

# إنشاء المباني المرحلة الثانية – قسم الهندسة المدنية

إعداد

أ.م.د. عبدالأمير عطاالله المياح

# الفصل الأول مقدمة عامة عن المباني

# مراحل انجاز المشروع الهندسي:

## 1) وضع فكرة المشروع وأهدافه ومدى الحاجة اليه:

المشروع ممكن أن يكون:

- أ- خدمي: مثل المدارس والملاعب والدوائر
- ب- تجاري واستثماري: كالمخازن والأبنية التجارية
- ج- سكني:
- د- مشاريع الري
- هـ- السدود
- و- الطرق و سكك الحديد
- ز- محطات معالجة المجاري

## 2) تفصيل متطلبات المشروع:

• بعد إقرار فكرة وأهداف المشروع يجب إعداد منهاج عام يتضمن:

أ- فعاليات المشروع المختلفة

ب- تهيئة كافة المعلومات والمعطيات الضرورية لوضع التصاميم الأولية والمواصفات العامة، والتي تشمل:

i. المبلغ المرصود للمشروع

ii. الزمن المتوفر لتنفيذ المشروع

iii. موقع تنفيذ المشروع

iv. المواد الإنشائية المتوفرة

v. الأسلوب المعماري والإنشائي المفضل من الناحية الاقتصادية والتنفيذية.

### 3) التصميم الهندسي:

ويقصد به وضع كافة التفاصيل التصميمية والتي تشمل مخططات ومواصفات ووثائق وجدول كميات تخص الجوانب التصميمية التالية:

أ- التصاميم المعمارية

ب- التصاميم المدنية: والتي تشمل تصاميم إنشائية وأسس وصحية وطرق

ج- التصاميم الكهربائية

د- التصاميم الميكانيكية

- يتم اعداد هذه التصاميم بعد إجراء تحريات التربة لمعرفة تحمل التربة في موقع المشروع
- كذلك يجب تحديد نوع المواد المستخدمة
- وتحديد أنواع واعداد كوادر العمل المطلوبة

- يجب أيضا وضع جدول زمني للمشروع يسمى جدول تقدم العمل يبين تسلسل الفقرات المختلفة والتوقيت الزمني لتنفيذها.
- يتم إعداد جدول تقدم العمل من قبل الجهة المنفذة بناءا على طلب الجهة الاستشارية او المستفيدة والتي يجب استحصال موافقتها على هذا الجدول قبل المباشرة بالعمل.

## 4) التنفيذ:

تنفذ الأعمال المدنية بعدة أساليب:

- أ- أسلوب المناقصات: حيث يعهد العمل الى مناقص تتحقق فيه الشروط والضوابط الخاصة بتصنيف الشركات وامكانياتهم وخبراتهم والأعمال المماثلة التي نفذوها.
- ب- أسلوب الأمانة: حيث تقوم لجنة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة بتنفيذ المشروع
- ج- أسلوب التنفيذ المباشر: حيث يقوم الكادر الفني للجهة المستفيدة بتنفيذ العمل من قبله مباشرة.

# الإجراءات المطلوبة قبل التشييد:

- يكون التنفيذ بخطوات تبدأ بمجموعة من الإجراءات الضرورية قبل المباشرة بالتشييد منها:
  - (1) استحصال إجازة البناء الرسمية.
  - (2) تسييج الموقع
  - (3) تسوية الموقع
  - (4) توفير الخدمات العامة طوال مدة تنفيذ المشروع كالماء والكهرباء ووسائل الاتصال
  - (5) بناء مسقفات وقتية تستعمل كمخازن للمواد والمعدات
  - (6) تشييد مكاتب إداره المشروع تكون مواقعها مناسبة حسب موقع العمل وأن لا تتعارض مع مواقع أبنية المشروع الدائمة وأن يكون رفعها سهلا عند إنتهاء الحاجة اليها.



# خطوات المباشرة بالتشييد:

- (1) التخطيط لغرض تحديد مواقع الأبنية ومراكز أو حدود الأسس والجدران
- (2) تعيين المناسيب والإحداثيات الأساسية
- (3) المباشرة بتنفيذ بقية الخطوات حسب جدول تقدم العمل.

# أنواع الأبنية:

## أ- حسب طريقة التنفيذ:

### 1. إنجاز موقعي:

- تنفذ جميع فقرات العمل ضمن موقع العمل
- يحتاج هذا الأسلوب الى أيدي عاملة كثيرة ومتعددة الأصناف
- يجب تهيئة المواد الأولية داخل موقع العمل وتصنيفها حسب مواقع استخدامها
- يمكن تعديل التصميم او حذف او استحداث فقرات اثناء فترة العمل
- تكون نسبة تلف المواد الأولية عالية
- تكون سرعة انجاز العمل بطيئة

## 2. إنجاز مسبق ( البناء الجاهز):

- ينفذ البناء باستخدام وحدات إنشائية جاهزة مصنعة في معامل متخصصة خارج موقع العمل.
- تركيب الوحدات في موقع العمل بأساليب هندسية
- يمكن ان تكون كافة أجزاء المنشأ من وحدات جاهزة ويمكن ان تكون الأجزاء الرئيسية فقط جاهزة بينما الأنهاءات تنفذ موقعيا.
- يمكن ان تكون الوحدات الجاهزة مصنعة من الخرسانة او المعدن او البلاستيك أو مركبا.
- يمتاز البناء الجاهز بسرعة التنفيذ

- التحكم العالي بنوعية وجودة الوحدات الجاهزة لأنها تصنع في معامل متخصصة
- يحتاج موقع العمل الى ايدي عاملة قليلة
- تكون الأيدي العاملة متخصصة
- يكون البناء عادة أخف وزنا من البناء التقليدي
- يكون التنفيذ وفق تصاميم محدودة ومقيدة حسب انتاج معامل تصنيع البناء الجاهز
- ان استعمال نفس تصميم الوحدات البنائية لمرات كثيرة يجعل هذا النوع من البناء اقتصاديا.

## ب- حسب التصميم الإنشائي:

تصمم الأبنية من الناحية الإنشائية وفق أحد الأنواع التالية:

1. بناء هيكلية

2. بناء غير هيكلية

3. بناء مشترك

## 1. البناء الهيكلي:

- يتميز بوجود هيكل حامل من الأعتاب والأعمدة تقوم بنقل أحمال الأرضيات والجدران الى الأسس.
- تنفذ الجدران في الأبنية الهيكلية بعد اكمال الهيكل ويمكن إزالة أي جدار دون ان يؤثر على سلامة المنشأ.
- يكون الهيكل الحامل أما معدني ( من الفولاذ) او الخرسانة او مركبا منهما، ويكون الهيكل المعدني وفق مقاطع واطوال قياسية.

## A. الهيكل المعدني:

- يتميز الهيكل المعدني بسرعة التركيب والرفع عند الحاجة ويمكن استخدامه مرة أخرى.
- تكون مساحة المقطع للهيكل المعدنية اقل من غيرها بسبب تحملها العالي مما يقلل من وزن الهيكل والأحمال المنقولة للأسس لذا يفضل استعمال الهياكل المعدنية في الأبنية متعددة الطوابق.
- تحتاج الهياكل المعدنية الى وقاية من الحريق وصيانة مستمرة بسبب تأثرها بالظروف الجوية.
- تكون كلفة المقاطع المعدنية مرتفعة لكونها تستورد من الخارج.



د. عبدالأمير عطالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016





د. عبدالأمير عطالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

## B. الهيكل الخرساني:

- يمكن ان يكون مسبق الصب او ان يتم صبه موقعا
- تتميز الهياكل الخرسانية بتوفر ورخص المواد الأولية الداخلة في تصنيعها
- يمكن ان تصمم الهياكل الخرسانية بالأبعاد والأشكال المطلوبة.
- تكون ذات مقاومة جيدة للحريق وللعوامل الجوية
- تكون ثقيلة الوزن
- يستغرق تنفيذها وقت أطول من الهياكل المعدنية
- تكون الهياكل الخرسانية دائمية ولا يمكن رفعها إلا بهدمها.



د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

## 2. البناء غير الهيكلي:

- يتم نقل أحمال الأرضيات الى الأسس بواسطة جدران حاملة لايمكن ازلتها او تغيير مواقعها.
- يتبع هذا الأسلوب في الأبنية ذات الطوابق القليلة لأن زيادة عدد الطوابق يؤدي الى زيادة كبيرة بسمك الجدران مما يقلل من المساحة الصافية للطوابق وزيادة في الأحمال المنقولة للأسس.
- يجب بناء الجدران الحاملة قبل تنفيذ السقوف والأرضيات.





د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

### 3. البناء المشترك ( هيكلية وغير هيكلية):

- توجد أعمدة وأعتاب تعمل كهيكل في جزء من البناء وجدران حاملة في أجزاء أخرى.
- يستخدم هذا الأسلوب لمتطلبات انشائية ومعمارية واقتصادية.

# تطور انشاء المباني:

- تتغير أساليب ومواد انشاء المباني نتيجة التطور التقني واستحداث مواد انشائية جديدة
- اصبح بالإمكان تنفيذ ابنية متعددة الطوابق بارتفاعات كبيرة وكذلك ابنية وجسور ذات فضاءات كبيرة جدا نتيجة تحسين خواص المواد الإنشائية واستحداث مواد جديدة ذات كفاءة عالية وكذلك أيضا نتيجة تطور نظريات وبرامج التحليل الإنشائي.





برج الحمراء، هو برج  
ومجمع تجاري تابع شركة  
الحمراء العقارية، ويبلغ  
ارتفاع برج الحمراء نحو  
414 مترا. وهو بذلك يعد  
أطول ناطحة سحاب في  
الكويت وفي المرتبة 23  
على مستوى العالم



د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

• يجب أن يحقق البناء ما يلي:

i. يحقق الغرض الذي أنشئ من أجله ( الجانب الوظيفي )

ii. ان يكون مقبولا من الناحية الإنشائية والمعمارية

iii. ان يتناسب دوامه مع طبيعة الاستخدام

iv. ان تكون كلفة انشاءه وصيانتته مقبولتين.

لحقيق ذلك يجب توفر المتطلبات التالية:

أ- تصميم جيد

ب- اختيار المواد المناسبة لتنفيذ العمل واستخدام البدائل في حالة توفرها وجودتها

ت- التنفيذ الجيد والسيطرة النوعية العالية على جميع خطوات العمل واجراء الفحوصات على جميع المواد قبل استخدامها.

# الفصل الثاني الأعمال الترابية Earthworks

# الأعمال الترابية:

- تعتبر الأعمال الترابية من الأعمال التي توجد في جميع مشاريع إنشاء الأبنية.
- تقسم الأعمال الترابية الى:

1. الحفريات الترابية Excavations

2. الإملائيات الترابية (الدفن) Earth filling

# الهدف من الأعمال الترابية:

- I. جعل تربة الموقع بالمنسوب المبين في المخططات والذي يعتبر ضروري لتنفيذ أعمال الأسس والأرضيات والمجاري.
- II. إعطاء شكل هندسي معين لأغراض تصميمية، كالأعمال الترابية لما بين الأبنية أو للسداد.



د. عبدالأمير عطالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

# الحفريات الترابية:

• وتشمل أعمال الحفر لتنفيذ:

1. الأسس
2. السرايب
3. القنوات ومجاري الخدمات
4. الطرق والساحات.



# طرق تنفيذ الحفريات الترابية:

• تنجز الحفريات الترابية أما:

A. الحفر اليدوي

B. الحفر بواسطة المعدات الميكانيكية

C. بكلا الطريقتين

# العوامل المحددة لطريقة الحفر:

يعتمد اختيار طريقة الحفر على العوامل التالية:

1. طبيعة التربة
2. حجم اعمال الحفر المطلوبة
3. شكل المقطع المطلوب
4. وجود المياه الجوفية
5. الزمن المتوفر لإنجاز الحفر
6. كلفة العمل لكل طريقة حفر
7. الحيز المتوفر للعمل وإمكانية الوصول

# أ – الحفر اليدوي:

- يتم تنفيذ الحفر اليدوي باستعمال معدات بسيطة.



## • يستخدم الحفر اليدوي في الأعمال البسيطة مثل:

1. حفر أسس الجدران المستمرة وأسس الأعمدة المنفردة
2. قنوات المجاري ذات الطول القصير
3. الأسس المزدوجة ذات العمق القليل
4. إكمال أسفل الحفريات التي تنفذ بواسطة المعدات الميكانيكية
5. عند عدم توفر حيز كافي للوصول أو لحركة المعدات الميكانيكية لموقع العمل

□ لا يستعمل الحفر اليدوي عندما تكون التربة صلادة عالية مثل التربة الصخرية

# مواصفات أعمال الحفر اليدوي:

- تكون حافات الحفر شاقولية عادة
- ترمى التربة التي يتم حفرها بجانب الحفر وتكوم بصورة موازية لمسار الحفر
- يجب ترك مسافة عن حافة الحفر كافية لسير وسائط نقل الخرسانة والمواد الأخرى اللازمة لتنفيذ الأسس والمجاري، تكون بحدود 70 – 100 سم.
- إذا كانت المواد تنقل بواسطة قلابات آلية فيجب أن تكون المسافة أكبر
- ان تساقط الأتربة داخل الأسس يلحق ضررا بخرسانة الأسس
- في حالة كون التربة قوية يمكن تنفيذ الحفر بنفس عرض الأساس، وفي هذه الحالة لا حاجة لاستعمال القوالب لصب الأسس

- يمكن استخدام التربة المستخرجة من الحفر في إعادة الردم إذا كانت صالحة لأعمال الإملائيّات بعد اكمال صب الأسس.
- ترفع التربة الزائدة عن الحاجة او غير الصالحة لأعمال الإملائيّات خارج ساحة العمل بواسطة العربات اليدوية او القلابات الآلية أو المركبات القلابية.
- يجب أن تكون أرضية الحفر مستوية حسب المناسيب والأشكال المبينة في المخططات.
- في حالة تجاوز الحفر للمناسيب المحددة في المخططات فيجب أن تملأ باستخدام الخرسانة الضعيفة ( 1سمنت : 2 رمل : 4 حصى ) لغاية المنسوب المحدد بالمخططات.
- لا يجوز استخدام التربة المستخرجة من الحفر لغرض إعادة الملاء في حالة تجاوز الحفر العمق المحدد بالمخططات وذلك لكون تلك التربة قد أصبحت خواصها الميكانيكية ضعيفة.

# إسناد جوانب الحفر:

- ان سلامة جوانب الحفر من الهدم مهمة لحماية العاملين داخل الحفر ولحماية الأعمال المنفذة ( مقطع الحفر وطبقات الملى و التسليح والخرسانة)
- يعتمد ثبات جوانب الحفر على:
  - (1) طبيعة التربة وخواصها الهندسية
  - (2) محتوى رطوبة التربة وحركة المياه الجوفية.
  - (3) عمق الحفر
  - (4) الأحمال الجانبية المجاورة وطبيعتها ( ساكنة او متحركة أو إهتزازية)

## متطلبات إسناد الحفريات لمختلف أنواع التربة

نوع التربة			عمق الحفر ( متر )		
			أكبر من 4.5	4.5 – 1.5	لغاية 1.5
عضوية متفحمة ضعيفة ( Soft Peat )			ج	ج	ج
عضوية متفحمة متماسكة ( Firm Peat )			ج	ج	أ
طينية ضعيفة ( Soft Clay ) او غرينية ( Silt )			ج	ج	ج
طينية متماسكة وقوية ( Stiff Clay )			ج	أ	أ
حصوية هشة او رملية ( Loose Gravel or Sand )			ج	ج	ج
حصوية مرصوفة او رملية مرصوفة ( Dense Gravel or Sand )			ج	ب	أ
حصوية او رملية تحت مستوى المياه الجوفية			ج	ج	ج
صخرية متشققة ( Cracked Rock )			ب	أ	أ
صخرية سليمة ( Sound Rock )			أ	أ	أ
حيث			ج	ب	أ
			اسناد مستمر	اسناد مفتوح	بدون اسناد





# أنواع المساند الجانبية للتربة:

• تستعمل المساند الوقتية لتأمين جوانب الحفريات المعرضة للانهييار وتكون هذه المساند أما من:

أ- الأخشاب

ب- الصفائح الحديدية

ج- الركائز الصفيحية

# طرق إسناد جوانب الحفريات الضيقة:

- ان أعمال الحفريات العميقة جدا تستوجب تصميم المساند بدقة أكبر وفقا لمتطلبات وظروف موقع العمل ويتم اعدادها من قبل مصمم لديه خبرة بميكانيك التربة والإنشاءات.
- تحتاج القنوات الضحلة أحيانا الى اسناد.
- يعتمد أسلوب الأسناد على تماسك التربة والتي يمكن أن تكون:

(1) تربة متماسكة

(2) تربة معتدلة

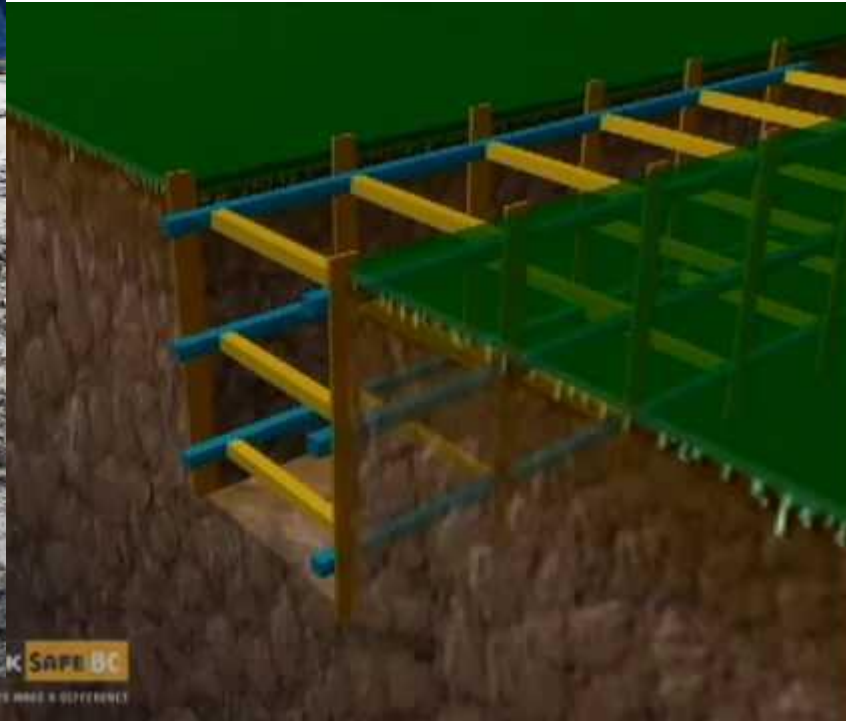
(3) تربة رخوة

## 1) في حالة كون التربة متماسكة:

- توضع ازواج متقابلة ( على جانبي الحفر) من الألواح الخشبية (الواح أعمدة) بصورة شاقولية.



- تسند هذه الألواح بمسند عرضي من الخشب يمتد بين جانبي الحفر.
- تكون المسافة بين مجموعة وأخرى 180 سم



## (2) في حالة كون التربة معتدلة القوة:

- توضع ألواح الأعمدة بصورة شاقولية على جانبي الحفر
- تعتمد المسافة بين هذه الألواح على تماسك التربة
- تسند الألواح بلوح خشبي يوضع بصورة أفقية على طول الحفر ( الأضلاع الرابطة)
- تسند هذه الأضلاع الرابطة بمسند عرضي من الخشب.
- تكون المسافة بين المساند العرضية 180 سم لتوفير مجال للعمل بينها.

3) في حالة كون التربة رخوة: يكون الأسناد بإحدى طريقتين:

أ. الطريقة الأولى:

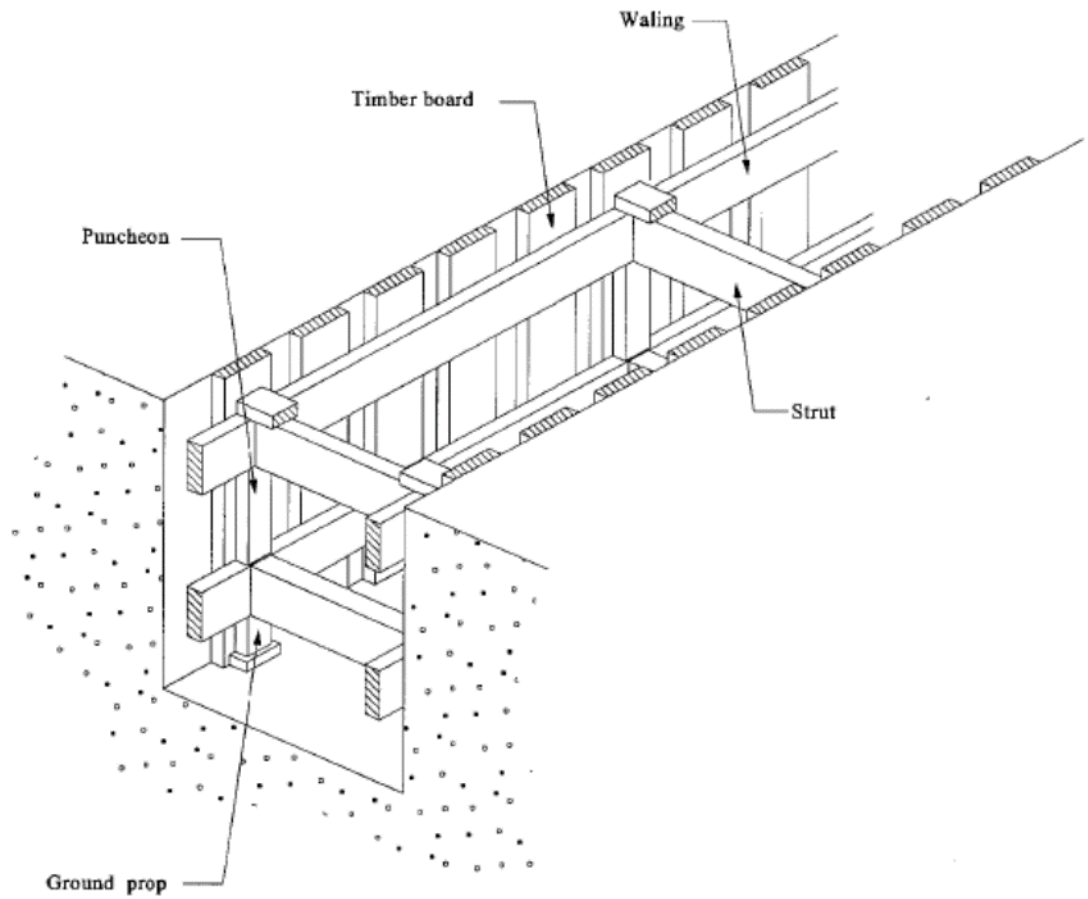
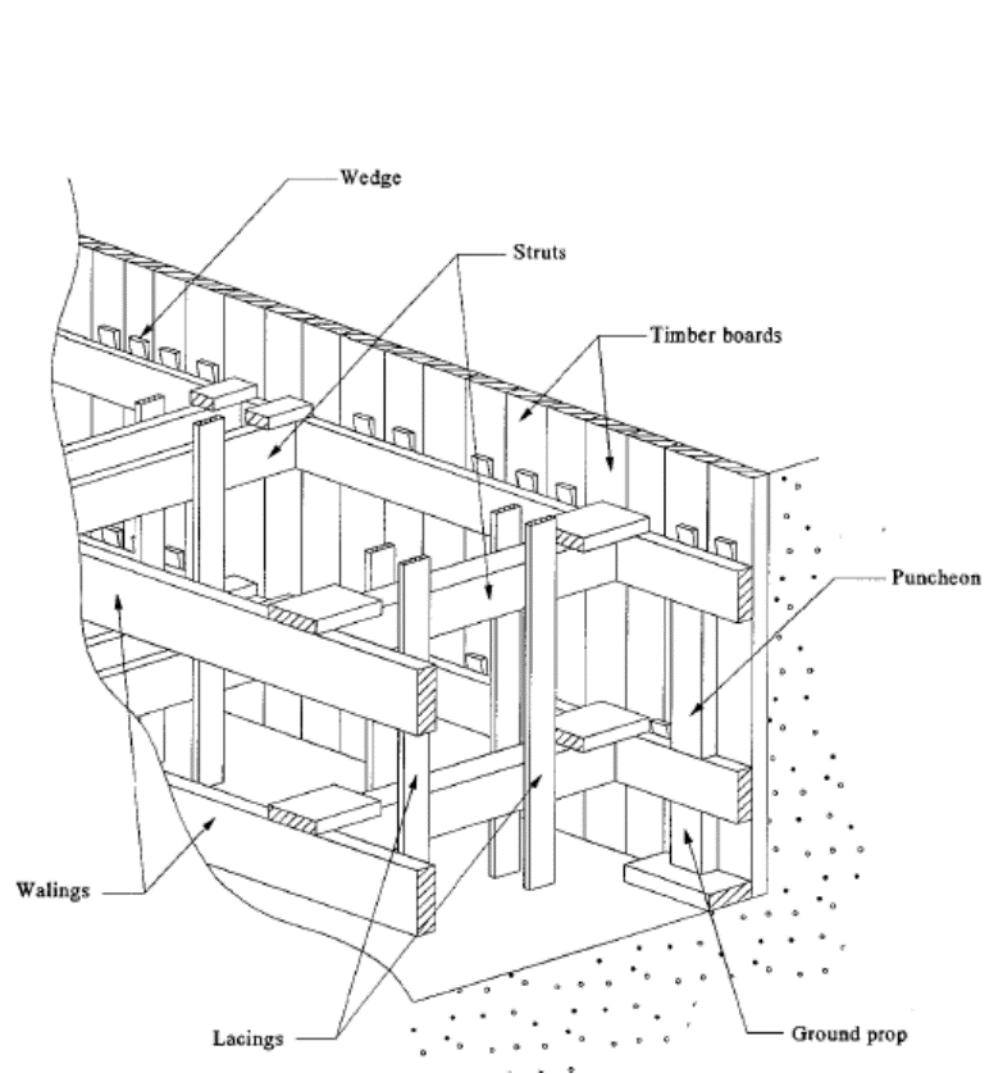
- بإستعمال الواح افقية مستمرة بإتجاه الحفر.
- تسند الألواح الأفقية بواسطة أزواج متقابلة من الواح أعمدة تكون المسافة بينها بحدود 180 سم.
- تثبت الواح الأعمدة بواسطة مساند عرضية.

### 3) في حالة كون التربة رخوة:

#### II. الطريقة الثانية:

- باستعمال الواح أعمدة او مساند مغروسة بإرتفاع الحفر نفسه بحيث تكون متجاورة مع بعضها.
- تسند الألواح بإضلاع رابطة توضع بصورة افقية على طول الحفر.
- تسند هذه الأضلاع الرابطة بمسند عرضي من الخشب بمقطع.
- تكون المسافة بين المساند العرضية 180 سم لتوفير مجال للعمل بينها.
- في حالة زيادة عمق الحفر عن 1.5 متر فيفضل أن يكون الإسناد على مرحلتين أو أكثر
- يجب ان تكون مرحلة السند السفلى متراكبة داخل مجموعة المرحلة العليا بمسافة لا تقل عن 15 سم.
- يمكن استعمال قطع شاقولية صغيرة بين الأضلاع الرابطة فوق الواح الأعمدة او المساند المغروسة للتقوية.





## • ملاحظة:

- يمكن استعمال أنظمة اسناد أخرى طالما انها تؤمن ثبات جوانب الحفر ولاتعيق العمل داخل الحفر ويمكن رفعها بعد انتهاء الحاجة لها بسهولة.
- ان عامل الكلفة والزمن اللازم لتنفيذ المساند ورفعها من العوامل التي تؤخذ بنظر الاعتبار في اختيار طريقة الأسناد.
- يمكن استعمال الصفائح الفولاذية المضلعة والمساند العرضية الفولاذية والتي يفضل استعمالها أكثر من المساند الخشبية (في حالة تساوي الكلفة) بسبب سرعة التركيب والتفكيك وقلة التلف.

# إسناد الحفريات الواسعة:

- لا تستعمل طرق الأسناد السابقة في اسناد الحفريات الواسعة ( العريضة) لكونها غير اقتصادية وغير عملية.
- يتم اسناد الحفريات العريضة بإحدى الطريقتين التاليتين:
  1. الأسناد بإستعمال الركائز الصفيحية (Sheet Piles) التي يتم غرسها باستعمال مطارق الية. والركائز الصفيحية هي عبارة عن الواح فولاذية متعرجة لزيادة مقاومتها للانحناء.
  2. بإستعمال أسلوب الحفر المفتوح (Open Cut).
- يكون أسلوب الحفر المفتوح بعمل الحافات مائلة بزاوية تعتمد على طبيعة التربة وعمق الحفر.
- يحتاج أسلوب الحفر المفتوح الى مساحات كبيرة وينتج عنه حفر وأعادة دفن كميات أكثر من الحفر الشاقولي.





د. عبدالأمير عطالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

# أجزاء أنظمة الأسناد الخشبية:

1. الواح أعمدة: وتكون بطول 1.0 – 1.5 متر حسب عمق الحفر وبمقطع يتراوح بين ( 175 \* 38 ) ملم الى ( 225 \* 50 ) ملم. وتوضع بصورة شاقولية بمحاذاة التربة.
2. الأضلاع الرابطة: وهي أجزاء أفقية تمتد طوليا باتجاه الحفر، وظيفتها اسناد وربط الواح الأعمدة. يتراوح مقطعها في الغالب بين ( 175\*50 ) ملم الى ( 255\*75 ) ملم.
3. المساند العرضية: وهي قطع توضع افقيا بصورة عمودية على مسار الحفر حيث تستخدم لسند الأضلاع الرابطة بين جانبي الحفر. يتراوح المقطع العرضي لها بين ( 100\*100 ) ملم الى ( 150\*150 ) ملم. وتكون المسافة بين كل مسند وآخر بحدود 180 سم وذلك لتوفير مجال عمل بينها.

4. الواح السند: تكون بشكل الواح أفقية متجاورة بحيث تشكل حاجز مستمر يسند التربة في حالة كون التربة رخوة.

5. المساند المغروسة: تكون من نوع الواح الأعمدة إلا أنها ترصف بصورة متجاورة مع بعضها وتغرس في التربة وتكون ذات نهايات مستدقة لتسهيل غرسها. وتستعمل لسند التربة الرخوة عند تواجد المياه الجوفية بكميات كبيرة.

# نظام الأسناد المفتوح:

- يمكن استخدام نظام الأسناد المفتوح في التربة المعتدلة التماسك
- تثبت الواح الأعمدة بمسافة بحدود 60 سم الواحدة عن الأخرى على جانبي الحفر
- تربط الألواح بواسطة أضلاع رابطة ومساند عرضية
- في حالة كون الحفر ضحل يمكن زيادة المسافة بين الواح الأعمدة لغاية 180 سم ويتم اسنادها بواسطة مساند عرضية بدون اضلاع رابطة.



# الحفر بواسطة المعدات الميكانيكية

# تستعمل المعدات الميكانيكية في:

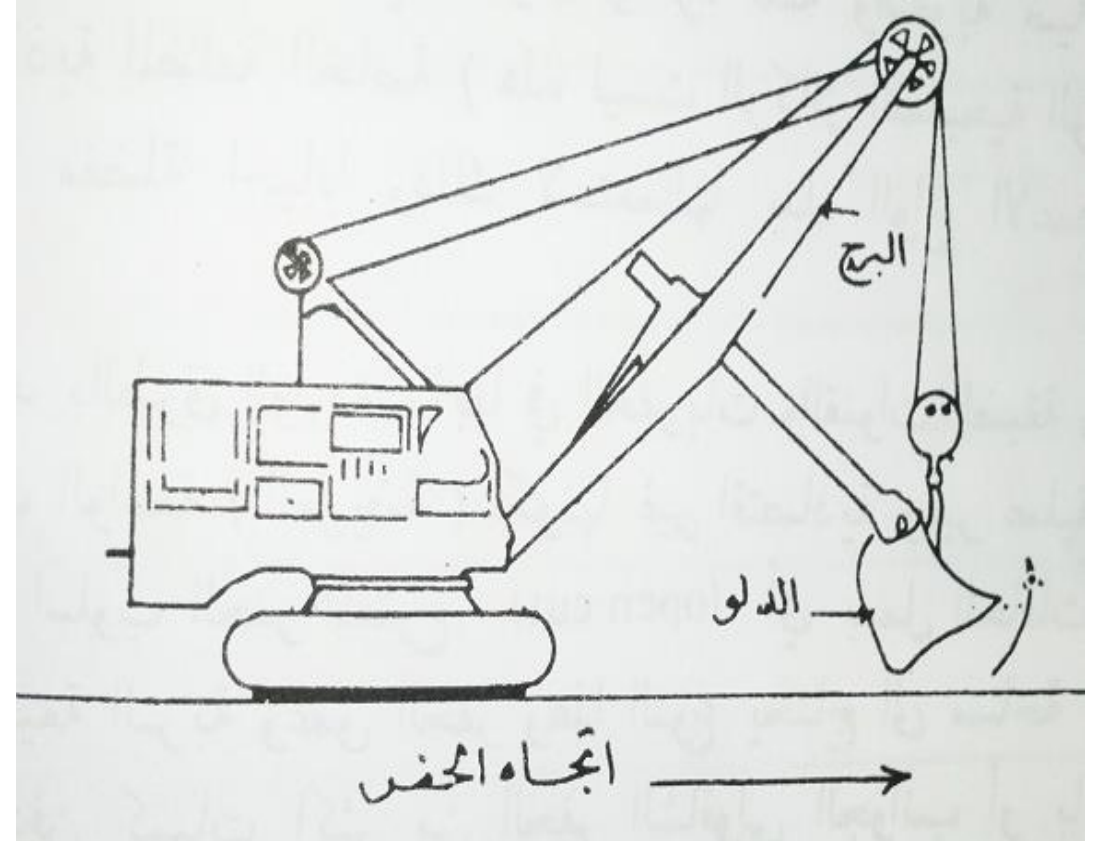
- ❖ اعمال مشاريع الحفر الكبيرة
- ❖ عندما يكون مطلوب نقل التربة الى مواقع بعيدة
- ❖ اعمال الحفر المطوب انجازها بسرعة

لأن المعدات الميكانيكية تتميز بالسرعة العالية والكفاءة والقدرة على الحفر ونقل التربة.

# أنواع معدات الحفر الميكانيكية:

1. المجرفة الآلية
2. المجرفة الخلفية
3. الحفارة
4. الدلو المحاري
5. المجرفة الجرار

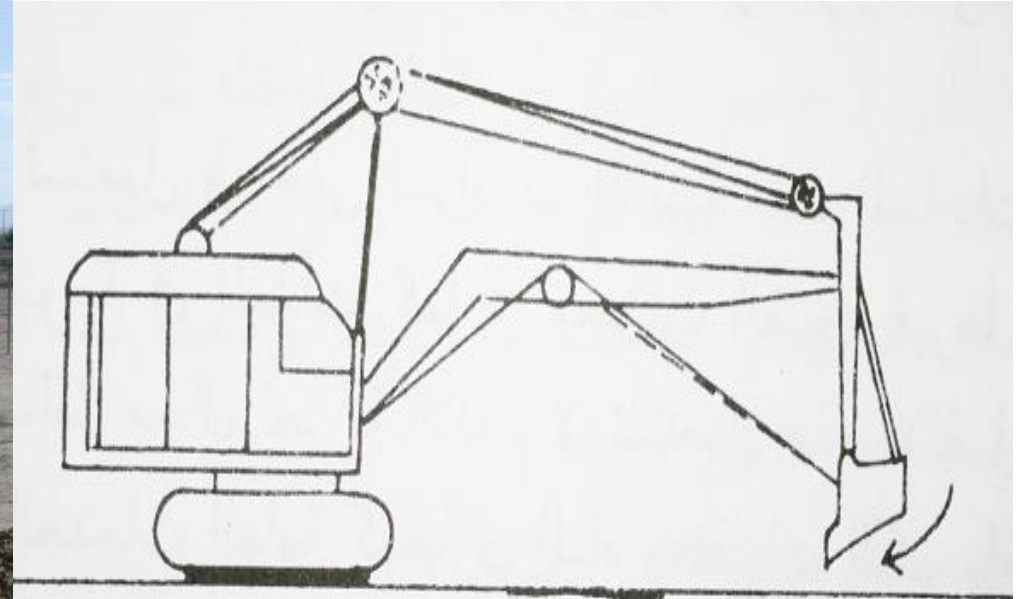
# 1. المجرفة الآلية ( Power shovel ) :



# 1. المجرفة الآلية ( Power shovel ):

- من المعدات ذات الأبراج
- الحفر يكون من اسفل الى أعلى
- تستعمل للتربة الحصوية المتصلدة او الطينية المرصوصة
- تستعمل للتربة التي لا تنهار جوانبها عند الحفر
- لا تستعمل لحفر التربة غير المتماسكة
- يمكن أن تستخدم لتحميل التربة على الناقلات بسهولة

## 2. المجرفة الخلفية ( Back Hoe ) :



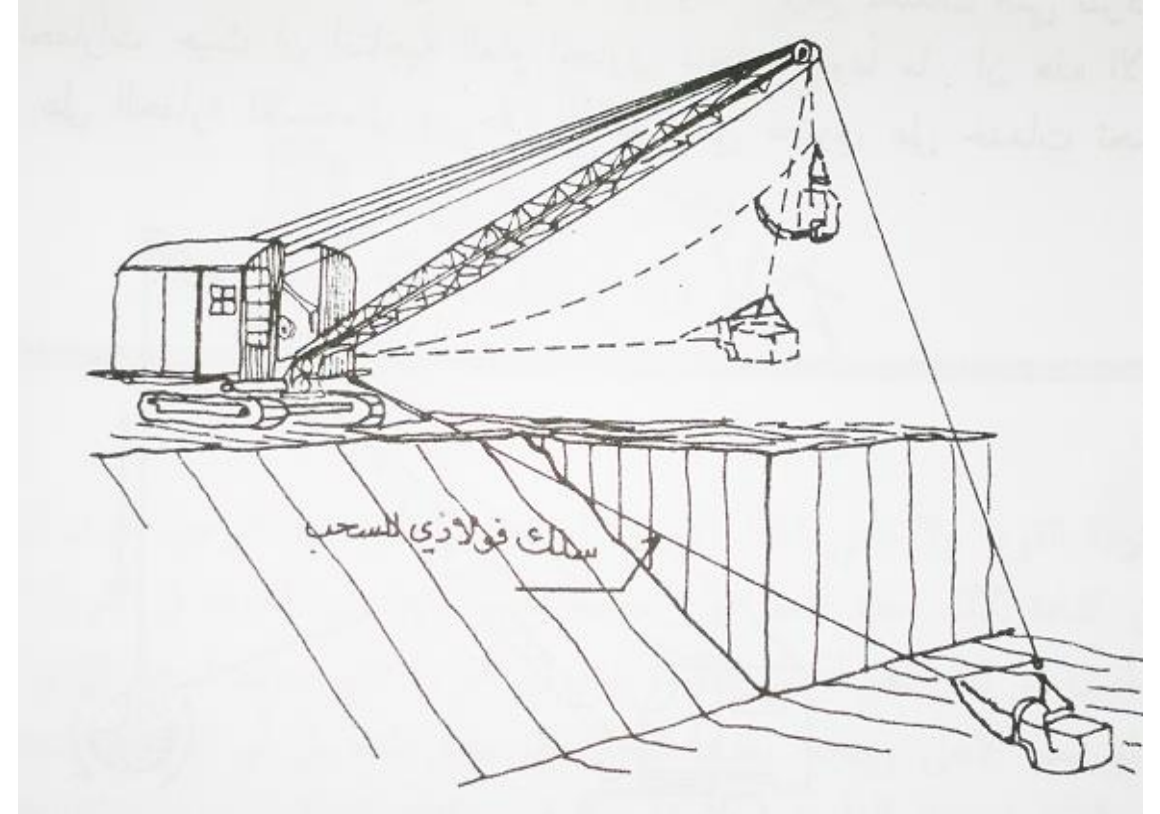
← اتجاه الحفر

شكل ( ٢ - ٦ ) المجرفة الخلفية

## 2. المجرفة الخلفية ( Back Hoe ) :

- من المعدات ذات الأبراج
- تشبه المجرفة الآلية
- يكون الحفر باتجاه الخلف
- تفضل في الحفريات الضيقة مثل الأسس الجدارية وقنوات المجاري
- تستعمل عندما يكون الحفر بمستوى اوطأ من مستوى حركتها
- يمكن توجيه الدلو بدقة لمكان وشكل مقطع الحفر
- لا تستطيع تحميل التربة على الناقلات بسهولة

### 3. الحفارة ( Dragline ) :





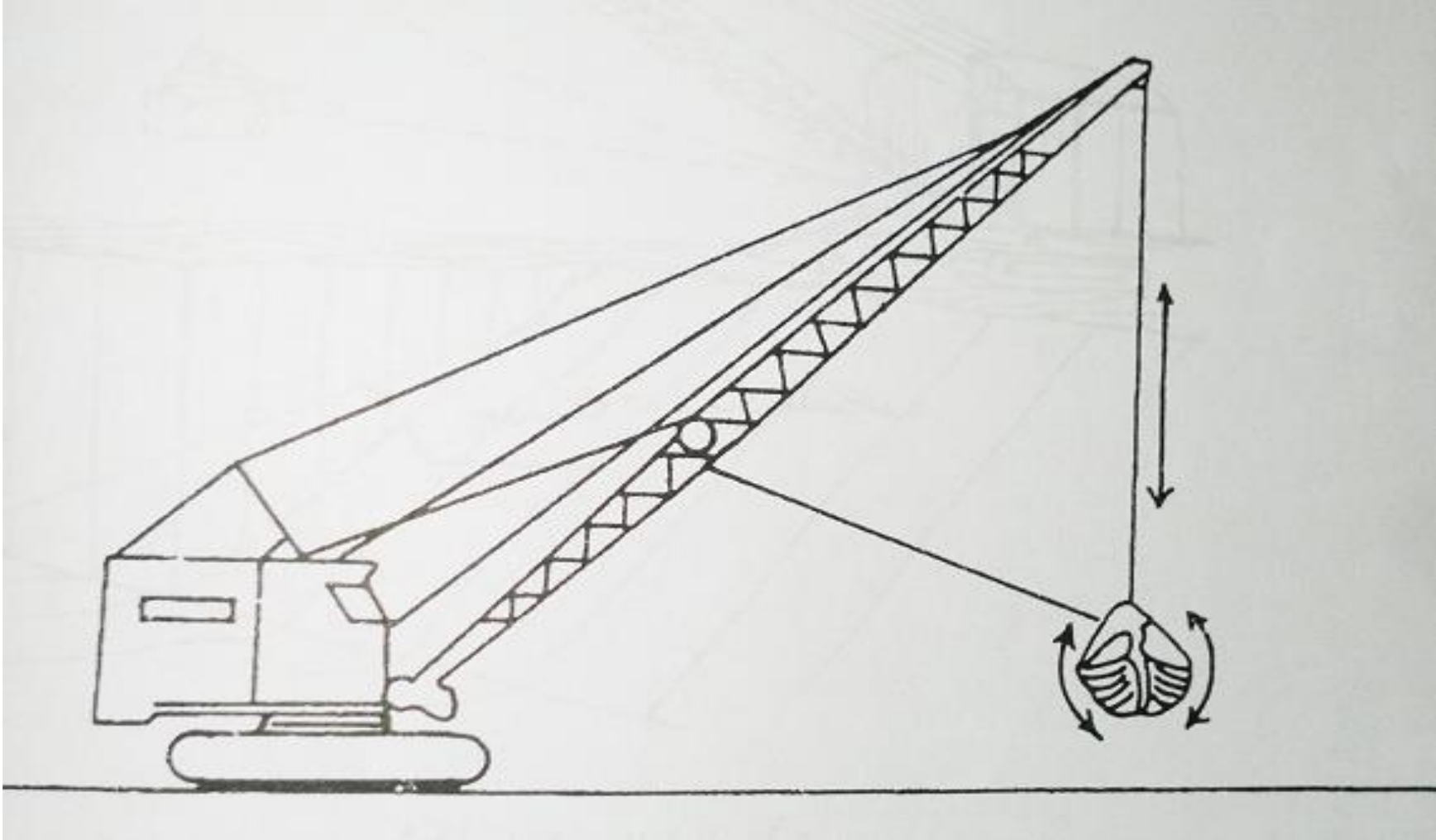
### 3. الحفارة ( Dragline ) :



## 3. الحفارة ( Dragline ) :

- من المعدات ذات الأبراج
- تستعمل لحفر وتحميل التربة الرخوة او المغمورة بالمياه
- تستعمل عندما يكون منسوب الحفر اوطأ من مستوى سير الالة
- يكون الحفر باسقاط الدلو ثم يسحب بواسطة سلك باتجاه الماكنة
- يمكن تكديس التربة على جانب الحفر او تحميلها على ناقلة
- كفاءة تحميل الناقلات اقل من المجرفة
- تحتاج الى مجال واسع للحركة والدوران ولا تستعمل في المواقع الضيقة
- تستعمل غالبا في حفر المبازل وكري وتطهير الأنهار وعمل السداد الجانبية لها
- يمكن استخدامها لحفر السرايب للأبنية الواسعة
- لا تستعمل في المواقع التي تتخللها مسارات خدمات كمجاري المياه والكهرباء والهاتف
- لا تستعمل في حفر القنوات الضيقة واسس الجدران.

