأعمدة الخرسانية المسلحة ومنها إلى الأسس المنفصلة ويحمل كل أساس منفصل الأحمال المسلطة من عمود واحد فقط ويكون الأساس إما مربعا أو مستطيلا ومسلحا بطبقة واحدة سفلية أو طبقتين علوية و سفلية من حديد التسليح ، لاحظ شكل (2 و 3) .



شكل (2) : تسليح عمود واساس منفصل



شكل (3) : عمود واساس متصل من الخرسانة المسلحة

ج – الأسس المتحدة : يستخدم هذا النوع من الأسس في الأبنية الهيكلية المتعددة الطوابق حيث يربط الأساس بعمودين وينتقل إليه ثقلا هذين العمودين ويكون شكله مستطيلا وله سمك معين و مسلحا بطبقتين علوية و سفلية من حديد التسليح . تستخدم الأسس المتحدة عندما تكون الأحمال المسلطة على العمودين كبيرة والمسافة بينهما قصيرة .

د – الأسس المستمرة : يستخدم هذا النوع من الأسس في الأبنية الهيكلية المتعددة الطوابق حيث يربط الأساس بثلاثة أعمدة أو أكثر وينتقل إليه إثقال هذه الأعمدة ويكون شكله مستطيلا وله سمك معين و مسلحا بطبقتين علوية و سفلية من حديد التسليح . تستخدم الأسس المتحدة عندما تكون الأحمال المسلطة على الأعمدة كبيرة والمسافة بينها قصيرة .

هـ – الأساس الحصيري : عبارة عن صبة من الخرسانة المسلحة تحت جميع مساحة المنشأ ويختلف سمك الأساس الحصيري باختلاف الأحمال و العزوم المسلطة وسمكه بحدود 50 سم ويستخدم عندما تكون الأحمال المسلطة على الأعمدة كبيرة و قابلية تحمل التربة ضعيفة وينفذ هذا النوع من الأسس في سراديب الأبنية الهيكلية لوضع المكائن و المعدات وفي قواعد الخزانات الخرسانية المسلحة لمياه الشرب و المياه الصناعية في المعامل ومياه الصرف الصحي ، (لاحظ شكل (4 و 5) .

شكل (4) حديد التسليح لأساس حصيري

شكل (5) أساس حصيري من الخرسانة المسلحة

ب – أسس الدعامات : يستخدم هذا النوع من الأسس في المنشات المائية كالجسور مثلا وتكون بأشكال مختلفة كالمربعة و البيضوية و الدائرية و المستطيلة وتفضل البيضوية ليجري الماء بصورة انسيابية عند الدعامة ويتطلب جلوس الدعامة تصمم هذه الدعامات لنقل الثقل بصورة مباشرة الى طبقات التربة القوية وتستخدم في حالة تعذر استخدام الأسس الحصيرية أو الركائز. (لاحظ الشكلين 6 و 7)

شكل (6) : أسس الدعامات من الخرسانة المسلحة لجسر غير منجز

شكل (7) : أسس الدعامات من الخرسانة المسلحة لجسر منجز

ثانيا : الأسس العميقة وتشمل :

أسس الركائز : هي نوع من الأسس تمتاز بان مساحة المقطع العرضي لها صغيرة جدا مقارنة بطول الركيزة وتستخدم عندما تكون طبقات التربة القوية القادرة على تحمل ثقل المنشأ عميقة وفي المنشات الثقيلة التي لا يمكن استخدام الأنواع الأخرى من الأسس وفي المنشات المرتفعة كالأبراج حيث يتعرض المنشأ إلى قوى انقلاب بفعل الرياح وفي حالة ارتفاع منسوب المياه الجوفية وصعوبة حفر وصب الأنواع الأخرى من الأسس. تنفذ أسس الركائز إما بطريقة الدق (ركائز مسبقة الصب وتدق في مكانها في موقع العمل) أو الحفر (يحفر مكان الركيزة بالقطر و العمق المطلوب وتسلح ثم تصب بالخرسانة المسلحة ، لاحظ الأشكال (8 و 9 و 10) .

شكل (8) : حفر الركيزة وإنزال الاسطوانة الفولاذية لمنع انهيار تربة الحفر

شكل (9) : إنزال حديد تسليح الركيزة

شكل(10) : صب خرسانة الركيزة

11 – 5 قابلية تحمل التربة : هي قابلية التربة تحت الأساس لتحمل الأحمال المسلطة عليها و الشاملة لوزن المواد الإنشائية للمنشأ كالخرسانة المسلحة و الطابوق ومواد البياض كالجص والبورك والتغليف للواجهات الخارجية بالحجر و المونة وغيرها و الأحمال المتحركة المتمثلة بوزن الاشخاص و الأثاث وكذلك القوى الناتجة عن الرياح و الزلازل و غيرها دون حصول هطول فيها لكل وحدة مساحة للأساس.

إن تحريات التربة وما تتوصل إليه من نتائج يتم إدراجها في تقرير فحص التربة حيث تحدد قابلية تحمل التربة والتي تعطى برقم يتبع بوحدات (الطن \ متر ^{2}) والرقم المعطى هو اقل من تحمل التربة الفعلية لأنه مقسوم على رقم يمثل عامل الأمان يتراوح بين (1, 5 – 3) و بالتالي فان عرض الأساس في حالة تثبيت طوله و المحسوب بموجب المعادلتين الآتيتين هو اكبر من العرض المطلوب و الغرض من هذه الزيادة في الأبعاد هو الأخذ بنظر الاعتبار الزيادة المتوقعة لعدد الاشخاص أو البناء الإضافي في المنشأ أو استخدام المنشأ لأغراض أخرى غير محسوبة كالخزن و غيرها :

قابلية تحمل التربة = الأحمال المسلطة على التربة \ مساحة الأساس

مساحة الأساس = طول الأساس × عرض الأساس

الضغط المسلط من المنشأ على التربة = الأحمال المسلطة على التربة \ مساحة الأساس

الضغط المسلط من المنشأ على التربة < قابلية تحمل التربة

تختلف قابلية تحمل التربة بحسب نوعيتها ومستوى المياه الجوفية وكما تم توضيحه سابقا ومما يجب الانتباه إليه أن الضغط المسلط على التربة يجب أن لا يتجاوز قابلية تحمل التربة و إلا تتم زيادة مساحة الأساس .

11 – 6 أنواع الهطول في الأسس :

إن هطول أو نزول الأسس هو حقيقة هندسية لمعظم أنواع الترب ومهم جدا في سلامة المنشأ ، ويكون الهطول على أنواع :

1- الهطول المنتظم : نزول المنشأ كله بمقدار متساوي يتراوح بين (5 – 10) سم ويكون تأثيره قليلاً .

2- الهطول غير المنتظم : نزول جزء من المنشأ أكثر من الأجزاء الأخرى ويكون خطرا .

3- الهطول الآني : وهو نزول للتربة الرملية عند تنفيذ المنشأ وقد يكون هذا الهطول منتظم أو غير منتظماً .

4- الهطول الكلي للأمد البعيد : و يمثل مجموع النزول الكلي خلال عمر المنشأ .

11- 7 حدل و تربيع التربة : إن الهدف من حدل أو رص التربة هو إكسابها قوة معينة و جعلها قابلة لمقاومة الأحمال المسلطة عليها ويستوجب أن تكون التربة مرصوصة بمقدار 90 % من الكثافة العظمى الجافة . يتم حدل التربة بواسطة الحادلات الكبيرة للأعمال الواسعة كالساحات و المطارات و الطرق (لاحظ شكل 11) .

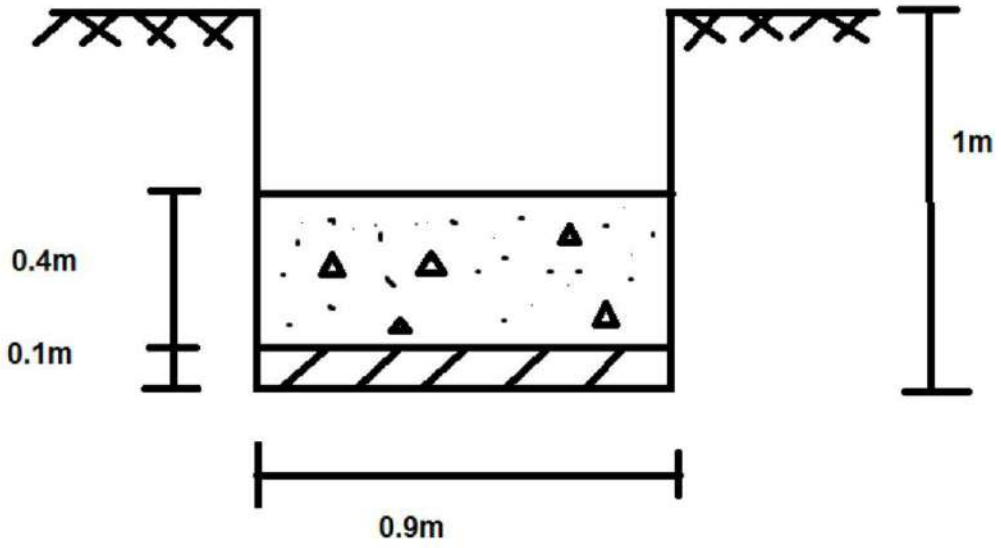
شكل 11: حادلة ذات عجلة فولاذية مستوية

شكل 12: مدقة يدوية آلية

يتم حدل أي رص التربة في أسس الأبنية الضيقة باستخدام مدقات يدوية وهي عبارة عن أثقال حديدية أو بالمدقات الآلية وتكون قاعدتها مستوية تتحرك على شكل ضربات مسببة رص التربة(لاحظ شكل 12) وفي حالة دفن الأسس أو الأرضيات بالتربة و حدلها يجب أن لا يتجاوز سمك الطبقة المرصوصة 25 سم ، بعده تتم عملية التربيع وهي فرش المساحة المحدولة بالطابوق المصخرج أو الطابوق الكسر أو صب طبقة من الخرسانة بسمك 10سم بنسبة خلط 8:4:1 (سمنت : رمل :حصى)تسمى بالخرسانة الضعيفة أو استخدام قطع الحصى الكبيرة في التربيع المسماة الجلمود و يجب رص التربيع بالطابوق و الجلمود للحصول على طبقة قوية لإسناد الأساس علما إن فائدة التربيع هو جعل طبقة عازلة للأساس عن التربة لمنع وصول الأملاح الموجودة في التربة للخرسانة وبالتالي تلفها مثل أملاح الكبريتات ومنع وصول أملاح الكلوريدات إلى حديد التسليح مسببة تآكله ويجب رش مبيد للأرضة مثل الكلوريدين فوق التربيع بالطابوق مثلا .

11– 8 أمثلة حول حساب كميات الأعمال الترابية و الإنشائية :

مثال 1 : احسب كميات الحفر والتربيع وصب الخرسانة لاساس جدار غرفة طوله (10) متر اذا علمت ان عمق الحفر للاساس هو (1) متر وعرض الأساس (0.9) متر وسمك صبة الأساس (0.4) متر



شكل (13) لاساس جدار

الحل :

1. كمية الحفر(م^3) = طول الأساس × عرضه × عمق الحفر

$= 1 \times 0.9 \times 10$

$= 9$ م^3

2. كمية التربيع (م^2) = طول ألاساس × عرضه

$= 0.9 \times 10$

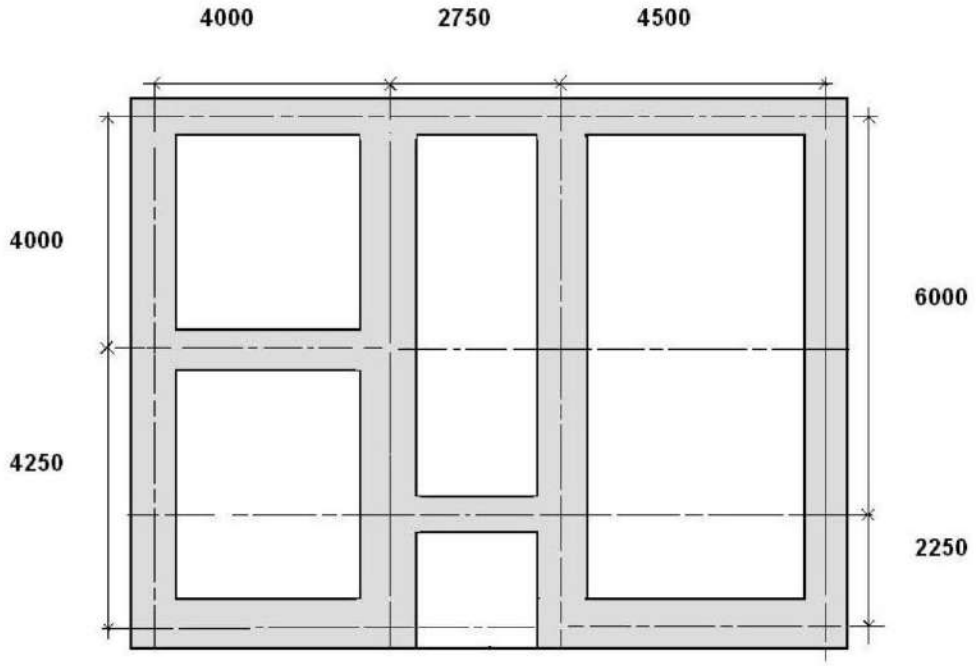
$= 9$ م^2

3. كمية الصب للخرسانة (م^3) = طول الأساس × عرضة × سمك صبة الأساس

$= 0.4 \times 0.9 \times 10$

$= 3.6$ م^2

مثال 2 : احسب كميات الحفر و التربيع والخرسانة المسلحة للأساس الجداري علما بان عرض الأساس 0,8 م وسمك صبة الاساس 0,4م وعمق الحفر 1م مستعينا بالشكل (12 – 3)



شكل (14) : أساس جداري لدار سكنية

الحل :

طول الأساس الكلي = [(0.8 + 11.25) ×2 +(0.8 −4)] +[(0.8 −8.25) × 4]

= 57.1 م

حجم الحفر (م ^{3}) = طول الأساس × عرض الأساس × عمق الحفر

= 57.1 × 0.8 × 1 = 45.68 م^3

مساحة التربيع (م ^{2}) = طول الأساس × عرض الأساس

= 57.1 × 0.8 = 45.68 م ^{2}

حجم الخرسانة المسلحة للأسس (م ^{3}) = طول الأساس × عرض الأساس × سمك صبة الأساس

= 57.1 × 0.8 × 0.4 = 18.27 م^3

أسئلة الفصل الحادي عشر

س1 أعد حل المثال الثاني أعلاه معتبرا عرض الأساس 0,9م وسمك الأساس 0,4 م وعمق الحفر 1,25م .

س2 ارسم مقطعاً طولياً لأساس جداري مع كافة التأشيرات .

س3 لماذا يفضل الأساس الحصيري لإنشاء بناية تجارية مطلة على شارع عام ومحاطة من جهاتها الثلاث الأخرى بأبنية قديمة وشارع عام ؟

س4 اشرح طريقة تنفيذ أسس الركائز .

س5 ما فائدة حدل و تربيع الأسس .

س6 عدد انواع الهطول (النزول) في الأسس.

س7 عدد مع الشرح طرق تصريف المياه عند حفر الأسس.

س8 عرف مايأتي :

1- الاساس 2- الاساس الحصيري 3- أسس الدعامات 4- قابلية تحمل التربة

5- عملية التربيع

الفصل الثاني عشر

- أنواع الأرضيات
- الأرضيات الداخلية
- تهيئة الأرضيات للتبليط
- أرضيات الطابق الأرضي
- محددات الميل وسمك الأرضيات
- أسئلة الفصل

الفصل الثاني عشر / الأرضيات

12-1 المقدمة

يختلف أسلوب تنفيذ اعمال الارضيات تبعا لنوع الأرضية واماكنها حيث يكون أسلوب التنفيذ والمعالجات لارضية الطابق الأرضي للبناية يختلف عن الطوابق الأخرى لنفس البناية ويختلف أيضا عن أسلوب التنفيذ لارضية السطوح والحمامات وكذلك الارضيات الخارجية المعرضة للعوامل الجوية تختلف عن الارضيات الداخلية من حيث طريقة العمل ونوع المواد المستخدمة .

12-2 أنواع الأرضيات

يمكن ان تقسم الأرضيات بحسب نوع الاستخدام وموقعها في المبنى وهي :

12-2-1 أرضيات خارجية في المناطق الخارجية من المبنى مثل الأرصفة والكراجات والممرات الخارجية وتكون المادة المستعملة في العمل كما ياتي .

اولا (أرضيات مصبوبة بالخرسانة كما مر شرحه في المرحلة الأولى

ثانيا (أرضيات تبلط بالشتايكر الخاص بمحلات الكراجات والأرصفة ولها مواصفات في العمل وقياسات مختلفة وألوان مختلفة ولها قابلية تحمل الأثقال المسلطة .كما في الشكل (1)

ثالثا (أرضيات بالكاشي الخاص بالمناطق المكشوفة والخارجية

رابعا (أرضيات بالطابوق الفرشي وتكون أبعاد هذا النوع من الطابوق 4×25×25سم او 6×30×30سم وتستخدم في الطارمات والممرات الخارجية وفي السطوح

خامسا (أرضيات بالحجر ان استعمال الحجر لغرض رصف وتبليط الأرضيات محدد جدا وذلك لعدم انتظامه والكلفة العالية ويكون استخدامه في المناطق العامة والحدائق والمتنزهات لإغراض الجمالية.

