تشييد المباني 8

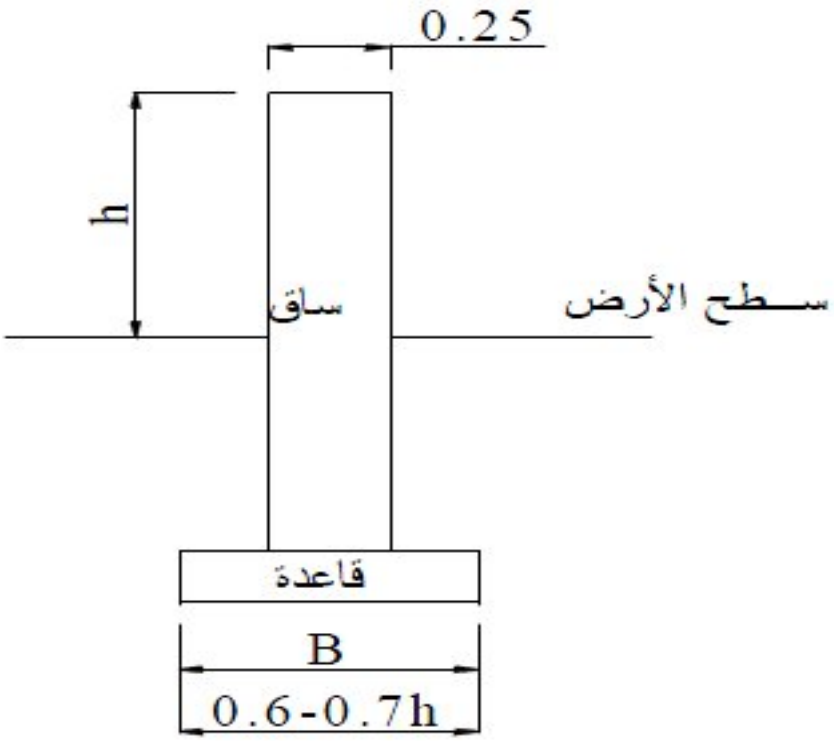
د. نبيل ابراهيم الصوالحي
استاذ مساعد في الهندسة المدنية
إدارة التشييد

الحوائط والفتحات و العزل و الفواصل

- **أولاً الحوائط**
- **تنقسم الوظائف الإنشائية للحوائط الى:**
- 1. جدران حاملة (Bearing walls): لنقل الأحمال من الأسقف إلى القواعد في حالة البناء بنظام الحوائط الحاملة.
- وقد قل العمل بهذا النظام بعد انتشار التعامل مع الخرسانة المسلحة.
- **من خصائص الجدران الحاملة:**
- - كبر الحجم الفراغي للتمكن من تحمل الأحمال.
- - صعوبة التغيير المعماري.
- - فتحات الأبواب والشبابيك فيها صغيرة.

- **2. جدران استنادية** (Retaining walls):
- لمقاومة الأحمال الأفقية الناشئة عن التربة أو الموائع، ويمكن القول أن الوظيفة الإنشائية الأساسية للجدران الإستنادية هي إحداث فرق منسوب بين سطحي التربة.
- وتنقسم الجدران الإستنادية إلى أربعة أنواع:
- جدران كابولية،
- جدران بدعامات،
- جدران تحت تأثير الجاذبية الأرضية،
- وجدران بدروم.

- أ. **الجدران الكابولية:**
- تتكون من ساق وقاعدة، ولا توجد معادلات رياضية فعالة لحساب أي أبعاد لهذه الجدران، إلا أن هناك أبعاد محبذة للاستخدام في هذه الحالة، وهي الموضحة في الشكل الآتي:
- ملاحظة: يمكن القول أن اسم الجدار الاستنادي الكابولي مأخوذ من شكل الجدار، وتصرفه الإنشائي،حيث يتصرف تماماً كالكابولي، إذ يثبت من أسفل بالقاعدة، ويترك من أعلى حراً.



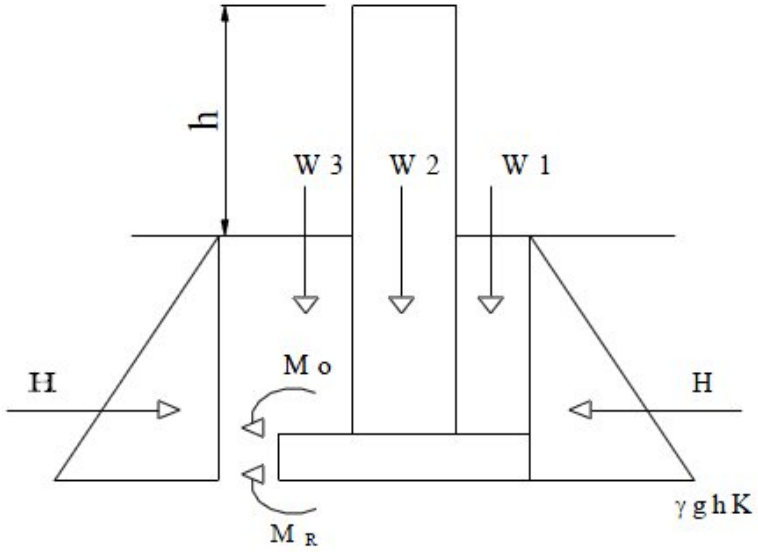
حائط استنادي كابولي

المخاطر التي قد تنتاب الجدران الاستنادية الكابولية:

