جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

العلـــوم الصنـــاعيـــة

الصناعي / البناء

الثالث

تأليف

د. قيس جواد فريح

د. زينب عامر شمس الدين

م. م. خولة هادي مهدي

المهندس شاكر محمود علي

المهندسة وجدان عبد الرزاق

المهندس احمد رشاد حمودي

الطبعة السادسة

١٤٤٧ هـ-٢٠٢٥ م

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

المقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين نبينا محمد (صلى الله عليه وعلى إله الطيبين الطاهرين وصحبه أجمعين) ... وبعد

انطلاقاً من عملية تطوير المناهج المبنية على 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 وإغناء مسيرة التعليم المهني من خلال التواصل معنا. نضع هذا الكتاب المتواضع في عمله بين أيديكم. ولابد من تضافر جهود الجميع لتحقيق الطموح ... ختاما نود ان نتقدم بالشكر الى الخبيرين العلميين (د. معن سلمان حسن و د. محمد مصلح سلمان) والخبير اللغوي (د. عباس كاظم منسف) لمراجعتهم الكتاب بكل عناية وحرص.

والله ولي التوفيق

المؤلفون

الفهرست

المحتويات	رقم الصفحة
المقدمة	٣
أهداف الكتاب	٥
الفصل الأول – الفولاذ الانشائي	٦
الفصل الثاني – السقوف	١٦
الفصل الثالث – الابنية الخرسانية المسلحة الهيكلية	٢٤
الفصل الرابع – البناء باستخدام الجدران الحاملة للأثقال	٣٠
الفصل الخامس – الخرسانة الجاهزة	٣٥
الفصل السادس – الجدران الخرسانية المسلحة	٤٩
الفصل السابع – التأسيسات الصحية	٥٣
الفصل الثامن – التأسيسات الكهربائية	٧٧
الفصل التاسع – التدفئة والتبريد	٨٦
الفصل العاشر – جداول تقدم العمل	٩٣
الفصل الحادي عشر – ترميمات الابنية القديمة	٩٧
الفصل الثاني عشر – الطرق	١١١

أهداف الكتاب

١) الأهداف المعرفية: - ان يصبح الطالب قادراً في نهاية المرحلة على:

أ) تصنيف أنواع المواد الإنشائية من حيث المكونات والشكل والخواص وقوة التحمل والفحوصات المختلفة وطرائق استخداماتها.

ب) ضبط عناصر البناء في الأبنية الجاهزة وكيفية تركيب الأجزاء.

ت) تصنيف أنواع الفولاذ وقوة التحمل والاستعمال.

ث) التعرف على أنواع التأسيسات الكهربائية وعمل تأسيسات التدفئة والتبريد.

ج) تصنيف أنواع الطرق من حيث قوة التحمل وطرق الإنهاء للسطوح.

ح) كيفية إعداد جداول حساب الكميات وجداول تقدم العمل وتصميمها.

٢) الأهداف المهارية: - ان يصبح الطالب قادرا في نهاية المرحلة على:

ا) قراءة المخططات ومعرفة أجزاء قطع الخرسانة وطريقة تركيب الأبنية الجاهزة.

ب) تنفيذ أعمال الهياكل الحديدية بأنواعها.

ت) تنفيذ أعمال الترميمات للأبنية القديمة وطرق المعالجة.

ث) تنفيذ أعمال التأسيسات الصحية وطرق الربط والصيانة.

ج) يحدد أنواع أنابيب المجاري وطرق التركيب والصيانة.

٣) الأهداف الوجدانية: -

أ) تنمية الشعور بأهمية الالتزام بالتعليمات والضوابط بحسب المواصفات الفنية.

ب) زيادة الوعي والإدراك بأهمية الوقت وتقليل الهدر بكميات مواد البناء.

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

ث) زيادة الاهتمام بمواكبة أخر التطورات التي تطرأ باستمرار على مواد البناء والتقنيات المستخدمة في الأعمال الإنشائية والمعمارية.

ج) إدراك أهمية الناحية الجمالية في إنهاء (finishing) أعمال البناء المختلفة.

ح) إدراك أهمية الوقت والالتزام به من خلال جدول تقدم العمل

الفصل الاول

الفولاذ الإنشائي

١ – ١ مقدمة: يعتبر معدن الحديد من اول المعادن التي عرفها الانسان لأنه كان يتساقط بصورة نقية من السماء على شكل نيازك (شهب). يعد الفولاذ (steel) المستخدم في الإنشاءات سبيكة مكونة من خام الحديد بصورة رئيسة ومواد أخرى أهمها الكاربون بنسب قليلة، وتصنع المقاطع الإنشائية الفولاذية بأشكال وأوزان وقياسات مختلفة لملائمة المتطلبات الإنشائية لمختلف المشاريع الهندسية كالأبنية والجسور وغيرها.

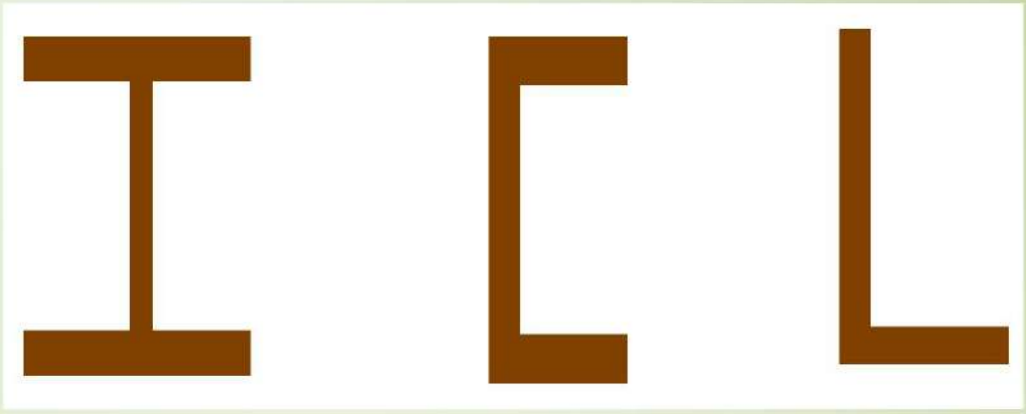
١ –٢ صناعة الحديد والفولاذ: يوجد الحديد في تركيبات فلزية في انحاء كثيرة من العالم فهو يكون نسبة ٥% من مكونات القشرة الارضية.

الحديد عنصر كيميائي نشيط جداً لذلك لا يوجد نقياً في الطبيعة بل متحداً مع عناصر اخرى خاصة الاوكسجين واهم مصادر الحديد حاليا هي خاماته كأكسيد الحديد الاحمر (الهيماتيت) وأكسيد الحديد المغناطيسي (المغناتيت) التي تتوفر بكميات كبيرة يسهل تعدينها في مناطق كثيرة من العالم .تحرق هذه الخامات مع الكوك والحجر الكلسي في فرن ذو درجات حرارة عالية حيث تزال اكاسيد الحديد بالحرارة يحتوي خام الحديد المستخدم في صناعة الفولاذ (لاحظ الشكل ١–١) على نسب عالية من الكاربون يتم التخلص منها بطرق صناعية معينة وتحديدها بنسبة لا تتجاوز ٢% وزنا حيث يصهر خام الحديد باستخدام أفران خاصة حتى يصل إلى الحالة السائلة ثم تضاف مواد أخرى لتحسين خواصه ويصب الحديد المصهور في قوالب ويعرف في هذه الحالة بحديد الزهر او حديد الصب . ثم يصب في قوالب لتحويله إلى أشكال ومقاطع إنشائية مختلفة، ومن المهم الإشارة إلى انه في الوقت الحاضر يستفاد من مخلفات الحديد (scrap) في إعادة التصنيع بواسطة أفران كهربائية واستخدامه إنشائيا وتعد هذه الطريقة اقتصادية في حال كون الطاقة الكهربائية رخيصة (لاحظ الشكل ١–٢).

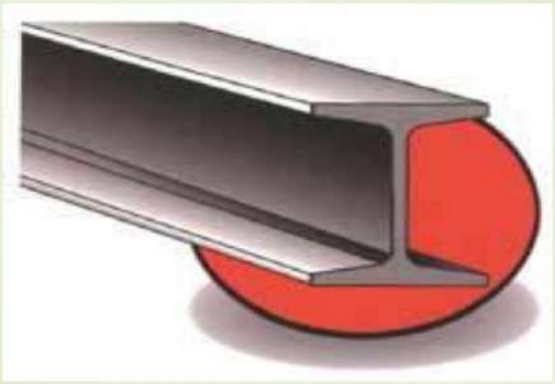
شكل (١-١) خام الحديد المستخدم في صناعة الفولاذ

شكل (١-٢) فرن كهربائي لصهر مخلفات الحديد

١-٣ مقاطع الفولاذ الإنشائي: أهم المقاطع المستخدمة في الهياكل الإنشائية الفولاذية هو مقطع (I – section) ومقطع الساقية (C – section) وحديد الزاوية.(L - section) لاحظ الشكل (١ -٣).



أ- مقطع الزاوية ب- مقطع الساقية ج- مقطع حرف I



شكل(١-٣) أنواع المقاطع الفولاذية (الرسم بدون مقياس)

١-٤ استعمالات الفولاذ الإنشائي : تستخدم المقاطع الإنشائية ولاسيما مقطع I (I - section) في العتبات (beams) و الأعمدة (columns) في الأبنية لنقل أحمال السقوف بما فيها أوزان الأشخاص و الأثاث و الجدران إلى الأسس (لاحظ الشكل١-٤) ، وفي الروافد (girders) للجسور لنقل أوزان المركبات للدعامات (piers) ، أما حديد الساقية (C - section) فانه يستعمل في الأعمدة بربط قطعتين منه بوساطة اللحام وكذلك في الجسور إما قطعة واحدة أو قطعتان ، فيما يستخدم حديد الزاوية (L - section) لإسناد الهياكل الفولاذية (bracing) من تأثير الاحمال الجانبية مثل الرياح والزلازل أو كعتبات (lintels) فوق فتحات الأبواب والشبابيك ، وكذلك في الجملونات (trusses) .

شكل (١-٤) منشأ فولاذي استخدم فيه (I – section)

١-٥ ميزات ومحددات المنشآت الفولاذية:

إن أهم مميزات الهيكل الفولاذي للمنشآت:

أ- تحمله لإجهادات الشد والضغط بدرجة عالية مما يتيح استخدام مقاطع أصغر مقارنة مع المواد الأخرى مما يقلل الأحمال المسلطة على الاسس.

ب- سرعة تركيبه ورفعه عند الحاجة.

ج- سرعة انجاز العمل.

د- من أفضل المباني المستعملة في الدول المتعرضة لهزات ارضية لما يتمتع به الحديد من المرونة والليونة فهو يهتز دون ان يتهدم.

هـ- يمكن اعادة تدوير المواد التي نحصل عليها من تفكيك المبنى الحديدي لذلك فهو صديق البيئة.

أما أهم محددات الهيكل الفولاذي للمنشآت:

أ- مقاومته للحريق قليلة لذلك يحتاج إلى إجراءات إضافية للوقاية.

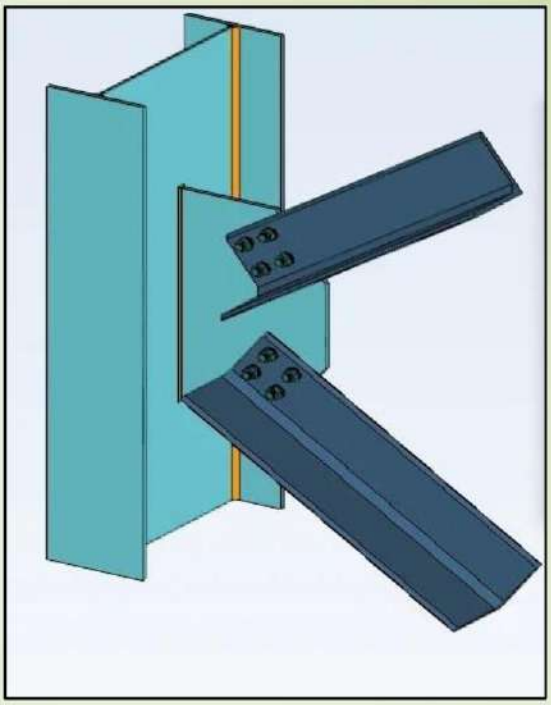
ب- كلفته عالية بسبب استيراد المقاطع من خارج العراق.

ج – التزام المصمم الإنشائي بالمقاطع المتوافرة.

١-٦ ربط المقاطع الفولاذية باستخدام البراغي واللحام:

يشيد المنشأ الفولاذي بربط نهايات المقاطع مع بعضها إما باستخدام البراغي (bolts) أو بوساطة اللحام (welding). إن استخدام البراغي يتطلب تصميما إنشائيا يأخذ بنظر الاعتبار وزن المنشأ والأحمال المختلفة المسلطة عليه بحيث لا يؤدي إلى فشل طريقة الربط لتعرض البراغي إلى اجهادات (stresses) وتستخدم إما صفائح فولاذية ذات أبعاد مصممة كالطول والعرض والسمك أو حديد زاوية لتثبيت البراغي عليه لاحظ الشكل (١-٥) والشكل (١-٦) وتصميم أقطار البراغي والمسافات فيما بينها وترتيبها والمسافة بينها وبين حافات الصفيحة الفولاذية أو حديد الزاوية ... الخ. يتم اللحام بالحرارة الناتجة عن احتراق غاز الأسيتيلين مع توافر الأوكسجين أو اللحيم باستخدام غاز الأركون ... الخ. إن استخدام اللحام يوفر ربط مستمر للمقاطع الإنشائية وان طول وسمك اللحام يصمم إنشائيا لتفادي فشل الربط للأجزاء مع بعضها نتيجة تعرضها للإجهادات المختلفة

الشكل رقم (١-٥) يوضح عملية ربط الحديد بالبراغي



شكل (١-٦) الربط باستخدام البراغي وحديد الزاوية

١-٧ أنواع المنشآت الفولاذية:

تتنوع المنشآت الفولاذية اعتمادا على تطبيقاتها واستخداماتها فمنها الجسور المعلقة (suspension bridges) وجسور الجملونات (truss bridges) والأبنية الهيكلية متعددة الطوابق (multi story building) وأبراج الكهرباء (electricity towers) ... الخ. (لاحظ الشكل ١-٧).

شكل (١-٧) الجسر المعلق

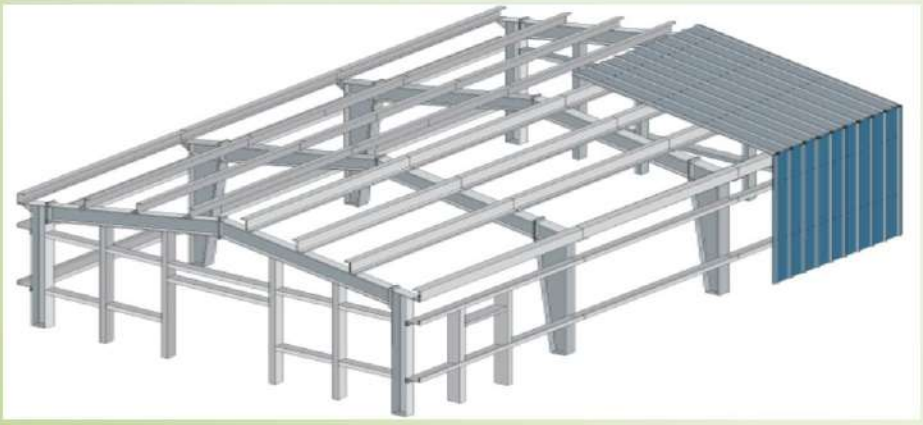
١-٨ أنواع الأحمال المسلطة على المنشآت الفولاذية وطرائق حسابها:

تختلف الأحمال المسلطة على الأبنية باختلاف أنواعها:

أ – الجسور **Bridges:** تقسم الأحمال التي يسلطها الجسر على أسس الركائز المنشاة داخل التربة إلى أحمال ميتة (dead loads) ومنها الهيكل الفولاذي للجسر، الصبة الخرسانية المسلحة التي تمثل مسار المركبات فوق الجسر وكذلك الأنهاءات القيرية (التبليط) وأجزاء ثانوية مثل المحجرات الواقية (guard railing) ... الخ. والأحمال الحية (live loads) الممثلة بأوزان المركبات المسموح لها بالمرور فوق الجسر وأوزان الاشخاص ويضاف نوع آخر مهم من الأحمال هو الحمل ألصدمي (impact load) والناتج عن استخدام مكابح المركبات للتوقف ويؤخذ كنسبة مئوية من الأحمال المتحركة وأقصاها ٣٠ % منها.

ب – الأبنية المتعددة الطوابق **Multi storey building**: تقسم الأحمال المسلطة على أساس البناية إلى أحمال ميتة وتشمل وزن المنشأ من هيكل فولاذي شاملا العتبات والأعمدة والإسناد ...الخ والصبة الخرسانية للسقف ومواد الأنهاءات والجدران والاحمال الحية مثل أوزان الاشخاص والأثاث وأوزان الرياح بوصف البناء الفولاذي خفيف الوزن مقارنة مع البناء الخرساني المسلح وكذلك فان تأثير الرياح كقوى جانبية ملموسا كلما زاد ارتفاع المبنى فضلاً عن أوزان الثلوج في المناطق الباردة كما في شمال العراق والأمطار. إن بعض المناطق في شرق آسيا كاليابان مثلا تكون ضمن نطاق القوى الزلزالية (earthquake force) وعليه تحسب تأثيرات احمال الزلازل (seismic loads) كقوى وأحمال أفقية يزداد تأثيرها بارتفاع المنشأ.

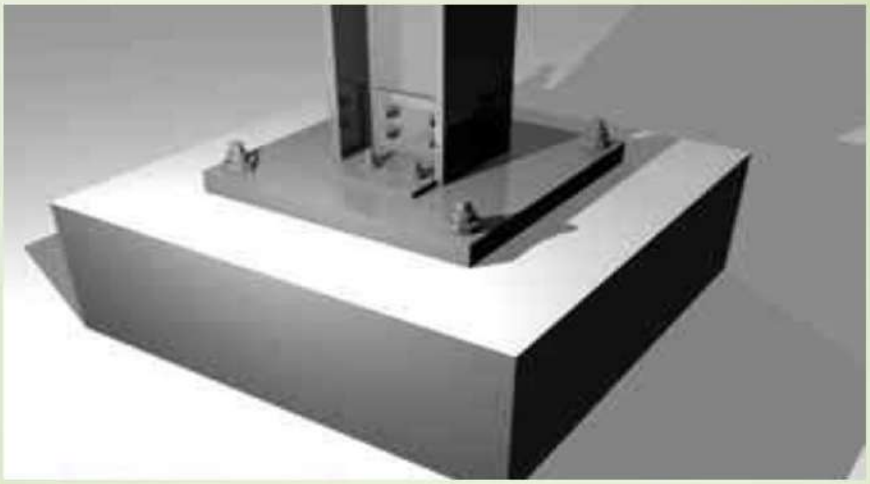
ج – الجملونات وأبراج الكهرباء **Trusses and Electricity Towers**: يحسب الهيكل الفولاذي كأحمال ميتة فضلاً عن تأثير الرياح للأسباب المذكورة آنفا أما الأحمال الحية كأوزان الأشخاص فإنها قليلة بوصف صعود الأشخاص لهذه المنشآت محدوداً ولأغراض الصيانة فقط لاحظ الشكل (١-٨).

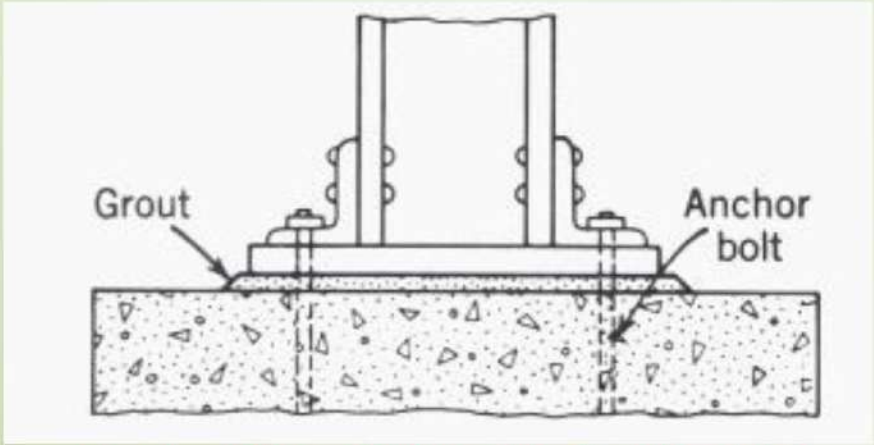


شكل (١-٨) بناية هيكلية فولاذية على شكل جمالون

١-٩ ربط الأعمدة الفولاذية مع قواعد الأعمدة الخرسانية المسلحة:

يعد الفولاذ مادة إنشائية لا تقاوم تأثير التربة بما فيها من أملاح كالكبريتات و الكلوريدات أو المياه الجوفية و التي تسبب صدأ وتآكل الفولاذ وعليه تنشأ الأسس الخرسانية المسلحة في تماس مع التربة ثم قواعد الأعمدة الخرسانية المسلحة وأخيرا الأعمدة الفولاذية و التي تربط مع الخرسانة بوساطة صفائح فولاذية مصممة الأبعاد تسمى صفائح القاعدة (base plate) وتثبت هذه الصفائح في الخرسانة باستخدام براغي التثبيت الصامولات (Anchor bolts and nuts) أما تثبيت العمود الفولاذي على هذه الصفيحة فيكون بوساطة البراغي أو اللحام (لاحظ الشكل ١-٩) .





شكل (١-٩) طريقة ربط العمود الفولاذي مع الأساس الخرساني

مادة الكراوت (Grout): هي مادة ذات قوام اسمنتي تتميز بمقاومة عالية ولها عدة استخدامات منها ملئ الفراغات تحت القواعد المعدنية في اعمدة الهياكل الحديدية ومن مميزاتها قوة التلاصق والعزل ضد المياه وسرعة التصلب وتختلف نسبة خلطها بالماء حسب المواصفات الفنية للشركة المصنعة.

١ – ١٠ مثال: احسب الاحمال الميتة (Dead loads) والناتجة من اوزان المقاطع الانشائية لبناية فولاذية مكونة من طابقين ومسقطها الافقي (plan) موضح في الشكل (١–١٠) علما بأن طول الاعمدة لكل طابق ٣.٦ m ووزن العتبات (I – Section) ١١ Kg/m وكذلك وزن الاعمدة ٢٠ Kg/m

الحل:

الطول الكلي للعتبات = (٥.٤ ×٦ + ٣.٦ × ٦) × ٢ (طابقان)

= (٣٢.٤ + ٢١.٦) × ٢ = ١٠٨ m

وزن العتبات = ١٠٨ × ١١ = ١١٨٨ Kg

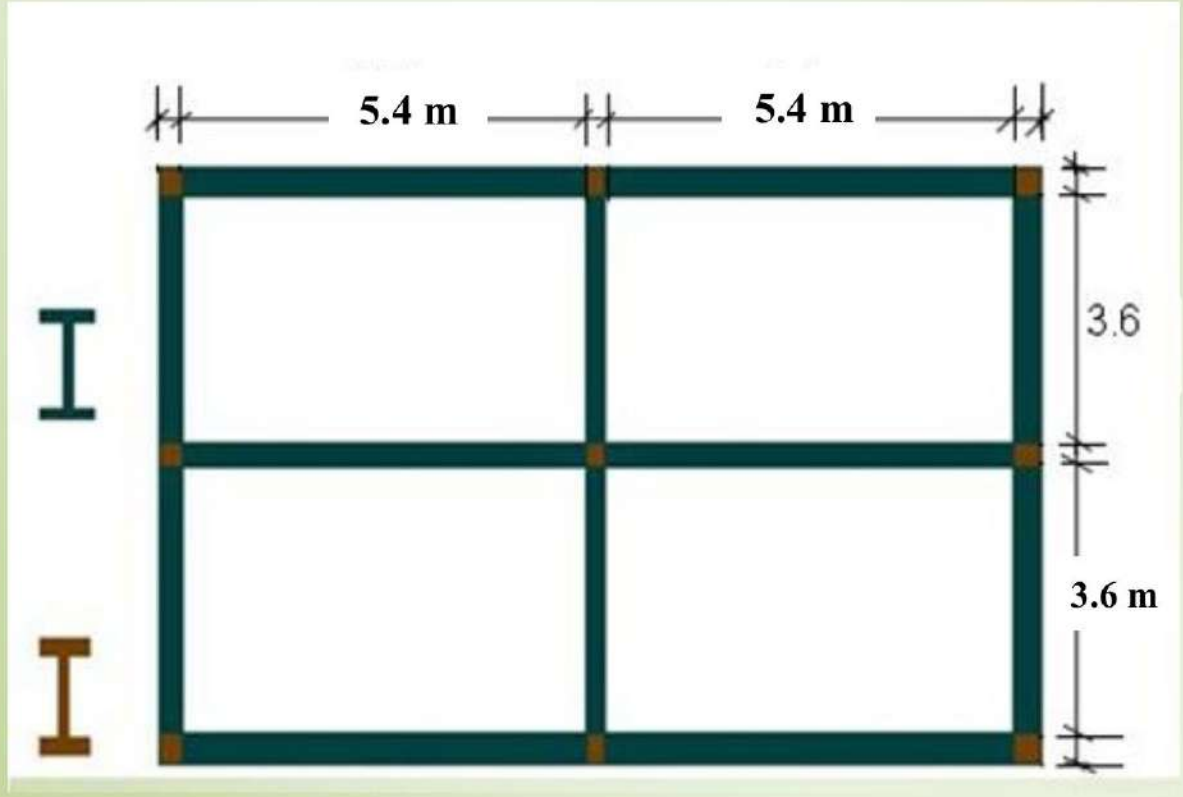
الطول الكلي للأعمدة = ٣.٦ × ٩ (اعمدة) ×٢ (طابقان) = ٦٤.٨ m

وزن الاعمدة = ٦٤.٨ × ٢٠ = ١٢٩٦ Kg

الاحمال الميتة = وزن العتبات + وزن الاعمدة

= ١١٨٨ + ١٢٩٦

= ٢٤٨٤ Kg



شكل (١-١٠) المسقط الافقي لبناية فولاذية (بدون مقياس رسم)

١-١١ أسئلة الفصل الأول:

س ١: اذكر أهم المقاطع الفولاذية المستخدمة في الإنشاءات مبينا أماكن استخدامها.

س٢: اشرح بإيجاز أهم الأحمال المسلطة على بناية متعددة الطوابق.

س٣: قارن بين الأحمال المسلطة على الأسس لجسر جملوني وبرج لنقل الطاقة الكهربائية.

س٤: وضح كيفية ربط الأعمدة الفولاذية مع الأساس الخرساني معززا إجابتك برسم توضيحي مع التأشيرات كافة.

س٥: بين أهم فوائد الهيكل الفولاذي.

س٦: عدد أنواع المنشآت الحديدية (الفولاذية).

س٧: وضح طرائق ربط المقاطع الإنشائية مع بعضها باستخدام براغي التثبيت.

الفصل الثاني

السقوف

٢-١ المقدمة:

تعرف السقوف (slabs) على أنها المستويات الأفقية أو المائلة العليا من الطابق، وتحمل الأوزان المسلطة عليها وتنقلها إلى الأجزاء الإنشائية الأخرى بأمان. ويعد السقف في الأبنية المتعددة الطوابق هو أرضية للطابق الذي يليه فمثلا يعد سقف الطابق الأرضي هو أرضية (floor) للطابق الأول وسقف الطابق الأول هو أرضية للطابق الثاني وهكذا.

٢-٢ أنواع السقوف الخرسانية وتسليحها:

يتضمن التصميم الإنشائي للسقوف الخرسانية المسلحة والمصبوبة في موقع العمل تحديد سمك الصبة الخرسانية للسقف وأقطار حديد التسليح والمسافات بينها وأطوالها ونسب الخلطة الخرسانية وعلى الأغلب تكون بنسبة (١:٢:٤) أو (١: ١,٥:٣) (سمنت: رمل: حصى) ونسبة الماء إلى السمنت بحدود ٠.٥. يجب ان تحقق الخلطة الخرسانية مقاومة الانضغاط المطلوبة (٢٥ MPa) في عمر (٢٨) يوم لفحص المكعبات.

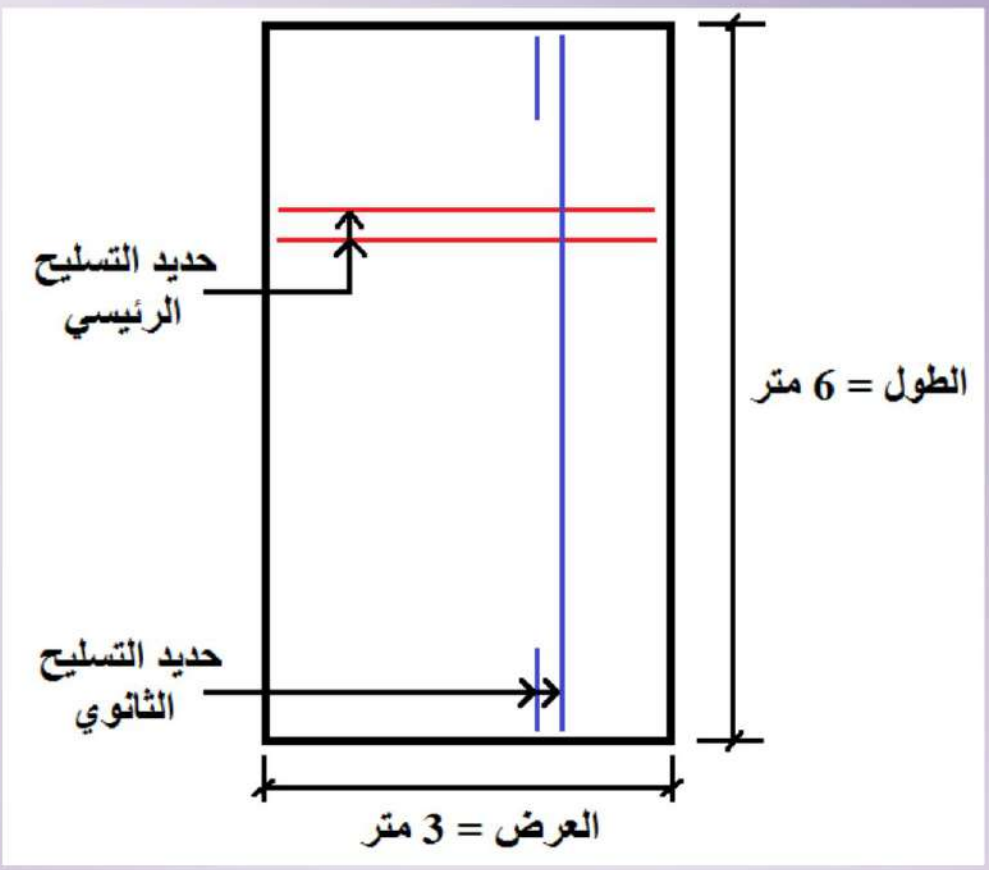
إن أكثر أنواع السقوف الخرسانية المسلحة استخداما لاسيما في الأبنية السكنية هي:

أ – السقوف ذات التسليح باتجاه واحد (One Way Slab):

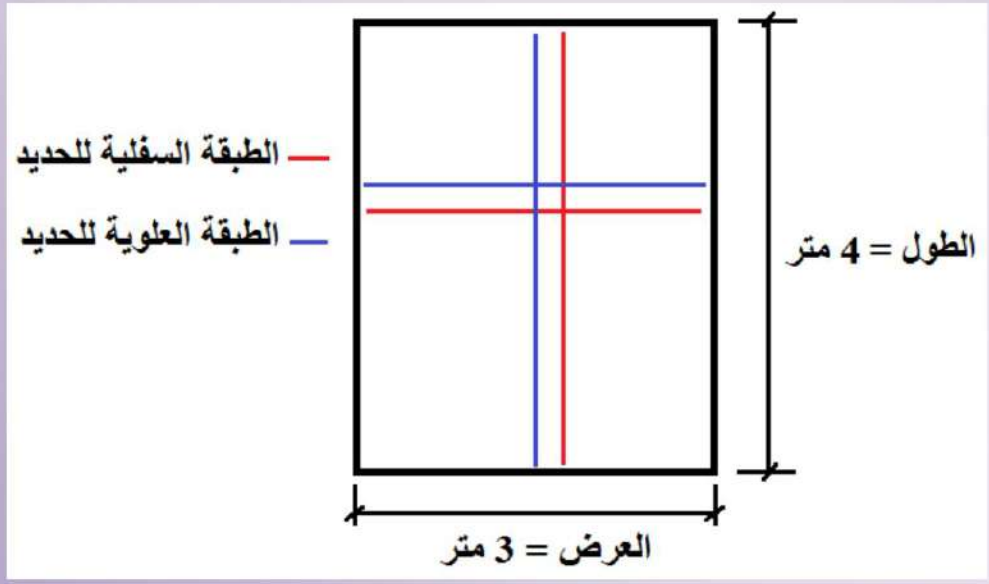
وتصمم هذه السقوف عندما تكون نسبة طول الغرفة (البعد الأكبر) إلى عرضها (البعد الأصغر) مساوية أو تزيد عن ٢ {(الطول / العرض) ≥ ٢} وغالبا ما تكون الممرات بهذه النسبة حيث تكون طويلة وبعرض قليل. إن التسليح الرئيسي يكون باتجاه البعد الاصغر أما التسليح الثانوي فيكون باتجاه البعد الاكبر لمقاومة التمدد الحراري الذي يحصل لخرسانة السقف علما بان حديد التسليح يكون على شكل شبكة (طبقة) سفلية وأخرى علوية (لاحظ الشكل ٢-١).