الشكل (1) يبين مراحل عمل الأرضيات في الأرصفة والكراجات الخارجية

2-2-12 الأرضيات الداخلية

كما ذكر في الأرضيات الخارجية تكون هذه الأرض مستخدمة في داخل الأبنية وهناك أنواع مشتركة تستخدم في الداخل والخارج وان طريقة العمل مشتركة تقريبا ماعدا بعض المعالجات بحسب طبيعة المادة ونوع الأرضية ومن الأنواع الشائعة في الأرضيات الداخلية هي .لاحظ الشكل (2) يبين بعض أنواع الأرضيات .

أولا-(الكاشي العادي والموزائيك

ثانيا-(المرمر والكرانيت

ثالثا-(البور سلين بأنواعه

رابعا-(الأرضيات الخشبية

خامسا-(أرضيات صب خرسانية مع الطلاء بمادة الايوبكسي

سادسا-(أرضيات صب خرسانة مع الفرش بالمواد البلاستيكية

الشكل (2) يبين أنواع الأرضيات الداخلية والخارجية

3-12 تهيئة الأرضيات للتبليط

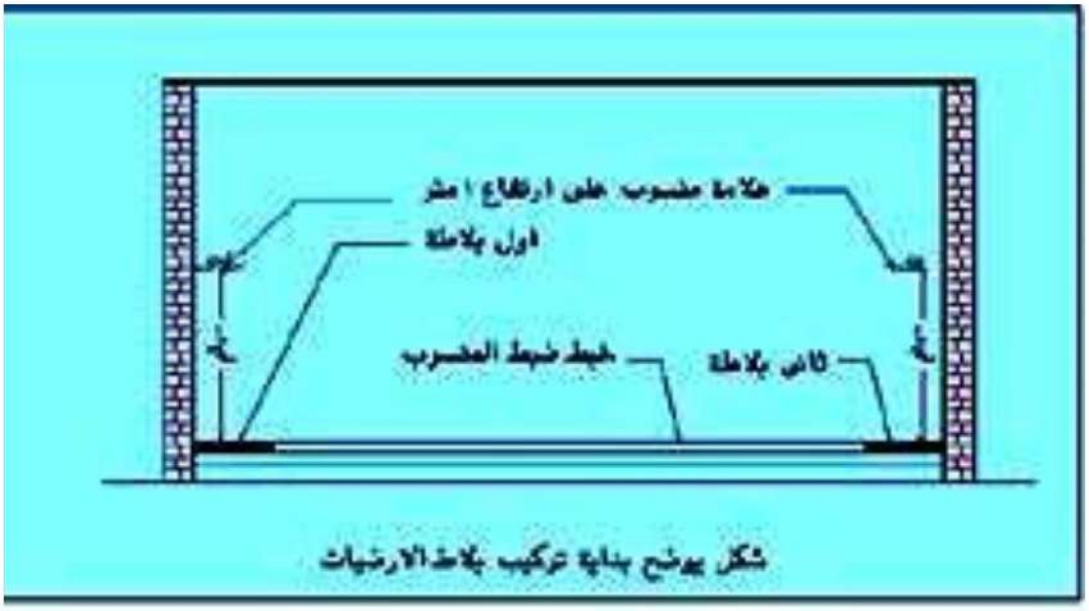
يمكن أن ينفذ العمل لاكساء الأرضيات بالكاشي او اية مادة إنهاء من التي سبق ذكره فوق أرضية من الخرسانة المسلحة وغير المسلحة .بحسب طبيعة المكان ويمكن تنفيذ العمل في الطوابق المتكررة او فوق أرضية الطابق الأرضي وينفذ أيضا على الأسطح المائلة التي تتطلب وجود ميل تحت الكاشي وسوف نتطرق الى كيفية تهيئة الأرضية للعمل .

أرضية الطوابق المتكررة

نبدأ بمسح كافة غرف وأجزاء المسكن او أية بناية شاقولياً)راسياً (وذلك بتحديد منسوب ثابت على جدرانها عند بداية العمل في أكساء البناية .ويحدد هذا المنسوب باستخدام أجهزة المساحة المتوفرة او الطريقة المستخدمة في العمل باستخدام الخرطوم البلاستيكي الشفاف) الصوندة (وتسمى صوندة الوزن وتثبت نقطة على ارتفاع معين وليكن متر واحدا اعتباراً من سطح الأرضية المسلحة .ويثبت على الجدار بعلامات ثابتة لايؤثر فيها تنفيذ باقي العمل لاحظ الشكل (3 أ و ب) ويستفاد من المنسوب في الأعمال الآتية :

- **تحديد منسوب عتبات وفتحات الأبواب والشبابيك**
- **تحديد منسوب السطح النهائي لطبقة الكاشي او الإنهاء**
- **تحديد ارتفاع ومناسيب التجهيزات الصحية المختلفة من منسوب السطح**
- **تحديد ارتفاع المفاتيح الكهربائية اعتبار من منسوب السطح المفترض الإنهاء بعد تحديد المنسوب المطلوب مع ذكر الفائدة منة سوف نتطرق الى خطوات العمل الأخرى لاحقاً**

الشكل (3-أ) كيفية تحديد المناسيب على الجدران



الشكل (3- ب) تحديد الاستقامة على الأرض

4-12 أرضيات الطابق الأرضي

تختلف بداية العمل في الطابق الأرضي عن الطوابق المتكررة والتي تكون الأرضية فيها جاهزة للعمل بعد صب الطوابق بالخرسانة .اما في الطابق الأرضي فيجب ان ترص الأرضيات الترابية بالدق اليدوي او بواسطة استخدام حادلات خاصة بحسب مساحة العمل ونوعه كما في الشكل رقم ..(4)في بعض الأحيان يلجأ الى تغير التربة وذلك بإضافة طبقات من الحصى الخابط)السبيس (فيكون العمل على شكل طبقات تفرش على الأرضية وتحدل بالحادلة وتكون سمك الطبقة الواحدة من 25-20سم مع استخدام الماء للرش أثناء الحدل حتى نصل الى المستوى المطلوب الذي يمنع هبوط التربة مستقبلا .ثم ترش الطبقة الأخيرة بقاتل حشرات أو مبيد فايروسي ولا يستخدم النفط الأسود لأنهُ يفتت التربة لقتل الحشرات التي قد تكون في التراب الحصى الناعم من بقايا الرمل ويفضل دق هذه الطبقة .

وفي كل الأحوال يجب ان يكون منسوب السطح النهائي لهذه الطبقة اقل من المنسوب المطلوب لصب الأرضية بمقدار سمك طبقة الصب والمونة وطبقة الإنهاء وهذه الخطوات تحدد مسبقاً من قبل المهندس المختص بالعمل

.

ثم نبدأ بتنفيذ خطوات العمل لتحديد المنسوب كما ذكر في أرضيات الطوابق المتكررة.

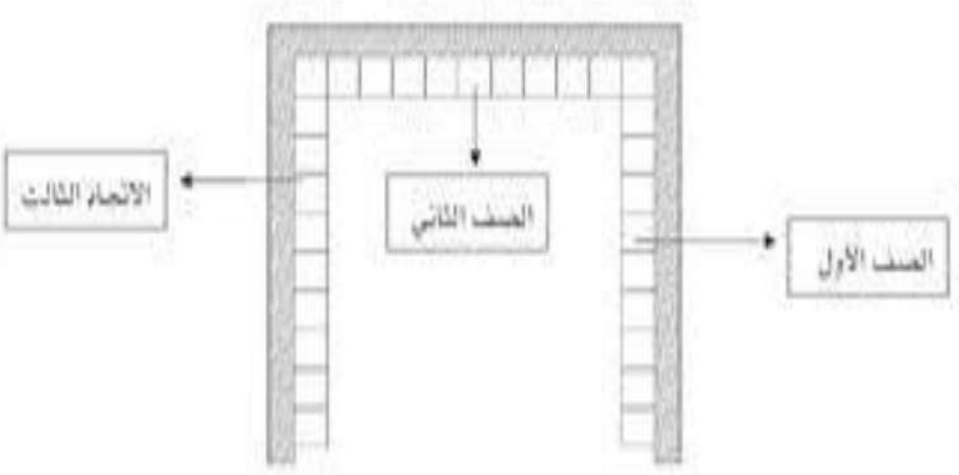
لشكل (4) طريقة الحدل الميكانيكية

5-12 محددات الميلان وسمك الأرضيات

تنفذ طبقة صب الأرضيات في الطابق الأرضي بمونة الخرسانة وبحسب النسب التي تحدد لمزج الخرسانة ويحدد سمك الأرضية بحسب الأحمال المتوقعة إن تسلط .ويختلف أسلوب التنفيذ بحسب نوع الأرضية ونوع المعالجة كما مر شرحه سابقا .كذلك يجب تحديد الميل وتوجيه الأرضية بانحدار معين وان لايكون الميل محسوساً في الشكل العام للأرضية والغاية من الميل هو للتخلص من الماء عند التنظيف بأقل مدة زمنية من خلال فتحات التصريف لتقليل من الرطوبة التي قد تحدث نتيجة وجود الماء فوق سطح طبقة الإنهاء .ان الميل المطلوب سواء كان للأرضيات الخارجية او الداخلية او السقوف يتم تنفيذه خلال عملية التبليط وتحدد دائما نسبة الارتفاع)الانحدار الى الطول الكلي (حيث يتم اختيار بداية واتجاه سير خطوط التبليط بحيث تتحقق لدينا في نهاية الإنهاء صفوف مستقيمة من التبليط ومتوازية مع الجدران وقبل المباشرة في التبليط يجب ملاحظة ما يأتي:

-*التأكد من أبعاد الغرفة وحساب عدد الصفوف للكاشي .وهل يستدعي العمل تنفيذ صفوف من الكاشي او أي طبقة إنهاء بأبعاد اصغر من الأبعاد المستعملة .وخاصة في المناطق المجاورة للجدران حيث يفضل في حالة وجودها ان تنفذ في المناطق المخفية والأقل ملاحظة أي الجانب الذي يغطى بالمفروشات اوخلف الأبواب وهكذا.لاحظ الشكل (5)

-*في حالة الشك ان الجدران غير متعامدة بزاوية قائمة مع بعضها البعض فان طبقة الإنهاء بالكاشي والفواصل بين القطع لن تكون في جميع الأحيان متوازية مع الجدران وفي هذه الحالة يفضل ان يكون مكان ظهور الفرق في المناطق المخفية .



الشكل (5) طريقة تحديد صفوف الكاشي للأرضيات

خطوات تنفيذ رصف الأرضيات

إضافة إلى كل ماتقدم من شرح حول أنواع الأرضيات والتهيئة ومحددات الميل ومعرفة المناسيب يجب أتباع الخطوات الآتية وتكون شاملة تقريبا لكل أنواع الأرضيات :

1- ترش الأرضية بالماء بغزارة للتنظيف .وتنقل المواد إلى موقع العمل ويرش الكاشي بالماء أيضا

2- ينفذ الصف الأول من الكاشي بجوار الجدار وعلى مسافة منه تتناسب مع ترك مسافة للازارة من (3-1)سم تثبت الكاشية الأولى على طبقة من المونة وتكون متناسبة مع المنسوب المطلوب للسطح النهائي وبحسب العلامات التي تم تثبيتها سابقا توضع الكاشية فوق الخليط وتدق بمطارق خاصة خشبية او بلاستيكية ثم يأخذ وزن السطح بواسطة الميزان المائي)ألقبان. (يجب التأكد من المنسوب مع العلامات المثبتة بعد كل خطوة عمل وبعدها يتم تثبيت كاشية أخرى في نهاية الصف وبنفس الطريقة .اما المسافة بين الكاشيتين فيجب ان تكون مساوية لعدد صحيح من الكاشي مع ملاحظة وجود فواصل بين الكاشي بحدود (3-1)ملم.انظر الشكل رقم (6)للتعرف على خطوات العمل .

3- يثبت خيط مابينالكاشيتين ملاصقا لها وعلى استقامة من الجانب العلوي وذلك للحصول على سطح أفقي بين الطرفين .

4- تملأ المسافة الفاصلة بين الكاشي بالمونة ويكون الكاشي على استقامة الخيط وحافة العليا مع حافة الخيط

5- بعد الإنهاء من كافة الصفوف ذات القطع الكاملة يبقى الصف الأخير الذي غالبا مايكون بعرض اقل من عرض الكاشي .لذا تقطع الكاشية بالقياس المطلوب وتثبت بنفس الطريقة

6- بعد الإنتهاء من تنفيذ العمل للأرضية بأية مادة إنهاء وبعد جفاف المونة تتم عملية ملء المفاصل بالمونة الخفيفة من السمنت والماء بواسطة الماسحات اليدوية تسمى عملية (التشرب). ثم ينظف الموقع بواسطة قطع من القماش الخشن الملمس كما في الشكل .(7)

الشكل (6) مجموعة من الصور التي تبين خطوات العمل (للاطلاع فقط)

أ- عملية وضع الكاشية الأولى

ب- عملية أكساء الساف الأول

ج - عملية الاستمرار في أكساء الأرضية

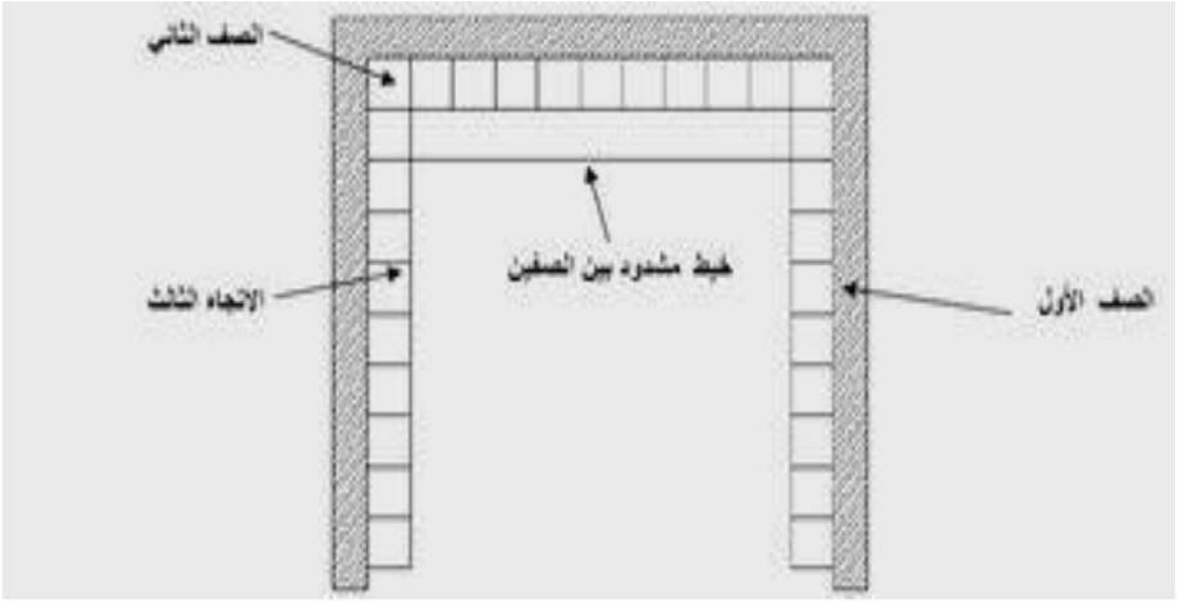
د - عملية إنهاء الحافات المجاورة إلى الجدار

الشكل (7)عملية إجراء الشربته للكاشي

الشكل (8) الصور تبين طريقة تثبيت الازارة على الجدران

الشكل (9) يوضح انتهاء العمل للأرضية

بنفس الطريقة والخطوات المتبعة لإنهاء الأرضيات بالكاشي يتم إنهاء الأرضيات بالبورسلين والمرمر وكما هو موضح في الصورة أدناه .



الشكل (10) طريقة وضع الخيط

عملية التبليط بالبورسلين

الشكل (11) يوضح خطوات عمل البورسلين

عملية إجراء التنظيف بعد إنهاء التبليط وعملية التشربت

الشكل (12) خطوات عملية التنظيف

عملية تثبيت الازارة من السيراميك او البورسلين

الشكل (13) الصور تبين مراحل العمل لتثبيت الازارة

أسئلة الفصل الثاني عشر

س /1 ضع كلمة (صح) أمام العبارات الصحيحة وكلمة (خطأ) أمام العبارات الخاطئة وصحح الخطأ إن وجد .

1 - أن تنفيذ أعمال الأرضيات موحد لكل أنواع الأرضيات
2 - يمكن استخدام نوع واحد من الكاشي في الأرضيات الداخلية والخارجية
3 - يستفاد من اخذ المنسوب لتحديد عتبات الأبواب والشبابيك .
4 - لاتوجد علاقة بين اخذ المنسوب وتحديد الأعمال الكهربائية .