- يمكن تقسيم هذه المخاطر إلى نوعين:
- 1) مخاطر تتعلق بالتربة وعلاقتها بالحائط الاستنادي: وهي تنقسم إلى أربعة أقسام تتمثل في:
- خطر *الدوران :* حيث يمكن أن يدور الجدار نتيجة الأحمال الواقعة علي(overturning) .
- ب. خطر *الانزلاق* (Sliding).
- ج. خطر *الغوص في التربة* (Low bearing capacity).
- د. خطر القص العميق (Deep shear failure). ويتواجد في المنحدرات، وهو نادر في بلادنا، بعكس الأخطار الثلاثة الموجودة في كل مكان.

- 2) مخاطر تنتج عن جسم الجدار نفسه: مثل
- أ. عدم قدرته على مقاومة عزوم الانحناء(Moment).
- ب. عدم قدرته على مقاومة قوى القص (Shear forces).
- **خطوات التعامل مع الجدار الاستنادي الكابولي عند التصميم:**
- 1) يتم اختيار شكل الجدار (كابولي في هذه الحالة).
- 2) يتم فرض أطوال الساق والقاعدة، بحسب التوصيات الخاصة المذكورة.

3) يُنظر في الدوران ومشاكله، وهنا يلاحظ أن أهم مسببات الدوران هي القوى الأفقية، التي تؤثر خطياً بشكل مشابه لتأثير الضغط الهيدروستاتيكي، كما هو موضح في الشكل المرفق.



شكل يوضح الأحمال وتوزيعها على الحائط الاستنادي

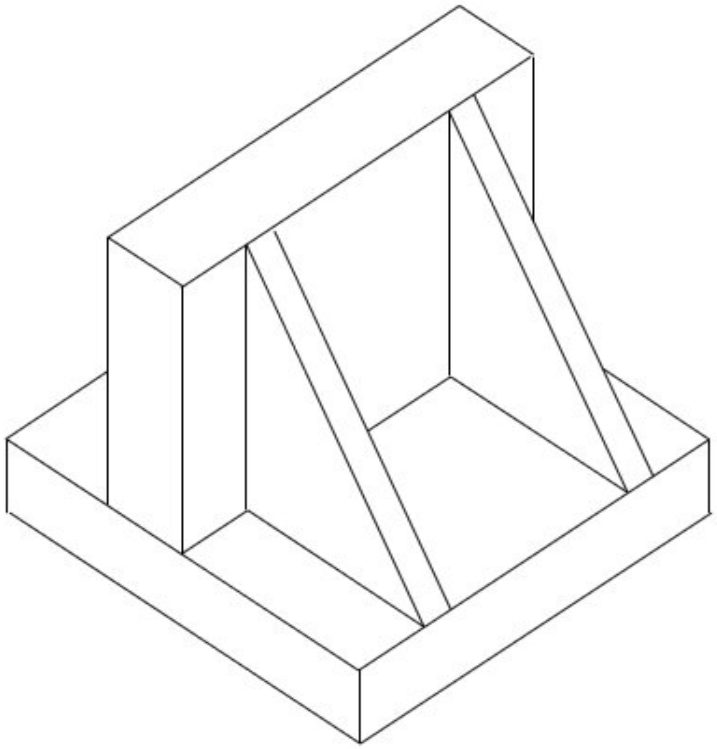
نلاحظ من الرسم الرموز الآتية:

- K وهو معامل الانتقال من الحمل الرأسي إلى الأفقي، وعلاقته مباشرة بزاوية الاحتكاك بين حبيبات التربة (Φ). ويمكن القول أنه في حالة كون (Φ) = 30، فإن K = (1\3)، أما إذا كانت التربة في حالة مقاومة فإن K = (3) كما هو الحال على يسار الحائط في الشكل، حيث

- محصلة القوى الأفقية للتربة على الجدار. - H
- عزم الانحناء المسبب للدوران والناتج عن تأثير القوى الأفقية على الجدار. - Mo
- MRالعزم المقاوم الناتج عن وزن الجدار، ووزن التربة التي تقاوم معه (وهي التربة الواقعة على اليسار، وهي في العادة لا تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم الجدار، لاحتمالية تجريف بعض أجزائها تحت أي ظرف، مما قد يسبب انهيار الجدار الاستنادي مباشرةً).

- 4) بعد دراسة العزوم المؤثرة على الجدار، وإيجاد قيمها، يتم حساب معامل الأمان الخاص بتصميم العزوم Fso الذي يمكن إيجاده من الصيغة:
- $Fso = MR / Mo$
- ويجب أن يكونFso أكبر من أو يساوي 2
- 5) الأمر الثاني الذي يتم أخذه بعين الاعتبار هنا هو خطر الانزلاق الذي تسببه قوى الضغط الأفقية الناتجة عن التربة.