ب – السقوف ذات التسليح الرئيسي باتجاهين (Two Way Slab):

تمثل السقوف المربعة أو المستطيلة التي تكون نسبة {(الطول / العرض) < ٢} ويكون حديد التسليح على شكل شبكتين (طبقتين) علوية وسفلية علما بان اغلب الغرف في المكاتب والدور السكنية من هذا النوع من السقوف (لاحظ الشكل ٢-٢).



شكل (٢ – ١) السقوف ذات التسليح باتجاه واحد



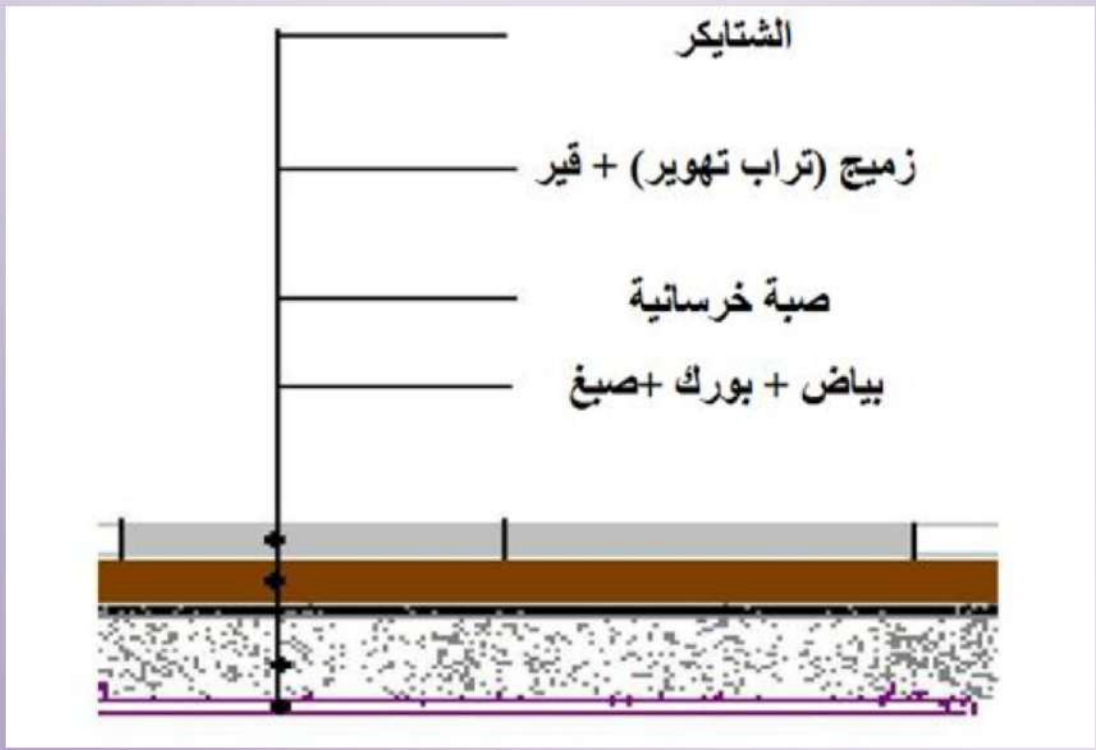
شكل (٢ – ٢) السقوف ذات التسليح باتجاهين

٢-٣ أنواع الأحمال المسلطة على السقوف الخرسانية:

الاحمال: هي مجموعة القوى التي يصمم المنشأ على اساس تحملها ومع استمرار وجودها حتى عمر معين دون ان ينهار المنشأ بتأثير تلك الاحمال.

تقسم الأحمال المسلطة على السقوف إلى:

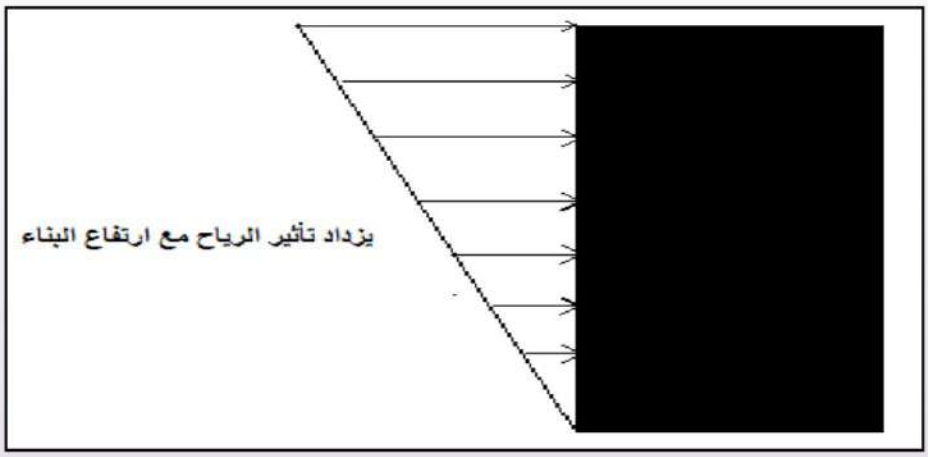
أ – **الأحمال الميتة (Dead loads)**: تشمل أوزان المواد الإنشائية المكونة للسقف ومنها وزن صبة السقف الخرسانية المسلحة فضلاً عن طبقات الإنهاء لأعلى السقف مثل وزن الشتايكر والزميج (تراب التهوير) والقير واللباد ... الخ. في حالة السطح وأسفل السقف فتشمل وزن الجص والبورك والصبغ ...الخ. أما في الأبنية المتعددة الطوابق والتي يكون سقف أي طابق هو أرضية الطابق الذي يليه فان الأحمال الثابتة تشمل وزن الصبة الخرسانية فضلاً عن الطبقات المكونة للأرضية وهي وزن الكاشي مع مونة السمنت والرمل ومواد الإنهاء أسفل السقف مثل البياض بالجص والبورك والصبغ اضافة الى اوزان القواطع والجدران، (لاحظ الشكل ٢-3).



شكل (٢-3) الأحمال الميتة المسلطة على السقف

ب- **الأحمال الحية (Live Loads)**: تشمل وزن الأشخاص والاثاث وتكون قيمتها مختلفة اعتمادا على استخدام السقف فمثلا سقف الطابق الأرضي هو أرضية الطابق الأول إذا استخدمت هذه الأرضية كمكتبة يختلف وزنها فيما لو استخدمت كغرفة نوم وهكذا.

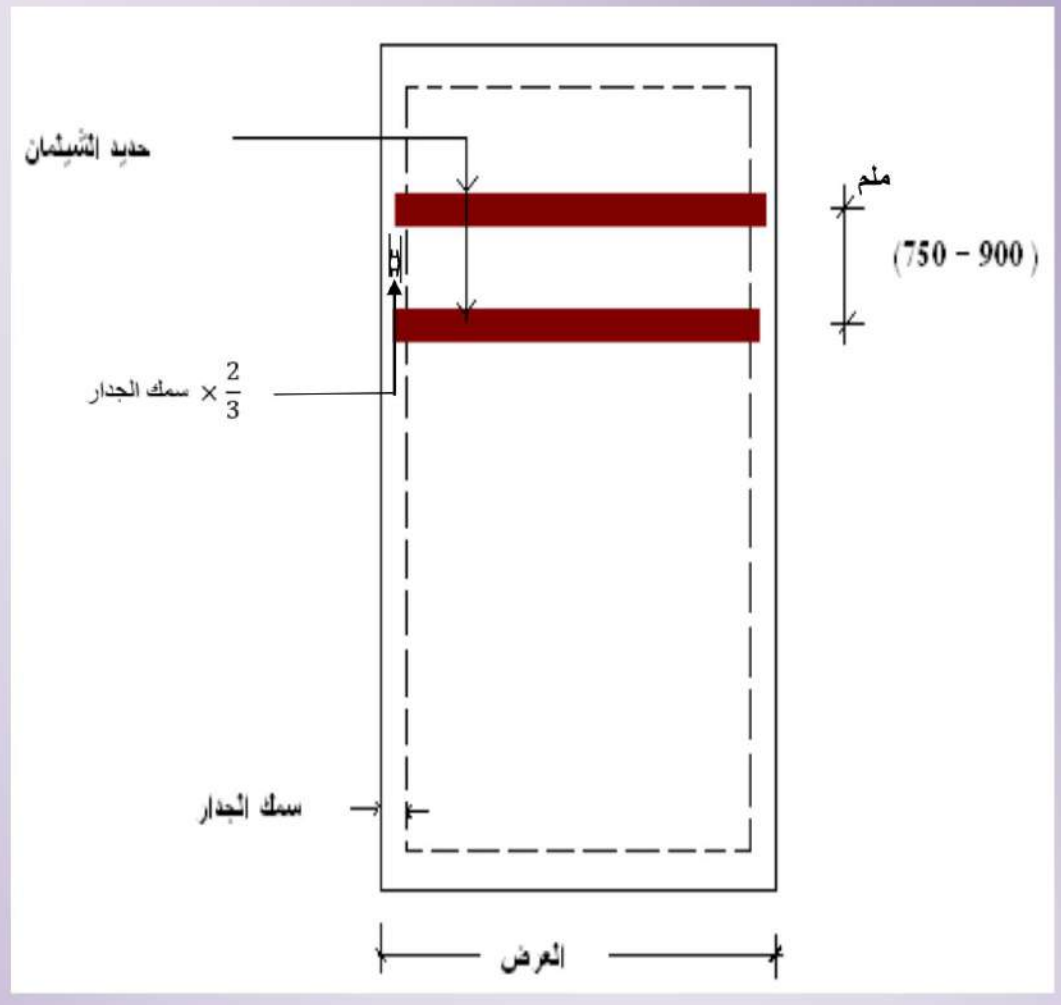
ج – **القوى الناتجة عن الزلازل أو الرياح:** وتحسب كقوى أفقية مؤثرة على المبنى وتزداد قيمتها كلما زاد ارتفاع المبنى. (لاحظ الشكل ٢-4).



الشكل (٢-4) يوضح تأثير الرياح

٢-4 التسقيف باستخدام طريقة العقادة:

يستخدم حديد الشيلمان (I - section) والطابوق ومونة الجص بدلا من حديد التسليح والخرسانة في تنفيذ هذا النوع من السقوف وللأبنية ذات الطابقين أو ثلاثة طوابق كحد أقصى ولاسيما في البيوت التي تبنى بالجدران الحاملة للأثقال وتسقف الغرف بهذه الطريقة. تستخدم طريقة التسقيف بالعقادة عندما لا يتجاوز فضاء الغرفة القصير (4.5m) ويمد حديد الشيلمان بموازاة البعد الأصغر (العرض) وفي حالة كون البعد الأصغر للغرفة كبيرا فتستخدم مقاطع من الشيلمان أكبر. يرتب حديد الشيلمان بحيث أن المسافة بين مراكزها تتراوح بين mm(٧٥٠ – ٩٠٠) حيث يستند الشيلمان الى الجدار الحامل للأثقال بمسافة لا تقل عن ثلثي سمك الجدار {(٣/٢) × سمك الجدار}، فإذا كان سمك الجدار الحامل للأثقال ٢٤٠mm أي سمك طابوقة واحدة فان مسافة الإسناد تكون (٢ × ٢٤٠) / ٣ = ١٦٠mm ، (لاحظ الشكل ٢- 5).

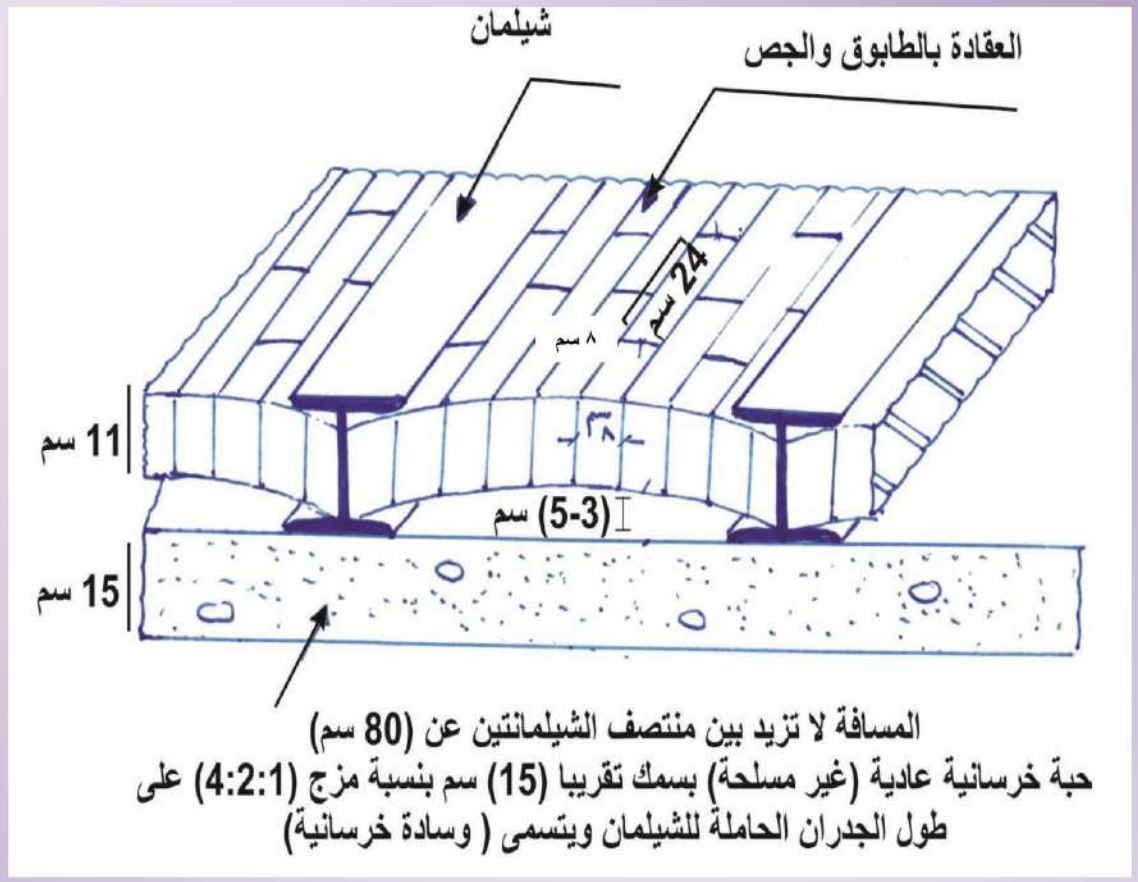


شكل (٢-5) طريقة التسقيف بالعقادة

٢-5 تفاصيل إنشائية حول سقوف العقادة:

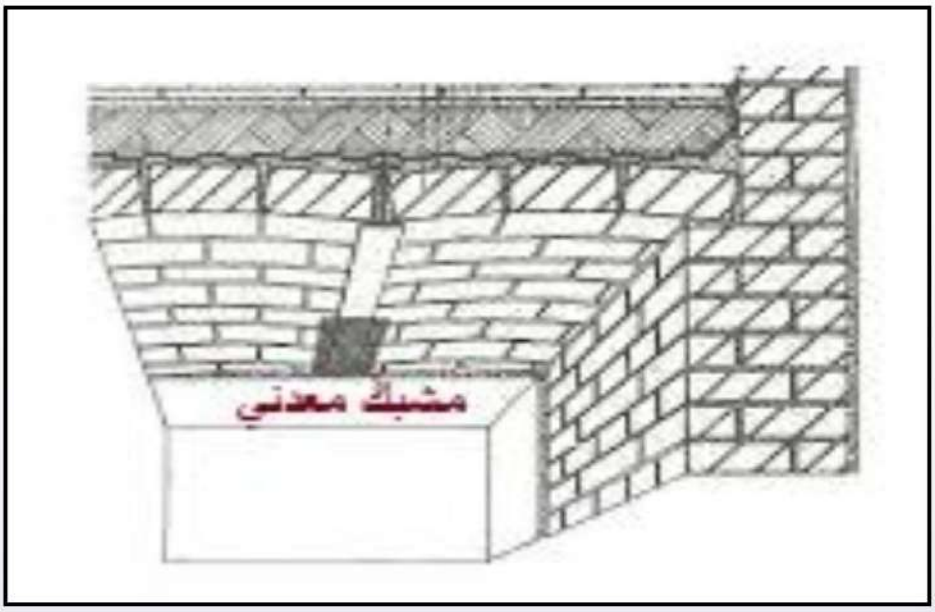
أ - يستخدم مقطع حديد الشيلمان: الذي لا يقل عرض الفلنجة عن ٧٥mm والارتفاع عن ١٥٠mm وذلك لان طريقة العقادة تتم بوضع الطابوقة على الكاز الواحدة بجنب الأخرى وتستخدم مونة الجص كمادة رابطة لهذا الغرض بوصفها سريعة الجفاف والماء الفائض من المونة يمتصه الطابوق.

إن سبب استخدام هذا القياس من حديد الشيلمان لان ارتفاع الطابوقة على الكاز مساو لـ ١٢٠mm فالمتبقي كفراغ من ارتفاع مقطع حديد الشيلمان قليل يملا بطبقة غير سميكة من مونة الجص، (لاحظ الشكل ٢- 6). يحدب الطابوق بين كل مقطعين من حديد الشيلمان بمقدار cm(٣ - ٥) لمقاومة الهطول في السقف الناتج من الأحمال المسلطة على السقف.



شكل (٢-6): تفصيل إنشائي للتسقيف بالعقادة (من دون مقياس رسم)

ب – يستخدم مشبك معدني: عرضه ٢٠٠mm على طول الشيلمانة ويمتد على جهتيها على الطابوق وفائدته منع ظهور التشققات على طول الشيلمانة في البياض والناتجة من اختلاف معاملات التمدد بين الطابوق وحديد الشيلمان، (لاحظ الشكل ٢- 7).



شكل (٢-7) طريقة استخدام المشبك المعدني

٢- 6 ميزات ومساوئ التسقيف بالعقادة:

إن أهم ميزات التسقيف بالعقادة:

أ – سهولة وسرعة انجاز العمل.

ب _ الاقتصاد بكلفة البناء لاستخدام المواد المتوافرة محليا.

ج _ عدم الحاجة إلى قوالب خشبية أو حديدية.

د _ لا حاجة لحديد التسليح.

هـ _ لا نحتاج إلى تصاميم إنشائية.

أما أهم مساوئ التسقيف بالعقادة:

أ _ تعد طريقة بدائية في البناء.

ب _ تعد اقل قوة ومتانة من السقوف الخرسانية المسلحة.

ج _ قابلية مونة الجص لامتصاص الرطوبة والماء وتلف أو تأثر المواد الإنشائية المحيطة بها.

د _ السقوف متوسطة القوة ولا تتحمل إثقالا كبيرة ولهذا تستخدم في البيوت.

هـ- محدد بفضاءات صغيرة.

٢- ٩ أسئلة الفصل الثاني:

س ١: أشرح أنواع الأحمال المسلطة على المبنى.

س ٢: قارن بين السقوف الخرسانية المسلحة وسقوف العقادة.

س ٣: وضح السقوف ذات التسليح باتجاه واحد وباتجاهين معززا إجابتك برسوم توضيحية مع التأشيرات.

الفصل الثالث

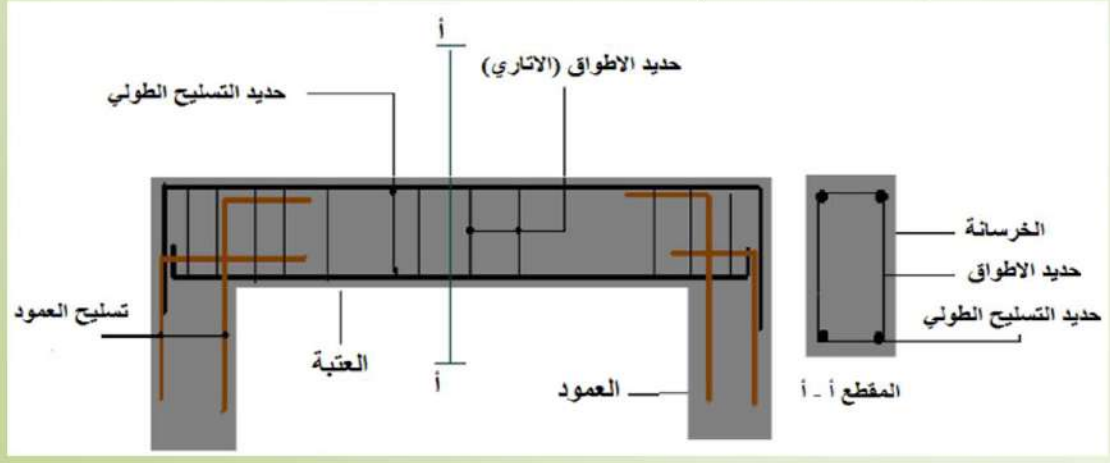
الأبنية الخرسانية المسلحة الهيكلية

٣-١ الابنية الخرسانية: هي الابنية التي يكون بها نقل الاحمال عن طريق نظام انشائي مكون من سقوف واعمدة وعتبات والاسس حيث تنتقل الاحمال ابتداءا من الاسقف ثم الى الاعمدة وبعدها الى الاسس وهي من المباني الاكثر انتشارا وامانا لأنها تستطيع مقاومة الاجهادات العالية ومقاومة الزلازل والرياح ومقاومة الحرائق.

٣- ٢ أجزاء الأبنية الهيكلية الخرسانية المسلحة:

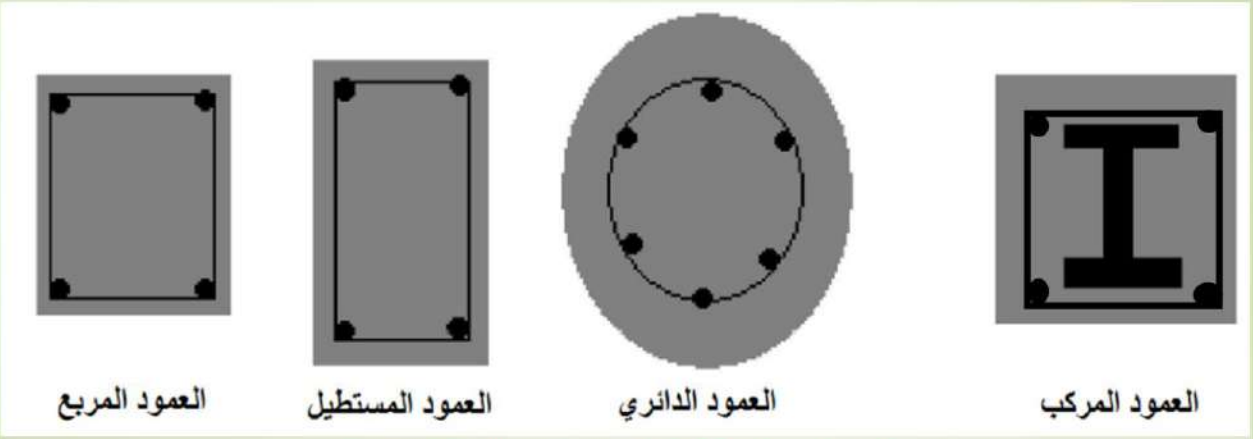
يتكون الهيكل الخرساني من:

أ - العتبات:Beams هي عبارة عن كتلة خرسانية مسلحة ذات مقطع عرضي (cross – section) مستطيل أو على شكل حرف T ... الخ. تربط بين عمودين متجاورين بحيث يتداخل حديد التسليح للعتبة مع حديد التسليح للعمودين فيعملان كمفصل جاسئ (Rigid joint). تستند السقوف الى العتبات الخرسانية المسلحة حيث تنتقل الأحمال من السقوف إلى العتبات كأحمال موزعة بانتظام كما تتحمل العتبات أوزانها وأوزان الجدران غير الحاملة للأثقال والمبنية من الطابوق أو البلوك أو الثرمستون وغيرها. تسلح العتبات بحديد تسليح رئيسي طولي لمقاومة اجهادات الشد المتولدة في العتبة والناتجة عن الأحمال المسلطة عليها وبحديد تسليح على شكل أطواق (اتاري) وبمسافات مصممة ومحددة على طول العتبة لمقاومة اجهادات القص (shear stresses) والتي تحاول قطع العتبة ولاسيما قرب مكان ارتباطها بالأعمدة، (لاحظ الشكل ٣-١).



شكل (٣-١) العتبات الخرسانية المسلحة

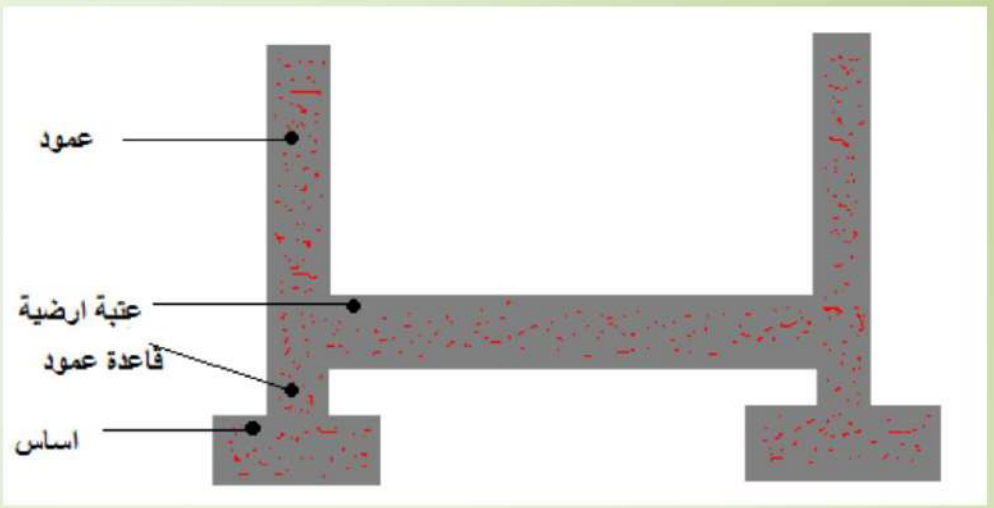
ب- الأعمدة Columns: هي مقاطع إنشائية وظيفتها تحمل قوى الضغط المسلطة عليها والتي تستلمها بصورة رئيسية من العتبات وتمتاز الأعمدة بنحافتها بوصفها أجزاءً إنشائية طويلة مقارنة بأبعاد مقطعها العرضي وتتعرض بسبب ذلك لما يسمى بظاهرة الانبعاج (buckling) حيث يظهر تقوسا واضحا في العمود وعليه يستخدم حديد التسليح الرئيسي على طول العمود وبأعداد وأقطار مصممة إنشائيا فضلاً إلى الأطواق (الاتاري). إن الأعمدة تتخذ أشكالا مختلفة كالمربعة و المستطيلة حيث لا يقل عدد حديد التسليح الطولي عن أربعة و الأطواق (الاتاري) (stirrups) إما مربعة أو مستطيلة ، أما الأعمدة ذات المقطع الدائري فلا يقل عدد حديد التسليح عن ستة و الأطواق حلزونية(spiral) او دائرية، يوجد نوع آخر من الأعمدة يسمى بالأعمدة المركبة حيث يضاف الى حديد التسليح الطولي و الأطواق مقاطع من الفولاذ مثل (W- section) ثم يصب بالخرسانة ، ويجب ان لا تقل نسبة حديد التسليح للعمود عن (١%) من مساحة المقطع العرضي ولا تزيد عن (٨ %) ، (لاحظ الشكل ٣-٢) .



شكل (٣-٢) اشكال الأعمدة الخرسانية المسلحة

ج – العتبات الأرضية Ground beams: وتعمل كل عتبة على ربط قاعدتي عمودين متجاورين ويكون مستواها تحت مستوى إنهاء الأرضيات (finish floor level) وتكون من الخرسانة المسلحة تسليحا طوليا لمقاومة اجهادات الشد بصورة أساسية ومسلحة بالأطواق (الاتاري)(stirrups) لمقاومة اجهادات القص وتحمل إضافة لوزنها أوزان الأرضيات المرتبطة بها والجدار المبني فوقها وعملها وأشكالها مماثلة للعتبات الخرسانية المسلحة الواردة في (أ)، (لاحظ الشكل ٣-٣).

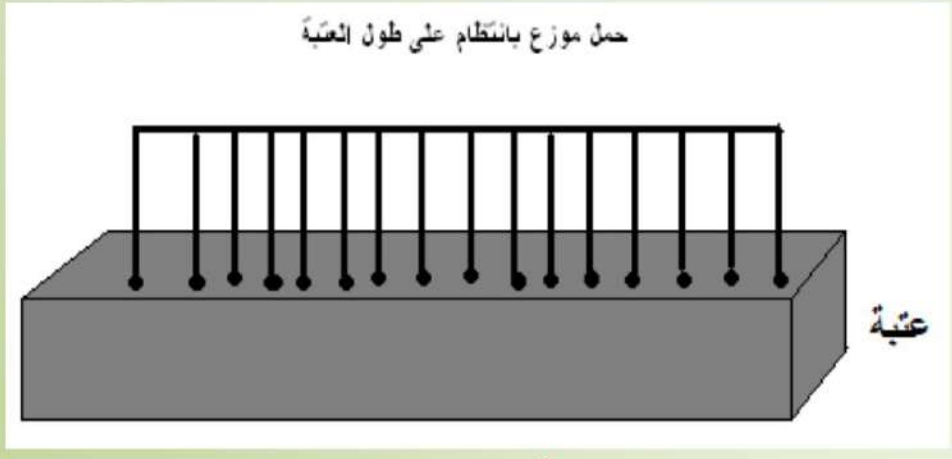
د- الاسس (foundation): أحد واهم اجزاء الابنية الهيكلية الخرسانية التي تصمم لتحمل وزن الاثقال المسلطة عليها من الاجزاء الهيكلية المذكورة اعلاه، ونقل هذه الاحمال الى التربة بصورة امنة.