س /2 كيف يتم تحديد ميلان وسمك الأرضيات .

س /3 علل مايأتي

1 - يثبت خيط بين كاشيتين على مسافة معينة عند التبليط بالكاشي

2 - تملأ المفاصل بين الكاشي بالمونة الخفيفة بعد إنهاء التبليط

3 - تختلف عملية معالجة الأرضيات بين الطابق الأرضي والطوابق الأخرى

4 - تأخذ مساحة الغرفة قبل البدء بعملية تبليط الأرضيات

5 - يرش الكاشي اويوضع في الماء قبل الاستخدام

س4 عدد انواع الارضيات الخارجية.

س5 عدد انواع الارضيات الداخلية.

الفصل الثالث عشر

*السلالم

*أنواع السلالم

*محددات السلالم

*الطرق المتبعة في تنفيذ السلالم

الفصل الثالث عشر: السلالم

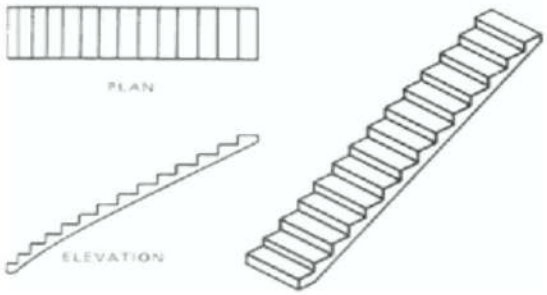
13 -1 مقدمة :

السلم : هو عبارة عن مجموعة من الدرجات المتتالية بقياسات ثابتة تستخدم كوسيلة للانتقال الى سطح المبنى او الانتقال من طابق الى طابق اخر وتشمل السلالم المتحركة والمعابر المنحدرة والمصاعد .

13 -2 أنواع السلالم : تصنف السلالم كما يأتي :

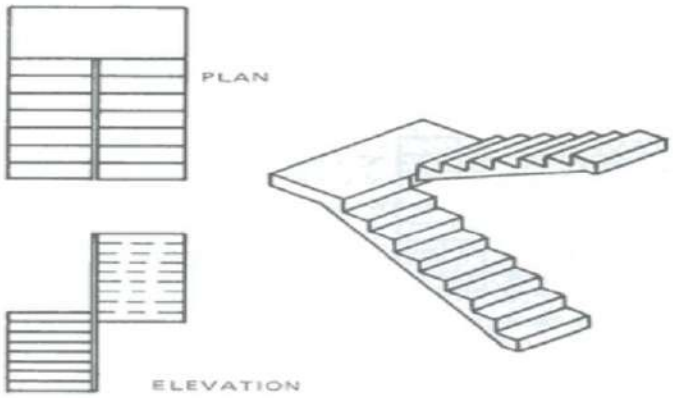
أولا – من حيث اشكالها الهندسية :

أ – السلم المستقيم: هو سلم باتجاه واحد بدون صحن على أن لا تزيد عدد الدرجات على 16 درجة و ارتفاع البناء 260 سم ، (لاحظ شكل 1).



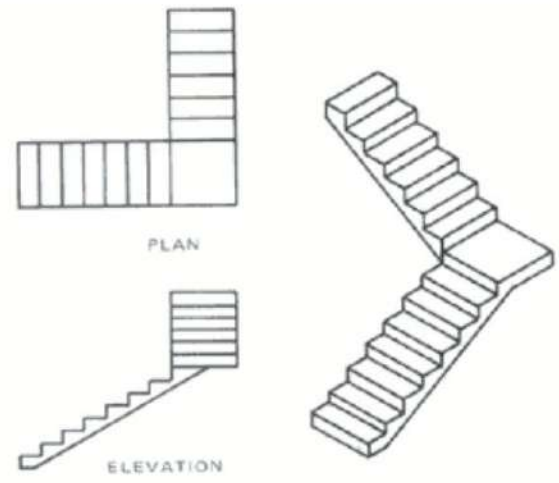
شكل (1) : مسقط أفقي وجانبي و رسم ثلاثي الأبعاد لسلم مستقيم

ب – سلم مستقيم نصفي بصحن مستطيل أو نصف دائري ، (لاحظ شكل 2).



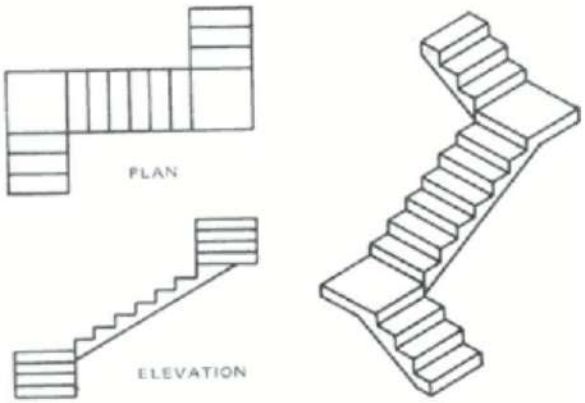
شكل (2) : مسقط أفقي وجانبي و رسم ثلاثي الأبعاد لسلم مستقيم نصفي

ج – سلم مستقيم زاوية ، (لاحظ شكل 3).



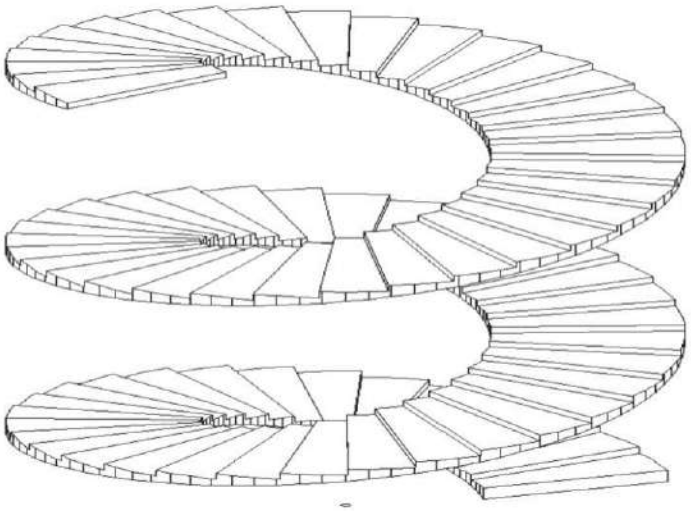
شكل (3) : مسقط أفقي وجانبي و رسم ثلاثي الأبعاد لسلم مستقيم زاوية

د – سلم مستقيم ثلاثي ، (لاحظ شكل 4).



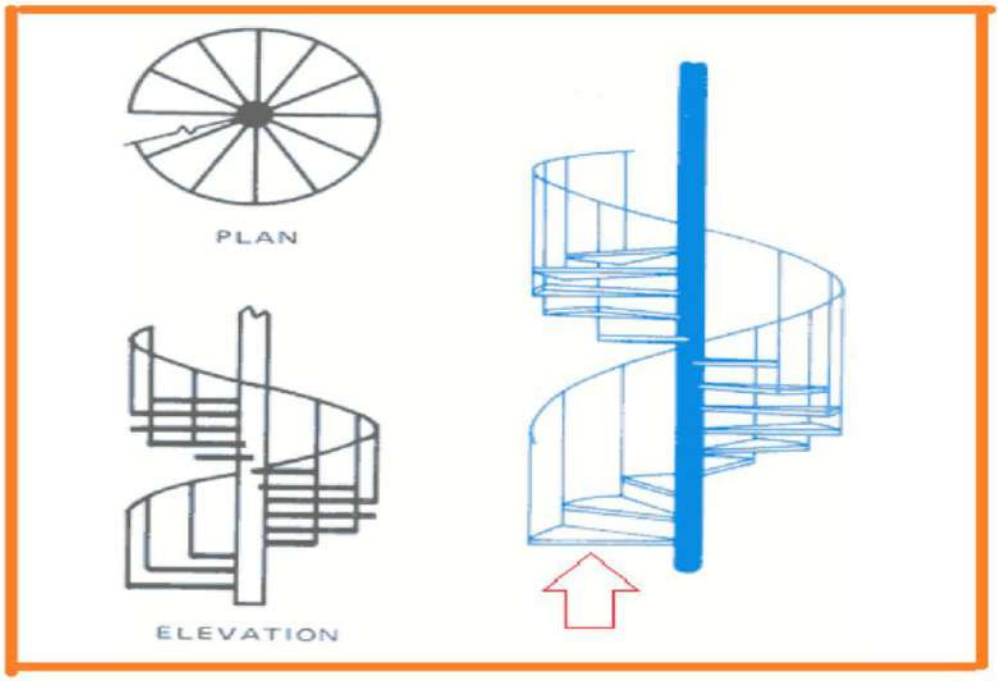
شكل(4) : مسقط أفقي وجانبي و رسم ثلاثي الأبعاد لسلم مستقيم ثلاثي

هـ – سلم دائري ، (لاحظ شكل 5).



شكل (5) : سلم دائري

و – سلم حلزوني ، (لاحظ شكل 6).



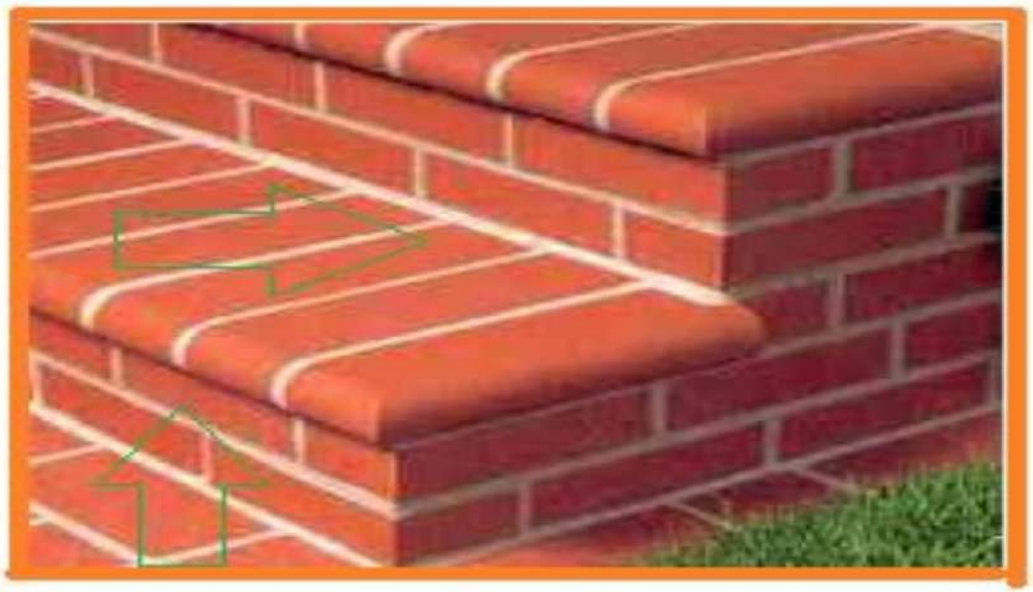
شكل (6) : مسقط أفقي وجانبي و رسم ثلاثي الأبعاد لسلم حلزوني

ثانيا – من حيث طريقة بنائها والمواد المصنعة منها :

أ – السلالم الحجرية ، (لاحظ شكل 7).

شكل (7) : السلالم الحجرية

ب – السلالم الطابوقية ، (لاحظ شكل 8).



شكل (8) : السلالم الطابوقية

ج – السلالم الخشبية ، (لاحظ شكل 9).

شكل (9) : سلم دائري خشبي

د – السلالم الزجاجية ، (لاحظ شكل 10).

شكل (10) : سلم حلزوني زجاجي

هـ – السلالم الخرسانية ، (لاحظ شكل 11).

شكل (11) : سلم مستقيم نصفي خرساني

و– السلالم الفولاذية ، (لاحظ شكل 12).

شكل (12) : سلم فولاذي

13 -3 أجزاء السلم :

يتكون أي سلم من الأجزاءالاتية.

1- الدرجة 2- الصحن 3- القبلة 4- المحجل

الدرجة : هي وحدة الصعود والنزول وتشمل :

أ- الدوسة : هي الجزء الافقي من الدرجة او المحل الذي توضع عليه القدم وتكون بعرض قياسي مساويا الى (30) سم .

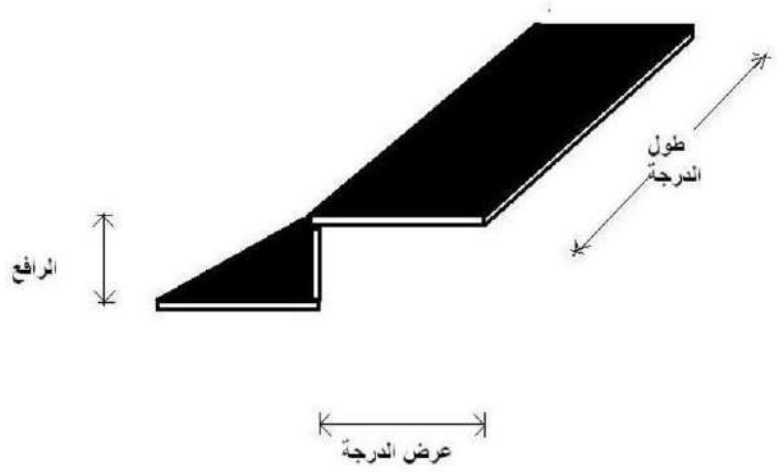
ب-الرافع: هو الجزء العمودي من الدرجة يسند الحافة الامامية للدوسة ويكون بارتفاع يتراوح بين (15-20) سم.

طول الدرجة هو نفسه عرض السلم يتراوح بين (80-100) سم في الدور السكنية

2- الصحن : هو عبارة عن محل استراحة في وسط السلم وكذلك واسطة لتغيير اتجاه السلم في الصعود والنزول

3- القلبة : هي مجموعة درجات السلم التي تلي الصحن تعمل عندما يكون السلم طويلا او عند عدم توفر المساحة الكافية لمسافة السلم .

4- المحجل : هو عبارة عن مسند يوضع على جهة او جهتي السلم ويصنع من الحديد او الخشب واحيانا يبنى بالطابوق يستخدم للاستناد عليه اثناء الصعود والنزول.



شكل (11-1) : أجزاء السلم

13 -4 الطرق المتبعة في تنفيذ السلالم :

أولا- خطوات تثبيت سلالم الوحدات الخرسانية الجاهزة :

تصنع هذه الوحدات بطول يتراوح بين (750 – 1100) mm وعرض الدرجة 300 mm أما سمكها فيتراوح بين (80 – 85) mm وتشمل 70 mm خرسانة مسلحة وطبقة موزائيك مع الملاط (أحجار مع مونة السمنت الرابطة)

أ – يجب أن يكون الجدار الساند للوحدات الخرسانية الجاهزة بسمك 360 ملم (طابوقة ونصف) اذ تثبت في الجدار بمسافة 200 mm.

ب – يستخدم المحجر وهو عبارة عن أجزاء حديدية بمقطع مربع طول ضلعه 40 ملم لربط الجزء الآخر من الدرجة بواسطة البراغي و الصامولات .

ج – عند تثبيت طرف الدرجة في الجدار يجب إسناد الطرف الآخر السائب من الدرجة إسنادا وقتيا بواسطة الطابوق مع ملاحظة استواء الدرجة أفقيا أي بدون ميلان بواسطة ميزان مائي .

ثانيا- خطوات تنفيذ السلالم الخرسانية :

أ – يتم تصميم السلم أولا وتحدد أبعاد الدرجة وعددها وميلان السلم ... الخ .

ب – يتم اختيار القالب الخشبي الذي يثبت بصورة مائلة وبحسب زاوية الميلان المحددة بالتصميم ويسند جيدا من الأسفل ، (لاحظ شكل 13) .

شكل (13) : تثبيت القالب الخشبي للسلم

ج – يسند القالب الخشبي من جانبيه ، (لاحظ شكل 14) .

شكل(14) : إسناد جانبي للقالب الخشبي

د – يسلح السلم وفق مخطط التصميم الإنشائي ويصب الجزء المنحدر (بدون الدرجات) مع الصحن أولا ثم تثبت ألواح من الخشب على الإسناد الجانبي للقالب ويحدد سمك الرافع وعرض الدرجة وتصب بالخرسانة وكما مبينة في الشكل (15).