## 4. الدلو المحاربي ( Clamshell ) :



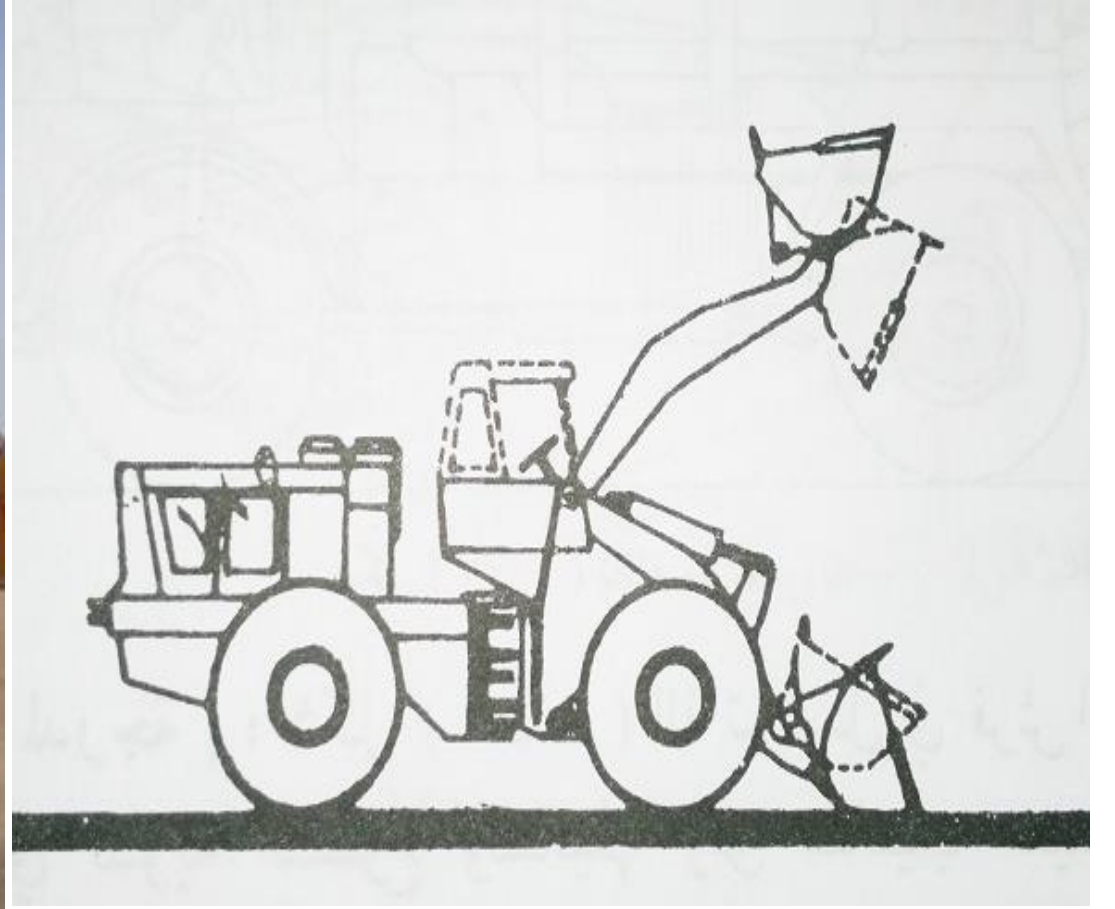
## 4. الدلو المحاربي ( Clamshell ) :



## 4. الدلو المحاري ( Clamshell ) :

- من المعدات ذات الأبراج
- تستعمل لرفع وتحميل الحفريات بصورة شاقولية من الحفر ذات الجدران المسندة كآلة مساعدة للحفارات الأخرى
- يمكن استعمالها لحفر التربة الرخوة بصورة شاقولية
- يمكن استعمالها في المواقع التي تحتوي على مسارات لخدمات الماء والكهرباء
- يمكن استعمالها لحفر القنوات والأسس ودعامات الجسور اذا كانت التربة رخوة
- يمكن استعمالها في تحميل التربة والركام على القلابات
- يمكن ان تعمل الآلة على مستوى اعلى من منسوب الحفر او اوطأ عند تحميل التربة والركام

## 5. المجرفة الجرار ( Tractor Shovel )



## 5. المجرفة الجرار ( Tractor Shovel )

- تستعمل لأعمال الحفريات الصغيرة ولتحميل الركام والتربة
- ذات محرك جرار مركب على اطارات او مجنزر في مقدمته دلو لتحميل ودفع التربة بواسطة مكابس هيدروليكية
- يمكن ان تزود مقدمة دلو التحميل بأسنان فولاذية عند حفر التربة الصلبة
- في الترب الرخوة فأن الأسنان تقلل من كفاءة الحفر
- يكون الحفر من الأسفل نحو الأعلى
- لا تستعمل للحفريات العميقة او عند وجود مياه جوفية عالية
- تعمل الآلة على الحفر في الجوانب التي هي اعلى من منسوب سير الآلة ويمكن ان تحفر بمناسيب اوطأ قليلا من مستوى سيرها
- يمكن لآلة الحركة بسهولة في المناطق المنحدرة والضيقة

# معدات تسوية الأعمال الترابية:

• بالإضافة الى المعدات الميكانيكية التي تستخدم لأعمال الحفر، فتوجد ايضا معدات أخرى للأعمال الترابية تستخدم في اعمال تسوية المواقع الكبيرة وفي اعمال الطرق والمطارات، ومنها:

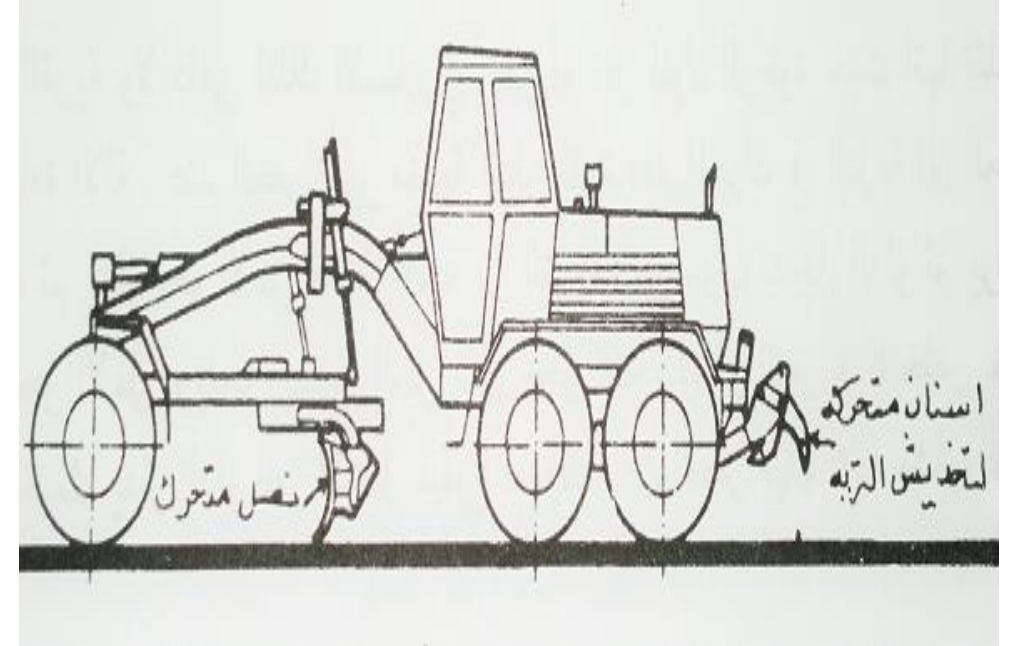
أ- آلة التسوية

ب- البلدوزر

ج- القاشطة



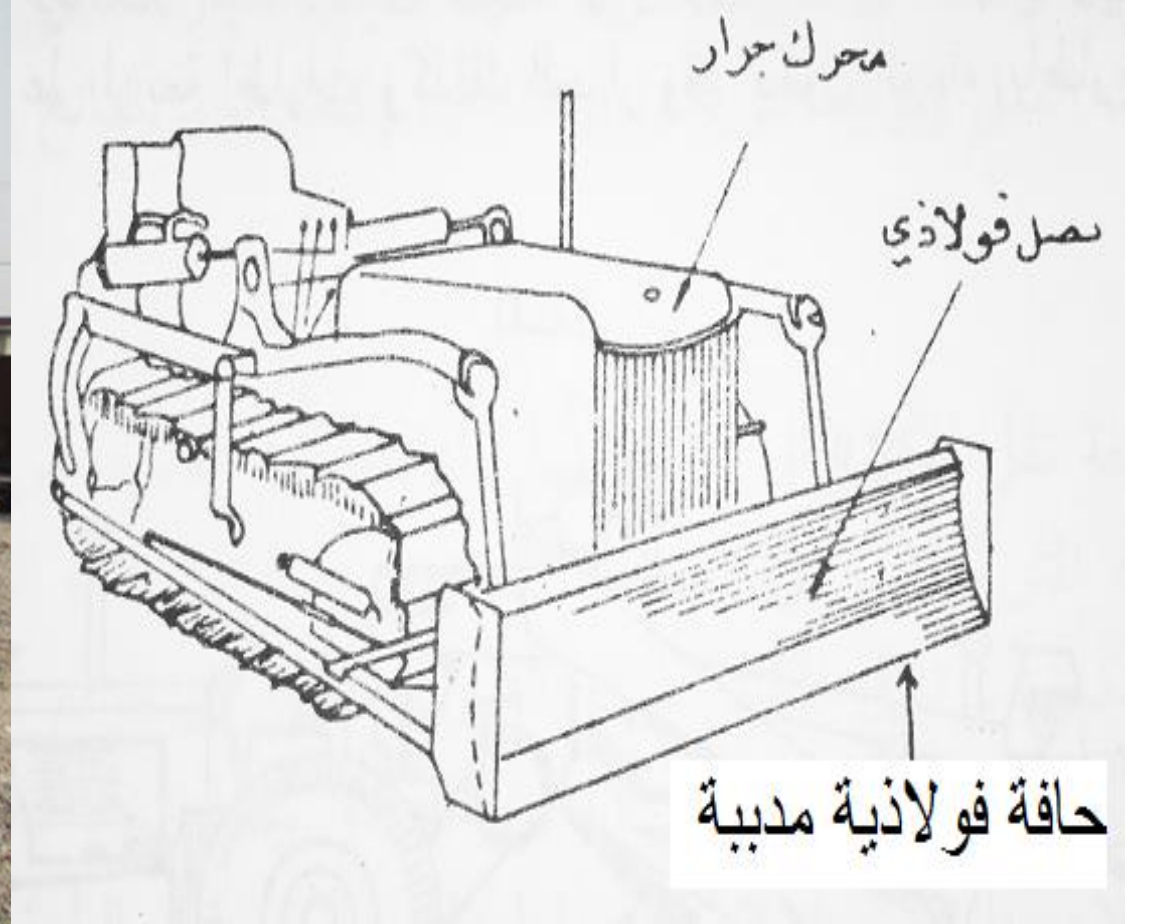
# أ - آلة التسوية ( Motor Grader )



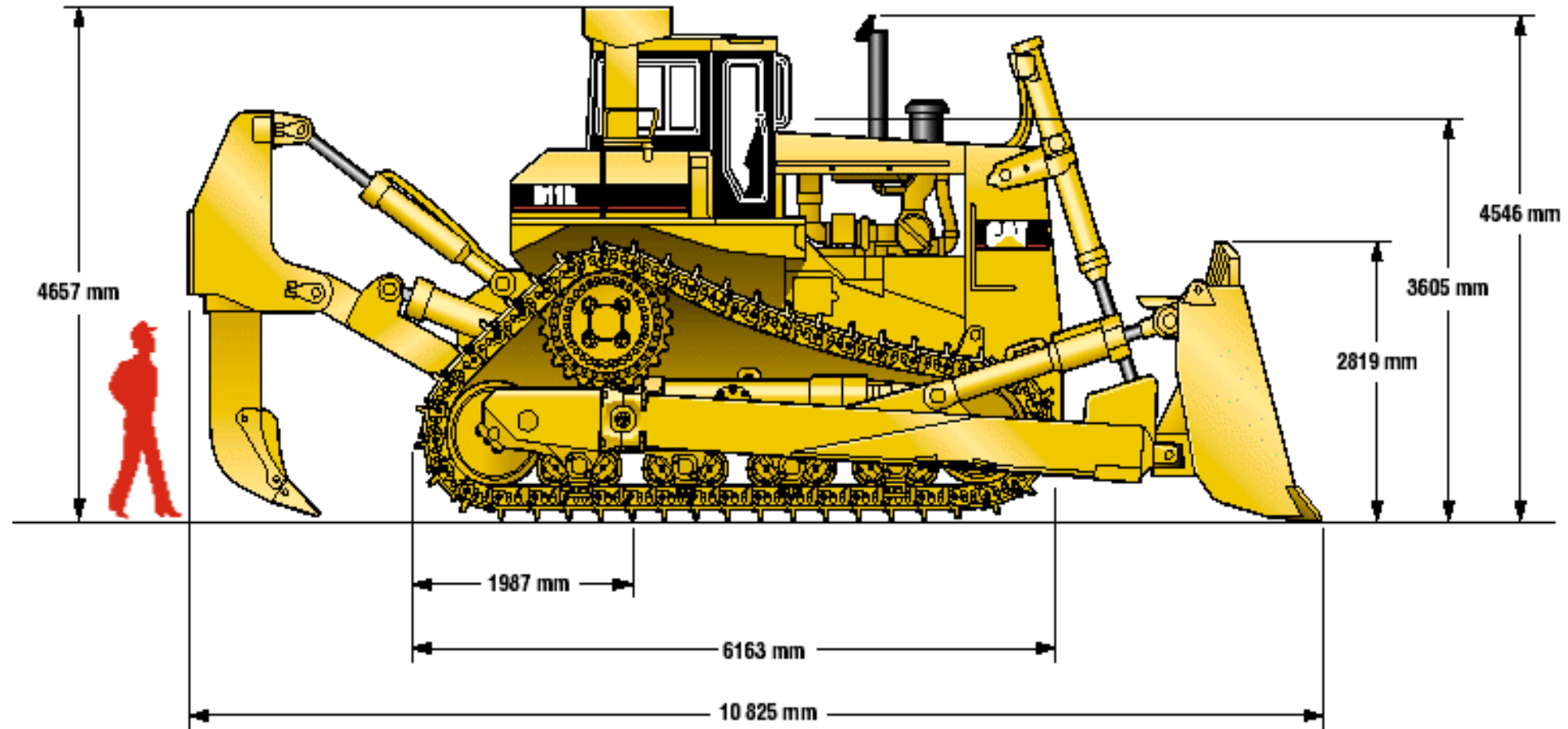
# أ – آلة التسوية ( Motor Grader )

- تستعمل في فرش التراب أو الحجر المكسر
- تسوية السطوح وتشكيلها وفق المناسيب المطلوبة
- يمكن ان تستخدم لقشط التربة الرخوة لأعماق بسيطة
- يمكن ان تستعمل الأسنان الخلفية لنفش التربة تمهيدا لقشطها او حدها
- لا تستخدم في حفر او دفع التربة لمسافات طويلة

## ب - البلدوزر ( Bulldozer )



## ب - البلدوزر ( Bulldozer )



## ب – البلدوزر ( Bulldozer )

- آلة كثيرة الاستخدام في الأعمال الترابية الكبيرة لأعمال الحفر والتسوية
- يمكن ان تستخدم كجرار لدفع الآلة القاشطة
- يمكن ان تستخدم لدفع ونشر التربة
- تستعمل لهدم الأبنية القديمة وتكديس انقاضها
- لعمل سداد الأنهار والمبازل كآلة لدفع وضغط وتسوية التربة

## ب – البلدوزر ( Bulldozer )

- يستعمل لقسط وإزالة التربة وتمهيد موقع اعمال الطرق والمطارات
- يستعمل لقطع الأشجار وفتح الطرق الوقتية في المناطق الوعرة
- يمكن ان تستعمل الأسنان الخلفية لنبش التربة
- لايفضل استعمالها لدفع التربة لمسافة اكثر من 100 متر
- لايمكن استخدامها لتحميل الناقلات

## ج - القاشطة ( Scraper )



## ج - القاشطة ( Scraper )





## ج – القاشطة ( Scraper )

- آلة تستعمل في قشط ونقل وتوزيع انواع التربة ( عدا الصخرية )
- مناسبة للأعمال الالكبيرة كالمطارات والطرق
- يمكن ان تحتوي على محرك جرار او أن يتم تحريكها بآلة اخرى كالبلدوزر
- تستعمل لقشط التربة وتجميعها في الوعاء الذي تحتويه ثم نقلها او نشرها في مكان آخر

# معدات الحفر الخاصة:

- بالإضافة الى معدات الحفر المحدود ( المجرفة الالية، المجرفة الخلفية، الحفارة، الدلو المحاري، المجرفة الجرار) ومعدات الحفر الواسع (آلة التسوية (المدرجة)، البلدوزر، القاشطة) فتوجد معدات تستعمل في أنواع أخرى من اعمال الحفر كمعدات حفر القنوات (trenchers) ذات الدلو الواحد أو ذات الدلاء المتعددة المسلسلة.

# حفارة القنوات (المخندقة) ( Trencher )





معدة ميكانيكية متعددة الاستخدام AVITO



حفارة الأنفاق ( Tunnel Boring )

# نقل وحركة معدات الحفر:

تكون حركة وتنقل معدات الحفر على نوعين:

1. ذات اطارات.

2. مجنزرة ( محمولة على سرفة).

# نقل وحركة معدات الحفر:

1. المعدات المحمولة على اطارات:

- سريعة الحركة
- سهولة الحركة داخل موقع العمل
- يمكن نقلها للمواقع القريبة بالسير على العجلات وتنقل محمولة للمواقع البعيدة

# نقل وحركة معدات الحفر:

## 2. المعدات المجنزرة:

- بطيئة الحركة ولكنها اكثر ثباتا لمختلف انواع التربة
- يتم نقلها محمولة لمواقع العمل القريبة والبعيدة

# حفريات الصخور:

- لا تستخدم عادة معدات الحفر الأعتيادية في اعمال حفر الصخور
- بدلاً من ذلك يستخدم اسلوب التنقيب بالمطارق الهوائية (Jackhammers) ثم ملأ هذه الثقوب بالمفرقات وتفجيرها.



# حفر الثقوب في الصخور وتكسيرها بمطرقة الهواء



# تصريف المياه الجوفية وتجفيف ساحة العمل والحفريات

- لماذا نحتاج لتصريف المياه من مواقع الحفر؟
- طرق تصريف المياه الجوفية من مواقع الحفر وإنشاء الأسس:

1. التصريف المباشر

2. التصريف بالضخ

3. التصريف باستخدام نظام نقاط البئر

4. طرق أخرى

# 1. التصريف المباشر:

- يتم عن طريق حفر سواقي في أسفل الحفر وفي جوانبه حيث تتجمع المياه الجوفية.
- يتم تصريف المياه المتجمعة عن طريق سواقي منحدره الى خارج منطقة الحفر.
- يمكن استخدام هذه الطريقة فقط عندما يكون منسوب منطقة الحفر أعلى من المناطق المجاورة.
- لذا تكون هذه الطريقة ذات استخدام محدود لأن الحفر عادة يكون أوطأ من المناطق المجاورة.



د. عبدالامير عطاءالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

## 2. التصريف بالضح:

- وهي طريقة قريبة من طريقة التصريف المباشر.
- حيث تتجمع المياه الجوفية من سواقي على جوانب الحفر الى نقطة واحدة أو أكثر في أوطأ منسوب.
- تكون الحفرة بأبعاد مناسبة لتستوعب كمية المياه المتجمعة.
- يتم ضخ المياه من هذه الحفرة بواسطة مضخات ميكانيكية الى خارج منطقة العمل.
- يجب تجنب سحب التربة الناعمة مع المياه المتجمعة لأن ذلك يؤدي الى خلخلة التربة وإضعافها ومن ثم تقليل قابلية تحملها للأحمال وزيادة مقدار انكباسها.

## 2. التصريف بالضخ:

- لتجنب ذلك يتم ملأ السواقي بالمواد المرشحة كالحصى المدرج.
- عندما تكون مساحة الحفر كبيرة يتم حفر سواقي وسطية تصب في السواقي الجانبية.
- حيث تملأ هذه السواقي بالحصى المدرج المرصوص وتغطي ببلاطات خرسانية وتبقى هذه السواقي تحت الأسس.
- تستخدم هذه الطريقة تحت سراديب الأبنية عندما يكون ضغط وكمية المياه الجوفية معتدلين.
- أن هذه الطريقة تكون فعالة في سحب المياه المتجمعة في السواقي ولا تضمن جفاف أرضية الحفر اذا كان الحفر واسعا.



### ٣. التصريف بأستعمال نظام نقاط البئر (Well-point System)





### 3. التصريف بأستعمال نظام نقاط البئر (Well-point System)

- يتكون النظام من مجموعة أنابيب معدنية حول ساحة العمل.
- يكون قطر كل أنبوب بحدود 40 ملم وطول بحدود 4.5 متر.
- يثبت في نهاية الأنبوب جزء من انبوب مخرم من الجوانب مزودة بنهاية مدببة ذات صمام للغرض توجيه المياه الماء.
- يحاط الجزء المخرم بمشبك معدني ناعم لضمان عدم سحب المواد الناعمة من التربة ولمنع غلق الثقوب في الأنبوب.

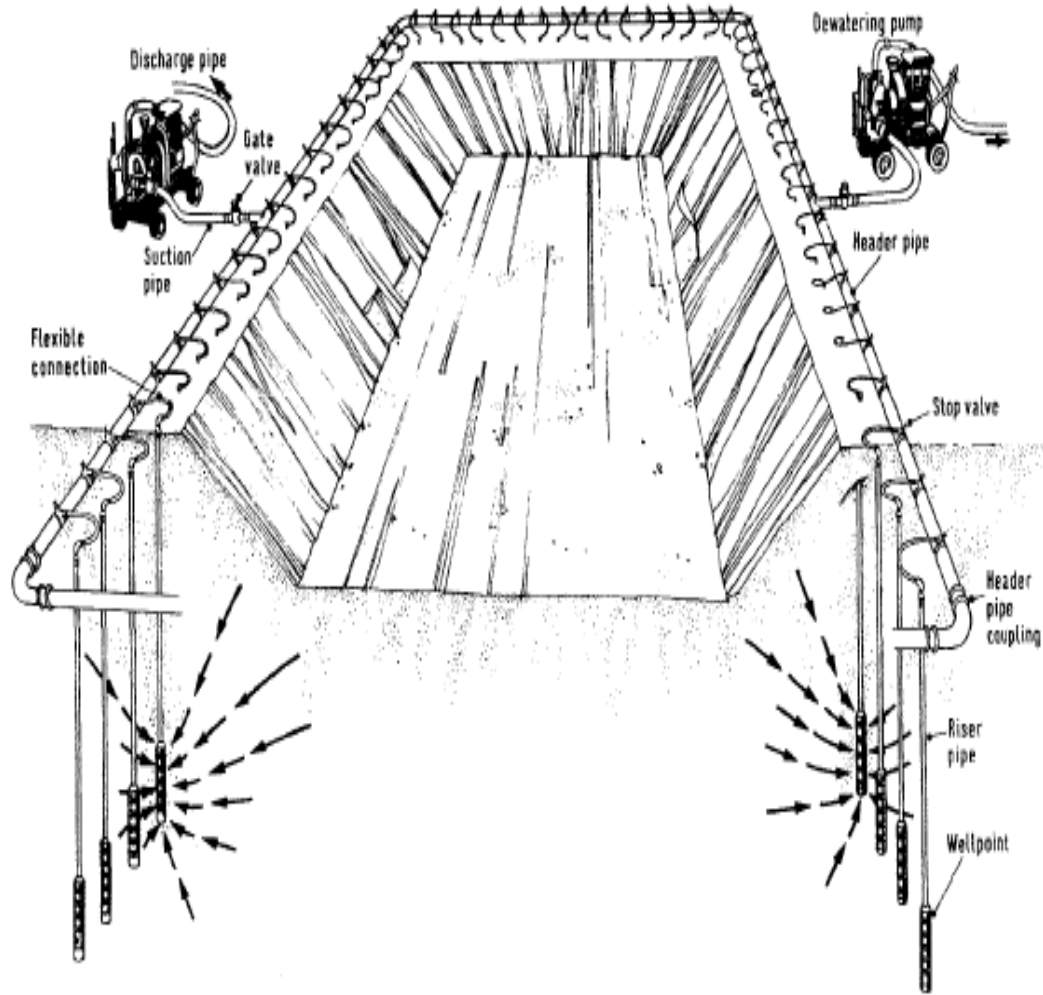
### 3. التصريف بأستعمال نظام نقاط البئر (Well-point System)

- تغرز هذه الأنابيب بصورة عمودية في التربة الى العمق المطلوب.
- يكون غرز الأنبوب عن طريق نفث الماء من ثقوب الأنبوب مما يؤدي الى دفع التربة وتسهيل عملية إختراق الأنبوب.
- تربط الأنابيب بعد غرسها بأنبوب تجميع أفقي.
- يربط الأنبوب المجمع بمضخة ماصة تعمل على سحب المياه من المنظومة ومن ثم تصريفها خارج موقع العمل.

# نظام نقاط البئر

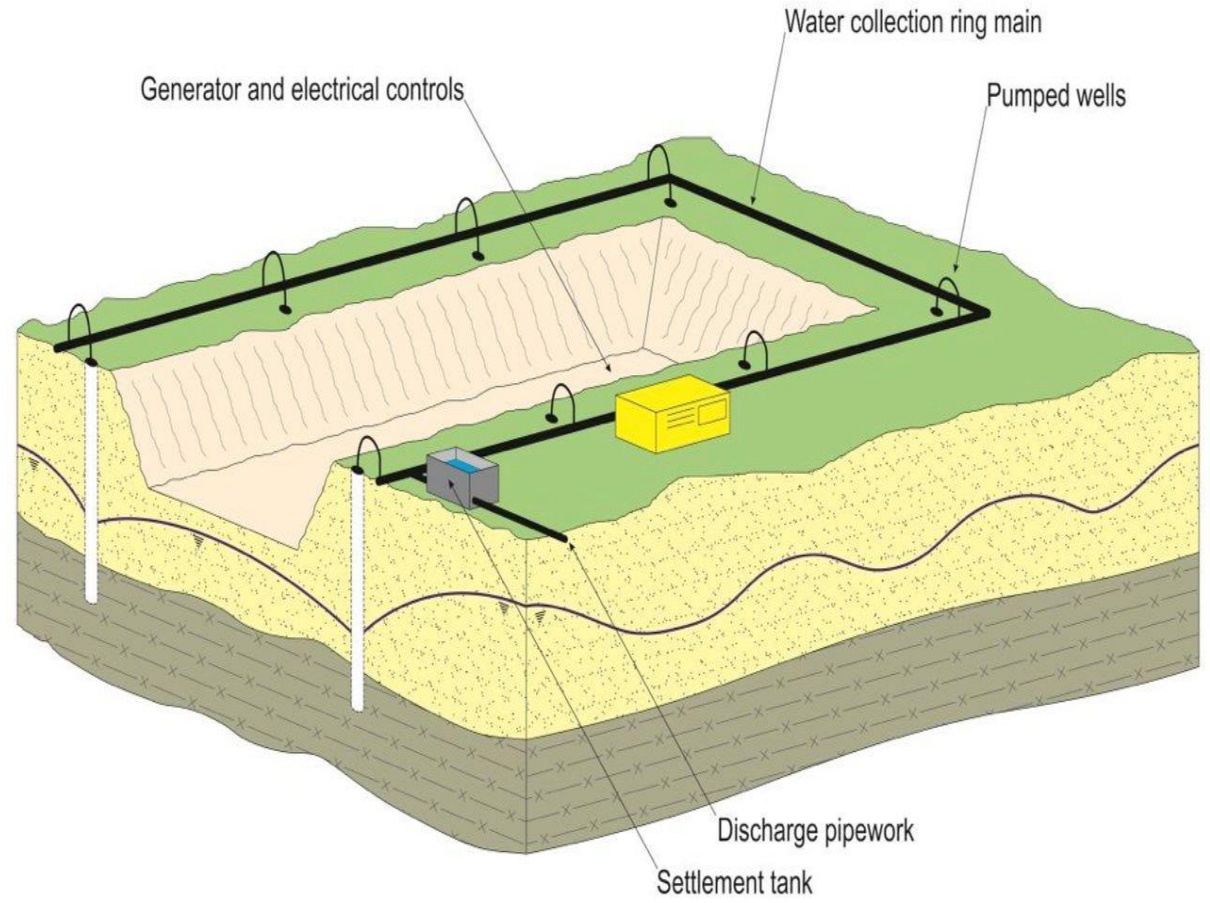
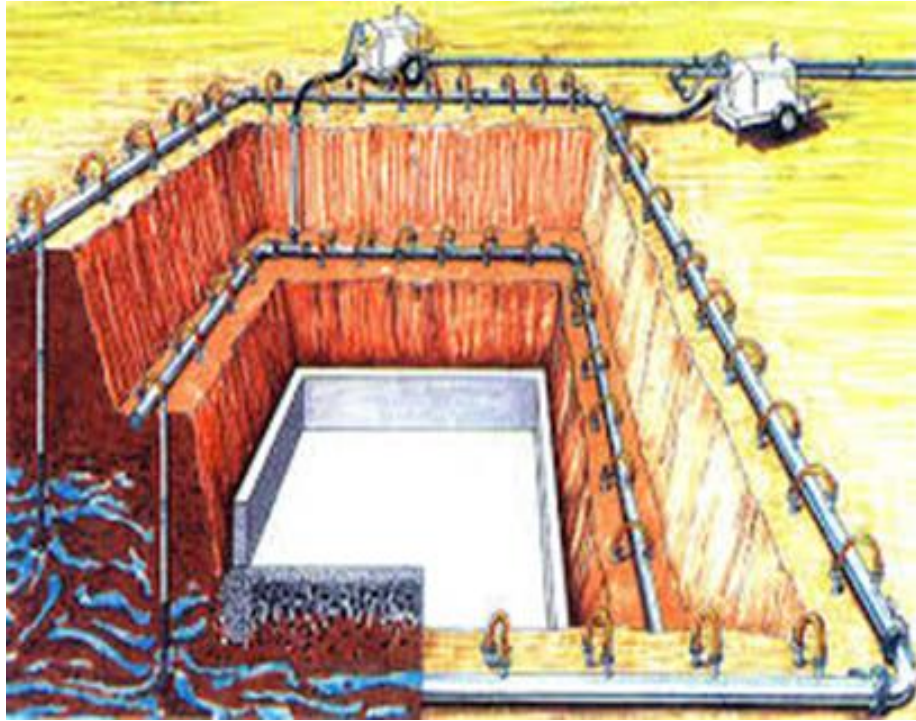


# نظام نقاط البئر



# مميزات نظام نقاط البئر:

1. إمكانية استخدام أكثر من حلقة واحدة من انابيب السحب حول موقع الحفر وتكون كل حلقة بمنسوب مختلف.
2. إمكانية تحديد المسافة بين انبوب وآخر وتحديد عمق غرز الأنبوب.
3. إمكانية خفض مستوى المياه الجوفية الى ما تحت ارضية الحفر.
4. تكون كلفة النظام مرتفعة نسبيا حيث تتضمن ايضا كلفة تحريات التربة الضرورية لتصميمه.
5. لايفضل استعمال نظام نقاط البئر في الترب الصخرية بينما يكون مثاليا في الترب الرملية.



# كفاءة نظام نقاط البئر:

تعتمد كفاءة النظام وكمية التصريف الممكنة على:

أ- نفاذية التربة ( Soil Permeability )

ب- الفرق بين منسوب مستوى المياه الجوفية ( Water Table ) ومنسوب أسفل الحفر  
( Bed Level )

# المسافة بين الأنابيب والوقت اللازم لسحب الماء

الجدول يبين القيم التقريبية للمسافات بين الأنابيب والوقت المطلوب لسحب المياه الجوفية لعدد من أنواع التربة:

الوقت اللازم للتصريف ( يوم )	المسافة بين انبوب وآخر ( متر )	نوع التربة
21 - 7 ( قد يستغرق وقت اطول )	2.0 - 1.5	رملية غرينية ( Silty Sand )
10 - 3	1.5 - 1.0	رمل نظيف ناعم الى خشن ( Clean Fine to Coarse Sand ) وحصى رملي ( Sandy Gravel )
2 - 1	1.0 - 0.5	حصى ناعم الى خشن ( Fine to Coarse Gravel )



## 4. الطرق الأخرى

• يمكن استخدام طرق أخرى لسحب المياه من مناطق الحفر ولكنها عادة تكون أكثر كلفة وأقل شيوعاً، مثل:

1. استعمال المبالز الإعتيادية ( Drains ) حول ساحة العمل.

2. استعمال طريقة التناضح الكهربائي ( Electrical Osmosis ) حيث يستخدم لسحب المياه من التربة

ذات النفاذية القليلة عن طريق غرز أنابيب فولاذية تعمل كأقطاب سالبة

( Cathode ) وأنابيب أخرى أصغر منها قطراً كأقطاب موجبة ( Anode ) وعند تسليط فرق جهد

مقداره 40 – 180 فولت فإن المياه الجوفية تسري باتجاه القطب السالب حيث يتم سحبها.

3. تجميد التربة.

4. استعمال الهواء المضغوط.

5. تثبيت التربة.

6. حقن التربة.

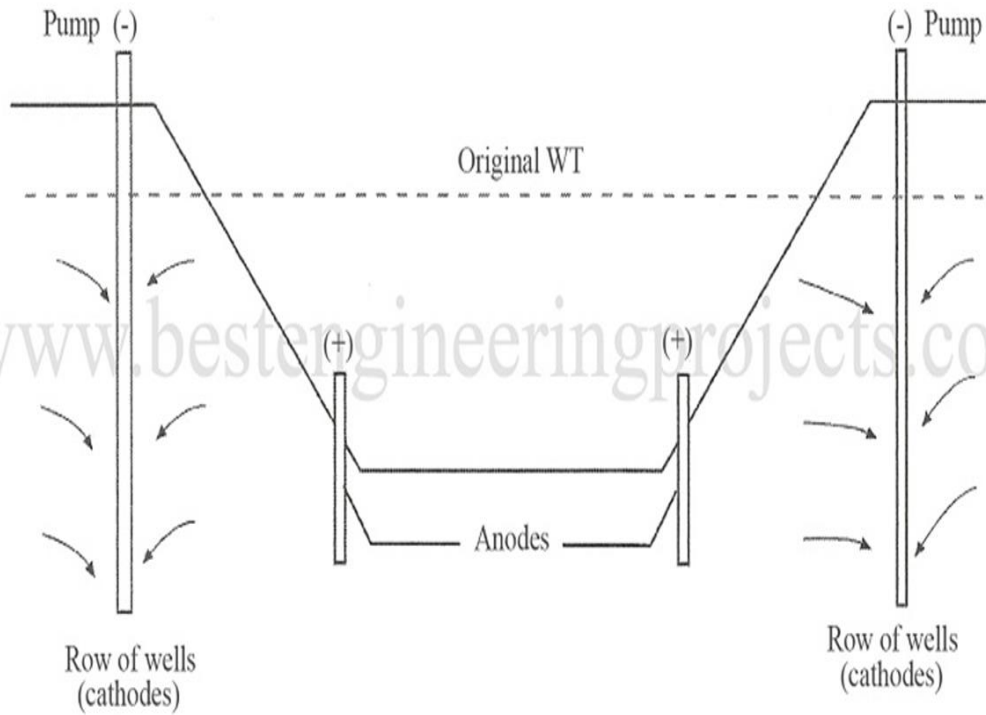


Fig 1 Electro-osmosis Method

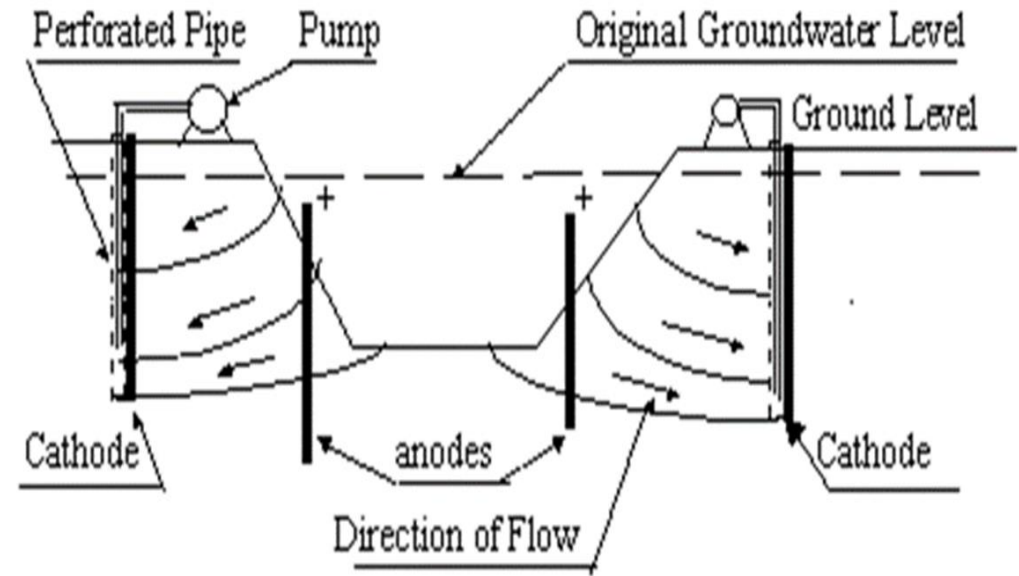


Fig. 8.8 Control of Groundwater by Electro-Osmosis Methods

# الأملائيات الترايبية و رص التربة

□ تحتاج جميع الأبنية الى أعمال إملائيات ترايبية لغرض:

1. إعادة ردم جوانب الأسس بعد تنفيذها.
2. إعادة ردم قنوات المجاري والخدمات.
3. أعمال الأرضيات لغرض رفع منسوبها الى المستوى المطلوب.

# الإجراءات المطلوبة في أعمال الإملائيّات:

1. قشط التربة السطحية بسمك حوالي 15 سم لإزالة آثار النباتات والمواد العضوية وللوصول الى طبقة التربة ذات التحمل الجيد حيث تكون التربة السطحية مشوشة ( disturbed ).
  2. يجب القيام برص ( حدل ) سطح التربة الطبيعية بعد القشط وذلك للحصول على درجة الرص المطلوبة. ويتطلب ذلك رش سطح التربة بكمية مناسبة من الماء ( تسمى المحتوى الرطوبي الأمثل وهي ضرورية للحصول على الكثافة الجافة العظمى ).
- حيث يمكن القيام بحدل (رص) التربة بواسطة مدقات يدوية ( قاعدة معدنية مسطحة ثقيلة مثبتة بعمود معدني) أو بواسطة معدات ميكانيكية صغيرة تسمى المدقات او الحادلات ( Compactors or Rammers ) ويمكن ايضا استعمال الحادلات الكبيرة إذا كان موقع العمل واسعا بصورة كافية.

3. إجراء فحص لأخذ نماذج من التربة للتأكد من الحصول على درجة الحدل (الرص) المطلوبة.

بعد التأكد من وصول طبقة الأرض الطبيعية لدرجة الحل المطلوبة يتم المباشرة بفرش (نشر) طبقة الأولى من الطبقات الإملائية بحيث يكون الفرش بصورة منتظمة وبسمك لايتجاوز 25 سم (بعد الرص).

4. إختيار تربة الأملائيات بحيث تكون:

أ- خالية من المواد العضوية وجذور النباتات والأنقاض.

ب- ذات خواص هندسية مناسبة مثل خابط الحصى والرمل والتربة الطينية الممزوجة بالرمل.

بدلاً من ذلك يمكن استخدام التربة الناتجة من الحفريات في نفس موقع العمل إذا كانت صالحة للاستعمال، ولذا يجب:

- أ- القشط التربة بسمك 15 سم قبل البدء بعملية الحفر والتخلص منها خارج موقع العمل.
- ب- مباشرة بالحفر وتكديس التربة المستخرجة (إذا كانت صالحة لأعمال الأملائيات) داخل موقع العمل.

5. رش الطبقة الأولى من التربة بكمية مناسبة من الماء والأنتظار لفترة مناسبة لحين انتشار الماء بصورة متجانسة على كل عمق الطبقة.

6. القيام بعملية الحدل لحين الوصول لدرجة الحدل المطلوبة، والتأكد من ذلك عن طريق الفحص. القيام بفرش ورش وحدل وفحص بقية الطبقات لحين الوصول للمنسوب المطلوب.





# رص التربة:

- إن الهدف من رص (حدل) التربة ( Compaction ) هو لزيادة قوتها وجعلها قابلة لمقاومة الأحمال المسلطة عليها بمقدار مقبول من الإنضغاط أو الأنكباس ( Compressibility ).
- إن ذلك يستوجب أن تكون التربة بنوعية صالحة ( من حيث التدرج الحبيبي والخواص الفيزيائية) وخالية من المواد العضوية.
- وكذلك يجب أن تتم عملية الحدل عندما تكون نسبة الرطوبة في التربة مساوية للرطوبة المثلى ( Optimum Moisture Content ).

- إن كون الرطوبة مساويا للرطوبة المثلى يكون ضروريا للحصول على أعلى قيمة للكثافة الجافة للتربة والتي تسمى **بالكثافة الجافة العظمى ( Maximum Dry Density )**.
- يتم قياس نسبة الرطوبة المثلى والكثافة الجافة العظمى في مختبر التربة وذلك بأخذ عينة من التربة المراد رصها وإجراء الفحوصات المختبرية عليها.
- إن قيمة الرطوبة المثلى والكثافة الجافة العظمى المقابلة لها تعتمد على نوع التربة لذا يجب إجراء فحص مختبري لكل نوع من التربة.
- في موقع العمل فإن الغاية من الحدل هو إيصال طبقة التربة الى كثافة بحدود 90-100% من الكثافة الجافة العظمى المحسوبة مختبريا، تسمى **بدرجة الحدل أو الرص**.

# المعدات المستخدمة في رص التربة:

يمكن ان تقسم الى نوعين:

## 1. المعدات الصغيرة وتشمل:

1. **المدقات اليدوية:** تكون مكونة من قاعدة حديدية مسطحة مرتبطة بمقبض على شكل عمود معدني. وتستخدم في الأماكن الضيقة والمساحات الصغيرة وتكون كفاءتها منخفضة.

2. **المدقات أو الحادلات المسحوبة باليد:** وتكون على شكل اله ميكانيكية صغيرة تعمل على توجيه ضربات سريعة متتالية للتربة ويتم امرارها على التربة عن طريق سحبها باليد. توجد ايضا انواع منها تحتوي على عجلات بشكل اسطوانات فولاذية تتحرك اليها ويتم توجيهها بالسحب باليد.











## ١١. المعدات الكبيرة

وتشمل الحادلات بأنواعها المختلفة

1. حادلات ظلفيه لحدل التربة الطينية
2. حادلات الإطارات المطاطية لحدل التربة الحبيبية
3. حادلات اسطوانية ملساء لحدل وتسوية الأسطح النهائية للتربة ولأعمال الأسفلت



د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

أعمال الأسس

Footing and Foundations works

# الأسس ( Foundations ):

□ الأساس: هو ذلك القسم من المنشأ الذي يشيد عادة تحت مستوى الأرض الطبيعية.

□ **وظيفة الأساس:** هي نقل أحمال المنشأ الى طبقات التربة القادرة على تحملها.

□ المواد التي ينشأ منها الأساس:

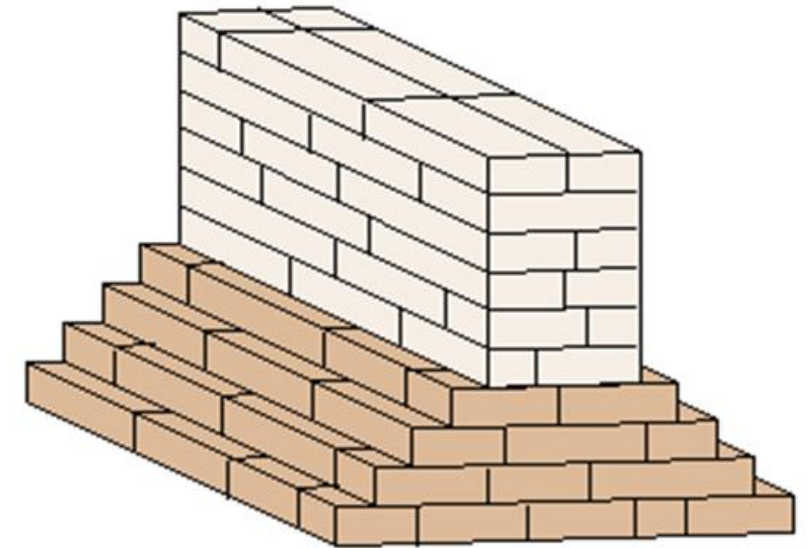
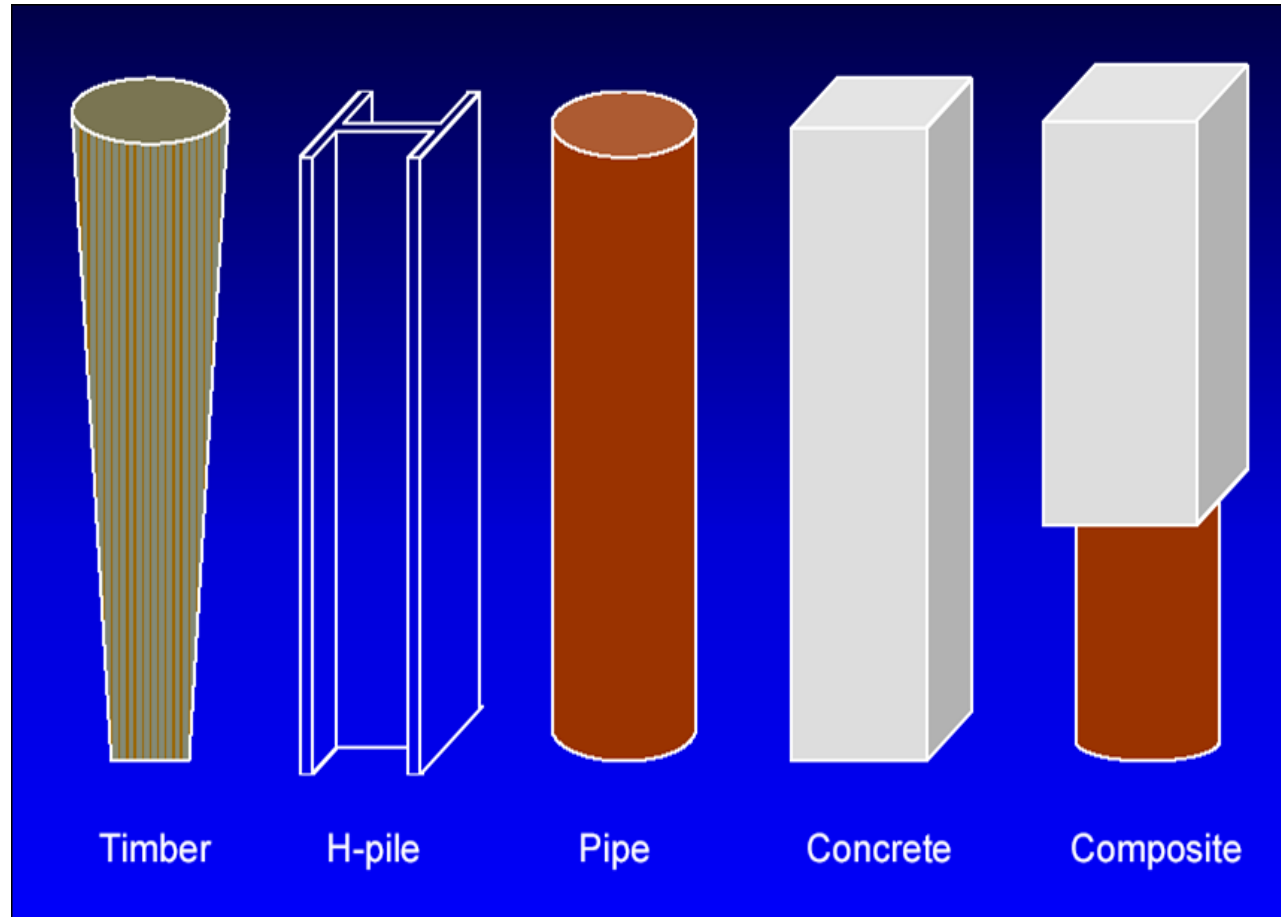
i. الخرسانة المسلحة وغير المسلحة

ii. الفولاذ

iii. الخشب

iv. الحجر

v. الطابوق



brick or masonry foundation or strip footing



# العوامل التي تحدد عمق الأساس:

1. طبيعة التربة وعمق طبقاتها الصالحة لتحمل احمال المنشأ .
2. تأثير الطقس وتعرض الاسس الى تأثيرات الانجماد والتمدد والتقلص لذا يجب بناء الاسس على عمق لا يقل عن 30 سم لحمايتها.
3. مستوى المياه الجوفيه وجعل الاسس فوق هذا المستوى لتجنب صعوبات التنفيذ.
4. موقع الاساس من البناء ذو خدمات معينة كسرداب او ملجأ او محل وقوف سيارات.

5. اسس الابنية المجاورة والاحمال التي تنقلها وتأثيرها على تحديد عمق الاسس الجديدة.

6. عمل الاسس بعمق لا يؤثر على الاشجار التجميلية التي يرغب ببقائها.

7. علاقة عمق الاسس مع ممرات وقنوات ومجاري الخدمات (Underground Services)

مثل الخدمات الصحية والكهربائية والميكانيكية الخاصة بذلك النشأ.



# طبيعة التربة و علاقتها بالاسس:

يجب قبل المباشرة بتصميم الأسس إجراء فحص لتربة الموقع من قبل مختبر هندسي

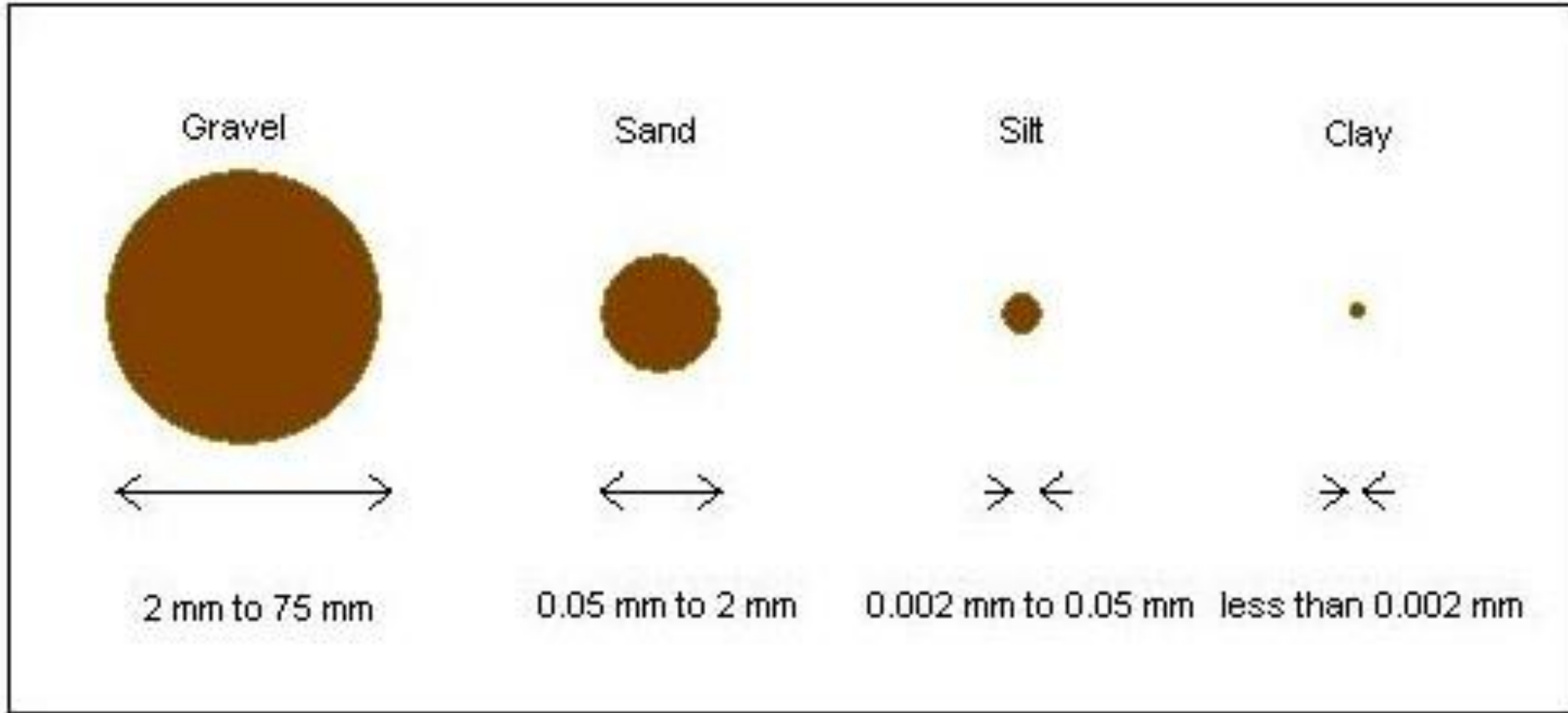
متخصص للتعرف على:

1. عمق كل طبقة من طبقات التربة وسمكها.
  2. الخواص الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية لكل طبقة.
  3. مقدار تحمل طبقات التربة للأحمال.
  4. نوعية الاسس المناسبة.
  5. مقدار الهبوط المتوقع للمنشأ نوعا ومقدارا.
- ❖ حيث يقدم المختبر تقريرا هندسيا بعد إجراء الفحوصات الحقلية والمختبرية يتضمن المعلومات أعلاه.

# مكونات التربة Soil components:

تتألف التربة من جزيئات أو حبيبات، وتبعا لحجم وخواص هذه الحبيبات يمكن تقسيم التربة الى أربعة أقسام هي:

- I. الطين Clay: تكون مكوناتها بحجم اصغر من 0.005 ملم.
- II. الغرين Silt: مكوناتها بحجم بين 0.005 – 0.075 ملم.
- III. الرمل Sand: مكوناتها بحجم بين 0.075 – 4.75 ملم.
- IV. الحصى Gravel: مكوناتها بحجم بين 4.75 ملم – 75 ملم.



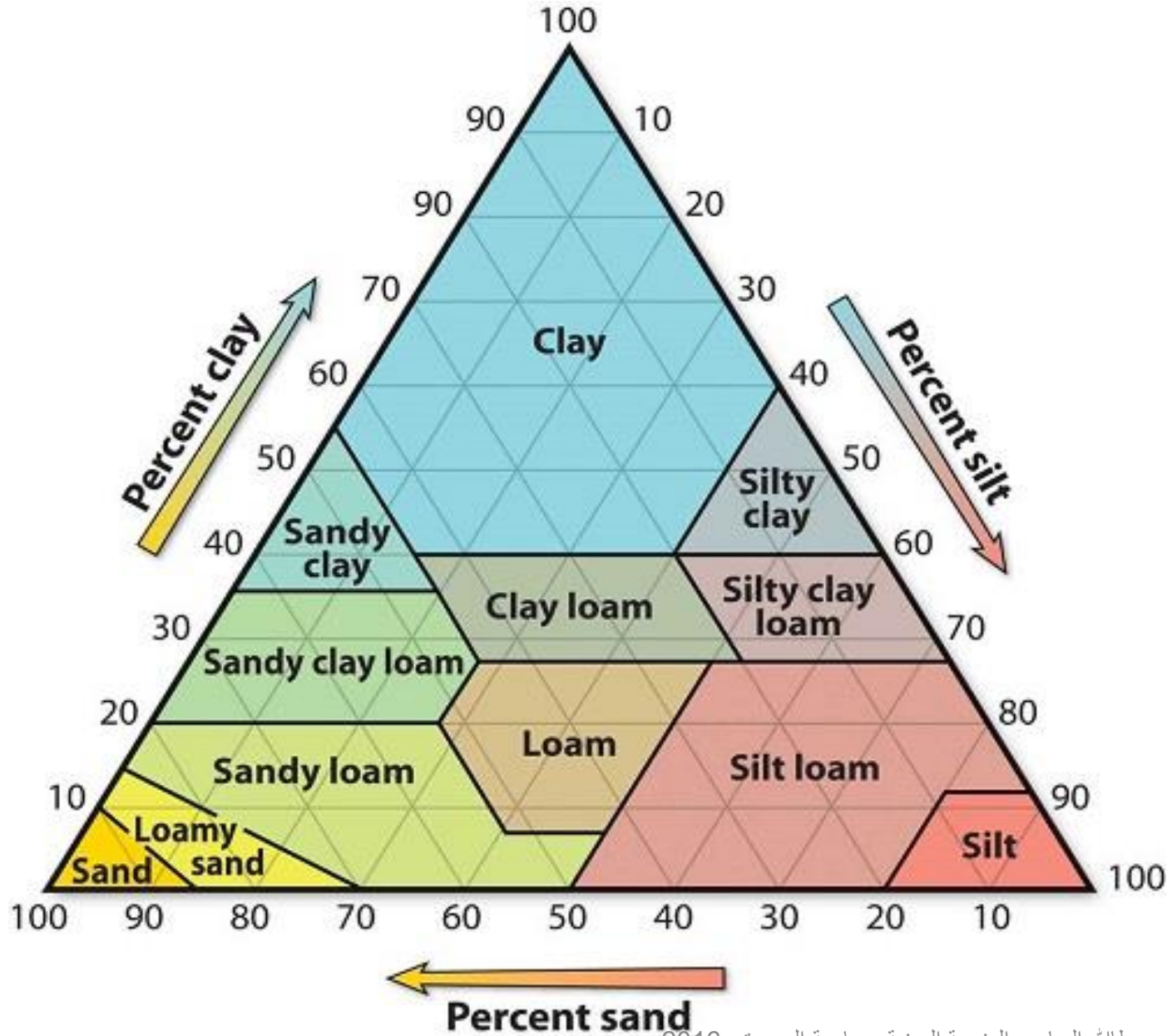
# Grain Size (mm)

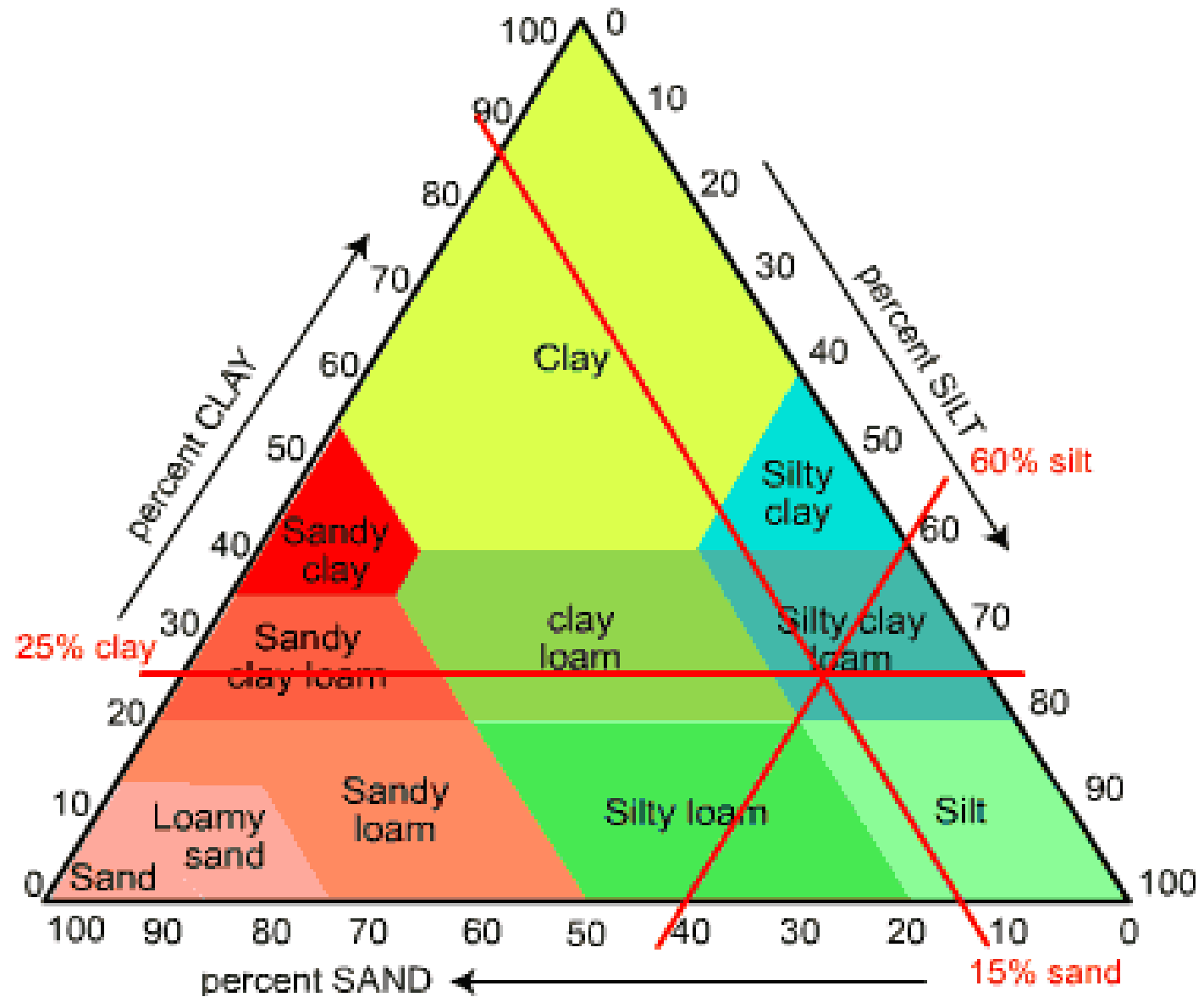
	100	10	1	0.1	0.01	0.001	0.0001
Classification System							
Unified	Cobbles	Gravel		Sand		Fines (silt and clay)	
	75	4.75		.075			
AASHTO	Cobbles	Gravel		Sand		Silt	Clay
	75	2		.05		.002	
MIT		Gravel		Sand		Silt	Clay
		2		.06		.002	
ASTM		Gravel		Sand		Silt	Clay
		4.75		.075		.002	
USDA	Cobbles	Gravel		Sand		Silt	Clay
	75	2		.05		.002	

# تصنيف التربة Soil Classification:

- تكون التربة الطبيعية مؤلفة من أكثر من قسم من الأقسام الأربعة الأساسية، ولذا يتم تصنيف التربة الى انواع فرعية كل منها مؤلف من نسب متفاوتة من تلك الأقسام.
- توجد عدة طرق لتصنيف التربة من بينها استعمال مخطط التربة المثلثي.
- من معرفة نسبة كل من المكونات الاساسية في نموذج التربة واسقاطها على المخطط المثلثي يمكن اعطاء وصف للتربة والذي يمكن اعتماده في تحديد الكثير من خواصها.