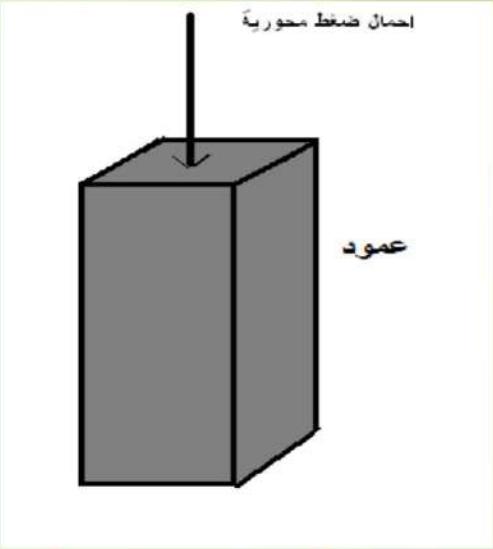
شكل (٣-٣) العتبات الأرضية

٣- ٣ انواع الأحمال المسلطة على الأبنية الهيكلية الخرسانية المسلحة:

تنقل الأحمال المسلطة على السقوف والأرضيات والتي تشمل وزن المواد الإنشائية المكونة للسقف والأرضية وتسمى بالأحمال الميتة (dead loads) وكذلك أوزان الأشخاص والأثاث والأمطار وغيرها وتسمى بالأحمال الحية (live loads) إلى العتبات الخرسانية المسلحة كحمل موزع بانتظام ومقاس بوحدات كيلو نيوتن \ متر (لاحظ الشكل ٣-٤). تنقل الأوزان المسلطة على هذه العتبات فضلاً عن وزن العتبة ووزن الجدار المشيد فوقها إلى الأعمدة على شكل حمل ضغط محوري مقدرا بالنيوتن (لاحظ الشكل ٣-٥)، أما العتبات الأرضية الساندة لقواعد الأعمدة فإنها تنقل الأحمال المسلطة عليها وتشمل وزنها ووزن الجدار المشيد فوقها والأرضيات المرتبطة بها مع أوزان الأعمدة إلى الأسس التي تنقلها بأمان إلى التربة تحتها.



شكل (٣-٤) الأحمال الموزعة على العتبات



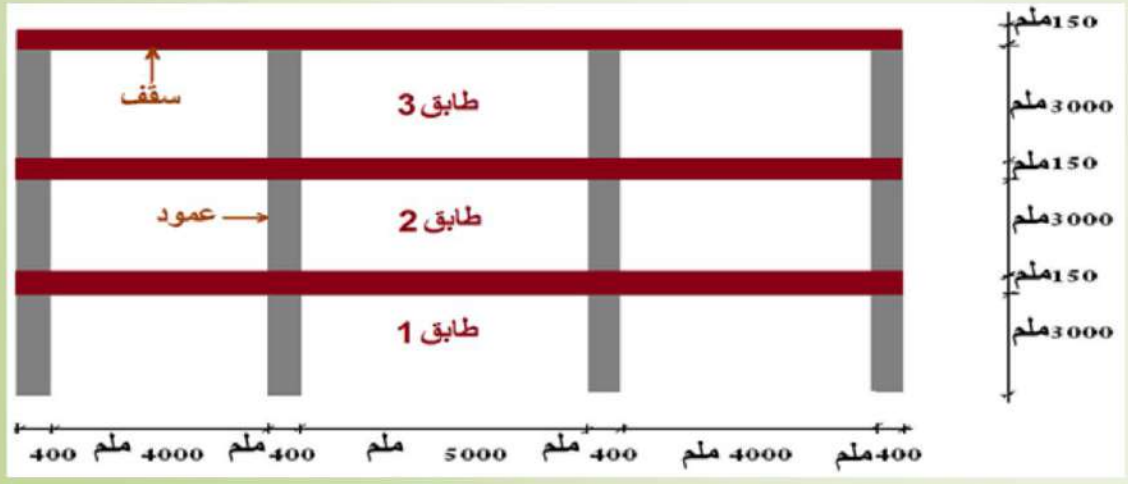
شكل (٣-٥) الأحمال المسلطة على الأعمدة

٣-٤ المواصفات العالمية لأجزاء الأبنية الهيكلية الخرسانية المسلحة:

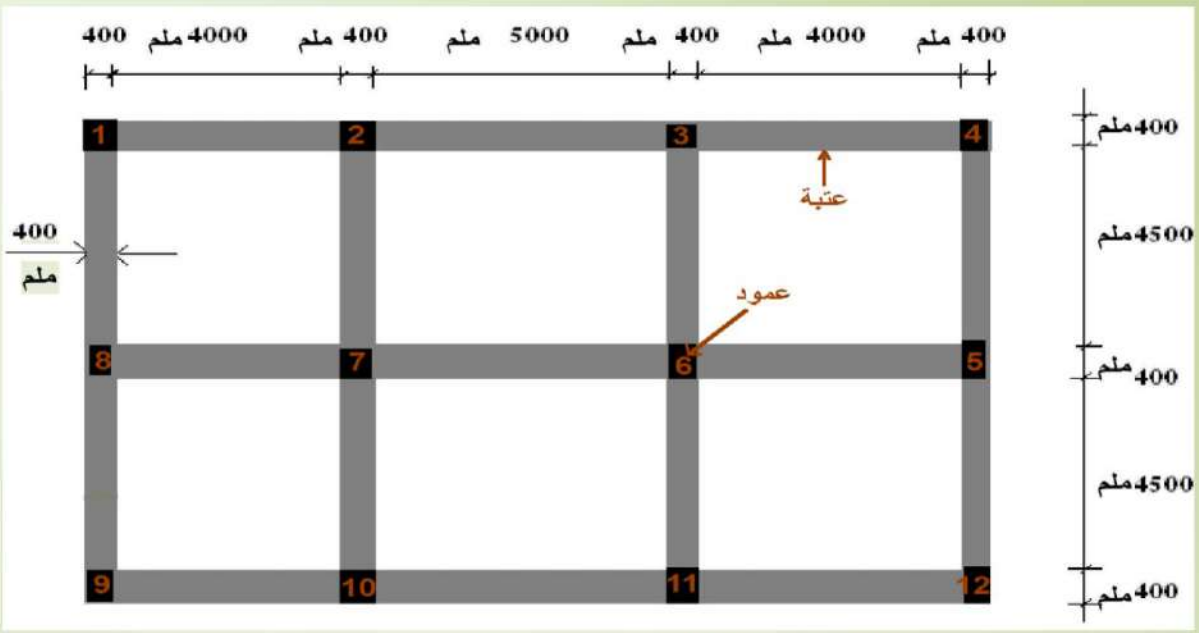
يحدد المعهد الأميركي للخرسانة American Concrete Institute (ACI 318M) عوامل أمان تضاف مع الأحمال الميتة والحية مساوية الى (١.٢ من الحمل الميت) و (١.٦ من الأحمال الحية) والمسلطة على العتبات والأعمدة فضلاً عن تحديد (اقل سمك للغطاء الخرساني مساو إلى ٤٠ ملم).

٣-٥ حساب الكميات لبناية هيكلية خرسانية مسلحة:

المطلوب حساب كميات الخرسانة المسلحة بالمتر المكعب لكل من العتبات (٤٠٠×٦٠٠) ملم والأعمدة (٤٠٠×٤٠٠) ملم والموضحة تفاصيلها في المخططين (٣-٦ و٣-٧) في أدناه (علما ان الابعاد بالمليمتر):



شكل (٣-٦): مقطع طولي لبناية هيكلية (بدون مقياس رسم)



شكل (٣-٧) مسقط أفقي للبناية الهيكلية (بدون مقياس رسم)

الحل:

اولا: نحول الابعاد بالملمترات الى أمتار وذلك بالقسمة على ١٠٠٠

٤٠٠ ÷ ١٠٠٠ = ٠.٤ m و ٦٠٠ ÷ ١٠٠٠ = ٠.٦ m وهكذا لبقية الابعاد

حجم الخرسانة المسلحة للعتبات (m^3) = مساحة المقطع العرضي للعتبات × الطول الكلي للعتبات

= [(٠.٤ × ٠.٦) × (١٠.٢٠ × ٤ × ٣ + 13 × ٣ × ٣)]

= ٠.٢٤ × (١١٧ + ١٢٠) = ٥٧.٤٥٦ m^3

حجم الخرسانة المسلحة للأعمدة (m^3) = مساحة المقطع العرضي للأعمدة × الطول الكلي للأعمدة

= (٠.٤ × ٠.٤) × ١٢ × ٣ (الارتفاع) × ٣ (طوابق) = ١٧.٢٨ m^3

٣-٦ اسئلة الفصل الثالث:

س١: كيف يتم نقل الاثقال المسلطة على سطح البناء الى الاسس.

س٢: ماهي فائدة العتبات الخرسانية في الهيكل الخرساني.

س٣: عدد انواع الاعمدة واذكر فائدة حديد الاطواق (الاتاري) فيها.

س٤: ما الفرق بين العتبات في السقوف والعتبات الارضية؟

س٥: من الشكل رقم (٣-٧) احسب كمية الطابوق إذا علمت ان ارتفاع البناء (٣m) وسمك (٢٥cm) وان المتر المكعب الواحد يستوعب (٤٢٠) طابوقة.

الفصل الرابع

البناء باستخدام الجدران الحاملة للأثقال

٤-١ مقدمة: تشيد الجدران الحاملة للأثقال في الدور السكنية والأبنية المكونة من طابقين لتتحمل وزنها ووزن الأحمال الميتة المسلطة عليها كالسقوف والأحمال الحية كأوزان الأشخاص والأثاث ...الخ. حيث تبنى الجدران بسمك لا يقل عن ٢٤٠ ملم (طابوقة) أو ٣٦٠ ملم (طابوقة ونصف) للجدران الخارجية خاصة.

٤-٢ أجزاء الأبنية المشيدة باستخدام الجدران الحاملة للأثقال:

تبنى الدور السكنية خاصة بهذا النوع من البناء بحفر وتسليح وصب الأسس الجدارية وبعدها البناء بالطابوق ثم صب طبقة مانع الرطوبة (البادلو) وبعدها بناء الجدار الحامل للأثقال الذي يستند اليه رباط من الخرسانة المسلحة، وفائدة هذا الرباط لنقل أحمال السقف الخرساني المسلح الذي يصب فوقه إلى الجدار الحامل للأثقال. سمي بالجدار الحامل للأثقال لأنه لا يمكن إزالته أو تغيير مكانه إلا بإسناد الرباط الذي فوقه لكي لا يحصل هطول و انهيار للسقف ومن الممكن أن نقطع الغرفة الواحدة بجدار من الطابوق سمكه لا يقل عن ١٢٠ ملم يسمى القاطع وهو جدار لا يحمل إلا وزنه ومن الممكن إزالته و تغيير مكانه من دون أن يؤثر في استقراريه المنشأ. (لاحظ الشكلين ٤-١).

عيوب (مساوئ) الجدران الحاملة للأثقال:

١- كبر الحجم الفراغي لها حيث يزداد حجم الجدران كلما اقتربنا من الاساس لزيادة الاحمال التي يتعرض لها الجدار.
٢- يمنع ازالة الجدار او تعديل او تقسيم المبنى دون اتخاذ احتياطات شديدة تضمن عدم انهيار المبنى.
٣- وجود الفتحات في الجدران يضعف من المبنى كما في الشبابيك والابواب.
٤- محدودية عدد الطوابق المسموح بها.
٥- لا تناسب تصاميم الابنية ذات الفضاءات المفتوحة.

شكل (٤ – ١) بناء الجدار فوق الأساس الجداري

٤-٣ أنواع الأحمال المسلطة على أبنية الجدران الحاملة للأثقال:

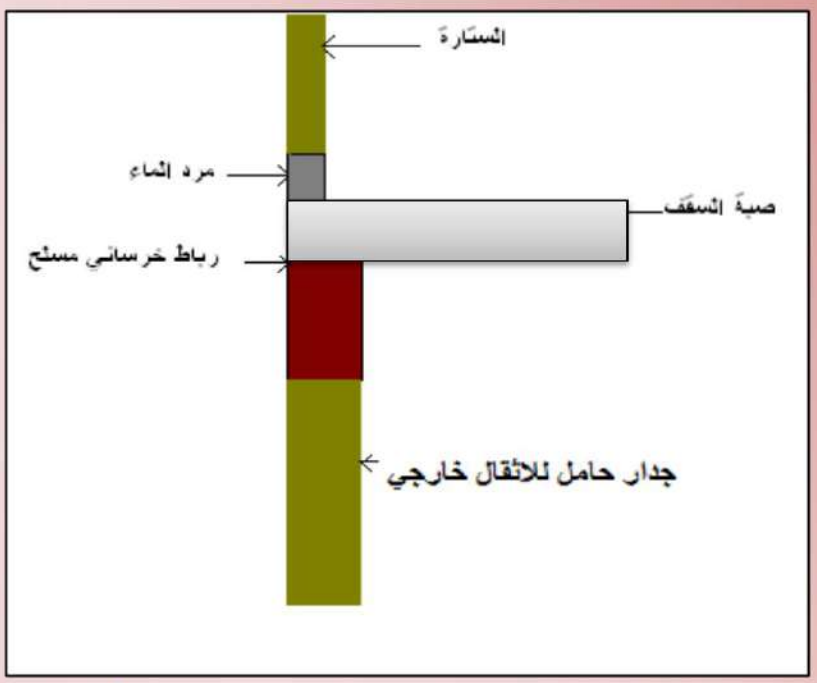
إن أهم أنواع الأحمال المسلطة على هذا النوع من الجدران:

أ – الأحمال الميتة (Dead loads): تشمل وزن السقف ومواد التسطيح كالشتايكر والزميج (تراب التهوير) والقير (للسطح) وطبقات الأرضية كالكاشي ومونة السمنت والرمل لأرضية الطابق الأول مثلا والرباط والجدار الحامل للأثقال.

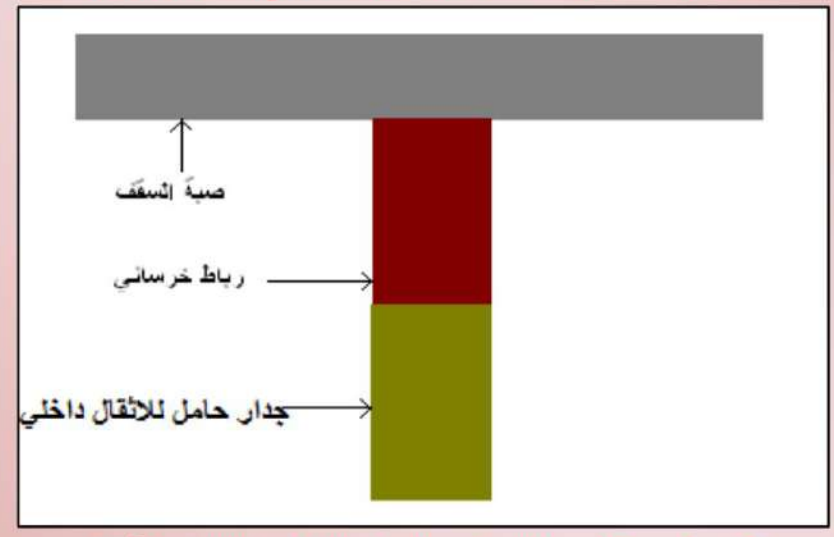
ب – الأحمال الحية (Live loads): تشمل أوزان الأشخاص والأثاث وخزانات الماء في السطح فضلاً عن أوزان الأمطار والثلوج ولاسيما في المناطق الشمالية من العراق.

٤-٤ تفاصيل إنشائية لمناطق الربط بين الجدران و السقوف:

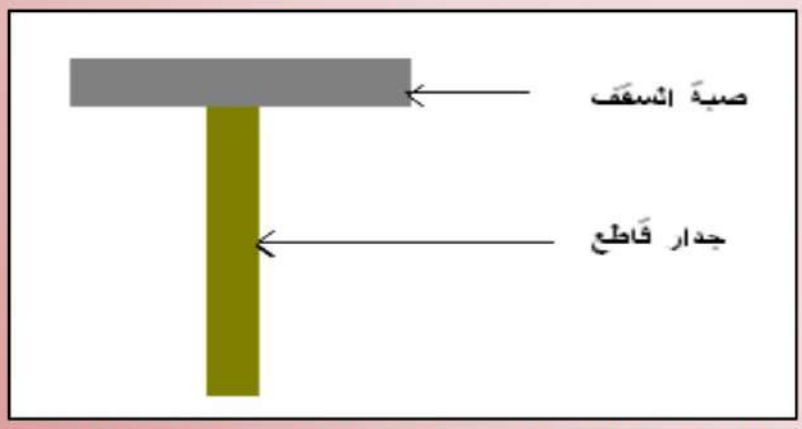
يبين الشكل (٤-٢) أسلوب ربط جدار خارجي حامل للأثقال لدار سكنية مع السقف بوساطة رباط خرساني مسلح أما الشكل (٤-٣) فيبين أسلوب ربط جدار داخلي حامل للأثقال مع صبة السقف الخرسانية المسلحة و الشكل (٤-٤) فيوضح ارتباط الجدار القاطع (partition) غير الحامل للأثقال مباشرة مع السقف من دون الحاجة إلى رباط حيث يبنى القاطع بعد صب السقف .



شكل (٤ –٢) ربط السقف بالجدار الخارجي الحامل للأثقال



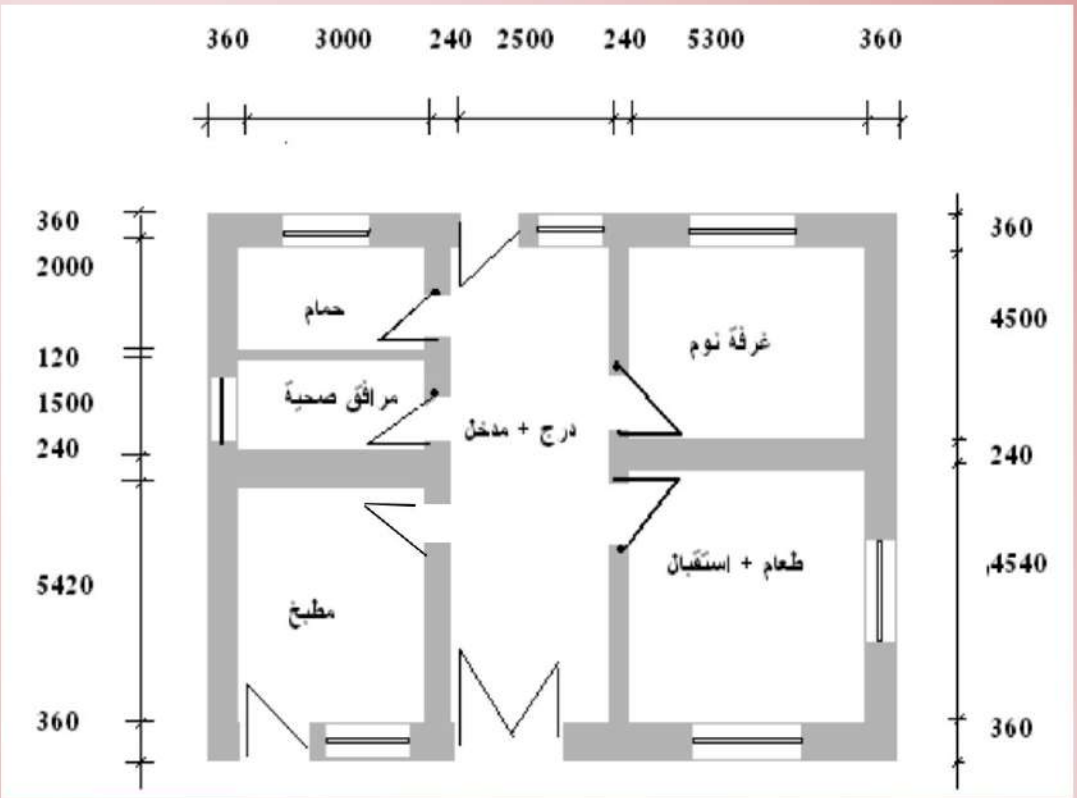
شكل (٤ – ٣) ربط السقف بالجدار الداخلي الحامل للأثقال



شكل (٤ – ٤) ربط السقف بالجدار القاطع غير الحامل للأثقال

٤-٥ حساب الكميات لدار سكنية:

دار سكنية مساحة البناء $120m^2$. الارتفاع الصافي للبناء ٣m. احسب كميات المواد الإنشائية (الطابوق للجدران والخرسانة المسلحة للسقف سمك ١٥٠mm والكاشي الموزاييك) مقترحا أبعاد الأبواب والشبابيك وبحسب المخطط في الشكل (٤-٥) علما ان الابعاد (بالمليمتر):



الشكل رقم (٤-٥) مخطط البناء

ملاحظة: اتبع الخطوات التالية لمساعدتك في حساب الكميات:

كمية الطابوق (متر مكعب) = [(طول الجدران × الارتفاع × السمك) – (مساحة فتحات الأبواب و الشبابيك × سمك الجدار)]

حجم الخرسانة المسلحة للسقف (متر مكعب) = مساحة البناء × سمك الصبة الخرسانية

كمية الكاشي الموزاييك (متر مربع) = المساحة الكلية للبناء – (طول الجدران × سمك الجدران)

٦-٤ اسئلة الفصل الرابع

س١: عدد انواع الاحمال المسلطة على ابنية الجدران الحاملة للأثقال.

س٢: ارسم مقطع يوضح ربط السقف والجدران الخارجية الحاملة للأثقال.

س٣: ما هي خطوات حساب الكميات لجدار مبني من الطابوق؟

الفصل الخامس

الخرسانة الجاهزة Precast Concrete

٥-١ المقدمة:

أصبحت الأبنية الخرسانية الجاهزة شائعة الانتشار في العديد من المشاريع الانشائية ولاسيما المشاريع الكبيرة او المجمعات السكنية وذلك لاختصار الوقت والكلفة، ولاسيما إذا كانت هذه المجمعات ذات تصميم موحد. حيث ان القوالب يتم تصنيعها للأجزاء المتكررة بكثرة وقد تكون غير ملائمة لأبعاد المسكن المطلوب بنائه، ومن المكلف جداً تغير القوالب لكل مسكن وفي هذه الحالة يكون البناء التقليدي للمساكن المفردة وغير المتشابهة هو الأنسب. وتنتج الخرسانة الجاهزة مسبقة الصب بشكل وحدات ذات اشكال متعددة بحسب استعمالها ومنها الوحدات الخاصة بالجدران او السقوف والارضيات او الاعمدة والركائز والاسس والاعتاب وغيرها. وتتركب فوق اسس معدة موقعياً.

من أهم مميزات الأبنية الخرسانية الجاهزة (مسبقة الصب) ما يأتي: -

١- تتشكل بشكل القالب وتأخذ اي شكل مطلوب مثلها مثل الخرسانة المصبوبة في موقع العمل.
٢- تكون أعمال السيطرة النوعية عالية الجودة بسبب مركزية الإنتاج والمراقبة.
٣- تكون ذات تحمل عالي للأحمال.
٤- تمتاز بسرعة التشييد او الانجاز بالمقارنة مع الخرسانة المصبوبة في الموقع.
٥- يكون البناء الجاهز اقتصادياً عند تكرار الوحدات ذاتها لعدد كبير من المرات.
٦- ديمومتها عالية حيث يمكن التحكم في رص الخرسانة في القوالب رصاً منتظماً باستخدام هزازات خاصة مما يؤدي الى عدم حدوث ظاهرة الانفصال في مكونات الخرسانة ومن ثم نحصل على خرسانة عالية المقاومة وذات ديمومة طويلة.
٧- تتميز القطع الخرسانية الجاهزة بسطح أملس جيد لان القوالب في المصنع تبقى بحالة جيدة ويمكن التحكم في جودتها.
٨- تتميز الخرسانة مسبقة الصب بان لها قوالب ذات أشكال قياسية موحدة وعدد محدد من قضبان حديد التسليح وبالتحكم في مقاسات القوالب وارتفاعاتها وكذلك التحكم في نوع حديد التسليح ويمكن الحصول على مجال واسع من الفضاءات (Span) والسعة التحملية المطلوبة (Load carrying capacity).
٩- تأتي الوحدات الخرسانية جاهزة الى الموقع ثم ترفع من على ظهر العربات الى اماكن تواجدها في المنشأ مما يؤدي الى عدم الحاجة الى اماكن تخزين او اماكن تصنيع بالموقع. لاحظ الشكل (٥ – ١).

عيوب (مساوئ) الابنية الخرسانية الجاهزة (مسبقة الصب):

١- اقل مرونة في حالة وجود اي تعديلات اثناء التنفيذ.
٢- يتطلب اشراف هندسي عالي المستوى والخبرة.
٣- ضرورة معالجة الفواصل بين الوحدات الخرسانية وصيانتها الدورية.

الشكل (٥ – ١) يوضح البناء بالكتل الخرسانية الجاهزة

٥-٢ تصنيع أجزاء الأبنية الخرسانية الجاهزة:

تصنع الابنية الخرسانية الجاهزة او المسبقة الصنع في معامل خاصة خارج موقع العمل ثم يتم نقلها الى المشروع وعليه يتم تنفيذ العديد من المشاريع في وقت زمني قصير.

ومن أهم متطلبات إنتاج الخرسانة الجاهزة ما يأتي: -

١- لا بد من توافر معمل للخرسانة ضمن قطعة ارض تكفي للعمل والمنتجات وملحقات العمل.
٢- توفير نظام المعالجة بالبخار (Steam Curing) حيث تتم معالجة القطع الخرسانية الجاهزة بالبخار بدلا من رشها بالماء وذلك بسبب قدرة هذه الطريقة على إنضاج الخرسانة (تصلبها) السريع خلال اقل من ٢٤ ساعة إلى المستوى الكافي لرفعها من القالب ونقلها إلى منطقة الخزن مما يتيح استخدام القالب مرة أخرى.
٣- لا بد من تصنيع قوالب من الحديد بحسب القياسات والأشكال والتفاصيل الاخرى الملائمة للبناء المطلوب إنشاءه كقوالب الجدران والسقوف وغيرها.

المعالجة (Curing): هو عملية الحفاظ على ظروف الرطوبة والحرارة المناسبة للخرسانة بعد الصب، ولفترة كافية تسمح بتطور خصائص الخرسانة ومن أهمها المقاومة والديمومة.
طرق المعالجة: المعالجة بالماء، المعالجة بالبخار، المعالجة بالمواد الكيميائية، المعالجة الحرارية

أما عند التنفيذ وبعد إعداد المخططات المطلوبة من قبل المصمم المعماري والإنشائي يتم إنتاج القطع الخرسانية الجاهزة بحسب الخطوات الآتية: -

١- يتم تركيب القوالب الحديدية ودهنها من الداخل.
٢- يتم شد حديد التسليح وتركيبه في القوالب مع ملاحظة ان القطع مصممة بحيث يمكن رفعها ونقلها بعد ان تكون قد وصلت الى المقاومة المطلوبة بعد الصب.
٣- يتم تثبيت الهزازات (vibrators) على جوانب القالب أو تستعمل الهزازات الاعتيادية وذلك لمنع فصل مكونات الخرسانة واعادة خلط ومجانسة الخرسانة داخل القالب.
٤- يتم صب الخرسانة في القالب. لاحظ شكل (٥ - ٢)
٥- يمكن استعمال نظام المعالجة بالبخار (steam curing) للإسراع بوصول الخرسانة الى المقاومة المطلوبة بوقت أقصر.
٦- بعد الوصول الى المقاومة المطلوبة تفتح القوالب ويتم خزن او نقل القطع الجاهزة الى موقع العمل. لاحظ الشكلين (٥ - ٣)، (٥ – ٤).

الشكل (٥-٢) يوضح صب الخرسانة في القالب الشكل (٥–٣) طريقة رفع القطع الخرسانة الجاهزة

الشكل (٥-٤) يوضح نقل القطع الخرسانية الجاهزة

ومن أهم القطع الخرسانية الجاهزة التي يتم إنتاجها في المعمل ما يأتي: -

١- قطع جاهزة للجدران وتكون على نوعين هما: -

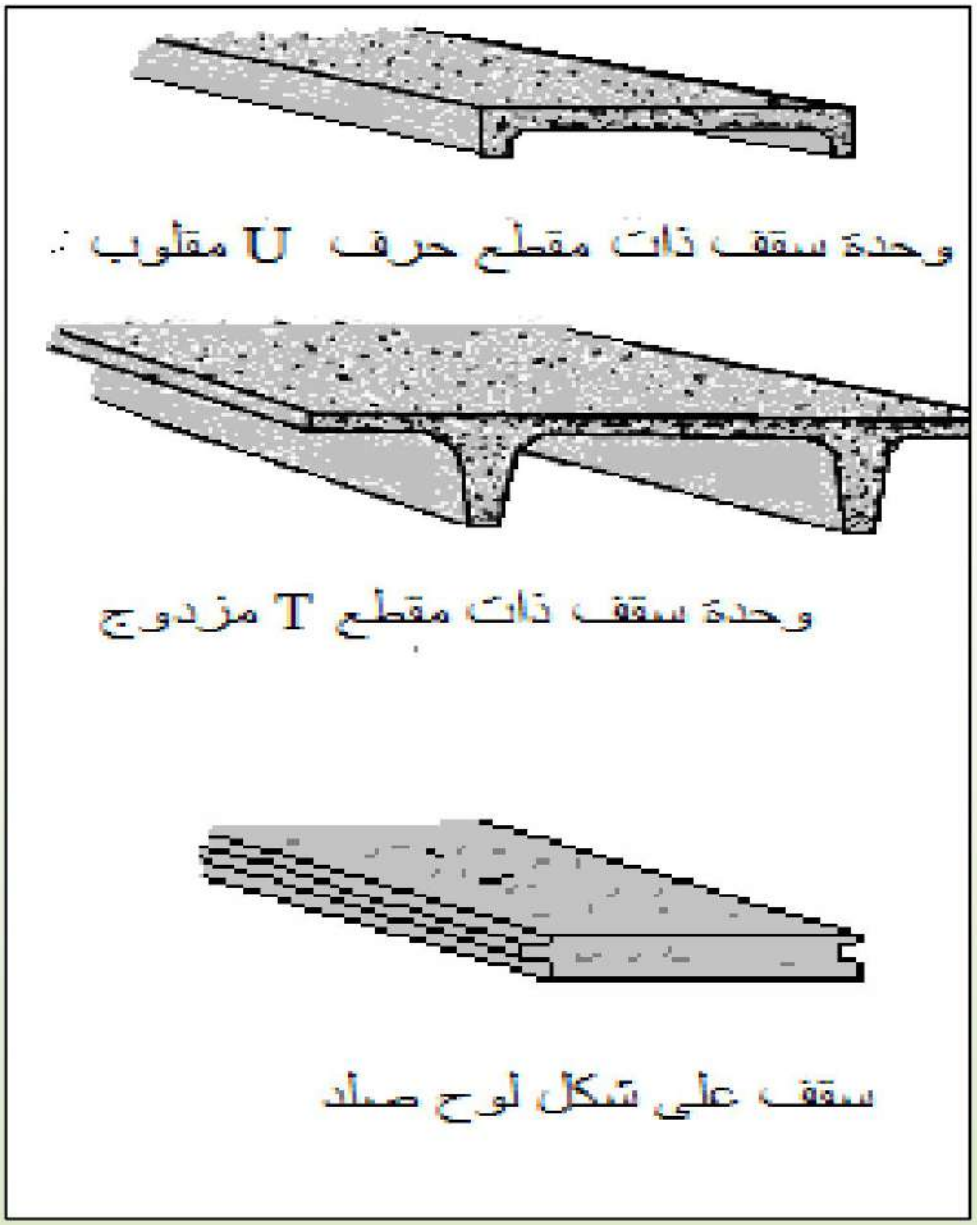
أ- جدران حاملة للأثقال: - وهي الجدران التي تحمل أثقالاً أو أحمالاً فضلاً عن وزنها مثل أحمال السقوف والجدران التي تسندها والأحمال الميتة الأخرى فضلاً عن الأحمال الحية وقد تحمل احمال جانبية مثل احمال الرياح على الجدران الخارجية المرتفعة او احمال التربة والمياه على الجدران الساندة ويتم رصفها الواحدة بجانب الاخرى لتكون الجدار الحامل للأثقال. لاحظ شكل (٥- ٥).