شكل (15) : صب درجات السلم بالخرسانة

أسئلة الفصل الثالث عشر :

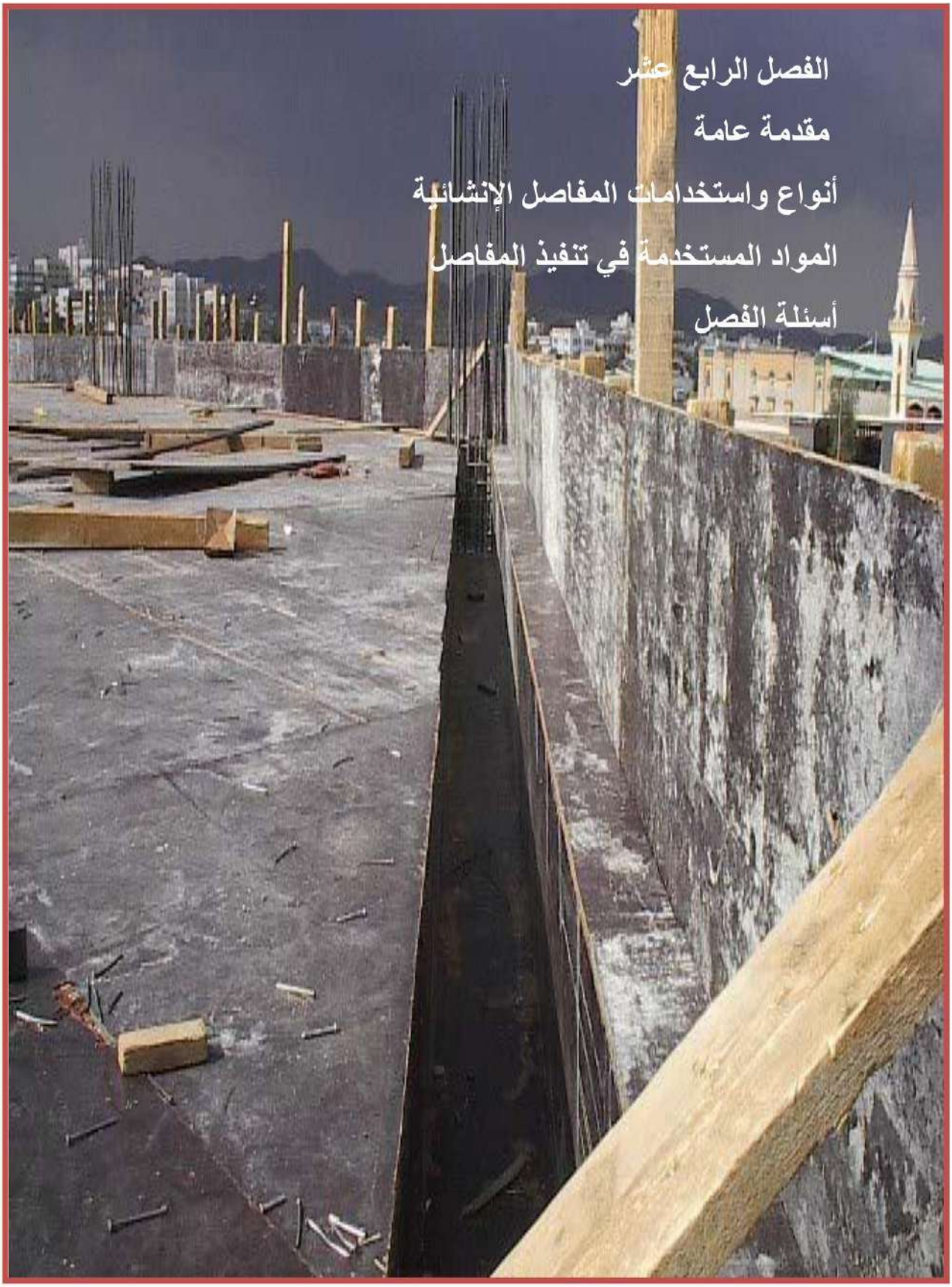
س1 وضح أنواع السلالم من حيث الشكل معززا إجابتك برسوم توضيحية .

س2 ما هي أجزاء الدرجة ومحددات السلم ، عزز إجابتك برسم توضيحي مع كافة التأشيرات ؟

س3 ما هي أنواع السلالم من حيث المواد المصنعة منها ؟

س4 اشرح خطوات تثبيت سلم الوحدات الخرسانية الجاهزة .

س5 كيف يمكنك تنفيذ سلم خرساني مسلح لدار سكنية ؟

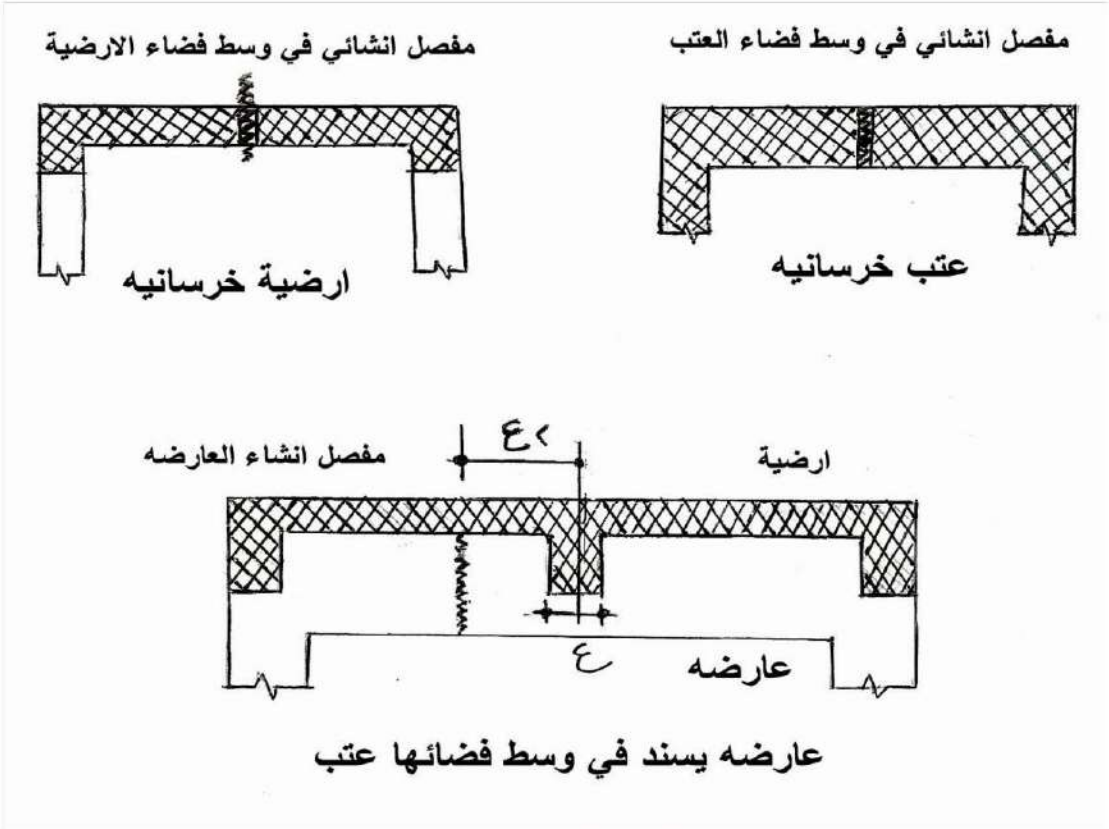

الفصل الرابع عشر
مقدمة عامة
أنواع واستخدامات المفاصل الإنشائية
المواد المستخدمة في تنفيذ المفاصل
أسئلة الفصل

الفصل الرابع عشر / المفاصل التمدد (Construction Joints)

(14 – 1) مقدمة : –

المفاصل الانشائيه هي المفاصل التي يتطلب عملها في الأرضيات والسقوف والأعتاب ومناطق الاتصال بين الأجزاء البنائية المختلفة وبحسب المراحل الإنشائية لتنفيذ العمل . فمثلا اذا تطلبت ظروف العمل صب ارضيه خرسانية بمرحلتين بدلا من صبها بمرحلة واحدة مع عمل مفصل انشائي في موقعه الصحيح بين المرحلتين . وعند عمل المفاصل يجب ان يُراعى موقعها بحيث توضع في المواقع التي تكون فيها قوى القص قليلة . فموقع المفصل الانشائي يكون في وسط فضاء الارضيات والاعتاب والعوارض التي تستند عليها العتب .

والعارضة التي تستند عليها العتب يكون موقع مفصلها الانشائي على بعد يساوي ضعف عرض هذا العتب من وسط العارضة كما مبين في الشكل (14 – 1) . وقد حددت الفقرة (13 – 5 – 7) الباب الثالث عشر من الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة مواقع مفاصل الصب لحالات اخرى يمكن الرجوع اليها عند الضرورة .



الشكل (14–1) العوارض والعتبات

❖ **تقسم المفاصل التي تعمل في الارضيات الى نوعين:**

أولا:- المفاصل الاعتيادية : يستعمل عذا النوع من المفاصل بين بلاطات الكاشي العادي او الكاشي الموزائيك او المرمر ويعمل لمسافة بين (2- 3) mm في الأماكن الداخلية التي لا تتعرض الى درجات حرارة عالية .

أما الأماكن الخارجية مثل السطوح والممرات الخارجية فيعمل المفصل بعرض (6-10)mm وذلك لضمان امتلاء هذه المفاصل بمونة شربت السمنت والتي تساعد على زيادة التماسك الجانبي بين كاشية وأخرى مجاورة ولمنع انفصالها عن بعضها بسبب تعرضها للتمدد والتقلص نتيجة لتغير درجات الحرارة اكثر من الأماكن الداخلية .

ثانيا:- مفصل تمدد: يستعمل هذا النوع من المفاصل بين مساحة كبيرة وأخرى فمثلا عند التبليط بالكاشي او الاشتايكر في المناطق الخارجية تعمل مفاصل تمدد بين كل (2- 2,5) م ويكون عرض المفصل من (2- 3) cm تقريبا وذلك للسماح لهذه البلاطات بالتمدد والتقلص عند تغيير درجات الحرارة وتملئ هذه المفاصل بمواد اسفلتية او الماستك او توضع مونة سمنت ضعيفة بنسبة (1:1) أي (1 سمنت:1 رمل).

علل:

تزداد مسافة المفصل الاعتيادي بين بلاطات الكاشي في السطوح والممرات الخارجية.

ج: 1- لزيادة التماسك الجانبي بين بلاطات الكاشي .

2- لتجنب انفصال البلاطات عن بعضها عند حدوث التمدد والتقلص في درجات الحرارة المتغيرة

(14 – 2) انواع واستخدامات المفاصل الانشائية : -

تعمل المفاصل الانشائية باشكال وتفاصيل معينة وتكون اما من النوع الذي يفصل بين اجزاء الوحدة البنائية فصلا كاملا او فصلا جزئيا .

ومن اهم المفاصل الانشائية واكثرها استعمالا مايأتي : -

1 – مفصل انشائي في الارضيات والسقوف :

يكون ذا فراغ بمقطع مستطيل مستمر في قسمه العلوي يملأ بمادة قيره او اية مادة أخرى قابلة للانضغاط و الانفتاح التلقائي . كما في شكل (14 – 2 – أ) . وفي هذه الحالة يستمر تسليح الارضيات ان وجد في موقع المفصل ويعتبر المفصل في هذه الحالة من النوع ذي الفصل الجزئي كما في شكل (14 – 2 – ب) .

2 – مفصل انشائي في الارضيات ذو الفصل الجزئي :

في هذا النوع تضاف بعض التسليح في موقع المفصل لتقوية الارضيات وزيادة مقاومتها للنزول الجزئي وكذلك تضاف مادة مالئة قيرية في اعلى المفصل ويضاف في اسفله شريط خشبي بمقطع مثلث . كما في الشكل (14 – 2 – جـ) . ويجب ان يوضع التسليح المضاف بمسافات متساوية ويربط بتسليح عرضي ويجلس في موقعه على ارجل (كراسي) مصنوعه من امتداد التسليح المضاف .

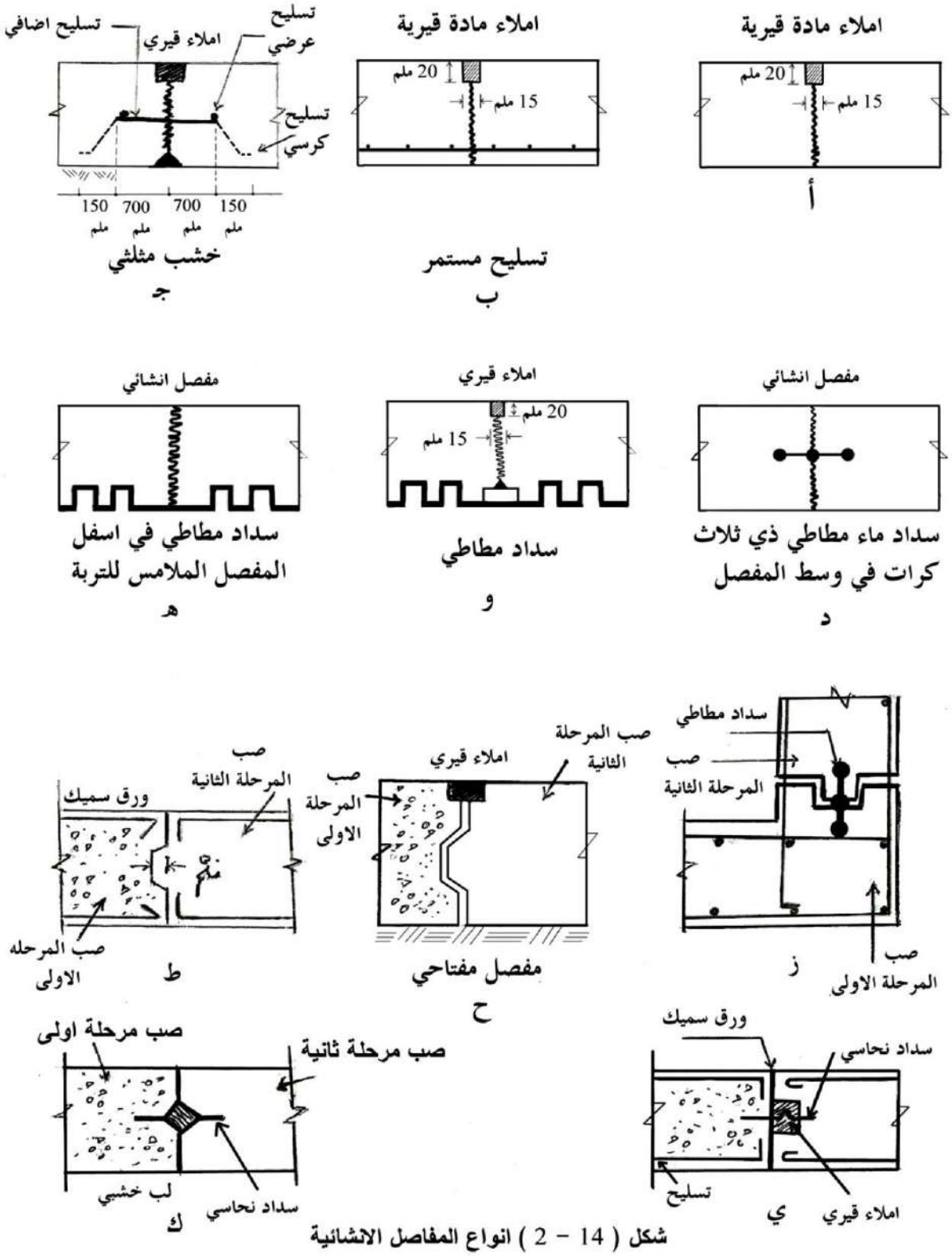
3 – مفصل إنشائي بإضافة سداد مطاطي او معدني مقاوم للصدأ كالنحاس : يوضع السداد في وسط المفصل للارضيات والمنشات المائية لمنع تسرب الرطوبة او الماء من خلال المفصل كما في شكل (14 – 2 د) وشكل (14 – 2 هـ) .

4 – مفصل انشائي باضافة املاء قيري من الاعلى وسداد مطاطي مع شريط مثلثي من المطاط او الخشب من الاسفل كما في شكل (14 – 2 – و) .

5 – مفصل انشائي بمقطع غير مستقيم (مفصل مفتاحي key joint) :

يعمل هذا المفصل لتقوية الربط بين اجزاء الوحدة البنائية في موقع المفصل وكذلك لزيادة مسافة مسار الماء وعرقلته في حالة تسربه من خلال المفصل ، وفي بعض الاحيان يضاف سداد مطاط او معدني او قيري ايضا في موضعه المناسب من المفصل كما في الشكل (14 – 2 – ز ، حـ ، ط) ويستعمل قالب خاص لعمل هذا المفصل ويتطلب عدم استمرارية التسليح في موقع المفصل لكي لا يتعارض مع وضعية القالب .

6 – مفصل انشائي ذو لب خشبي او املاء قيري مع سداد معدني او مطاطي في وسط المفصل: في عمل هذا المفصل يستعمل الورق السميك او غيرة كقالب لضبط استقامة وجه المفصل كما في الشكل (14 – 2– ي) والشكل (14 – 2– ك) .