ب. ***جدران بدعامات:*** وهي محاولة لحل المشكلة المذكورة في الملاحظة (1)، حيث يمكن علاج مشكلة ارتفاع تكلفة الجدار عند زيادة فرق المنسوب عن 6م بعمل شدادات للجدار بينها مسافة تتراوح من 4 – 6م تعمل كعمل الحزامات (Beams)، كما هو موضح بالشكل الآتي:



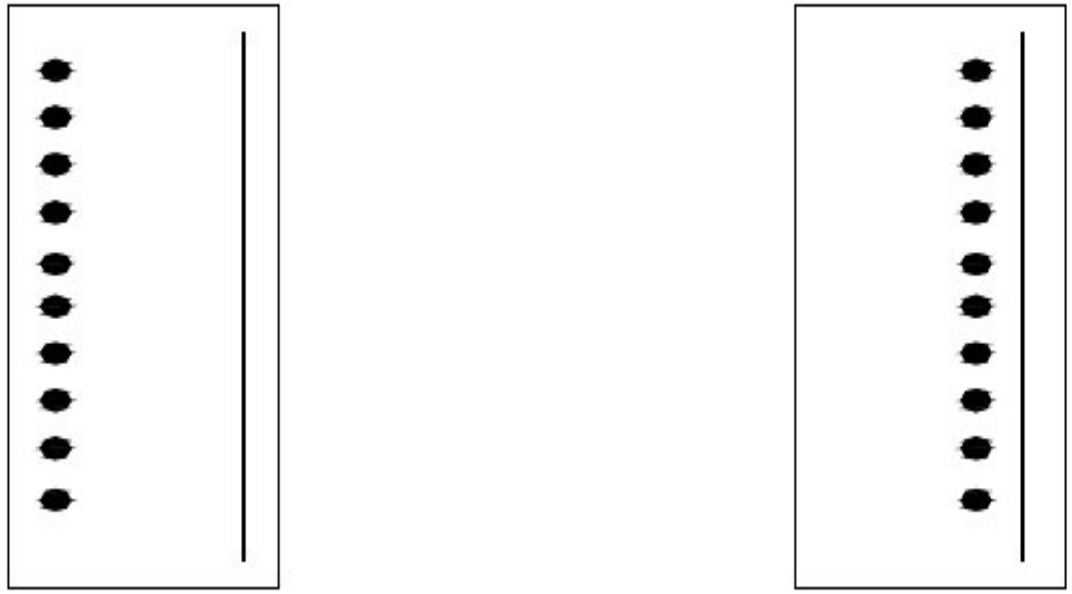
شكل يوضح عمل شدادات للحائط الاستنادي الكابولي

- ويمكن ملاحظة أنه في هذه الحالة ينتقل العزم في الاتجاهين الرأسي والأفقي، بينما في حالة ، الكابولي بلا شدادات فإن العزم ينتقل في الاتجاه الرأسي فقط، وتكون قيمة العزم الأفقي = 0.0 حيث ينعدم التشوه في الاتجاه الأفقي.
- وبناء على ذلك، فإن وضعية حديد التسليح في الحالة الثانية تختلف عن الحالة الأولى، ففي الحالة الأولى (كابولي بلا شدادات) يسلح الجدار بحديد أساسي رأسي في الاتجاه المجاور للتربة، بينما يعمل الحديد الأفقي كمقاوم للتشققات الناتجة عن التغيرات الحرارية ليس إلا.
- بينما في الحالة الثانية، فإن الحديد يعتبر أساسياً في الاتجاهين، الرأسي، والأفقي، لوجود قيم للعزم في كلا الاتجاهين، وتكون القيم الكبرى للحديد كما يلي

- في حالة التسليح الأفقي: يتركز الحديد في الجهة الخلفية للجدار (البعيدة عن التربة الضاغطة) في حالة المنطقة الممتدة بين الركيزتين، وذلك لمقاومة العزم الموجب،
- أما في المنطقة المجاورة للركيزة فيكون تركيز الحديد في المنطقة المجاورة للتربة الضاغطة، وذلك تقريبي للأحمال (يتضح ذلك برسم B.M.D لمقاومة العزم السالب على الجدار).
- - في حالة التسليح الرأسي: يتركز الحديد في الجهة المجاورة للتربة الضاغطة.

- في حالة *التسليح الرأسي*: يتركز الحديد في الجهة المجاورة للتربة الضاغطة.

ويمكن توضيح ذلك في الشكل الآتي:

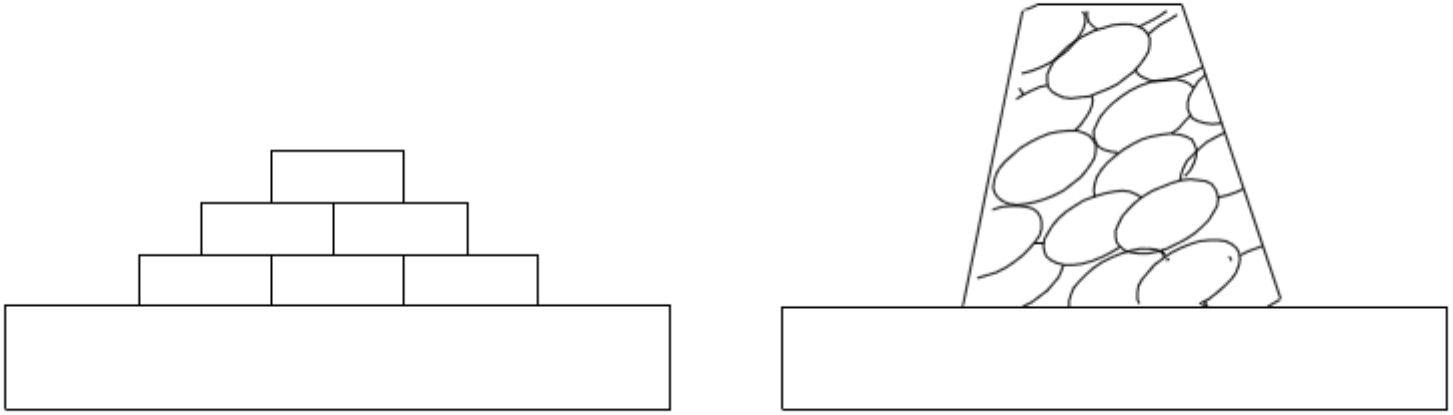


حديد تسليح للمنطقة المجاورة للركيزة حديد تسليح للمنطقة الممتدة بين الركيزتين

- ملاحظة: نتيجةً لتوزيع انتقال العزم على الاتجاهين، الرأسي والأفقي، في حالة الكابولي بشداد فإن كمية حديد التسليح، وسمك مقاطع الخرسانة المستخدمة في الجدار يقلان بشكل واضح، مما يقلل من تكلفة إنشاء الجدار، وهذا ما يجعل هذا النوع من الجدران اقتصادياً، وهو ما يميزه عن غيره من الحوائط الاستنادية.
- ولتصميم هذه الجدران: يتبع نفس النظام المذكور في الجدران الكابولية.

ج. جدران تحت تأثير الجاذبية الأرضية:

- هي كتل من الطوب أو الصخر ترص إلى جانب بعضها لتحمل القوى الأفقية. ويتم ربط الأحجار أو الطوب بالمونة.
- ويمكن تمثيلها بالشكل الآتي:



- ويستخدم هذا النظام في الضفة الغربية بكثرة، ويتم استخدامه غالباً للارتفاعات المنخفضة (أسوار). وتعتمد هذه الجدران على وزنها في مقاومة الأحمال الأفقية.
- تصميم هذه الجدران يعتمد على حساب وزن الجدار فقط، مما يستدعي حساب أحجام الأحجار المستخدمة، والتي تتحكم بشكل رئيسي في وزن الحجر، أو الطوب، إذا اعتبرنا الكثافة ثابتة.
- في حالة جدران الجاذبية، تؤثر على الجدار القوى الآتية:
- ـ القوى الأفقية، وتنتقل على هيئة قوى أفقية وعزوم.

- أوزان الأحجار، وهي تفرض أثناء التصميم وتفحص بناء على الآتي:
- القوة التي تقاوم القوى الأفقية هي قوة الاحتكاك بين الأحجار، والتي يجب أن تكون على الأقل أكبر من (1.5) من الاحمال الافقية بمعنى (N.f > 1.5 H)
- كما يجب ضمان عدم حدوث دوران في الجدار من خلال ضمان تحقق المعادلة:
- $N/A \ (+/-) M_C/I >= 0$

- من مميزات جدران الجاذبية أنها رخيصة،
- بينما من عيوبها كبر فراغها الحجمي.
- **ملاحظة:** تستخدم جدران الجاذبية ذات السمك الكبير في الموانئ عادةً، وذلك لوجود صعوبات فنية وتقنية في عمل الجدار الاستنادي من الخرسانة، فيتم اللجوء إلى جدار الجاذبية، خاصةً وأن المساحة اللازمة لهذا النوع من الجدران متوفرة.

د. جدران البدروم:

- جدار البدروم أو ما يعرف ب(Basement wall) هو جزء من المبنى وظيفته مقاومة القوى الأفقية الناشئة من ضغط التربة، ويكون خارجياً غالباً.
- في حالة كون الجدار ملتصقاً تماماً بالمبنى، فلا حاجة لعمل فحص الانزلاق، والدوران، وذلك لأن أي حركة في الجدار في هذه الحالة تعني حركة للمبنى ككل، سواء بالانزلاق، أو بالدوران، وهو ما لا يمكن حدوثه بفعل كمية تربة مستندة على الجدار.
- ومن هنا يتم التركيز في تصميم هذا النوع من الجدران على قوى العزم والقص الخاصة بجسم الجدار نفسه.

خيارات تحميل جدار البدروم:

- 1. في حالة عدم وجود نوافذ في الجدار: في هذه الحالة يتم تحميل الجدار على القاعدة من أسفل، وعلى السقف من أعلى، فيتصرف إنشائياً باعتباره Simply supported). slab)
- ويكون تشوه الجدار في هذه الحالة رأسياً، وجانب الشد يكون في المنطقة الخلفية (البعيدة عن التربة)، وفيها يكون حديد التسليح الرئيسي، ويوضع بشكل رأسي.

- **2. في حالة وجود نوافذ في الجدار**: تحميل الجدار على السقف يكون غير ممكن، لوجود مساحات غير موصلة للحمل في الجدار (النوافذ)، وبالتالي يمكن التصميم بإحدى طريقتين:
- اعتبار الجدار ككابولي، ويصمم كما سبق، ويكون مكلفاً في هذه الحالة
- أو باعتبار الخرسانة على جانبي النوافذ حزامات (Beams) والمنطقة فيما بينهما (Slab) وبالتالي يصبح التشوه في الاتجاه الأفقي، ويصبح حديد التسليح الرئيسي أفقياً.