# المخطط المثلثي للتربة:





# قابلية تحمل التربة Soil Bearing Capacity:

تعتمد قابلية تحمل التربة للأحمال المسلطة على عدة عوامل منها:

1. تصنيف التربة ونسب مكوناتها.

2. نسبة الرطوبة.



**Table 9.1. Safe bearing capacity of different types of soil**

S. No.	Type of soils	Safe bearing capacity	
		In t/m <sup>2</sup>	In KN/m <sup>2</sup>
	<b>(A) Cohesionless soils</b>		
1.	Gravel, sand and gravel, compact and offering high resistance to penetration when execrated by tools (see note 2).	44.0	440
2.	Coarse sand, compact and dry (see note 3)	44.0	440
3.	Medium sand, compact and dry	24.5	245
4.	Fine sand, silt (dry lumps easily pulverized by the fingers)	15.0	150
5.	Loose gravel or sand gravel mixture, loose coarse to medium sand, dry (see note 2).	24.5	245
6.	Fine sand, loose and dry	10.0	100
	<b>(B) Cohesive soils</b>		
7.	Soft shale, hand or stiff clay in deep bed, dry	44.0	440
8.	Medium clay, readily indented with a thumb nail	24.5	245
9.	Moist clay and sand clay mixture which can be indented with strong thumb pressure	15.0	150
10.	Soft clay indented with moderate thumb pressure	10.0	100
11.	Very soft clay which can be penetrated several centimetres with the thumb	5.0	50
12.	Black cotton soil or other shrinkable or expansive clay in dry condition (50% saturation).	To be determined after investigation (see note 4)	
	<b>(C) Peat</b>		
13.	Peat	-do- (see notes 4 and 5)	
	<b>(D) Made up ground</b>		
14.	Fills or made up ground	-do- (see notes 2 and 5)	

# إنضغاط التربة Soil Compressibility:

تصنف التربة حسب تحملها الى نوعين:

1. التربة غير القابلة للأنضغاط: تشمل التربة الصخرية ذات التحمل العالي حيث يمكن البناء فوقها مباشرة بدون الحاجة لإنشاء أسس بشرط خلوها من التشققات والجيوب والمسامية العالية.

2. التربة القابلة للأنضغاط: وتشمل جميع أنواع التربة غير الصخرية، والتي تحتاج الى إنشاء أسس لتوزيع أحمال المنشأ حسب قابلية التحمل لها.

# أنواع الأسس :Types of Foundations

يمكن تقسيم الأسس الى صنفين أساسيين هما:

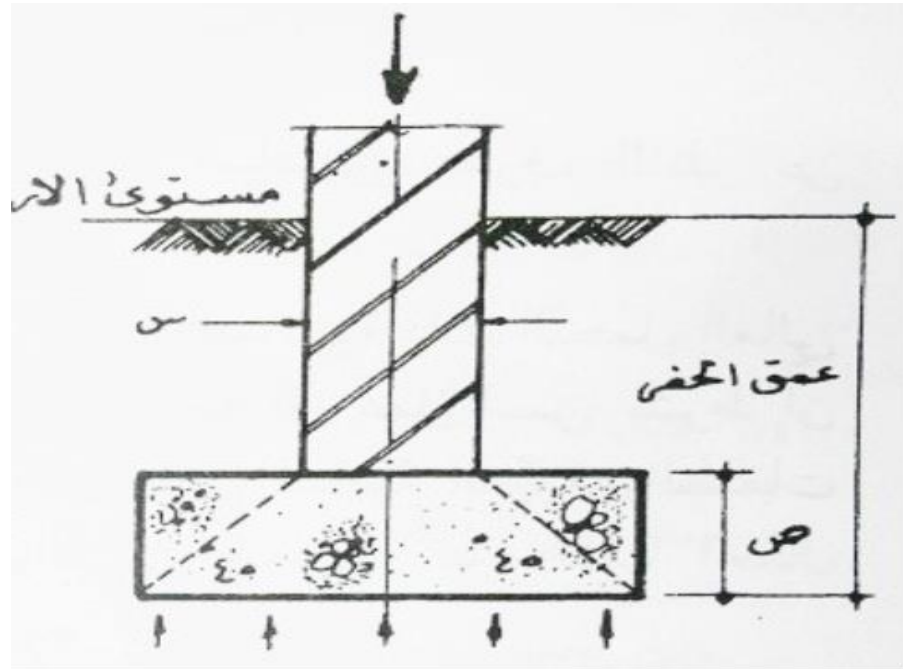
1. الأسس الضحلة Shallow Foundations: وهي التي تكون قريبة من مستوى سطح التربة.
2. الأسس العميقة Deep Foundation: وهي التي تكون تمتد لعمق كبير داخل التربة.

توجد عدة أنواع من الأسس حسب نوع المنشأ وإمكانية الاستفادة من الأساس، وهي:

1. الأساس الجداري wall footing
2. الأساس الشريطي Strip footing
3. الأساس المنفرد Isolated footing
4. الأساس المتصل Combined footing
5. الأساس النائي Cantilever footing
6. الأساس المستمر Continuous footing
7. الأساس الحصييري Raft foundation
8. الأساس الطفو Buoyancy foundation or tanked basement
9. أساس الدعامات Piers
10. أسس الركائز Piles

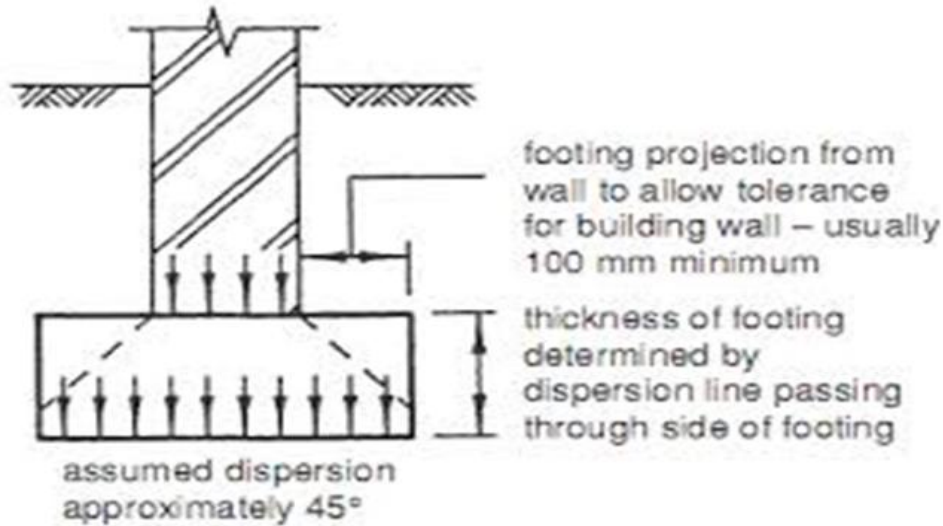
# 1. الأساس الجداري Wall footing:

- يستعمل هذا النوع من الأساس مع الجدران الحاملة.
- يتم انشاءة من الخرسانة الاعتيادية او المسلحة او في بعض الاحيان من الطابوق المصخرج ومونة السمنت.
- ينتقل الحمل في الأساس بمسار الاجهاد القصي shear stress path ذو الميل 45 درجة مع الافق.

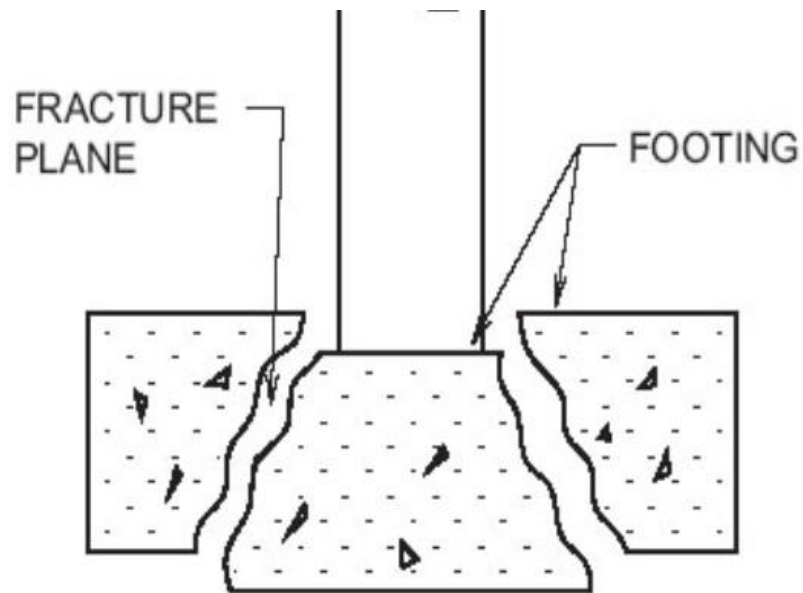


• يكون عرض الاساس الذي سمكة (ص) مساويا الى (س + 2ص) على ان لا تقل قيمة (ص) عن:

- أ- (20) سم للاساس من الخرسانة غير المسلحة، و  
ب- (15) سم للاساس من الخرسانة المسلحة.



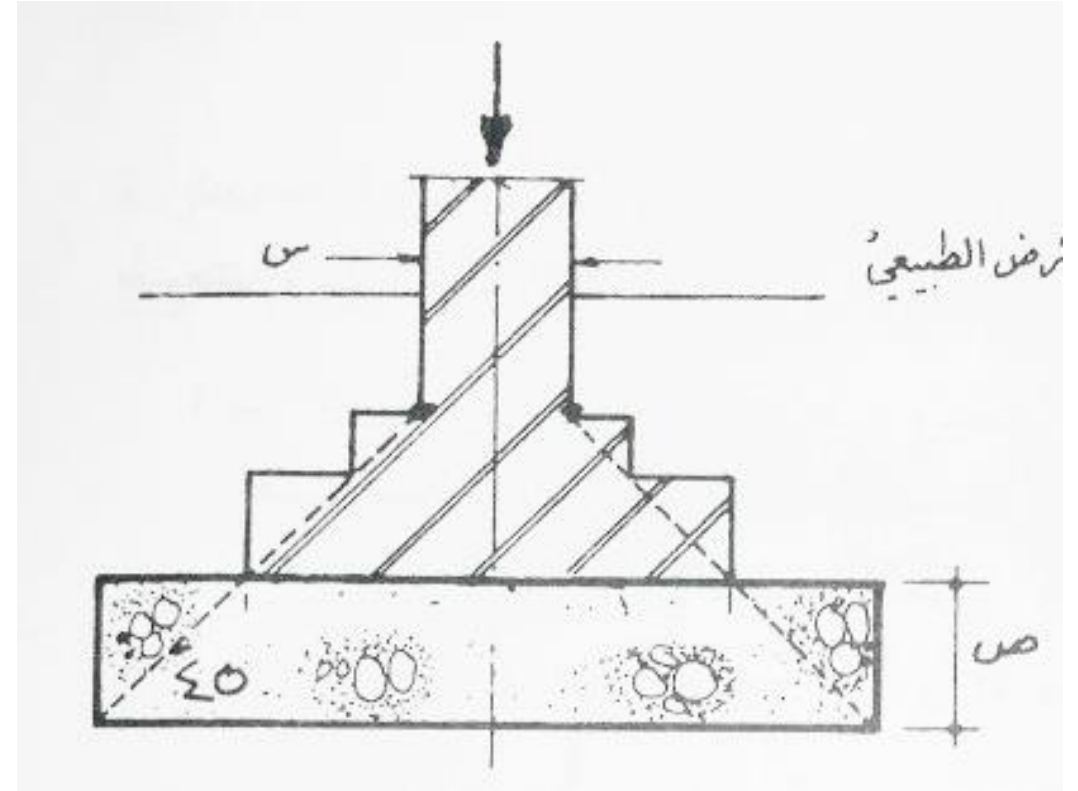
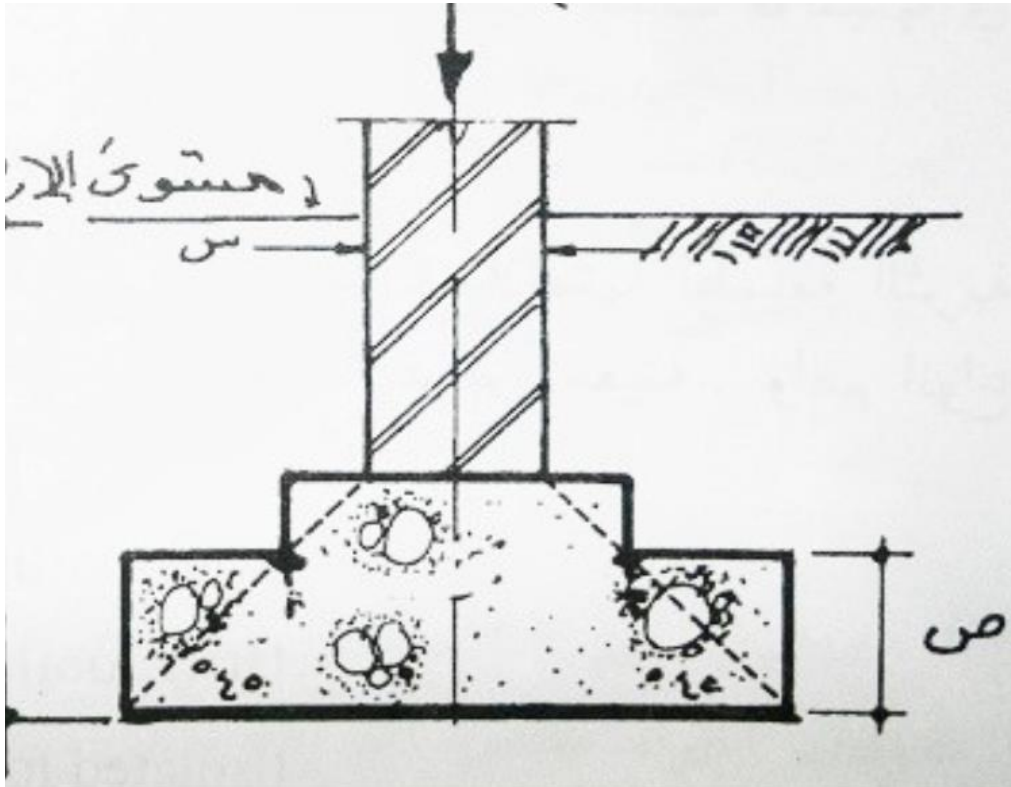
- قد يكون عرض الاساس احيانا بموجب التصميم الهندسي اكثر من (س + 2ص) وذلك لنقل الاحمال الى التربة بضمن حدود تحملها.



- في هذه الحالة من الممكن حدوث كسر في الأساس نتيجة عزم الانحناء.

لتجنب حدوث كسر في الأساس، يمكن عمل الأساس الجداري بثلاث حالات هي:

1. عمل تدرّيج في الجدار الحامل او في الاساس الخرساني بحيث يبقى مساري الجهاد القصي المرسومين من طرفي التدرّيج ضمن عرض الساس المطلوب.

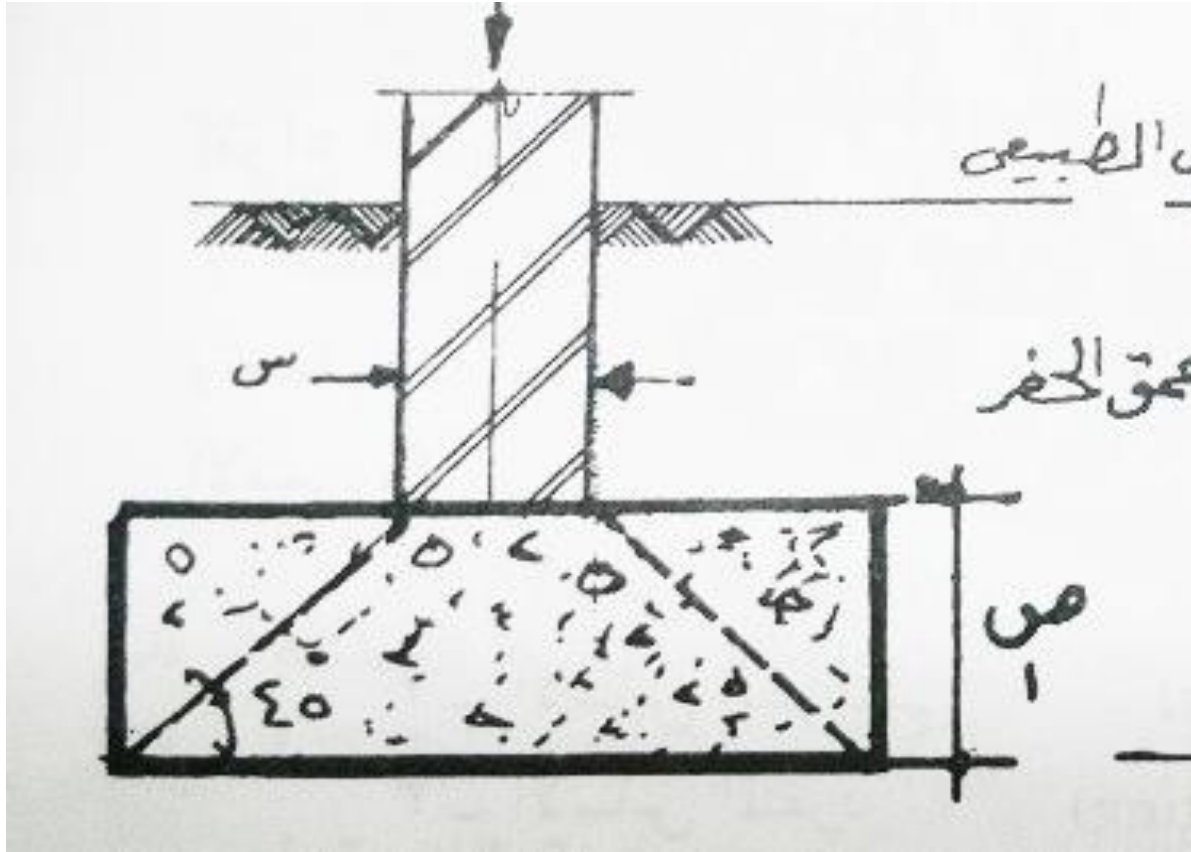




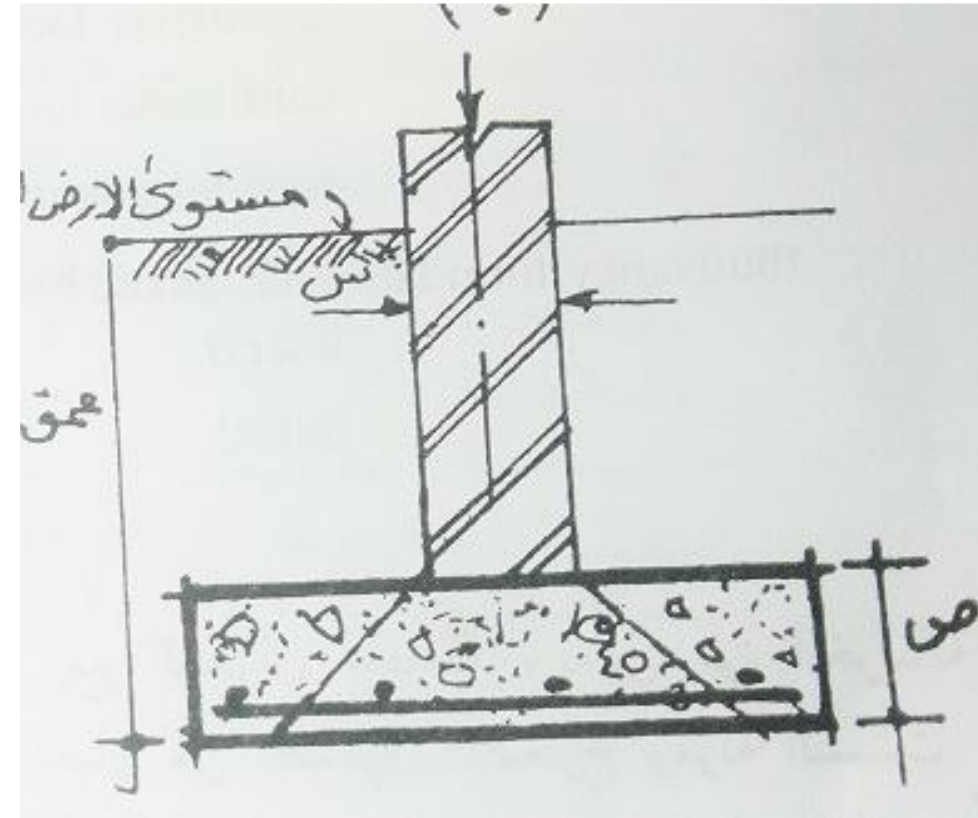
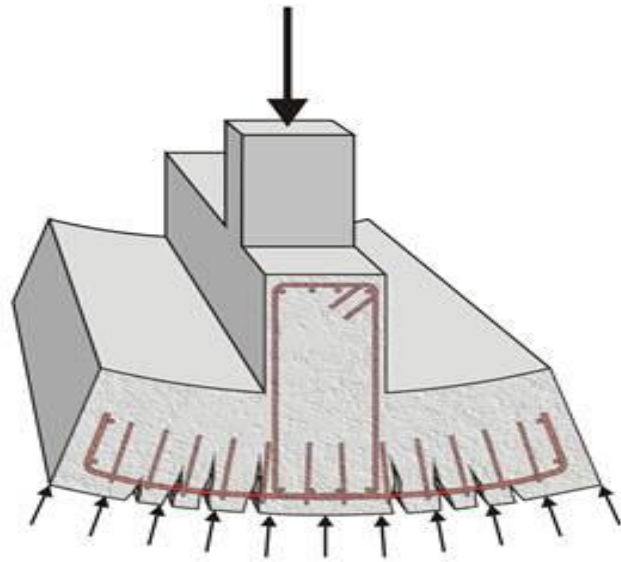
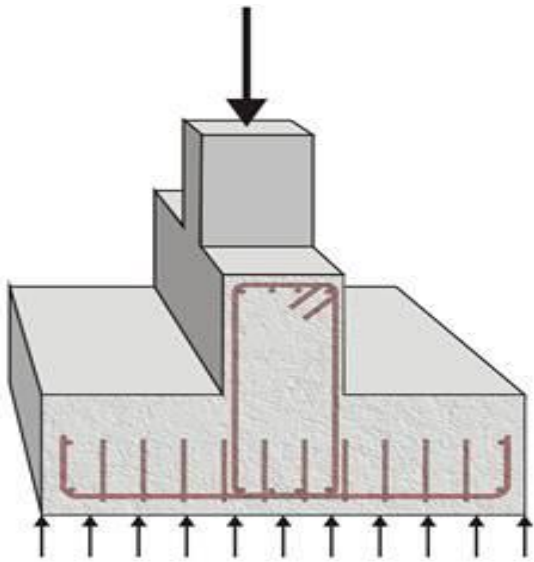
2. زيادة سمك الاساس ليكون مساويا الى (ص) والذي يتحدد بألتقاء مسار الاجهاد القصي من حافة الجدار الحامل وعرض الاساس . حيث يمكن حساب ص من المعادلة:

$$\text{عرض الأساس} = 2 + \text{ص}$$

$$\text{ص} = (\text{عرض الأساس} - \text{ص}) / 2$$



### 3. استعمال تسليح انشائي بدون تغيير سمك الاساس.



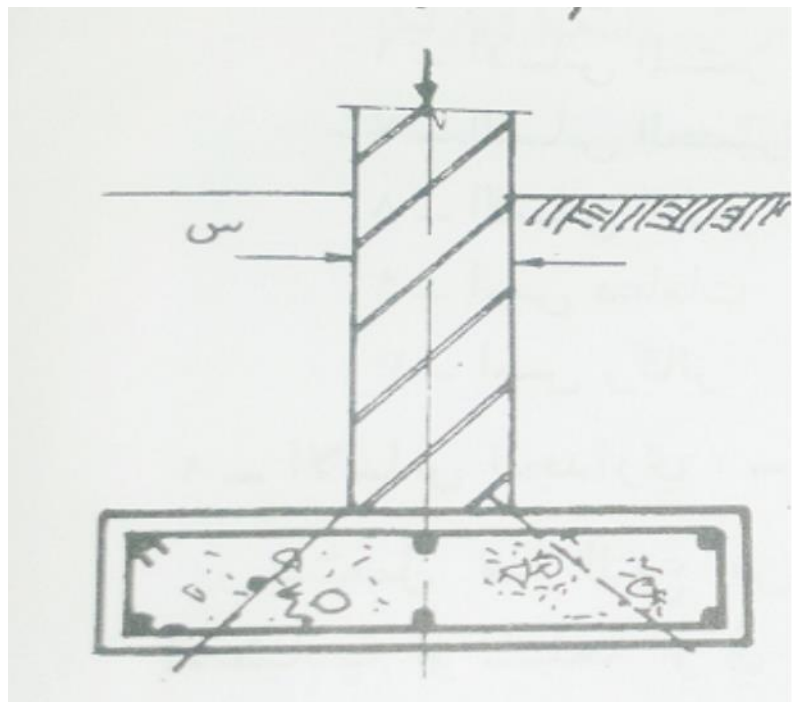
## ملاحظة (1):

يجب عمل الأساس الجداري من الخرسانة المسلحة، ويكون التسليح بالاتجاهين، بطبقة واحدة في الجانب الأسفل أو بطبقتين حسب ما يتطلبه التحليل الإنشائي، وذلك في الحالات التالية:

(1) عندما يتوقع حدوث هبوط غير منتظم في التربة تحت الأساس.

(2) عند وجود عزوم انحناء في مواقع الأحمال المركزة

عند فتحات الشبابيك والأبواب الكبيرة.





د. عبدالأمير عطالله المياح

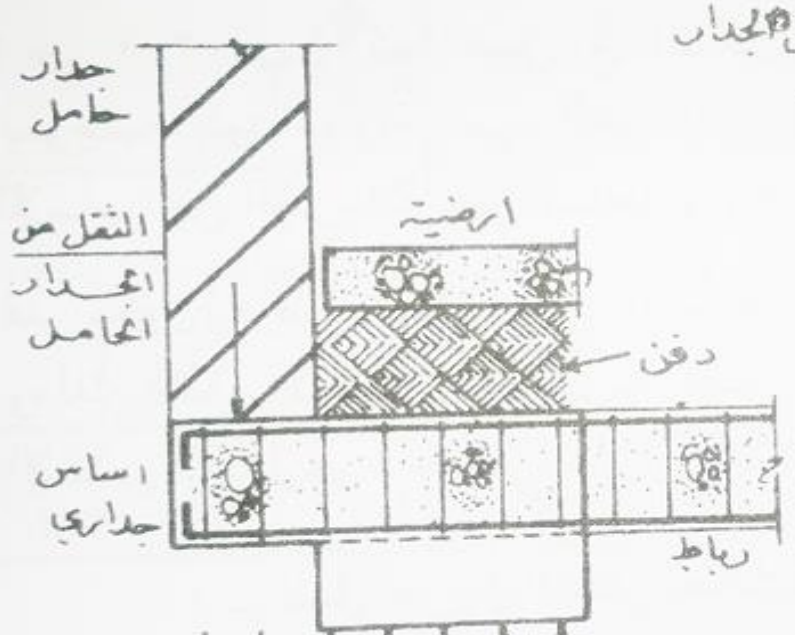
## ملاحظة (2):

■ عندما يكون الأساس هو لجدار ملاصق لحدود بناية مجاورة، فإن محصلة حمل الجدار سوف لن تكون متمركزة بمنتصف عرض الأساس. في هذه الحالة ستتولد عزوم انحناء قد تؤدي الى ميلان الأساس وحدوث الفشل أو ارتفاع الأرضيات وظهور التشققات.

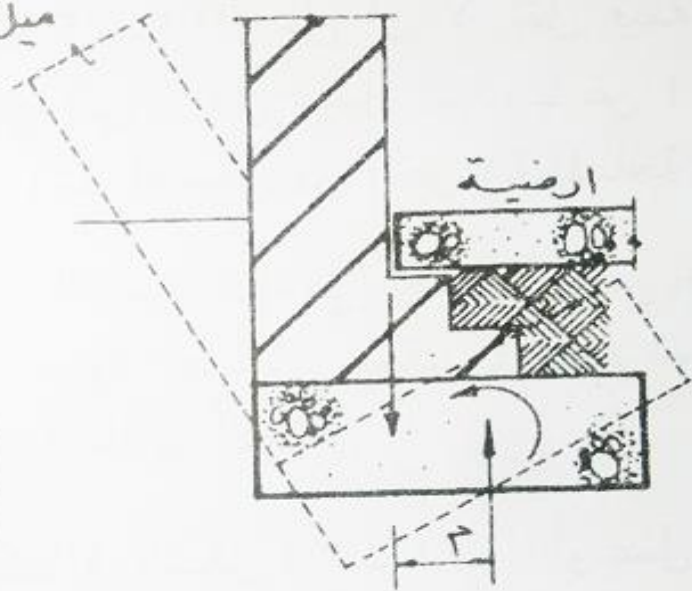
■ يتم معالجة ذلك بواسطة:

(1) معادلة العزم المتولد عن الحمل اللامركزي للجدار عن طرق تسليط احمال من الأرضيات وطبقات الدفن والتي ستتولد عزم بعكس الاتجاه.

(2) استعمال رباطات من الخرسانة أو الفولاذ لنقل تاثير العزوم الى الجدران المجاورة.



ميل الحجار



عزم انحناء

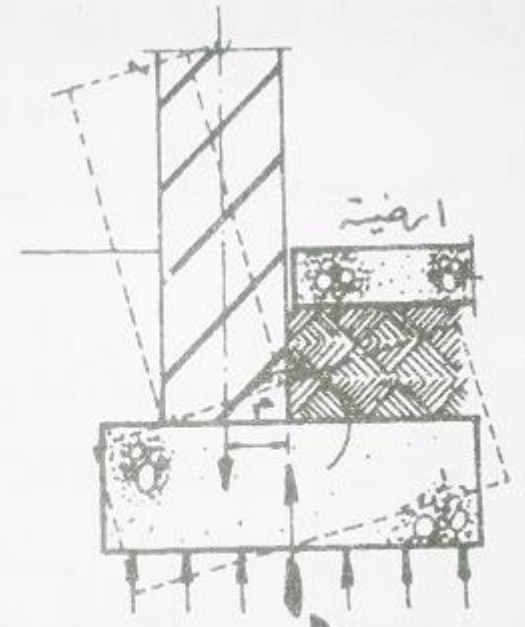
اساس جداري ملاصق حدود

بناء مجاور

معالجة اساس جداري زووعزم

انحناء، برابط وانتقال معادلة

د. عبدالأمير عطالله المنيح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016



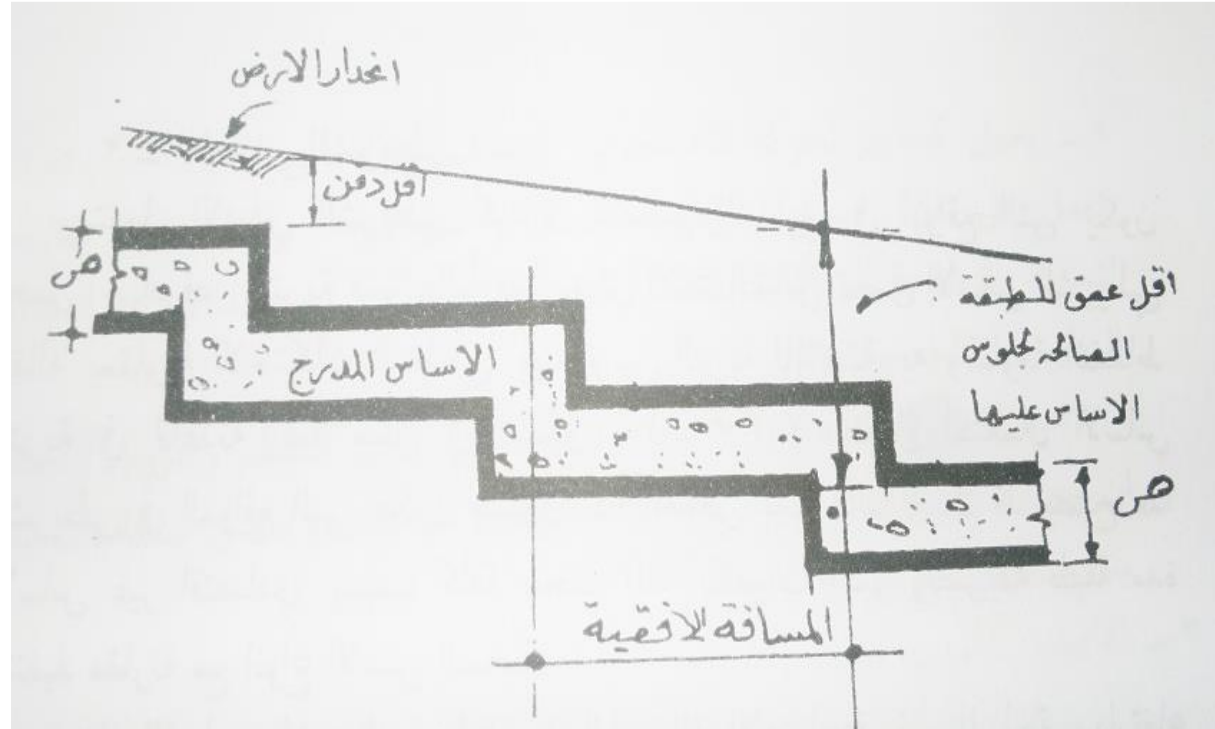
عزم الانحناء

محملة تحمل الاساس



# الأساس الجداري المدرج :Stepped Foundation

- يستعمل الأساس الجداري المدرج عندما يكون الموقع ذو انحدار مما يجعل كميات الحفر والدفن فوق الاساس كبيرة اذا اريد جعلها بمنسوب واحد.



Stepped Foundation



## ملاحظات:

1. يتم تحديد المسافة الأفقية بين تدرج وآخر من معرفة انحدار الموقع وعمق طبقات التربة القوية.
2. يفضل ان يكون تغير منسوب الأساس في مواقع التدرج مساويا الى سمك الأساس.
3. يفضل جعل مسافة التشكيل مساوية الى سمك الأساس وذلك للحصول على تدرج منتظم وغير حاد وبأعماق حفر ودفن مقبولين.

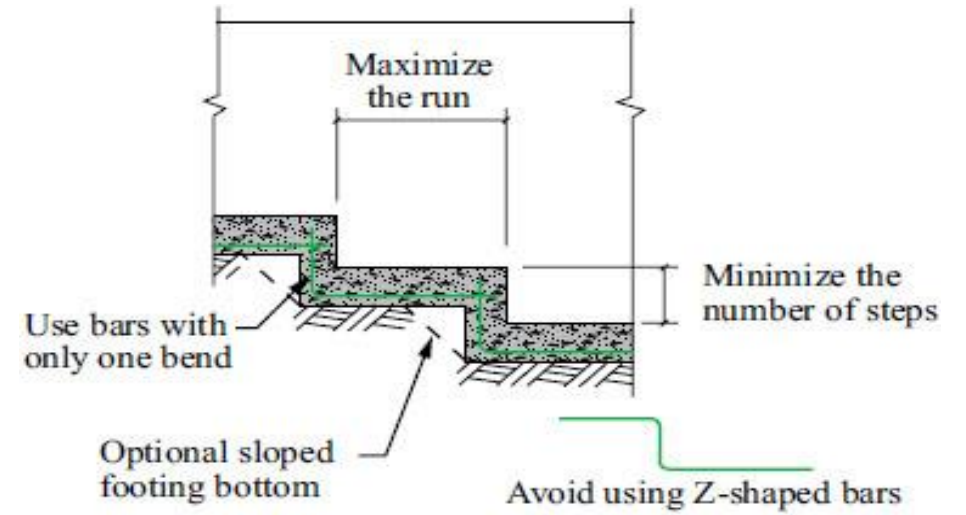
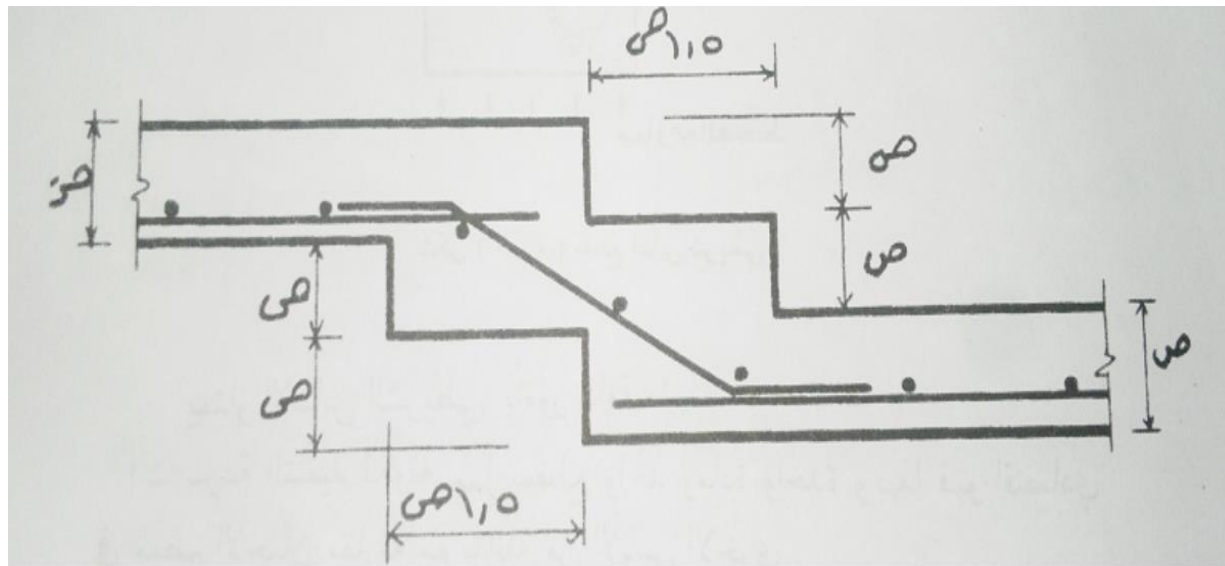
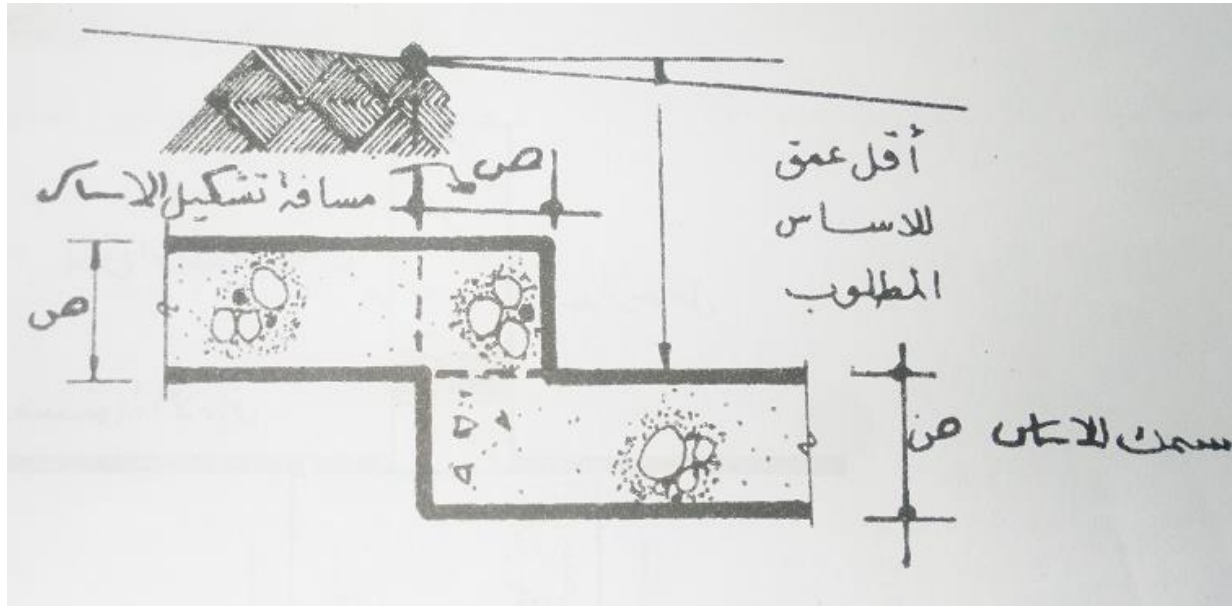
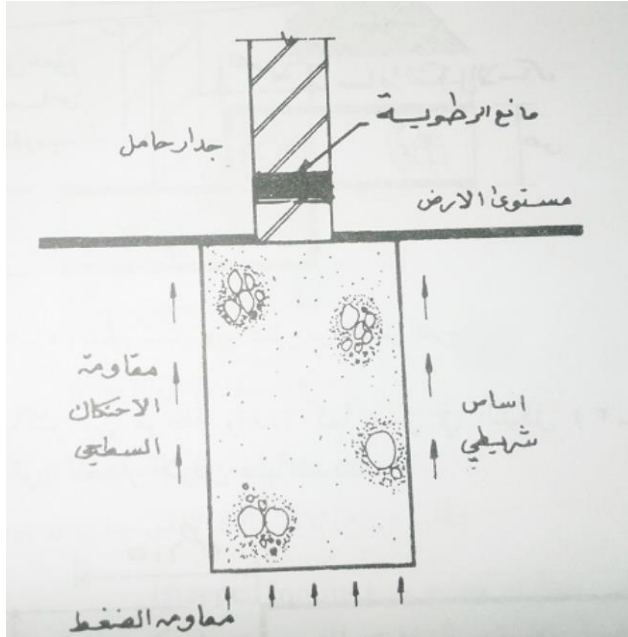


Fig. 3: Preferred details for stepped footings

## 2. الأساس الشريطي Strip Footing :

□ ويستعمل كبديل عن الأساس الجداري في المواقع التي يكون تحمل اجهاد قص التربة فيها عاليا ويتم انشاءه من الخرسانة الأعتيادية غير المسلحة عادة.

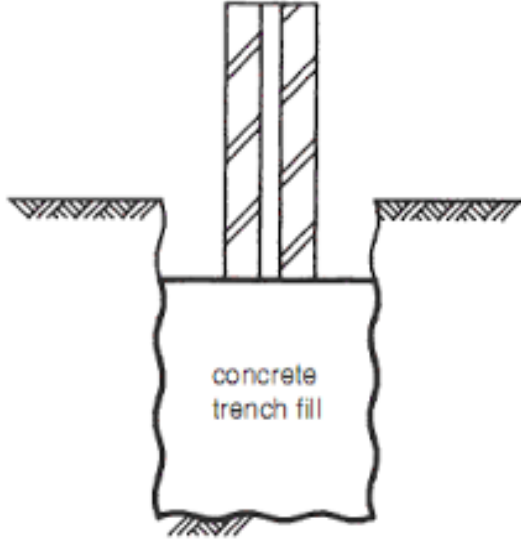
□ لايفضل استعمال الأساس الشريطي في المواقع التي يكون مستوى المياه الجوفية عاليا، بسبب كلفة سحب المياه بكميات كبيرة طيلة فترة العمل لكون الحفر عميقا.



يكون نقل الأحمال من الأساس الشريطي للتربة عن طريق:

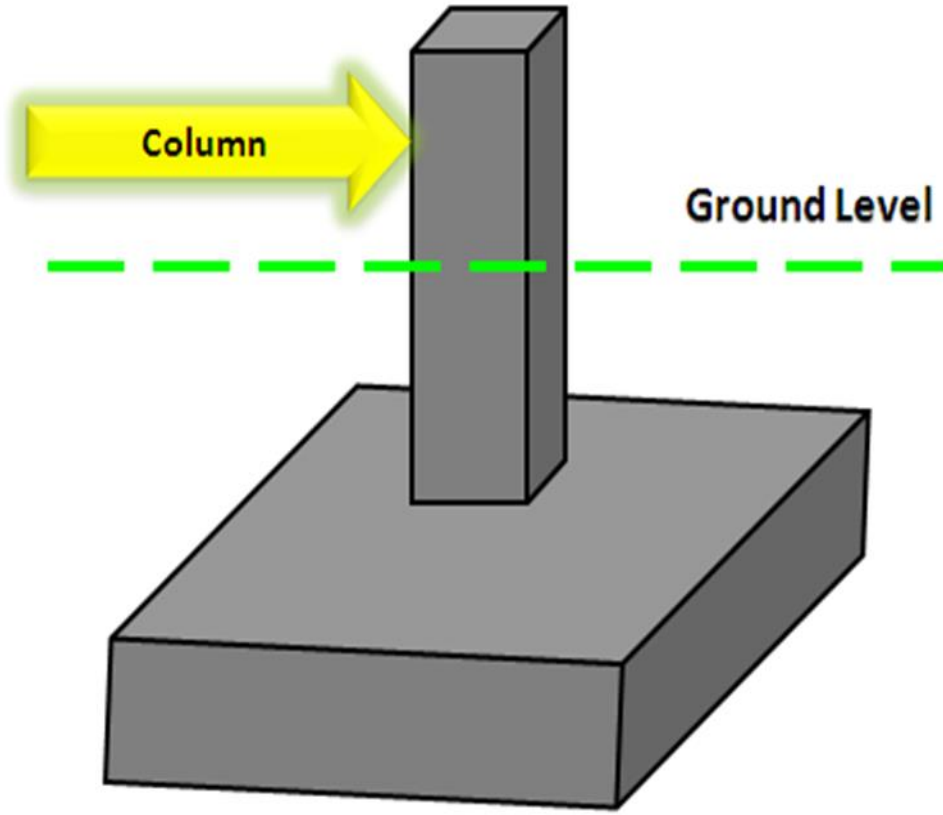
- 1) مقاومة الاحتكاك السطحي بينه وبين التربة الملاصقة لجوانبه.
- 2) مقاومة انضغاط التربة في قاعدته.

## يمتاز الاساس الشريطي بأمر هي:



- (1) سرعة التنفيذ لكونه يعمل بمقطع واحد وبمادة واحدة.
- (2) يعمل كحاجز لحركة المياه الجوفية بين طرفي الاساس.
- (3) يعمل على تقليل تسريب الرطوبة الى اقسام البناء العليا إذا اضيفت له مادة مانع الرطوبة.
- (4) يعمل كعتب عميق ذا مقاومة للنزول النسبي غير المنتظم ولعزوم الانحناء في مواقع الفتحات الكبيرة، ومن الممكن زيادة هذه المقاومة عن طريق إضافة حديد التسليح بنسبة قليلة.