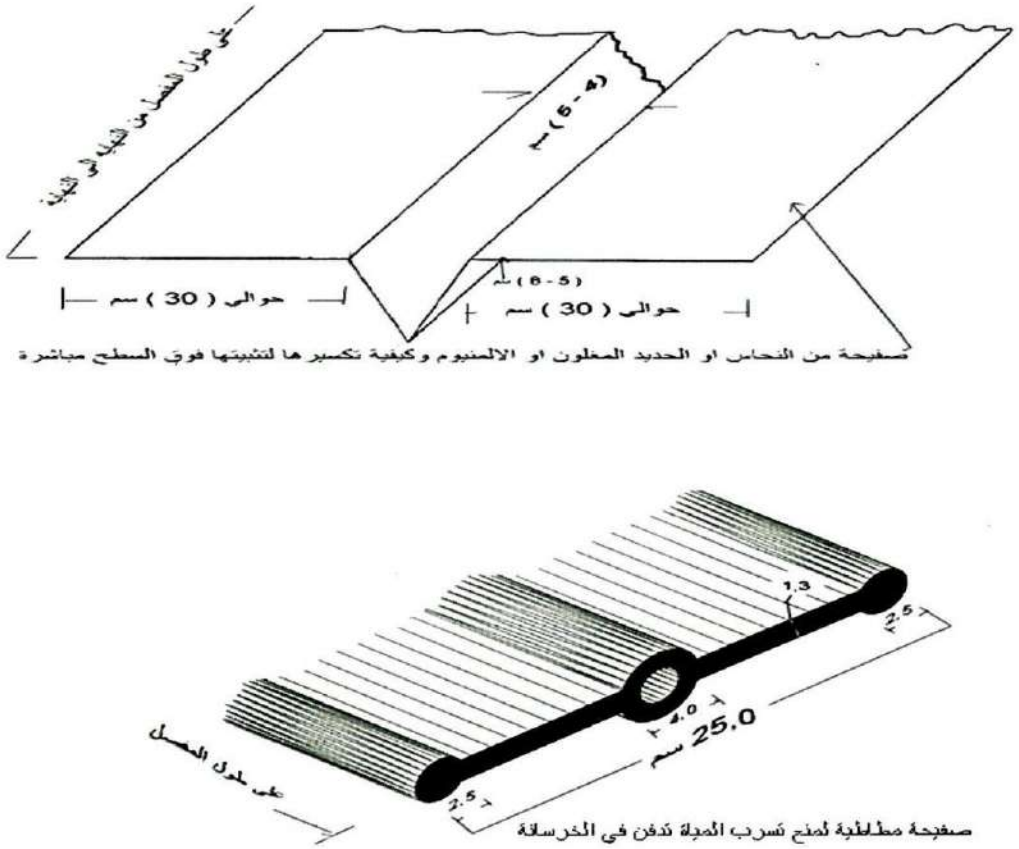
شكل (14 – 2) انواع المفاصل الانشائية

(14 – 3) المواد المستخدمه في تنفيذ المفاصل :

تقسم المواد المستعمله في المفاصل الى قسميين رئيسين هما : –

*– مواد لينه قابلة للانضغاط والانفتاح التلقائي كالألياف النباتية المكبوسة والمعالجة في الإسفلت او صوف زجاجي او مواد مطاطية خاصة .

*– مواد معدنية وهي مفضلة غالبا للأقسام الخارجية والمعرضة الى ماء او رطوبة حيث تعمل بشكل مفصل مائي معدني ويستعمل لذلك اما صفائح من الحديد سائبة من جهة واحدة ومتصلة بالعضو البنائي من الجهة الاخرى او تعمل بمقاطع متكسرة قابلة للحركة بمنحنيات خاصة ومثبته من الجهتين عندما يراد منع الماء من الدخول الى المفصل وعزل الخارج عن الداخل وتكون على اشكال مختلفة ويفضل غالبا استعمال صفائح من معادن لينة ومرنة كصفائح الحديد المغلون او الواح الالمنيوم او صفائح الرصاص او صفائح النحاس وهي اكثر المواد استعمالا بسبب ليونتها وعدم تأثرها بالرطوبة او الأملاح والشكل (14 – 3) يوضح بعض المواد المستخدمه في المفاصل.



الشكل (14 – 3) بعض المواد المستخدمة في المفاصل

الشكل (14-4) عملية معالجة المفاصل الإنشائية بين قطع الكونكريت

أسئلة نهاية الفصل

س1 / ما المقصود بالمفاصل الانشائية وما هي مواقعها ؟

س2 / علل ماياتي : -
أ – يتطلب عدم استمرارية حديد التسليح في موقع المفصل المفتاحي .

ب – تكون صفائح النحاس من المواد الاكثر استعمالا في تنفيذ المفاصل .

جـ - يوضع سداد مطاطي او معدني مقاوم للصدأ كالنحاس في وسط المفصل للارضيات والمنشأت المائية .

س3 عدد مع الشرح بايجاز انواع المواد المستخدمة في تنفيذ المفاصل الانشائية.

الفصل الخامس عشر

- مقدمة عامة
- أنواع الزجاج
- كيفية تثبيت الزجاج
- أسئلة الفصل

الفصل الخامس عشر/ الزجاج

(15 – 1) مقدمة : –

يتكون الزجاج من مواد أولية غير عضوية منصهرة ومبردة بالتدريج الى الحالة الصلبة دون تبلور . ومن هذه المواد الأولية الصودا ، السليكون ، الكالسيوم ، اوكسيد الصودا والمغنيسيوم ، حيث توزن هذه المواد جيدا ثم تخلط وتوضع في فرن درجة حرارته (1500) سيليزية ثم يتدفق الزجاج المذاب من المصهر الى حوض من القصدير المذاب بحسب السمك والحجم المطلوب والعجيب هنا هو ان الزجاج ومادة القصدير لا يختلطان ويصبح الجزء الملامس لمادة القصدير من الزجاج مستقيما تماما وعندما يخرج الزجاج من الحوض بعد ان يبرد قليلا يوضع في مبرده حتى يبرد ويصبح بنفس برودة الجو. ويعتبر الزجاج جزءاً مهم من أجزاء تكوين الشباك وله فوائد كثيرة منها الاضاءة وعزل الصوت والحرارة وفوائد جمالية وفوائد اخرى خاصة .

(15 – 2) انواع الزجاج : –

1 – الزجاج الاعتيادي الشفاف : وهو النوع الاكثر استعمالا من الانواع الاخرى وينتج محليا في الانبار بأبعاد (2 × 2,5) م وبسمك (3 ، 4 ، 6) ملم وبصورة عامة يمكن استعمال سمك 3 ملم للمساحات التي تكون اقل من نصف متر مربع ، وسمك 4 ملم للمساحات التي تكون بحدود 1,5 متر مربع وسمك 6 ملم للمساحات التي تزيد على ذلك . ويجب ان يكون الزجاج الجيد خالياً من التموجات وله سمك ثابت ولون متجانس كي لا تظهر الاشكال من خلاله مشوهة الابعاد مما يجعله متعبا للنظر وغير مرغوب فيه .

2 – الزجاج نصف الشفاف (الزجاج المرشوش بالرمل) : هذا النوع من الزجاج يصنع بواسطة رش نوع من الرمل بسرعة عالية على سطح الزجاج اثناء عملية صنعه . وهذه العملية تقلل من شفافية الزجاج واثناء هذه العملية يجب ان تتم تغطية الاجزاء التي يتطلب ان تبقى شفافة ويتم رش الرمل على الاجزاء الاخرى . ان تأثير هذه العملية على شفافية الزجاج يعتمد على قوة الرش ونوعية الرمل المستعمل . يستعمل هذا النوع من الزجاج للإغراض المنزلية والتجارية وبعض المرافق والمحال التي يراد حجب النظر والاضاءه جزئيا عنها مثل بعض الابواب وابواب الحمام والاثاث والفواصل والزجاج الداخلي .

3 – زجاج شفاف ملون (الزجاج المظلل) : هو عبارة عن زجاج مسطح شفاف تدخل في مكوناته اصباغ من اجل اكسابه خواص التظليل وامتصاص اشعة الشمس. هذا النوع من الزجاج

يقلل من اختراق اشعة الشمس لزجاج المباني وهو جزء مهم في التصميم المعماري والمظهر الخارجي للمباني وكذلك يتم استخدامه في الديكور الداخلي مثل الابواب واطراف السلالم والمرايا .

4 – الزجاج العاكس : هو زجاج عادي مغطى بطبقة رقيقة من المعادن لتقليل اثر الشمس حيث ان استخدام المعادن يعطي الزجاج خاصية عدم الشفافية من جهة الطبقة المعدنية فلا يمكن للشخص ان يرى من خلال الزجاج . ويعمل كمرآة عاكسة لأشعة الشمس او ماصه لها ويستفاد منه في واجهات الابنية التي يعتمد فيها تكيف الهواء على الطاقة الشمسية .

5 – الزجاج المشجر (الزجاج المعشق): يوجد بنوعيات كثيرة وبالوان عديدة وهو بديل للزجاج نصف الشفاف ويتميز هذا النوع بأنه غير مستوي تماما لوجود بعض الرسومات على سطحه وكذلك توجد نوعيات منه محززة طوليا ونوعيات ذات مربعات وان حجم وعمق وشكل هذه التشكيلات يعتمد على انعكاسات هذه التشكيلات وهذا النوع يسمح بمرور الضوء بحجم اقل من الزجاج الشفاف العادي ويستعمل في الديكور الداخلي .

6 – الزجاج المقوى (الزجاج ضد الكسر) : هو عبارة عن نوع من الزجاج المقوى بالحرارةحيث يصنع بعملية التسخين والتبريد الفجائي مما يزيد من مقاومة الزجاج للكسر وان احد اوجه هذا النوع من الزجاج يكون مغطى بالكامل او جزئيا بواسطة احدى انواع المعادن ، وبالاضافة الى الدور الجمالي الذي يلعبه هذا النوع من الزجاج فأنه يتحكم بدخول اشعة الشمس ويستخدم في العزل الحراري وتغطية الأسقف وفي عمل الأبواب والفردات الكبيرة في واجهات المخازن .

7 – الزجاج المقوس : هو عبارة عن زجاج عادي مقوس بطريقة خاصة . يمكن استعماله في الأماكن الخارجية مثل الشرفات وواجهات المحال ويستخدم على نطاق واسع في ابواب الحمامات والثلاجات والخزائن .

8 – الزجاج المسلح : ويستعمل في الابنية التجارية والمخازن والمعامل لمقاومة حوادث الكسر المتوقعة . وهنالك نوعيات منه خاصة لمقاومة العيارات النارية حيث ان الزجاج يتهشم عند تعرضه للعيارات النارية ولكنه يبقى متماسك الاجزاء بفضل الالياف البلاستيكية الموجودة في تركيبته .

9 – زجاج المرايا : يستخدم هذا النوع في صناعة المرايا التي نستخدمها في حياتنا اليومية .

10 – الزجاج الشمسي : يستخدم هذا النوع من الزجاج في عملية تصنيع الواح الطاقة الشمسية التي تمتص الحرارة وتحولها الى طاقة كهربائية .

11 – زجاج يمتص الحراره : هذا النوع من الزجاج يمنع عبور الاشعة الفوق البنفسجية . وهنالك نوع اخر يسمح بمرور اكبر كمية من الاشعة الفوق البنفسجية ويستعمل لغرض معالجة حالات مرضية معينة .

12 زجاج ذو وجه مرأة من الخارج : وهذا النوع يمنع رؤية ما في الداخل من الخارج ولكن لايمنع رؤية مافي الخارج من الداخل ويستعمل في الابنية التي يتطلب فيها وجود غرفة سيطرة من الناحية الامنية .

13 – الزجاج ذو الطبقتين (الزجاج المزدوج) : هو زجاج عازل يصنع من طبقتين من الزجاج العازل بينهما منطقة فارغة مغلقة باحكام . ومن اهم فؤائد هذا النوع من الزجاج توفير الشفافية التامة وتقليل فقدان الحرارة الذي يؤدي الى تقليل لاستهلاك الكهرباء .

(15 – 3) كيفية تثبيت زجاج الابواب والشبابيك :

يتم اختيار النموذج من الزجاج الذي يحقق المواصفات الفنية المطلوبة ثم يتم القص والتركيب من قبل مختصين في تركيب الزجاج وبأشراف مهندس الادارة للابنية الكبيرة او المهمة .

ويجب ان تراعى بعض الامور عند قص وتركيب الزجاج ومن أهم هذه الأمور ما يأتي : –

1 – يجب ان يكون المكان المخصص لتركيب الزجاج على مستوى واحد .

2 – تقطع الواح الزجاج بواسطة قاطع الالماس الخاص .

3 – تنعم حافات الزجاج بحيث تكون غير جارحة لان وجود حافات حادة قد يسبب فطوراً شعرية في الزجاج بعد التركيب ومن ثم تمتد تدريجيا .

4 – يجب ان يبقى الزجاج بعد التركيب مستقلا عن العناصر الاخرى المحيطة به .

5– يجب تركيب الزجاج على الاطار المعدني والالمنيوم من قبل الفني الاختصاصي المسؤول عن تركيب الاطار وبحسب المخططات التفصيلية المقدمة من قبل متعهد الزجاج والموافق عليها من قبل ادارة المشروع .

6 – تثبت الالواح الزجاجية في اطارات الالمنيوم بواسطة جوينات مطاطية خاصة على كامل محيط الالواح وذات قابلية كبيرة للانضغاط بحيث يكون اللوح الزجاجي حرا في

التمدد وبشكل ثابت ومتين حتى لايتعرض الزجاج لاي اجهاد بسبب عدم الاستواء او حدوث اي حركة او التواء . ويجب ان تكون هذه الجوينات قطعة واحدة تحيط بالزجاج

7 – يتم تثبيت الواح الزجاج على الاطارات المعدنية بأستعمال معجون خاص لتثبيت الزجاج ثم يتم تعديل وجه المعجون باستعمال شفرات خاصة .

شكل(15–1) تركيب زجاج عادي

شكل (15–2) تركيب زجاج مزدوج

شكل (15–3) الزجاج المشجر

أسئلة نهاية الفصل

س1 / كيف يتكون الزجاج وما هي أهميته وفائدته ؟

س2 / كيف يصنع الزجاج النصف شفاف وما هي استعمالاته ؟

س3 / ما هي الامور الواجب مراعاتها عند قص وتركيب الزجاج ؟

الفصل السادس عشر

أنواع الخشب

أجزاء الأبواب الخشبية

أنواع الأبواب الخشبية

تثبيت الأبواب

النوافذ الحديدية

أنواع الأبواب الحديدية

مكونات الأبواب الحديدية

أسئلة الفصل

الفصل السادس عشر: الأبواب والنوافذ

16-1 مقدمة :

تختلف طرق صناعة وتجميع الأبواب الخشبية والحديدية تبعا للغرض المستعملة من اجله، وكذلك أهمية المكان الذي سوف تركب فيه. سوف يتناول هذا الفصل دراسة التفاصيل لأنواع الأبواب المصنعة من الخشب او الحديد والنوافذ وكذالك الأبواب والنوافذ المصنعة من الألمنيوم. ويمكن ان تقسم الأبواب بحسب مادة الصنع إلى :

1- الأبواب الخشبية

2- الأبواب الحديدية

3- الأبواب من مادة الألمنيوم

16-2 أنواع الخشب

تعتبر مادة الخشب من المواد الأساسية في تصنيع الأبواب . ومن الضروري معرفة الجوانب المهمة لهذه المادة وكذلك بحث الأعمال النجارية بصورة عامة لعلاقتها بأعمال الشبابيك والأبواب.

فالنجارة : عبارة عن فن تركيب الخشب في الأعمال لإنشائية وهناك أنواع عديدة من الخشب تستخدم في صناعة الأبواب هي :

1- خشب الجام: وهو أكثر أنواع الأخشاب استعمالا في الأعمال الإنشائية ويستخرج من أشجار الصنوبر ذي لون ابيض يميل الى الحمرة في بعض الأحيان . وتكون اليافه قوية ولكنها ضعيفة التماسك مع بعضها ، كثيرة الامتصاص للرطوبة من الجو ومن خواص جميع أنواع الخشب بصورة عامة انه يتمدد في فصل الشتاء عند تعرضه للرطوبة وتتقلص في فصل الصيف لجفافه من الرطوبة .يكثر هذا النوع من الخشب في رومانيا وبلغاريا .

2- خشب الصاج: يعتبر من أحسن أنواع الخشب وأثمنها ويعتبر من أكثر الأنواع استخدما في صناعة الأبواب الخشبية.وذلك لصلابة وقوة أليافه ويحتوي على اقل كمية من المواد الصمغية والعضوية في أليافه بالنسبة لبقية أنواع الخشب لذا فانه قليل التأثر بالرطوبة والحرارة . يمكن صقله بصورة ناعمة ويطلى في الغالب بالدملوك المذاب بالكحول (السبيرتو) فيكسبه هذا الطلاء

لمعة زجاجية ويصبغ بالدهان الاعتيادي أيضا . يكثر هذا النوع من الخشب في شمال أوربا- السويد – روسيا .

3- خشب الجاوي: ويشبه هذا النوع من الخشب في اللون خشب الصاج ، ويعتبر هذا النوع من الخشب معرضاً للحشرات أكثر من غيره لاحتوائه على مواد دهنية وخصوصاً حشرة الأرضة . وتكون أليافه قوية وصلبة ومتماسكة له قابلية على امتصاص الرطوبة من الجو وهو قابل للالتواء ويمكن المحافظة عليه وذلك بطلائها بإصباغ دهنية وقد يصقل ويطلى بالدملوك المذاب بالكحول وهناك أنواع أخرى من الخشب لم يكن استعمالها شائعاً في العراق مثل الماهوجيني- والقرو وغيرها.