الشكل (٥ – ٥) يوضح تركيب الجدران الخارجية

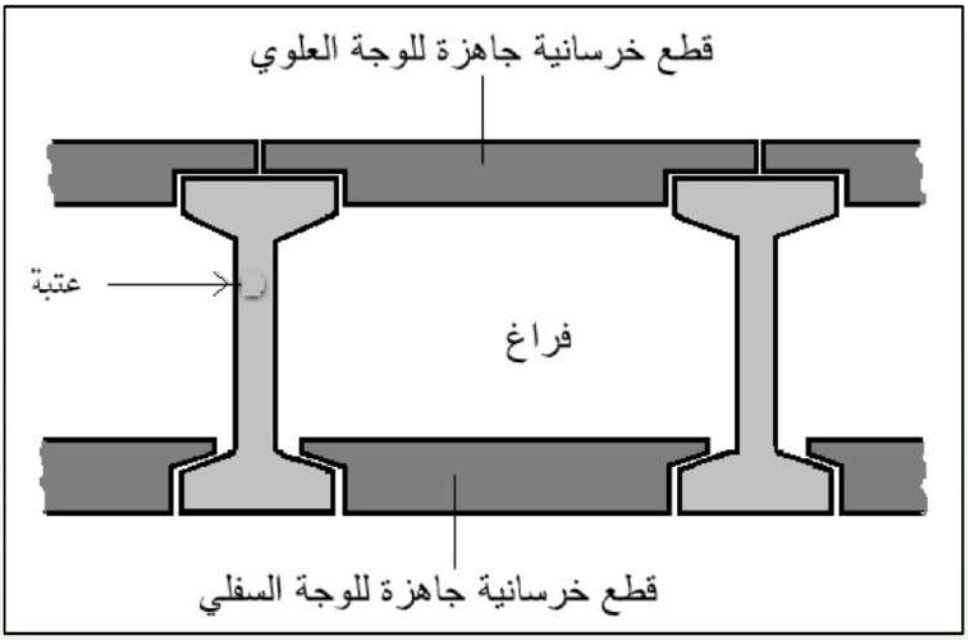
ب- جدران غير حاملة للأثقال (القواطع): - وهي الجدران التي تحمل وزنها فقط وتبنى لأغراض تقطيع المساحات وتقسيمها او لأغراض العزل الحراري والصوتي وغيرها. لاحظ الشكل (٥ – ٦).

الشكل (٥ – ٦) يوضح الجدران غير الحاملة للأثقال (القواطع)

٢- قطع الارضيات والسقوف الجاهزة: - وغالباً ما تكون على شكل حرف (U) مقلوب او شكل ساقية او تكون على شكل مقطع (T) مزدوج (Double T) وتوجد مقاطع اخرى منها مقطع (T) الواح صلدة او خلوية تحوي على تجاويف (Hollow Core) او تكون ذات مقطع صندوقي، لاحظ الشكلين (٥ – ٧)، (٥ – ٨) والشكل (٥ – ٩).



الشكل (٥-٧) يوضح انواع السقوف الخرسانية الجاهزة

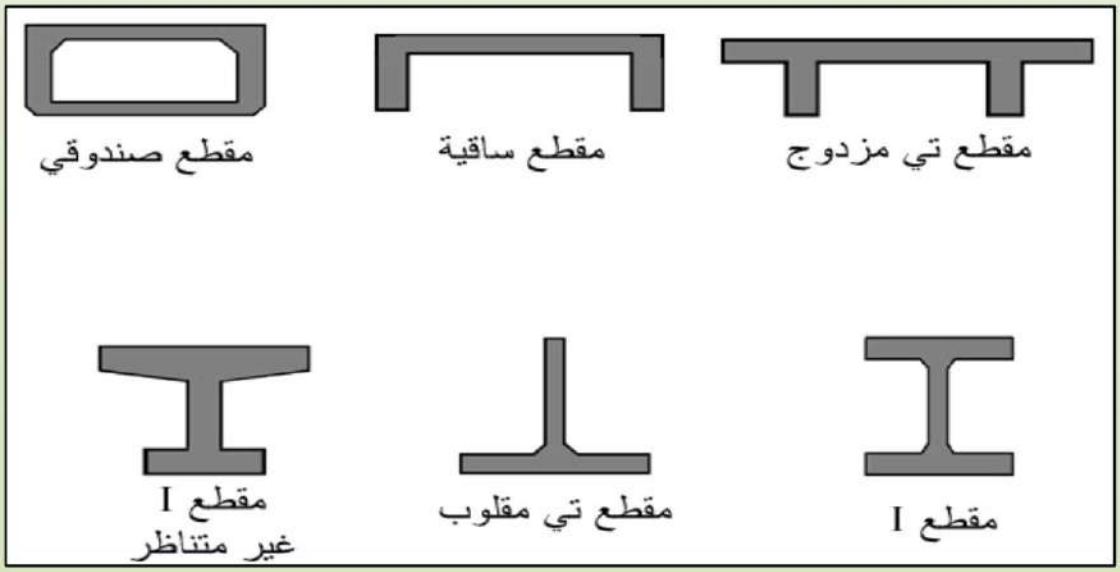


الشكل رقم (٥-٨) الأرضية مع حمالات مسبقة الصب وقطع جاهزة

الشكل (٥ - ٩) يوضح سقف خرساني جاهز خلوي

٣- الأعتاب (Beams): - العتبة هي عبارة عن عضو إنشائي مستقر(stable) الذي يوضع أفقياً فوق فضاء واحد أو عدة فضاءات ويستند إلى أعمدة أو جدران أو عوارض ليسند السقوف أو الأرضيات ويكون مستقيما أو منحنيا أو منكسرا. وتنتج الأعتاب أو الحمالات مسبقة الصب أو الجاهزة بمقاطع قياسية وبأشكال مختلفة منها شكل مقطع (I) ومقطع (I) غير المتناظر ومقطع (T) ومنها المستطيل وتصف الحمالات أما بوضع متلاصق مع بعضها أو متباعدة بمسافات من (٤٠ - ٦٠) سم بين المراكز. لاحظ شكل (٥- ١٠).

أعتاب خرسانية جاهزة ذات مقطع على شكل حرف I



الشكل (٥ - ١٠) يوضح انواع مختلفة من مقاطع لأعتاب مسبقة الصب (جاهزة)

٤ ـ قطع جاهزة اخرى منها الاعمدة الجاهزة والاسس والركائز وغيرها، لاحظ الاشكال (٥ – ١١)، (٥ – ١٢).

الركائز: تستعمل لتقوية التربة ونقل الاحمال الى الطبقات التربة الاقوى لذلك فهي تستعمل لتقوية اسس البنايات الضخمة.

الشكل (٥ – ١١) يوضح قطع لركائز مسبقة الصب

الشكل (٥ – ١٢) يوضح قطع كونكريتية جاهزة

٥-٣ أسس الأبنية الخرسانية الجاهزة: -

تأخذ الأسس الخرسانية الجاهزة عدة اشكال فبعضها يكون على شكل عتبات خرسانية مسلحة تمتد بصورة عمودية وافقية. واخرى تكون عبارة عن طبقة صلدة من الخرسانة المسلحة اشبه بالأساس الحصيري (المسطح) يتم صبها ومعالجتها في معامل خاصة مسيطر عليها بيئياً من حيث الرطوبة ودرجة الحرارة ويمكن تحسين خواصها الهندسية بالاستعانة بالمضافات الخرسانية. ويمكن أن تصب الأسس في موقع العمل كما في البناء التقليدي، لاحظ الشكل (٥- ١٣).

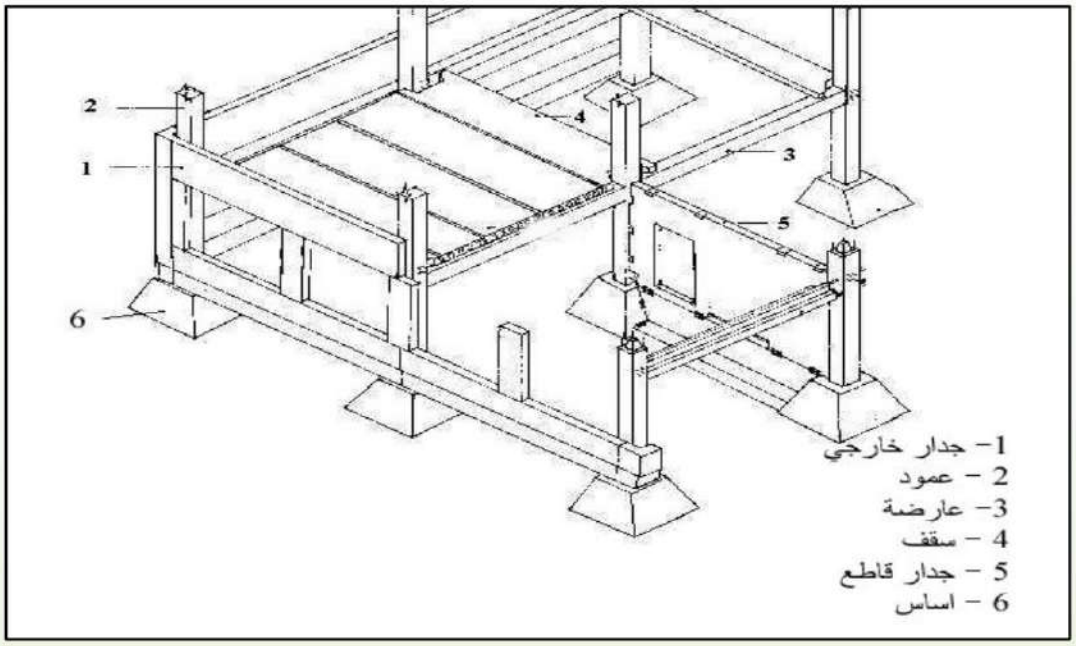
الشكل (٥ - ١٣) يوضح اساس خرساني جاهز

٥-٤ تركيب الابنية الخرسانية الجاهزة: -

بعد اتمام عمل القطع الجدارية الجاهزة في المعمل ووصولها الى المقاومة المطلوبة تنقل الى موقع العمل ومن ثم ترفع بوساطة رافعات خاصة وتركب الواحدة بجانب الاخرى فوق الاسس المعدة لها.

وبعد ذلك يتم نقل القطع الجاهزة الخاصة بالسقوف وترفع بواسطة الرافعة بعناية كبيرة بحيث تبقى متوازنة ومستوية في إثناء عملية الرفع لتجنب مشاكل حدوث اجهادات وقوى تسبب ظهور الشقوق او الانهيار احيانا. ثم ترصف الوحدات الواحدة بجانب الأخرى وتربط فيما بينها ويستخدم تحتها وسائد مطاطية ذات تحمل عال لمنع احتكاك هذه القطع مع الجداراو العتبة المثبتة عليها، ولسد الفراغات المتكونة بين القطع بعد عملية الرصف تصب

خرسانة مسلحة بحديد تسليح (B R C) فوق السقف الجاهز بسمك (٥٠ – ١٠٠) ملم. لاحظ الاشكال (٥ – ١٤)، (٥ – ١٥)، (٥-١٦)، (٥-١٧).



الشكل (٥ – ١٤) يوضح تركيب الابنية الخرسانية الجاهزة

الشكل (٥ – ١٥) يوضح تركيب الابنية الخرسانية الجاهزة والمفاصل المتكونة بين القطع الجاهزة

الشكل رقم (٥-١٦) تركب جدار جاهز

الشكل (٥-١٧) تركيب سقف جاهز

عند تركيب القطع الخرسانية الجاهزة مع بعضها تتكون مفاصل في مناطق الاتصال بين الوحدات الخرسانية الجاهزة وتكون هذه المفاصل على نوعين هما:

١. **مفاصل أفقية:** تتكون في مناطق اتصال وحدات السقوف مع بعضها او مع الجدران والعتبات او عند اتصال الجدران مع الارضيات والاسس او عند اتصال العتبات مع الاعمدة والجدران او عند اتصال قطع جدران القواطع فوق بعضها.

٢. **مفاصل عمودية:** تتكون عند اتصال قطع الجدران مع بعضها او عند اتصال عمود مع عمود. وتملأ هذه المفاصل بنوعين من المواد رطبة وجافة حيث تملأ:

المفاصل الرطبة: بالخرسانة مع الاستفادة من حديد التسليح البارز من القطع الجاهزة (Dowels).

اما **المفاصل الجافة**: فتستخدم فيها صفائح فولاذية مغلونة يتم وضعها داخل المفصل باستخدام اللحام او البراغي.

٥ ـ ٥ أسئلة الفصل الخامس

س١: ما هي أهم المتطلبات الواجب توافرها لإنتاج الخرسانة الجاهزة؟

س٢: عدد خطوات إنتاج القطع الخرسانية الجاهزة.

س٣: ما الفرق بين الجدران الجاهزة الحاملة للأثقال والجدران الجاهزة غير الحاملة للأثقال؟

س٤: ما هي المفاصل التي تتكون عند اتصال القطع الخرسانية الجاهزة وما هي المواد المستخدمة في ملئها؟

س٥: عدد أهم مميزات الأبنية الخرسانية الجاهزة.

س٦: ما هي أهم القطع الخرسانية الجاهزة التي يتم إنتاجها بالمعمل؟

الفصل السادس

الجدران الخرسانية المسلحة

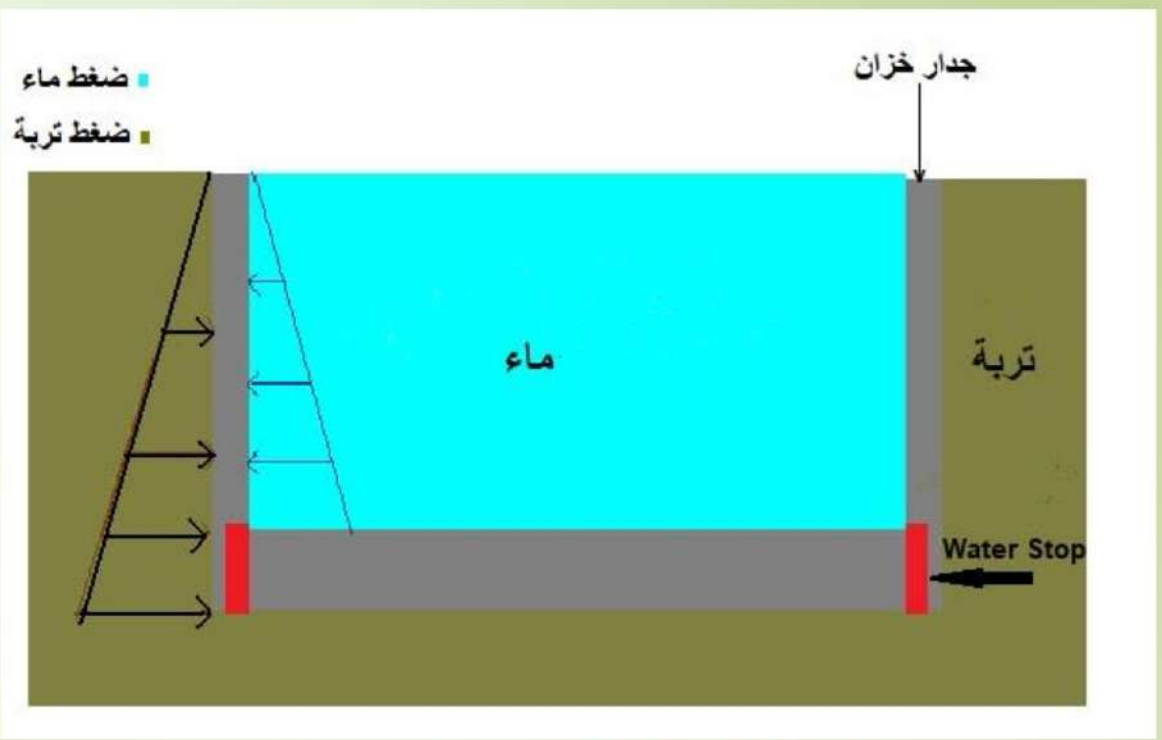
٦-١ المقدمة: تصمم الجدران الخرسانية المسلحة وتنفذ بمواصفات خاصة لأهميتها والتي تختلف محدداتها عن المنشات الخرسانية المسلحة الأخرى كجدران خزانات تحلية مياه الشرب أو خزانات المياه الصناعية أو خزانات معالجة مياه الصرف الصحي...الخ. فضلاً عن الجدران الساندة التي تنشا على جوانب الطرق الجبلية لمنع تساقط الصخور على الطريق وكذلك جدران السراديب الخدمية في الأبنية متعددة الطوابق حيث تستخدم لوضع مولدات الطاقة الكهربائية ... الخ.

٦-٢ أنواع الجدران الخرسانية المسلحة والأحمال المسلطة عليها:

أ- جدران الخزانات (Tank walls): تتكون الخزانات الخرسانية المسلحة من قاعدة الخزان التي تكون على شكل صبه خرسانية مسلحة بطبقتين من حديد التسليح (طبقة عليا وطبقة سفلى) وتمثل قاعدة الخزان أساسه، أما جدار الخزان فهو عبارة عن صبه خرسانية مسلحة بطبقتين من حديد التسليح وتحمل هذه الجدران وزنها فضلاً عن وزن السائل الموجود داخل الخزان والذي يسبب قوة دفع أفقية لجدار الخزان وأكبر قيمة لها في قاعدة الخزان.

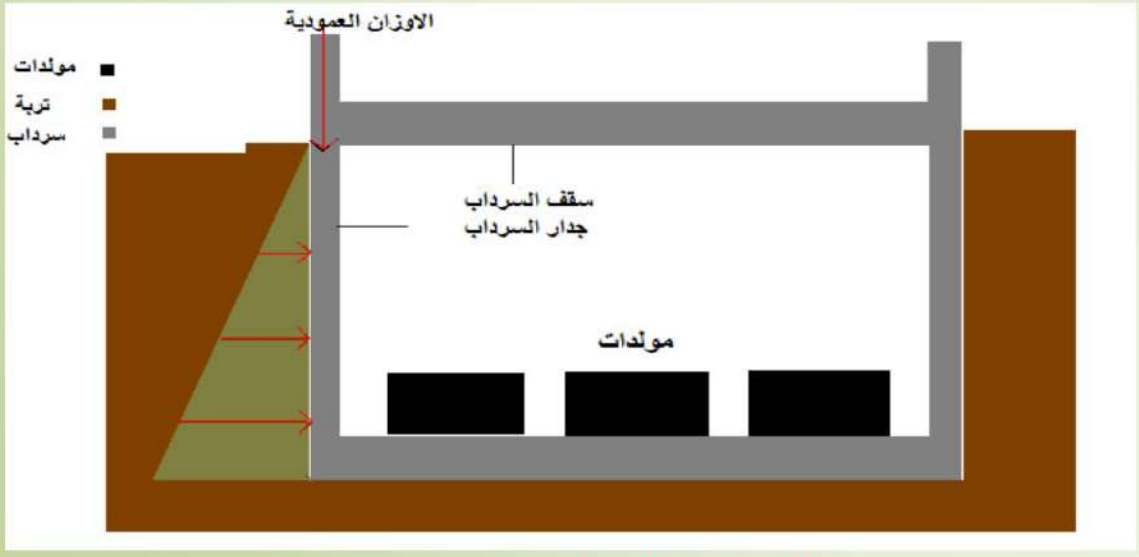
إن الخزانات المنفذة داخل التربة تتحمل ضغوطا إضافية من التربة المحيطة بالخزان والتي تؤثر بقوة أفقية في جدار الخزان من الخارج وتنفذ الخزانات بأشكال مختلفة كالدائرية والمربعة والمستطيلة، ويستعمل (Water Stop) الذي هو عبارة عن شريط من البلاستك توجد به عدة ثقوب في الاعلى للتثبيت ويستعمل في المنشأة المائية لمنع تسرب الماء او الرطوبة من خلال المفاصل (لاحظ الشكلين ٦-١ و٦-٢).

شكل (٦-١) جدار خزان مسلح



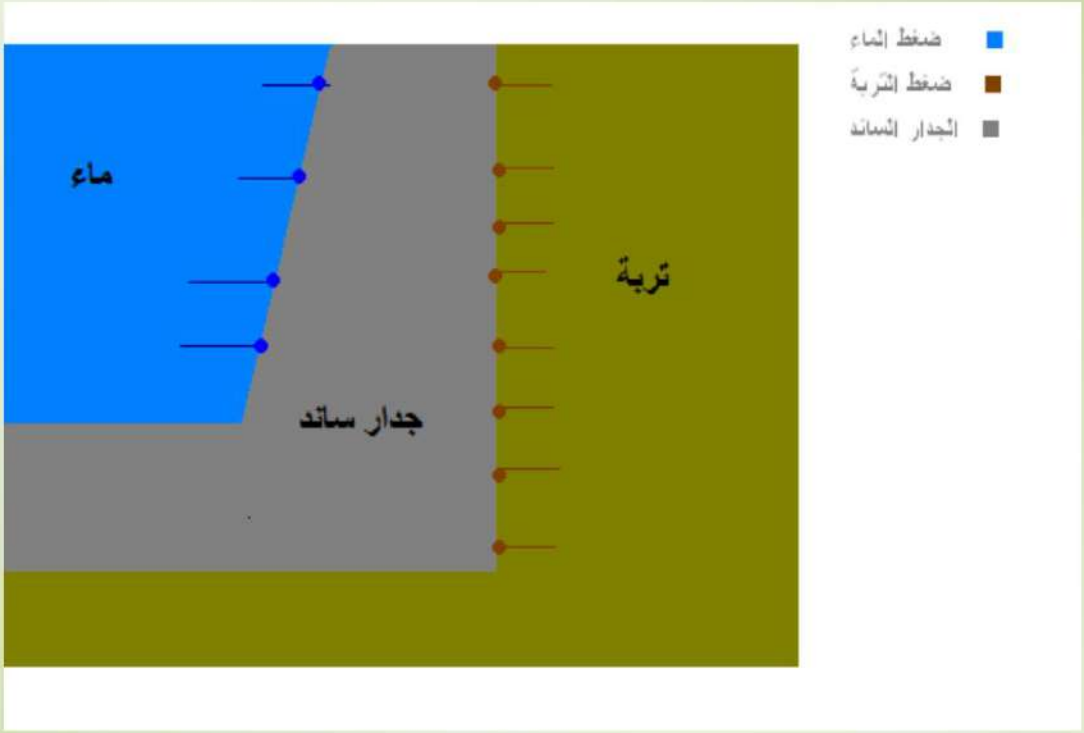
شكل (٦-٢) القوى الأفقية المؤثرة في جدار خرساني مسلح

ب- جدران السراديب (Basement walls): تستخدم السراديب في محطات توليد الطاقة الكهربائية لحفظ محولات الكهرباء وفي الأبنية المتعددة الطوابق لوضع مولدات الكهرباء ... الخ. أي تنفذ تحت الأرض ويشيد فوقها البناء الذي يكون فوق مستوى إنهاء الأرضيات وعليه تتعرض لقوى دفع أفقية من التربة فضلاً عن أحمال عمودية من وزن المنشأ فوق جدار السرداب والاهتزازات الناتجة من تشغيل محولات ومولدات الطاقة الكهربائية، (لاحظ الشكل ٦-٣).



شكل (٦-٣) القوى المؤثرة في جدار سرداب

ج- الجدران الساندة (Retaining walls): وهي الجدران التي تسند جوانب الطرق وتمنع انهيارات التربة أو تساقط الأحجار على الطريق حيث تقاوم قوى أفقية ممثلة بضغط التربة أو تنشأ في السدود فهي تقاوم ضغط الماء وكذلك قوى عمودية ناتجة من الأوزان الضخمة لهذه الجدران، (لاحظ الشكل ٦-٤).



شكل (٦-٤) القوى المؤثرة في جدار ساند

٦-٣ المواصفات العالمية للجدران الخرسانية المسلحة:

تحدد المواصفات البريطانية رقم (British Standard 2787) في تصميم جدران الخزانات أن لا يزيد عرض التشقق عن (٠.١) ملم لخزانات مياه الشرب و أن لا يزيد عن (٠.٢) ملم لخزانات المياه الصناعية لخطورة التسرب إلى داخل خزانات مياه الشرب والتسرب إلى التربة من خزانات المياه الصناعية ، كما يحدد المعهد الأميركي للخرسانة (ACI 318) أقل غطاء خرساني للجدران غير المعرضة للظروف الجوية القاسية أو غير الملامسة للتربة بـ (٤٠ ملم) ،اما اذا كانت في تماس مع التربة فيكون اقل غطاء خرساني (٧٠) ملم.

٦-٤ أسئلة الفصل السادس:

س ١: اشرح باختصار أنواع الجدران الخرسانية المسلحة معززا إجابتك برسوم توضيحية

س ٢: اشرح باختصار أنواع الأحمال المسلطة على الجدران الخرسانية المسلحة.

الفصل السابع

التأسيسات الصحية

المقدمة:

تعد التأسيسات الصحية في المباني من أهم أعمال الأنهاءات وهي تشمل بشكل عام تزويد المباني بشبكة الماء الصالح للشرب والاستخدام العام وأعمال الصرف الصحي حتى خارج المبنى (المياه القذرة) ومياه الأمطار وجميع التراكيب الملحقة التي تجهز بها الحمامات مثل المغاسل والبانيو وما يجهز به المطبخ من السنكات والحنفيات والخلاطات وتراكيب المرافق الصحية ..... الخ. ويمكن تقسيم التأسيسات الصحية إلى نوعين: -

١- شبكة المياه النظيفة
٢- شبكة مياه الصرف الصحي (المياه القذرة)

شبكة المياه النظيفة

بعد تسلم المخططات المعمارية يقوم مهندس التأسيسات الصحية بوضع مسار الأنابيب ونوعها وأقطارها على مخطط البناء ويشمل جميع الأجزاء التي يجب تجهيزها بالماء ويكون المخطط شامل لكل شبكة الماء من الخط الرئيسي من الشارع إلى أجزاء المبنى كافة وتكون التغذية للمبنى على أنواع:

أولا) التغذية المباشرة من المصدر الرئيسي بالماء النظيف.

ثانيا) التغذية من خزانات الماء التي توضع على سطح المنشأ والتي يتم تغذيتها من المصدر الرئيسي.

ثالثا) التغذية لشبكة الماء الحار (السخان).

رابعا) هناك شبكة الماء الخابط تستخدم لسقي الحدائق، وهذه في بعض المناطق.

انابيب شبكة المياه النظيفة

تستخدم الانابيب في نقل الماء من المصدر الرئيسي إلى داخل المنشأ. عند اختيار اي نوع من الأنابيب في أعمال التأسيسات الصحية فأن ذلك يتوقف على عدة عوامل هي: -

١- الغرض من استعمال الأنبوب
٢ - الكلفة
٣- المقاومة ضد التأكسد
٤- مسافة امتداد الأنبوب
٥- الضغط الداخلي في الأنبوب
٦- قطر الأنبوب
٧- توافر ملحقات الأنبوب

أنواع الأنابيب والتأسيسات المستخدمة في شبكة المياه النظيفة

أ) أنابيب الحديد المطاوع أو الفولاذ (Steel pipes)

تستخدم هذه الأنابيب في توزيع مياه الشرب على أرجاء المبنى وهي متوافرة في الأسواق المحلية بأنواع وأقطار مختلفة من (١ - ٦٠) سم وبطول ستة أمتار لكل أنبوب ويفضل استخدام الأنواع المصنعة من شركات معتمدة تجنباً للأضرار في المستقبل وتأثيرها في المبنى. وتكون على نوعين:

أ-١) أنابيب الحديد المغلون (Galvanized Steel pipes): وهي أنابيب حديدية بيضاء اللون تقاوم التأكسد والتآكل نتيجة تغطيتها بطبقة من المغنيزيوم المصهور المعروف بأسم (المغنيزيوم المغلون). لاحظ الشكل رقم (٧-١- أ)

أ-٢) أنابيب حديدية غير مغلونة: لونها لون الحديد أو اسود غير مطلية أو مغلونة، لاحظ الشكل رقم (٧-١- ب). إن هذه الأنواع من الأنابيب تستخدم لنقل الماء الحار والبارد والماء الخام وقبل الاستعمال تطلى الأنابيب بمادة صبغ مانع الصدأ ومن ثم تطلى بلون آخر من الأصباغ أو تغلف بمادة لاصقة (شريط) للحفاظ عليها من التآكل والتأثيرات الخارجية.

الشكل رقم (٧ –١- أ)

الانابيب بعد الاستعمال

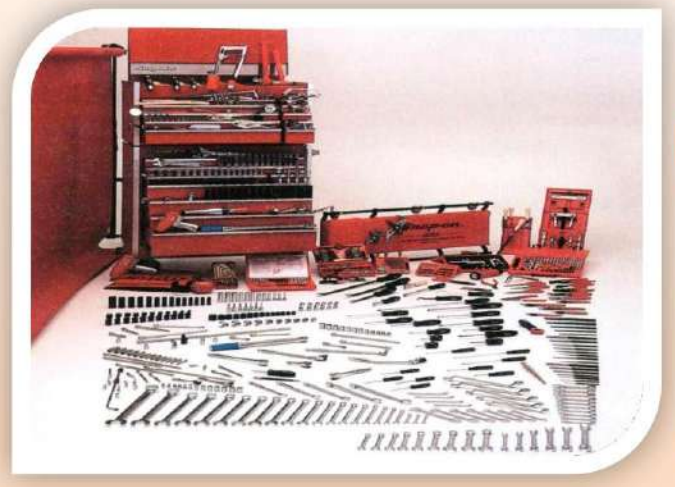
الشكل رقم (٧ - ١ – ب)

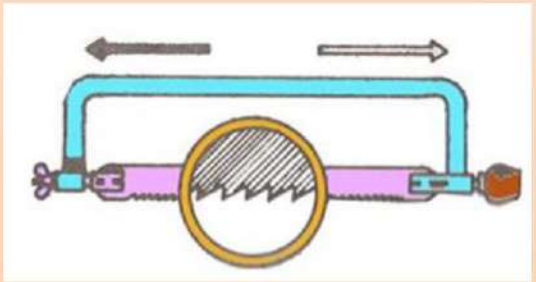
الشكل رقم (٧-١) انواع انابيب الحديد المطاوع او الفولاذ

طرق ربط الأنابيب الفولاذية الحديدية

يجري ربط الأنابيب المغلونة وغير المغلونة برؤوس أو قطع التوصيل (Fittings) ذات السن اللولبي وتصنع من الحديد أو الفولاذ وينبغي إزاحة أية نتوءات أو مواد زائدة في نهاية الأنبوب بعد شدها وتستعمل مركبات الربط الخاص لهذه الغاية لاحظ الأدوات والعدد المستخدمة في الشكل (٧- ٢) وبحسب إرشادات وتعليمات الشركة المنتجة للأنابيب وتوجيهات الفني المختص بالتأسيسات الصحية وتربط هذه الأنابيب بإضافة حلقة من خيوط قليلة من حبل القنب (حبل كلفات) أو استخدام المادة الشفافة المطاطية التي تكون على شكل لفات صغيرة مثل الشريط اللاصق تسمى (Teflon) كما يجب صبغ جميع الأسنان الظاهرة من الأنبوب بعد إكمال عملية الربط بالصبغ المانع للصدأ ولاسيما في حالة مد الأنابيب تحت الأرض أو السطوح ويغطى بطبقة كثيفة من القير أو الفلانكوت أو أي مركب آخر لمنع التآكل .