### 3. الأساس المنفرد Isolated footing:



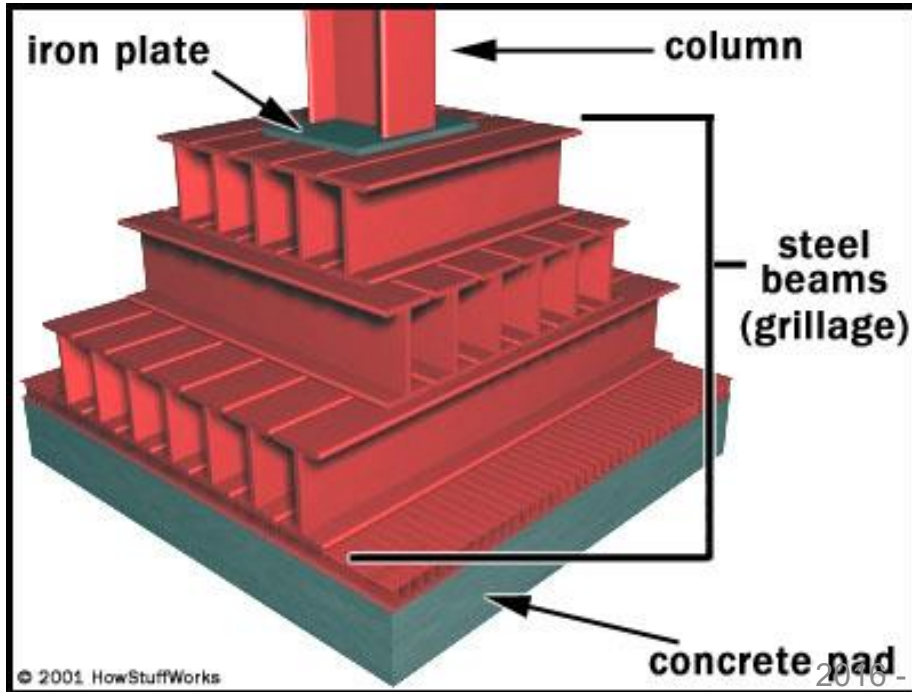
• يستعمل هذا الأساس لنقل حمل مركز

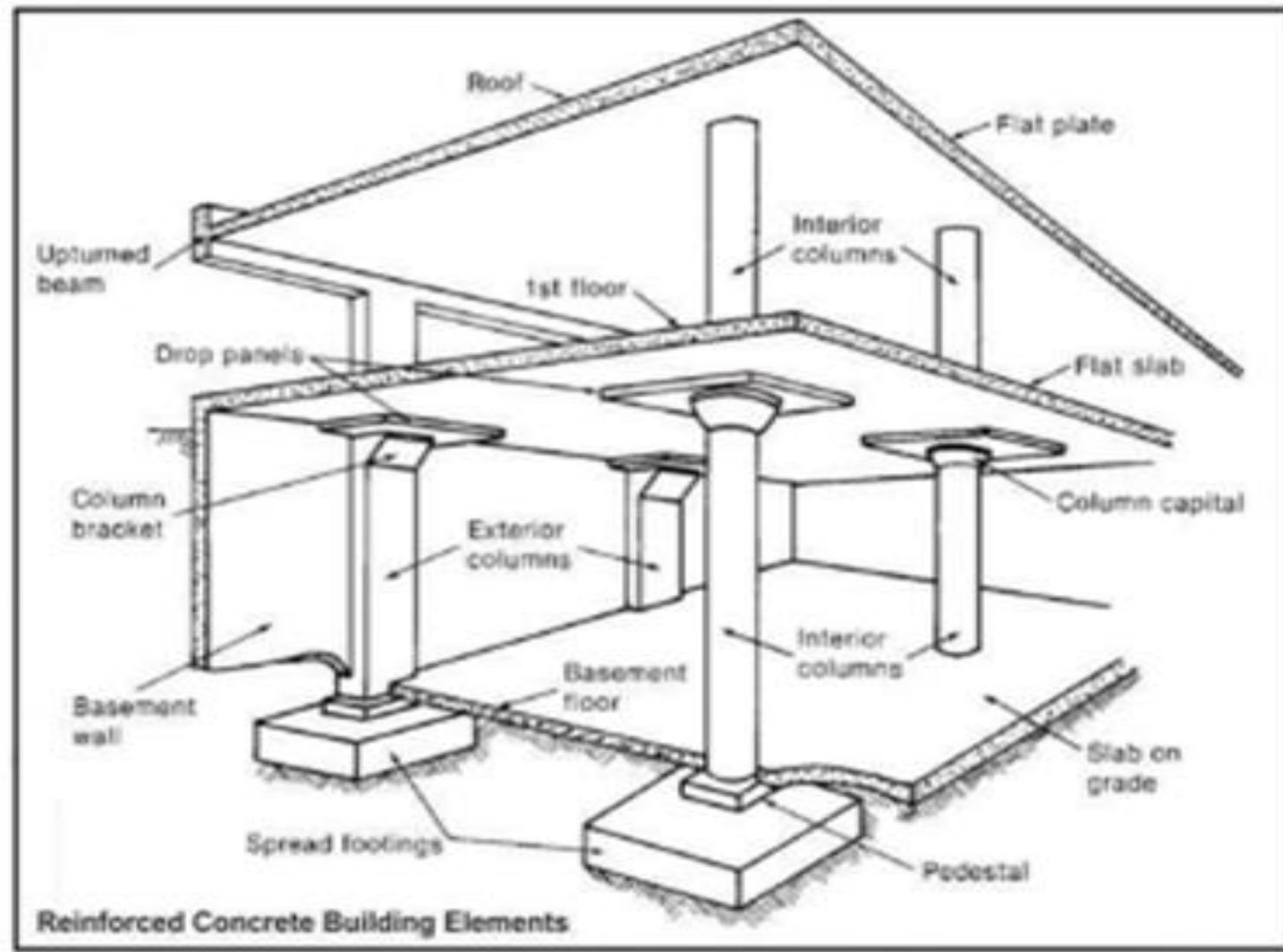
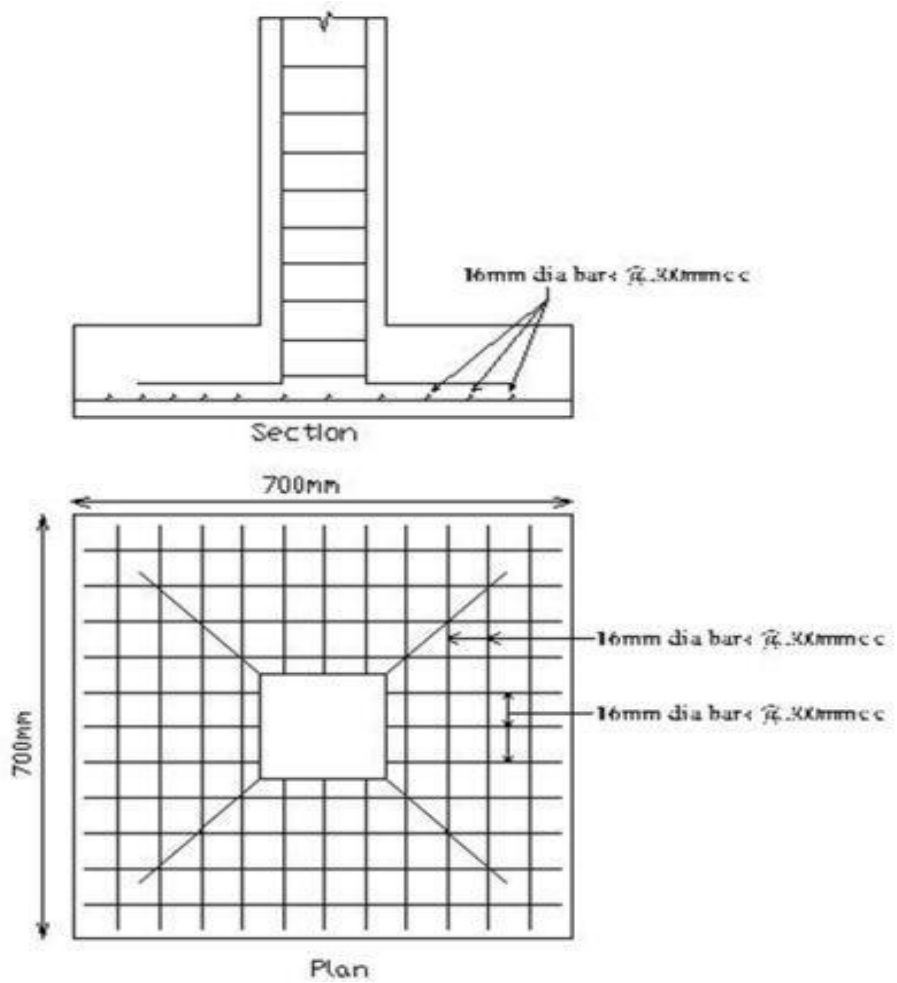
من عمود او دعامة او بناء ويكون عادة

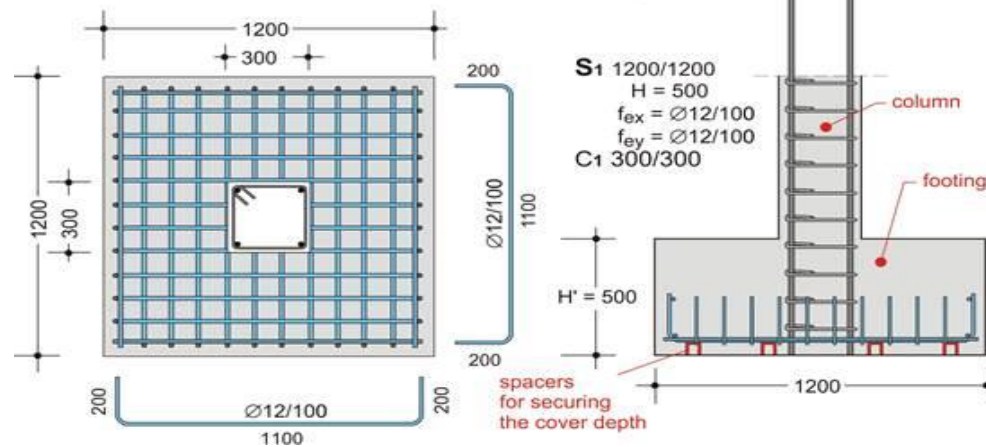
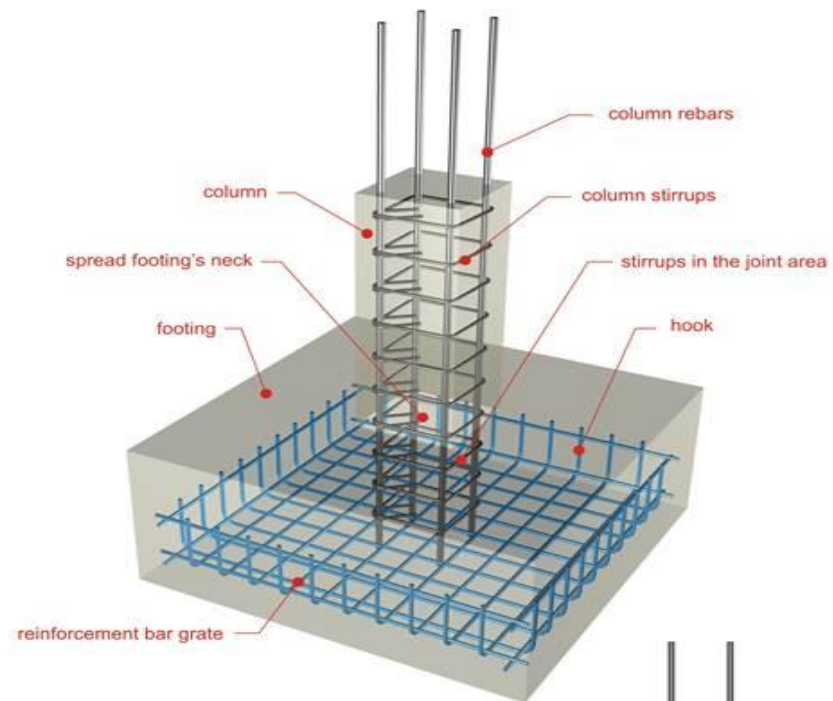
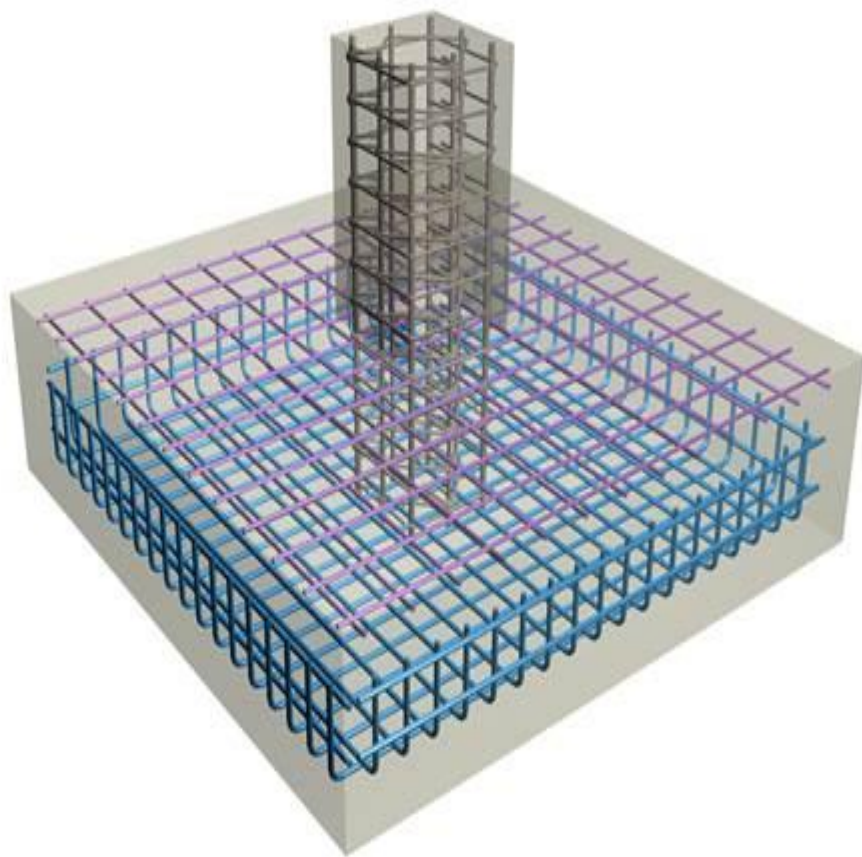
بشكل مربع او مستطيل.

• يتم عمل الاساس المنفرد من الخرسانة الاعتيادية او الخرسانة المسلحة او من مقاطع خشبية أو فولاذية .

• يجب معالجة المقاطع الخشبية قبل استعمالها بمواد حافظة من تأثير الرطوبة والحشرات والتفسخ وكذلك يتطلب المحافظة على المقاطع المعدنية من التآكسد والتآكل بعمل غلاف خرساني او الطلاء بأصباغ دهنية او مواد قيرية.





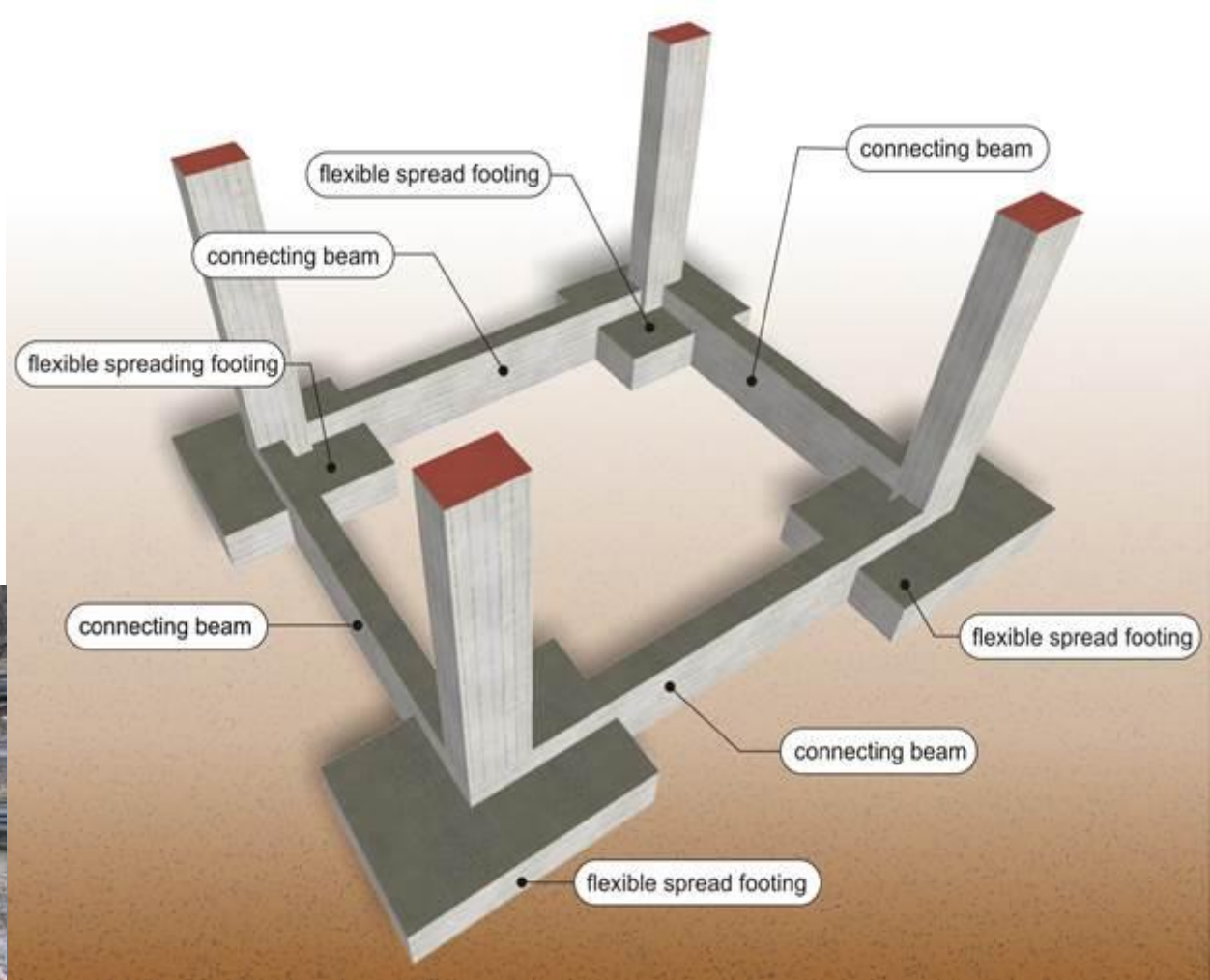


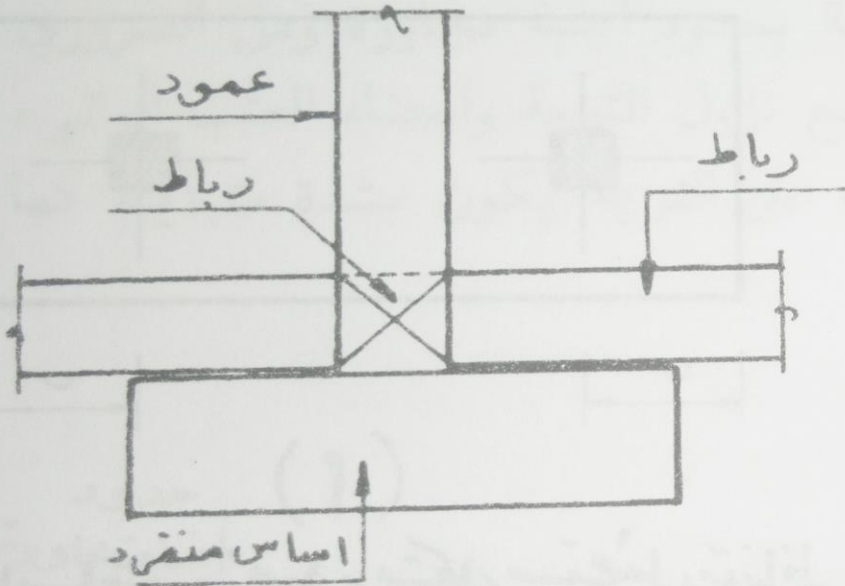




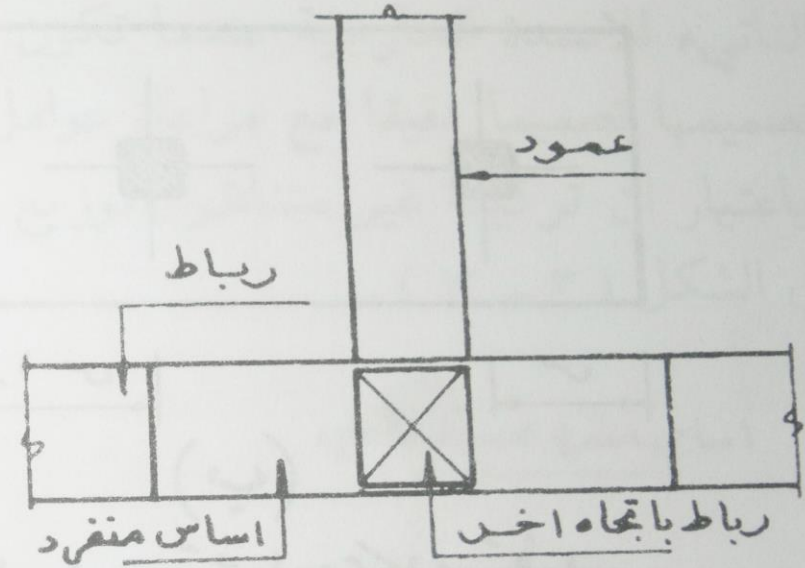
د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

- ❖ تضاف الى الأسس المنفردة في المواقع التي يتوقع فيها حدوث نزول نسبي تفاضلي رباطات خرسانية تربط الأسس مع بعضها باتجاه واحد أو باتجاهين.
- ❖ يكون موقع الرباط من الأساس المنفرد بنفس مستواه أو في قسمه العلوي.





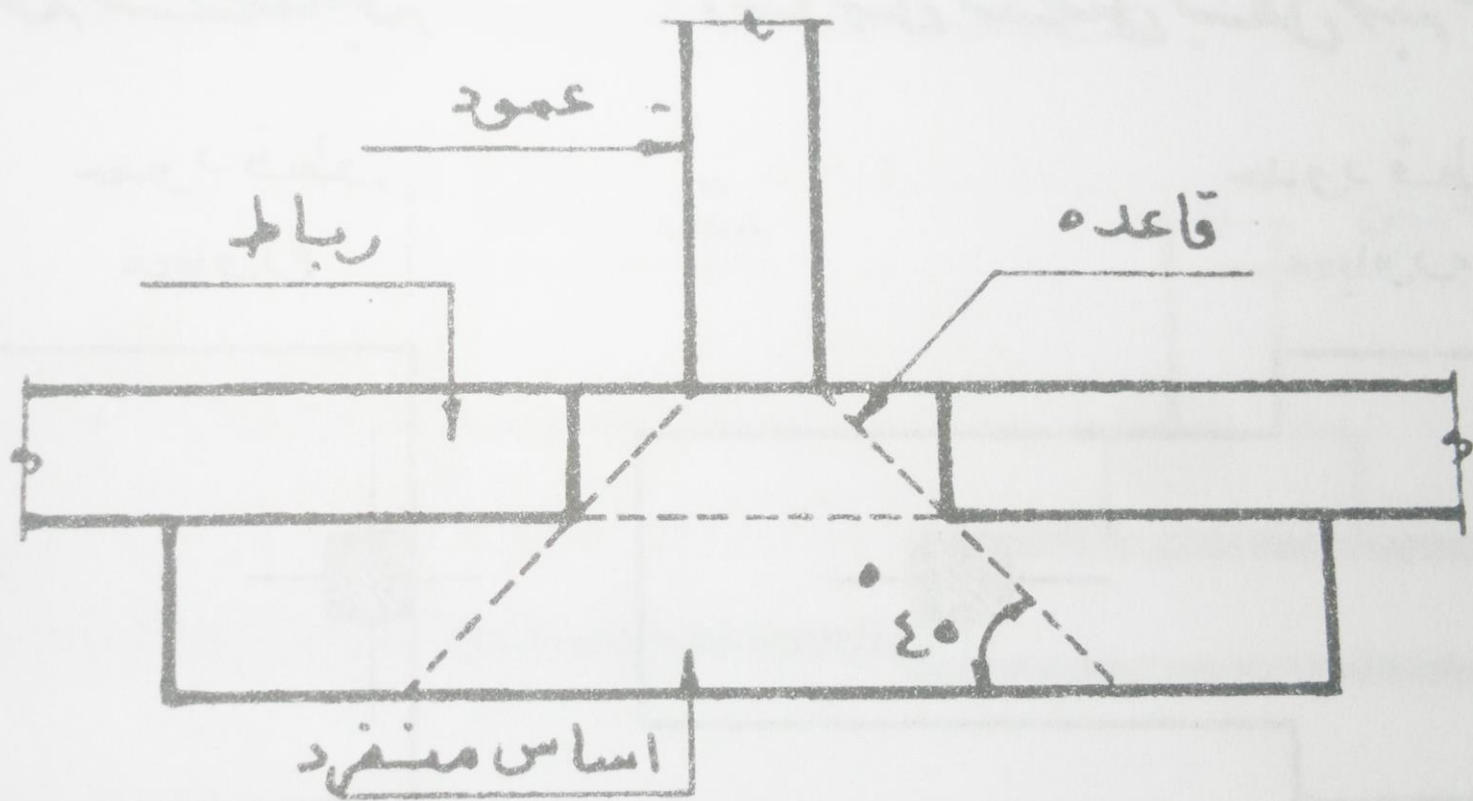
(ب) الرباط فوق الاساس



(٢) الرباط بنفس مستوى الاساس

❖ تستعمل قاعدة مع الأساس المنفرد ذو المساحة الكبيرة وذلك لتوزيع الحمل على الأساس  
بمراحل دون زيادة سمكه.

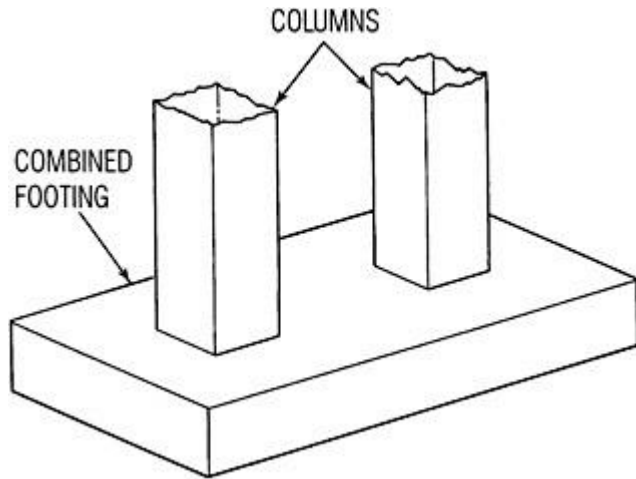
❖ يفضل أن تكون الرباطات بنفس ارتفاع القاعدة وفوق الأساس.

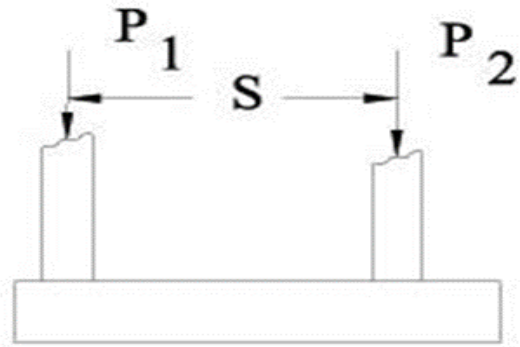


شكل ( ٣ - ١١ ) اساس منفرد مع قاعده

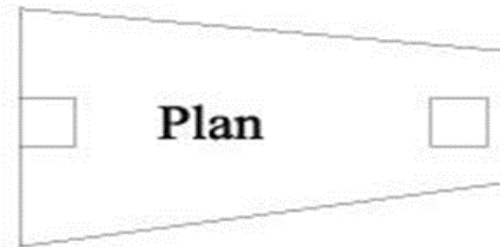
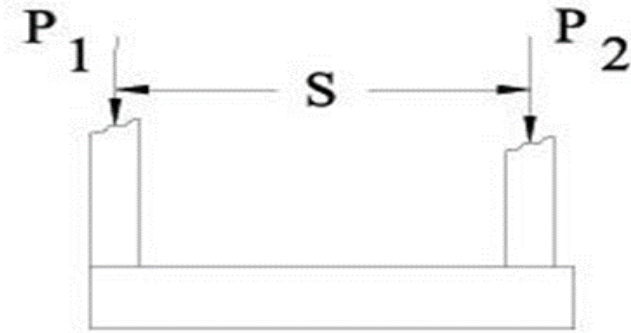
## 4. الأساس المتصل (المشترك) Combined footing:

- وهو اساس منفرد يحمل ثقلين مركزيين من عمودين متقاربين من بعضهما.
- يكون بشكل مستطيل متناظر عند تساوي مقداري الثقلين المركزيين
- او بشكل مستطيل غير متناظر او شبة منحرف عند تباين مقداري الثقلين المركزيين او عندما يكون احد العمودين ملاصقا لحدود القطعة المجاورة.





( a )

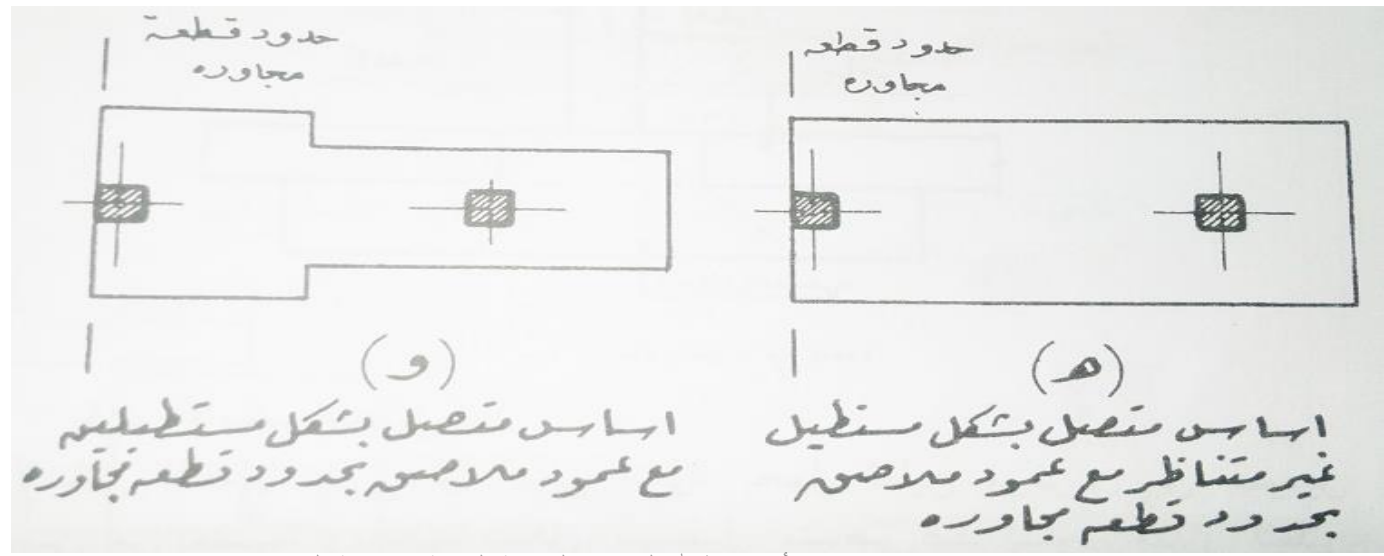
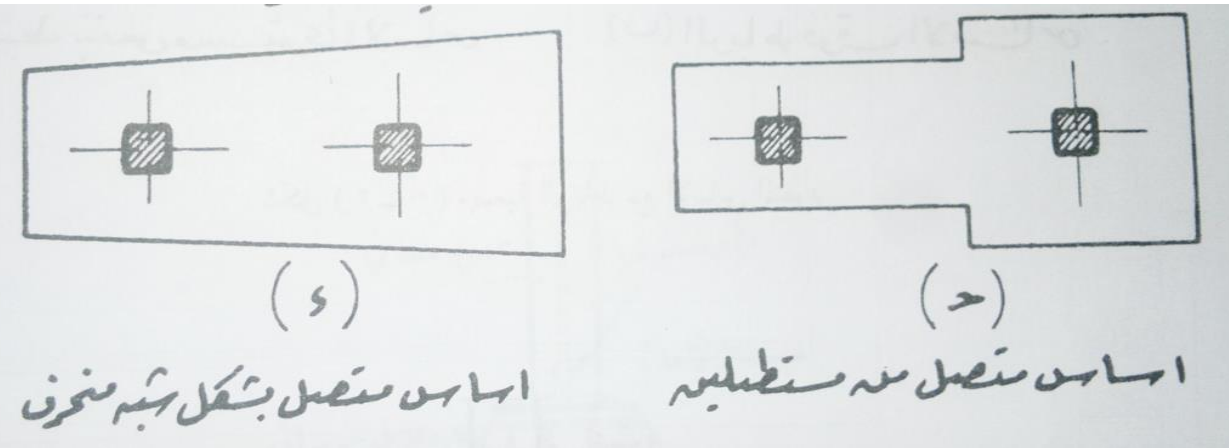
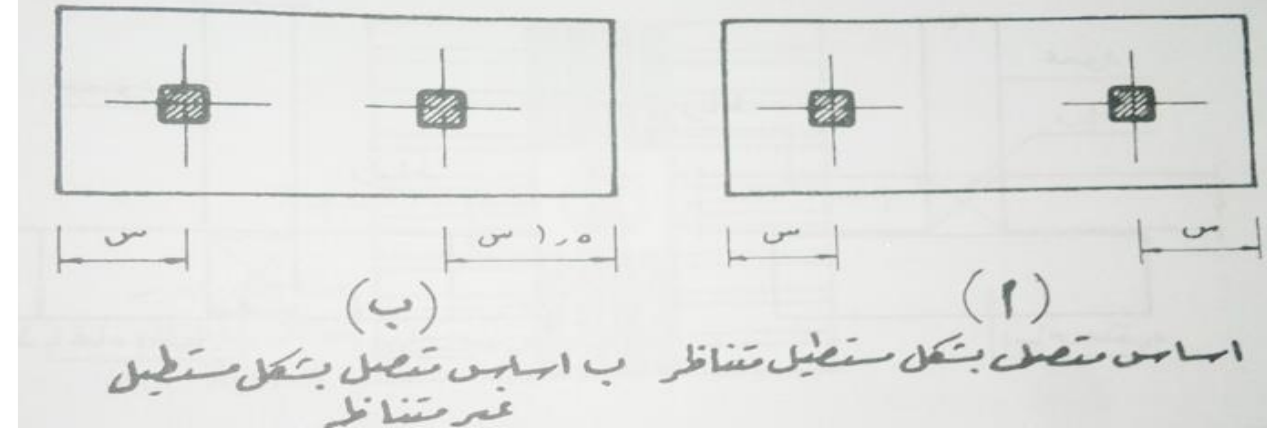


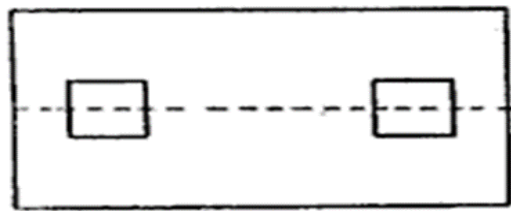
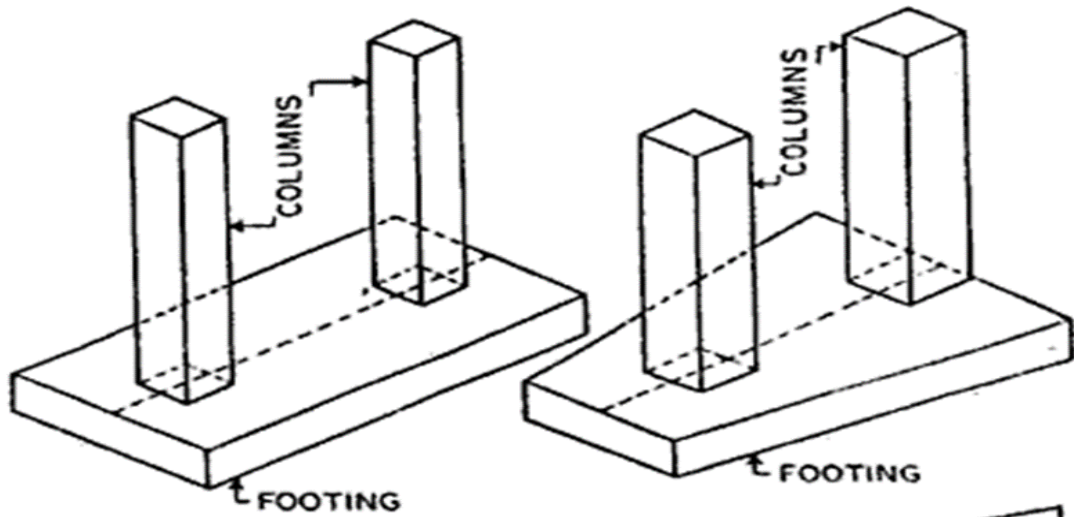
( a )

Combined Footing ( a ) rectangular combined footing  
 ( b ) trapezoidal combined footing

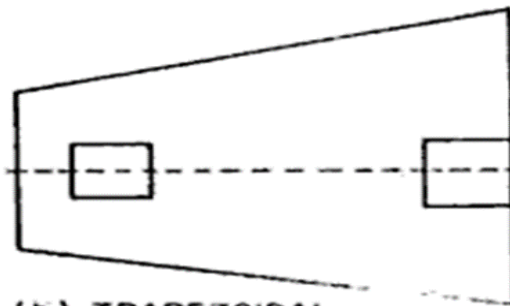
Fig. ( 5 )



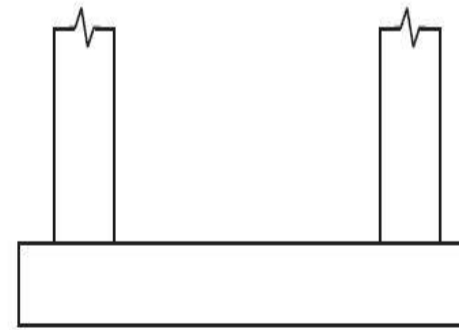




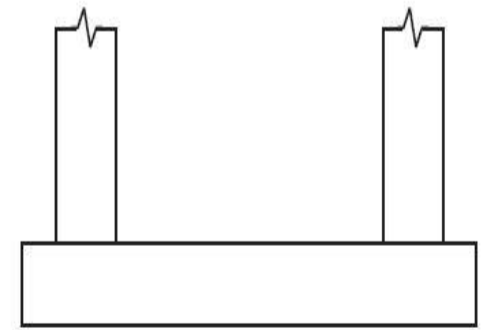
(a) RECTANGULAR FOOTING



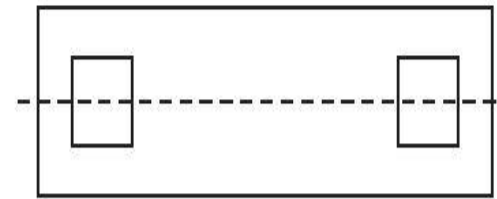
(b) TRAPEZOIDAL FOOTING



Section

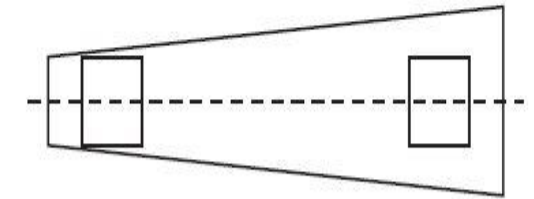


Section



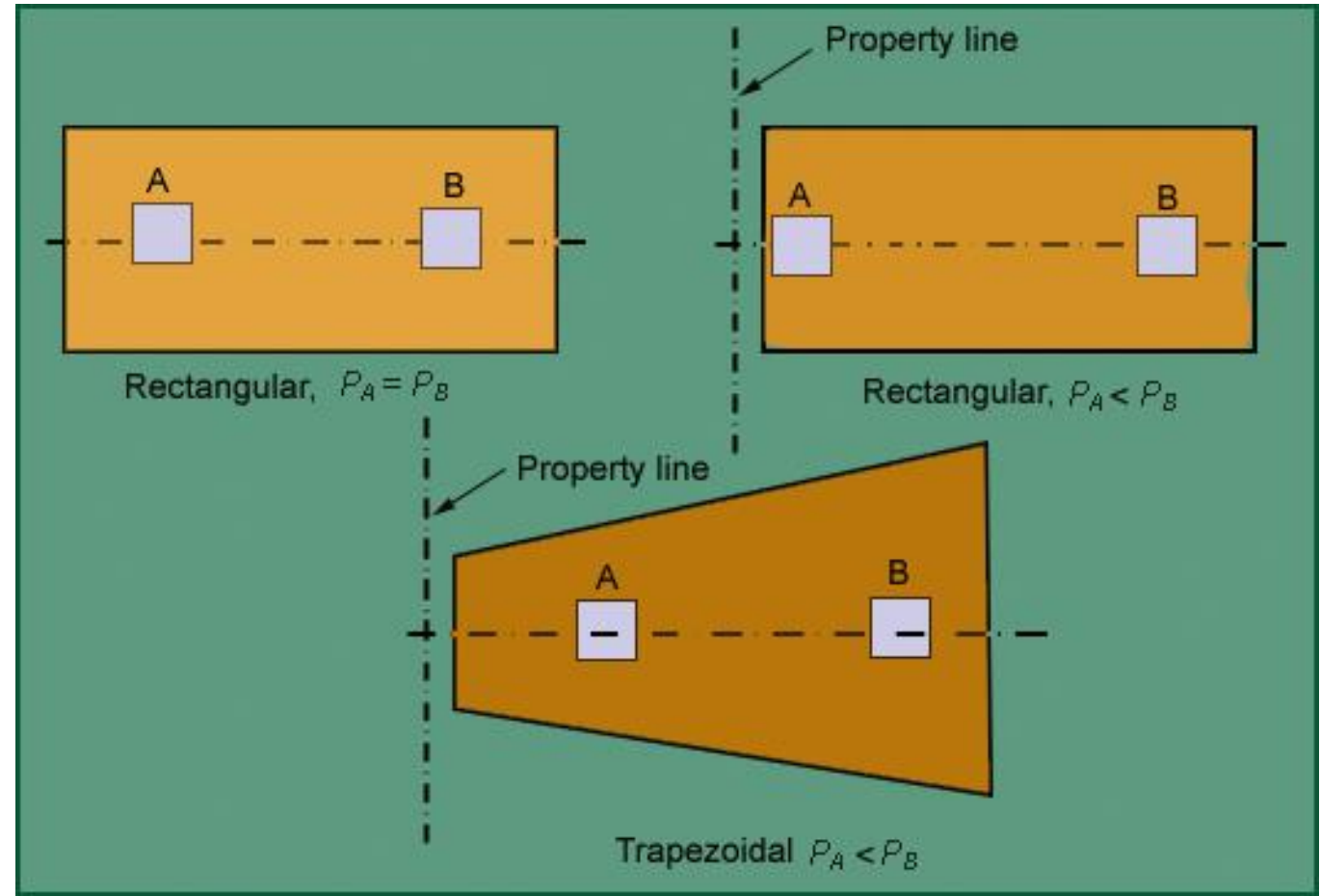
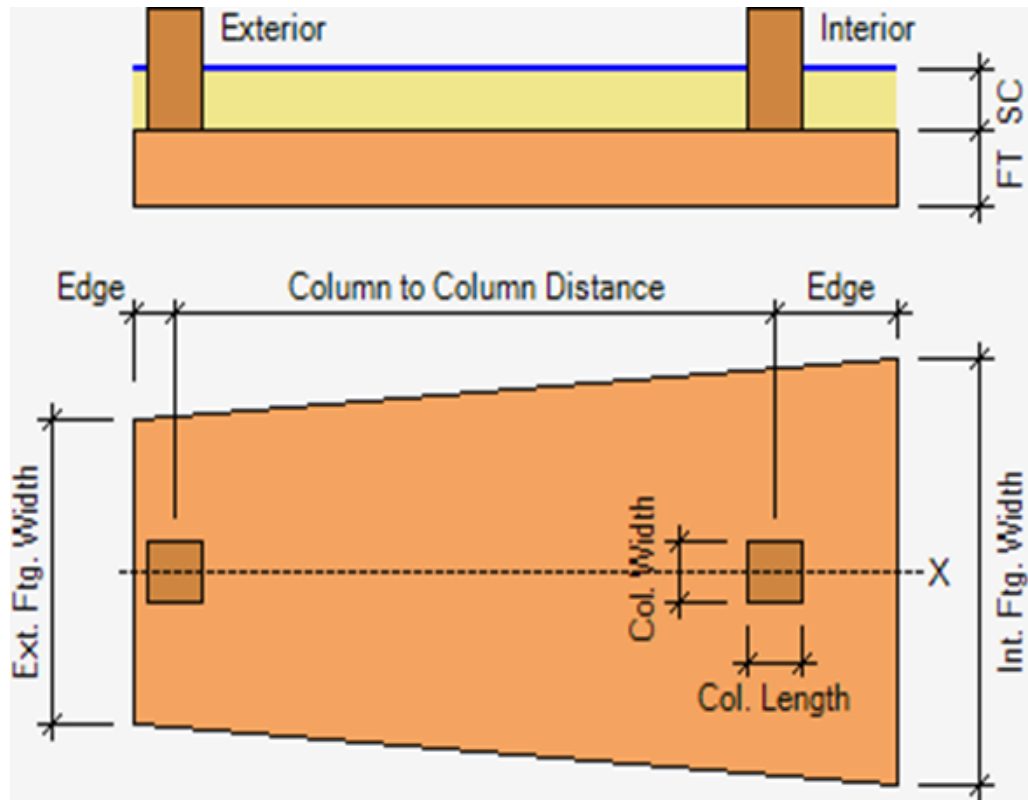
Plan

(a) Rectangular combined footing



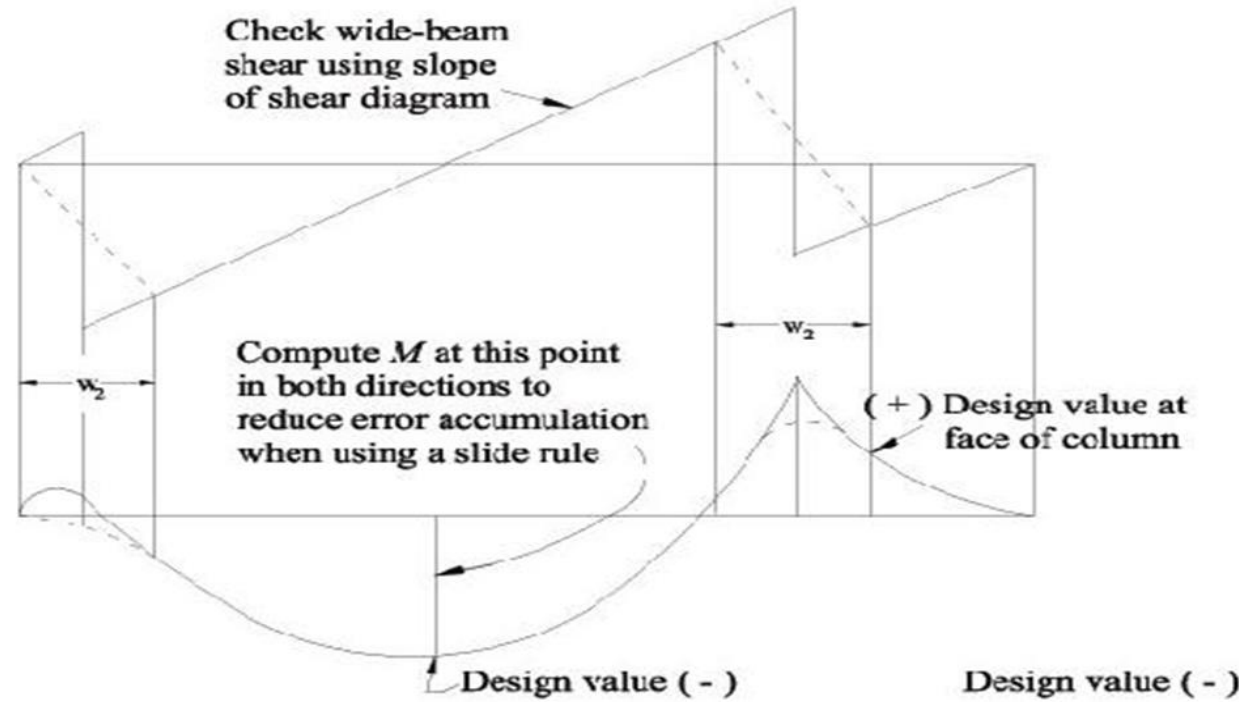
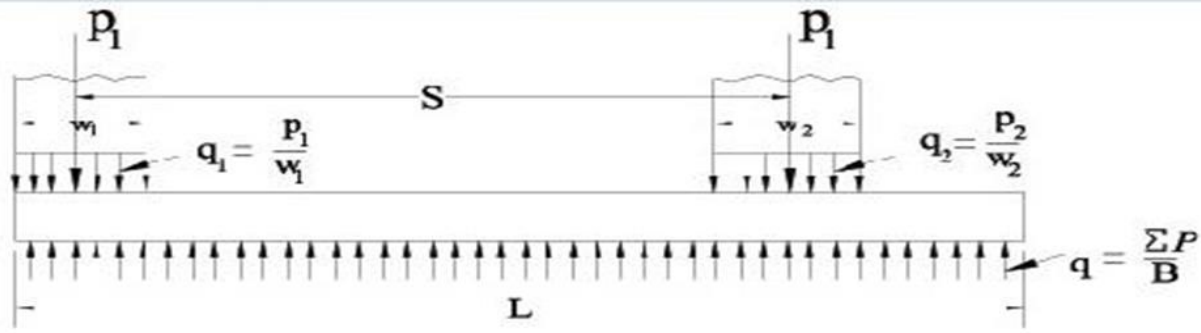
Plan

(b) Trapezoidal combined footing





د. عبدالأمير عطالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

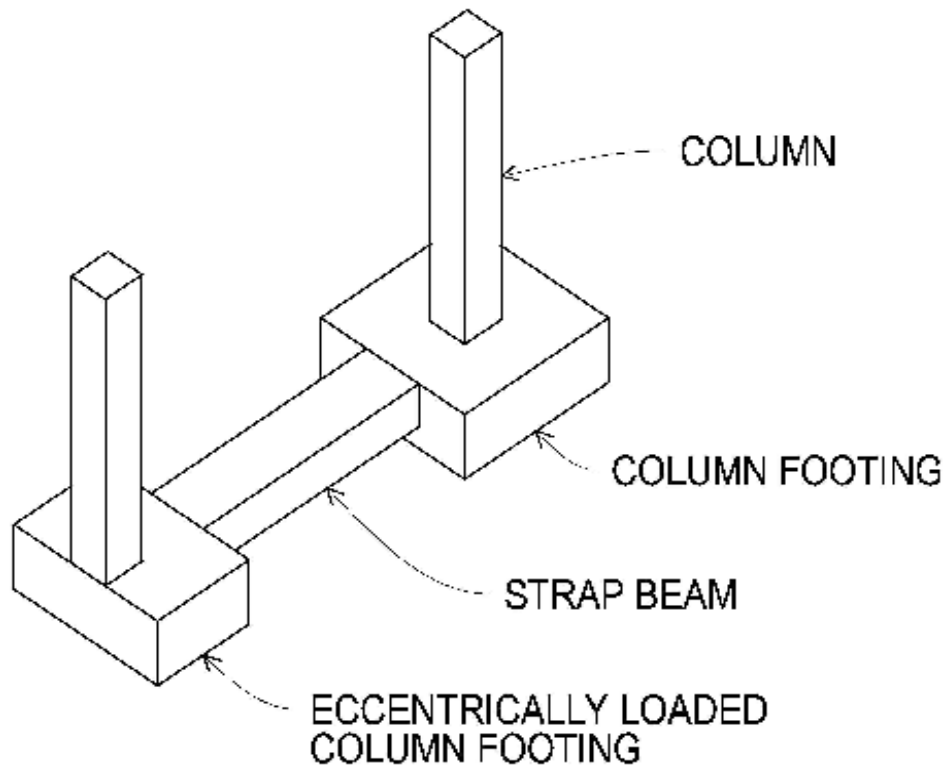


Shear and moment diagrams ( qualitative ) for a combined footing considering the column loads as point loads and as distributed loads ( dashed line ) it can be seen that in the design areas it makes on difference how the diagrams are drawn , and the point load case is much simpler .

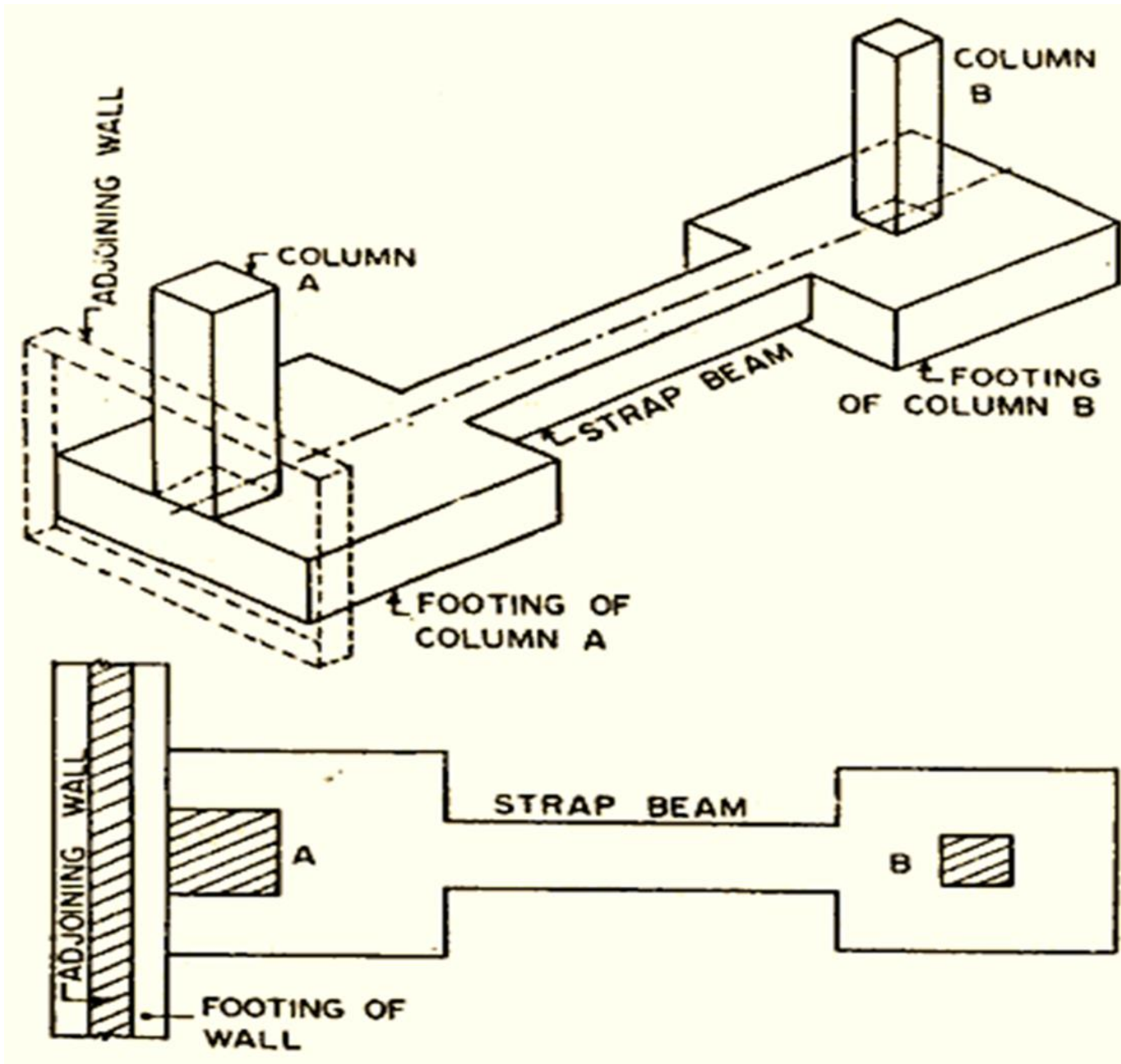
Fig. ( 28 )

عند تحديد شكل ومساحة الأساس المتصل  
يجب جعل مسار محصلة ثقل العمودين  
على نفس مسار محصلة مقاومة التربة  
للأساس وذلك للحصول على قوى تمركزية  
وتوزيع الأثقال على التربة بصورة منتظمة  
ومتساوية.