- ملاحظة: عند التصميم مع الاعتماد على السقف، كما في بعض الحالات السابقة، يجب إرفاق تحذير على المخطط يفيد بمنع الردم خلف الجدار منعاً باتاً قبل صب السقف، وذلك لأن التصميم يعتمد بشكل أساسي عليه.
- **جدران قص (Shearing walls) :** الغرض منها مقاومة الأحمال الأفقية مثل الزلازل والرياح.
- وتسلح جدران القص بحديد رئيسي أفقي ورأسي على جانبي الجدار، مما يعني أن كل الحديد الموجود في جدار القص هو حديد رئيسي.

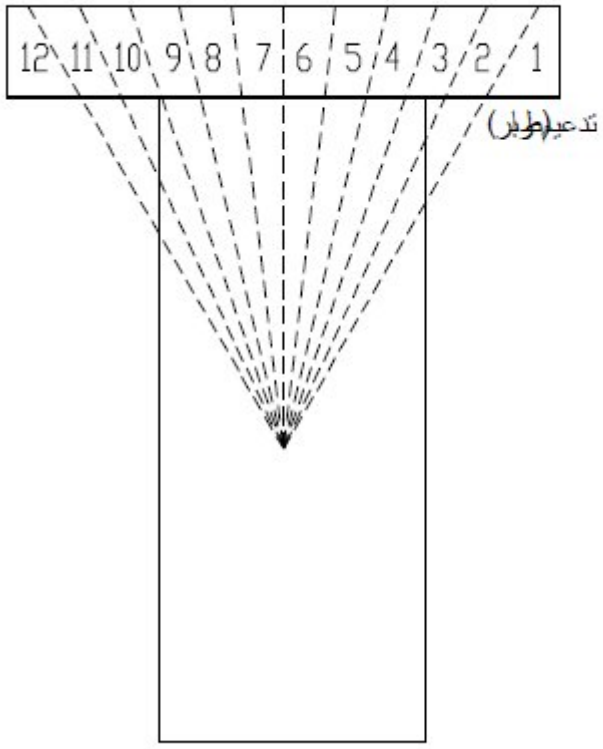
ثانياً الفتحات

- **أغراض الفتحات:**
- 1) إدخال الإضاءة والتهوية: ويقصد بذلك النوافذ.
- 2) الحركة والمرور: عبر الأبواب.
- 3) التكييف: حيث يتم عمل فتحات بين الغرف في المباني ذات التكييف المركزي لإدخال الهواء الساخن، أو البارد.
- 4) الكهرباء والأعمال الصحية: التي يجب أن يترك لها فتحات في البناء لإتمامها.
- 5) النظافة: وتظهر وظيفة النظافة للفتحات في العمارات المرتفعة، حيث يتم ترك فتحات في أماكن معينة في الجدران ملتصقة بمواسير مخصوصة لرمي المخلفات.

- عادةً ما تغطى الفتحات بالعتب، وهي (الكشفة) الموجودة فوق الشباك أو الباب، وهي تصنع إما من الحديد، أو الخرسانة، أو الخشب، أو الحجر.
- **أ. الخشب والحديد:**
- من مزايا استخدام الخشب والحديد في الكشفات سرعة البناء فوق الكشفة.
- ومن عيوب استخدامهما ضعف التحمل في حالة كبر الأحمال الواقعة على الكشفة، أو في حالة كبر المسافة بين طرفي الكشفة.
- كذلك من العيوب ظهور المشاكل الطبيعية كالتسوس في الخشب، والصدأ في الحديد.

- **ب. الباطون:**
- كنتيجة لعيوب الخشب والحديد في الكشفات تم التعامل مع الباطون في معظم المنشآت المعاصرة، حيث يعطي الباطون نتائج أفضل في تحمل الفتحات الكبيرة.
- ومن مزاياه صغر التشوه المتكون فيه،
- واقتصادية تسليحه.
- ولكن عيبه الرئيسي طول فترة التنفيذ، حيث يتوقف البناء حتى يتم جفاف الكشفة وفك خشب الطوبار عنها.

- ج. الحجر (العقود أو الأقواس):
- وتنفذ الأقواس كما يلي:



- يتم اختيار نوع العقد (بالشكل عقد مستقيم).
- يقرر مركز للقوس.
- يتم رسم خطوط تصل المركز بقمة الكشفة.
- بذلك تم تحديد أشكال الأحجار المستخدمة من 1 – 12 مثلاً.