وفي بعض الأحيان يكون الربط للأنابيب مع بعضها بوساطة البراغي أو الشفات (Flanges) المصنوعة من الحديد أو الفولاذ بتوصيلات خاصة وباستعمال حلقات رابطة يثبت فيها لوحة أو سداد من الفايبر المضغوط لا يقل سمكة عن (٢) ملم بحيث يثبت جيدا داخل المفصل كما يجب مسح الحلقات بطبقة خفيفة من معجون الكرافت ثم تشد البراغي بعناية تامة إلى حد يمنع معه نضوح الماء من المفصل تحت الضغط المطلوب.





الشكل رقم (٧ -٢) العدد والأدوات المستخدمة لفتح أسنان الأنبوب

ب) أنابيب بلاستيكية مضغوطة (PRP): وهي مصنوعة من مادة (بولي بروبلين تتحمل ضغط ٢٠ بار وتكون بطول ٣ متر أو ٤ متر وأقطارها من ٢٠ مليمتر إلى ٥٠ مليمتر) وتستخدم لنقل الماء البارد والحار وهي تقاوم الانضغاط وتتميز عن الأنابيب الحديدية بعدم تأكلها وعدم تعرضها للصدأ وعدم ترسب الأملاح داخلها بسبب نعومة المادة المصنوعة منها والملمس الداخلي للأنبوب فضلاً عن تحملها الأثقال والضغط ووزنها الخفيف وسهولة نقلها ويمكن استعمالها في الانحناءات. وهي متوافرة في الأسواق المحلية بأنواع وأقطار مختلفة وهي شائعة الاستخدام في الوقت الحاضر وتوافر ملحقاتها من المواد المصنوعة منها الأنابيب نفسها لاحظ الشكل رقم (٧-٣) أنواع أنابيب البلاستك ويكون توصيل الأنابيب مع بعضها بالتسخين بوساطة كاوية كهربائية بدرجة حرارة معينة تؤدي إلى توسع أحد أطراف الأنابيب وإدخال طرف الأنبوب الثاني في الطرف الساخن بإحكام والضغط بوساطة كاوية أخرى وفي بعض الأحيان ولزيادة الأمان يدهن بمادة رابطة تستخدم لربط الأنابيب إما الملحقات فهي بالأشكال نفسها والتسميات للأنابيب الأخرى.

الشكل رقم (٧-٣) الأنابيب البلاستيكية مع الملحقات

ج) الأنابيب النحاسية

تستعمل الأنابيب النحاسية ذات القياسات الخفيفة لتوزيع المياه العذبة وأعمال التسخين في المياه الحارة وهي نادرة الاستعمال في هذا المجال وتستخدم في أنابيب التهوية والتبريد والتدفئة وتستخدم في الأماكن التي تحتاج إلى انحناءات مختلفة التي لا يمكن عملها في الأنابيب الاعتيادية كأنابيب التدفئة والتبريد تحت الأرض أو في داخل الخرسانة وفي المدفئات المائية.

ملحقات الأنابيب pipes Fittings

ملحقات الأنابيب أو التوصيلات: هي الواسطة لتوصيل القطع المتجاورة من الأنابيب وربطها على استقامة واحدة أو بأي اتجاه آخر. كما أنها واسطة لتغير حجوم الأنابيب أو اخذ فروع منها وعمل فتحات للاستعمال الخاص كالحنفيات وتصنع الملحقات بأوزان وحجوم قياسية مشابه لأوزان وحجوم الأنابيب وتستعمل عادة مع أوزان الأنبوب نفسها ويتم تثبيت هذه التوصيلات بالطرق الآتية:

١- اللحيم Welding

ويكون بتهيئة نهايات الأنابيب والملحقات بشكل يمكن لحمها مع بعضها ويكون اللحيم عادة إما من نوع لحيم نحاس أو لحيم الأوكسجين.

٢- الأسنان Screw

وهو عمل لولب مسنن في نهاية الأنبوب يمكن شده على تسنين مناظر في التوصيلة أو في القسم الآخر ويشد الجزءان مع بعضهما باستعمال خيط من القنب او الجوت (حبل كلفات) ويدهن بدهان وتسد الفراغات بين الأسنان عند الربط لاحظ الشكل رقم (٧-٤) يبين بعض التوصيلات لأنابيب الحديد المغلون.

الشكل رقم (٧-٤) أنواع التوصيلات للأنابيب

الملحقات الرئيسة للأنابيب Pipes Fitting

١- التقسيم Tee : وهي التوصيلة التي تعطي ثلاث رؤوس .

٢-السبيل Street Elbow : وهو الجزء الذي يعمل على تحويل اتجاه الأنبوب برأس يدخل في الأنبوب والرأس الأخر يدخل في الجزء الموصل .

٣- العكس Elbow : وهو الجزء الذي يعمل على تغير اتجاه الأنبوب بزاوية (٤٥) أو (٩٠) درجة .

٤- عكس إرجاع Return Bend : وهو عكس يغير اتجاه الأنبوب (١٨٠) درجة .

٥- تقسيم Y- Bend : وهو تقسيم يعطي فروعا بزاوية (٤٥) درجة .

٦- صليب Cross : هو الملحق أو التوصيلة التي تعطي أربعة رؤوس .

٧- غطاء Cap : هو الجزء الملحق الذي يسد الأنبوب بشدة في نهايته بحيث يدخل الأنبوب في الغطاء .

٨- صمونة Coupling : هو أنبوب صغير يستعمل لربط أنبوبين مع بعضهما بحيث يدخل الأنبوبان فيه .

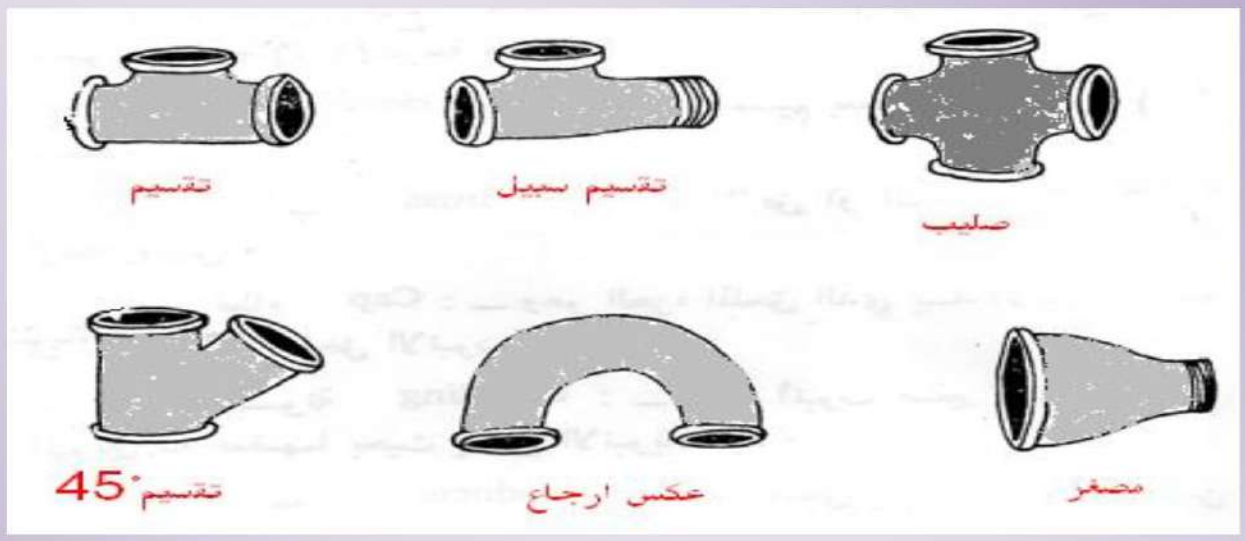
٩- مصغر Reducer : هو ملحق يغير قطر الأنبوب من صغير إلى كبير أو العكس .

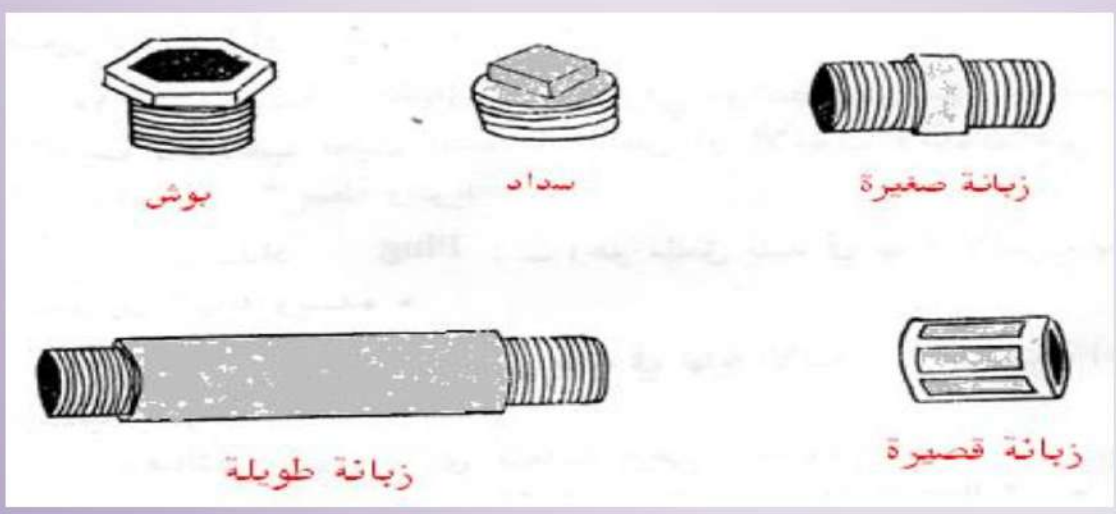
١٠- زبانة Nipple : هي الواسطة للتوصيل بين ملحقات الأنابيب والأنابيب بحيث تدخل في ملحق او الأنبوب وتكون على ثلاثة أنواع قصيرة ومتوسطة وطويلة .

١١- سداد Plug : هو ملحق يشد في نهاية الأنبوب بحيث يدخل في النهاية ويسده .

١٢- بوش: هو ملحق يشد في نهاية الأنبوب ليعطي فتحة أنبوب وسطية بقطر آخر.

هذا فضلاً عن الملحقات الأخرى كالحنفية والخلاطات والقفل والطوافات بأنواعها وغيرها من الملحقات الشكل رقم (٧-٥) يبين بعض الأنواع من هذه الملحقات.





الشكل رقم (٧-٥) بعض أنواع التوصيلات (الملحقات) للأنابيب

طرق ربط شبكات المياه النظيفة

أولا) الربط مع شبكة الماء الرئيسة

في بداية أي مشروع إنشائي يتطلب الأمر لتنفيذ أكثر العمليات والفعاليات الإنشائية إلى وجود ماء نظيف ونقي صالح للشرب لاستعماله في البناء والشرب والماء يجهز من الأنبوب الرئيسي لإسالة الماء إلى أنبوب فرعي للتوصيل إلى المبنى وتكون الأنابيب بأقطار مختلفة بحسب حجم المبنى والاستخدام للماء وتكون من (٣/١ و ½ انج إلى (١ ½) انج او اكثر وهذا يختلف بين الدور السكنية والمعامل والدوائر الحكومية .إن عملية ثقب الأنبوب الرئيسي لإسالة الماء والربط إلى الدار السكنية يكون من مسؤولية أجهزة البلدية وفق أنظمة وضوابط خاصة تتطلب تقديم طلب رسمي إلى دائرة البلدية في المنطقة .يقوم فريق عمل من وحدة البلدية بمد أنابيب والربط مع المصدر ونصب مقياس الماء ولا علاقة لهم بالأعمال داخل المبنى لاحظ الشكل رقم (٧-٦) .

الشكل رقم (٧-٦) يبين الخط الرئيسي للماء الصافي

ثانيا) ربط الشبكة داخل المبنى

إن الماء الذي يصل من الأنبوب الرئيسي ويدخل الدار بأنبوب قطر ½ انج وتخرج منه حنفية واحدة أو أكثر في الحديقة أو الكراج وحنفية أخرى من الماء الصافي في داخل المطبخ في المكان المخصص لذلك حيث يستوجب وضعها لغرض الشرب الذي لا يفضل أن يؤخذ من ماء الخزان في أعلى السطح وتستمر التغذية إلى المرافق الصحية والحمامات وبحسب المخطط في الخرائط المعدة من قبل المهندس. ثم تستمر التغذية ويرفع الماء إلى الأعلى حيث يصب في خزان الماء من خلال حنفية طوافة لتنظيم مستوى الماء في الخزان. وعادة يثبت الخزان في أعلى السطح من المبنى ويكون فوق سطح غرفة السلم (البيتونة).

وعندما يكون الضغط غير كافٍ لصعود الماء إلى الخزان في هذه الحالة يتم وضع خزان ارضي وتربط

مضخة لرفع الماء إلى الخزان العلوي لاحظ الشكل رقم (٧-٧) ويكون ذلك تلقائيا من خلال إشارة تعطيها الطوافة الكهربائية أو يدويا من خلال التشغيل حسب الحاجة. ويجب مراعاة النقاط التالية عند وضع التصاميم للتأسيسات الصحية وهي: -

١- انتخاب أقصر طريق لمرور الأنابيب.
٢- يفضل أن تكون أنابيب الماء النظيف والمجاري تمر بطريق واحد ومثبت على الخرائط.
٣- يكون سير الأنابيب مخترقاً اقل ما يمكن من الجدران والغرف لسهولة العمل.
٤- في البنايات ذات الطوابق المتعددة يكون سير الأنابيب في مجالات مفتوحة تسمى (المنور) Shafts لسهولة الربط والصيانة.
٥- تغلق جميع الأنابيب وتعزل بمواد خاصة حفاظا عليها من التآكل والرطوبة والأضرار الأخرى.
٦- تزود بعدد من الأقفال في مسافات معينة وذلك لقطع الماء عند حدوث خلل في جزء معين لحين الإصلاح.
٧- اختيار أقطار الأنابيب المناسبة لكل عمل وبحسب متطلباته.

ثالثا) شبكة ماء الخزان

وهو الماء النازل من الخزان الخاص بالمبنى والذي يكون بحجم ملائم للبناية ويكون من ١ م^3 إي (١ × ١ × ١) م إلى ٣ م^3 ويمكن ربط وتوصيل خزانين أو أكثر وبحسب الحاجة وعند استخدام خزانات من الحجم الكبير يجب أن يكون المكان الذي توضع فيها الخزانات في حساب المهندس الإنشائي لتحمل الأثقال المسلطة من خلال التسليح والصب وتكون الخزانات على أنواع منها المعدني والبلاستك . يتوزع الماء النازل بشبكة خاصة إلى جميع المبنى ويشمل المطبخ والحمامات والمرافق الصحية ويتم تغذية السخان من الماء النازل من الخزان وتسمى شبكة الماء الحار ويجب ربط أنبوب الماء الفائض (التنفيس) والذي يربط على خط الماء الحار مع السخان ويمتد الارتفاع إلى مسافة متر فوق مستوى الخزان.

الشكل رقم (٧-٧) الخزان الأرضي

شبكات الصرف الصحي

تشمل شبكة الصرف الصحي جميع أنواع الأنابيب التي تنقل المياه القذرة ومياه الأمطار. وجميع التراكيب الملحقة من المراحيض والمغاسل والحمامات. إن الأنابيب المستعملة في الصرف الصحي متوفرة بأنواع مختلفة في الأسواق المحلية وبحجوم وأقطار مختلفة من (٤ سم – ١.٥ م) **وتقسم إلى:**

١- أنابيب حديد الصب أو الاهين Cast iron

تستعمل لتصريف المياه القذرة أو لتصريف مياه الأمطار وتكون هذه الأنابيب من أنواع ذات الرأس والذيل أو ما تسمى Spigot and socketبحسب الأوزان القياسية الاعتيادية وتكون مطلية من الداخل والخارج بالصبغ الأسود وتربط مع بعضها بوساطة التوصيلات أو الملحقات العائدة لها وأحيانا يفضل استعمال أنابيب أهين ذات الضغط العالي التي في نهايتها شفات (Flanges) عند استعمال حديد الاهين أو توصيلات ميكانيكية وتوابع لها من الأغطية المطاطية أو غيرها والتي تساعد على إجراء الربط والتوصيل المحكم. إن أنابيب الاهين متوافرة في السوق بقطر داخلي يتراوح من ٧.٥ سم لغاية ١٥٠ سم وبأطوال قياسية تتراوح من (١.٨ – ٣.٦) م وبقطر خارجي متغير بحسب نوعية الاستعمال. في حالة استعمال أنابيب الاهين لنقل المياه القذرة من المجاري وغيرها فتستعمل أنابيب بقطر يتراوح من (١٠ – ١٥) سم إما المستعملة لتصريف مياه الأمطار فتكون من (٧.٥ – ١٠) سم بحسب كمية الأمطار المتجمعة وتوصيل أنابيب الاهين مع بعضها بطرق مختلفة بحسب الحاجة إلى مقاومة أو ضغط أو تمدد وهي على ثلاثة أنواع مستعملة: -

أولا) مفصل طرفي Flanged Joint

يستعمل عند نقل سوائل ذات ضغط عال نسبيا ولمسافات قصيرة وكذلك يستعمل لنقل المياه القذرة وأنابيب الغاز والتي يكون الضغط فيها قليل نسبيا كما في الشكل (٧-٨).

ثانيا) مفصل جرصي أو (سبيكوت) Bell and Spigot Joint

هو المستعمل لتوصيل أنابيب المياه العذبة والقذرة التي يكون فيها الضغط نسبياً قليلا.

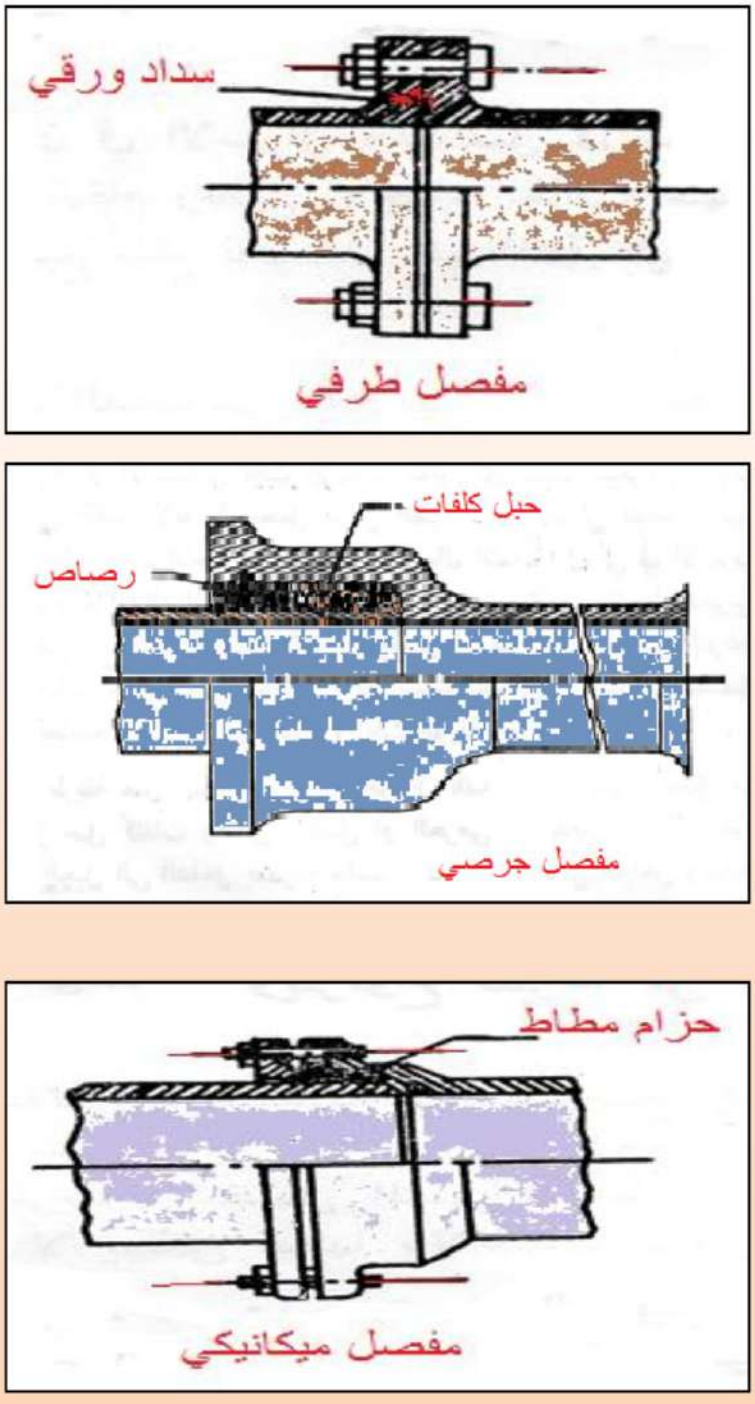
ثالثا) مفصل ميكانيكي Joint Mechanical

وهو المفصل الذي يستعمل في الأنابيب التي تنقل النفط والغاز أو الماء وبضغط عالي.

عند اختيار استعمال أنابيب الاهين يجب مراعاة النقاط الآتية: -

أ) الانتباه إلى الضغط الخارجي والداخلي للأنبوب ونوع السائل الذي يمر فيه.
ب) ملاحظة صلابة التربة التي تحت الأنبوب إذ إن نزول التربة تحت الأنبوب لأي سبب كان يؤدي إلى كسر الأنبوب لان الاهين لا يتحمل قوس الشد أو التقوس نتيجة تركيبه المعدني.

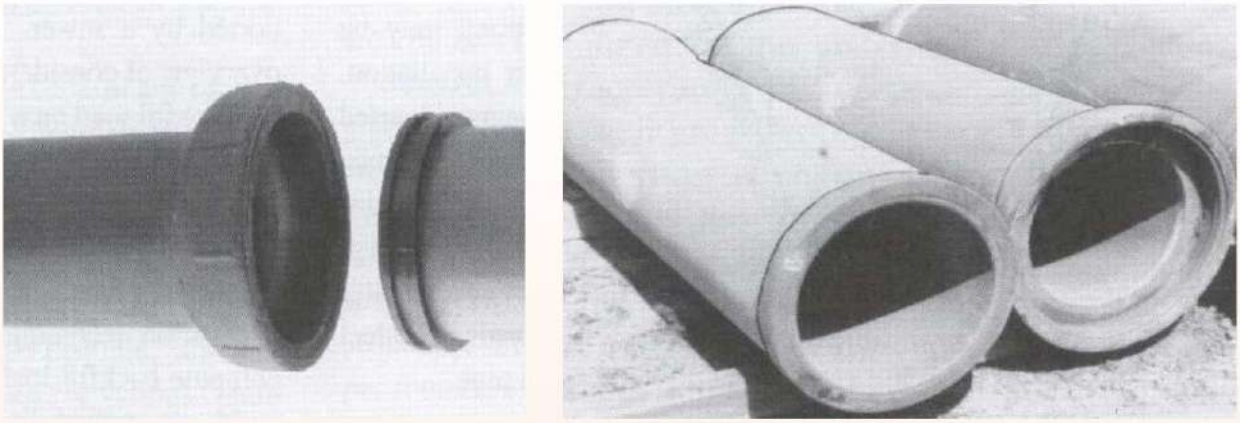
ج) مراعاة التمدد الطولي في الأنبوب وضرورة إعطاء المجال بالحركة منعا للتفتت والكسر نتيجة للتقوس المتولد من منع الحركة ولهذا يفضل استخدام المفاصل النوع الأول والثالث التي تعطي مجالا لحركة التمدد الطولي.



الشكل رقم (٧-٨) أنواع المفاصل لتوصيل أنابيب الاهين

٢- الأنابيب الفخارية المصقولة والمسامية

تستعمل هذه الأنابيب لنقل السوائل أو المياه القذرة وتكون هذه الأنابيب الفخارية المصقولة ذات رأس وذيل ويتراوح مقياسها من (٧.٥ – ٢٠) سم، لاحظ الشكل رقم (٧ - ٩).



الشكل رقم (٧- ٩) الأنابيب الفخارية

٣- الأنابيب الخرسانية: وتكون على نوعين:

أ) **أنابيب خرسانية عادية (plain concrete pipes: PC)**: وتكون أقطار هذا النوع من الأنابيب يصل إلى ٣٠٠ ملم ويكون بأطوال قصيرة مما يساعد على ترتيب خط الأنابيب أثناء مد الخطوط دون حدوث أي كسر في حالة هبوط التربة.

ب) **أنابيب الخرسانة المسلحة (concrete pipes Reinforced:CR)**: وتنتج بأقطار كبيرة تتراوح بين (٦٠٠ – ٣٠٠٠) ملم وتكون بأطوال قصيرة وتستخدم في خطوط الانحدار لخط الأنابيب الرئيسي لاحظ الشكل (٧- ١٠).

الشكل رقم (٧-١٠) الأنابيب الخرسانية

٤- الأنابيب المقاومة للمواد الكيماوية

تستعمل هذه الأنابيب لنقل السوائل التي تحتوي على مواد كيماوية لان لها مقاومة للحوامض والقلويات وهي معمولة من سبيكة السيلكون والاهين أو من الأنابيب الفخارية المصقولة المزججة (Glazed) أو من الاسبيست أو ألياف مماثلة أو مصنوعة من مركبات الفينول الاصطناعي مثل (koroseal) ويجب أن تكون الملحقات اللازمة للربط من المواد أو الأنابيب نفسها أو من الرصاص النقي وتستعمل لنقل السوائل القلوية والمياه القذرة وفضلات المختبرات العلمية الكيماوية لاحظ الشكل رقم (٧- ١١).

الشكل رقم (٧-١١) أنابيب مقاومة للمواد الكيماوية

٥- الأنابيب المطاطية

مصنوعة من مادة المطاط ولها القابلية على تحمل الأثقال والضغط فضلاً عن وزنها الخفيف وسهولة نقلها. إن الأنابيب المطاطية متوافرة بحجوم مختلفة وبالإمكان استعمالها لنقل المياه القذرة ومن الممكن استعمالها في الانحناءات.

٦- الأنابيب البلاستيكية

هي شائعة الاستعمال في الوقت الحاضر مصنوعة من المنتجات النفطية وتصنع محليا وبأقطار مختلفة من (٣.٥ – ٦٠) سم وتصلح لأعمال المجاري نظرا لمقاومتها للأملاح وسهولة نقلها وخزنها ومقاومتها للضغط والتقوس. الملحقات مصنوعة من مواد الأنابيب نفسها ويفضل دائما وضع مادة لاصقة في نهاية الأنابيب عند الربط والتي تساعد على التلاصق بين نهايتي الأنابيب من جهة الرأس والذيل، لاحظ الشكل رقم (٧-١٢).

الشكل رقم (٧-١٢) أنابيب بلاستيكية

مياه الصرف الصحي (Sewage)

شبكة الصرف الصحي تبدأ من التراكيب والمرافق الصحية وفتحات الماء القذر والمغاسل وغيرها وتنقسم أنابيبها إلى نوعين:

أ) الأنابيب التي تنقل المياه القذرة (مياه الصابون): الناتجة من المغاسل أو سنكات المطابخ وتكون بقطر ٥ سم وتكون من أنابيب الحديد المغلون أو البلاستك المضغوط مع ملحقاتها وتربط خارجيا بالأنبوب الرئيسي ومن الضروري ربطها عندما تبدأ من المرافق الصحية بسيفون (حوض طرد) وعندما تبدأ من نهاية مفتوحة كما في البلاليع فتبدأ (بكلي Gullies).

ب) الأنابيب التي تنقل المياه القذرة (الثقيلة): من المراحيض والحمامات وتكون بأنابيب قطرها ١٠ سم للفرعية و١٥ سم للرئيسة وتكون من حديد الاهين أو البلاستك المضغوط وتركب ملحقاتها ومفاصلها من أنواع الأنابيب نفسها المستخدمة وتثبت العمودية منها على الجدران بوساطة حلقات خاصة ولا يشترط ذلك في الأنابيب الأفقية منها عدا التي تعلق في السقوف. تتصل هذه الأنابيب بملتقيات مسدودة ماعدا ما هو في الخارج ففي كل انحناء يعمل ما يسمى فتحة تفتيش (manhole) وهو ملتقى أكثر من أنبوب واحد يبنى من السمنت والطابوق والخرسانة لاحظ المخطط في الشكل رقم (٧-١٣) الذي يبين طريقة ربط عدد من المنهولات لتصريف مياه المرافق الصحية والمغاسل إلى أحواض التعفيين. وتصقل هذه المنهولات من الداخل بحيث لا تعيق حركة القاذورات وسيرها نحو أحواض الترسيب والبلاليع وفي بعض الأحيان يعمل قالب من الحديد وتصب هذه الفتحات بالخرسانة الصقيلة وهذا أفضل من البناء بالطابوق لأنها تمنع تسرب المياه إلى الجوانب أو الأرض. وعند عمل هذه الشبكة يجب ملاحظة ما يأتي: -

أولا) عدم ترك النهاية مفتوحة بصورة مباشرة من دون سيفون أو كلي يرتفع فيه الماء إلى مسافة لا تقل عن ٢.٥ سم تمنع خروج الغازات والحشرات.

ثانيا) في التراكيب الصحية ومحل اتصالها بالمجرى تركب سيفونات تقوم بالعمل نفسه في الفقرة الأولى.

ثالثا) إعطاء انحدار (ميل) كافي بحيث ينظف الأنبوب نفسه في الأقسام الأفقية من الأنبوب وبانحدار يتراوح بين (١:٢٥) الى (١:٥٠) حسب قطر الانبوب.

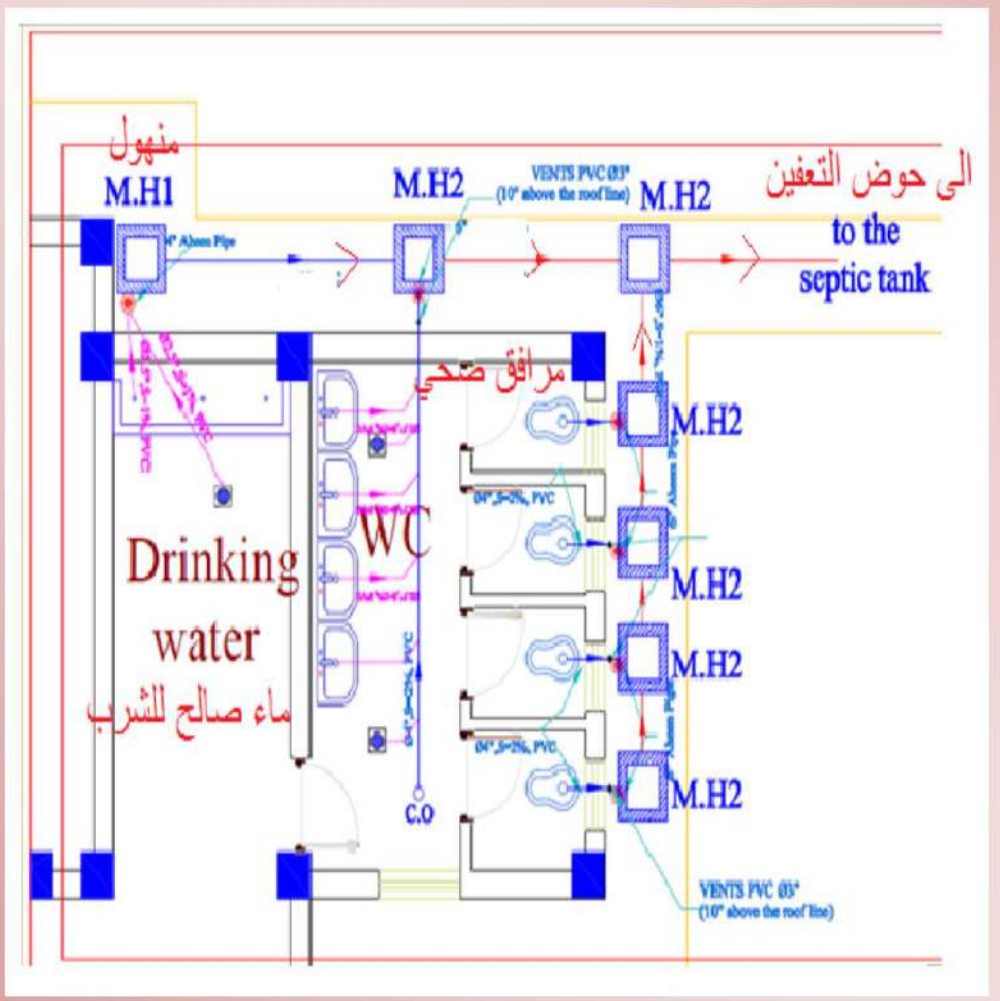
رابعا) عمل أحواض تفتيش (manhole) بمسافات مناسبة قابلة للفتح والتنظيف في حالة انسداد المجاري في الأنابيب الأفقية ويفضل أن تكون الفتحات في نهاية كل أنبوب وفي كل منعطف وفي حالة التقاء أنبوبين أو أكثر وفي حالة تعذر ذلك يربط الأنبوب للتوصيل بشكل محكم لمنع تسرب الماء.