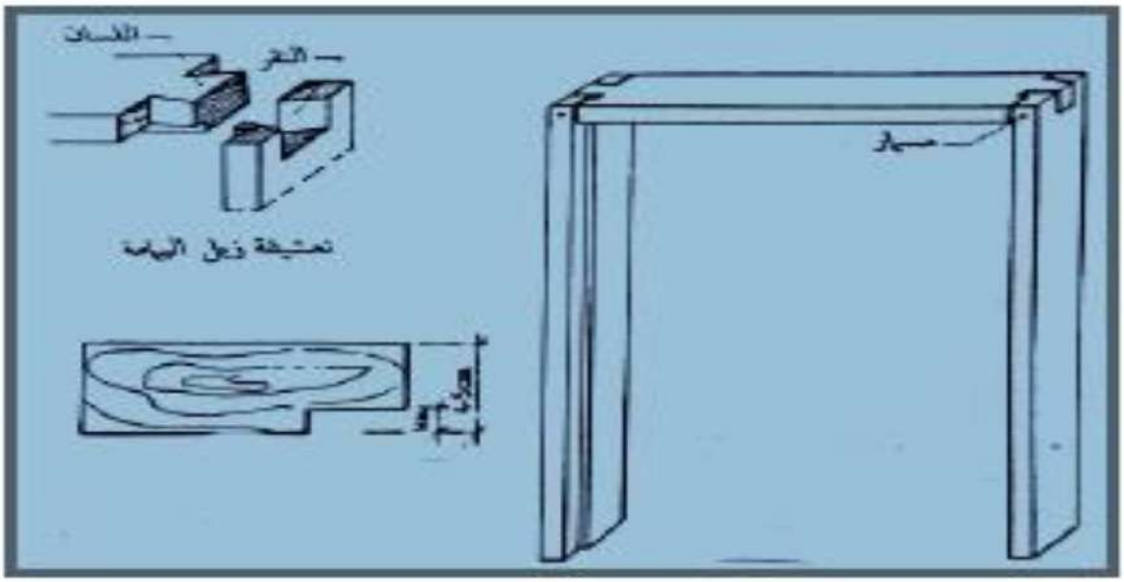
16-3 أجزاءالأبواب الخشبية

أن أكثر استعمالات الأبواب الخشبية في الوقت الحاضر هو لعمل الأبواب الداخلية للغرف وبعض الأبواب الخارجية وخاصة الرئيسة منها وتتركب هذه الأبواب من قطع خشبية متعددة ومركبة مع بعضها. ويستعمل الباب لسد فتحة تسمى بمدخل الباب (door way) والتي تعمل في الجدار او القاطع لمرور الأشخاص ويتكون الباب من الأجزاء الآتية:

أولا) إطار الباب
ثانيا) فردة الباب
ثالثا) القبلمة
رابعا) الملحقات الأخرى

16-4 اطار الباب

هو الإطار الذي يثبت في جدران الفتحة المعمارية. بهدف تعليق فردة الباب عليها ويتكون من ثلاث قطع خشبية (اثنين عمودية وواحدة أفقية) ويتم تجميع هذه الأجزاء بتعشيقها مع بعضها بحفر جزء من الزوايا وتركيب الجزء الأخر عليها واللصق بمادة الغراء والمسامير. هذا بالإضافة إلى وجود تفريزه (حفرة) على كامل محيط الإطار بعمق واحد سم وبعرض يزيد قليلاً عن عرض فردة الباب بحوالي 2-3 mm (مكان تثبيت الفردة) ويكون الإطار بعرض يحدد بحسب الحاجة وأحيانا يكون بعرض يساوي سمك الجدار + سمك طبقة البياض من الجانبين ويثبت في الجدار بواسطة قطع حديدية تسمى(الأذانات) كما في الشكل (1)



الشكل (1) إطار من الخشب وكيفية تركيب الأجزاء

16-5 فردة الباب

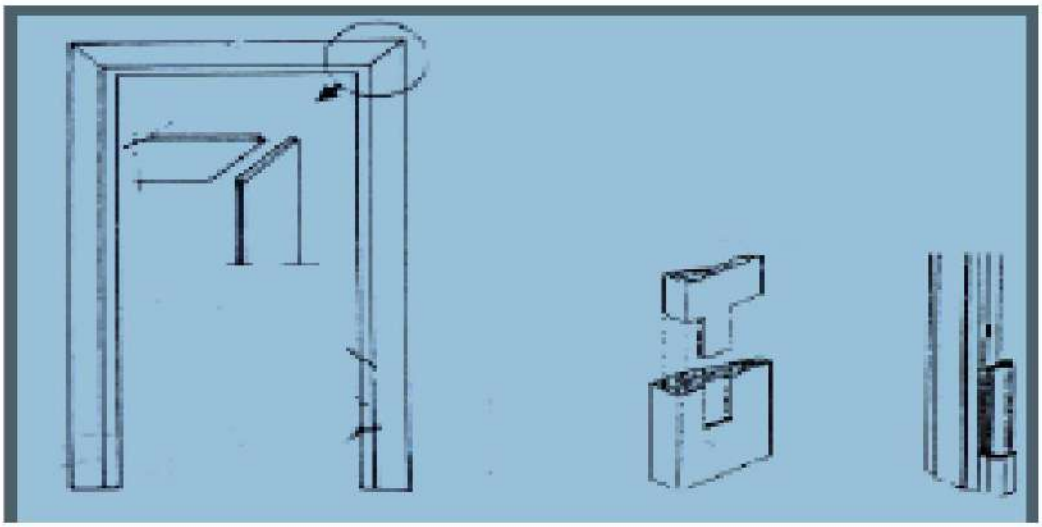
تمثل الجزء المتحرك من الباب ويختلف عرضها وشكلها بحسب طبيعة واستخدام الفراغات المعمارية المختلفة. إن الارتفاع المناسب لفتحة الباب العادية هو m2.20 ويمكن زيادته بزيادة ارتفاع الباب نفسه او بعمل جزء علوي تسمى (هوائية). ويوضح الجدول (2) عرض فتحات الأبواب للاستخدامات المعمارية المختلفة.

الجدول (2) يبين قياسات فتحات الأبواب (للأطلاع)

نوع الباب	الأبعاد القياسية للأبواب مع الإطار		أبعاد مقطع الإطار (سم)	سمك الفردة (سم)
	الارتفاع (م)	العرض (م)		
باب رئيس	2.40-2.10	3-1.20	5×12-10×10	7-5
باب غرفة داخلية	2.20-2.10	1.20-1	10×7-15×5	5-4
باب مرافق	2.20-2.10	1-0.80	7×7-15×5	5-4

16-6 القبلمة

وهي عبارة عن تريشة من الخشب بسمك (cm 1,5) وعرض من 3-8 cm لتغطية الفاصل بين إطار الباب وبياض الجدار وتنتهي عند ازارة الجدار من الأسفل وتكون حول محيط الإطار لاحظ الشكل (3) .



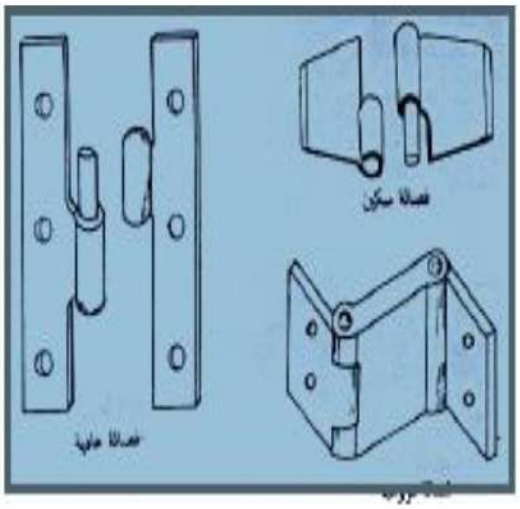
الشكل (3) إطار القبلمة حول الباب

16-7 الملحقات

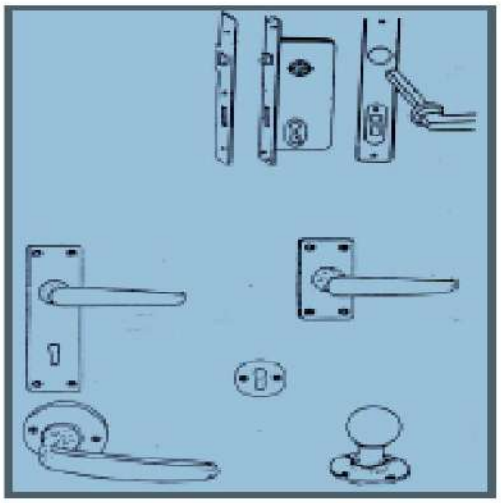
وتشمل الأجزاء المكملة للأبواب والتي تصنع من الحديد المغلون او النحاس او البرونز اوالمعادن المطلية بالنيكل والكروم ومنها.

1- المفصلات(الرزات) وتستخدم في تعليق فردات الأبواب على القوائم الراسية للإطار وتوجد منها عدة أنواع كما في الشكل (4)

2- المقابض (الكيلونات) وتستخدم في غلق فردات الأبواب وتثبيتها مع القوائم الرئيسة للإطار بواسطة لسان يتم التحكم في تحريكه بواسطة مفتاح ومقبض كما في الشكل (5)



الشكل (4)



الشكل (5)

8-16 أنواع الأبواب الخشبية

تكون الأبواب الخشبية ذات قياسات كبيرة نسبة الى قياسات الأخشاب المتوفرة في السوق المحلية وعليه عند عمل الأبواب الخشبية تركب من عدة قطع خشبية تترابط مع بعضها للحصول على الباب المطلوب وتصنف الأبواب نسبة الى طريقة تركيبها وهي :

1- الأبواب الخشبية المركبة

ويتركب هذا النوع من الأبواب من ألواح خشبية طويلة حيث يكون طولها بنفس طول الباب وعرضها من 10-15 cm وبسمك من 2-3 cm وتربط هذه الألواح الطولية مع بعضها بواسطة ألواح أخرى عرضية طولها بقدر عرض الباب 10-15 cm وبسمك 4-5 cm ويكون الترابط للألواح الطولية مع بعضها متداخلا بواسطة الحفر واللسان وتكون نهايات الألواح الطولية والعرضية سائبة وفي حالة الأبواب التي يتفاوت عرضها بين 75-90 cm تعمل رباطات خشبية مائلة بعرض 15 cm وبسمك 4-5 cm اما اذا زاد عرض الباب عن ذلك اي بين 90-120 cm فيصنع هيكل خشبي بحجم الباب تماماً ولا تبقى نهايات الألواح الخشبية الطولية والأفقية سائبة .

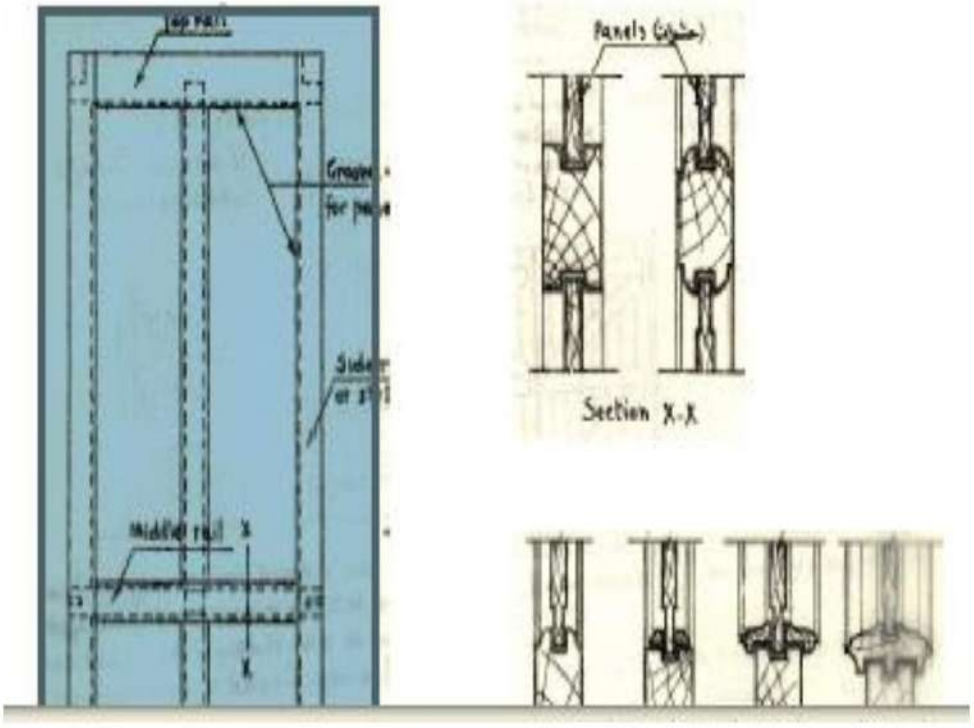
2- الأبواب الخشبية التعبات

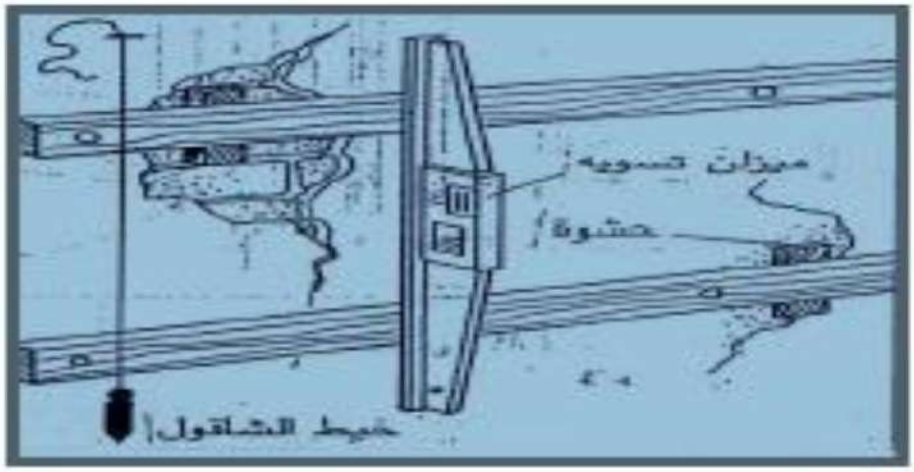
وهو عمل فردة الباب من كتل خشب بدون فراغات وهي غالبا ماتعمل من أجزاء رئيسة أفقية تسمى الكفاسيج وأخرى عمودية وتسمى الباريات وتتخللها مسافات متساوية أفقية تقسم بقطع خشبية تسمى النركات (جمع نركة) بعد ذلك يملا الفراغ المتكون من ربط هذه الأجزاء بألواح خشبية مستوية او مزخرفة في الوجه او باستعمال خشب المعاكس كما هو الحال في الأبواب التي تكون مساحات المستطيلات او المربعات كبيرة وكذلك يمكن استعمال ترايش خشبية بسمك 7-15 mm وبعرض 10-12 cm لملء الفراغات .

2- الأبواب الخشبية الكبس:

وتتكون من هيكل خشبي من (بازيات) و(كفاسج) بمقطع 3×8 سم (نرك) عريض في الوسط بمقطع 3×10 cm لغرض تثبيت القفل اما باقي الفراغ فتوضع فيه قطع (ترايش) من الخشب وتوضع عرضيا وبمقطع 3×5 cm وبأبعاد 8 cm تقريبا من مركز لأخر بين الواحدة والأخرى وعلى طول هيكل الباب الخشبي لاحظ الشكل (6) . ثم تكبس ألواح المعاكس او الماسونيات من كلا الوجهين وذلك باستعمال مادة لاصقة بعد ذلك تغلف حافات الباب الخارجية بتريشة خشبية خفيفة بمقطع 1.5-5 cm وتكون هذه التريشة من خشب الصاج اوالجام. وسبب وضع التريشة هو لتقوية حافة الباب من انفصال الكبس عن الهيكل اوتأثير صفائح المادة المكبوسة (المعاكس) او الفايبر بالأرضية او الإطار عند الفتح والغلق .تكون هذه الأبواب مستوية تماما ليمكن صبغها او تنظيفها بسهولة كما ان مقدار تمدده وتقلصه قليل جدا وذلك بسبب طبيعة تركيبته ويفضل ان يثقب

من الأعلى الى الأسفل بثقبين وذلك لكي يترك مجالا للهواء الداخلي في الباب بتبديل درجة الحرارة حتى لا يتضلع الباب . ومن الممكن وضع نقوش او زخارف على وجه الباب واستعمال المعاكس الغالي الثمن معاكس الصاج او البلوط وخاصة في الأبواب الرئيسة المستعملة في المنازل. الأشكال أدناه تبين الأجزاء التي تركب منها الأبواب وكيفية قياس الوزن الأفقي والعمودي للألواح.