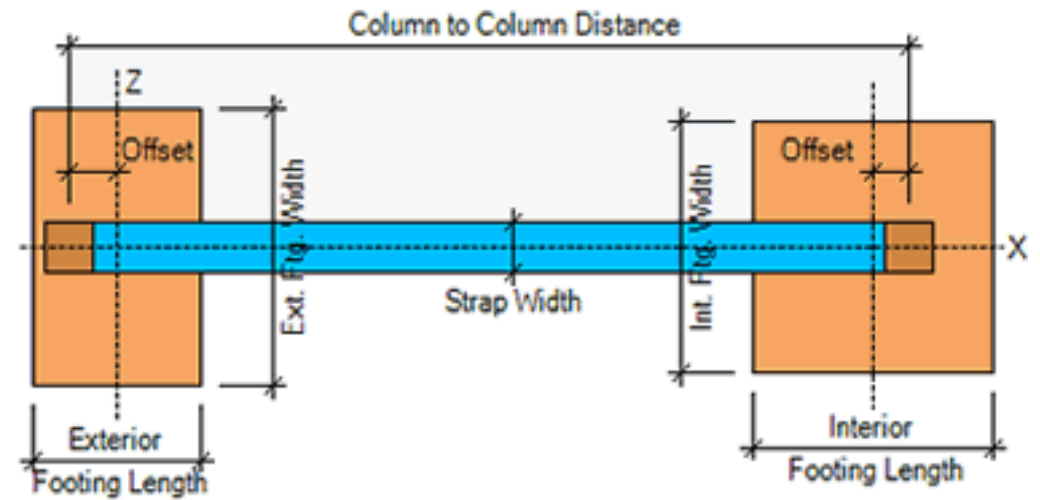
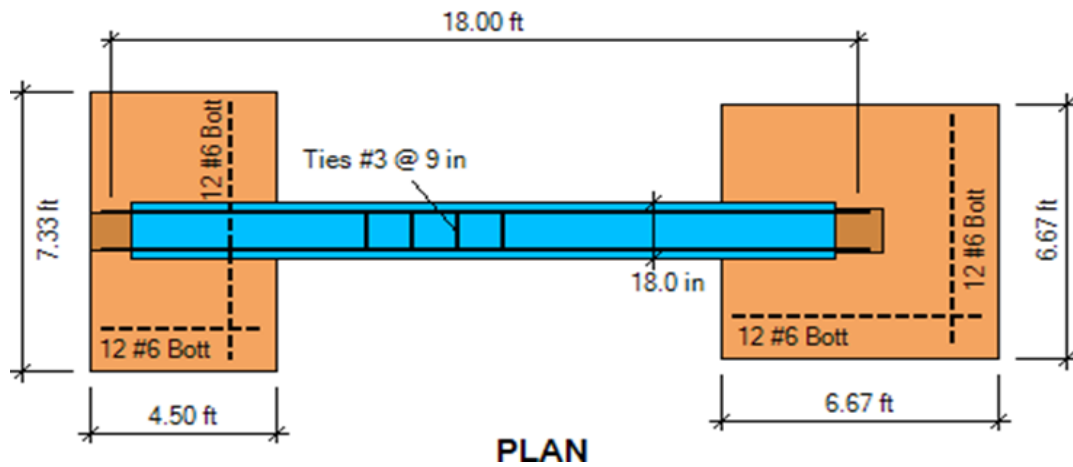
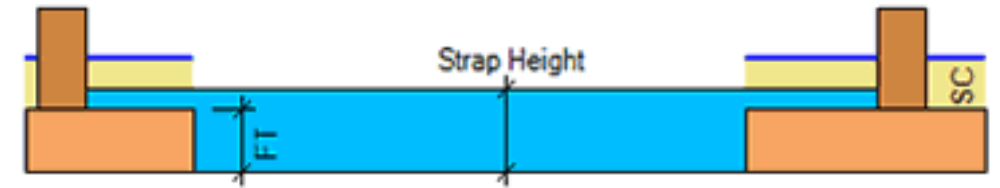
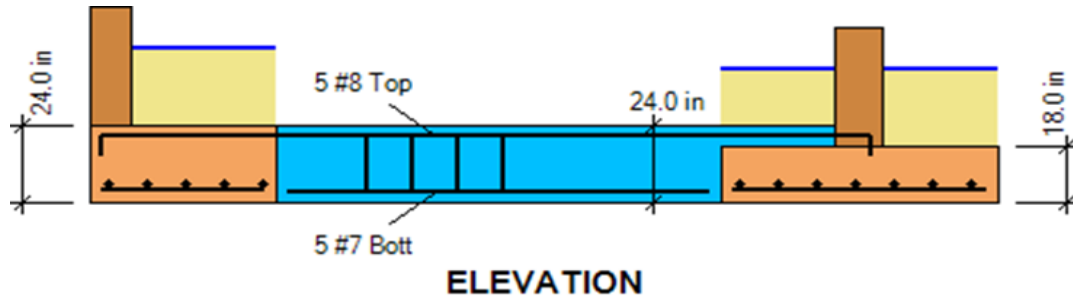
## 5. الأساس الناتئ Cantilever footing:



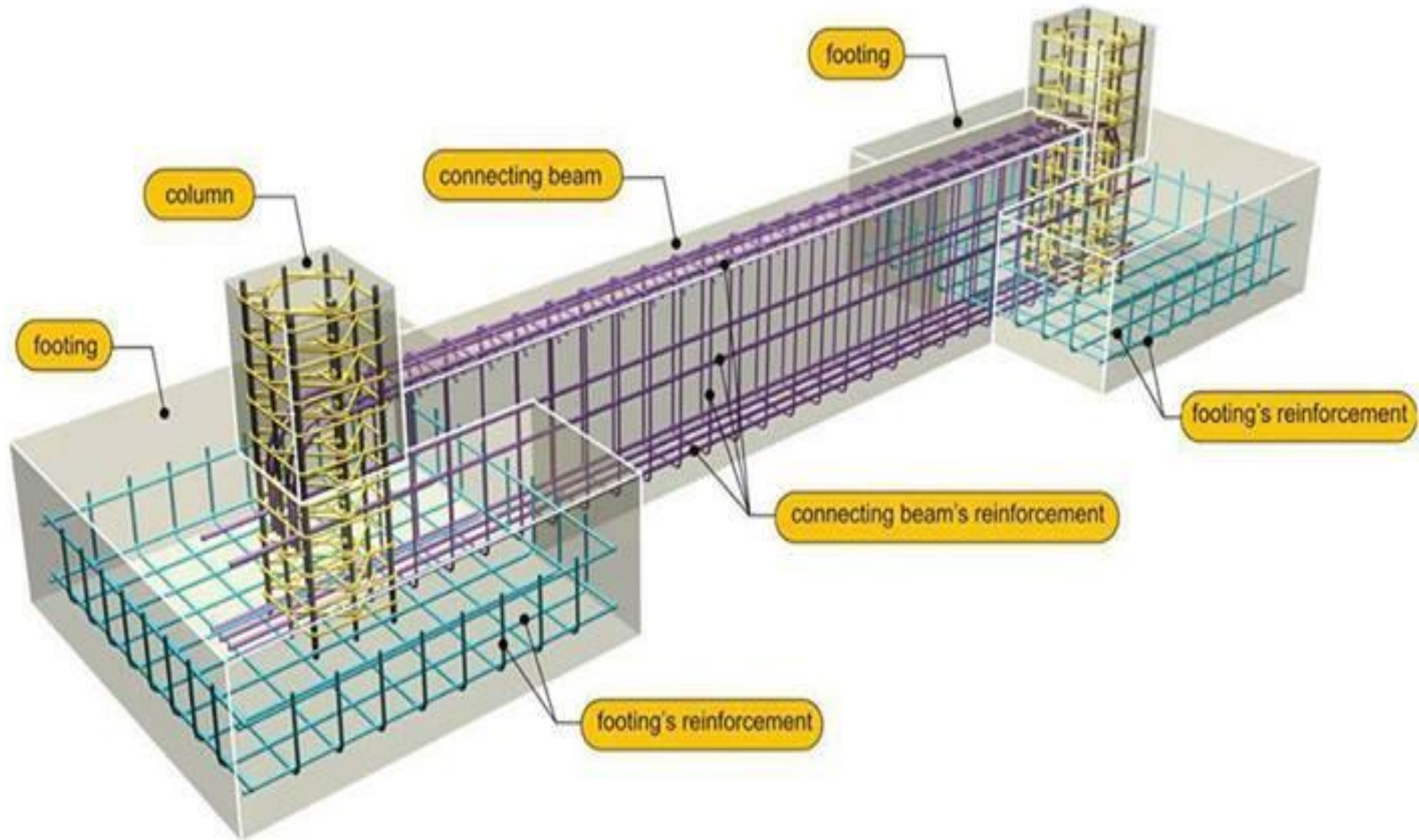
- وهو عبارة عن اساسين منفردين يربطهما عتب ناتئ من الخرسانة المسلحة.
- يستخدم الأساس الناتئ لنقل حمل عمود خارجي ( ملاصق لحدود بناية مجاورة) والذي له اساس منفرد الى قاعدة العمود الداخلي الذي له اساس منفرد بمساحة اكبر عن طريق عتب ناتئ.



□ يجب ان يكون تصميم الأساس الناتئ دقيقا ويجب التأكد من مقدار الهبوط تحت الأساس وعزم  
 الأنحاء في العتب الناتئ.





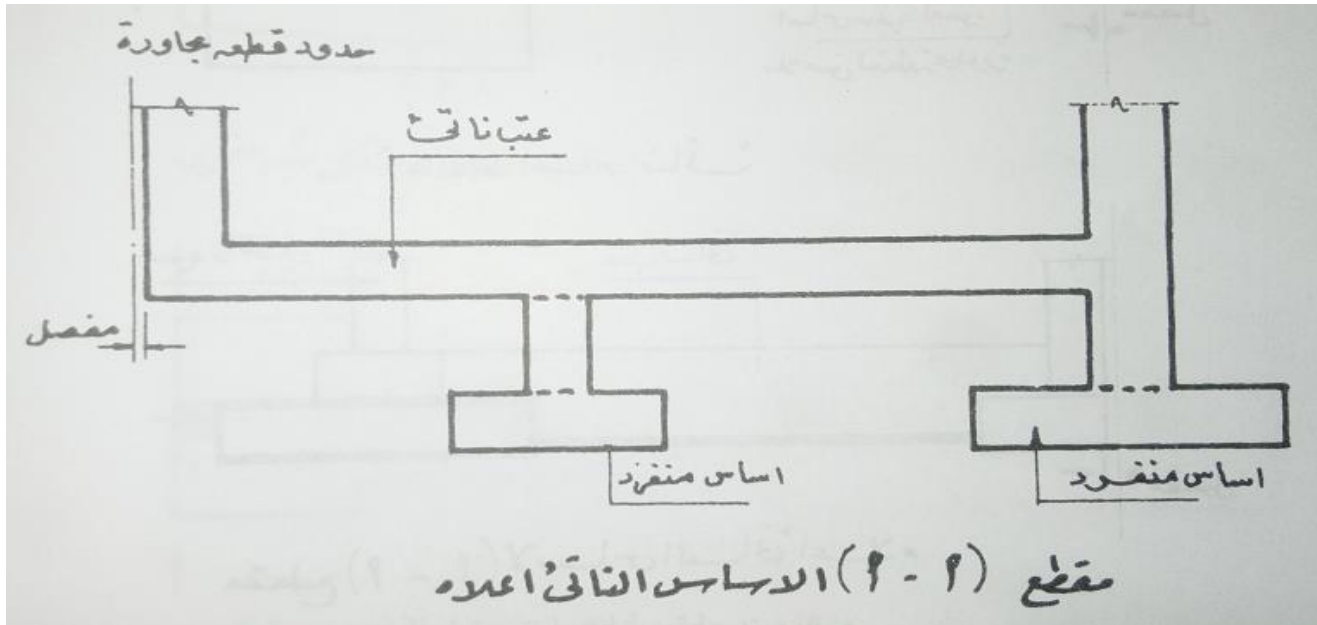
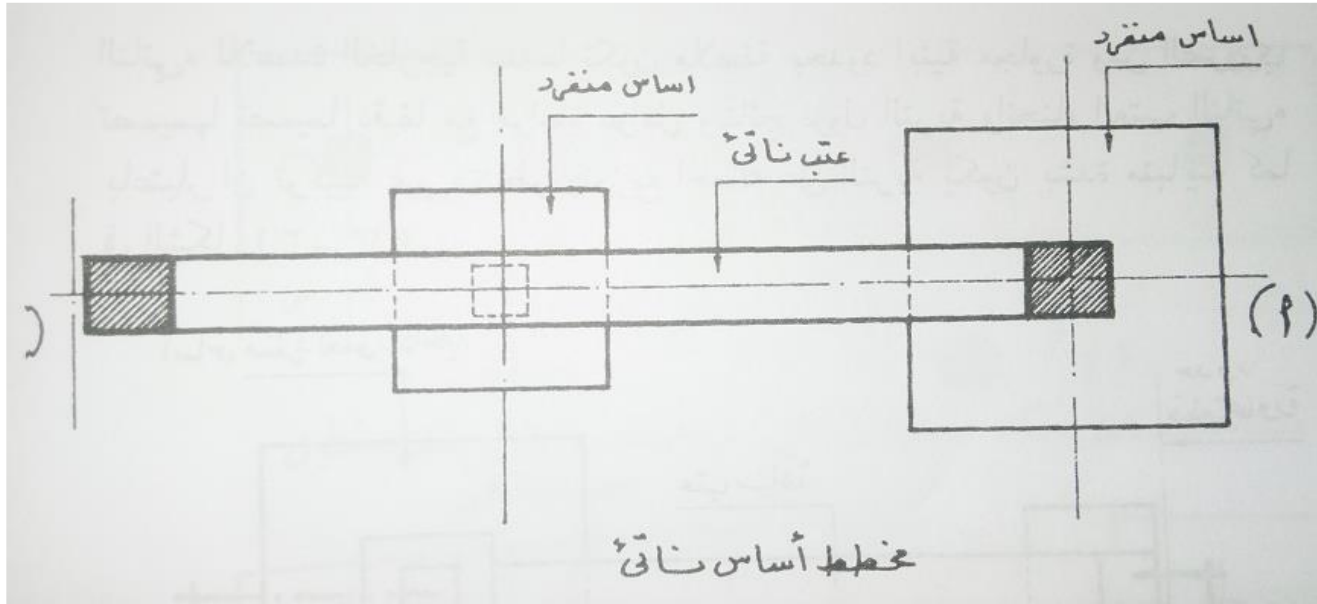


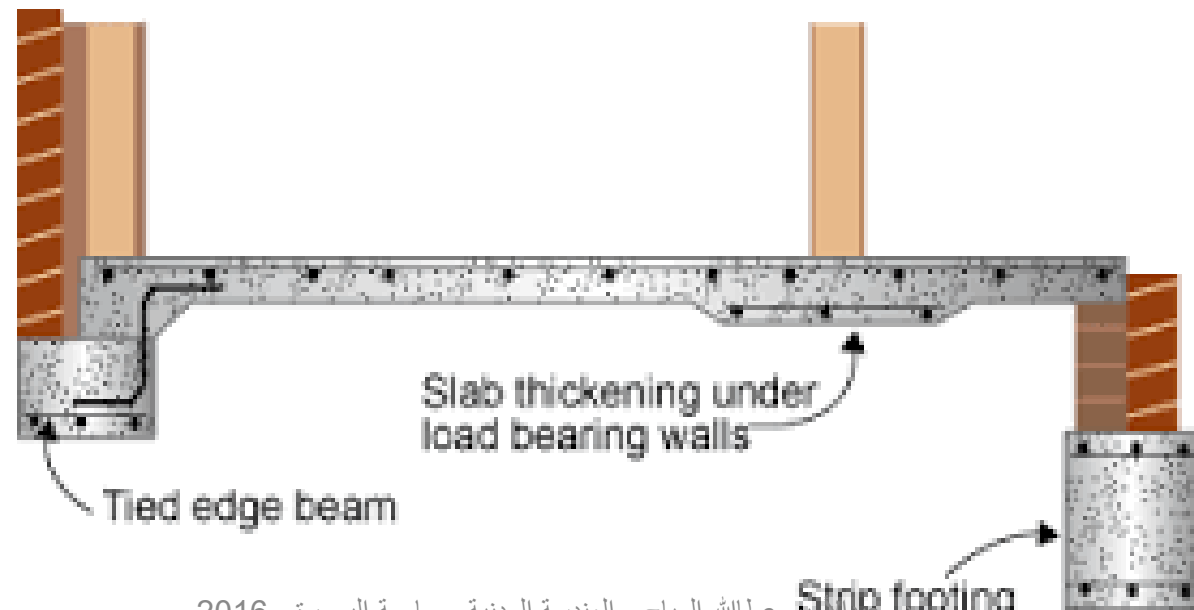
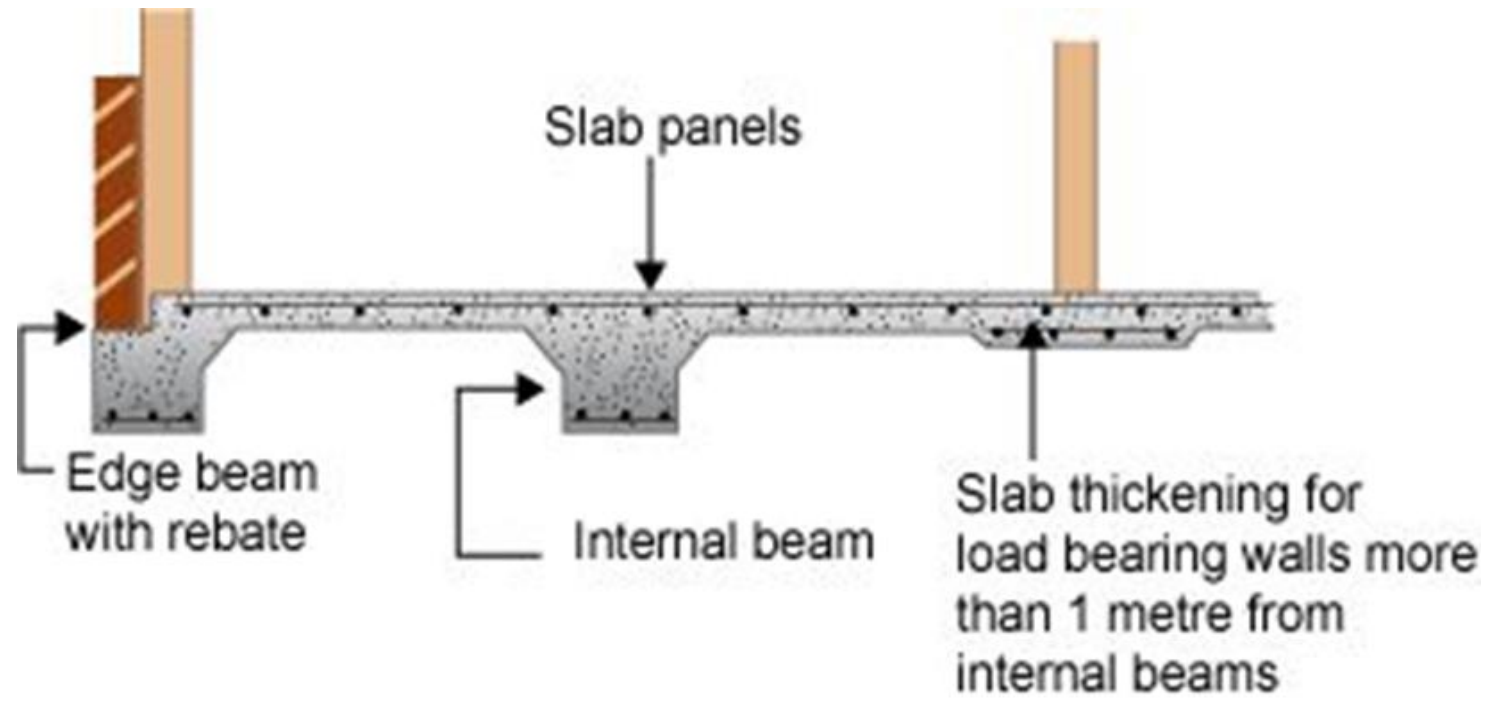
□ يمكن عمل الأساس الناتئ بأستعمال

عتب ناتئ متصل باساسين منفردين

لنقل حمل عمود خارجي الى هذين

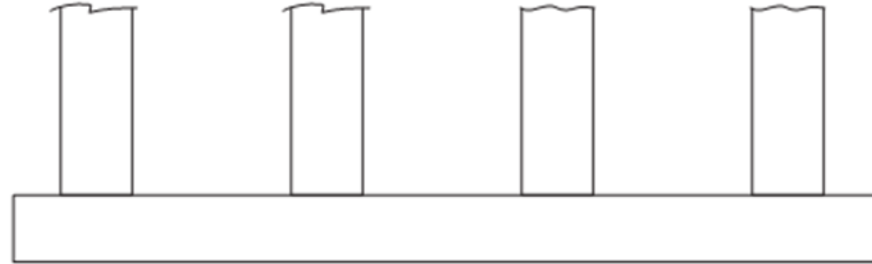
الاساسين المنفردين .





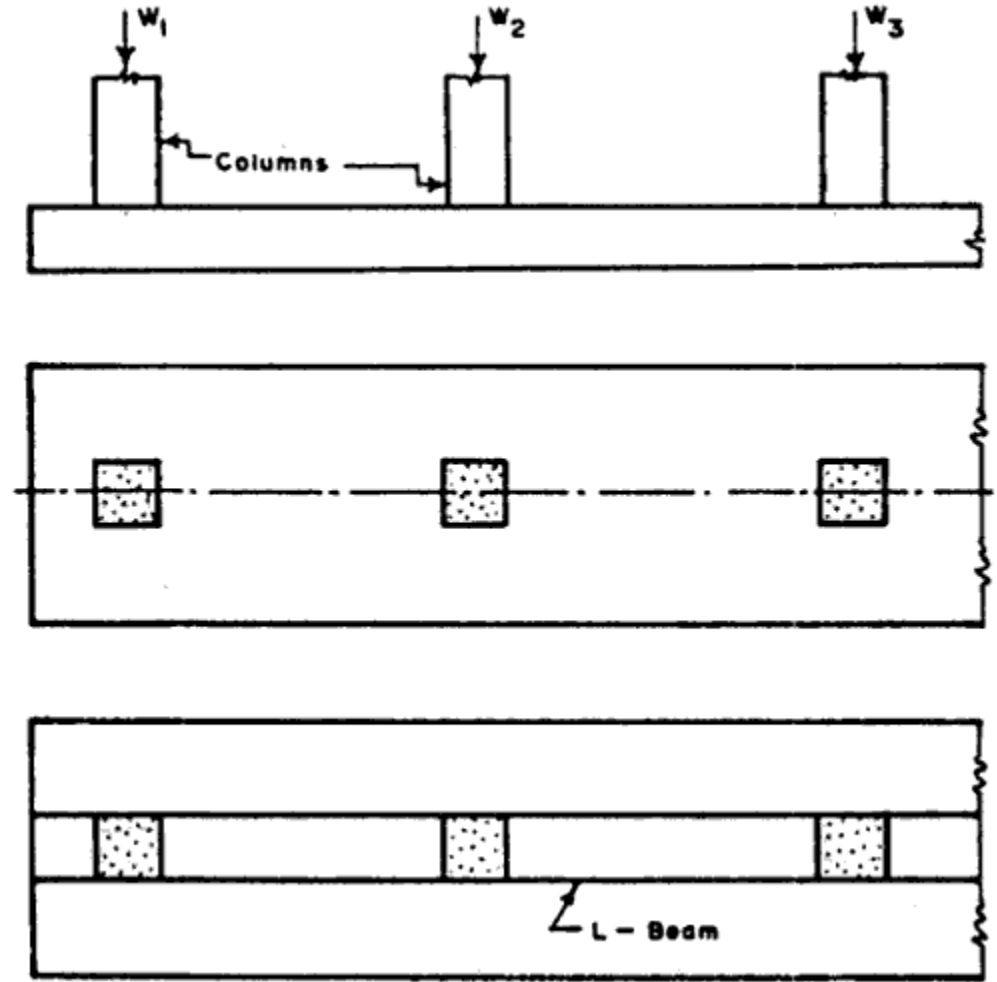
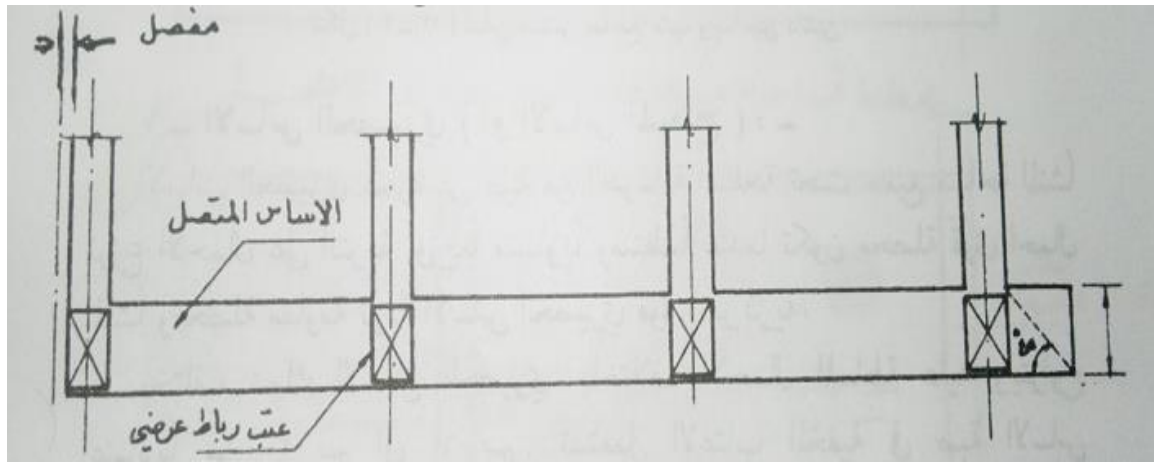
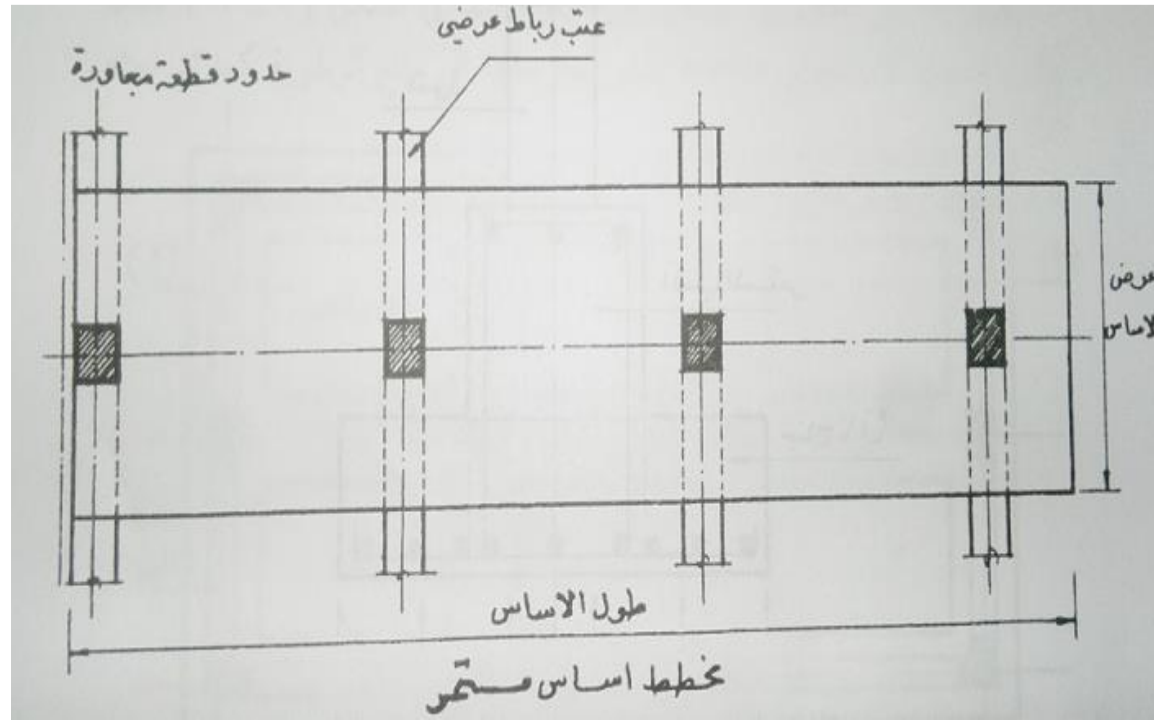
## 6.الاساس المستمر Continuous footing:

- عبارة عن اساس لعدة اعمدة تقع على نفس المحور.
- يكون توزيع الاثقال المركزة لهذه الاعمدة على مساحة مستطيلة الشكل ذات عرض ثابت وطول يساوي مجموع اطوال مراكز الاعمدة زائدا اضافة طول مناسب في الطرفين او احدهما.

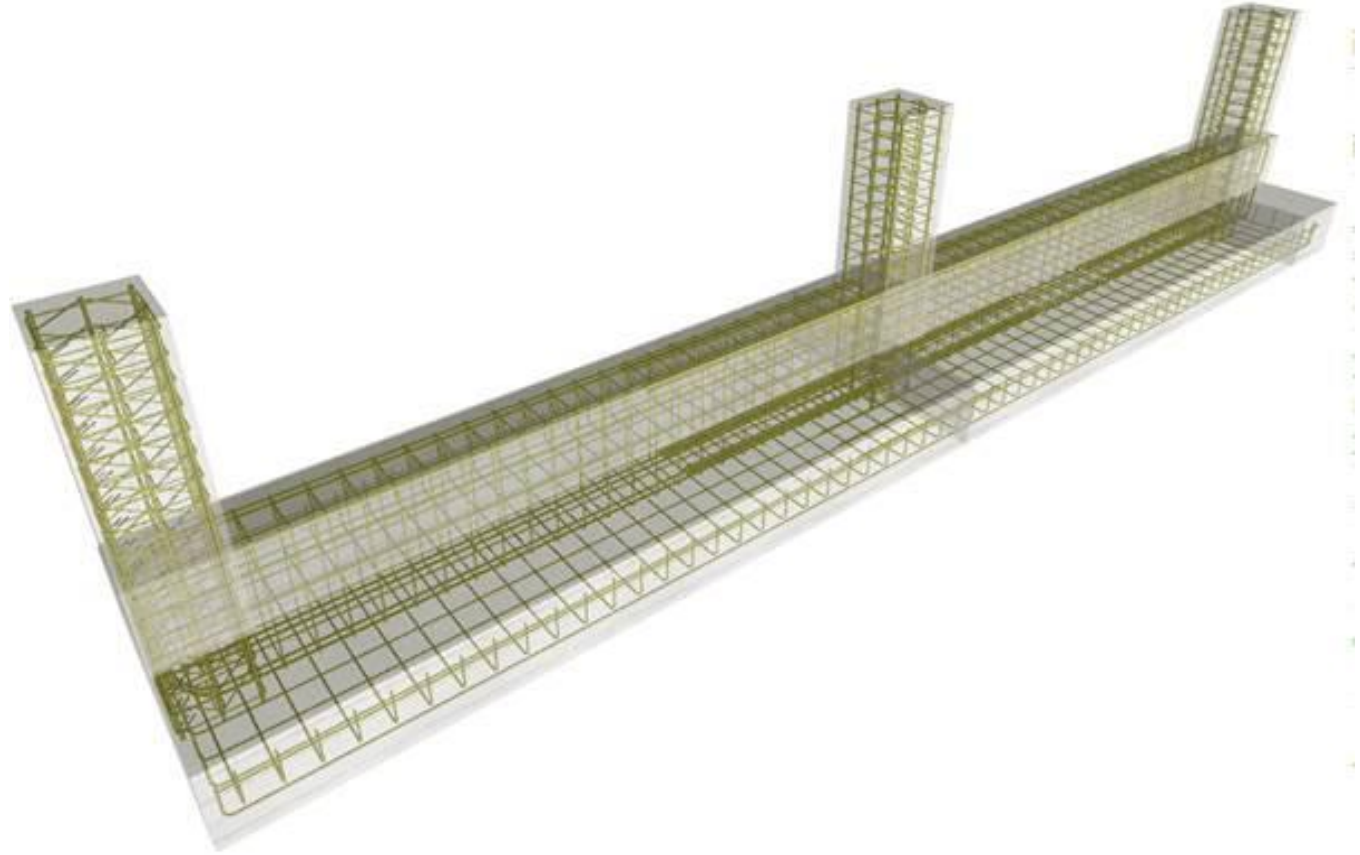
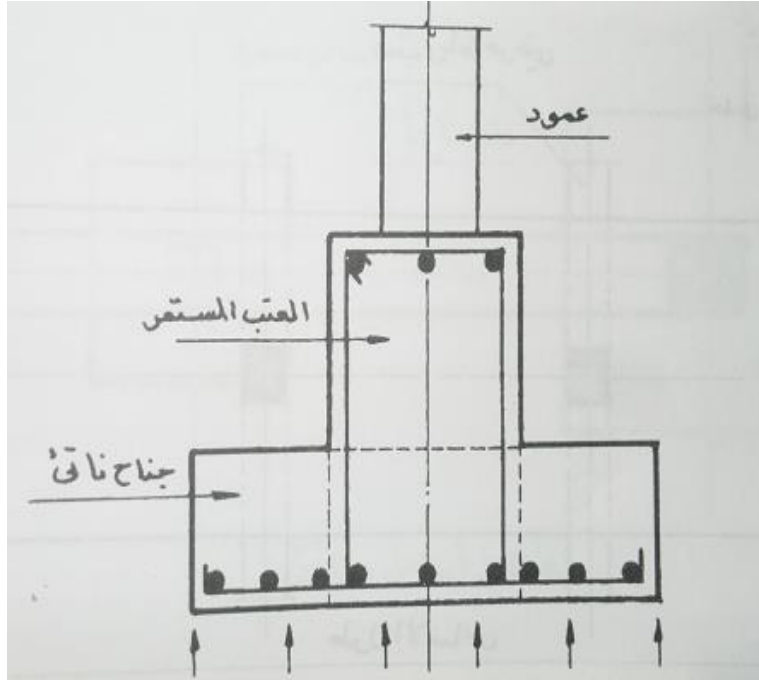


- لا يمكن اضافة طول في الطرف الذي يكون العمود ملاصق لحدود قطعة مجاورة.

- يستعمل عادة معدل ضغط التربة (soil pressure) كعامل في تصميم الاساس المستمر بالرغم من ان توزيع الضغط يكون بشدة متباينة اكثر من المعدل تحت الاعمدة واقل من المعدل في المسافة بين الأعمدة.
- ان شدة التباين في الضغط تكون كبيرة في التربة القابلة للانضغاط مما يستوجب تصميم الاساس المتصل بمتانة كافية وربط القواعد عرضيا بأعتاب ذات ابعاد وتسليح مناسب.



- يمكن استعمال اساس مستمر من عتب وسطي وجناحين ناتئين.
- في هذه الحالة يجب صب الأساس المستمر بقسميه العتب مع الجناحين دفعة واحدة ليعملا كقطعة واحدة.



## 7. الأساس الحصيري Raft foundation (الاساس المسطح):

- وهو عبارة عن صبة من الخرسانة المسلحة تحت جميع مساحة المنشأ.
- يكون توزيع الاحمال على التربة توزيعا متساويا ومنتظما عندما تكون محصلة قوى احمال المنشأ ومحصلة مقاومة تربة الاساس الحصيري تقعان في مركز مساحة الأساس.
- يعتمد سمك الاساس الحصيري على مقدار الاحمال المسلطة عليه ويتراوح اعتياديا من 20 الى 60 سم.

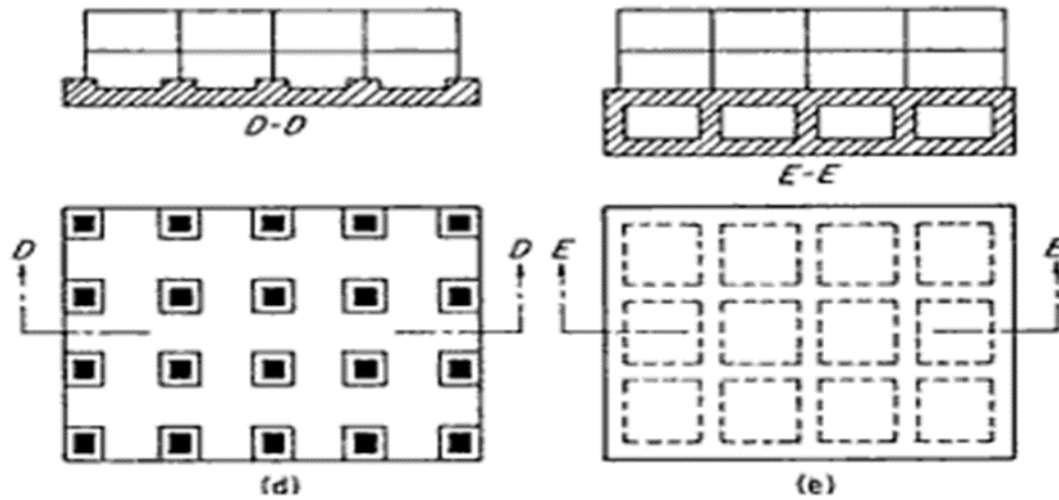
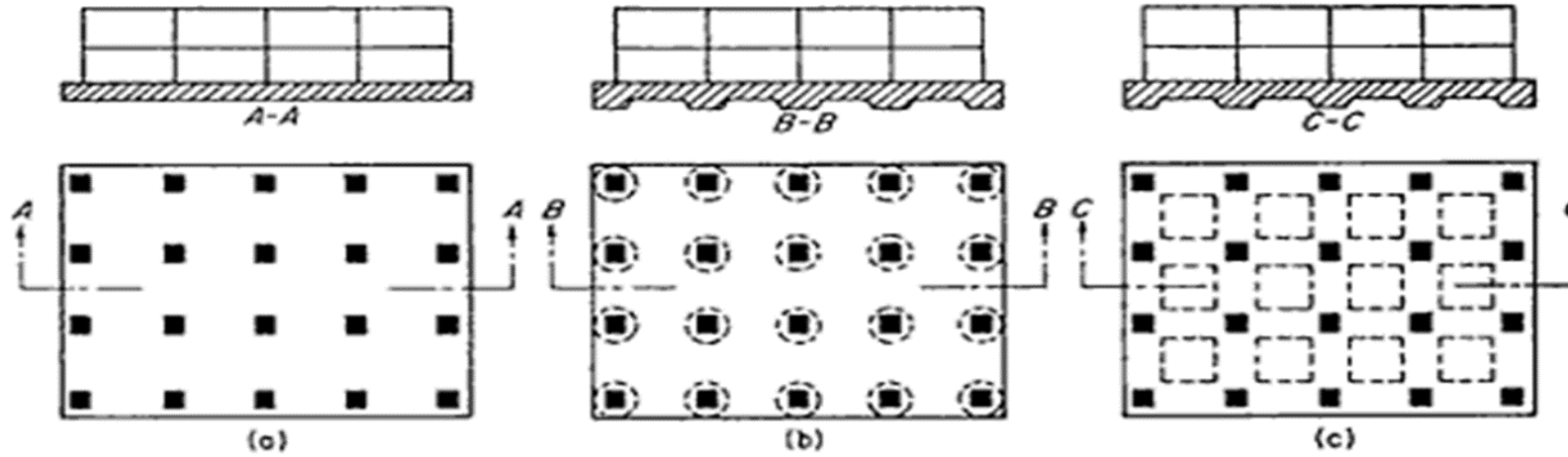




د. عبدالأمير عطاءالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

• تستعمل الاعتاب المخفية في صبة الاساس (concealed beams) او الاعتاب العميقة

باتجاه واحد او اتجاهيين.



- يفضل ان تكون الاعتاب العميقة مقلوبة الى الاعلى .لتسهيل فرش طبقات مانع الرطوبة تحت الاساس عندما يراد الاستفادة من الاساس كأرضية سرداب في المواقع التي يكون فيها مستوى الماء الجوفي مرتفعا او متغير في مواسم السنة المختلفة.
- يجب ايضا استعمال فرش طبقات مانع الرطوبة لعزل خرسانة الاساس عن التربة التي تحتوى عن الاملاح والحوامض التي تسبب تآكل الخرسانة وتفتتها.

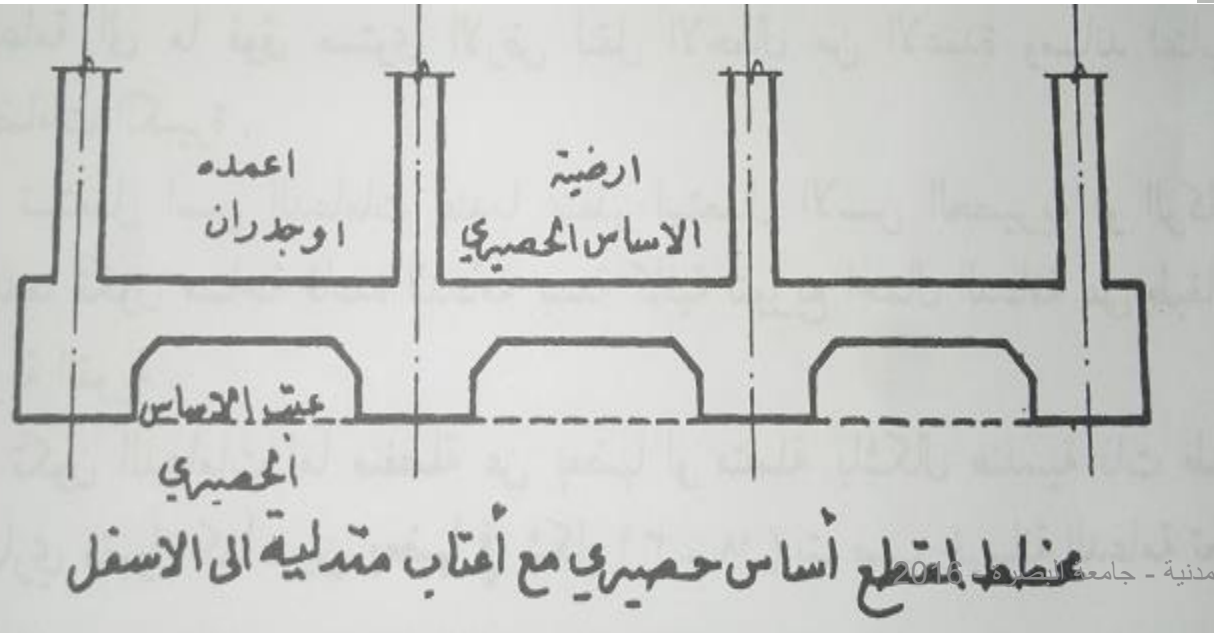
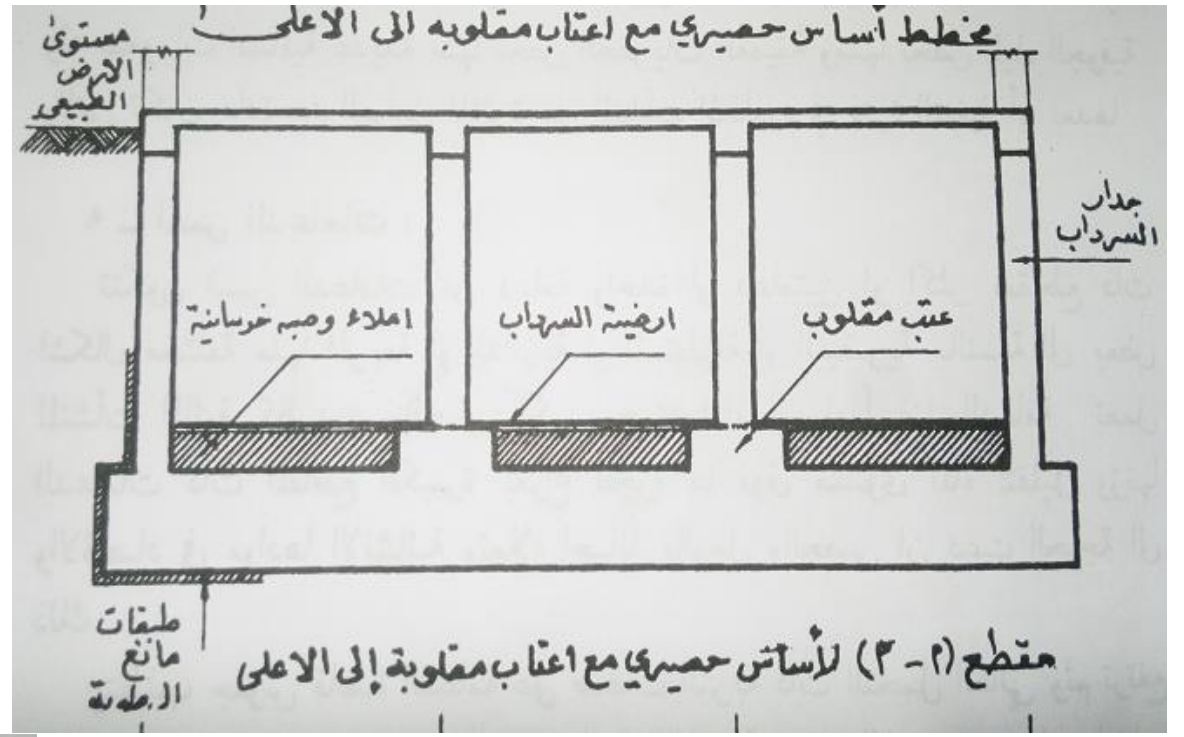


يتم تصميم الاساس الحصييري بأعتاب غير مقلوبة عندما يكون مستوى الماء الجوفي منخفضا.



- يفضل استعمال الاساس الحصري للمنشآت ذات الطوابق المتعددة لعمل سرداب في الطابق السفلي للاستفادة مئة لاغراض الدفاع المدني او كمحل لمكائن التكييف او كموقف خاص للسيارات.

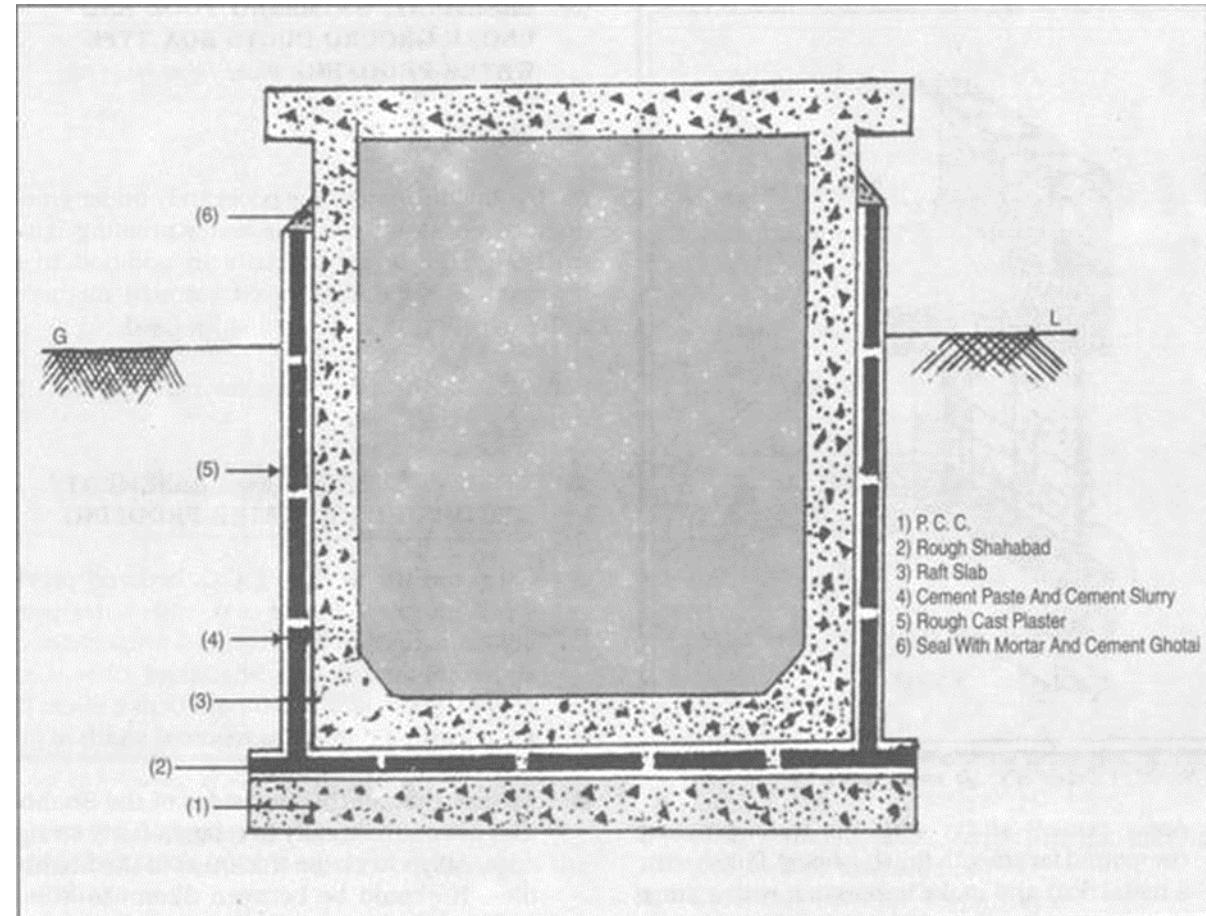
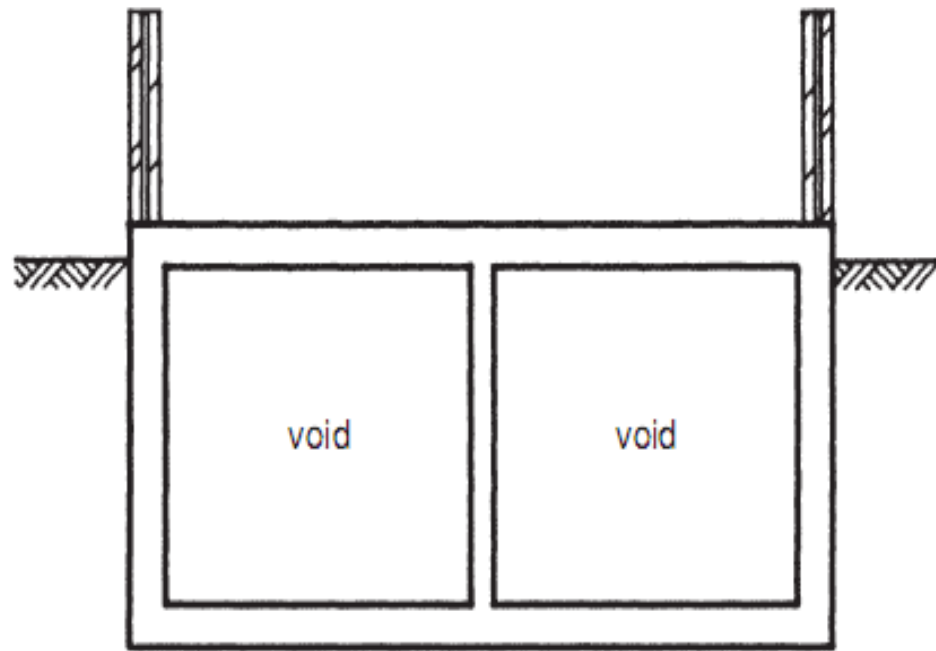




## 8. الأساس الطفوف: Buoyancy Foundation

- ويستعمل في الابنية الثقيلة التي لها مساحة موقع محدودة وتكون تربتها في الطبقات العليا ضعيفة لا تقاوم الاحمال المسلطة عليها مما يستوجب النزول عميقا الى مستوى التربة المناسبة التي يكون تحملها افضل من الطبقات العليا بحيث لا تتجاوز الاحمال الميتة والحية للمنشأ المسلطة على التربة حدود تحملها او هبوطها المقبولين بعد حذف اوزان التربة المزاحة.