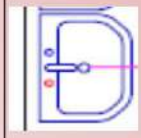
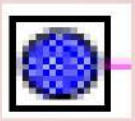
خامسا) عمل تقاسيم في المجاري العمودية لها أبواب قابلة للفتح عند الحاجة وتسمى (Cleanout) فتحة تنظيف لاحظ الأنواع في الشكل رقم (٧-١٤).

سادسا) يوصل المجرى الرئيسي بالمجاري العامة في الشارع أو يربط في أحواض الترسيب (Septic Tank) الخاصة بالمبنى لترسيب المواد الصلبة وبعدها إلى البالوعة لترشيح الماء الفائض.

سابعا) تركيب أنابيب تنفيس المجاري (Ventilation pipes) بالنسبة للمجرى الرئيسي ويرتفع عن المبنى لمسافة متر واحد على الأقل.

ثامنا) تجنب وضع أنابيب المجاري في داخل الغرف والبناية قدر الإمكان.



ت	التفاصيل	الرمز
١	منهول	
٢	مغسلة	
٣	مقعد مرافق شرقي	
٤	كلي تصريف الماء	

الشكل رقم (٧-١٣) مخطط لربط أنابيب التصريف مع المنهولات (الشكل بدون مقياس رسم)

عكس بزوايا مختلفة Elbow
ربط بحسب قياس الزاوية Junction
رابط (ربط بين أنبوبين) Coupler

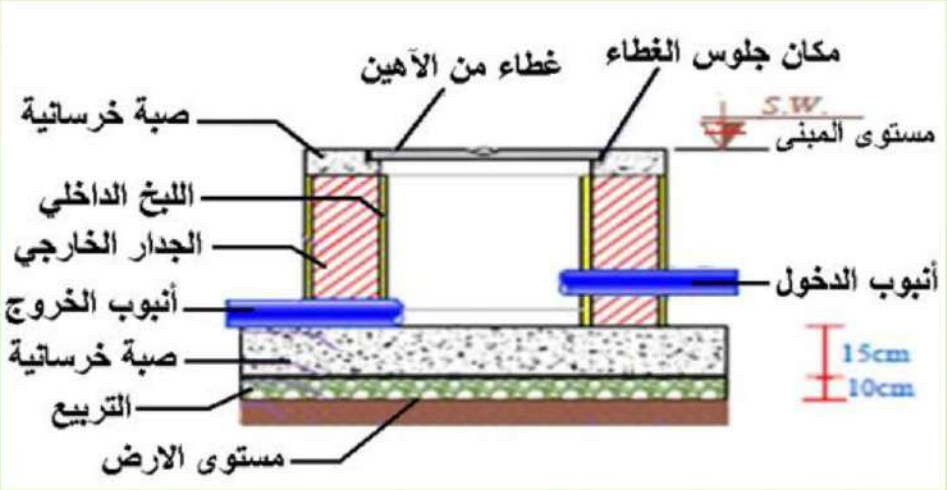
الشكل رقم (٧-١٤) أنواع التقاسيم والتوصيلات للأنابيب

احواض التفتيش Manhole

تنفذ أحواض التفتيش عند التقاء أنابيب المجاري في نقطة واحدة أو عند كل انحناء للتنظيف وصيانة الأنابيب وتبنى هذه الأحواض من الطابوق المصخرج أو الصب الخرساني الموقعي وتغطى بغطاء محكم من الاهين، لاحظ الشكل (٧-١٥). تصب أرضية حوض التفتيش من الخرسانة بنسبة حجمية (١ : ٣ : ٦) أو (١ : ٢ : ٤) ويكون السمنت مقاوماً للأملاح على أن لا يقل سمك هذه الصبة عن ١٥ سم وتكون جميع أرضيات أحواض التفتيش على شكل قنوات تنظم لتسهيل سير القاذورات والمجاري وتصريفها بسرعة باتجاه أحواض الترسيب وتكون هذه القنوات ذات ميل أو انحدار ١:٦ نحو خارج الحوض .

النقاط التي يجب الأخذ بها عند بناء أحواض التفتيش

١- عند دفن أنابيب المجاري تحت الأرض يوضع الرمل تحت الأنابيب للتقليل من الضغط على الأرضية الصلبة لمنع كسر الأنبوب.
٢- الحفاظ على الأنابيب من الكسر وذلك عند البناء بالطابوق او الكتل الخرسانية وتكون بشكل قوس دائري حول الأنابيب.
٣- استعمال السمنت المقاوم للأملاح في المراحل كلها وعدم استخدام الجص لأنه لا يقاوم الرطوبة.
٤- تملج الجدران الداخلية والخارجية المبنية بالطابوق بمونة السمنت المقاوم والرمل بنسبة (١: ٣) ثم الطلاء فوق اللبخ بمادة (الزفت القيري أو الفلانكوت).
٥- البناء لجدران الأحواض يكون بسمك ٢٤ سم أذا كان من الطابوق و١٥ سم أذا كان من الخرسانة.
٦- أبعاد غطاء أحواض التفتيش (٤٥ × ٤٥) سم في حالة العمق اقل من ٥٠ سم ويكون (٦٠ × ٤٥) سم في حالة العمق من ٥٠ - ١٠٠ سم ويكون الغطاء (٦٠ × ٦٠) سم في حالة العمق أكثر من ١٠٠ سم.



الشكل (٧-١٥) يوضح المقطع الامامي لحوض التفتيش (المنهول)

حوض الترسيب أو حوض التعفين (Septic Tank)

تتجمع القاذورات ومياه المجاري كافة في هذه الأحواض وتحويل المواد الصلبة منها إلى سائله وتصريفها إلى البلاليع وتقوم هذه البلاليع بترشيح الماء الفائض إلى داخل التربة وان حوض الترسيب يكون بنائه بحسب انشاء حوض التفتيش.

مراحل بناء حوض الترسيب (التعفين)

١- يحفر الخزان بالأبعاد المطلوبة بالمخطط المعد من قبل المهندس وتكون الأبعاد بحسب حاجة المبنى وتكون على سبيل المثال (٢ × ٤) م وعمق ٢ م، لاحظ الشكل رقم (٧-١٦).

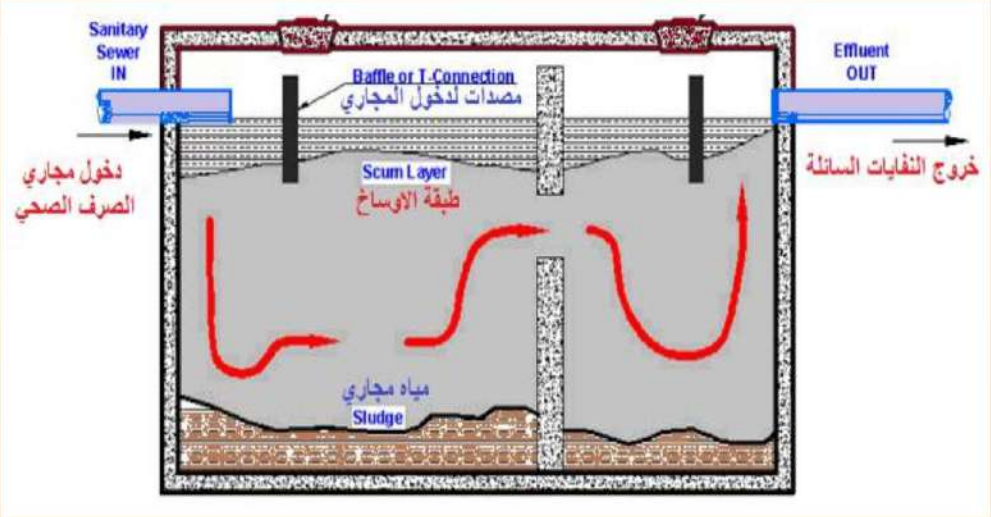
٢- صب أرضية الخزان بصبه غير مسلحة بنسبة خلط حجمية (١: ٢: ٤) من الاسمنت المقاوم للأملاح وسمك الصب لا يقل عن ١٥ سم.

٣- البناء للجدران الخارجية بالطابوق المصخرج ومونة السمنت أو قد تكون مصبوبة من الخرسانة المسلحة.

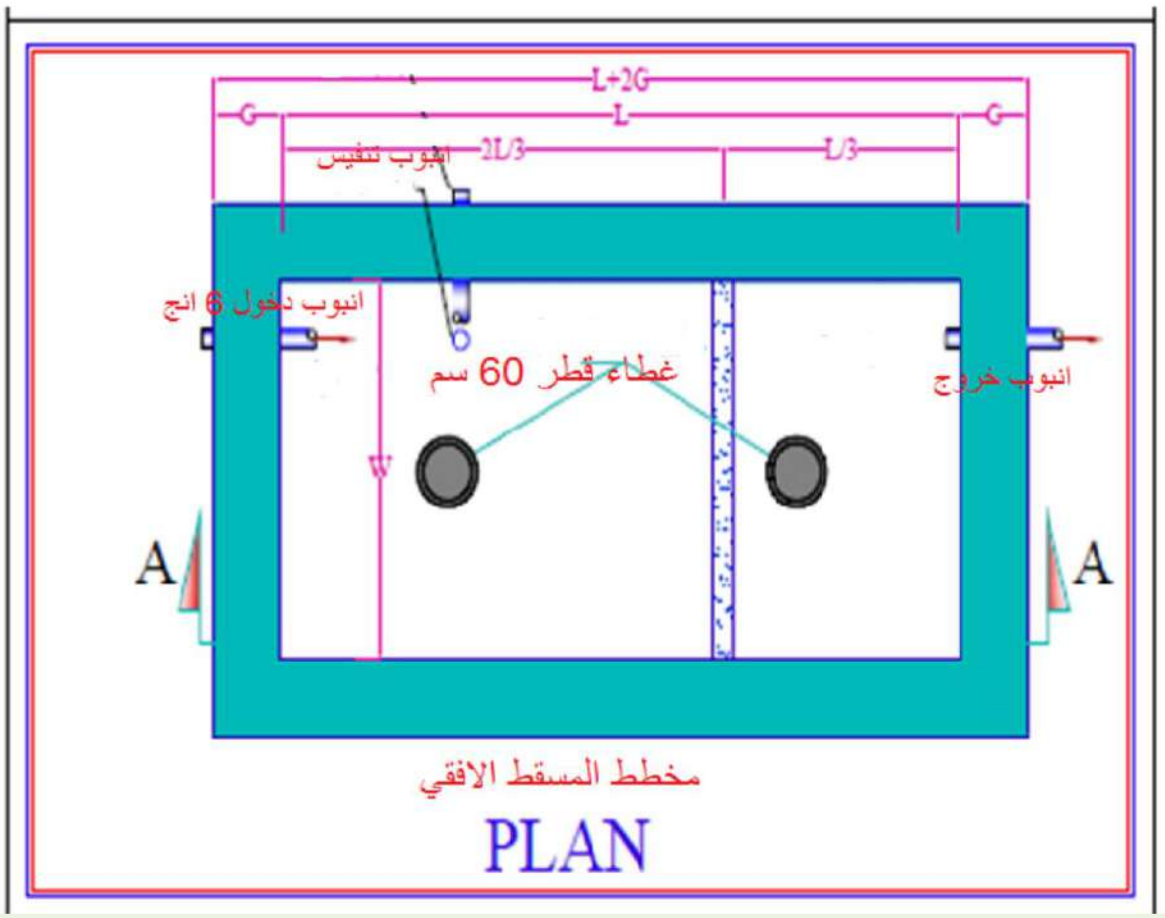
٤- بناء القواطع الداخلية بالطابوق المصخرج ومونة السمنت وبسمك لا يقل عن ١٢ سم على إن يوضع أنبوب في اعلى القاطع ويكون ارتفاع القاطع الداخلي من (١ - ٢) م وهو أوطأ من الوجه الأسفل لصبة سقف الخزان ولا يبنى القاطع الوسطي إذا كان طول الخزان الداخلي اقل من ٢.٥ م ويصبح الخزان عندئذ فجوة واحدة.

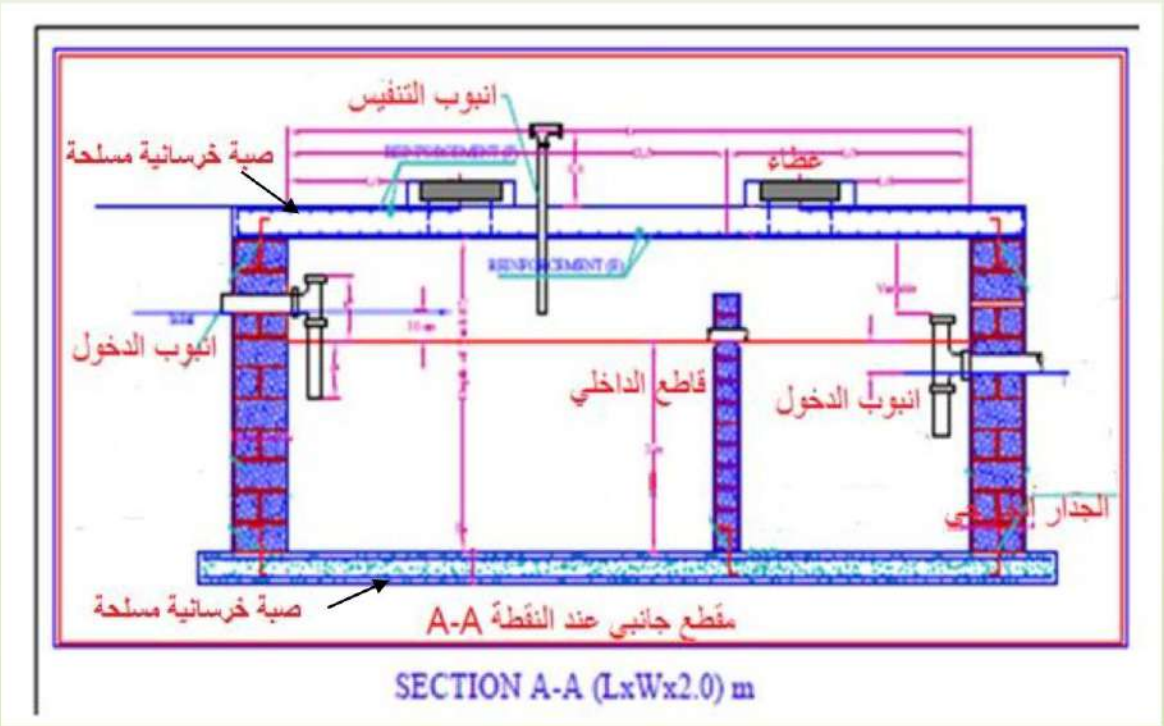
٥- تدخل الأنابيب إلى الخزان وتربط بتقسيم على شكل حرف (T) بحيث يكون الجزء العلوي من التقسيم ١٠ سم أوطأ من صبه السقف ومسدودا بوساطة سداد قابل للفتح ويكون الجزء السفلي من التقسيم مربوطا بأنبوب عمودي طوله ٣٠ سم.

٦- يتم تصريف المياه من الخزان خلال أنبوب قطر ١٠ سم مربوط به تقسيم على شكل حرف (T) والقسم العلوي للتقسيم يبقى مفتوحا إما القسم السفلي من التقسيم فيربط به أنبوب عمودي طوله ٤٥ سم لاحظ الشكل (٧-١٧).



الشكل رقم (٧-١٦) طريقة بناء أحواض الترسيب (التعفين)





الشكل رقم (٧-١٧) مخطط أفقي مع مقطع جانبي لحوض الترسيب (التعفين) Septic Tank

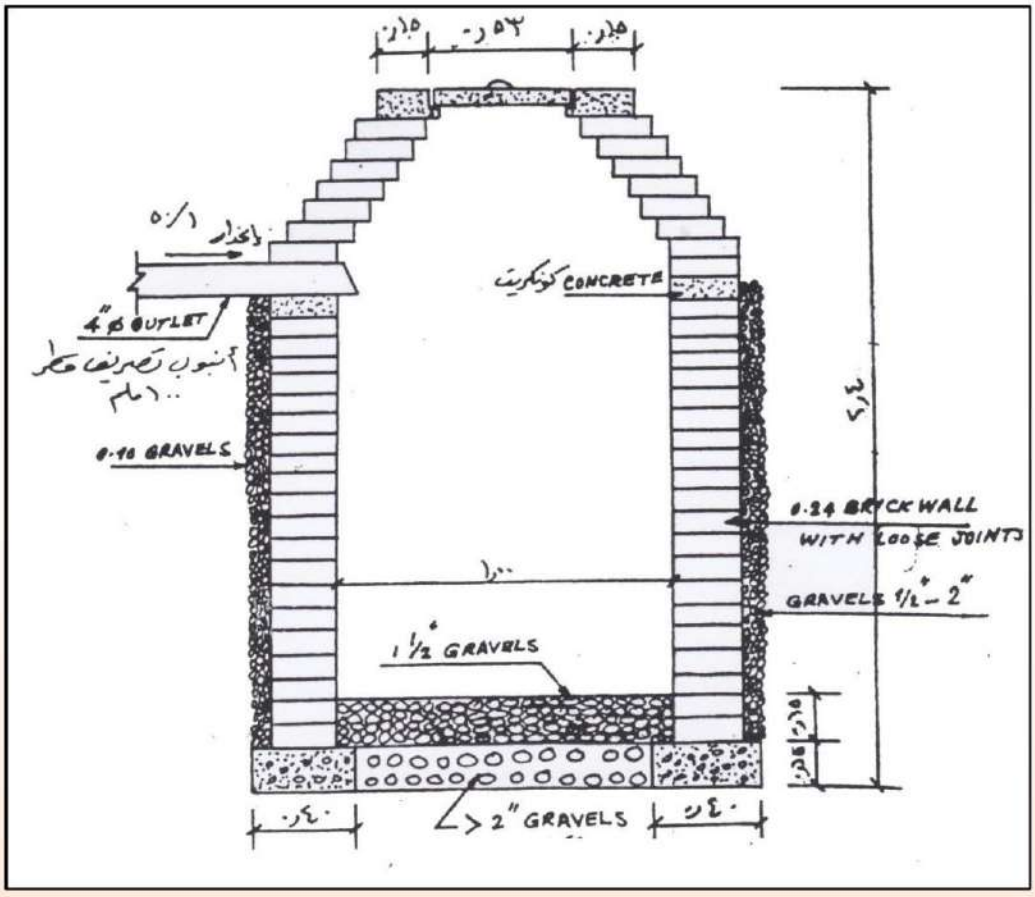
البلاليع (Cesspools)

تكون على شكل أحواض دائرية مشيدة تحت الأرض قطرها الداخلي لا يقل عن متر واحد وعمقها حوالي (٢) متر وتكون مع مستوى المياه الجوفية أو أكثر وفي بعض الأحيان في جدرانها الكثير من الفتحات وتحاط البالوعة اي حول الجدران بطبقة من الحصى والرمل الخشن ليساعد على تصريف الماء الفائض وترشيح ماء القاذورات القادم من أحواض التفتيش.

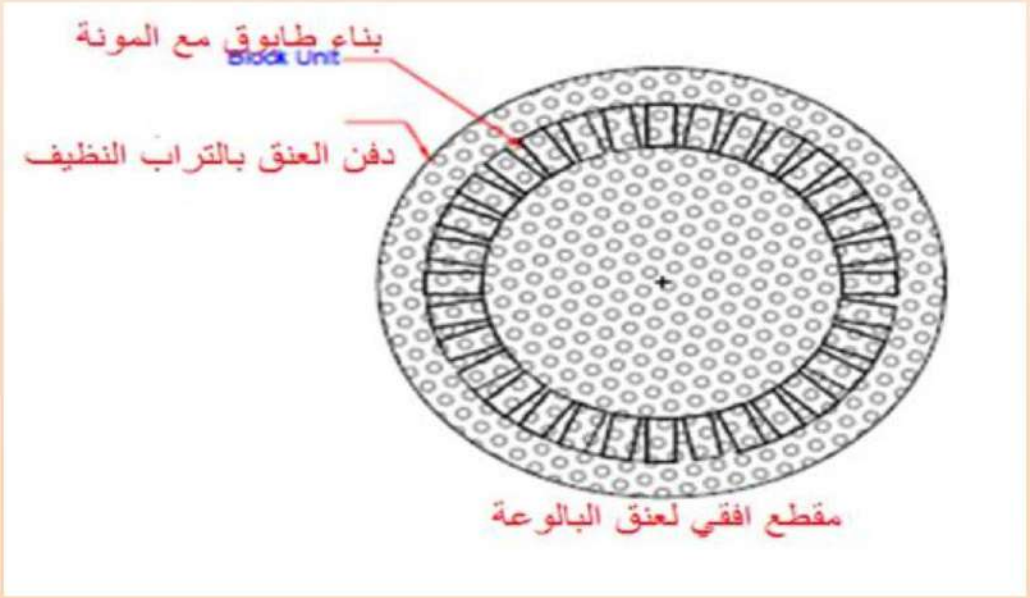
عند تشيد البالوعات يجب ملاحظة النقاط الآتية: -

١- تحدد المخططات أبعاد الحفرة بحسب التصميم الإنشائي والخرائط المعمارية والأبعاد التي يحددها المهندس لاحظ الشكل رقم (٧-١٨) والشكل (٧-١٩).
٢- يكون أساس البالوعة تحت الجدار فقط من الصب الخرساني بنسبة حجمية (١: ٢: ٤) ويكون فارغا ومتصلا مباشرة مع الحصى والرمل أو التربة الطبيعية ليساعد على الترشيح.
٣- يكون فرش الأرضية للبالوعة بالحصى الخشن والمتدرج على شكل طبقات من دون حدل.
٤- بناء الجدران للبالوعة من الطابوق المصخرج بعضها فوق بعض دون استخدام المونة ويكون عرض الجدار ٢٤ سم.
٥- تكون نهاية البالوعة عند الرقبة بشكل مخروط بالطابوق المصخرج ومونة السمنت بنسبة (١: ٣).
٦- يصب سقف البالوعة بالخرسانة المسلحة بنسبة خلط (١: ٢: ٤) ويكون في وسطها غطاء معدني (Air-tight Cover) بأبعاد ٦٠ × ٦٠ سم ووجهه العلوي بمستوى المماشي أو الحديقة.
٧- يملأ خلف جدران البالوعة بحصو سمك ١٨ سم (جلمود) من القاعدة إلى الرقبة من الأسفل ويملأ من أسفل الرقبة إلى نهايتها بالتراب النظيف.
٨- يدخل الأنبوب إلى البالوعة من الرقبة، كما في الشكل (٧-١٩)

الشكل رقم (٧-١٨) المسقط الافقي لبناء البالوعة



المقطع الامامي للبالوعة مقطع (A-A)



الشكل رقم (٧-١٩) يوضح المقطع الامامي والافقي للبالوعة

كيفية تركيب الأدوات الصحية

تقسم الأدوات الصحية بصورة عامة إلى عدة أنواع:

١- النوع المعدني المزجج أو الفولاذ الذي لا يصدأ (Stainless):

كما في السنكات المستعملة في المطابخ أما النوع المزجج فيصنع من الاهين المزجج كما في أحواض الاستحمام (البانيو).

٢- النوع الطيني وهو على ثلاثة أنواع: -

أ) فرفوري Vitreous

ب) طين ناري مزججGlazed fire clay

ت) طين مزجج Glazed Clay

والنوع الأول من أحسن الأنواع وأفضلها من حيث المقاومة والاستعمال والنقاوة وخفة الوزن وهو شائع الاستعمال. ويمكن تصنيع جميع الأدوات الصحية من الأنواع المذكورة وقد تكون مزججة بيضاء أو ملونة.

٣- النوع البلاستيكي:

وهو مصنوع من البلاستك المضغوط (الفايبر كلاس) مع الملحقات والتراكيب كافة ويمتاز بخفة وزنه وسهولة التركيب والمقاومة للكسر ورخص أسعاره ولكنه قليل الاستخدام ولاسيما في المنازل.

يتم تركيب التراكيب الصحية جميعها بطريقة شدها ببراغي في الجدران أو الأرضيات وتربط مع أنابيب المياه بأنابيب بلاستيكية أو نحاسية تعطيها مجالا للحركة والاهتزاز وسهولة الربط وتربط بالمجاري بمواد بنائية لاصقة كالسمنت الأبيض أو الاعتيادي ويفضل استعمال عجينة خاصة تعطي المفصل مرونة تمنعه من الكسر أو استخدام مادة السيلكون. إن ملحقات التراكيب الصحية جميعها غالبا ما تطلى بمادة النيكل أو الكروم وهو المفضل وذلك لإعطائها شكلا مقبولا والمحافظة عليها من التآكل والصدأ.

* المميزات عند اختيارها:

١- ان تكون مصنوعة من مواد مقاومة للحرارة وغير قابلة للذوبان.
٢- ذات مقاومة عالية.
٣- سهلة التنظيف والاستخدام.
٤- غير قابلة للتفاعل مع الاملاح والمياه.

طرق فحص التأسيسات الصحية

أ) فحص الأنابيب والأدوات الصحية:

إن جميع الأدوات الصحية والأنابيب وملحقاتها والمجاري يجب فحصها قبل إنهاء أعمال البناء للتأكد من صلاحيتها وعدم وجود أي خلل قد يؤدي الى الاضرار بعد إكمال البناء. يجري فحص الأنابيب ضد النضوح بضغط قدره ١٠ كغم / سم^{٢} من دون ظهور أية علامات على تسرب الماء آو أضرار أخرى ويجب أن يستمر الضغط لمدة ١٢ ساعة أو أكثر حتى يتم التأكد من سلامة الأنابيب.

ب) فحص التأسيسات الصحية الخاصة بشبكة مياه الصرف الصحي:

١- بصورة جزئية: خلال التأسيس بعد انجازه وبحسب المقترحات التي يقدمها المهندسون والفنيون أو المواصفات المتبعة من قبل الشركة المنتجة لذلك يجب أن يعتني بفحص الأعمال التي سيجري تغليفها أو إخفاؤها قبل أن تغطى بصورة نهائية وان تفحص تأسيسات النفايات والتصريف من حيث إحكامها ضد نفوذ الغازات منها ومن حيث عملها للضغط المطلوب.

٢- الفحص بالهواء : يجري الفحص بالهواء بإدخال سدادات فحص من المناطق القابلة للتوسع في النهايات السفلى والعليا من الأنابيب والتصريف والتهوية وتعمل سدادات عليا لتصريف كميات قليلة من الماء وتثبت سدادات الفحص في النهاية العليا من أنبوب التهوية بقطعة على شكل حرف (T) ويربط احد فروعها بأنبوب مرن إلى ساق واحد لمقياس الضغط (Manometer) سبق ملؤه بالماء وعند ذلك يضمن ضغط الهواء داخل التأسيس حتى يؤشر المقياس مقدار الضغط المطلوب وينبغي أن يكون الضغط الذي تم إعداده متساويا إلى (٠.٣٥) كغم / سم^{٢} ويجب أن يبقى ثابتا لمدة ٣٠ دقيقة من دون إضافة مقدار آخر من الهواء .

٣- الفحص بالدخان: يتم الفحص بالدخان من النهاية السفلى للأنبوب وذلك بضخ الدخان داخل التأسيس بواسطة ماكينة مولدة للدخان وعندها يبرز الدخان من قمة أنبوب التهوية ويجب إدخال سدادات في النهاية وختمها بكمية قليلة من الماء.

٤- الفحص بالماء: يتم الفحص بالماء بملء الأنبوب الذي يراد فحصه بالماء ومن الضروري القيام بسد جميع الفتحات التي تتأثر بالفحص ثم يجري الفحص بالماء قبل ربط الأجزاء وعلى أقسام وذلك لتحديد العلو الراسي ((Static Head بـ ٣ متر.

٥- فحص التصريف: تجري فحوصات المعرفة بمقدار التصريف في جميع أنابيب النفايات والمياه القذرة بصورة منفردة وجماعية ويجب التحري عن وجود أية مواد داخل الأنابيب قد تؤثر في تصريفها. ثم يفحص الجهاز بأكمله للتأكد من عمله بصورة صحيحة.

أسئلة الفصل السابع

س١) ما هي العوامل التي يتوقف عليها اختيار نوع الأنبوب الذي يستعمل في اعمال التأسيسات الصحية

س٢) علل ما يأتي:

١- تطلى الأنابيب بمادة الصبغ.

٢- إزالة النتوءات في نهاية الأنبوب.

٣- إضافة حبل القنب (الكلفات) عند ربط الأنابيب.

٤- تستخدم الأنابيب النحاسية في أماكن الانحناءات.

٥- يفضل إن تكون أنابيب الماء الصالح للشرب وأنابيب المجاري تمر بطريق واحد في المبنى.

س٣) عرف ما يأتي: -

السبيل --- عكس إرجاع --- مفصل طرفي --- مصغر --- سداد ---- تقسيم.

س٤) ما هي استخدامات كل من:

١- الأنابيب النحاسية.

٢- أنابيب الاهين.

٣- الأنابيب المطاطية.

س٥) ما هي الطرق الخاصة لتثبيت التوصيلات بالأنابيب المغلونة؟

س٦) ما هي الملاحظات التي يعتمد عليها عند عمل شبكة مياه الصرف الصحي؟

س٧) ارسم المسقط الأفقي للبالوعة.

س٨) ما هي مراحل إنشاء حوض التعفيين (الترسيب)؟

س٩) ما هي أنواع الفحوصات الخاصة بالتأسيسات الصحية لشبكة مياه الصرف الصحي؟

س١٠) ما هي اهم النقاط الواجب مراعاتها عند وضع التصاميم للتأسيسات الصحية؟

الفصل الثامن

التأسيسات الكهربائية

المقدمة: -

إن المهارة في تخطيط التركيبات الكهربائية في المباني وتنفيذها من أهم ما يعتني به المعماري والكهربائي لان الجمالية في المظهر الخارجي تهم المهندس المعماري في التنفيذ أما الكهربائي فان إي خلل أو خطأ في هذه التأسيسات يؤدي إلى تعرض حياة الناس في المباني إلى الخطر. كما إن الراحة والاستمتاع بالسكن في المباني يعود إلى البراعة والدقة في توزيع الأسلاك الكهربائية ومفاتيح الإنارة الخاصة بالأجهزة الكهربائية لذلك يبدأ كادر العمل من المهندسين والمصممين من الاختصاصات جميعها وكلا ضمن تخصصه بوضع التخطيط العام والتصميم للمبنى ويقوم المهندس الكهربائي بوضع تخطيط الأسلاك الكهربائية على المخطط المعماري (الخرائط) ويبين التوصيلات ومسار الأسلاك ونوع التأسيس في الأجزاء المختلفة في المبنى وتحدد أماكن الإنارة ونوعها. وتغذية المبنى من المصدر الكهربائي مع توضيح أجهزة القياس الكهربائية ومفاتيح التحكم ومفاتيح الوقاية الأوتوماتيكية والمنصهرات الخاصة بذلك وعند التنفيذ يراعى التقيد بالتنفيذ من قبل الإنشائي والمعماري في ترك المسافات والفتحات المطلوبة لإنتاج عمل متكامل ومظهر لائق للمبنى.