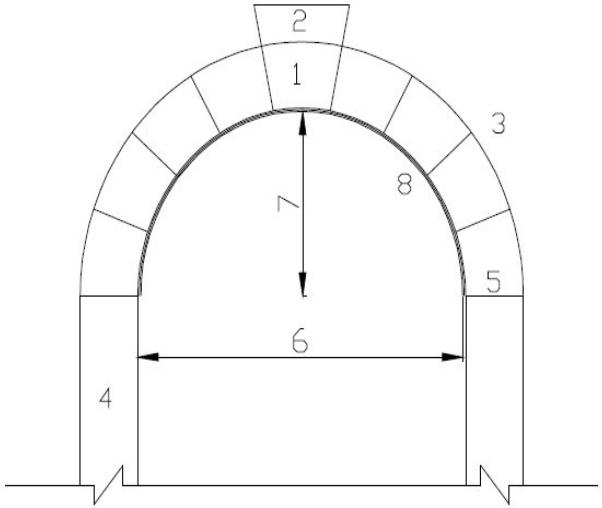
- تقص الأحجار بحيث تأخذ الشكل المقرر في التصميم. ·
- يتم عمل تدعيم في بطن القوس مباشرةً.
- يصف كل حجر في مكانه المصمم له.
- بعد الانتهاء من تركيب آخر حجر يتم رفع الطوبار.
- يحبذ أن يكون عدد الأحجار فردياً، وأن يكون آخر حجر يتم بناؤه هو حجر القمة.
- ويجب مراعاة نقطة مهمة، وهي ألا يزيد طول الحجر المقرر عن البعد المعروف للحجر.

- **ملاحظة(1):** في حالة قص الأحجار بشكل ممتاز فلا حاجة لاستخدام المونة، وهو أمر نادر الحدوث، حيث عادةً ما توجد فراغات بين الأحجار يتم تعبئتها بالمونة، ويشترط عدم زيادة سمك المونة المستخدمة عن 2 سم، وذلك لأنها تعمل كعنصر ضعف في الأحجار.
- **ملاحظة(2):** تمتاز كشفات الأقواس بسرعة التنفيذ، حيث يتم رفع الطوبار بمجرد الانتهاء من بناء آخر حجر

- **أنواع العقود من حيث مركزها:**
- 1) عقد مستقيم: وهو الموضح في الرسم السابق.
- 2) عقد بمركز واحد: وهو إما أن يكون نصف دائرة أو جزءاً منها، وتتبع نفس الخطوات السابقة لتصميمه.
- 3) عقد بمركزين: واشتهرت به العمارة العباسية، ويوجد منه نوع بمركزين ومماسين يتميز بصغر ارتفاعه، ويوجد بكثرة في العمارة الفاطمية

- *4*) عقود بثلاثة مراكز.
- 5) عقود بأربعة مراكز.
- . هذه العقود موضحة بالرسم في كتاب إنشاء المباني للدكتور محمد عبد الله ص 57

- ***مصطلحات خاصة بالعقود:***
- في الشكل المرفق بالأسفل تمثل الأرقام ما يلى:
- 1) مفتاح العقد.
- 2) تاج.
- 3) تتويجة (السطح الخارجي للعقد).
- 4) رِجل العقد.
- 5) نقطة الاتصال.
- 6) عرض العقد (البحر أو الوتر).
- 7) ارتفاع العقد (السهم).
- 8) بطن العقد.
- وتعرف مجموعة الأحجار المشكلة للعقد باسم *الجنزير، بشرط أن تكون هذه الأحجار في مدماك* واحد.



شكل يوضح أجزاء العقد

ثالثاً العزل:

- الغرض من العزل هو منع الحرارة والصوت والرطوبة من الانتقال عبر عناصر المبنى.
- **أولاً عزل الرطوبة**: ويتم بعدة طرق
- **1) استخدام القار (الزفتة):** ويتم ذلك بدهان المناطق المعرضة للرطوبة بوجهين من القار البارد أو الساخن باتجاهين متعامدين. ويفضل استخدام القار الساخن لأنه يعطي تعبئة أفضل للفراغات. تستخدم هذه الطريقة في حالة كون التربة غير قابلة للاحتفاظ بالمياه لفترات طويلة (رملية)،

- وكذلك في حالة عدم وجود أملاح أو كبريتات في المياه المعرض لها العنصر.
- في حالة وجود تربة طينية أو أملاح أو كبريتات، يستخدم دهان قار بوجهين ساخنين ثم يتم إما
- فرش ألواح من الألياف الصناعية (فيبرجلاس) فوق القار، أو دهان وجه ثالث من القار.
- ملاحظة: يوجد نوع من القار لونه أبيض، يستخدم في عزل المناطق الظاهرة من المبنى لتجنب المنظر السيئ للقار الأسود.

- **2) استخدام شرائح القار (بولوبيد)**Plasticized Bitumen**:**
- وتستخدم هذه الشرائح بسمك 4.5 ملم، وعرض متر، وطول 10 متر للفة الواحدة. وقد توجد طبقة من كسر الحجر (الحصمة) على البولوبيد، ويكون الغرض منها عكس أشعة الشمس نظراً للونها الأبيض العاكس، ويستغنى عن هذا الأمر في حالة عزل المناطق الداخلية من المنشأ مثل القواعد.

ويعتبر هذا الخيار هو الأفضل و ولكنه الأغلى ثمناً.

- وتتلخص طريقة العمل بدهن الجزء المراد عزله بمادة ابتدائية لاصقة،
- ثم تركها حتى تجف،
- ثم يتم فرش ألواح البولوبيد،
- وتُلصق الألواح ببعضها البعض بواسطة لهب النار (لحام). وبذلك تتكون طبقة من البولوبيد سمكها 4.5 سم تفصل العنصر الخرساني عن المحيط الخارجي.