الشكل (7) الوزن الأفقي والعمودي للباب

9-16 تثبيت الأبواب الخشبية

يثبت الإطار في موقعه أثناء البناء اوبعد الانتهاء منه ، يثبت في موقعه بوجود الاذانات وهي ألجزء البارز من العتبة العليا من الجزء الأفقي من الإطار والبارز بمسافة(50- 100) mm من الطرفين وكذلك اذانات حديدية بشكل زاوية يثبت ضلعها الصغير مع القطع الخشبية الراسية (العمودية) ويثبت الضلع الطويل في البناء والمسافة بين الاذانات بمعدل 600 mm هذا العمل يكون عندما يتم تثبيت الإطارات أثناء بناء الجدران لاحظ الشكل(8) . اما في حالة تثبيت الإطار عند الانتهاء من البناء يتطلب ترك فتحة في البناء اكبر من مقاس الإطار وكذلك ترك فتحات في الجدار للاذانات من الجانبين يفضل تثبيت الإطار في موقعه بعد الانتهاء من البناء للمحافظة عليه من التلف كما تضبط الشاقولية والتبنيد الجيد وكذلك طلاء الجهة الخارجية الملاصقة للجدار بمانع الرطوبة للمحافظة على الخشب من الحشرات والرطوبة. وكذلك يتطلب الأمر استعمال القناصات لضبط الزوايا القائمة بين العتبة العلوية والإطارات الجانبية وذلك في فترة تركيب الفردة في موقعها الصحيح . كما توجد في أسفل لإطار قطعة حديدية تسمى (الراسطة) تكون بعرض فتحة الإطار لضبط استقامة أطار الباب وتكون تحت التبليط بمادة الإنهاء . اما الأبواب الرئيسة والخارجية تكون هناك قطعة سفلية من الخشب كما هو الحال في القطعة العلوية تسمى بالعتبة السفلية تستعمل في الأبواب الخارجية والمرافق الصحية والشرفات .

الشكل (8) طريقة تثبيت الأبواب

16-10 الأبواب الحديدية

تستخدم الأبواب المعدنية بكثرة في مباني المدارس والمستشفيات والمباني السكنية. حيث أنها توفر اكبر قدر ممكن من الإضاءة الطبيعية نظرا لان القطاعات المكونة منها الفتحات والفردات لاتشغل مساحة كبيرة مثل الأعمال الخشبية ويمكن تركيب القطع الزجاجية فيها. وكذلك نستعمل الأبواب الحديدية عادة للأبواب الخارجية لقابليتها على مقاومة التغيرات الجوية وتعمل من مقاطع وصفائح قياسية تربط مع بعضها بالطرق الآتية :

1- اللحام الكهربائي وهي طريقة شائعة الاستعمال في العراق

2- الربط الكهربائي بطريقة الانصهار باستعمال تيار كهربائي ضغط عالي وتمتاز هذه الطريقة بمواصفات عالية وهي محدودة الاستعمال في العراق

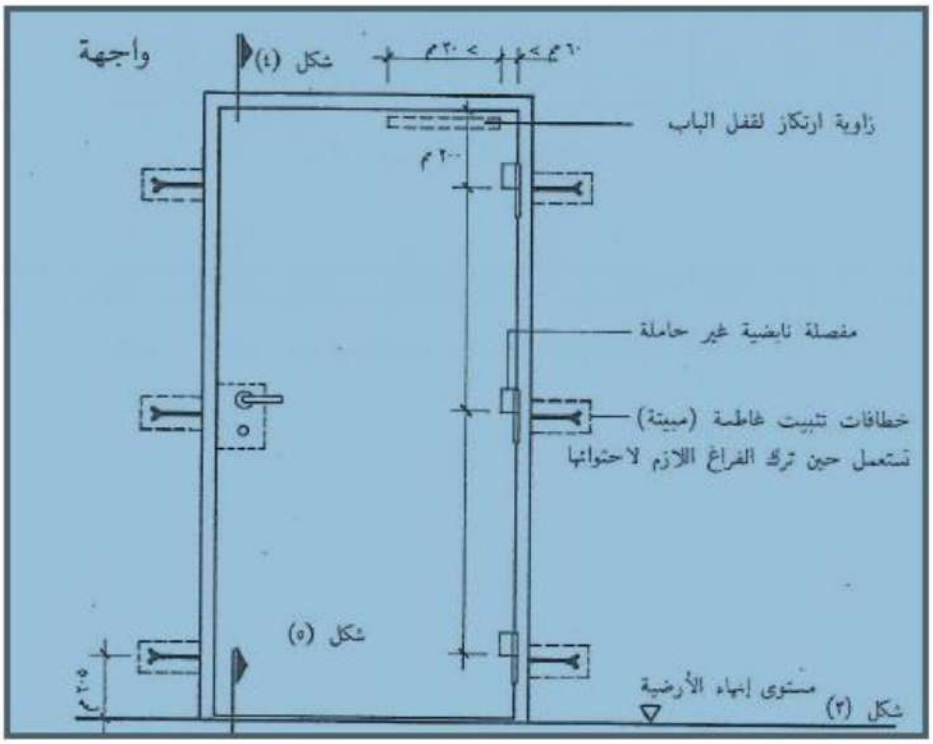
3- النقطة الكهربائية لتثبيت الصفائح الحديدية على مقاطع هيكل الباب

4- تثبيت الصفائح أيضا بواسطة كلاليب خاصة

16-11- أنواع الأبواب الحديدية

1-كبس وجه واحد او وجهين على هيكل الباب بمقطع (z) ومقاطع زاوية للتقوية.

2-كبس إطار بصفائح وجهين وإملائه بصفائح حديدية مع مقاطع حديدية للتقوية . يكون إطار الباب الحديدي اما من مقطع قياسي او من مقطع ذي أبعاد معينة يصنع من صفيح بسمك يتراوح بين (1.5-4) mm وبعرض يزيد على سمك الجدار الكلي وطبقات إنهائه ويتطلب تثبيت الإطار مع الجدار استعمال اذانات. من حديد الراسطة على طرفي الإطار كما في الشكل(9) ويمكن أيضا استعمال الصامولات الطويلة لنفس الغرض. وكذلك تثبيت الاذانات مع الإطار بالبراغي. من الضروري طلاء الأبواب بمادة ضد التأكسد مثل الأصباغ قبل تركيبها في الموقع وإملاء الإطارات المجوفة ان أمكن بمونة السمنت لغرض المتانة.



الشكل (9) تثبيت الأبواب الحديد

16-12مكونات الأبواب الحديدية

أولا) الإطار

ثانيا) الفردات

ثالثا) المفاصل ويجب إن لاتكون اقل من ثلاث لكل فردة باستثناء الأبواب الخفيفة

رابعا) عتلة غلق الأبواب .وهناك نوعيات عديدة منها تثبت في أسفل الباب وتكون مخفية في أرضية الباب ومنها تركب في أعلى الفردة. والنوعيات الجيدة تعمل بسرعة تباطئية أثناء غلق الفردة ومنها تعمل بعتلة هيدروليكية او كهربائية وتستعمل للفردات الكبيرة للمداخل.

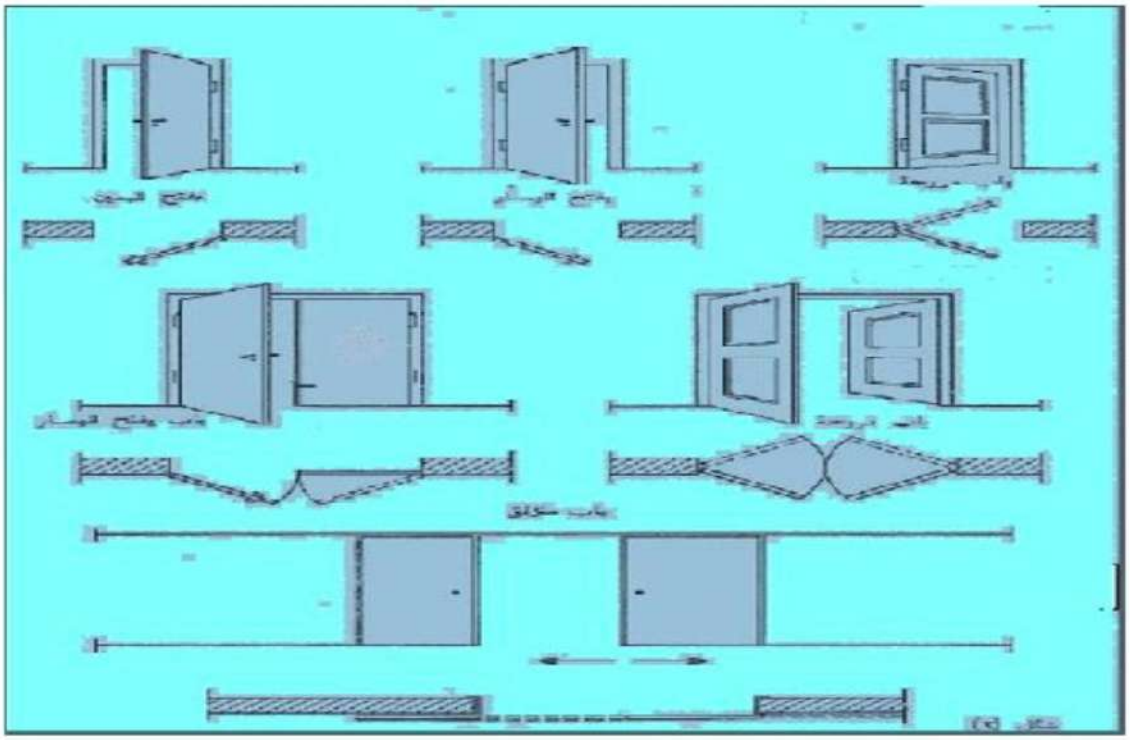
خامسا) الأقفال والسراكي: وهي بنوعيات عديدة جدا .بالنسبة الى الأبنية الخاصة تستعمل نوعية ذات مفتاح رئيس، بحيث يمكن فتح وقفل كافة الأبواب في البناية الواحدة بهذا المفتاح الرئيس (aster Key M) .

13-16 أنواع الأبواب الحديدية من حيث أسلوب وطريقة الفتح

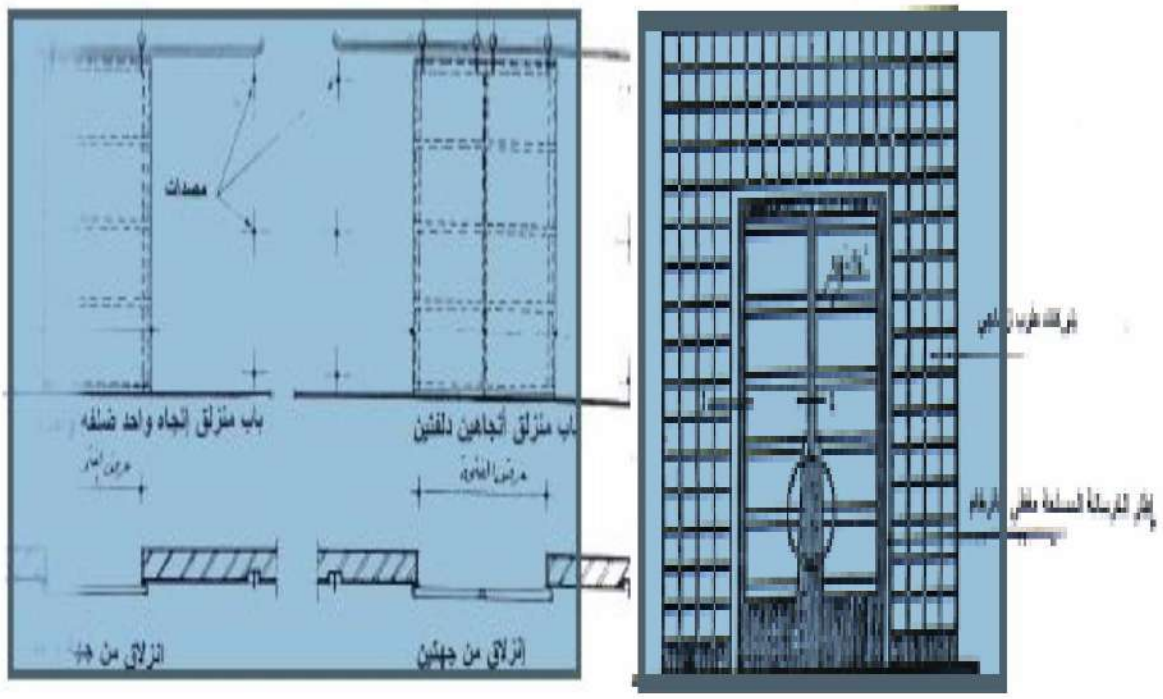
اولا) الأبواب المفصلية : وتتكون من الإطار الرئيسي وفرده او أكثر تتحرك حول محور راسي عند التقاء الفردة بالإطار وتصنع هذه الأبواب من مجموعة من القواطع الحديدية المجمعة كما في الشكل (10)

ثانيا) الأبواب المنزلقة (Slid): تصنع من ألواح معدنية. مثبتة حول أطار الفردة بواسطة البرشام وهذه النوعية من الأبواب اما ان تكون ذات اتجاه واحد فردة واحدة . او ذات اتجاهين فدرتين وحسب القياسات لاحظ الشكل (11)

ثالثا) الأبواب المقص : تستخدم تلك النوعية من الأبواب في تامين الفتحات والأبواب الزجاجية وخاصة في المحلات والأبواب ذات الفتحات الكبيرة وتسمى (كتيبة سلايد) وتتكون من فردة الباب والساقية العلوية والساقية السفلية والتي تكون على شكل مجرى (سكة) تكون فيها عجلات صغيرة تحمل الباب لسهولة الحركة لاحظ الشكل (12)

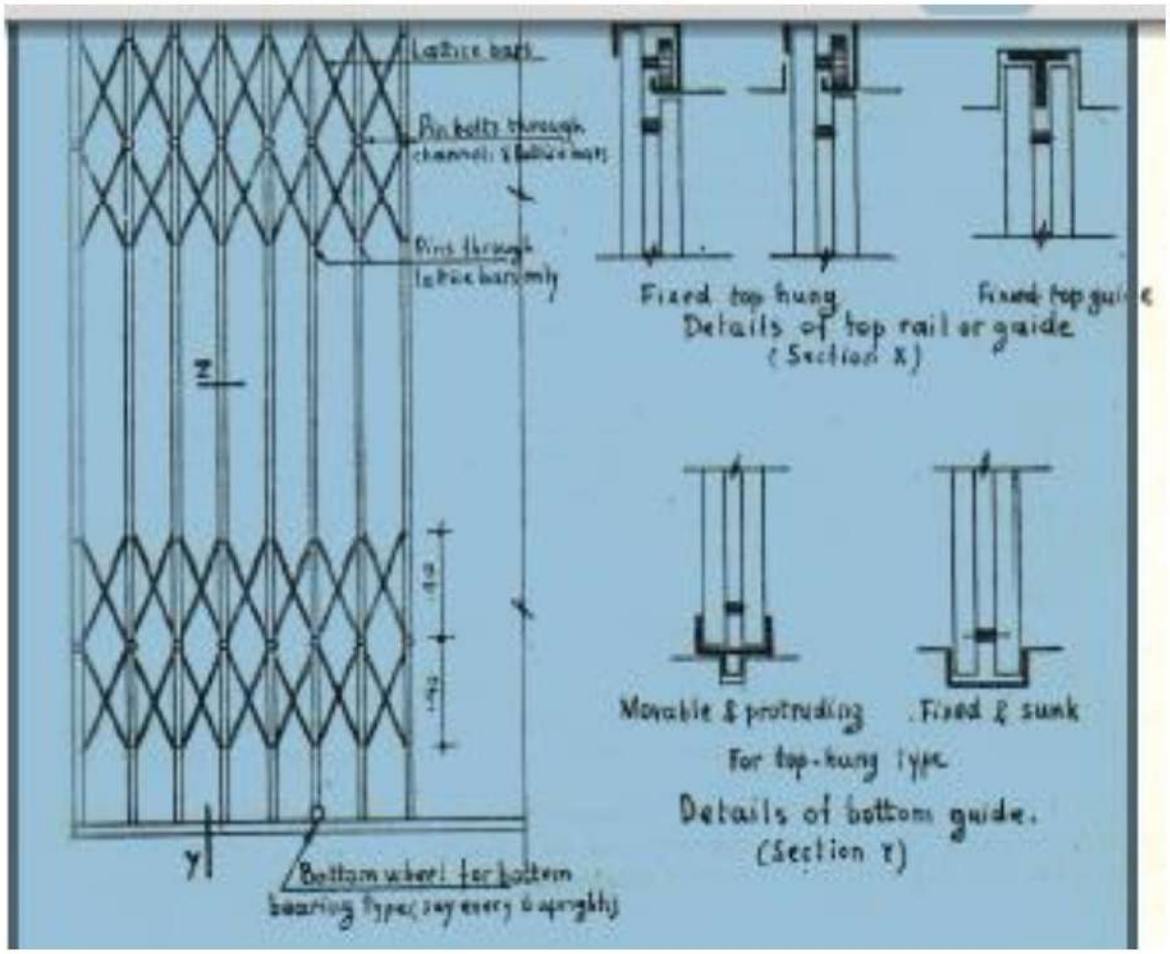


الشكل (10) أنواع الأبواب الحديد حسب طريقة الفتح



الشكل(10 –1) باب مفصلي

الشكل(10 –2) الأبواب المنزلقة



الشكل رقم (11) نوع من باب المقص

14-16 النوافذ

هي الفتحات التي في المنشأ تستخدم لغرض الحصول على تهوية وإنارة كافية تصل الى اكبر مساحة ممكنة داخل المنشأ . فيلزم الانتباه عند وضع التصاميم للمنشآت الكبيرة او الصغيرة الى كيفية توزيع النوافذ والأبواب في الأماكن الصحيحة من المنشأ وذلك لكي تعطي الغرض المطلوب الذي وضعت من اجله النواحي المعمارية والفنية والاقتصادية .وان تدرج هذه الفتحات على شكل جداول في المخططات تبين الأبعاد والارتفاعات وأماكن التوزيع مع وجود تصميم لكل جزء ومقطع يوضح التركيب في المنشأ.ان ذلك يسهل عملية قراءة المخططات من قبل المنفذ للعمل والمشرف في الموقع .من أهم أنواع النوافذ من حيث المادة المصنوعة منها هي :

اولا: النوافذ الخشبية:

لقد قل استعمال النوافذ الخشبية في المباني وذلك بسبب عدم مقاومتها وسرعة تلفها اذا ماقورنت مع النوافذ الحديدية التي شاع استعمالها في الوقت الحاضر حيث ان النوافذ الخشبية تحتاج الى صيانة مستمرة وبالأخص النوافذ المعرضة الى العوامل الجوية في الخارج (كالرطوبة والغبار ..الخ) إضافة الى عملها والمواد الأولية المستعملة في صناعتها ذات كلفة عالية ، والنوافذ الخشبية تقسم الى ثلاث أقسام :

1- النوافذ الخشبية الاعتيادية .