تكون طرق توصيلات التأسيسات الكهربائية في المباني كالاتي: -

١- التوصيلات المكشوفة:

وهي توصيلات ممدودة في داخل المباني بشكل مكشوف (ظاهري) على سطح الجدران والسقوف وهذه قد تكون ثابتة أو متحركة قابلة للنقل.

٢- التوصيلات المدفونة:

وهي التوصيلات الممدودة في داخل العناصر الإنشائية في المباني كالجدران والأرضيات والسقوف

٣- التوصيلات الخارجية:

هي التوصيلات الممدودة على الجدران الخارجية للمباني أو بينها وذلك تحت سقائف أو على أعمدة كهربائية مثل مد القابلوات (الكيبلات).

ومن المعلوم إن نقاط التأسيسات الكهربائية متعددة ولهذا قبل الدخول الى انواع التأسيسات الكهربائية وضوابط التأسيس سنحاول إعطاء بعض التعاريف الخاصة بالتأسيسات الكهربائية:

نقطة إنارة: وتشمل تجهيز مواد نقطة إضاءة كاملة وتأسيسها مع المفتاح والأنابيب والأسلاك بالحجوم المناسبة والمذكورة في المواصفات وكل ما يتطلب العمل من ملحقات وفي حالة عدم ذكر نوع التركيب فيكون اعتيادي مع المصباح والمظلة البلاستيكية للنقطة الجدارية وبالنسبة للنقطة السقفية فتشمل وردة السقف (زهرة السقف) والسلك المتدلي مع ماسكة المصباح والمصباح وهذه تسمى نقطة كاملة لاحظ الشكل رقم (٨-١) يبين عملية ربط نقطة كهرباء.

أ) نقطة مروحة سقفيه: وتشمل تجهيز مواد وتأسيس مروحة كاملة مع عمل التأسيس الكامل (من ضمنها الحامل) ووردة السقف ولا يشمل ذلك تجهيز وتركيب المروحة والمنظم وتعامل هذه كنقطة إنارة ماعدا إذا ذكر ذلك بالمواصفات على عكس ذلك.

ب) نقطة مأخذ: تشمل تجهيز مواد وعمل نقطة مأخذ كاملة مع التأسيس للمأخذ والمفتاح وهي قطعة واحدة ذات ثلاثة رؤوس ١٣ أمبير أو ١٥ أمبير ويربط الرأس الثالث إلى الأرضي.

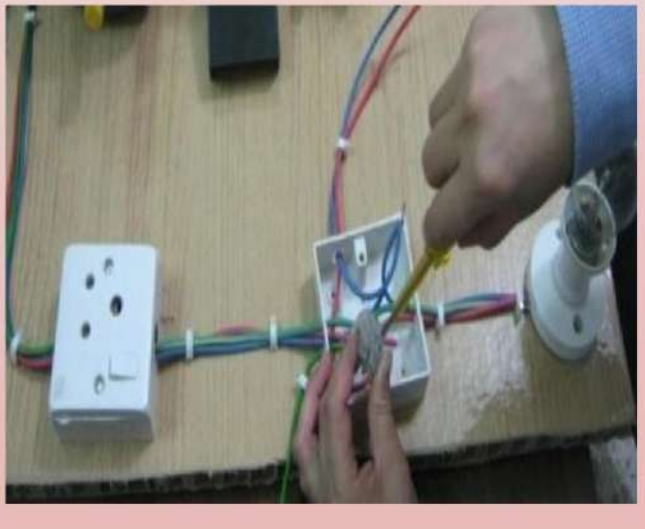
ت) التراكيب الضوئية: تكون من أجود الأنواع وبحسب المواصفات المذكورة في جداول الكميات

ث) نقطة مفرغة هواء: تشمل تجهيز مواد وتأسيس نقطة مفرغة هواء مع عمل التأسيس الكامل لتغذية المفرغة ويشمل ذلك وردة السقف ومفتاح التشغيل وكل ما يتطلب العمل ولا يشمل تجهيز المفرغة ماعدا إذا ذكر ذلك في المواصفات.

ج) نقطة التدفئة أو التبريد: وتشمل تجهيز وتأسيس نقطة للتدفئة أو التبريد أو السخان مع تجهز مأخذ وتأسيسه قرب الجهاز بثلاثة رؤوس يربط الثالث في الأرضي ويربط مفتاح التشغيل مع اللوحة الرئيسية للتغذية.

ح) نقطة هاتف: تشمل تجهيز مواد وعمل نقطة مأخذ كاملة خاصة بالهاتف ٢ أمبير وتشمل كذلك الأنابيب والأسلاك والملحقات اللازمة لربط النقطة بصندوق التوزيع في الخارج.

خ) نقطة جرس: تشمل تجهيز وتأسيس نقطة مع المفتاح والربط إلى الجرس.



الشكل رقم (٨-١) يبين عملية ربط النقاط الكهربائية

طرق عمل التأسيسات الكهربائية وهي نوعان:

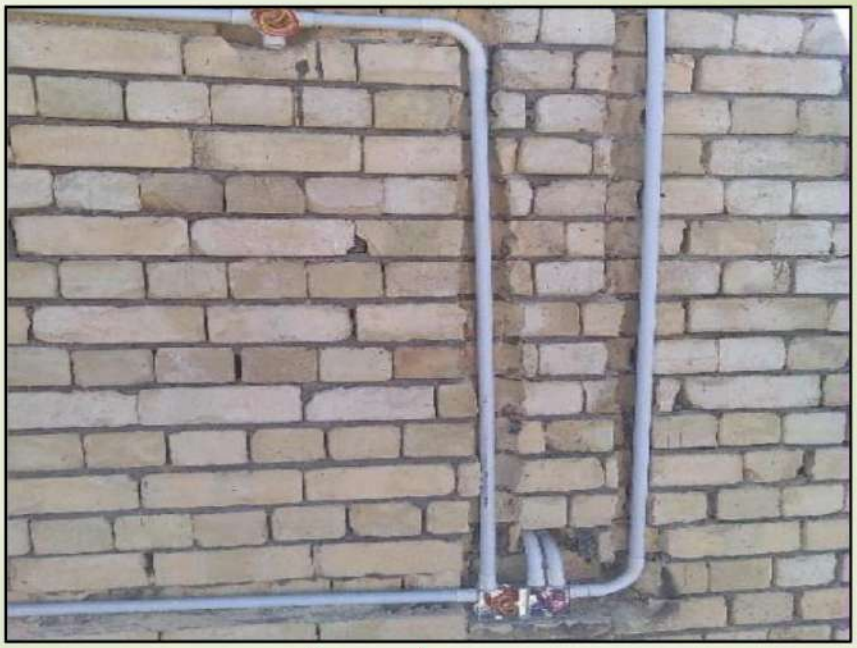
أولا) التوصيلات السطحية أو المكشوفة : وهي مد الخطوط الكهربائية على سطح الجدران والسقوف ولها حالات خاصة منها عندما يراد إحلال شبكة جديدة من التأسيس في محل شبكة قديمة يمكن استبدالها ويفضل تركها على حالها وهنا يرتب مسار الخطوط الجديدة على الجدران والسقوف بطريقة جمالية ، وفي هذه الحالة تكون الأسلاك معزولة وظاهرة وفي بعض الأحيان تكون مكسوة بالمعدن أو يكون توصيل الأسلاك معزول في داخل أنابيب من البلاستك أو الحديد المبطنة بالرصاص حيث يتم تثبيت الأنابيب على الجدران وهذا بالنسبة إلى الأماكن الجافة ونسبة رطوبتها بسيطة ، إما الأماكن الرطبة فيستخدم فيها القابلوات (الكيبل) بدل الأسلاك العادية ويسمى بالتأسيس الظاهري . لاحظ الشكل (٨-٢)

ثانيا) التوصيلات المدفونة: وهي التي يتم فيها دفن الخطوط الكهربائية داخل الجدران والسقوف ولا يظهر لها أثر إلا عند المفاتيح والتراكيب، وتنقسم التوصيلات المدفونة إلى نوعين:

أ) النوع الأول: الذي يمكن تبديل الأسلاك المستخدمة عند الضرورة وهو الذي يكون تأسيسه في داخل أنابيب خاصة من الحديد المغلون أو البلاستك وبأقطار مناسبة لعدد الأسلاك المستخدمة بحسب التصميم الكهربائي لاحظ الشكل رقم (٨-٣) عملية التأسيس بالأنابيب.

ب) النوع الثاني: لا يمكن تبديل الأسلاك بعد استخدامها وهي الأسلاك المثبتة على الجدران مباشرة وتحت البياض أو اللبخ ويسمى بالتأسيس الدفن والذي يستخدم فيها اسلاك خاصة تسمى أسلاك سيمنس وبحسب القياسات المطلوبة لاحظ الشكل رقم (٨-٤).

الشكل (٨-٢) التأسيس الظاهري لتوزيع الكهرباء في داخل المبنى



الشكل رقم (٨-٣) التأسيس بالأنابيب

ت	التفاصيل	الرمز
١	نقطة إنارة	
٢	صندوق توزيع	
٣	أنبوب لمد الأسلاك	
٤	مفتاح	
٥	نقطة مصباح	
٦	مصهرات للتوصيل	
٧	سيركت توزيع	
٨	قاطع دورة	

الشكل رقم (٨-٤) عملية التأسيس تحت البياض

النقاط الواجب أخذها بنظر الاعتبار عند التأسيسات الكهربائية

١- تكون جميع العوازل للأجهزة والمواد والنظم المستعملة مهيأة لتحمل جهد تصميمي لا يقل عن ٢٥٠%
من جهد التشغيل.
٢- لا يزيد عدد النقاط الكهربائية في الدائرة الواحدة عن ثماني نقاط ضوئية.
٣- لا يزيد عدد نقاط الدائرة الكهربائية عن ست نقاط بالنسبة لنقطة المأخذ نوع ١٣ أمبير.
٤- لا تزيد نقاط الدائرة الكهربائية عن نقطة واحدة بالنسبة لنقاط القوة المأخذ نوع ١٥ أمبير.
٥- تربط المأخذ كافة بأرضي جيد ثم يربط بلوحة التوزيع.
٦- لا يجوز استعمال التوصيل (القطع الصغيرة) من الأسلاك في منظومة التأسيس في داخل الأنابيب إلا في صناديق التوزيع.
٧- لا يجوز دمج تغذية الإنارة مع المأخذ للقوى في دائرة واحدة.

٨-تكون ارتفاعات الملحقات الكهربائية كما يأتي: -

أ) بالنسبة لتأسيس الأنابيب المخفية:

أ-١) المفاتيح من ١٠٠- ١٢٠ سم من مستوى سطح الأرض (الكاشي).

أ-٢) المأخذ من ٤٠ – ١٢٠ سم من مستوى سطح الأرض (الكاشي).

ب) بالنسبة لتأسيس الأنابيب والكيبلات الظاهرية:

ب -١) المفاتيح لا تقل عن ١٥٠ سم عن مستوى الأرض (الكاشي).

ب – ٢) المأخذ لا يقل عن ١٥٠ سم عن مستوى الأرض (الكاشي).

٩-يفضل استعمال القواطع التلقائية (أوتوماتيكية) للدوائر الكهربائية في لوحات التوزيع النهائية وتكون السعات للقواطع كما يأتي: - لاحظ الشكل رقم (٨-٥).

أ) ١٥ أمبير لدوائر المآخذ.
ب) ١٠ أمبير لدوائر الإنارة والمراوح والمفرغات الهوائية.
ت) من (٢٠ - ٣٠) أمبير لدوائر التدفئة والتبريد والسخان.

١٠ ـ تكون الأسلاك الكهربائية المستعملة داخل الأنابيب مفردة وذات ألوان مختلفة والأسلاك جميعها تكون مصنوعة من النحاس لأنه موصل جيد للكهرباء.

الشكل رقم (٨-٥) اللوحة الرئيسة لتوزيع قواطع الكهرباء

قراءة المخططات الكهربائية:

سنحاول في هذا الموضوع رسم مخطط لبناية موضحا عليها الرموز المستخدمة في المخططات والخرائط المدنية كما في الشكل رقم (٨-٦) التي يتم التعامل بها عند التنفيذ لتكون الفكرة أكثر وضوح لدى العاملين في هذا المجال. إن المخططات توضح عملية توزيع النقاط الكهربائية ومسار الأسلاك وتوزيع الإنارة والمخطط رقم (٨-٧) يبين عملية توزيع المآخذ الكهربائية وطريقة الربط. ويمكن حساب كمية المواد الكهربائية من خلال المخطط حيث يمكن حساب النقاط (المفاتيح) مع عدد نقاط الإنارة ويحدد نوع المفتاح في المواصفات كما يمكن حساب عدد المآخذ من خلال الخارطة ويحدد نوع المآخذ في المواصفات أما حساب كمية الأسلاك فتكون بالمتر الطولي من خلال حساب أطوال المسارات على الخارطة ويحدد نوع السلك وقطره في جدول المواصفات.

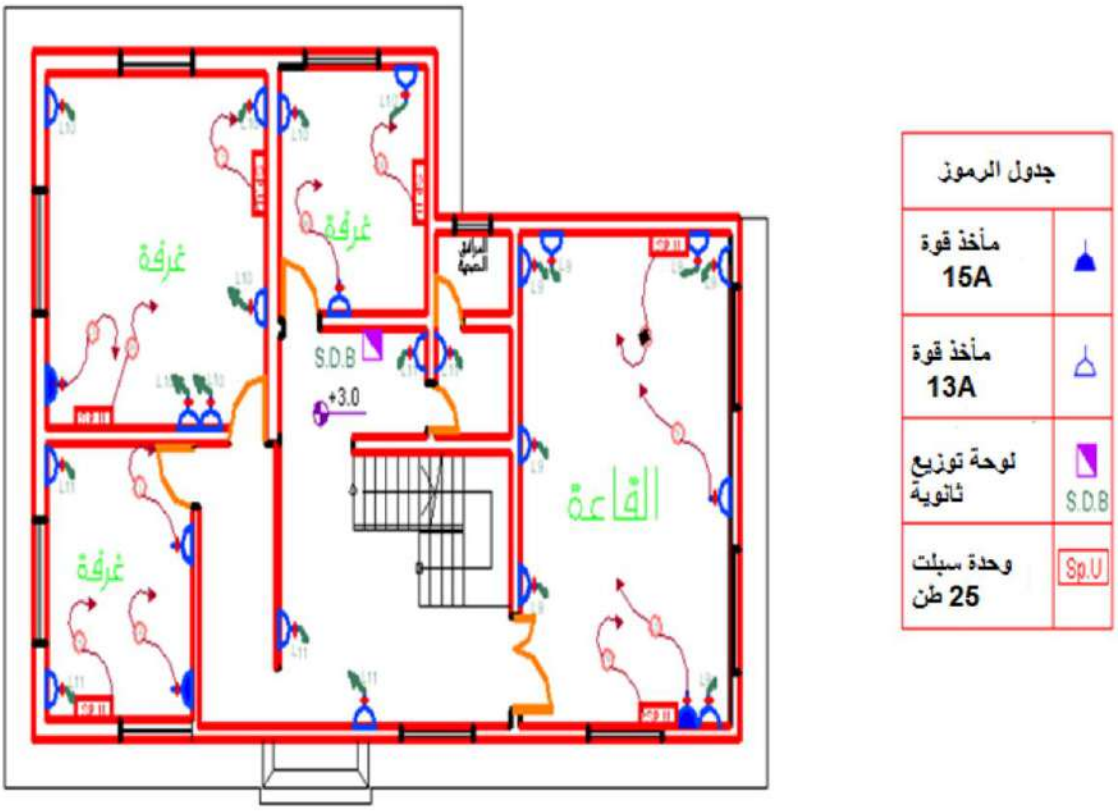
جدول الرموز	
تركيب انارة مزدوجة فلورسنت 4 قدم	
تركيب انارة فلورسنت 4 قدم	
تركيب انارة في السقف-انارة الشكل	
مفرغة هواء	
انارة ضد المطر	
مروحة	
منظم مروحة	
مفتاح انارة	

الشكل رقم (٨-٦) مخططات تبين توزيع خطوط الكهرباء لإنارة والمآخذ

مثال) احسب عدد نقاط المآخذ ونوعها كما موضح على المخطط رقم (٨-٧) مستعيناً بجدول الرموز مع المخطط.

الحل): عدد المآخذ سعة ١٣ أمبير على المخطط = ٢٣ مأخذ

عدد المآخذ سعة ١٥ أمبير على المخطط = ٣ مآخذ



الشكل رقم (٨-٧) مخطط توزيع المآخذ الكهربائية

أسئلة الفصل الثامن

س١) عدد طرق التأسيسات الكهربائية.

س٢) عرف خمساً مما يأتي:

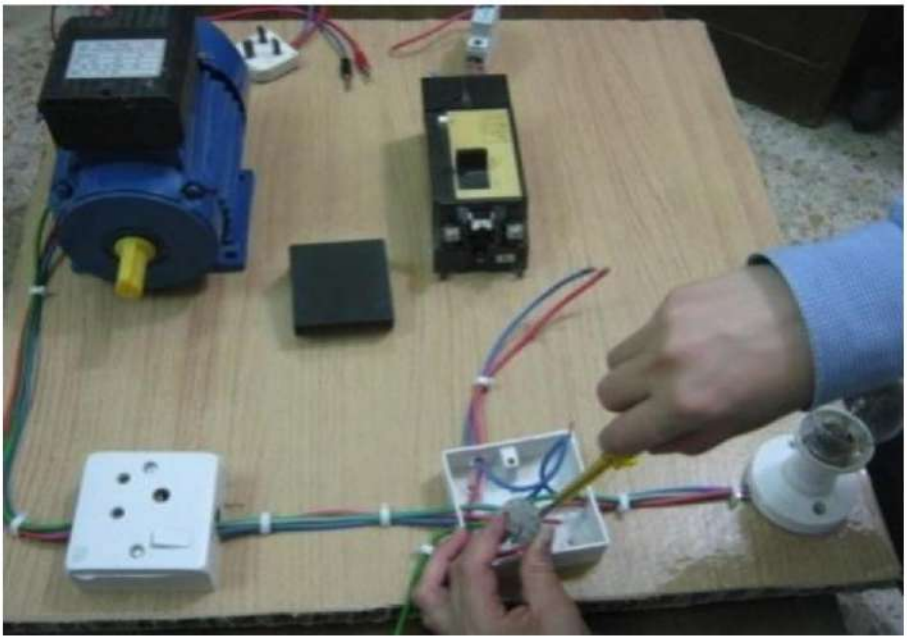
١- نقطة إنارة ٢- التراكيب الضوئية ٣- نقطة مآخذ ٤- نقطة هاتف
٥- نقطة جرس ٦- نقطة تدفئة.

س٣) قارن بين التوصيلات المدفونة والتوصيلات المكشوفة.

س٤) ماهي النقاط التي يجب إتباعها عند التأسيسات الكهربائية؟

س٥) اذكر خمسة رموز كهربائية مع الرسم.

س٦) ارسم مخطط غرفة موزعاً عليها نقاط إنارة عدد (٢) ومأخذ ١٣ أمبير عدد (٢) ومروحة سقفيه واحدة.



الفصل التاسع

التدفئة والتبريد

المقدمة:

إن المواد الإنشائية والمواد الأخرى جميعها التي تستخدم في العزل الحراري لتوفير التدفئة والتبريد في البناء للعزل الحراري هي مواد عازلة نسبيا. لأنه لا توجد في الطبيعة أية مادة عازلة تماما فعزل المواد هو نسبي إما المواد العازلة فهي تقوم بتأخير انتقال الحرارة أي أنها ليست بعازلة تماما وإنما تؤخر انتقال الحرارة أو البرودة من الداخل إلى الخارج وبالعكس. فكلما كانت المواد بكثافة اقل ومسامات كثيرة وفيها فجوات هوائية كانت أكثر عزلا للحرارة وهناك أمثلة كثيرة للمواد الإنشائية. فالتراب والطين والحجر هي مواد بنائية التي عرفها الإنسان في التاريخ واستعملها في البناء للحصول على عزل حراري والوقاية من التأثيرات الجوية المحيطة به. إن الغاية الأساسية من العزل الحراري المحافظة على الحرارة أو البرودة المرغوبة فيها داخل المسكن أو المعمل بصورة ثابتة واقتصادية تساعد على السكن والعمل المريح. إن وضع مواد عازلة لسير الحرارة وانتقالها في الجدران والسقوف تؤخر إلى حد كبير انتقال الحرارة وبمقدار يتناسب طرديا مع سمك المواد العازلة، فكلما كانت المواد العازلة سميكة جدا وكان الجدار سميكاً كان العزل الحراري أكثر.

طرق انتقال الحرارة في الأبنية

إن انتقال الحرارة وانتشارها يعتمد على عوامل كثيرة وأسس تعتمد على نوع البناية وتصميمها ونوع الجدران ويجب إن يتم تحديد المواصفات الحرارية لجدران الأبنية وفقا لجداول خاصة. ومعامل حراري خاص لكل نوع جدار وسمكه ودرجة نعومته ونوع الطلاء كل هذه العوامل لها اعتبارات في انتقال الحرارة وانتشارها. كما إن السقوف للمبنى المراد تدفئته هل هي معرضة أو غير معرضة للجو مباشرة ونوع الشبابيك والأبواب ومساحتها كلها لها تأثير في انتقال الحرارة وانتشارها.

ومن أهم طرائق انتقال الحرارة:

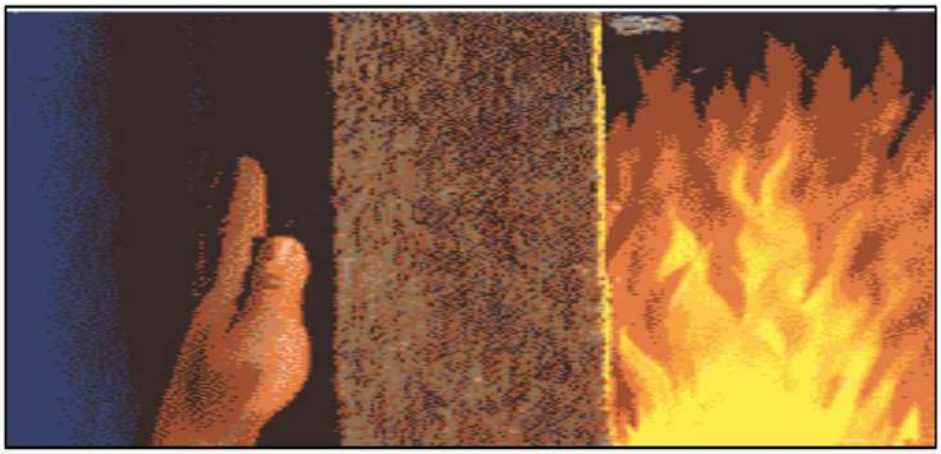
١-طريقة التوصيل

٢-طريقة الحمل

٣-طريقة الإشعاع

طريقة التوصيل

إن **التوصيل** هو انتقال للحرارة في وسط مادي يسخن شيئا فشيئا فالحرارة تمر من جزء صغير جدا تابع لهذا الوسط إلى الجزء المجاور مباشرة. إن كمية الحرارة المنتقلة بالتوصيل تعتمد على عدد من العوامل منها: (نوع المادة والفرق في درجات الحرارة – المساحة المعرضة – الوقت – السرعة) لاحظ الشكل رقم (٩-١) كيفية انتقال الحرارة عبر الجدار.



الشكل رقم (٩-١) كيفية انتقال الحرارة عبر الجدار

طريقة الحمل

الحمل: هو طريقة من طرائق انتقال الحرارة ويتم الحمل في وسط ناقل للحرارة قد يكون سائلا أو غازيا ويولد تحرك الجزيئات الساخنة المتناهية في الصغر تيارات تعمل على توحيد درجة حرارة السائل أو المادة الناقلة للحرارة كما يحدث في تسخين غرفة بالحمل حيث تنتقل الحرارة بالهواء الذي ينتقل من الخارج إلى الداخل ينقل الحرارة إلى داخل المنشأ بطريقة الحمل، لاحظ الشكل رقم (٩-٢).

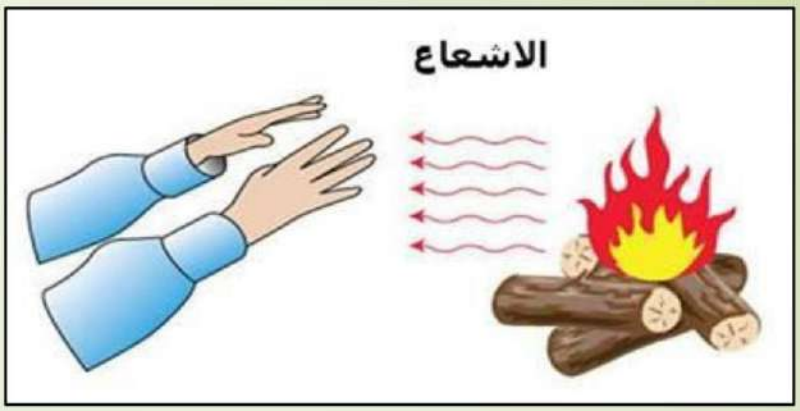
الشكل رقم (٩-٢) الانتقال بطريقة الحمل

طريقة الإشعاع

الاشعاع: هو انتقال سريع للحرارة في حالة المسافات البعيدة جدا ودرجات الحرارة العالية من دون إن تكون هناك حاجة لوجود وسط مادي كما في انتقال الحرارة من أشعة الشمس التي تدخل إلى المنشأ من النوافذ الزجاجية والأبواب والفتحات وكذلك من الأقسام المعرضة إلى الخارج للجدران والسقوف وذلك عندما تسخن بأشعة الشمس ولاسيما العمودية منها لاحظ الشكل رقم (٩-٣).

إن معالجة هذه الوسائط الثلاثة لانتقال الحرارة ضرورية جدا للمحافظة على حرارة المنشأ الداخلي بشكل ثابت ويكون ذلك بمعالجة الجدران والسقوف بمواد عازلة وإحكام الشبابيك والأبواب بحيث تضمن عدم

دخول الهواء بشكل كيفي واستعمال زجاج مضاعف وسميك أو ملون في الأماكن الضرورية ومعالجة سقوط أشعة الشمس بحيث تمنعها من الدخول مباشرة إلى المنشأ وذلك بالإكثار من استعمال البروزات وعاكسات الشمس والمظلات حول الشبابيك إن الجدران الفارغة قد تقوم بالعزل الحراري بصورة كافية ولكن وجود فراغ هوائي يجعل مدى انخفاض درجة الحرارة بعد الجدار الرئيسي ثابتة وتنتقل إلى الجدار الثانوي ثم تنخفض انخفاضا ثانيا بسبب سمك الجدار الثانوي .



الشكل رقم (٩-٣) الانتقال بالإشعاع

المواد المستخدمة في العزل الحراري

لقد تطورت صناعة المواد العازلة في العالم كثيرا في الوقت الحاضر وبدأت تدخل إلى الصناعة الإنشائية بمجالاتها المختلفة وبشكل واسع. فبعد إن كانت بسيطة جدا كنشارة الخشب والألواح العازلة والفلين تطورت وأصبحت المواد العازلة كثيرة جدا غطت على المواد القديمة وأصبحت لها استعمالاتها الخاصة في الصناعة الإنشائية، لاحظ الشكل رقم (٩-٤) ومن أهم هذه المواد العازلة هي: -

١- المواد الجبسية: وهي مواد عازلة مصنوعة من الجبس الناتج من (كبريتات الكالسيوم المائية) وبأنواعه المختلفة ويكون على شكل سطوح أو ألواح جبسيه.

٢- المواد البلاستيكية المطاطية: ومنها البلاستك المجوف وكتل البلاستك ورغوة البلاستك.

٣- السمنت المهوى ومشتقات السمنت الأخرى: كالخرسانة خفيفة الوزن والجدران المجوفة.

٤- المواد المعدنية: كالمايكا والالمنيوم.

٥- المواد الزجاجية: والتي تشتمل على الصوف الزجاجي والكتل الزجاجية والزجاج المجوف.

٦- الستايربور: وهي مادة عازلة مكونة من حبيبات بلاستيكية مع مادة لاصقة.

٧- الطلاء العازل للحرارة: يتكون الطلاء العازل للحرارة من مواد تساعد على تقليل امتصاص الاشعة فوق البنفسجية والاشعة تحت الحمراء وتحسين عكس الاشعة الحرارية.

الشكل رقم (٩-٤) المواد المستخدمة في العزل

العزل الحراري في تكيف الهواء

يتطلب تكيف الهواء فضلاً عن العزل الخارجي للحرارة إلى مراعاة نقاط أخرى هي:

١- ضبط درجة الحرارة الداخلية في المنشأ.
٢- حركة الهواء وتوزيعه بشكل منتظم خلال فتحات في داخل المنشأ.
٣- عمل مقاطع مصممة وملائمة لمجاري الهواء (Ducting).
٤- ضبط الرطوبة في داخل المنشأ.
٥- عزل المجاري الهوائية عزلا يضمن بقاء الهواء المكيف بدرجة ثابتة في أثناء مروره.
٦- ملاحظة ناحية احتمال تكاثف البخار الموجود في الهواء وكيفية التخلص منه.
٧- الهواء الراجع (Returned Air) والسيطرة عليه بشكل منظم والتخلص منه بنسبة معينة.

شروط حساب التدفئة والتبريد

يعتمد تحديد احتياجات التدفئة والتبريد على الظروف الآتية: -

١- شروط المناخ ويعني درجة الحرارة الخارجية للمكان المراد تكيفه.
٢- أبعاد الجدران وطبيعتها ومن ضمنها الأرضية والسقف وارتفاعات المكان وأبعاده فضلاً عن ارتفاع البناية وانخفاضها عن مستوى سطح البحر واتجاهها بالنسبة للشمال والجنوب وشدة الرياح.
٣- درجة الحرارة الداخلية للمكان المطلوب تدفئته آو تبريده.
٤- تجدد الهواء (التهوية للمكان) وتتضمن التهوية في جميع الأماكن لوجود نقص في إحكام العناصر القابلة للفتح. ونسبة الزجاج في الأبواب والشبابيك ووضعية هذه العناصر واتجاهاتها وهل يمكن تجديد الهواء بواسطة القنوات ومجاري مصممة لهذا الغرض (للتهوية).

توزيع أماكن التدفئة والتبريد

توجد حالتان في عملية توزيع الأجهزة لتغلب على مشكلة تامين التدفئة والتبريد والتغلب على مجالات وإشباع الأماكن المراد تدفئتها أو تبريدها هما: -

أولا) الأجهزة المتعددة:

يمكن تدفئة وتبريد إي مكان محدد بتجهيز ونصب عدد من أجهزة التدفئة أو التبريد المختلفة الأنواع وذلك بوضع وتامين جهاز واحد أو عدد من الأجهزة في الأماكن والغرف المراد تكيفها لاحظ الشكل رقم (٩-٥) موزعة بحسب الحاجة الخاصة بها والقادرة على أنتاج كمية من الحرارة أو التبريد اللازمة بحسب الحاجة التصميمية للحيز أو المكان وتختلف قدرة هذه الأجهزة عن بعضها من حيث النوع وكمية الحرارة أو التبريد الناتجة عنها ويعتمد توزيع مثل هذه الأجهزة على حجم المكان والجدران ونوع المبنى ودرجة الحرارة المطلوب تأمينها وتعرف هذه الحالة بوساطة الأجهزة المتفرغة . ومن أنواعها أجهزة مبردات الهواء وأجهزة التكيف بأنواعها السبلت بأحجامها المختلفة والمكيفات الشباكية.