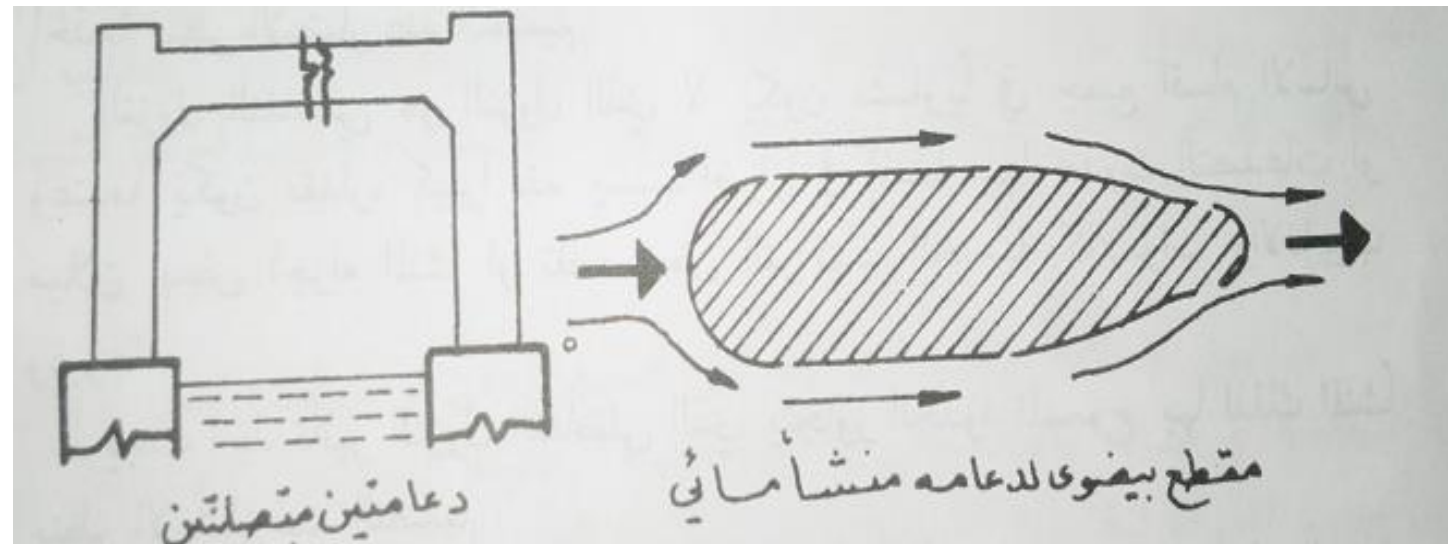
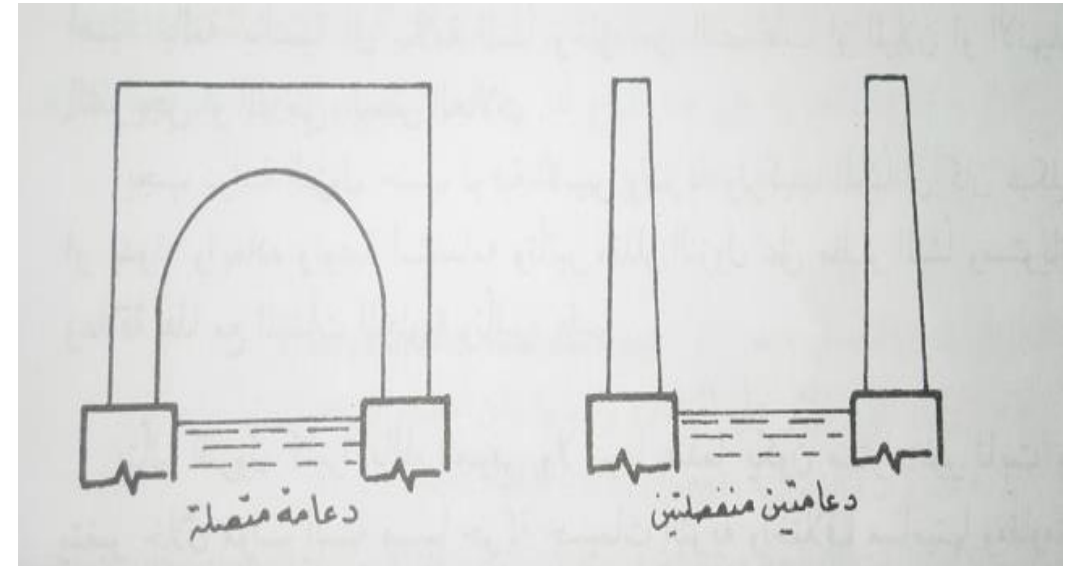
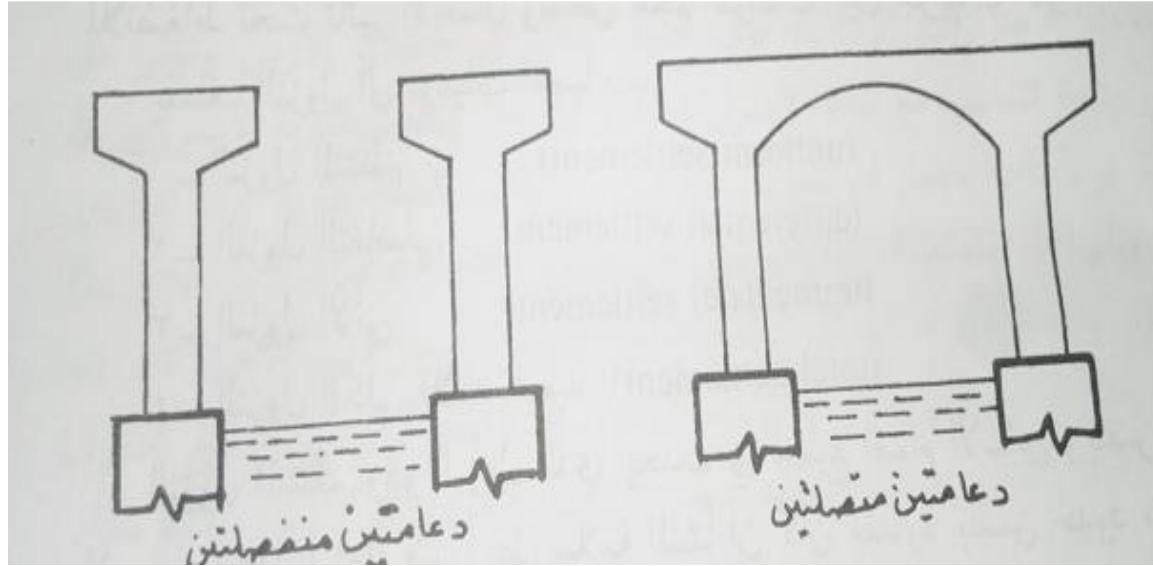
- قد تحدث مشكلة الانتفاخ (swell) في بعض المواقع التي تكون فيها التربة طينية بسبب رفع كميات كبيرة من التربة مما يتطلب الاسراع بتنفيذ الاساس الخرساني لتقليل حدوث الانتفاخ.
- ان النزول المنتظم بالنسبة الى اسس الطفو يبلغ لحد 7,5 سم الى 15 سم .
- تستعمل اسس الطفو عند الضرورة لان كلفة انشائة عالية ولها صعوبة منها تخص الحفريات العميقة والمياة الجوفية .

## 9. اسس الدعامات Piers :

- الدعامة عبارة عن كتلة خرسانية ذات مساحة قاعدة وارتفاع كبيرين بمقاطع ذات اشكال مختلفة مربعة او دائرية او مستطيلة او بيضوية بالنسبة الى بعض المنشآت المائية لكي يجري الماء انسيابيا.
- تتألف اسس الدعامات من دعامة واحدة او اكثر.
- تعمل الدعامات ذات المقاطع الكبيرة بفراغ للجزء ما فوق مستوى الماء لتقليل وزنها والاقتصاد في موادها الانشائية وتملاً احيانا بالرمل والحصى اذا دعت الحاجة الى ذلك.



د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016



- يتطلب جلوس الدعامه على طبقات التربة ذات التحمل العالي و ثم ترتفع الدعامه الى ما فوق مستوى الارض لنقل الاحمال من الاعمدة والروافد Girders.
- تستعمل الدعامات عندما يتعذر استعمال الاسس الحصرية او الركائز وعندما تكون قاعدة الدعامه بسعه كافيه لتوزيع احمال الدعامه على طبقات التربة.
- تكون الدعامات اما منفصلة عن بعضها او متصله بأشكال هندسية ذات طابع معماري.
- يتم صب خرسانة الدعامه تحت مستوى الماء بضغط مساوى الى ضغط عمود الماء وهذا يتطلب خبرة و عمال لهم الأستعداد للعمل تحت تأثير الضغط.
- يمكن ايضا صب الخرسانة بعد سحب المياه وتجفيف الموقع بأستعمال الركائز اللوحية sheet piles والضخ المستمر.

# نزول الأسس: (Settlement of foundations)

- ان نزول الاسس حقيقة هندسية ومتوقعة بالنسبة الى معظم انواع التربة وذات اهمية بالنسبة الى سلامة المنشأ وخلوه من التصدعات او الميلان او الانهيار التدريجي او المفاجئ.
- يتم دراسة النزول حسب نوعية الاسس والتربة وتركيب المنشأ ان كان هيكليا او ذو جدران حاملة.
- يتأثر النزول كثيرا بالماء الجوفي ولا سيما عندما يكون مستواه غير ثابت خلال مواسم السنة مسببا حركة في جسيمات التربة واختلاف مسامياتها ومقاومتها للانضغاط.

يصنف النزول حسب توزيعه الى نوعين هما:

1. النزول المنتظم (uniform settlement): وهو النزول الذي يحدث في جميع اقسام الاساس وبنفس المقدار ولا يسبب هذا النزول ضررا على سلامة المنشأ ان كان مقدارة ضمن حدود مقبولة.
2. النزول التفاضلي (differential settlement) هو النزول الذي لا يكون متساويا في جميع اقسام الاساس وعندما يكون مقدارة كبيرا فقد يسبب اضرارا في المنشأ منها حدوث تصدعات او ميلان بعض اجزاء المنشأ او تلف بعض التراكيب كالابواب والأنابيب وغيرها. يجب اخذ تأثير النزول التفاضلي الذي يتجاوز الحدود المسموحة عند التصميم.





د. عبدالرشيد عطالله المياحي - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

H. CHANON

## ويقسم النزول حسب سرعة حدوثه الى نوعين ايضا هما:

1. النزول الآني (immediate settlement): وهو النزول الذي يحدث خلال فترة زمنية قليلة

اثناء الانشاء وتسليط الاحمال ويكون معظم النزول في التربة ذات التركيب الحبيبي كالتربة الرملية والحصوية. وغالبا ما يتم تنفيذ اعمال الانهاءات بعد استنفاد معظم النزول الآني. لذا يكون احتمال حصول التشققات في المنشآت المقامة على تربة حبيبية قليلا.

2. النزول الكلي للامد البعيد (TOTAL SETTLEMENT): وهو النزول النهائي بعد مضي فترة

زمنية طويلة تعتمد على عوامل عديدة منها نوعية التربة ومقدار الاحمال ومستوى الماء الجوفي . ويكون هو النزول المؤثر في التربة ذات التركيب المتماسك كالتربة الطينية لذا يلاحظ استمرار النزول تدريجيا لفترة طويلة في الابنية المقامة على ترب طينية.

# Collapse Of 13 Story Building in China



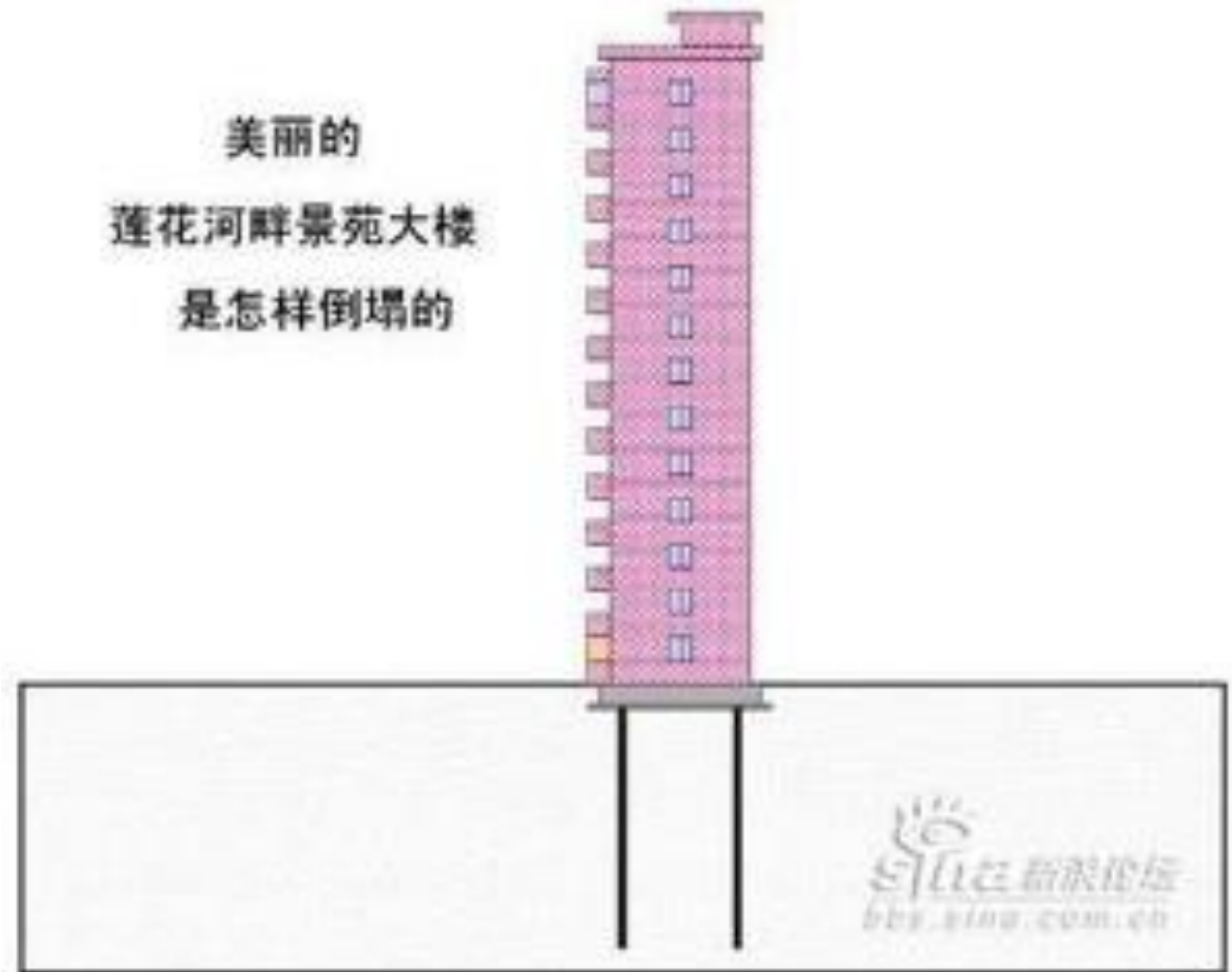
د. عبدالأمير عطالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

# Collapse sequence:

- (1) An underground garage was being dug on the south side, to a depth of 4.6 meters.
- (2) The excavated dirt was being piled up on the north side, to a height of 10 meters.
- (3) The building experienced uneven lateral pressure from south and north.
- (4) This resulted in a lateral pressure of 3,000 tonnes, which was greater than what the pilings could tolerate.

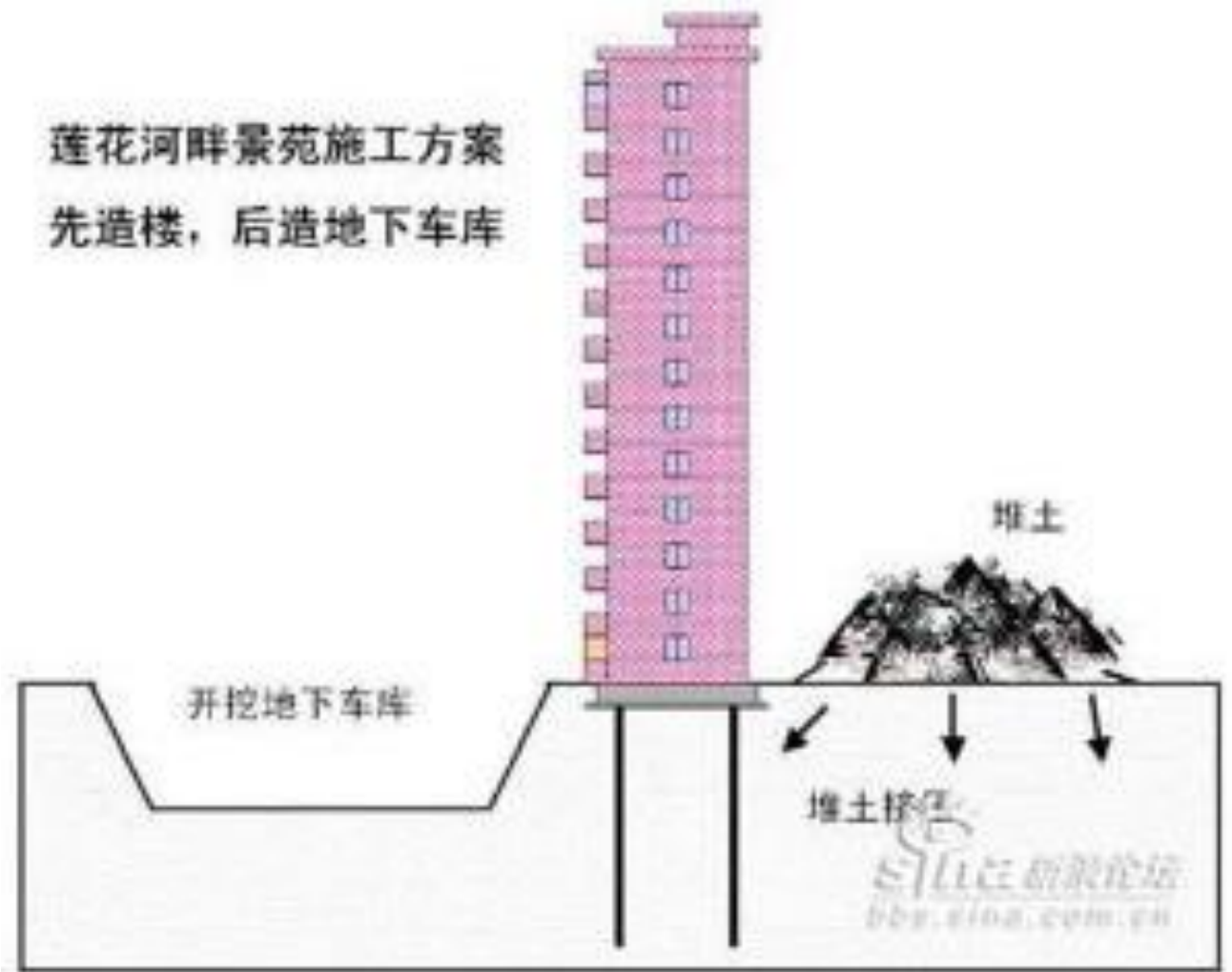
Thus the building toppled over in the southerly direction.

First, the apartment building was constructed

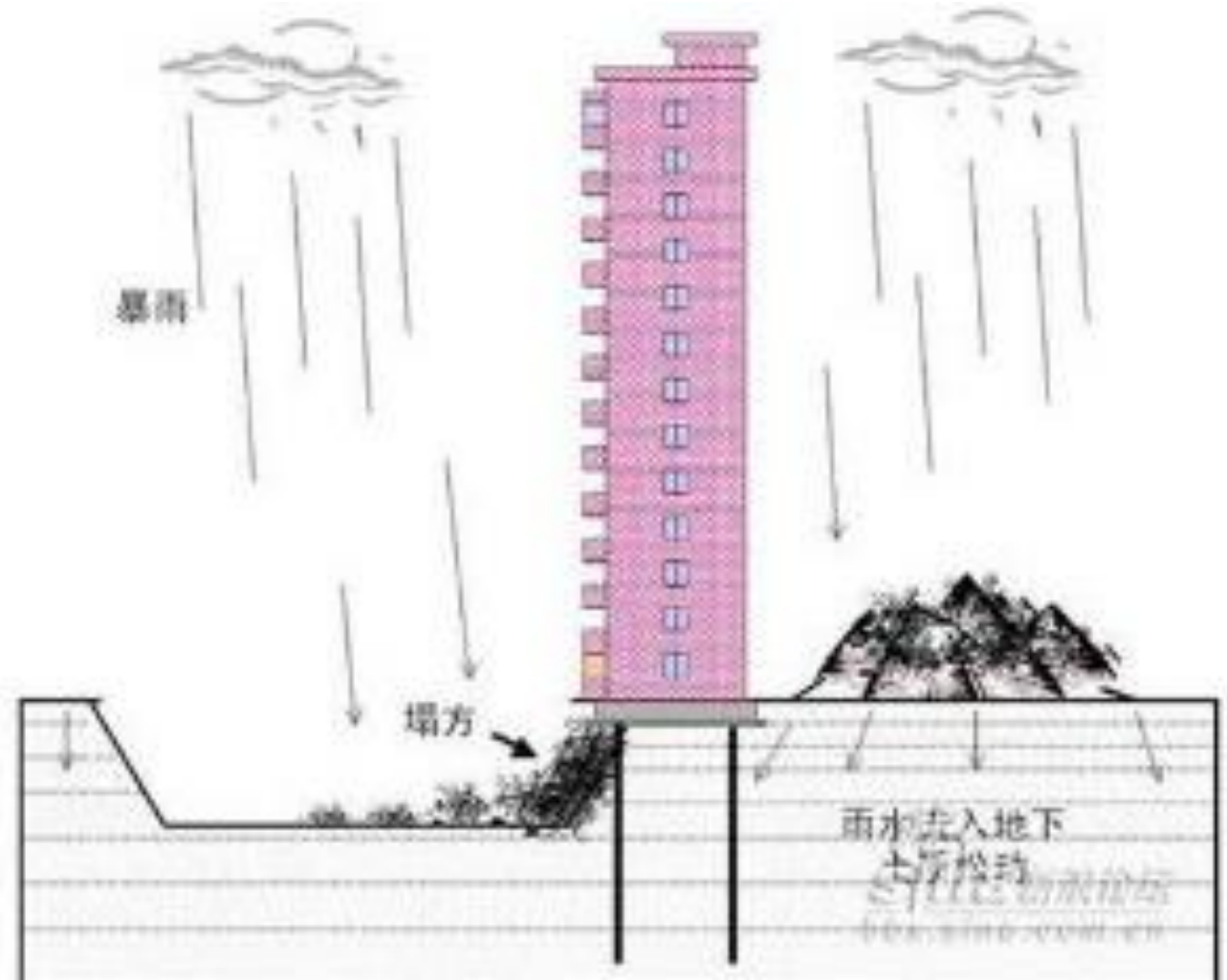


Then the plan called for an underground garage to be dug out.

The excavated soil was piled up on the other side of the building



Heavy rains resulted in water seeping into the ground.



The building began to tilt

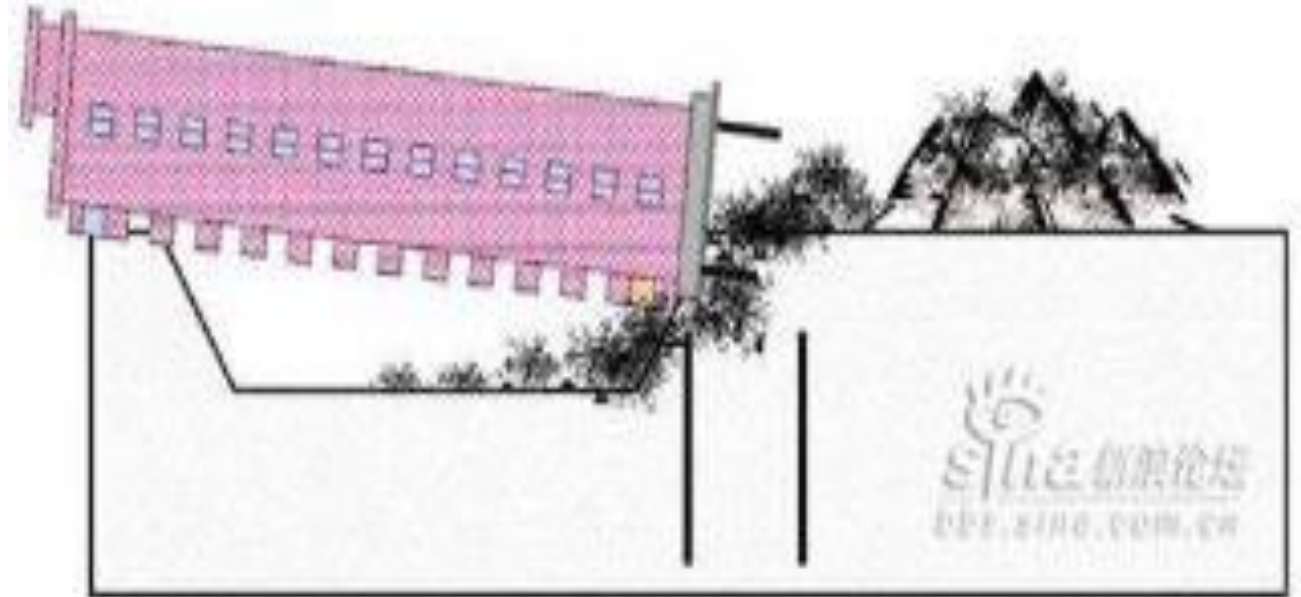
Then it began to shift and the "hollow" concrete pilings were snapped due to the uneven lateral pressures





## 创造世界房屋倒塌奇迹

And thus was born the eighth wonder of the world.



If the buildings were closer together it would have resulted in a domino effect





د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016



د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016



د. عبدالأمير عطاءالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016



د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

# الاهتزازات والاسس:

• الاهتزازات التي تؤثر على المنشآت واسسها ذات مصدرين هما:

1. الاهتزازات الزلزالية : تحدث الاهتزازات الزلزالية قوى افقية تنتقل في طبقات الارض

وتؤثر على الاسس بشدة تتناسب مع شدة الاهتزازات مما يتطلب تقوية الاسس وربط اقسامها باتجاهين.

• في المنشآت العالية المعرضة للزلازل يجب كذلك تقوية هيكلها بأستعمال جدران قص خرسانية .

**2. الاهتزازات الناتجة من تشغيل مكائن ثقيلة في الارضيات :** يمكن معالجتها بعمل مفاصل

تعزل اسس وقواعد المكائن عن اسس وارضيات المنشأ .

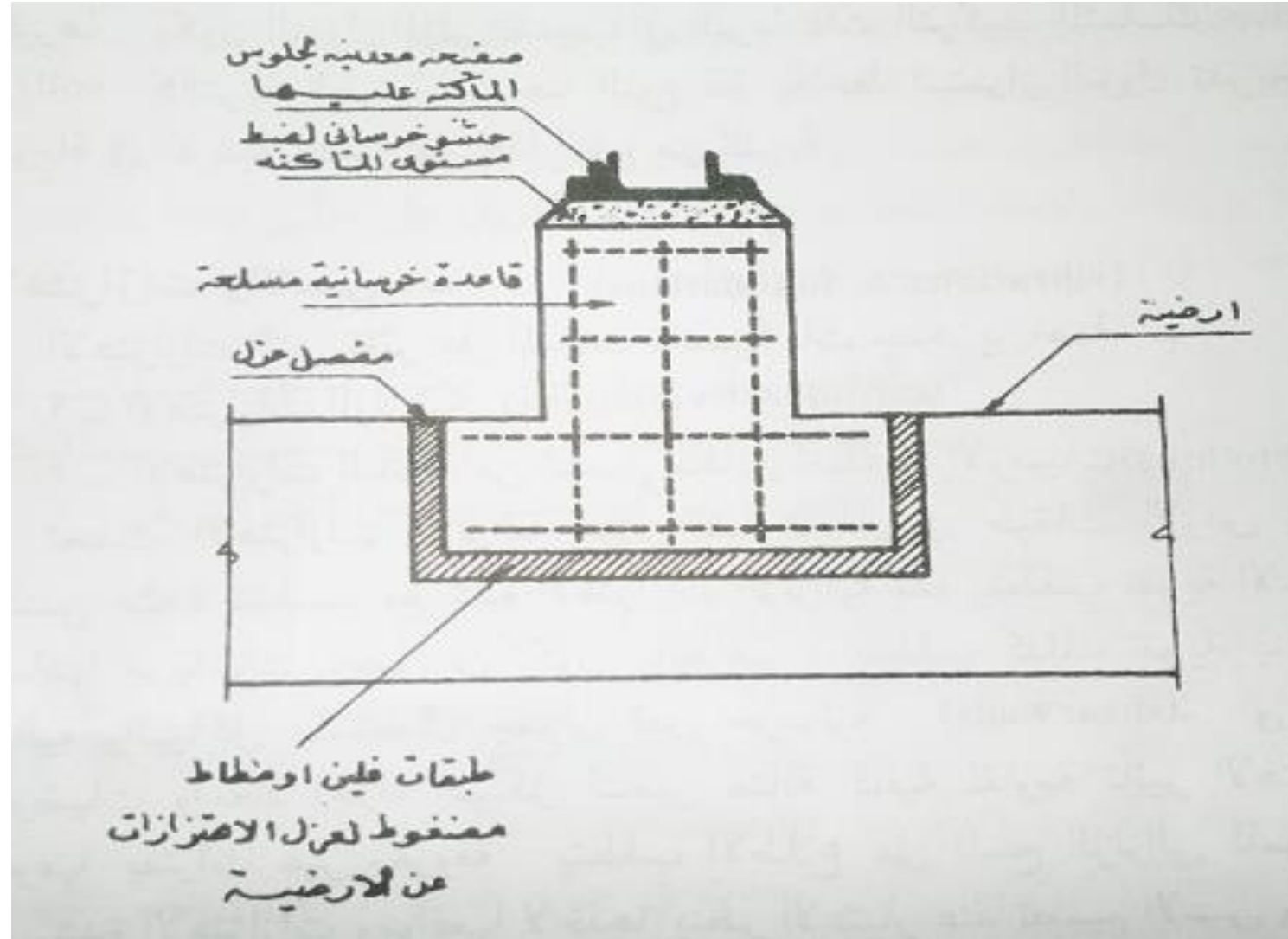
يجب ان تكون قواعد المكائن واسسها بكتلة خرسانية ذات تسليح مناسب لتثبيت الماكنة عند

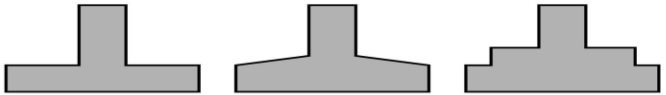


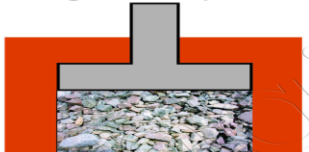
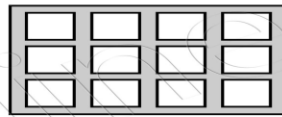


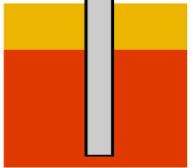

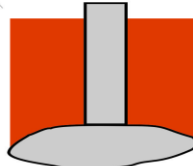

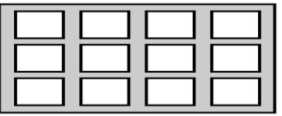
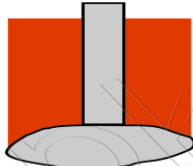

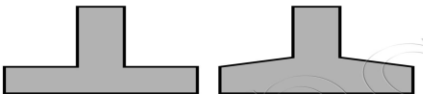
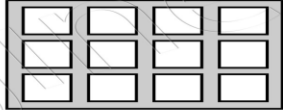
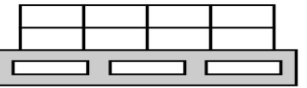

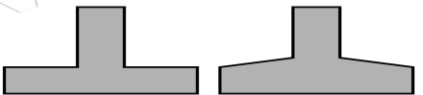
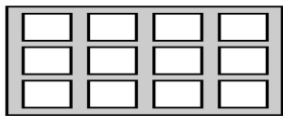
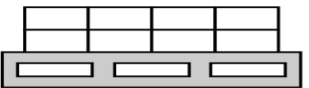


التشغيل والاهتزاز.

• تستعمل كذلك الطبقات المطاطية او الفلين بأسماك مختلفة او مساند نابضة حلزونية مصممة

لامتصاص الاهتزازات كل حسب ثقل الماكنة وشدة الاهتزازات الناتجة عند التشغيل.





Sub Soil Conditions	Foundation Possibilities	
	Light Flexible Structures	Heavy Rigid Structures
Deep compact or Stiff Soil	<p>Footings</p> 	<p>Footings</p>  <p>Shallow Mat</p> 
Deep compressible strata	<p>Footings on compacted granular pad</p>  <p>Shallow Mat</p>  <p>Frictional Piles</p> 	<p>Deep mat with possible rigid construction in basement</p>  <p>Long Piles to bypass weak soils</p>  <p>Frictional Piles</p> 
Soft or loose strata overlying firm strata	<p>Bearing Piles</p>  <p>Footings with ground improvement techniques like compaction grouting replacing soil etc</p>  <p>Shallow Mat</p> 	<p>Bearing Piles</p>  <p>Deep mat with possible rigid construction in basement</p> 
Compact or stiff layer overlying soft deposit	<p>Footings</p>  <p>Shallow Mat</p> 	<p>Deep Mat (Floating)</p>  <p>Long Piles to bypass weak soils</p> 
Alternating soft and stiff layers	<p>Footings</p>  <p>Shallow Mat</p> 	<p>Deep Mat (Floating)</p>  <p>Piles</p>  <p>Caisons</p> 

# أعمال الركائز Pile Works

• الركائز هي ذلك الجزء من المنشأ الذي يكون عادة تحت مستوى سطح الارض substructure ويقوم بعمل او اكثر من الاعمال الاساسية التالية:

1. نقل ثقل المنشأ الى طبقات التربة وتعتبر اساسا له.

2. اسناد طبقات التربة المعرضة الى قوى دفع جانبية.

3. تثبيت التربة وحرصها.



د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

# استعمالات الركائز:

• تستعمل الركائز في الحالات التالية:

1. عندما تكون التربة ضعيفة لا تقاوم الاحمال الموزعة عليها خلال انواع الاسس الاخرى.
2. عندما تكون التربة طينية ذات خاصية الانكماش والانتفاخ الموسمي بسبب تغير نسبة رطوبة التربة وحركة المياه الجوفية في طبقاتها.
3. عندما يكون المنشأ فوق سطح الماء كأرصفت المواني ومأخذ المياه.
4. عندما لا يمكن حفر الاسس من الانواع الاخرى عميقا لوجود ابنية مجاورة ذات اسس قريبة من سطح الارض بحيث لو تم حفر الاساس الجديد لتعرض البناء المجاور الى التصدع والنزول او الانهيار . في هذه الحالة تفضل انواع الركائز ذات الاهتزاز القليل عند الانشاء.



5. عندما يتطلب موازنة قوى شد او دفع جانبي وتسمى بركانز تثبيت anchor piles عندما تكون شاقولية. وتسمى بركانز تثبيت مائلة batter piles عندما تكون بميل معين.
6. في المناطق التي تكثر فيها الزلازل والاهزات الارضية حيث تكون الركائز اكثر مقاومة من غيرها وتوزع بمجموعات تتصل مع بعضها برباطات تقوية باتجاه واحد او اتجاهين.
7. عندما يكون مستوى الماء الجوفي مرتفعا مما يصعب حفر وتنفيذ الاعمال الانشائية لانواع الاسس الاخرى.
8. عندما يتطلب اسناد وتقوية اسس قائمة ضعيفة باستعمال ركائز رافعة تسندها في مواقع معينة.
9. عندما يتطلب مقاومه احمال جانبية ناتجة عن دفع تربة او مخزون ماء حيث تستعمل غالبا الركائز الصفيحية المعدنية sheet piles .





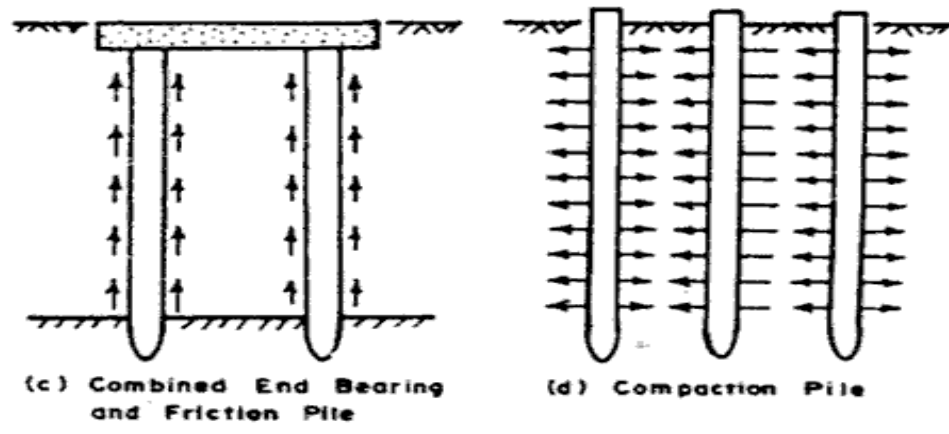
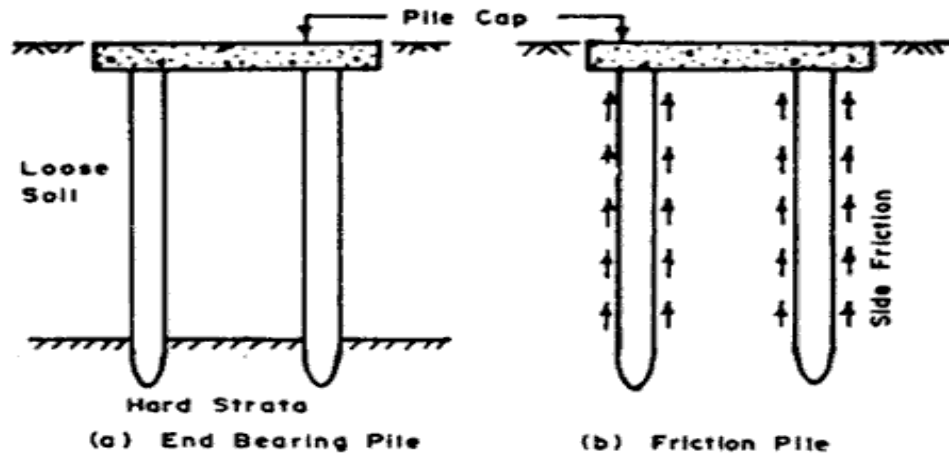
تصنف الركائز بنوعيات عديدة حسب العوامل التالية:

1. الركائز حسب طريقة نقل الاحمال الى التربة وهي على ثلاثة انواع اساسية:

أ. ركيزة الاحتكاك friction pile : وهي الركيزة التي تنقل حملها الى التربة بواسطة الاحتكاك بين سطوحها الجانبيه والتربة الملاصقة لها.

ب. ركيزة عمود bearing pile : وهي الركيزة التي تنقل حملها الى التربة في قاعدتها وتعمل كعمود يستند على طبقة صخرية او تربة قوية.

ج. ركيزة ذات العمل المشترك COMBINED ACTION PILE: حيث تنقل الركيزة حملها الى التربة بواسطة الاحتكاك السطحي والاسناد العمودي وبنسب متفاوتة تعتمد على طبيعة تكوين التربة وخواصها علما بأن اكثر الركائز المستعملة هي من هذا النوع.



2. انواع الركائز حسب موادها واهمها:

أ- الركائز الخشبية Timber Piles.

ب- الركائز الخرسانية Concrete Piles.

ج- الركائز المعدنية Metal Piles.

# أ - الركائز الخشبية:

الركائز الخشبية هي اولى انواع الركائز التي استعملت بنطاق واسع منذ القدم وكانت تصنع من الاخشاب الصلدة وهي كثيره المقاومة ان بقيت محاطة بظروف مناخية وجوفية ثابتة حيث في حالة اختلافها يستوجب معالجة الخشب بمستحضرات خاصة لتقويتها وزيادة مقاومتها للحشرات والتآكل والتغير الحراري والرطوبة والاملاح.

لذا فالركائز الخشبية تكون على نوعين:

1. الركائز الخشبية غير المعالجة .
2. الركائز الخشبية المعالجة بمواد حافظة .



- تضاف عادة مقاطع معدنية على طرفي الركيزة للمحافظة عليها من التهشم اثناء دقها بالمطارق المعدنية وكذلك لتسهيل اختراقها طبقات التربة ولا سيما عندما تكون صعبة الاختراق.

- يفضل استعمال الركائز الخشبية عندما تكون اقتصادية لتوفرها بأطوال مناسبة ويمكن ربط عدة اطوال مع بعضها بمفاصل.

- لعمل ركيزة طويلة يستوجب دق الركائز الخشبية شاقوليا علما ان الميل المسموح به يساوي 25 ملم لكل 16 متر من طول الركيزة.



# ب - الركائز الخرسانية:

وهي على انواع هي:

أ ( الركائز الخرسانية مسبقة الصب: وتكون اما

1.مسبقة الصب اعتيادي Precast Piles

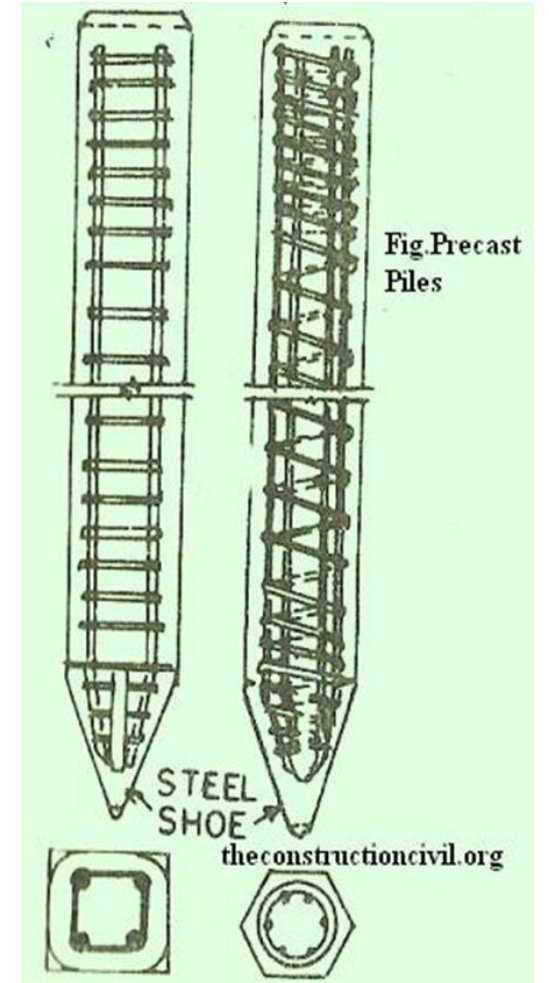
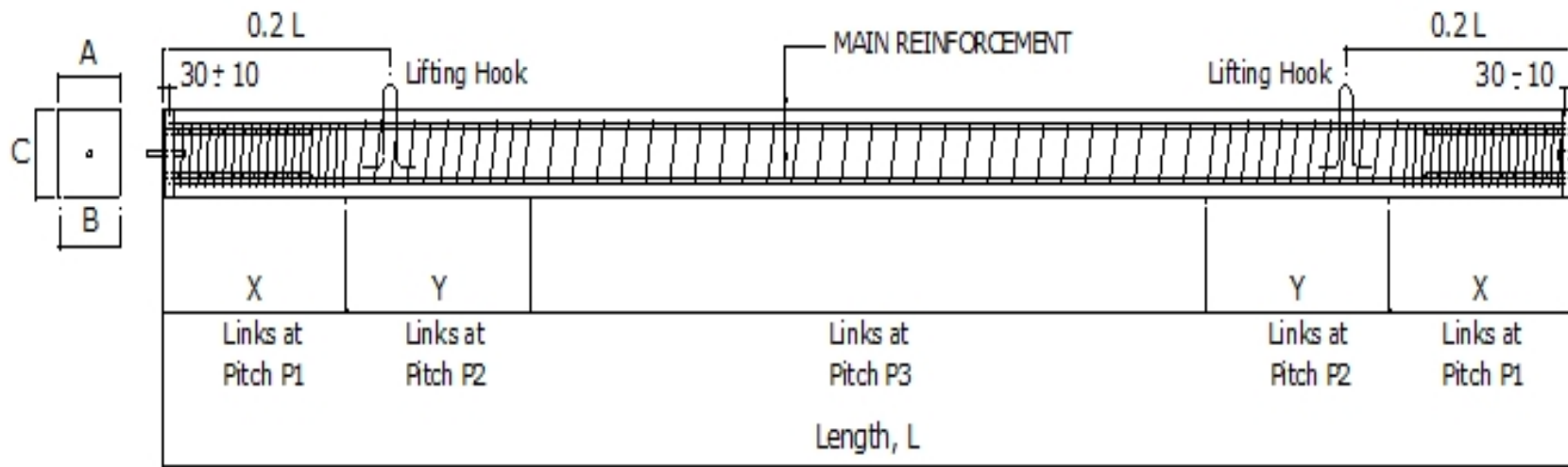
2.مسبقة صب ومسبقة جهد Prestressed – Precast Piles

ب ( الركائز ذات الصب الموقعي. Cast in Place Piles

# أ- الركائز الخرسانية مسبقة الصب:

## 1- الركائز مسبقة الصب الأعتيادي:

- تعمل الركائز مسبقة الصب الاعتيادي بمقاطع دائرية او مربعة او مضلعة.
- يتم وضع تسليح رئيسي للركيزة مع استعمال رباطات طوقية او حلزونية ذات مسافات متقاربة في طرفي الركيزة وذلك لمقاومة تأثير ضربات الدق ومقاومة اختراق التربة.



## خواص الركائز الخرسانية مسبقة الصب:

1. إمكانية السيطرة التامة على نوعية الخرسانة.
2. صعوبة تغيير طول الركيزة ان تطلب موقع العمل ذلك.
3. تحتاج هذه الركائز الى معدات ثقيلة لنقلها ورفعها ودقها.

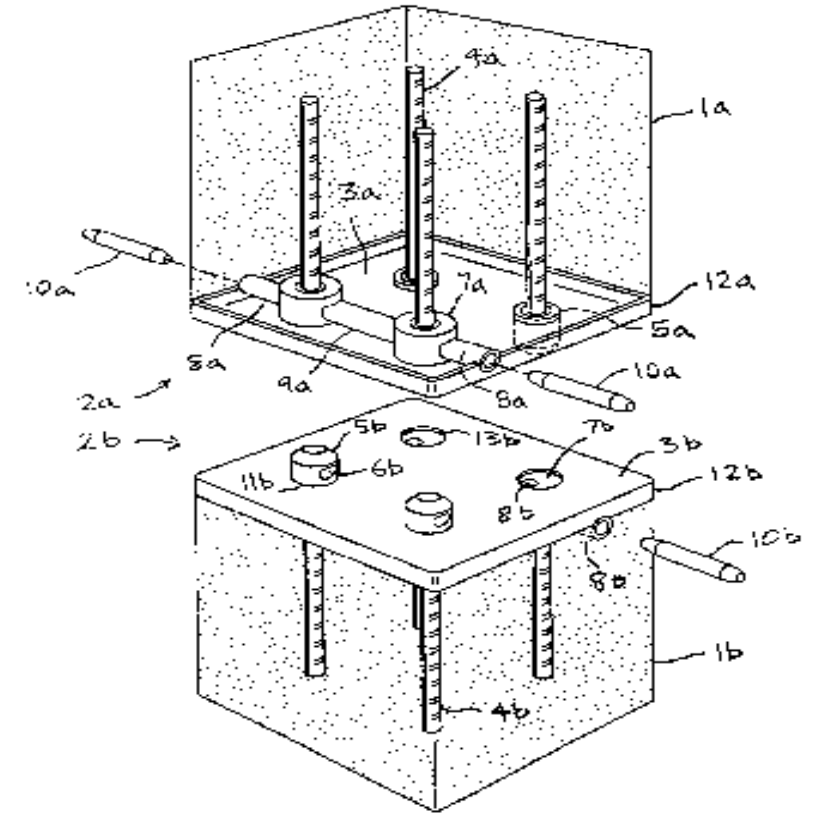
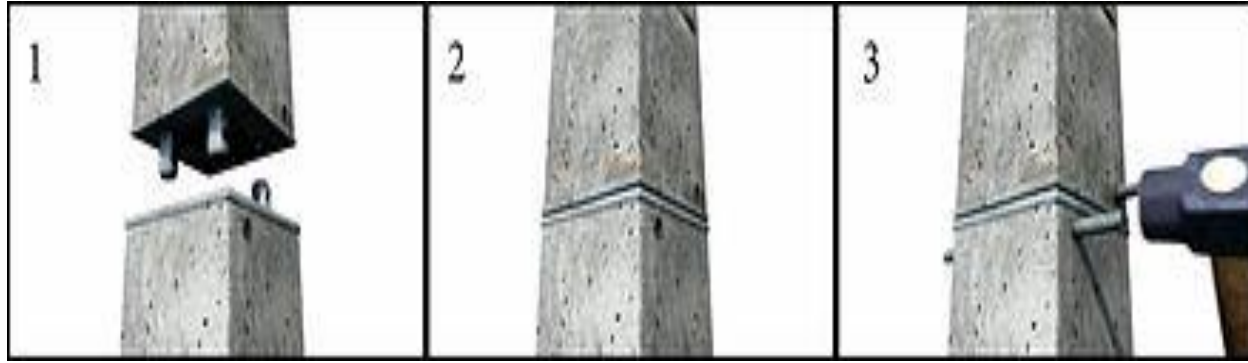
## 2- الركانز مسبقة الصب ومسبقة الجهد:

لغرض معالجة سلبيات الركانز مسبقة الصب الأعتيادي يتم عادة استعمال الركانز الخرسانية مسبقة الصب ومسبقة الجهد والتي تصنع باطوال قياسية من 5 متر الى 13 متر للقطعة الواحدة.

تربط القطع مع بعضها بواسطة اقفال ولحام او وصلات خاصة للحصول على طول الركييزة المطلوب.









• يتم معالجة الركائز الخرسانية بالطلاء القيري لكامل طول الركيزة او للجزء المعرض للطبقات التي تحتوي على املاح.

• تكون الركائز مسبقة الصب مسبقة الجهد اكثر اقتصادية من الركائز مسبقة الصب الأعتيادية من ناحية:

• المواد المستعملة لعمل ركيزة بنفس الكفاءة حيث يكون مقطع الركيزة مسبقة الجهد اصغر مما يسهل عملية اختراقها لطبقات التربة اثناء الدق.

• اكثر مقاومة لقوى الشد وعزوم الأنحناء ان وجدت.

## ب. الركائز الخرسانية ذات الصب الموقعي:

- الركائز الخرسانية ذات الصب الموقعي هي التي يتم صب خرساناتها داخل حفرة اسطوانية يتم حفرها عموديا في التربة في المكان المطلوب تصميميا.
- يمكن اسناد جوانب الحفرة بغرز اسطوانة معدنية قد تبقى في موقعها بعد صب الخرسانة او تسحب اثناء الصب تدريجيا.
- يجب تجنب تسرب المياه الجوفية والتربة الى الفجوات والجيوب في الخرسانة اثناء الصب.