- من عيوب هذا النظام عدم إمكانية إضافته للمنشأ إلا بعد انتهاء كافة أعمال البناء، نظراً لإمكانية ثقب أو إفساد طبقة العزل (المائلة للضعف بطبيعتها) أثناء البناء.

- ملاحظة(1): في حالة عزل الأسقف يجب عمل مثلثات من الخرسانة بطول وعرض 10 سم في مناطق التقاء السور بالسقف الخرساني، وذلك لمنع تجمع المياه وتسربها بين الخرسانة والسور، ثم تغطى هذه المثلثات بالقار.

- ملاحظة(2): يجب عمل ميول للأمطار تحت طبقة القار في السطح العلوي للمبنى، ويتم ذلك بطريقتين:
- أ. إما بجعل الميل في باطون السقف، ويفضل ميل 1% عادةً. وتؤدي هذه الطريقة إلى زيادة الأحمال على المبنى، إلا أنها سريعة وقوية.
- ويمنع منعاً باتاً تكوين ميول السقف عن طريق إمالة خشب الطوبار.
- ب. أو بصب السقف أفقياُ بشكل طبيعي ثم استخدام الخرسانة الرغوية (بدكا) التي تتميز بخفة الوزن لكثرة فراغاتها الداخلية.

- **3) عزل باستخدام البلاط:** ولا تستخدم هذه الطريقة في غزة، وإن استخدم يجب مراعاة أمر هام، وهو ترك مسافات بين البلاط (2-3 سم كل مترين) تعبأ بمادة لينة (سليكون أو قار)، والهدف من ذلك تفادي المشاكل الناتجة عن التمدد الحراري الناشئ في البلاط.

ثانياً عزل الصوت والحرارة:

- **أولاً العزل في الجدران:**
- أفضل الطرق لعزل الصوت في الجدران إما استخدام مواد عازلة للصوت مثل الإيتونج، أو عمل جدران مزدوجة، أو تبطين الجدران بمواد عازلة.
- وتقوم فكرة العزل على تكسير الموجات الصوتية الداخلة للجدار عن طريق تضمين أكثر من مادة في الجدار، مما ينتج عنه اختلاف في الوسط الناقل للصوت، واختلاف في سرعات الموجات الصوتية، وبالتالي تكسرها، ووصولها بشكل خفيف جداً أو متلاشٍ إلى داخل الجدار.

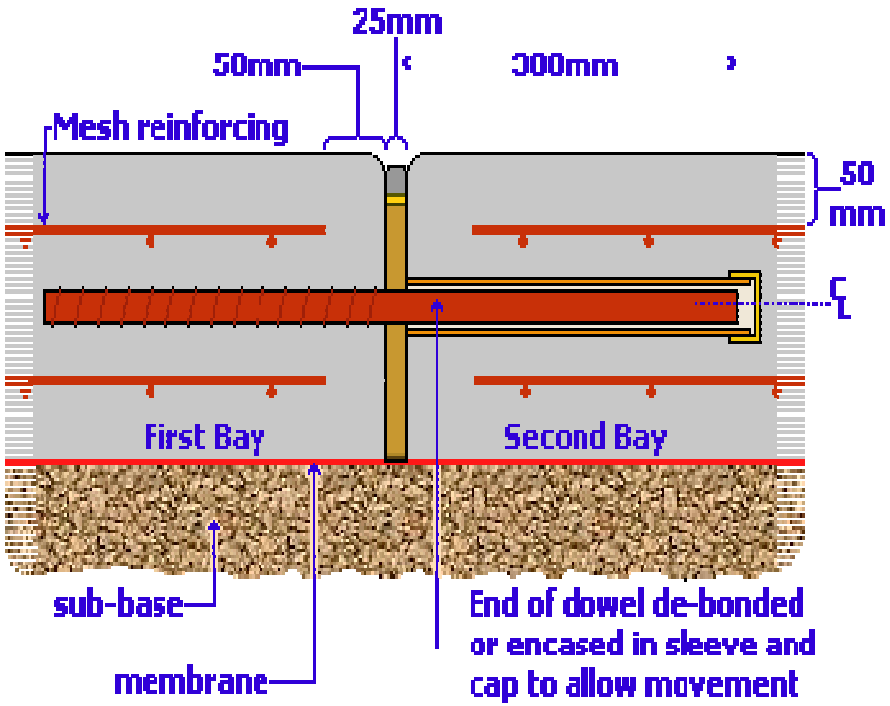
- وقد يتطلب الأمر أحياناً عزل الموجات الصوتية في داخل المبنى نفسه، أو منع ما يعرف بصدى الصوت، الذي تظهر مشاكله غالباً في القاعات الكبيرة، وللتغلب عليه يمكن:
- عمل بروزات في الجدران.
- تبطين الجدار بأي مادة غير ملساء.
- عمل فجوات في داخل السقف.
- إضافة الستائر والأثاث.
- استخدام نوع معين من الدهان (حبيبي غير أملس).