ثانيا) التدفئة والتبريد المركزي:

تستخدم هذه الأجهزة في التبريد والتدفئة للأماكن الكبيرة المتعددة المرافق والتي تحتاج إلى قدرة تكيف كبيرة جدا لتامين الاحتياج. وذلك بوضع جهاز أو عدد من الأجهزة لإنتاج التكيف المطلوب وتوجد على أشكال وأنواع مختلفة بحسب التصميم والحاجة وفي بعض الأحيان يكون الجهاز نفسه ذا استخدامين تدفئة وتبريد ويكون عمل هذه الأجهزة حسب النوع.

وتنقل الحرارة عن طريق (ماء --- بخار --- هواء) ويكون النقل بوساطة قنوات أو أنابيب أو مجاري خاصة إلى الأماكن المراد تدفئتها أو تبريدها ويعطى لكل مكان معين كمية خاصة به تحدد بوساطة هذه المجاري وحركة الوسيط تعتمد على الطاقة التصميمية لأجهزة وتسمى هذه الحالة بالتدفئة والتبريد المركزي وتتميز هذه الطريقة بقلة كلفتها الاقتصادية بالنسبة للتأمين الحراري والتبريد للمباني الضخمة ومن أنواع هذه الأجهزة (البويلرات ---- والجلرات ---- المراجل) وغيرها.

الشكل رقم (٩-٥) عملية توزيع ونصب أجهزة التكييف

أسئلة الفصل التاسع

س١) ما هي طرائق انتقال الحرارة في الأبنية؟

س٢) ما هي اهم مواد العزل الحراري؟

س٣) إن خاصية توصيل الحرارة في المادة تعتمد على عدة عوامل رئيسة عددها.

س٤) ماهي شروط حساب التدفئة والتبريد في الأبنية؟

الفصل العاشر

جداول تقدم العمل

١٠-١ المقدمة:

يتطلب تشييد أي منشأ معرفة تامة بفقرات العمل ومن ثم وضع جدول زمني لكل فقرة من هذه الفقرات ضمن المدة المحددة لانجاز المشروع ويسمى بجدول تقدم العمل ومن الممكن انجاز أكثر من فقرة واحدة في وقت واحد، مما يحقق انجاز العمل بصورة اقتصادية ومن دون تأخير وهدر الجهود والأموال.

١٠-٢ إعداد جدول تقدم العمل لبناية:

يستخدم جدول تقدم العمل بالخط المستقيم لتوضيح المدة الزمنية المحددة لكل فقرات العمل وضمن فترة انجاز المشروع ويفترض أن يضم مكتب كل مهندس في الموقع هذا الجدول، علما بان الفقرات والمدة تختلف من مشروع لآخر. ومن المهم ولاسيما في المشاريع الكبيرة ان تستخدم برامج حاسبات (Computer programs) خاصة لإعداد جداول تقدم العمل ومنها - MS Project.

مثال: أريد تقديم جدول تقدم العمل لبناية هيكلية سكنية من الخرسانة المسلحة تتكون من ثلاثة طوابق في كل طابق أربع شقق وان مدة انجازها اثنا عشر شهرا وعليه فان جدول تقدم العمل المقترح يكون كالآتي:

الفقرة	الشهر (١)	الشهر (٢)	الشهر (٣)	الشهر (٤)	الشهر (٥)	الشهر (٦)	الشهر (٧)	الشهر (٨)	الشهر (٩)	الشهر (١٠)	الشهر (١١)	الشهر (١٢)
حفر الأسس												
إزالة الأنقاض												
تسليح الأسس وقواعد الأعمدة												
القالب الخشبي وصب الأسس												
التسليح للرباطات الأرضية												
القالب وصب قواعد الأعمدة والرباطات الأرضية												
التسليح وصب الأعمدة للطابق الأرضي												
التسليح والقالب للعتبات وسقف الطابق الأرضي												
صب العتبات والسقف للطابق الأرضي												
التسليح وصب الأعمدة للطابق الأول												
التسليح والقالب للعتبات وسقف الطابق الأول												

الفقرة	الشهر (١)	الشهر (٢)	الشهر (٣)	الشهر (٤)	الشهر (٥)	الشهر (٦)	الشهر (٧)	الشهر (٨)	الشهر (٩)	الشهر (١٠)	الشهر (١١)	الشهر (١٢)
التسليح وصب الأعمدة للطابق الثاني												
التسليح والقالب للعتبات وسقف الطابق الثاني												
صب العتبات والسقف للطابق الثاني												
التسليح وصب الأعمدة للطابق الثالث												
التسليح والقالب للعتبات وسقف الطابق الثالث												
صب العتبات والسقف للطابق الثالث												
البناء بالطابوق												

الفقرة	الشهر (١)	الشهر (٢)	الشهر (٣)	الشهر (٤)	الشهر (٥)	الشهر (٦)	الشهر (٧)	الشهر (٨)	الشهر (٩)	الشهر (١٠)	الشهر (١١)	الشهر (١٢)
التأسيسات الكهربائية												
الأعمال الصحية												
التسطيح												
الأنهاءات الداخلية للجدران والسقوف												
الانهاءات الخارجية للجدران												
تركيب إطارات الأبواب والشبابيك												
أعمال المماشي الخارجية												
انهاءات الأرضيات داخل البناية												
تركيب الزجاج												
السياج الخارجي												
التشجير												

١٠ – ٣ أسئلة الفصل العاشر:

س ١: اقترح جدول تقدم العمل لدار سكنية مكونة من طابقين ومساحة البناء ٢٠٠ متر مربع والمساحة الكلية للأرض ٢٥٠ متر مربع.

س ٢: اقترح جدول تقدم العمل لبناية تجارية هيكلية فولاذية مكونة من ثلاثة طوابق مساحة البناء ١٠٠٠ متر مربع.

الفصل الحادي عشر

ترميمات الأبنية القديمة

المقدمة:

لكي يتسنى لنا إدراك أهمية ودور الترميمات في المباني يجب أن نتعرف على المعنى الحقيقي للصيانة لان حالة وصول المبنى إلى الترميم وذلك لفقدان عامل الصيانة.

الصيانة: مجموعة من الإجراءات التي يتم اتخاذها لإصلاح جزء أو تغيره للوصول إلى حالة مقبولة للمبنى ووضع خطة زمنية أو برنامج زمني لأعمال الصيانة.

تتوقف الخطة الزمنية أو البرنامج الزمني لأعمال الصيانة على توقيت ظهور العيوب بالمبنى وفي هذا المجال يمكن تقسيم عناصر المبنى المختلفة إلى العناصر الآتية:

أ) عناصر يصعب صيانتها تم تصميمها وتنفيذها لتستمر على مدار عمر المبنى الافتراضي من دون تغير أو الصيانة مثل الأساسات.

ب) عناصر يمكن إطالة عمرها الافتراضي عن طريق تغير بعض مكوناتها على فترات منتظمة مثل أعمال التركيبات الصحية.

ت) عناصر يعتمد فيها معدل الصيانة على نوع الحركة والاستخدام وكثافتها مثل الأرضيات والأعمال الكهروميكانيكية.

ث) عناصر تتم أعمال الصيانة لها وفقا لتغير أذواق المستخدمين مثل بعض الأنهاءات للمباني والسيراميك والأجهزة الصحية وأعمال الأصباغ الداخلية.

ج) عناصر معرضة للبيئة الخارجية ويؤثر ذلك في ظهور العيوب بها مثل إنهاء الواجهات الخارجية للمباني.

أنواع الأبنية

تنقسم الأبنية إلى أنواع بحسب المواد المستخدمة في بنائها:

١- الأبنية الطابوقية
٢- الأبنية الهيكلية الحديدية
٣- الأبنية الكونكريتية

وتكون هذه الأبنية على نوعين:

أولا) مباني عامة: مثل الدوائر الحكومية والأبنية المدرسية والمنشآت العامة وتكون عادة متعددة الطوابق.

ثانيا) مباني القطاع الخاص: وتشمل الدور السكنية والشقق السكنية والمباني الخاصة بالمحال التجارية

وفي الأبنية جميعها يجب توفر شروط الصيانة في مرحلة التنفيذ وذلك لتجنب ما يحدث لأبنية من مشاكل وعيوب مستقبلية ويجب ملاحظة ما يأتي:

١- المراقبة الدورية والمستمرة والأشراف المؤهل على عمليات التنفيذ لعناصر المبنى جميعها.
٢- فحص المواد المستخدمة في عمليات التنفيذ والتأكد من مطابقتها لمواصفات الصناعة والشروط الخاصة بالمنتج.
٣- التأكد من شروط التنفيذ والتركيب الخاص بكل عنصر بحسب التوصيات المعطاة من قبل المصممين أو الشركة المنتجة.
٤- اختيار العناصر القائمة بالتنفيذ ولاسيما الأعمال الصحية بحيث يكون من ذوي الخبرة الجيدة وتحت إشراف هندسي.
٥- إجراء الفحوصات اللازمة قبل تسلم الأعمال ألمنفذة لأهميتها في كشف العيوب والأخطاء الموجودة بالأعمال المنفذة في المباني.
٦- إعادة إجراء جميع الاختبارات وإعادة إجراءات التسلم للأعمال المنجزة عند تأخر تشغيل المبنى عن المدة الزمنية المحددة.

ترميم الدور السكنية

تعد شبكات التركيبات الصحية من أهم عناصر المنشأ حيث تمثل أحد أهم العوامل الرئيسة المؤثرة في سلامة المبنى وحالته العامة سواء من الناحية الجمالية أو الإنشائية وتعد التجهيزات الصحية هي موقع تلاقي شبكات التغذية والصرف لذلك فهي ذات أهمية كبيرة من حيث الصناعة والتنفيذ والتركيب لسلامة الأبنية.
ويمكن تلخيص تأثير الرطوبة الناتجة من التأسيسات الصحية على المباني في النقاط الآتية.

١- خلق حالة غير صحية للمعيشة داخل المبنى.
٢- ظهور الرطوبة والأملاح على الجدران والأرضيات والسقوف.
٣- عدم تماسك البياض على الجدران والسقوف وظهور التشوهات وتفتت طبقة البياض.
٤- انحناء الأخشاب المستعملة في المبنى وتلفها (أبواب وشبابيك وتغليف).
٥- صدأ الحديد المستعمل للتسليح في الخرسانة.
٦- فصل طبقة الصبغ عن البياض في المباني.
٧- تلف التركيبات الكهربائية في المباني.

ومن خلال هذه المقدمة سوف نتطرق إلى معالجة بعض الحالات وإجراءات الترميم والصيانة وقبل بدأ المعالجة يجب معرفة السبب الرئيسي لكل حالة ومعالجة السبب ثم إجراء الترميم لضمان سلامة البناء وعدم تكرار ظهور العيوب في المباني وفي كثير من الأحيان يكون سبب العيوب هي الرطوبة التي تنفذ في البناء من خلال التأسيسات الصحية أو السطوح.

أولا) إصلاح البياض بالجص والبورك (الجص الفني)

عندما تظهر الأملاح في وجه الجدار وهي عبارة عن تشوهات بمادة الجص يؤدي إلى انتفاخ الجزء المعرض إلى الرطوبة ومن ثم يكون على شكل (شورة) تتفتت وتكون على شكل تراب لاحظ الشكل رقم (١١-١) وللمعالجة يجب أتباع ما يأتي:

١- معالجة مصدر الرطوبة بشكل جيد مع استخدام المواد المانعة للرطوبة مستقبلا.
٢- قلع الأجزاء المتضررة جميعها من الجدار إلى مستوى ظهور وجه الطابوق.
٣- تنظيف الجدار بالفرشاة الحديدية وتنظيف المفاصل بين الطابوق بشكل جيد وعدم ترك المواد القديمة العالقة بين الطابوق.
٤- ترك الجدار الى ان يجف بشكل تام من الرطوبة.
٥- رش الجدار بطبقة من مونة السمنت مخلوطة مع الماء فقط تسمى محليا (الطرطشة) ويفضل بعض الأحيان اللبخ بمونة السمنت والرمل بنسبة ١- ٣ ويترك الجدار إلى أن يجف مع المعالجة للسمنت.
٦- يعاد العمل بطبقة من الجص ثم بطبقة من البورك وبحسب المواصفات الهندسية وطريقة عمل البياض التي تم شرحها في مرحلة الدراسة الأولى.

الشكل رقم (١١-١) الرطوبة التي تؤدي إلى تلف البياض

ثانيا) إصلاح طبقة الصبغ

تتعرض طبقة الصبغ إلى التلف للأسباب الآتية: -

١- تلف مادة البياض بسبب الرطوبة كما ذكر في موضوع البياض.
٢- نوعية الأصباغ المستعملة غير جيدة، لاحظ الشكل رقم (١١-٢).
٣- عدم تنظيف الجدران وأماكن الصبغ بشكل جيد من الأتربة والدهون قبل الصبغ فتكون طبقة عازلة مما يؤدي إلى تلف الصبغ ويكون على شكل طبقات ورقية.
٤- ظهور فقاعات بعد الصبغ وانفصال الصبغ عن الجدران ويكون بسبب نوع الصبغ ونسب الخلط من المواد المضافة.

الشكل رقم (١١-٢) تلف الأصباغ

المعالجة:

١- عندما يكون السبب من الرطوبة بالبياض كما مر شرحه يتم الصبغ بعد معالجة البياض.
٢- عندما يكون بسبب نوع الأصباغ يجب قشط جميع الأصباغ القديمة بوساطة الشفرات أو المواد الكيماوية المزيلة للأصباغ.
٣- تنعيم الجدار بوساطة ورق السنفرة بشكل جيد ومعالجة الأضرار بمواد المعاجين الخاصة للأصباغ التي تم شرحها في المرحلة الأولى.
٤- إعادة الصبغ بحسب المواصفات الهندسية وتعليمات الشركة المنتجة.

ثالثا) معالجة السطوح

من المعروف إن السطوح تكون معرضة إلى التغيرات في درجة الحرارة ولاسيما التأثير الحراري الناتج من تسلط أشعة الشمس في الصيف مما يؤدي إلى تلف مادة الماستك بين بلاطات الخرسانة (الشتايكر) نتيجة التمدد الحراري ونزول الطبقة الى الاسفل مما يؤدي دخول ماء المطر بين البلاطات إلى السطح الكونكريتي وفي بعض الأحيان يكون نوع الماستك غير جيد من النوع السيالي فينصهر في درجات الحرارة فان لم تكن الأعمال في التسطيح غير جيدة نلاحظ إن الماستك أو مادة الزفت تخترق من بعض الفتحات البسيطة وتسيل على الجدران أو أماكن أخرى.

وللمعالجة إن كان نوع الماستك جيداً وحصل الهبوط في المستوى بين قطع الشتايكر فيمكن إضافة ماستك جديد وذلك بعد التنظيف وحرق الماستك القديم بالنار وإضافة الماستك الجديد والكوي الجيد لكي تختلط الطبقتان معا إما إذا كان نوع الماستك غير جيد يجب قلع الماستك القديم من بين القطع الكونكريتية وإعادة الماستك بالمواصفات نفسها التي مرة ذكرها في مرحلة التسطيح لاحظ الشكل رقم (١١-٣).

إما إذا كان السطح مبلطاً بالكاشي العادي يجب فحصه في كل نهاية صيف مع عمل الصيانة لملء المفاصل بمونة السمنت (الشربتة) لمنع تسرب مياه الأمطار.

الشكل رقم (١١-٣) معالجة السطوح

رابعا) معالجة هبوط الأرضيات

تتعرض الأرضيات في كثير من الأحيان إلى التلف بسبب الرطوبة في الأرض أو انتفاخ في الصبة الخرسانية تحت الكاشي وهذه لها أسباب كثيرة مما يستوجب قلع الأرضيات والمعالجة تكون كما يأتي: -

١- قلع مواد الأرضيات بشكل تام.
٢- حدل الأرض بشكل جيد وان استوجب تبديل التربة فيمكن ذلك ثم التربيع بمادة الطابوق أو الجلمود.
٣- فرش طبقة من النايلون السميك ويفضل أن تكون طبقتان لمنع صعود الأملاح من الأرض إلى الصبة الخرسانية والحفاظ على ماء السمنت من التسرب الى الارض.
٤- صب خرسانة بحسب النسب المطلوبة في التصميم.
٥- عمل مفاصل تمدد للصب وبحسب توجيه المهندس.
٦- إعادة تبليط الأرضية بحسب المواصفات الهندسية.
٧- لمعالجة التشققات التي تحدث في الصبة الخرسانية يجب تنظيف المكان بشكل جيد مع الغسل بالماء ومعالجة جوانب الشق بالتعديل باستخدام آلة الكوسرة واستخدام مادة كيماوية رابطة من أنواع الايبوكسي، لاحظ الشكل رقم (١١-٤).

الشكل رقم (١١-٤) مراحل معالجة التشققات في الصبة الخرسانية

خامسا) معالجة التأسيسات الصحية

تعد التأسيسات الصحية من المشاكل الرئيسة في تلف المباني بسبب كسر الأنابيب لمياه الشرب أو أنابيب الصرف الصحي وان النضوح يؤدي إلى تلف البناء لاحظ الشكل رقم (١١-٥). ولاسيما إذا كانت الأنابيب مخفية تحت الأرضيات أو في الجدران وللمعالجة يجب أن نتبع ما يأتي: -

١- قلع الأجزاء التالفة ومعالجة أماكنها.
٢- استبدالها بنوعية تتناسب مع العمل وموقعه.
٣- التأكد من الربط الجيد بالفحص قبل دفن الأنابيب.
٤- استخدام المواد الرابطة الجيدة والتغليف للأنابيب المخفية.
٥- إجراء الفحص الدوري لشبكة الأنابيب والأقفال والتوصيلات ولاسيما أنابيب الماء الحار.

الشكل رقم (١١-٥) يبين تلف أنابيب الصرف الصحي

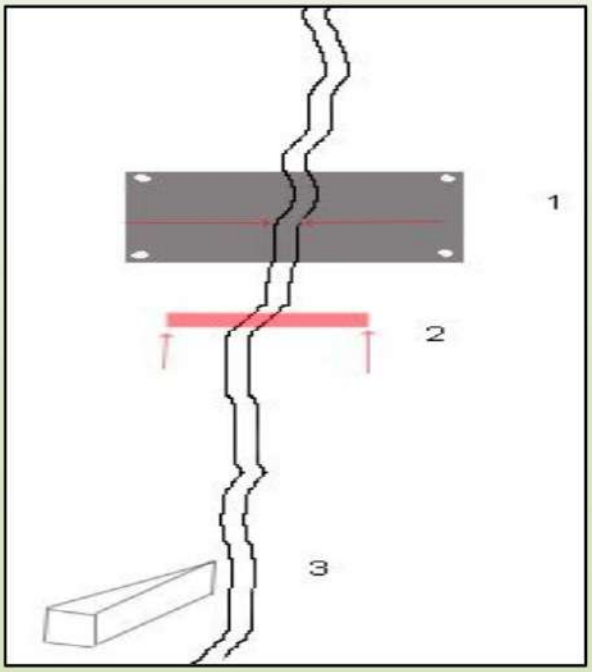
سادسا) معالجة التشققات في الجدران

يلاحظ في بعض الأحيان وجود تشققات بشكل طولي لاحظ الشكل رقم (١١-٦) أو أفقي وهذا ناتج من جراء هبوط في الأساس أو تفكك بين أجزاء البناء نتيجة إهمال وعدم مراعاة الربط الجيد (حل وشد) وفي بعض الأحيان تظهر هذه التشققات في أسطح البناء ما بين السطح وجدار الستارة وهذا ناتج من تمدد الخرسانة إلى الجدار وعدم وجود فاصل للتمدد. ولمعالجة هذه الحالات نتبع ما يأتي: -

١- يحدد مكان التشققات إذا كانت بشكل عمودي.
٢- حفر خطوط مستقيمة على شكل ساقية إلى جانب الشق في الجدار بمسافة لا تقل عن ٢٥ سم من كل جانب وتكون العمودية كل ٣٠ سم إي ثلاثة سوف من الطابوق.
٣- يتم وضع حديد زاوية قياس ٢.٥ انج في الشق على أن تدخل شفة الزاوية تحت الطابوق في الجدار وتثبت بالمونة وكسر الطابوق بشكل جيد. وهذا يكون بعد إجراء الصبغ على حديد الزاوية بمانع الصدأ.
٤- وضع مشبك معدني غير قابل للصدأ فوق مكان الحفر والتثبيت ثم اللبخ بمادة السمنت والرمل وهذا يساعد على عدم امتداد التشققات.

أما في حالة هبوط الأساس فيجب حفر حول الأساس بإشراف مهندس مختص ويملأ المكان بالخرسانة بعد المعالجة للتربة وفي بعض الأحيان يحتاج إلى ربط حديد تسليح مع التسليح القديم.

إن جميع المعالجات ولكل الحالات تحتاج إلى كشف موقعي وخبرة عملية من ذوي الاختصاص لتحديد كل حالة ومعالجتها بما يتطلب الموقع والحالة ولا يمكن حصر أعمال الترميم في هذا الفصل.



الشكل رقم (١١-٦) يبين الشق العمودي في الجدار وطريقة المعالجة

سابعا) ترميمات الأبنية الخرسانية

يتم ترميم الابنية الخرسانية في حالة حدوث عيب بالعناصر الانشائية تؤدي الى تقليل مقاومة هذه العناصر للإجهادات التي يتعرض لها المنشأ، ومن العوامل التي تؤثر سلبا في المباني هي:

١- تدني مستوى التنفيذ للإعمال ولاسيما الأعمال التكميلية (الأنهاءات) وشبكات الصرف الصحي.
٢- عدم إتباع المواصفات في المدونات العلمية في أعمال التصميم والتنفيذ في المباني.
٣- بطء حل المنازعات الفنية والمالية مما يتسبب في تأخر مدة تنفيذ الأعمال من دون زيادة الأسعار مما يجعل المقاول يحاول التعويض على حساب جودة التنفيذ واستخدام المواد.
٤- تدني مستوى الإشراف الفني على تنفيذ الأعمال.

من كل ما تقدم فان الأبنية الخرسانية تتعرض إلى الظروف غير المناسبة مما يؤدي إلى حدوث أضرار تؤثر في المباني وهذا يحتاج إلى صيانة وترميم من اجل زيادة العمر الافتراضي للبناء والحفاظ على الشكل العام للبناية وتوفير الأمان وبشكل عام إن الترميمات في الأبنية الخرسانية تحتاج إلى:

١- خبرة علمية وعملية.
٢- متابعة جيدة.
٣- دقة في التنفيذ.

ومن أهم العيوب التي تظهر في الأبنية الخرسانية ونتيجة للعوامل والظروف التي تم ذكرها وأهمها الرطوبة التي تؤدي الى تآكل طبقات الإنهاء الخارجي والداخلي ووصول الرطوبة إلى حديد التسليح بعد تلف الطبقة الخرسانية (الغطاء الخرساني) وتعرض الحديد إلى الصدأ والتلف لاحظ الشكل رقم (١١-٧) وهذا يكون في السقوف أو الأعمدة والجدران ونلاحظ دائما الرطوبة التي تظهر في السقوف الخرسانية نتيجة عدم التسطيح الجيد ودخول ماء المطر إلى الخرسانة. وللمعالجة نتبع الخطوات الآتية:

١- قشط طبقة الإنهاء ومعالجة مصدر الرطوبة إذا كانت من السطح وإعادة التسطيح كما مر شرحه سابقا.
٢- قشط طبقة الإنهاء الداخلي (البياض) وطبقة الغطاء الخرساني المتضررة.
٣- ينظف حديد التسليح من طبقة الصدأ جيدا ويدهن بالايبوكسي مانع للصدأ.
٤- تملأ أماكن الخرسانة التالفة بمادة السمنت والرمل (اللبخ الجيد بعد دهن السقف بمواد رابطة تساعد على الربط بين الخرسانة القديمة ومادة اللبخ).
٥- يترك اللبخ إلى أن يجف مع المعالجة بالرش.
٦- إذا كانت ضرورة لوضع حديد تسليح لتقوية بعض القضبان فيمكن ربط حديد مع الحديد القديم بوساطة أسلاك معدنية مع ضمان التداخل بنسبة طول جيدة بين القضبان.
٧- في بعض الأحيان يكون تأثير الرطوبة في حديد التسليح كبيراً جدا وقد أدى إلى تلف حديد التسليح وبسبب صعوبة هدم البناية يمكن معالجتها بإسنادها من الداخل بحديد الشيلمان على شكل جسر من الداخل وجلوس أطراف الشيلمان على الجدران ومضغوط من الأسفل باتجاه الأعلى بوساطة المساند (jack) لعدم ترك فراغ بين الجسر والسقف. ويمكن معالجة المظهر الخارجي بوساطة التغليف

بالسقوف الثانوية وفي حالة عدم إمكانية جلوس الشيلمان على الجدران لأي سبب كان يمكن تركيب عمود من الشيلمان أو الحديد المربع أو الدائري وبقطر لا يقل عن ١٠ سم يثبت بجانب الجدار وتركيب

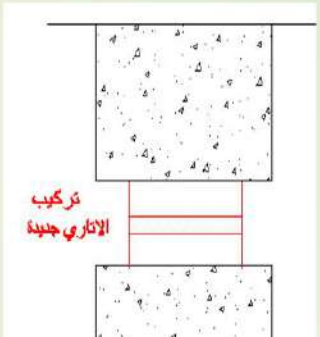
جسر الشيلمان على الأعمدة من الجانبين وكذلك التغليف من اجل المظهر العام. وكل هذا يحتاج إلى الخبرة لأنها من العوامل المهمة في تحديد أسلوب المعالجة والاهم في جميع أعمال الترميم يجب تدعيم المبنى بوساطة الأعمدة الحاملة (jack) الشكل رقم (١١-٨) حتى لا يحدث انهيار أو شروخ في المبنى نتيجة العمل.

الشكل رقم (١١-٧) تأثير الرطوبة على صبة السقف

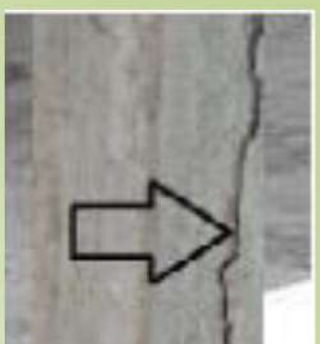
الشكل رقم (١١-٨) عملية إسناد السقف باستخدام (jack)

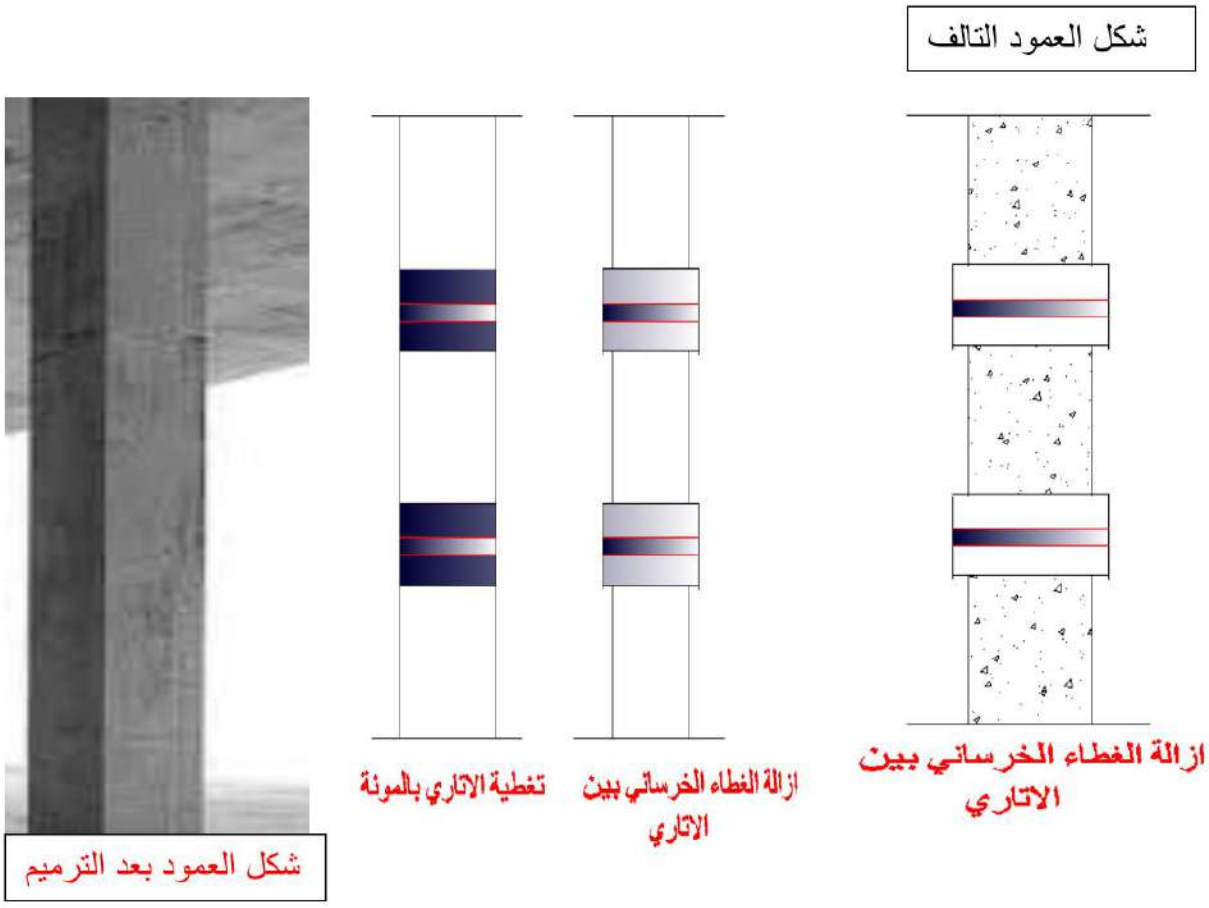
ثامنا) معالجة الأعمدة الخرسانية

تتعرض الأعمدة كبقية أجزاء البناء إلى التلف لأي سبب، لاحظ الشكل رقم (١١-٩) ولغرض العلاج يجب دراسة مستوى الضرر وتكون المعالجة بحضور المهندس الإنشائي في حالة الأضرار تحتاج إلى عمل قميص من التسليح والخرسانة حول العمود أو عمل هيكل حديدي حول العمود وهذه من الأضرار الكبيرة في الأعمدة وتحتاج الى خبرة عمل وفي حالة أية معالجة نتبع ما يأتي:


تركيب
الاتاري جديدة

الاتاري
القديمة
التالفة





الشكل رقم (١١-١٠) مراحل معالجة العمود

تاسعا) معالجة مفاصل التمدد

مفاصل التمدد: هي المسافة بين جدارين متجاورين في البناء أو المسافة بين البناء القديم والجديد والمفاصل التي تكون بين مربعات الصبات الأرضية ويكون بحدود ٢ سم وتوضع في هذه المسافات مادة قابلة للتمدد والانضغاط مثل الفلين أو القير الخاص بالمفاصل أو مادة مطاطية لتساعد على تمدد المادة من دون حدوث التكسر أو التشققات وتكون المعالجة بالصيانة السنوية واستبدال التالف منها، لاحظ الشكل رقم (١١-١١).

الشكل رقم (١١-١١) معالجة مفاصل التمدد

أسئلة الفصل الحادي عشر

س١) ما هي الأجزاء التي يتطلب إصلاحها في الأبنية القديمة؟

س٢) ما هي أسباب تشقق الجدران وماهي طرائق معالجتها؟

س٣) ما هي الشروط التي يجب توافرها في مرحلة التنفيذ لتجنب ما يحدث من أضرار في المباني مستقبلاً؟

س٤) ما هو تأثير الرطوبة في الأبنية؟

س٥) اشرح طريقة معالجة الأعمدة الخرسانية عند تعرضها للأضرار وتلف حديد التسليح.

س٦) ما هي العوامل التي تؤثر سلباً على الأبنية في أثناء التنفيذ؟

س٧) كيف يمكنك معالجة الاضرار في هذا الجدار قدم مقترح الى مدرس المادة.