2- النوافذ الخشبية المنزلقة .

3- نوافذ الظل الخشبية المسرحة او ماتسمى (البنجورات)

النوافذ الخشبية الاعتيادية :

يتكون هذا النوع من النوافذ من اطار خشبي متكون من جانبين وعتبة عليا بأبعاد (8 ×2) cm تقريباً وعتبة سفلى تكون اعرض من العليا بحوالي 15 cm وسبب هذه الزيادة في العرض بالاتجاه الخارجي للنافذة مع وجود انحدار قليل في وجهها الى الخارج وتعمل في أسفلها حفرة على شكل ساقية لكي تساعد على انسياب ماء المطر الى الخارج اما فردات النوافذ فيكون عرضها لايزيد عن 50 cm وتتكون كل فردة من اطار خشبي بعرض من (6 – 8) cm ويمكن تقسيم الفردة الى مربعات اومستطيل حسب التصميم وتعمل حاشية مناسبة (خندق) في الإطار الخارجي للفردة وذلك لتثبيت الزجاج .اما طريقة تثبيت النوافذ في الجدران كما هو في التدريب العملي للصف الأول الفصل الرابع عشر وكما في الشكل (13)

النوافذ الخشبية المنزلقة :

تتكون النوافذ المنزلقة من فردتين منفصلتين تتحركان حسب التصميم الى الجوانب او الى الأعلى والأسفل وحسب الحاجة وتكون هاتان الفردتان متشابهتان من حيث التصميم وتركيب الهيكل موضوعين في أطار خشبي على شكل صندوق ويتحركان فيهمن خلال سواقي لكل فردة ساقية وذلك لضبط النافذة وجعلها تسير بخط واحد وتعمل هذه السواقي بواسطة ترايش خشبية ذات مقاطع cm 4-2 .

نوافذ الضلل الخشبية (البنجور)

هي النوافذ التي استعملت في الأبنية القديمة وخاصة التي تطل نوافذها على الشارع مباشرة (نوافذ الشناشيل) وذلك لإعطاء الظل اللازم والسماح لمرور الهواء إضافة لذلك فهي تمنع الرؤية من الشارع الى الداخل . تتكون هذه النوافذ من اطار خشبي خارجي ثم فردة النافذة (البنجور) والتي تفتح الى الخارج . ان هذه الفردة تتكون من إطار خشبي بمقطع 4×8 سم توضع في داخله شرائح خشبية (ترايش) مائلة بزاوية (60- 70) درجة الى الخارج بحيث تمنع دخول مياه الأمطار الى الداخل لأنها منحدرة الى الخارج وتمنع الرؤيا الى الداخل ، ويكون مقطع هذه الشرائح cm (4×1) .

ثانيا) النوافذ الحديدية:

تتكون النوافذ الحديدية من مقاطع مختلفة الأشكال وذات أبعاد لاتتجاوز (2-3) cm وحسب الاستعمال والتصميم . يتم تقطيع حديد النوافذ حسب الأحجام والأطوال المطلوبة ثم تربط بواسطة اللحام الكهربائي بحيث يكون اللحام لجميع المقاطع غير ظاهر وبعد ذلك ينظف او يزال الظاهر من اللحام بواسطة برده اواستخدام الأجهزة الكهربائية (الكوسرة) بحيث تكون الأوجه ملساء ومستوية، تعمل للنوافذ في بعض الأحيان قضبان حديدية (الكتائب) .

ثالثا) نوافذ الألمنيوم

16-15 الأبواب ونوافذ الألمنيوم

ان مقاطع الألمنيوم لاتحتاج الى صبغ ولكن من الضروري طلاؤها بمادة زيتية لوقايتها أثناء التركيب في موقع العمل من تأثير مواد البياض والأسمنت وغيرها من المواد. يتراوح سمك الصفيح من الألمنيوم المستخدم في المباني الاعتيادية بين (1.5-3) mm اما في المباني التجارية يكون السمك من (1.5-4.7) mm

16-16 مكونات الباب والشباك الألمنيوم

أولا) الإطار :ويتكون من المقاطع الجانبية العمودية وتسمى (البازيات) والعتب العلوية والعتب السفلية وكذلك مقاطع وسطية أفقيا او عموديا ويحتوي على اذانات لتثبيت في الجدار .وفي بعض الأحيان لاتعمل الاذانات ويكون التثبيت بواسطة البراغي بين الإطار والجدار .وعادة يتم تركيب أعمال الألمنيوم بعد انتهاء الأعمال الإنشائية .

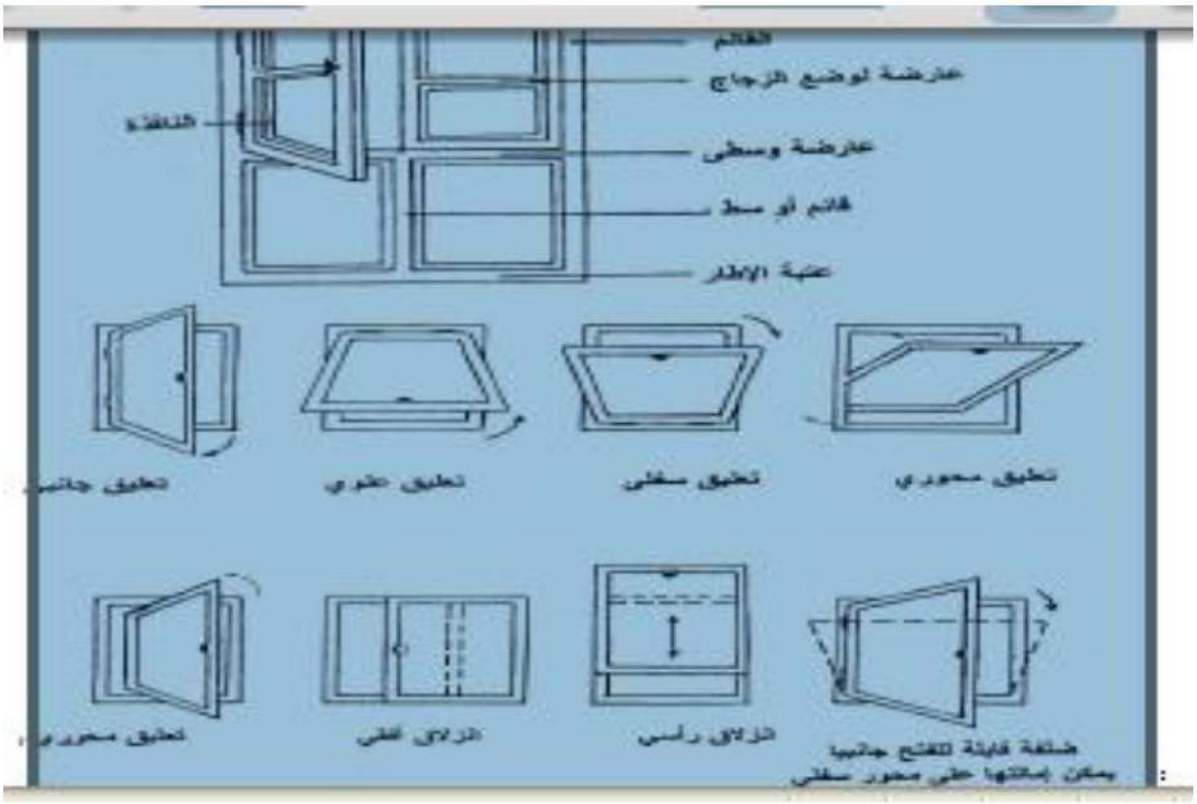
ثانيا) الفردة: وتتكون من الإطار العمودي (البازيات) والكفاسيج (rails) وتعمل كإطار لزجاجة الفردة وقد تكون للفردة تقسيمات أفقية اوعمودية وبحسب التصميم

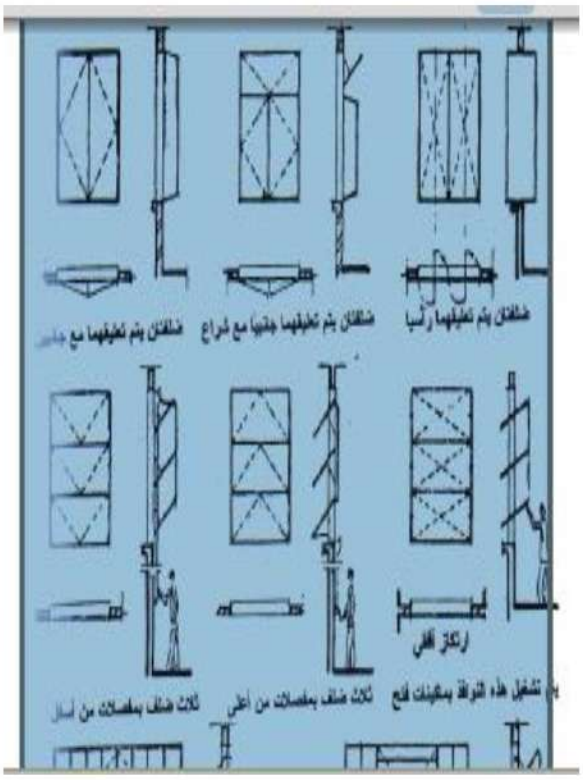
ثالثا) الزجاج: وتكون زجاجة الفردة بأنواع وإشكال مختلفة تثبت في الفردة باستعمال معجون خاص او أشرطة خاصة مع استعمال مادة السيلكون .

رابعا) سلك مانع الذباب: يستخدم في كافة أنواع الأبواب والشبابيك ولكن في الغالب في الأعمال التي يستخدم فيها الألمنيوم . وهو لمنع دخول الحشرات ويكون التثبيت بإطار خاص من المعدن بمقطع زاوية (z) والسلك اما معدني عادة يتأثر ويتأكسد عند تعرضه للظروف الجوية او استخدام سلك البلاستك او معدني لايتاكسد سريعا .

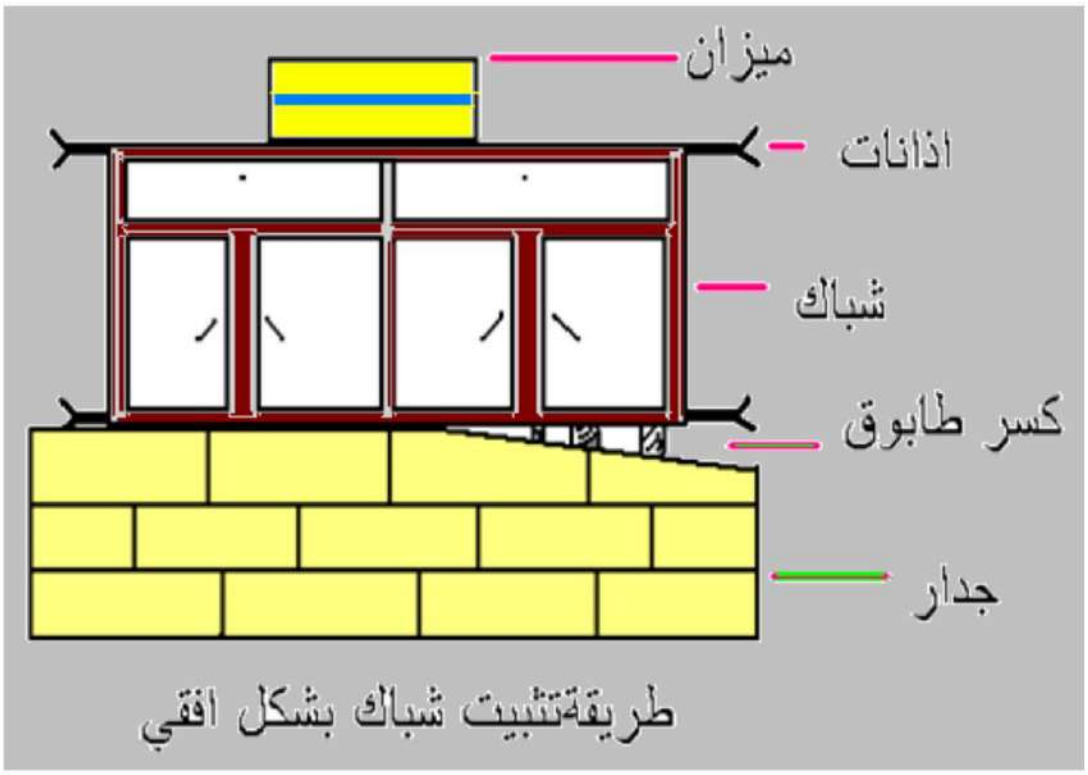
خامسا) يدات، نرمادات ، مزحلقات : لتثبيت فتحة الفردة ومرداة الماء في أسفل الفردة للتصريف ماء المطر .

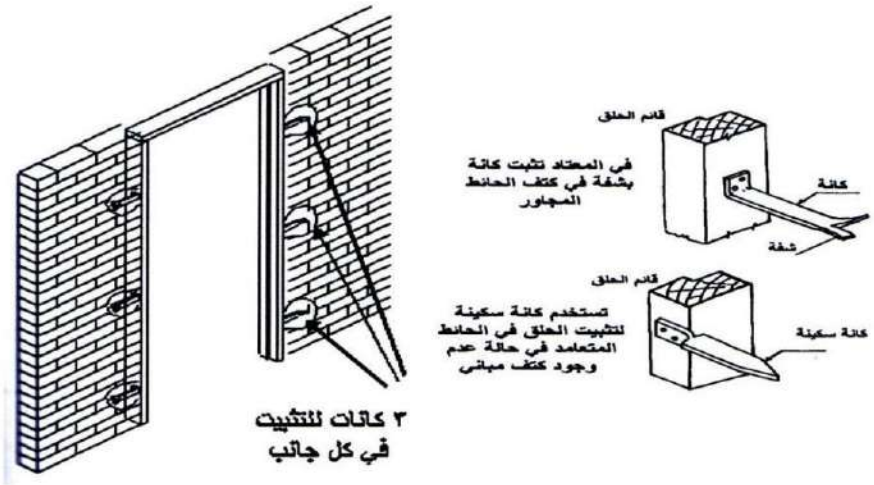
سادسا) مشبكات الحماية (كتائب) بالنظر ان مقاطع الألمنيوم سهلة الكسر وأكثر المقاطع في مساحتها يكون من الزجاج ولغرض توفير الحماية الكافية تعمل كتائب من المعدن وبإشكال هندسية تنسجم مع أبعاد الشباك او الباب وموقعة . وتكون هذه في الأماكن الخارجية من المنشأ .الشكل (12) يبين أنواع مختلفة من الشبابيك الألمنيوم وطرق فتحها .





الشكل (12) يبين أنواع شبابيك الألمنيوم





الشكل (13) طريقة تثبيت الشبابيك في الجدران

أسئلة الفصل السادس عشر (الأبواب)

س1) عدد أنواع الخشب مع شرح واحدة منها

س2) علل ما يأتي:

1- خشب ألجام يتمدد في الشتاء ويتقلص في الصيف

2- خشب الصاج يعتبر من أجود أنواع الخشب

3- يعتبر الخشب الجاوي من أكثر أنواع الخشب معرض للحشرات

س3) كيف يتم تركيب أبواب الخشب في فتحات الأبواب

س4) ماالفرق بين أبواب التعبئة وأبواب الخشب الكبس

س5) كيف يتم تصنيع الأبواب الحديدية

تم بحمد الله تعالى