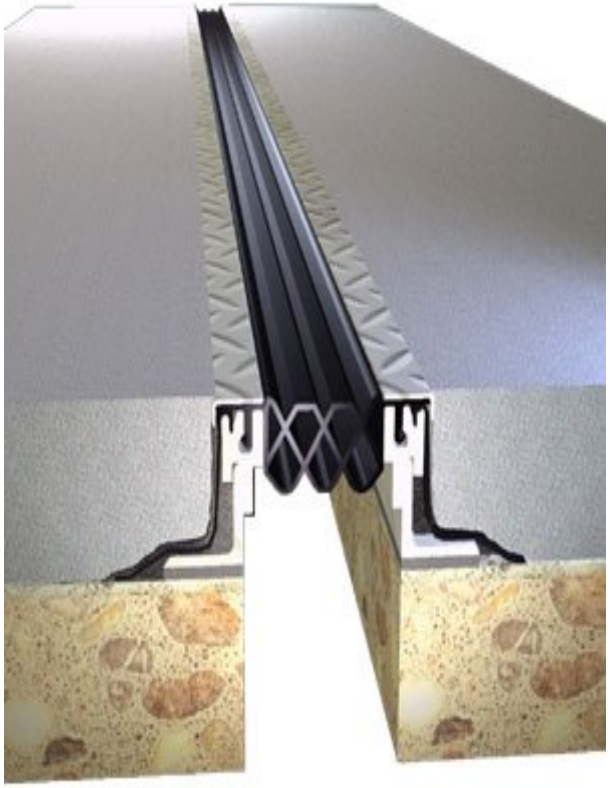
- **ثالثاً العزل في الفتحات:**
- 1. بالنسبة للشبابيك: يمكن استخدام الزجاج المزدوج.
- 2. في الأبواب: إما عن طريق تبطين الباب بحشوة داخلية أو تغليفه بغلاف خارجي.
- **رابعاً العزل في الأسقف:**
- أفضل طرق عزل الصوت في الأسقف إنشاء ما يسمى بالأسقف المستعارة، والسقف المستعار هو سقف إضافي معلق بالسقف الأساسي، مع ترك فراغ بينهما، مما يؤدي إلى عزل الصوت.

- **خامساً عزل الأرضيات:**
- ويتم عزل الأرضيات عن طريق فرشها بمواد بلاستيكية خاصة عازلة للصوت، أو عن طريق السجاد (الموكيت).
- *ملاحظة: عزل الصوت يعني مباشرةً عزل الحرارة، حيث أن الأول يؤدي إلى الثاني مباشرةً*، وبالتالي فإن الحديث عن عزل الحرارة هو نفسه الحديث عن عزل الصوت.

رابعاً الفواصل:

- **الفواصل نوعان:** فواصل تمدد، وفواصل هبوط.
- **فواصل التمدد:** الغرض منها التغلب على مشكلة التغيرات الحرارية، التي ينتج عنها اختلاف بين الخرسانة والحديد في معدل وقيمة التمدد الحراري، مما يسبب إجهادات داخلية عالية، وتظهر هذه المشكلة غالباً في المباني المرتفعة التي يظهر فيها أثر الفرق في معامل التمدد الحراري بين الحديد والخرسانة.


25mm
50mm
300mm
Mesh reinforcing
50
mm
First Bay
Second Bay
sub-base
membrane
End of dowel de-bonded
or encased in sleeve and
cap to allow movement



- ولتقليل هذا الأثر يتم فصل المبنى إلى جزأين، وحسب الكود الأمريكي، فإن أياً من أجزاء المبنى لا يجب أن يزيد طوله عن 25 م (يختلف ذلك في الدول العربية، حيث ترتفع القيمة المذكورة إلى 40 م نظراً لاختلاف درجات الحرارة في المنطقة العربية).
- ملاحظة(1): تفصل جميع أجزاء المبنى ما عدا القواعد، وذلك لتلاشي مشكلة الهبوط المتفاوت، والتي قد ينتج عنها مشكلة معمارية، وفرق في منسوب البلاط.
- ملاحظة(2): البلاط لا بد أن يفصل، تجنباً لكسره عند حدوث أي تفاوت في تصرف جزأي المبنى.

فواصل الهبوط

- **وهو كفاصل التمدد، إلا أن القواعد فيه مفصولة**. ولا يمكن التمييز بينه وبين النوع الأول دون النظر إلى القواعد، أي في المراحل الأولى للإنشاء، حيث يتميز فاصل الهبوط بانفصال قواعده عن بعضها بعكس فاصل التمدد.
- ملاحظة: يمكن أن يكون فاصل الهبوط هو فاصل تمدد أيضاً، ولا يمكن العكس.

Control joints

- **أسباب فواصل الهبوط:**
- 1. اختلاف التربة:حيث يفصل المبنى لتجنب فرق الهبوط الناتج عن فرق تصرف التربة.
- 2. اختلاف ارتفاعات المبنى: حيث يمكن أن يكون أحد أجزاء المبنى مختلفاً عن الأجزاء الأخرى في عدد الطوابق. وتبدو هذه الظاهرة جليةً في المساجد، حيث يجب أن تفصل المئذنة بأساساتها فصلاً كاملاً عن المسجد، لأن تصرفها يختلف تماماً عن تصرف المسجد.
- 3

- . اختلاف التصرف الإنشائي للجزأين: حيث يمكن أن يكون لجزء من المنشأ سلوك إنشائي مختلف عن سلوك الأجزاء الأخرى، كأن يكون في المبنى (Long spans) بالإضافة إلى (Short spans).