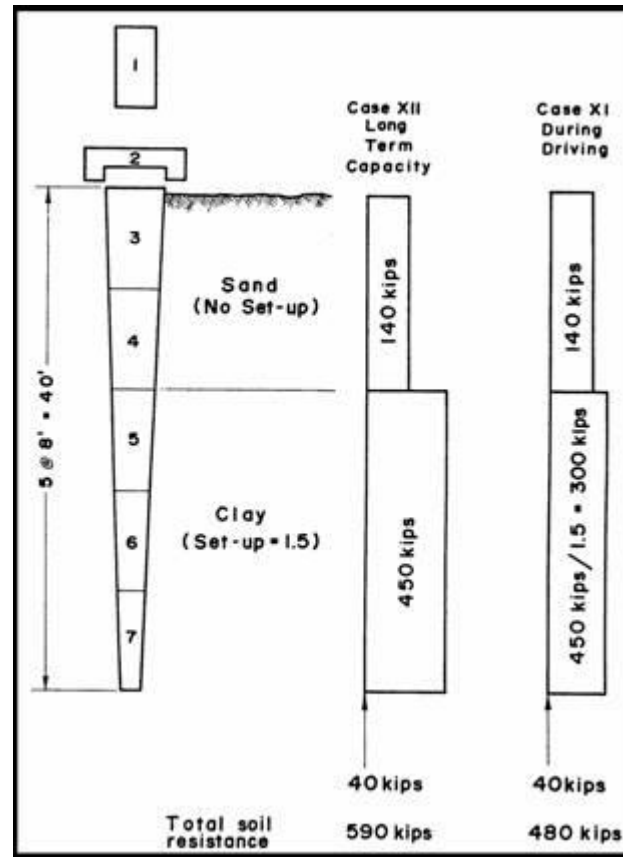
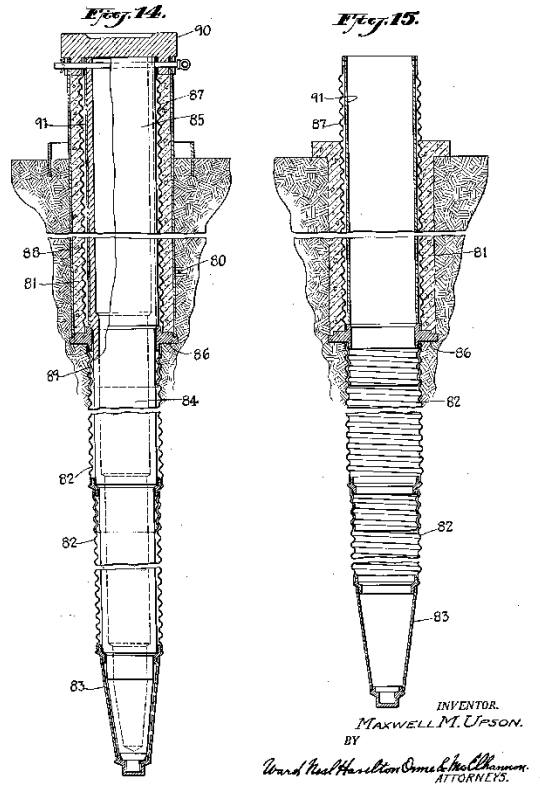
- هناك انواع من الركائز ذات الصب الموقعي تدق فيها اسطوانة معدنية مسلووبة ذات اوجة مضلعة او لوبية لتزيد من مساحتها السطحية ومقاومتها للاحتكاك مع التربة المتلاصقة بها وتترك في التربة.
- تصنع اجزاء الاسطوانة المسلووبة عادة بقطر حوالي 20 سم في الاسفل وتتوسع نحو الاعلى تدريجيا وبأقطار قياسية.
- من انواع هذه الركائز النوع المعروف باسم Raymond piles وتكون الاسطوانة اما قطعة واحدة او ذات قطع تتركب على بعضها بوصلات لتكوين جسم الركيزة بالطول المطلوب.
- يملأ داخل الاسطوانة المسلووبة بعد رفع التربة بالخرسانة التي تكون مسلحة او غير مسلحة حسب متطلبات التصميم تكون نسبة التسليح في الركائز الخرسانية ذات الصب الموقعي من 0.01 الى 0.02 من مساحة مقطع الركيزة مع رباطات طوقية او حلزونية.

May 15, 1962

M. M. UPSON  
METHODS AND APPARATUS FOR MAKING CONCRETE  
FILE SHELLS AND PILES 3,034,304

Filed Dec. 29, 1958

6 Sheets-Sheet 5

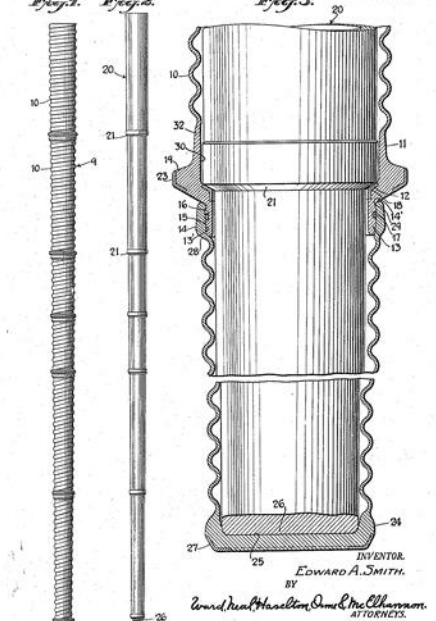


Feb. 16, 1960

E. A. SMITH  
PLASTIC PILE SHELLS 2,924,949

Filed June 3, 1954

2 Sheets-Sheet 1

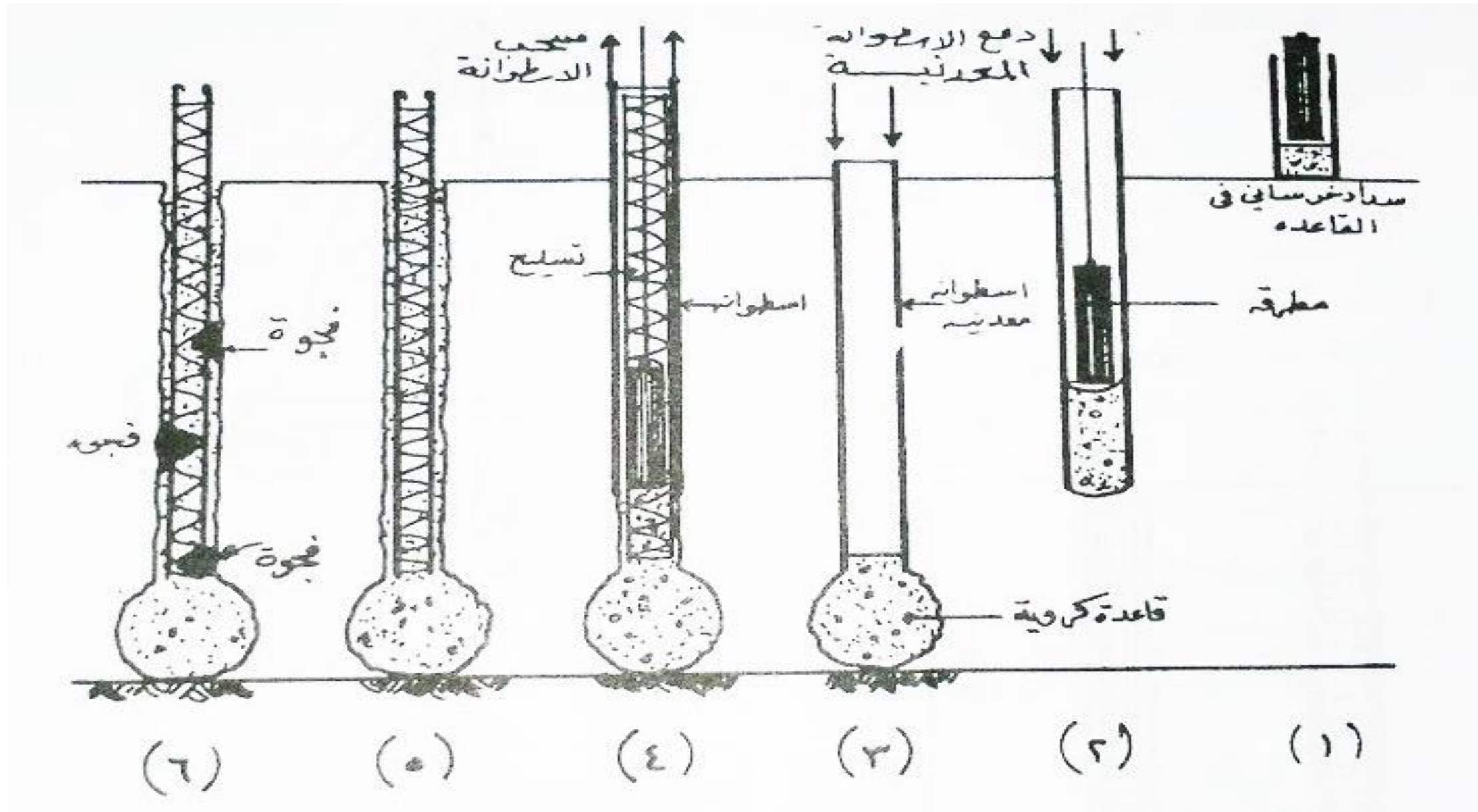


• فوائد تسليح الركائز:

1. مقاومة عزم الانحناء الذي قد ينتج من عدم شاقولية الركيزة .
2. اعتبار الركيزة عمود يتحمل الاثقال بالاحتكاك والاسناد معا.
3. احتمال تكون جيوب فارغة في الخرسانة اثناء الصب مما يتطلب تعويضها بحديد التسليح.

• مراحل عمل ركيزة خرسانية ذات قطر صغير صب موقعي:

1. غلق الاسطوانة المعدنية بسداد خرساني بأرتفاع من 60 الى 90 سم.
2. دق الاسطوانة المعدنية بمطارق داخل التربة لغاية الوصول للعمق المطلوب.
3. دفع السداد الخرساني اسفل الاسطوانة لتكوين كرة خرسانية في قاعدة الركيزة.
4. وضع حديد التسليح ثم صب الخرسانة مع الدق المستمر وسحب الاسطوانة تدريجيا لحين الانتهاء من صب الركيزة للمنسوب المطلوب. يراعى عند سحب الاسطوانة بقاء كمية من الخرسانة بداخلها منعا لتكون جيوب فارغة في الخرسانة.



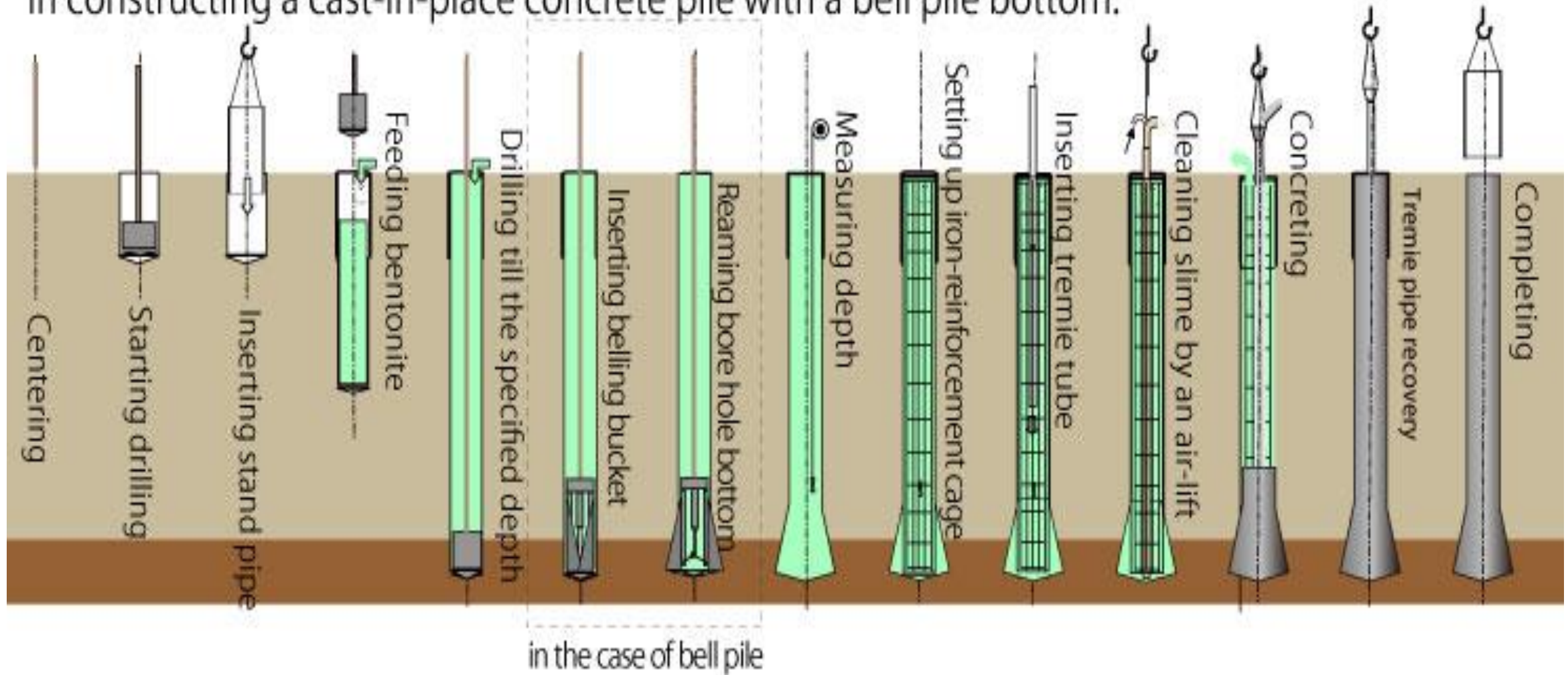


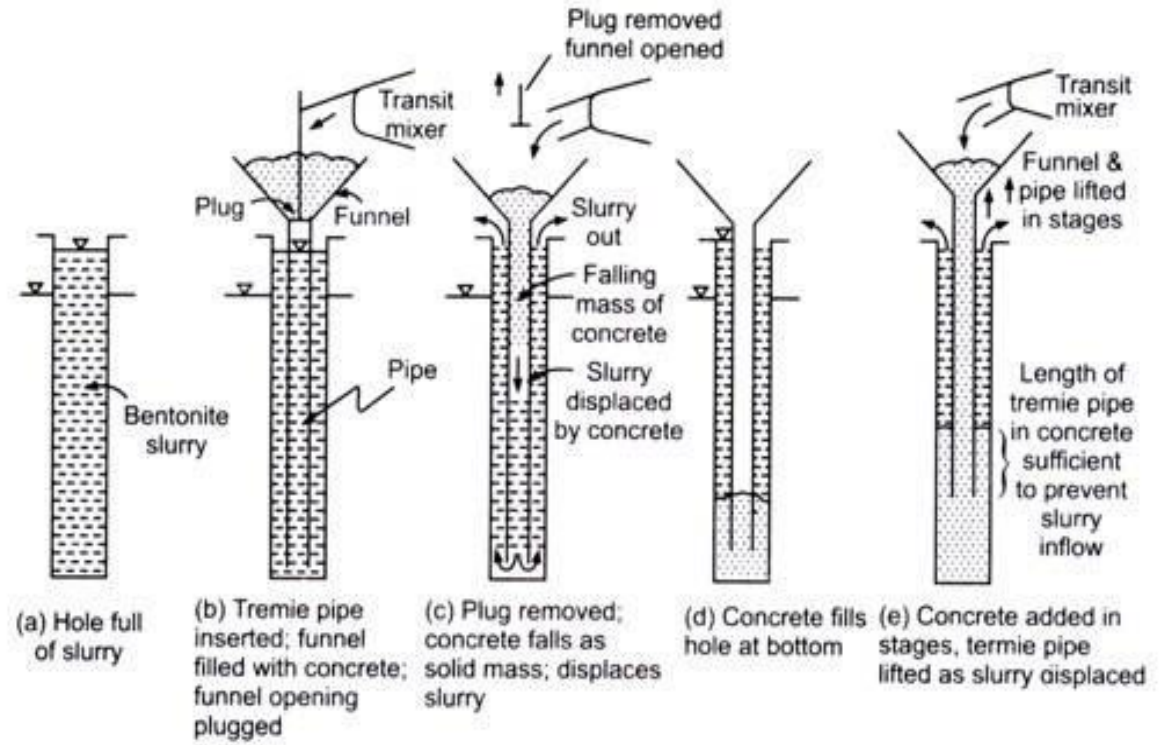
مراحل عمل ركيزة خرسانية ذات قطر كبير وبصب موقعي:

1. الحفر باستخدام الحفار الدوار واسناد جوانب الحفر بأسطوانة معدنية لغاية العمق المطلوب اذا كانت التربة ضعيفة.
2. توسيع القاعدة بجهاز خاص على ان لاتقل المسافة الصافية بين القواعد عن 300 ملم وتنظيف القواعد وجوانبها.
3. وضع حديد التسليح وصب الخرسانة وسحب الأسطوانة. علما ان صب الخرسانة يتم بواسطة قمع وانبوب عندما يكون مستوى المياه الجوفية مرتفعة لأيصال الخرسانة الى قعر الحفرة تحت المياه الجوفية لتزيل السائل الكثيف المكون من الماء والأتربة.

# Typical Operation Procedures

in constructing a cast-in-place concrete pile with a bell pile bottom.





**FIG. 11.24** Concreting using tremie pipe

# الركائز المعدنية Metal Piles:

تستعمل الركائز المعدنية عندما:

1. يكون عمق الطبقة القوية كبيرا.

2. عندما يراد تجنب مشكلة انجراف.

في كلا الحالتين يتطلب الأمر دق الركيزة الى عمق كبير قد لا يمكن ائصال الركائز الخرسانية اليه.

□ تكون الركائز المعدنية ذات مساحة مقطع صغيرة لذا يجب ان تكون المساحة السطحية كبيرة نسبة الى مساحة المقطع وذلك لغرض زيادة مساحة احتكاكها بالتربة وبالتالي زيادة قوة تحملها.

□ من الأشكال شائعة الاستعمال في الركائز المعدنية هي:

1. مقطع H
2. مقطع مضلع
3. مقطع مربع صندوقي
4. مقطع انبوبي.

- تتوفر الركائز المعدنية بمقاطع وأوزان وأطوال قياسية.
- للحصول على الطول المطلوب يتم توصيل عدة قطع من الركائز المعدنية بوصلات لحام تناكبية.

- تستعمل قطعة معدنية فوق الركيزة تسمى الخوذة لحماية الركيزة اثناء الطرق.
- يضاف في أسفل الركيزة نهاية مدببة تسمى الكعب لتسهيل اختراقها للتربة.



طرق حماية الركائز المعدنية من التآكل بتأثير الأملاح وحوامض التربة:

1. اختيار ركائز ذات اجهاد خضوع عالي.
2. ان تحتوي سبيكة معدن الركيزة على نسبة من 0.2% الى 0.35% من النحاس لكونه اكثر مقاومة للتآكل من الحديد.
3. استعمال مقطع اكبر من المقطع المطلوب تصميميا.
4. طلاء الركيزة بمواد حافظة مثل الخرسانة أو الأصباغ الدهنية أو القيرية.
5. إستعمال طريقة الحماية الكاثودية.

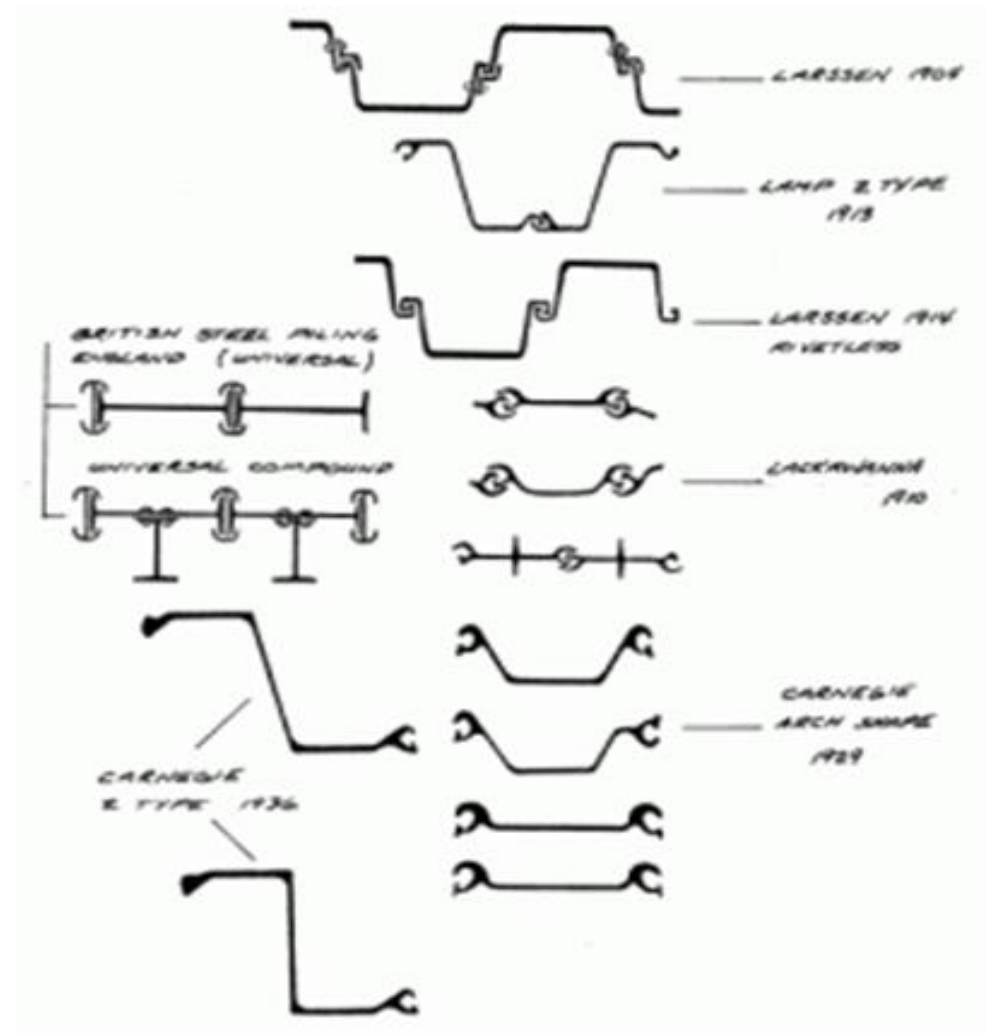
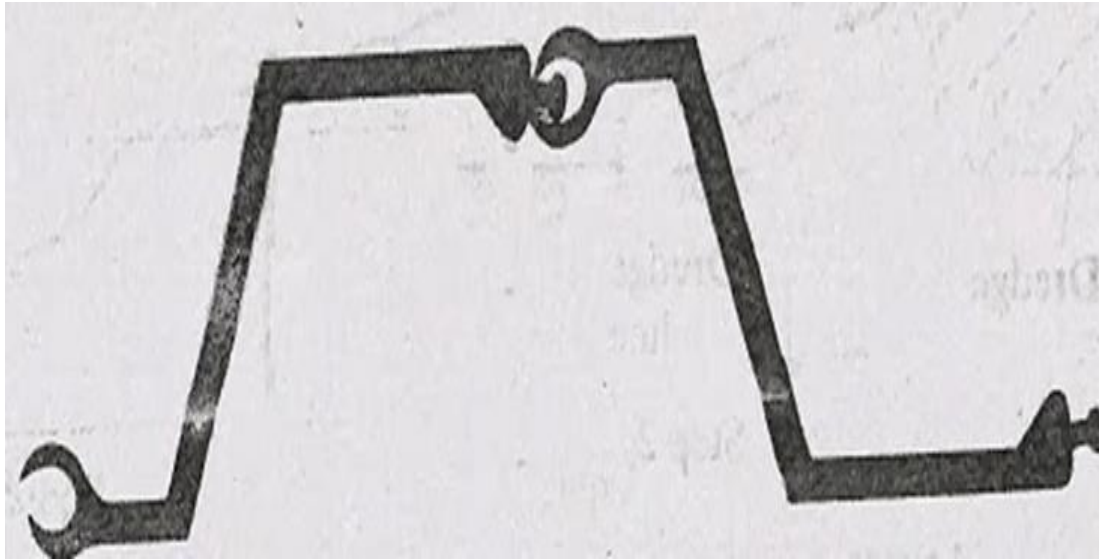


## • ملاحظة:

- في حالة استعمال الركائز ذات المقطع الصندوقي او الأنبوبي فأن تأكل اوجه الركيزة من الداخل يمكن تجنبه بغلق فوهة الركيزة من الاعلى لتجنب دخول الهواء.
- اما الفوهة السفلى فإنها تكون مغلقة بالتراب المحصور داخل الركيزة اثناء الطرق.

# الركائز اللوحية Sheet Piles:

- تكون بشكل صفائح معدنية بأشكال مختلفة يمكن ان ترتبط مع بعضها لتشكل جدارا حاجزا عند غرزها الواحدة بجانب الاخرى.
- تستخدم الركائز اللوحية كحاجز لأسناد التربة أو المياه اثناء اعمال الحفر او عند حافات الأنهر التي يراد منع انهيارها عند وجود طريق او بناء بجانب النهر.
- يمكن ان ترتبط عدد من القطع عن طريق التداخل فيما بينها بتراكيب خاصة في حافات لتكوين حاجز صندوقي مجوف أو مملوء بالتربة.
- يمكن ايضا ان استعمال اللحام والبرشمة ( rivets ) لربط القطع مع بعضها.



### 3. أنواع الركائز حسب طرق تنفيذها:

وهي على نوعين

1. ركائز الحفر bored piles

2. ركائز الدق driven piles

1. ركائز الحفر: وتشمل الركائز التي تصب خرسانتها موقعا بعد اكمال حفرياتها بطرق عديدة اهمها:

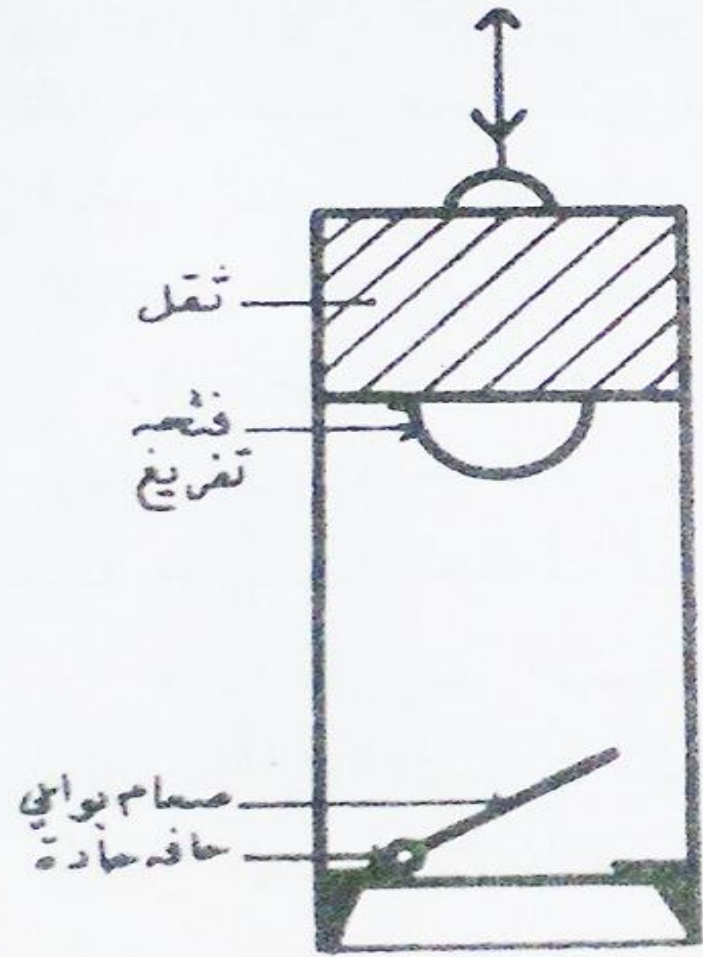
أ- الحفر المطرقي.

ب- الحفر الدواري.

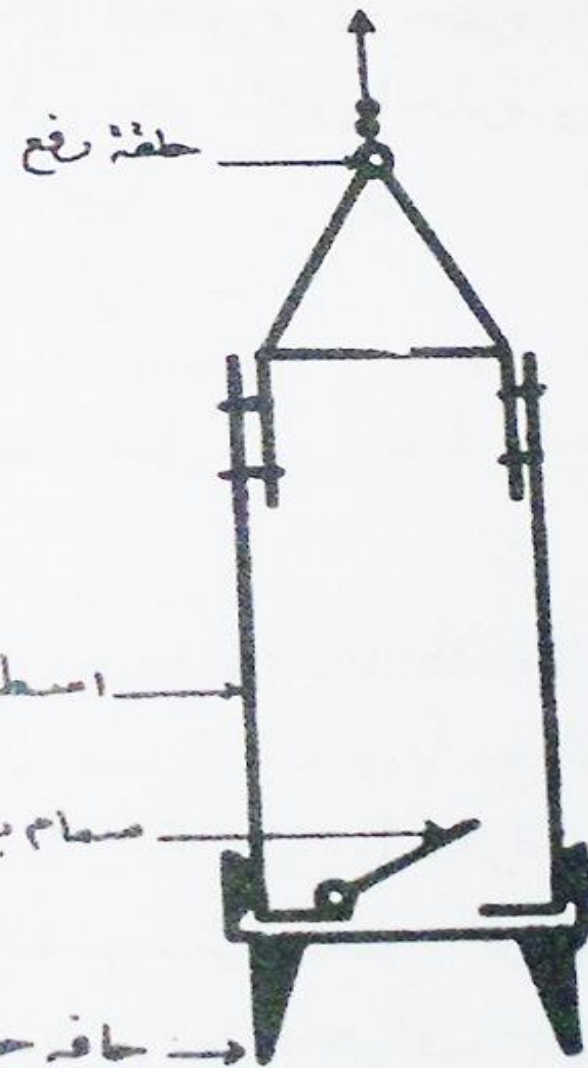
ج- الحفر الدواري بالهزات.

## أ. الحفر المطرقى:

- ويستعمل لحفر ركائز تتراوح اقطارها بين 300 – 1200 ملم وبطول لحد 40 متر.
- تستعمل اسطوانة معدنية ثقيلة ذات صمام بوابي وحافة حادة في اسفلها.
- يتم اسقاط الأسطوانة من ارتفاع معين حيث تملأ بالحفريات التي تحتجز فوق الصمام.
- لتسهيل عملية الحفر يستعمل تيار ماء للمساعدة على اضعاف طبقات التربة.



اسطوانة حفر مع ثقل اعينافي



اسطوانة حفر بدون ثقل اعينافي

## ب. الحفر الدواري:

- ويستعمل لحفر ركائز تتراوح اقطارها بين 300 – 1500 ملم وبطول 40 متر او اكثر.
- تستعمل فيه حفارة لولبية ذات زعانف وحافة حادة.
- يتم اخراج التربة من الحفر بصورة متواصلة اثناء دوران الحفارة.
- يمكن توسيع الحفر في الأسفل بشكل مخروط عن طريق جهاز ملحق ذو زعانف.



## ج- الحفر الدواري بالهزات:

- يتم عزز اسطوانة معدنية داخل التربة عن طريق الضغط والأهتزاز.
- يتم استخراج التراب من داخل الأسوانة بواسطة حفارة لولبية.

- عند عمل ركائز حفر في تربة رخوة أو حبيبية ذات مستوى ماء جوفي عالي، يجب اخذ الاحتياطات لتجنب تشويش و إنجراف التربة أو المياه الجوفية داخل الحفرة.
- تستعمل طرق عديدة لمعالجة هذه الامور منها:-

1. طريقة عمود الماء العكسي: عن طريق ضخ الماء الى داخل الحفرة وبضغط اعلى من ضغط الماء الجوفي لمعادلتة ومنعة من الدخول الى داخل الحفرة.

2. طريقة الاسناد بالبتونايت: يمزج البنتونايت بنسبة وزن 6% مع الماء ويدفع الى داخل الحفرة لاسنادها وتبطينها في طبقات التربة الغير المستقرة وللاعماق التي لا تستعمل فيها اسطوانة معدنية لعمل الركيزة. تحل الخرسانة اثناء الصب محل سائل البنتونايت التخين وتدفعه الى خارج الحفرة تدريجيا .

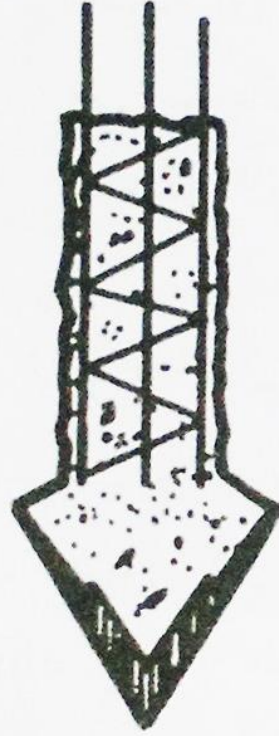
• تستعمل ركائز الحفر الدواري في:

1. المناطق التي يتطلب تقليل الهزات والاصوات الناجمة من الطرق الاخرى لعمل ودق الركائز.

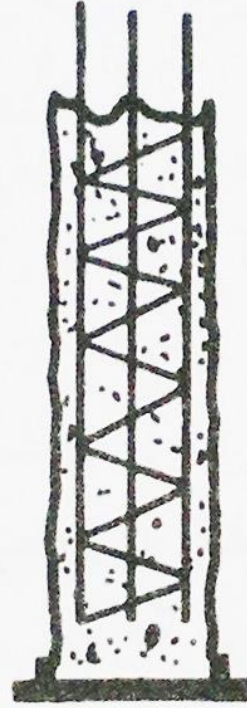
2. المناطق التي تجاورها ابنية ومنشآت يتوقع ان تحدث فيها التصدعات والنزول من جراء صدمات وهزات دق الركائز.

## ركائز الدق:

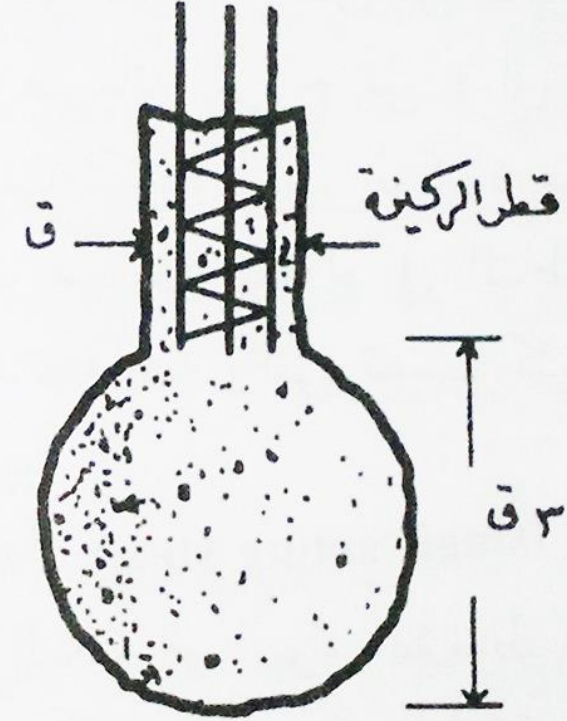
- وتشمل الركائز الجاهزه التي تدق بواسطة اجهزه خاصة تحتوي على مطارق تهبط على راس الركيزه وتدفعها على التربه.
- يجب انتخاب جهاز الدق المناسب حسب نوعية الركيزه وتحملها ونوعيه التربه في موقع العمل
- تشمل ركائز الدق كذلك الركائز التي يتم صبها موقعيا بعد دفع اسطوانة معدنيه مفتوحة نهايتها او مغلقة بقبعه او سداد معدني. حيث تدفع طبقات التربه نحو الجوانب والاسفل اثناء دق الاسطوانة بضربات المطرقه وزخمها.
- يستوجب حمايه راس الركيزه واسطوانتها من صدمات ضربات المطرقة باستعمال وساده او قبة خاصه (driving head) ترفع بعد الانتهاء من عمليات الدق.



ركيزة ذات قبة مخروطية



ركيزة ذات سداد معدني



ركيزة ذات نهاية كروية

# أنواع اجهزة طرق الركائز:

1. جهاز ذو المطرقة الساقطة:-

- ويتكون من مطرقة معدنية يتراوح وزنها 4/1 الى 2 طن تسحب بواسطة حبل الى الاعلى بأرتفاع من 2 - 6 امتار وثم تترك لتهبط على سطح الركيزة او اسطواناتها بشدة وبتكرار الضربات تدفع الركيزة او الاسطوانة في التربة الى العمق المطلوب.
- يجب أن يكون وزن المطرقة نصف وزن الركيزة أو 30 مرة بقدر وزن 30 سم من طول الركيزة.
- أن يكون وزن المطرقة كافيا لأحداث نزول من 2.5 الى 5.0 ملم للضربة الواحدة.

- يفضل استعمال المطرقة الثقيلة بأرتفاع سقوط قليل بدلاً من المطرقة الخفيفة بأرتفاع سقوط كبير وذلك للتغلب على مقاومة التربة نتيجة الضربات المتتالية.
- يمكن تغيير طاقة الضربات بتغيير وزن المطرقة أو تغيير ارتفاع السقوط.
- يتراوح عدد الضربات بين 4 - 8 ضربات بالدقيقة.

## 2. جهاز ذو الطريقة البخارية مفردة العمل:

- يتكون من جهاز ذو مطرقة ترفع بقوة البخار او الهواء المضغوط الى ارتفاع معين لتسقط تلقائيا بعد زوال الضغط.
- ان عدد الضربات بهذه المطرقة من 30 – 80 ضربة في الدقيقة مع امكانية تنظيم الطاقة الناتجة من الضربة وذلك بتغيير ارتفاع الهبوط بتغيير ضغط البخار او الهواء.
- هناك نوع من المطارق هي المطارق المغلقة بحيث يمكن استعمالها لدق الركائز تحت سطح الماء.
- هذه المطرقة تولد صوتا عاليا اثناء الدق لذا لا يستحسن استعمالها في المناطق السكنيه.



3. جهاز ذو مطرقة بخارية مزدوجة العمل:-

- يتكون من جهاز ذو مطرقة ترفع وتدفع بقوة البخار او الهواء المضغوط مع امكانية تنظيم طاقة الضربة بتغيير قوى البخار او الهواء.
- يمتاز هذا الجهاز بسرعة الدق حيث تتراوح ضرباته من 95 – 145 ضربة في الدقيقة.
- لاتستعمل لدق ركائز ثقيلة في تربة ذات مقاومة احتكاك عالية تمنع من نزول الركيزة بسرعة وانتظام مقبولين.

#### 4. جهاز ذو مطرقة الهبوط التفاضلي:-

• ان جهاز هذه المطرقة يشبة كثيرا الجهاز ذو المطرقة المزدوجة العمل بأختلاف بسيط هو هبوط مطرقة هذا الجهاز بتعجيل.

• له مميزات جهاز مطرقة مفردة العمل من ناحية وزن المطرقة وارتفاع هبوطها.

• يمتاز هذا الجهاز بـ:

1. سرعة ضربات المطرقة.

2. سرعة العمل.

3. اقتصاديته في التشغيل.

4. ملائمة لدق الركائز تحت سطح الماء.

## 5. جهاز ذو مطرقة الديزل:-

- وهو عبارة عن وحدة متكاملة لا يحتاج الى جهاز خارجي لتشغيله فهو يحتوي على جميع ما تحتاج المطرقة من محرك ومكبس ومخزن وقود ومشعل وله هيكل ينصب فوق الركيزة المراد تنفيذها.

### • يمتاز هذا الجهاز بـ:

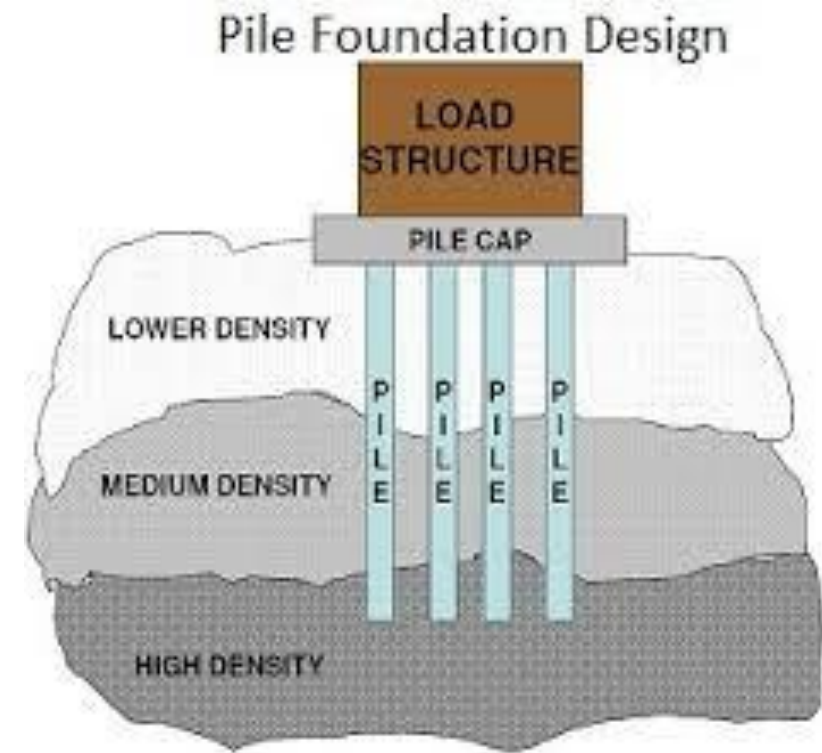
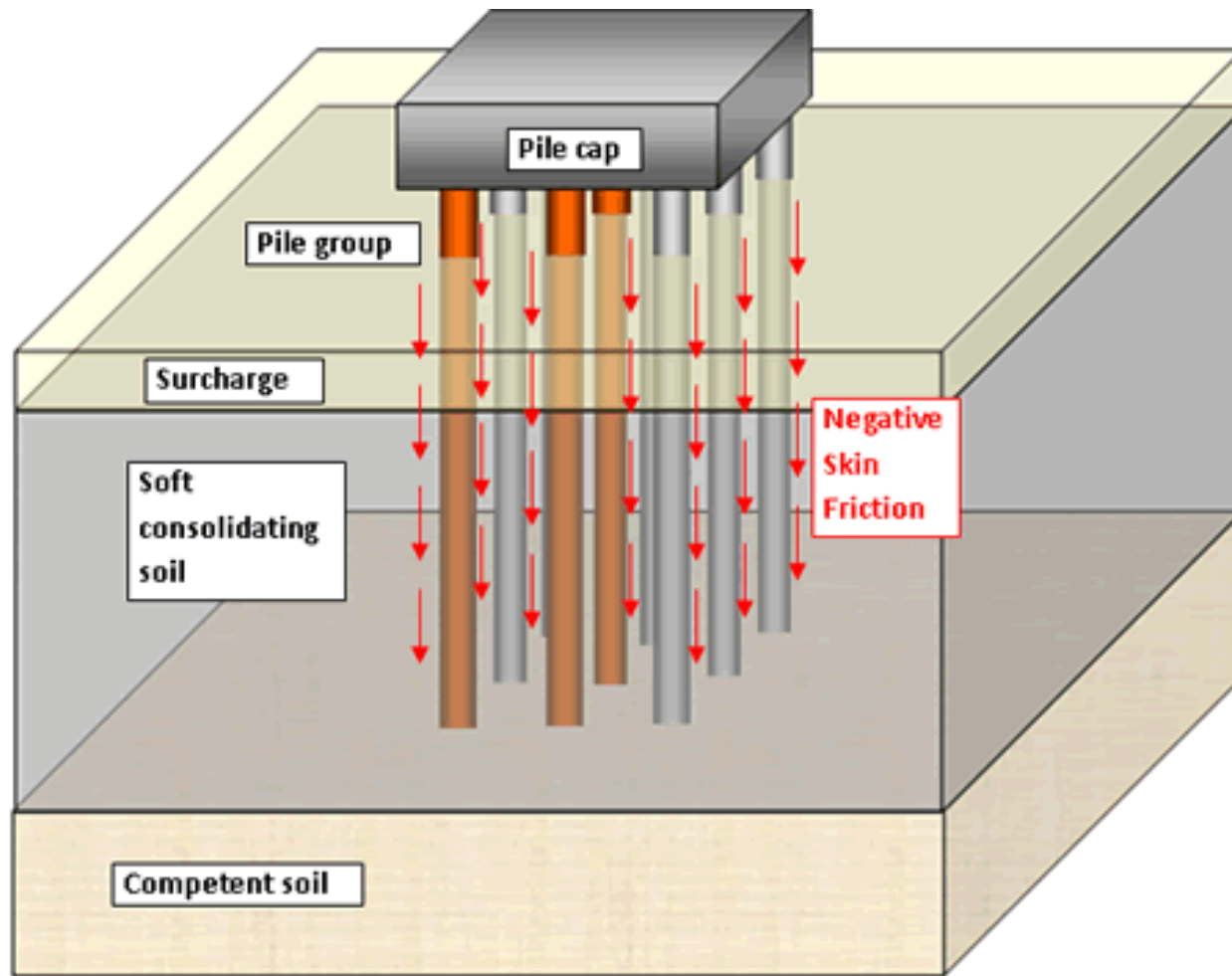
1. سهولة الادامة .
2. كونه اقتصادي لانه يعتمد على وقود ثقيل.
3. ذو استعمالات محدودة لقلّة ضرباته.
4. صعوبة تنظيم الطاقة.

## 6. اجهزة سوق ركائز اهتزازية:-

- يحتوي هذا الجهاز على محاور واثقال غير تمركزية تحدث بحركتها التناوبية هزات تنتقل الى الركيزة والتربة الملاصقة لها وتضعف اجهادات الاحتكاك السطحي بينهما وبهذا تساعد على دفع الركيزة بسرعة.
- تستعمل اجهزة الدق الاهتزازية كثيرا في ركائز الالواح والركائز مسبقة الصب.
- لاتؤثر الاهتزازات في الأبنية المجاورة حيث انها تتلاشى في التربة خلال اول متر من طول الركيزة.

## مجموعات الركائز ( Pile Groups ):

- توزع الركائز بمجموعات مختلفة لتتنقل احمال معينة الى التربة تتراوح المسافة بين مراكز الركائز المتجاورة بين 2.5 – 3.5 مرة بقدر قطر الركيزة وتعتمد على عوامل تخص نوعية الركيزة وابعادها وطرق تنفيذها و عملها ومقدار تحمل مجموعة الركائز للثقال ونوعية التربة التي تدق فيها الركائز.
- يفضل دائما تقليل المسافة بين ركائز المجموعة لتقليل مساحة قبعة المجموعة وبالتالي تقليل مساحة الاسس الخاصة للبناء.



## عامل التنقيص لعمل مجموعة الركائز:

- ينقص تحمل الركيزة الواحدة في المجموعة بمقدار معين.
- يتراوح مقدار عامل التنقيص بين 6% لمجموعة ذات ركيزتين الى 28% لمجموعة ذات تسع ركائز.

# فحص تحميل الركيزة:-

- يصعب حساب التحمل الفعلي للركيزة نظريا بصورة دقيقة وذلك لتعدد العوامل التي تدخل في موضوع تحملها.
- ان المتبع هو تحميل ركيزة فحص للتأكد من امكانية تحملها التصميمي ضمن ضوابط ومواصفات هندسية.
- يحدد **موقع ركيزة الفحص بالقرب من موقع اساس المشروع** وبأرشاد المهندس المشرف.
- يتم عمل ركيزة نموذجية بنفس تفاصيل وابعاد الركائز المراد استعمالها لاساس المشروع.
- تفحص هذه الركيزة لمعرفة **تحملها ونزولها**.
- وبموجب هذه المعلومات يتم تنفيذ الركائز الاخرى.



- ان فحص الركائز عملية مكلفة لذا يجوز الاستغناء عن فحصها عندما تزيد كلف الفحوصات عن كلف زيادة اطوال الركائز باضافات مقبولة.
- يمكن الاستغناء عن ركيزة الفحص وتنفيذ الركائز حسب تفاصيل الرسومات الخاصة بها على ان يتفق على هذا الاسلوب مسبقا وان يتحمل الطرف المنفذ مسؤولية تنفيذ الركائز بالتحمل التصميمي المطلوب.
- يجرى عادة فحص تحميل ركيزة واحدة لكل مائة ركيزة منفذة وان لا يقل عدد الفحوص عن فحصين في جميع الاحوال.
- حيث يتم تعيين الركائز المراد فحصها على ان تكون موزعة في مواقع تمثل نماذج لمجموعة الركائز او في حالة الشك في تحميل ركيزة معينة.

- تهيأ الركيزة الخرسانية المراد فحصها وذلك اما **بقطع الطرف العلوي مستويا او تعمل قبعة** خرسانية مسلحة على رأس الركيزة لتوزيع احمال الفحص على مقطع الركيزة بصورة منتظمة.
- يجب عند فحص ركيزة خرسانية ان يكون **عمر الخرسانة سبعة ايام على الاقل** وقد مضى على تصلاها الاولي الفترة اللازمة لمقاومة احمال الفحص.
- يجب عند فحص الركائز توفير **المقاييس والشواخص لقراءة النزول واحمال الفحص** وان تكون المقاييس مفعوسة قبل استعمالها من قبل جهة معتمدة للتأكد من قراءتها.

• ان يشرف على عملية الفحص مهندسون او فنيون ممن لهم الخبرة في اعمال الفحص وتسجيل القراءات ومتابعة مراحل الفحص خطوة بخطوة واتخاذ الاجراءات اللازمة في حالة تعثر عملية الفحص عند حدوث حالات خاصة مثل:

1. نزول الركيزة نزولا سريعا.

2. ميل ارضية الاحمال وانحناء العتب الساند للاحمال.

3. هبوط او صعود التربة المجاورة لركيزة الفحص.

# أنواع فحص التحميل:

1. فحص التحميل الديناميكي (الحركي) Dynamic Loading Test

2. فحص التحميل الستاتيكي ( الساكن ) Static Loading Test

3. فحص السحب Pull – Out Test

# 1. فحص التحميل الديناميكي (الحركي) :-

- يتم متابعة ضربات مطرقة جهاز دق ركيزة الفحص وتسجيل مقدار هبوط الضربات.
- يستعمل معدل هبوط من 5 - 10 ضربات الاخيرة من طول الركيزة في معادلة هندسية خاصة تعتمد على طريقة الدق والمطرقة المستعملة ويتم ايجاد تحمل الركيزة بموجبها.
- يستعمل هذا الفحص عادة لتحديد العمق الذي يجب ان تساق فيه الركيزة موقعا لاعطاء تحمل معين.

## 2. فحص التحميل الستاتيكي (الساكن) :-

عبارة عن تحميل ركيزة فحص باحمال ويكون بحالات منها:

أ. **التحميل الاتلافي Failure Test**: والذي يستمر فية التحميل الى ان تفشل الركيزة او الى ان

يتجاوز مقدار تحملها الامين مضروبا بعامل امان معين.

• يحدث الفشل عندما يبلغ مقدار التحمل الحد الذي يؤدي الى تجاوز مقدار اجهاد قص التربة

ويسمى هذا بالفشل القصي والحمل عنده بالحمل الاقصى.

- يمكن معرفة تحمل الركيزة من هذا التحميل وحسب عامل امان مناسب يساوي اعتياديا 3.0
- يمكن أن يستفاد من هذا الفحص أيضا لمعرفة عامل الامان التصميمي ان أريد ذلك والذي يساوي الحمل الاقصى من التحميل الاتلافي مقسوما على الحمل التصميمي للركيزة.
- لا يتم إجراء الفحص الأتلاقي على الركائز العاملة او ركائز تجريبية تساق في موقع اسس الركائز العاملة.

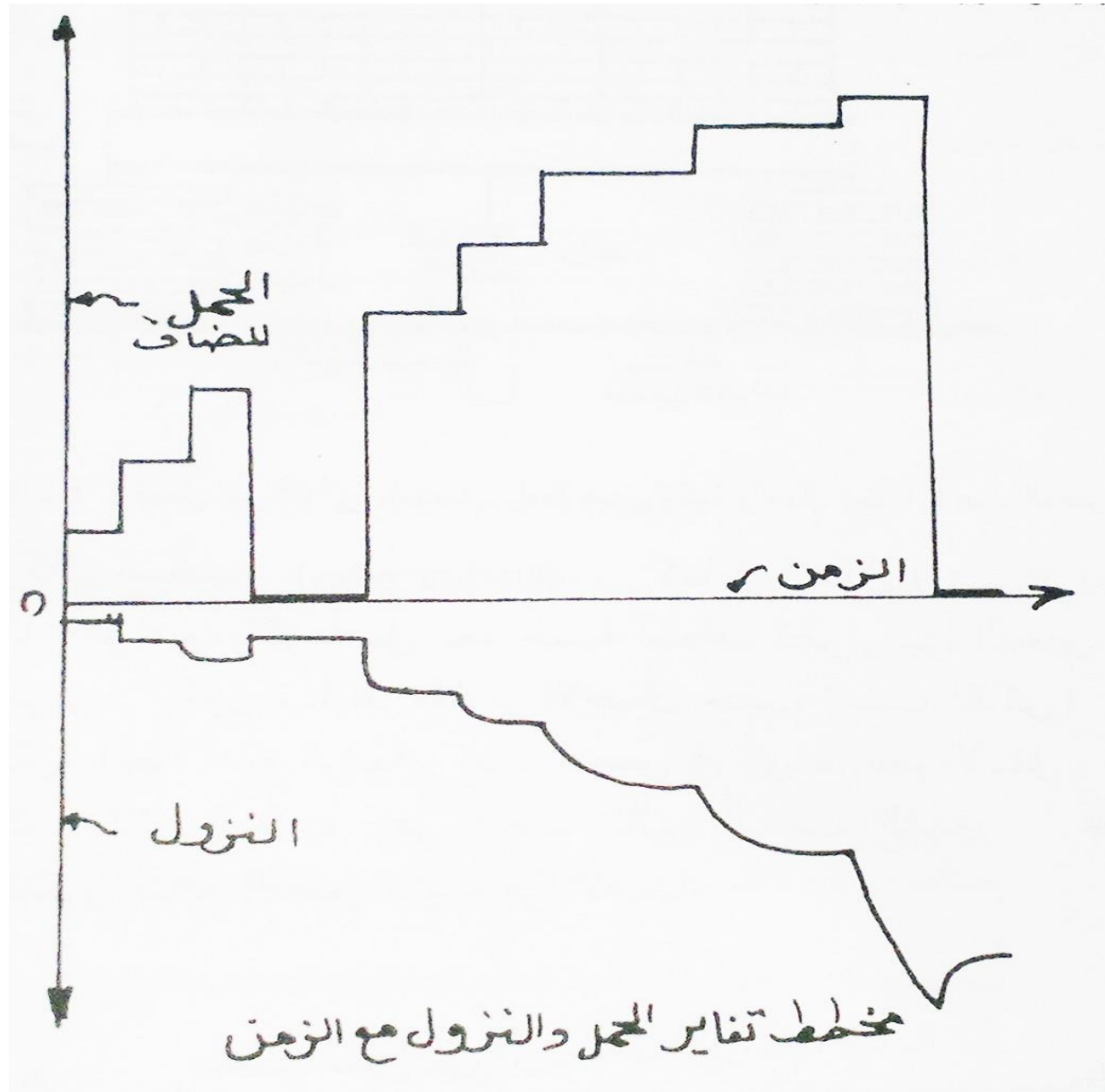
## ب. التحميل غير الاتلافي Non-failure Test:

- وفيه يتم تحميل الركيزة من **150% الى 200%** من تحملها التصميمي المقرر.
- من احدى طرق التحميل غير الاتلافي هو اضافة الاحمال بعدة مراحل بزيادة **25%** من الحمل التصميمي لكل مرحلة.
- يسجل نزول الركيزة لكل مرحلة بعد ان تبقى الاحمال المسالطة عليها لفترة زمنية معينة تحدد بساعة واحدة او ساعتين حسب مقدار النزول.



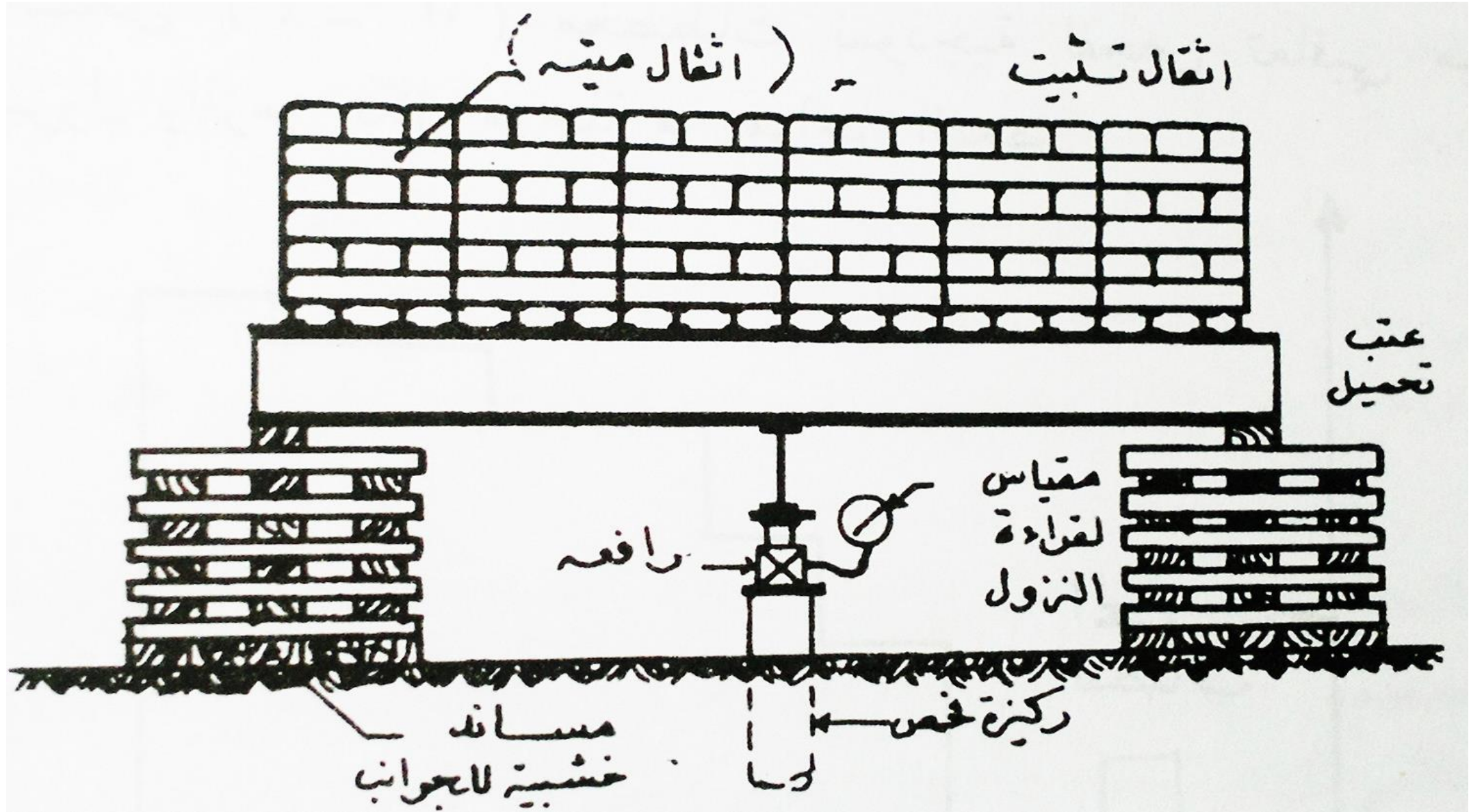
- يبقى الحمل الكلي على الركيزة لمدة تتراوح من **24 الى 48 ساعة** حسب مقدار النزول **ويسجل النزول النهائي** للركيزة.
- تبدأ بعد ذلك عملية **رفع الاحمال** بنفس نسب التحميل تنازليا ويسجل رجوع الركيزة لكل مرحلة **والرجوع النهائي** بعد ساعة من رفع الاحمال نهائيا.
- يرسم خط بياني لمقدار الاحمال ونزول ورجوع الركيزة لكل حمل اثناء مراحل التحميل والرفع مع الأخذ بنظر الاعتبار مقادير نقصان الطول المرن لركيزة الفحص اثناء فترة التحميل وتأثير ذلك على نتائج حساب النزول الدائمي للركيزة.

- يمكن أيضا ان يكون **الفحص غير الاتلافي بالتحميل التعاقبي** حيث تضاف الاحمال وترفع بأكثر من حالة واحدة.
- فمثلا للتحميل الاول تضاف الاحمال بنسب **25%** لكل اضافة الى حد **100%** من الحمل التصميمي للركيزة.
- يتم بعد ذلك رفع الأحمال بنفس النسب **تنازليا** الى الصفر.
- تتم بعد ذلك مرحلة **التحميل الثاني** والتي تضاف فيها الاحمال بنسب **50%** ، **100%** ثم بزيادة **25%** لكل اضافة الى حد **200%** من الحمل التصميمي للركيزة ويبقى الحمل عند هذا الحد لمدة من **24 الى 48** ساعة.
- يتم رفع الاحمال **تنازليا للمرة الثانية** وبنفس نسب التحميل الثاني الى حد الصفر.
- تؤخذ قراءات قبل وبعد اضافة الاحمال وترسم الخطوط البيانية للاحمال والنزول.
- تفسر نتائج الفحص ويتم قبول او رفض الركيزة بموجب المواصفات التي بموجبها اجريت عملية الفحص.



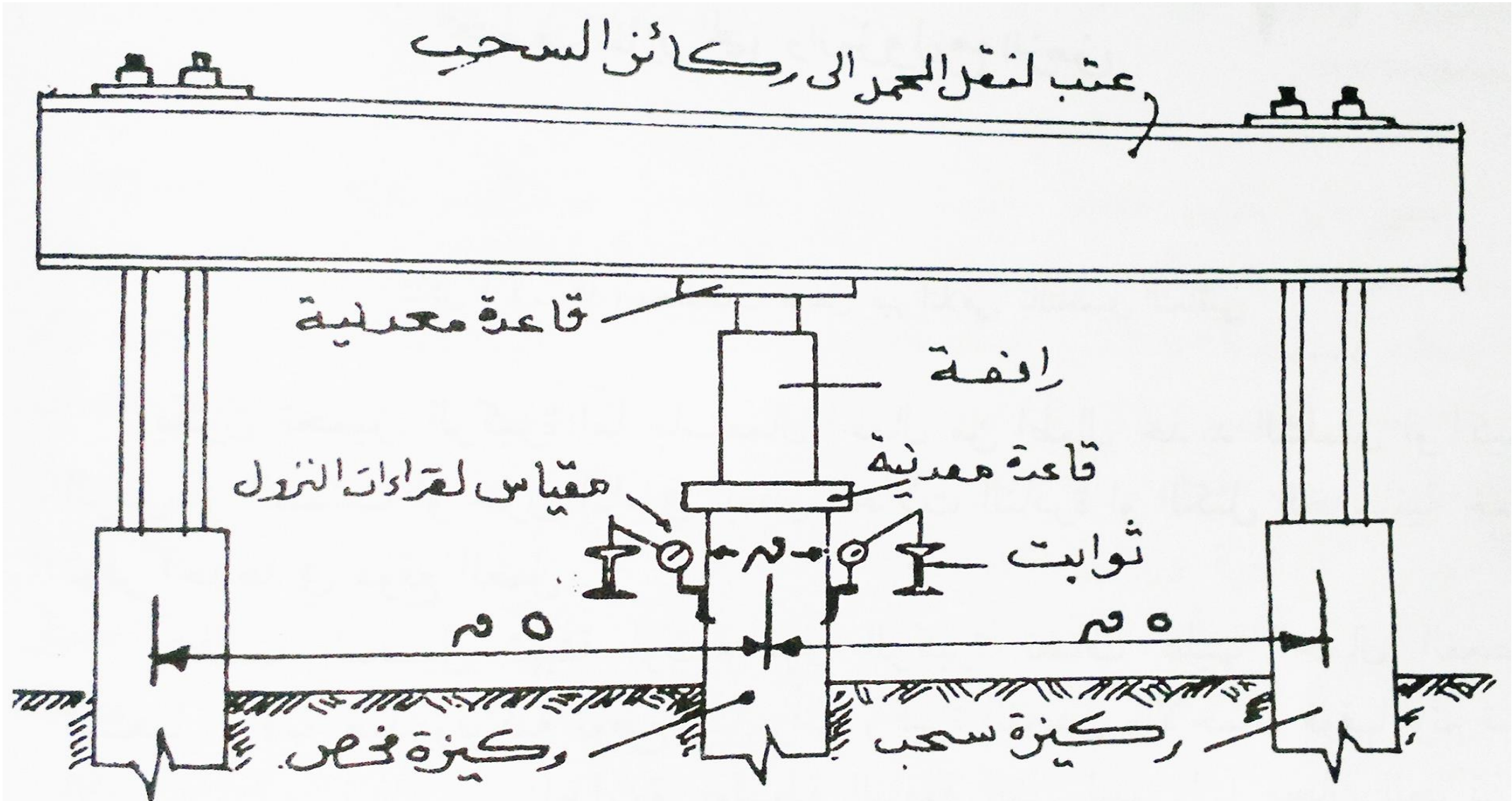
# الأحمال المستعملة في فحص الركائز:

- يكون تحميل الركيزة اما باستعمال احمال من اطوال حديد الشلمان او اكياس الرمل او السمنت او خزن الماء في بعض الحالات النادرة او الكتل الخرسانية حسب توفير احدهما من موقع العمل.
- يتطلب التحميل تهيئة ارضية فوق الركيزة تضاف عليها احمال الفحص.
- تستعمل رافعة هيدروليكية توضع بين رأس ركيزة الفحص والاحمال فوقها وثم تسلط الاحمال حسب النسب المطلوبة بواسطة الرافعة المحصورة بين رأس الركيزة والاحمال.



# استعمال ركائز السحب:

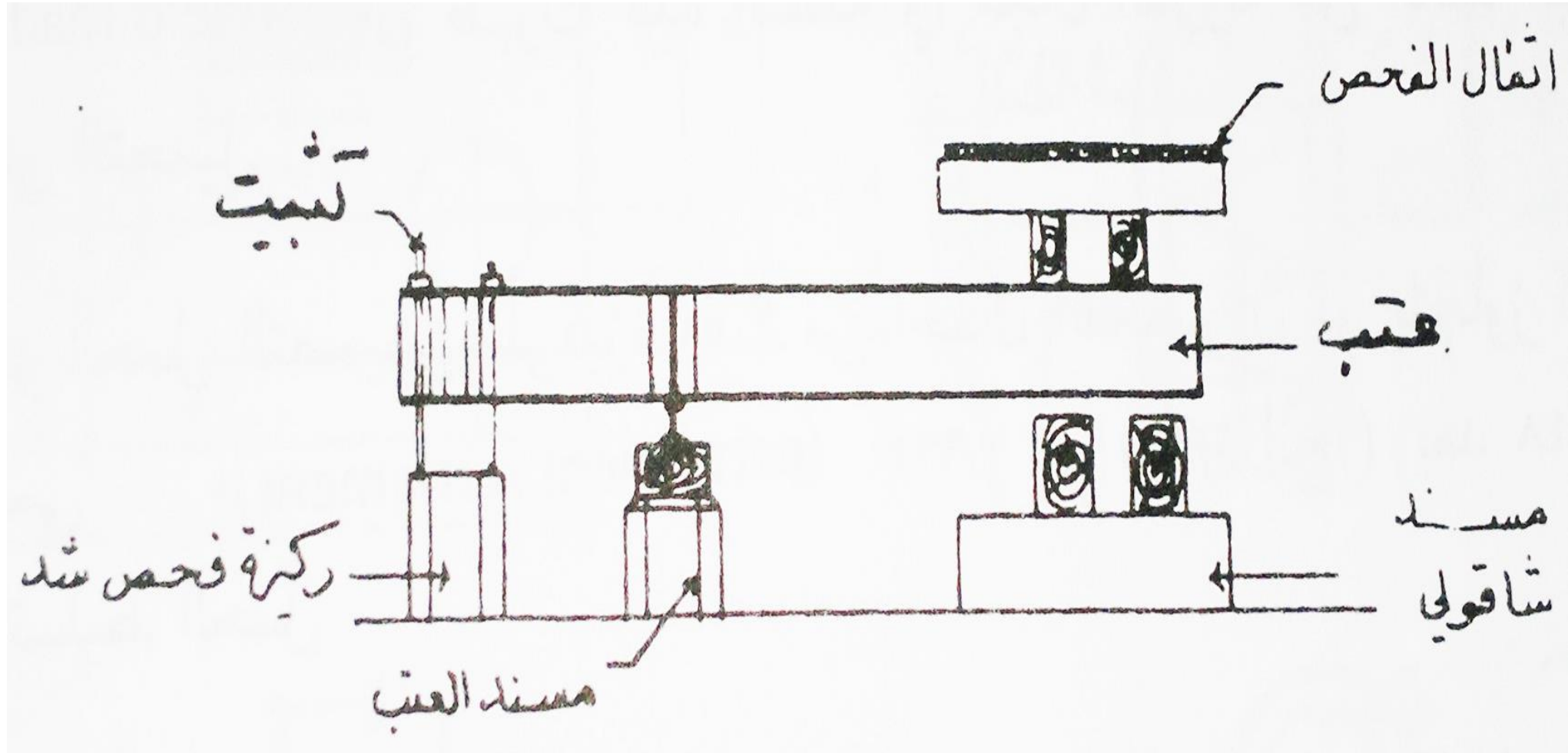
- تستعمل ركائز السحب ويكون عددها اعتياديا 2 او 4 ومراكزها على بعد خمسة اضعاف قطر ركيزة الفحص على ان لا تقل عن مترين.
- يكون تسليط مقادير الاحمال حسب النسب المذكورة بواسطة رافعة هيدروليكية ايضا تدفع الرافعة ركيزة الفحص في الوسط نحو الاسفل.
- يشترط ان لا تتحرك ركائز السحب لتكون نتائج الفحص سليمة من الأخطاء.



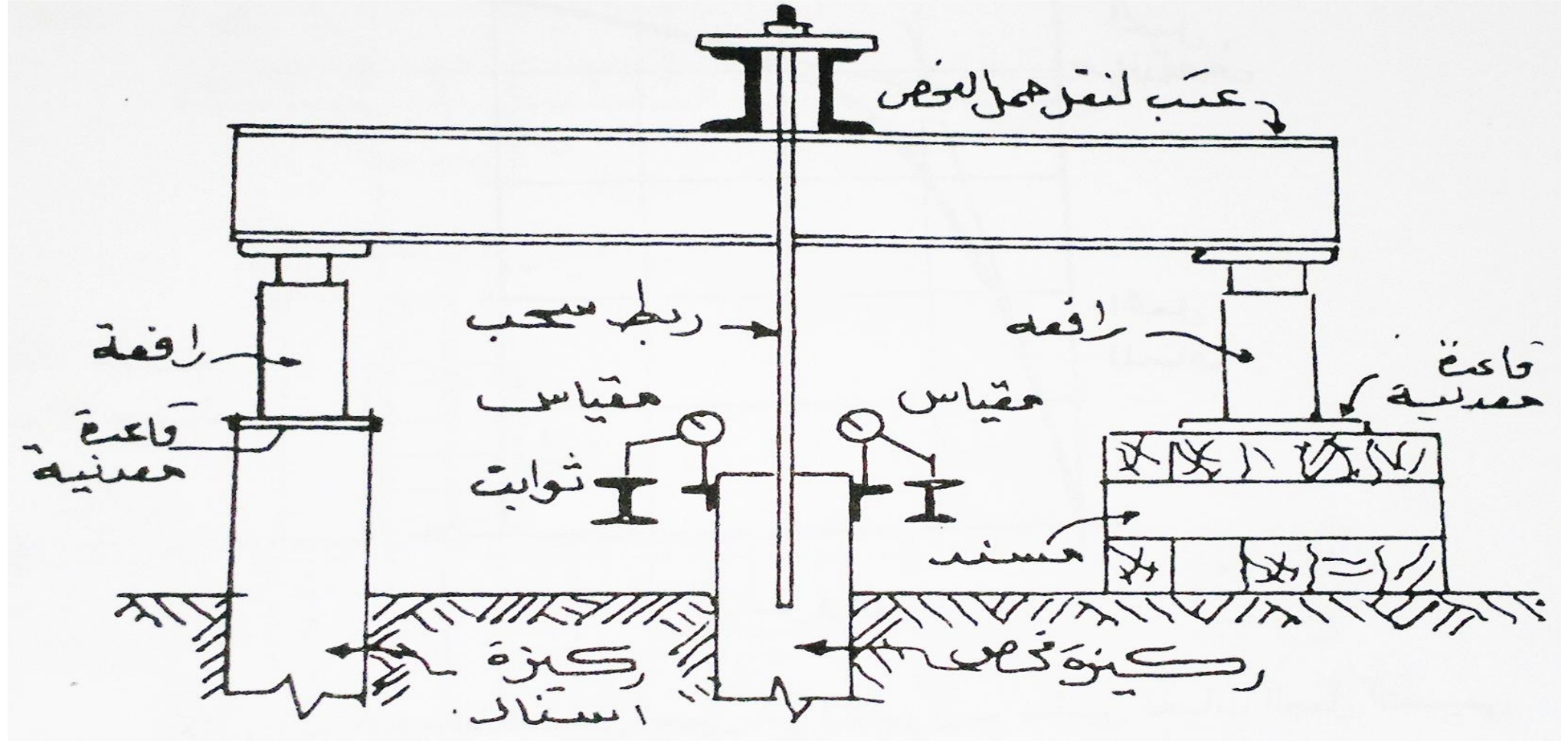
### 3- فحص بطريقة السحب:

- ويستخدم لفحص الركيزة لتحمل قوى الشد.
- يعتمد هذا الفحص على تسليط حمل في طرف ناتئ من عتب يستند على ركيزة ثابتة تقع على مسافة مناسبة من ركيزة الفحص.





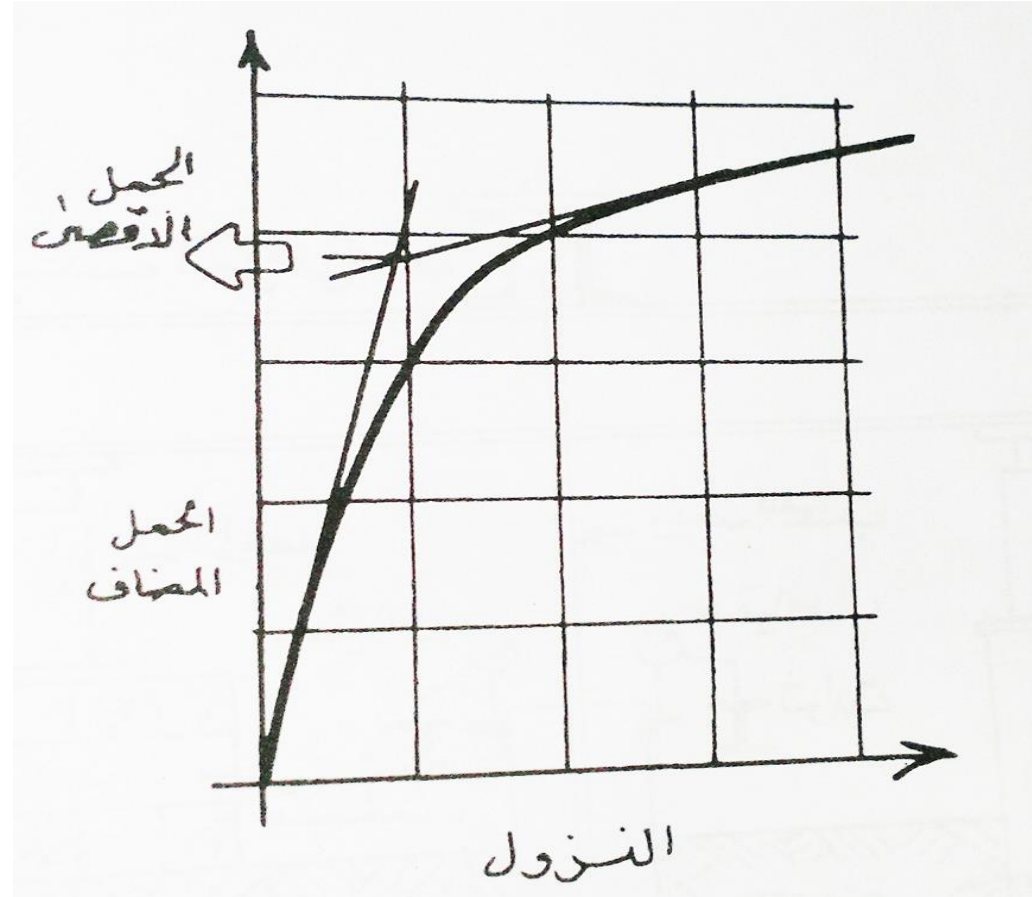
- يمكن أيضا اجراء فحص الشد باستخدام رافعة و عتب مثبت بركيزة ومسند.



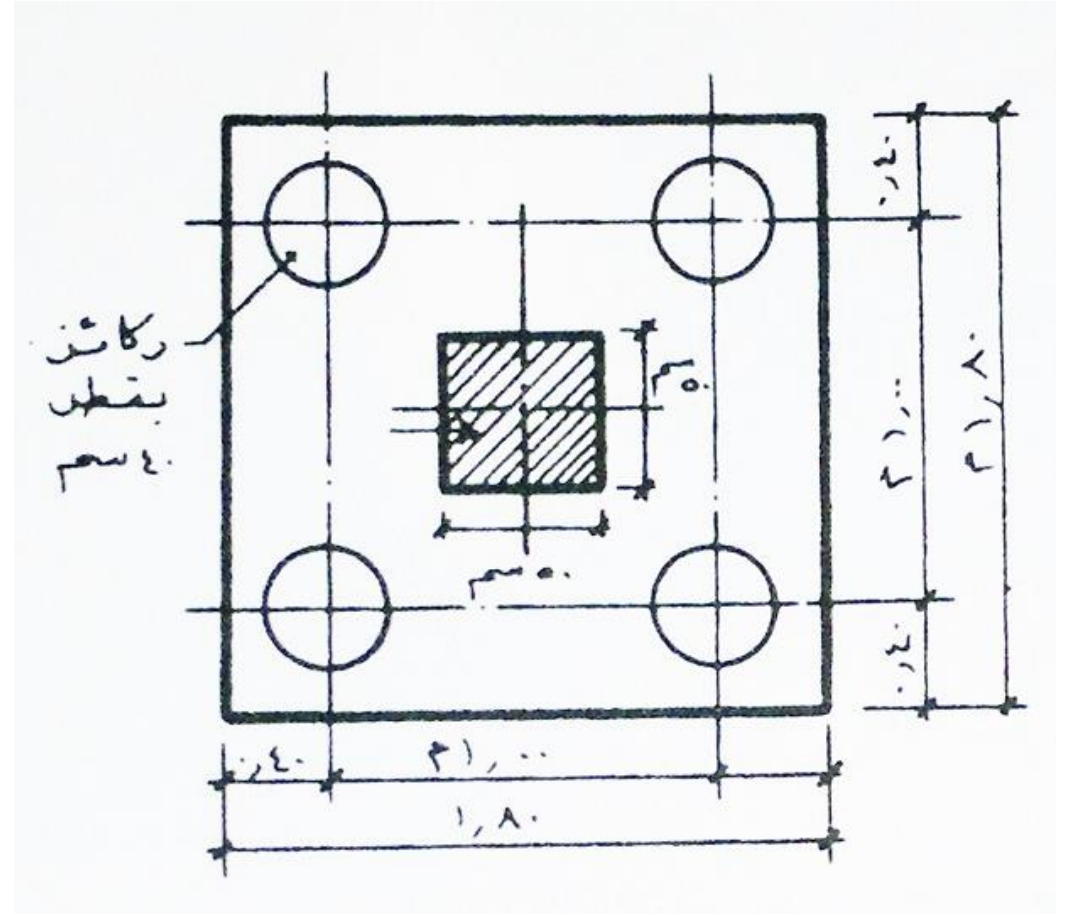
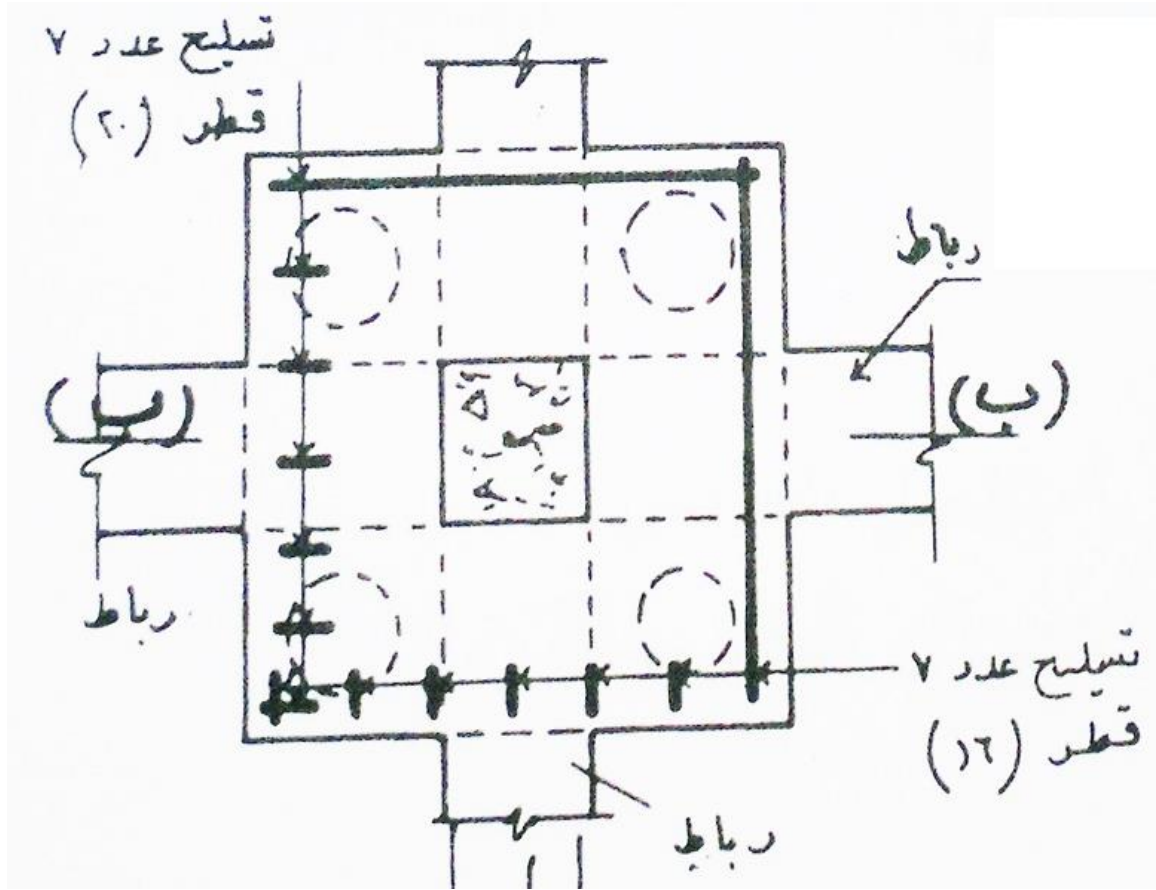
# نتائج فحص تحميل الركائز:

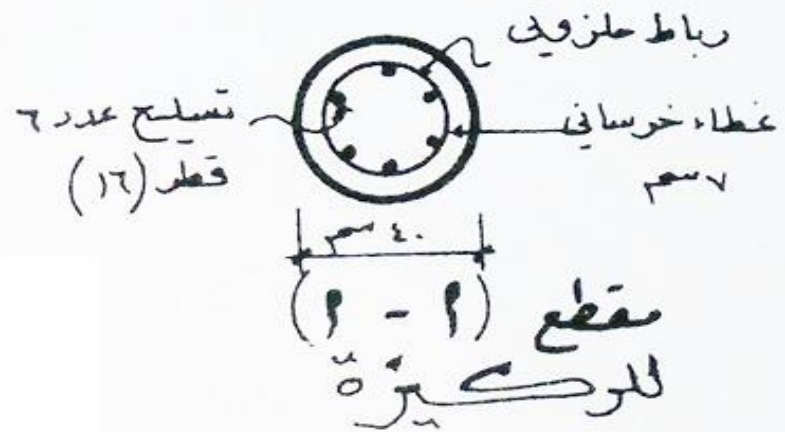
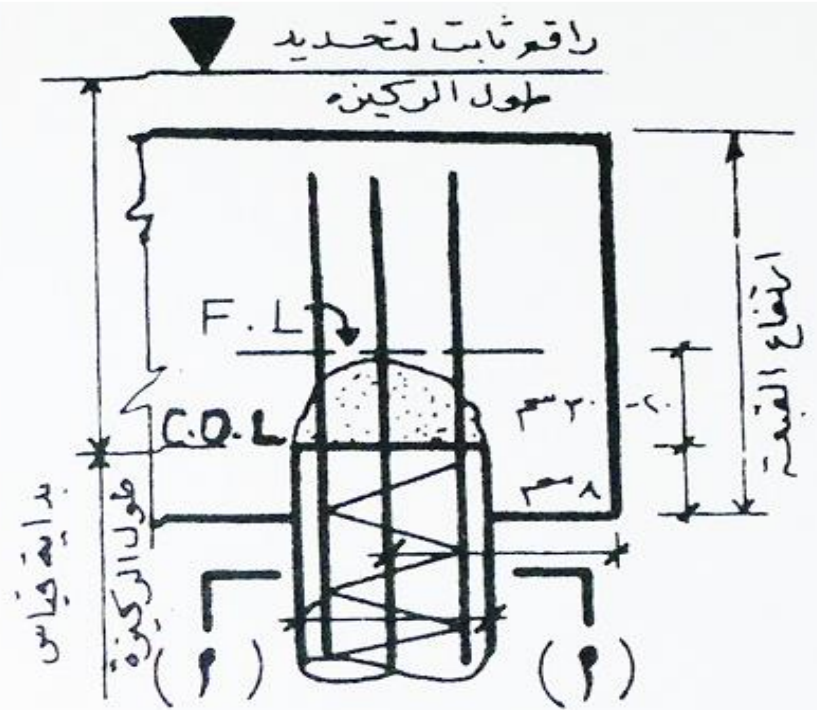
1. تعتبر الركيزة فاشلة اذا كان نزولها الكلي المتبقي بعد طرح مقدار الرجوع بعد 24 ساعة من الفحص يزيد عن 0.025 سم لكل طن تحميل.
2. يعتبر الحمل التصميمي للركيزة مساويا 50% من حمل نقطة الخضوع ان ظهرت هذه النقطة في مجال المرونة من الخط البياني لفحص التحميل.
3. يعتبر الحمل التصميمي للركيزة 50% من احمال الفحص ان لم يتجاوز النزول الدائمي 0.625 سم (1/4 انج) بعد 48 ساعة من تسليط الحمل.

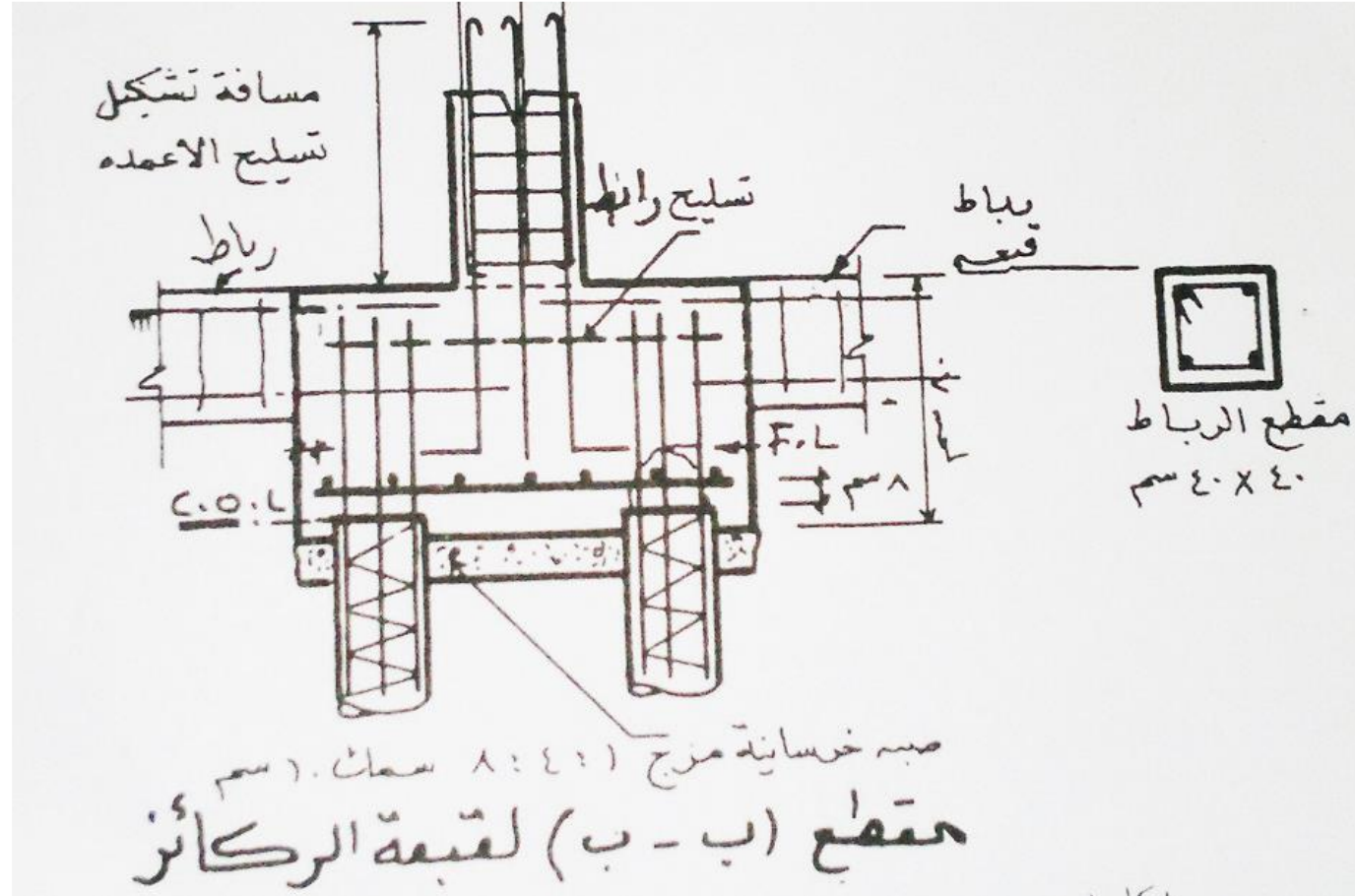
4. يعتبر الحمل التصميمي للركيزة 50% من الحمل الذي يحدد من التقاء مماسين مرسومين من طرفي الخط البياني لفحص التحميل.



# تفاصيل ومخططات الركيزة وقبعتها:-







# أعمال الخرسانة Concrete Works



## الخرسانة The Concrete:

- هي مادة انشائية تتكون من مزيج من حبيبات صلبة تسمى الركام تشغل نسبة كبيرة من حجمها تترايط مع بعضها بمادة تسمى معجون السمنت والذي يتصلب بتفاعله مع الماء.



- تحتوي الخرسانة ايضا على فجوات هوائية.

• تتكون الخلطة الخرسانية من:

1. السمنت.

2. الركام، والذي يقسم الى:

A. ركام ناعم ( رمل )

B. ركام خشن ( حصى )

3. الماء.

4. المضافات.

• تخلط هذه المواد مع بعضها بنسب تختلف من خلطة لأخرى حسب تصميم الخلطة الخرسانية والتي يتم إعدادها لتحقيق متطلبات معينة.

• هذه المتطلبات تتعلق بـ:

I. صفات الخرسانة قبل تصلبها مثل قابلية التشغيل وزمن التصلب.

II. صفات الخرسانة بعد تصلبها مثل مقاومة الأنضغاط والنفاذية.

# 1. السمنت:

- وهو مسحوق قابل للتفاعل مع الماء والتحول عند الجفاف الى مادة لاصقة صلبة.
- يقسم السمنت المستعمل في الخرسانة الى:
  - ا. السمنت البورتلاندي.
  - اا. انواع السمنت غير البورتلاندي.

# 1. السمنت البورتلاندي:

• ويقسم الى اصناف هي:

1. سمنت بورتلاندي اعتيادي: وهو اكثر انواع السمنت استعمالا لمعظم الأعمال الإنشائية.
2. سمنت بورتلاندي معدل: يستعمل في حالة تعرض الخرسانة الى املاح كبريتية بنسب قليلة وكذلك عندما يراد تقليل الحرارة الناتجة من تفاعل السمنت مع الماء (الإماهة).
3. سمنت بورتلاندي سريع التصلب: يستعمل عندما يراد الحصول على خرسانة قوية في وقت قصير.
4. سمنت بورتلاندي واطئ الحرارة: يستعمل في صب الكتل الضخمة كالسدود.
5. سمنت بورتلاندي مقاوم للأملاح الكبريتية: يستعمل عندما تتعرض فيها الخرسانة لتأثير الأملاح الكبريتية.
6. سمنت بورتلاندي أبيض: يستعمل عندما يراد الحصول على لون ابيض او فاتح للخرسانة مثل الكاشي أو في اعمال النثر.

• توجد ايضا انواع اخرى من السمنت البورتلاندي تكون ذات استعمالات محدودة هي:

- (1) سمنت بورتلاندي مفتح الهواء: يستعمل عند تعرض الخرسانة لخطر الأنجماد.
- (2) سمنت خبث الفرن العالي: يصنع من خبث تعدين الحديد مع الكنكر والنورة. ويمتاز ببطأ تصلده وانخفاض حرارة التفاعل. لذا يفضل استعماله في صب الكتل الكبيرة.
- (3) سمنت بورتلاندي فائق التصلد: يصنع بإضافة كلوريد الكالسيوم الى سمنت البورتلاندي الاعتيادي في مرحلة الطحن. يستعمل للحصول على مقاومة عالية في مرحلة مبكرة.
- (4) سمنت بورتلاندي الملون: يصنع بإضافة لون للسمنت في مرحلة الطحن.
- (5) سمنت بورتلاندي بوزولاني: يصنع بإضافة مواد بوزولانية الى السمنت البورتلاندي الاعتيادي بنسبة 25% اثناء مرحلة الطحن. المواد البوزولانية هي مواد سليكية لها القابلية على التفاعل مع النورة بوجود الماء لتنتج مادة سمنتية.

# ١١. أنواع السمنت غير البورتلاندي:

• مجموعة من انواع السمنت التي لاتتكون من المركبات الأساسية للسمنت البورتلاندي وهي:

1. السمنت الطبيعي: ويتكون من حرق وطحن صخور طبيعية بدرجة حرارة واطئة.
2. سمنت عالي الألومينا: يصنع من الكلس واليوكسايت ويكون سريع التصلد ومقاوم للأحماض وذو تحمل مبكر عالي ولكن قد تنخفض مقاومته عند التعرض للرطوبة الدائمة.
3. سمنت فائق الكبريتات: يصنع من خبث الفرن العالي وكبريتات الكالسيوم وكمية قليلة من السمنت البورتلاندي. يتميز بقلّة حرارة التفاعل وبمقاومته الجيدة.
4. سمنت البناء: يصنع من مزج السمنت البورتلاندي مع الجبس او النورة ويستعمل للمواد الرابطة.
5. السمنت التمددي: يتميز بعدم انكماشه عند التصلب.
6. أنواع أخرى: مثل السمنت المستخدم لتبطين آبار النفط.

## 2. الركام:

• وهي حبيبات ذات مقاسات مختلفة، يجب ان تتوفر فيها شروط هي:

1. صلدة

2. قوية

3. خاملة ( لا تتفاعل مع السمنت والماء والعوامل الجوية).

4. أن لا تحتوي على مواد ضارة مثل الأملاح الكبريتية والكلوريدات والمواد العضوية.

يشكل الركام بحدود 65% - 80% من حجم الخرسانة.

# أنواع الركام من حيث المواد التي يتكون منها:

1. **ركام طبيعي:** ويتكون من مواد طبيعية ويستعمل مباشرة بعد اجراء بعض العمليات البسيطة كالغسل والتكسير. من أنواعه الركام الطبيعي مثل الحصى والرمل الناتج من تكسير الصخور، أو من نواتج البراكين.
2. **ركام صناعي:** ويتكون من مواد منتجة بطريقة صناعية مثل الطابوق المكسر أو خبث الفرن العالي أو الطين المفخور.



# تدرج الركام:

## 1. تدرج مستمر Continuous Grading:

- يكون الركام موزعا على مقاسات متعددة.
- يساعد التدرج المستمر على انتاج خرسانة متجانسة وكثيفة وقليلة الفجوات.
- تحتاج الخرسانة الى كمية قليلة من المادة الرابطة ولذا تكون اقتصادية وذات مقاومة عالية.

## 2. التدرج بفجوة Gap Grading:

- يكون الركام موزع على عدد محدد من المقاسات.
- يتسبب في انعزال مكونات الخرسانة.
- تكون الخرسانة غير متجانسة وذات مقاومة ضعيفة.

# شكل الركام:

□ يؤثر شكل الركام في قابلية تشغيل الخرسانة (workability) وفي امكانية الرص وفي محتوى الفجوات وكذلك في تحمل الخرسانة. يمكن ان يكون الركام بأحد الأشكال التالية:

1. مدور Rounded: يكون بشكل كروي تقريبا، مثل الحصى النهري والرمل المتكون بفعل الرياح.
2. غير منتظم Irregular: يكون بشكل غير كروي ذو حافات مدورة، مثل الحصى والرمل البري.
3. رقائقي أو قرصي Flaky: يكون السمك قليل. مثل ركام الصخور الطبقيّة.
4. ذو الزوايا Angular: ذو زوايا واضحة، مثل الركام الناتج من تكسير الصخور أو الطابوق والخبث.
5. مستطال Elongated: يكون طول الركام اكبر كثيرا من بعديه الآخرين.

□ ان أفضل الأشكال للركام الذي يفضل استخدامه في الخرسانة هو:

الشكل غير المنتظم يليه الشكل المدور ثم الشكل ذو الزوايا.

أما الركام الرقائقي أو المستطال فيكون غير صالح لأعمال الخرسانة.



# مقاس الركام:

□ يقسم الركام حسب مقاسه ( حجم الحبيبات ) الى نوعين:

1. ركام خشن Coarse aggregate: وعادة يستعمل الحصى الطبيعي.

ويكون مقاسه اكبر من 4.75 ملم.

2. ركام ناعم Fine aggregate: يستعمل عادة الرمل الطبيعي.

ويكون مقاسه اصغر من 4.75 ملم.

الحصى Gravel: ويكون على نوعين:

1. الحصى النهري: ويكون بشكل مدور وخالي من الشوائب عدا بعض الأطيان والرمل

الملتصق به. ويمكن ازالة تلك المواد بالغسل أو الغربلة.

2. الحصى البري: ويكون ذو شكل غير منتظم ويحوي كمية كبيرة من المواد لطينية

الملتصقة به. الحصى البري المتواجد على سطح الأرض يكون غير صالح لأعمال

الخرسانة لأحتوائه على مواد طينية وكلسية وعضوية وشكله غير المناسب.

## الرمل Sand:

• ويكون على نوعين ايضا:

1. الرمل النهري: ويكون خالي تقريبا من الأملاح ومدرج وحاد الزوايا. وقد يتواجد في

نفس المقلع مع الحصى النهري.

2. الرمل البري: يكون جيد التدرج ويحتوي على نسبة قليلة من المواد الناعمة ولكنه يحتوي

على الأملاح الكبريتية.

# مواصفات الركام الصالح لأعمال الخرسانة:

(حسب المواصفة العراقية رقم 45 لسنة 1984 والتعديل رقم 2 لسنة 2010)

## أ- المواد الضارة:

1. المواد العضوية: أن لا تكون موجودة بدرجة تؤثر على مقاومة الخرسانة ومتانتها.
2. ثالث اوكسيد الكبريت: يجب أن لا تزيد نسبته عن 0.5%.
3. المواد الخفيفة: يجب أن لا تزيد عن 1%.
4. الكتل القابلة للتفتت: يجب أن لا تزيد عن 1% للركام الناعم و 0.25% للركام الخشن.
5. المواد المارة من منخل 75مكرون : يجب أن لا تزيد عن 5% في الرمل الطبيعي ورمل الحصى المكسر، وعن 7% في رمل الحجر المكسر وعلى 1% في الحصى.

ب- المقاومة للقلويات: يجب ان يكون مقاوما للقلويات الموجودة بالسمنت.

ت- التدرج: يجب أن يكون الركام الخشن متدرجا حسب متطلبات المقاس الأقصى. وكذلك الركام الناعم يجب أن يكون متدرجا حسب متطلبات منطقة التدرج.

## 3. الماء:

• يجب أن يكون الماء المستعمل في الخرسانة نظيفا وخاليا من الزيوت والأحماض والقلويات والأملاح التي قد تؤثر سلبا على خواص الخرسانة أو حديد التسليح وحسب المتطلبات التالية:

1. أملاح الكلوريدات: لا تزيد عن 0.5 غم لكل لتر.

2. أملاح الكبريتات: لا تزيد عن 0.3 غم لكل لتر.

3. الأملاح الكلية: لا تزيد عن 2.0 غم لكل لتر.

يكون الماء الصالح للشرب مناسباً لخلط الخرسانة.



□ يمكن استعمال الماء غير الصالح للشرب بشرط:

1. أن يكون زمن التماسك الابتدائي لعينات السمنت الممزوجة بهذا الماء لا يزيد بأكثر من 30 دقيقة عن زمن التماسك لعينات السمنت الممزوجة بالماء الصالح للشرب وأن لا يقل زمن التماسك عن 45 دقيقة.
2. أن لاتقل مقاومة الأنضغاط للنماذج القياسية عن 90% من تحمل عينات مماثلة ممزوجة بماء صالح للشرب.

□ لا يستعمل ماء البحر في انتاج الخرسانة المسلحة إلا انه قد يستعمل في بعض الحالات في الخرسانة الأعتيادية مع زيادة كمية السمنت.

## 4. المضافات:

- وهي مواد تضاف الى المزجة الخرسانية عند الرغبة في تعديل خاصية او اكثر من خواص الخرسانة الطرية او المتصلبة. يشمل تعديل الخواص واحد او اكثر مما يلي:-
  1. تحسين قابلية تشغيل workability الخرسانة الطرية.
  2. انقاص كمية الماء الممكن استعمالها في المزجة.
  3. تحسين مقاومة الخرسانة لتأثير الانجماد والعوامل الجوية.
  4. تعجيل التماسك او التصلب.
  5. ابطاء التماسك او التصلب.
  6. احداث تفاعل بوزولاني مع النورة الناتجة من تفاعل السمنت.

7. اكساب الخرسانة مقاومة اضافية لنفاذية الماء والامتصاص.

8. زيادة مقاومة سطح الخرسانة لتأثير الحك.

9. مقاومة انكماش التجفيف او جعل الخرسانة تمدية.

10. تلوين الخرسانة.

11. ايقاف او انقاص تفاعلات كيميائية ضارة.

12. تقليل نزع الماء في الخرسانة الطرية.

13. تقليل حرارة التفاعل او ابطاء انطلاقها.

14. ربط الخرسانة المتصلبة بخرسانة حديثة الصب.



• يمكن حصر غالبية المضافات المستعملة بالانواع التالية :-

- أ- مضافات معجلة Accelerator : لتقليل زمن التماسك وزيادة التحمل المبكر.
- ب- مضافات مبطئة Retarder: لزيادة وقت لتمامك لغرض اعطاء وقت اطول لمزج الخرسانة.
- ج- مضافات مانعة او منفردة للرطوبة Water proofer: وتكون أما مواد مألئة للفراغات أو منفرة للماء.
- د- الخضاب الملون: تستعمل لأعطاء الخرسانة لون معين.
- هـ- مضافات محسنة لقابلية التشغيل Workability admixture: لغرض الحصول على خرسانة متجانسة.
- و- مضافات مفعقة للهواء Air entraining admixture: لزيادة مقاومة للأجماد وتقليل الكثافة.
- ز- المواد البوزولانية: مثل السيليكا وخبث الفرن العالي وتستخدم لتقليل كمية السمنت وتحسين قابلية التشغيل.
- ح- مضافات ربط الخرسانة Bonding admixture: لربط خرسانة حديثة بخرسانة قديمة.
- ط- مضافات أخرى: مثل مصلدات السطوح او مضافات تمديدية او مضافات انضاج الخرسانة.

# خواص الخرسانة بعد تصلدها:-

1. التحمل او مقاومة الاجهادات المختلفة: الضغط، الشد، الأنتشاء، القص، الترابط مع التسليح.
2. التبدلات البعدية او الحجمية: وتكون نتيجة:
  - أ- الأجهادات الميكانيكية اللحظية فتعتمد على معامل المرونة و نسبة بواسون والنسبة المعيارية.
  - ب- الأجهادات الميكانيكية وبمرور الزمن ( الزحف).
  - ج- التبدلات الحجمية بسبب الأنكماش.
3. الدوام والمقاومة للعوامل الجوية.
4. مقاومة الحريق.
5. نفاذية الماء.
6. العزل الحراري.
7. مقاومة تأثير الاحتكاك.
8. مقاومة تأثير المواد الكيميائية.

## 1. التحمل ( المقاومة):

- الخرسانة مادة هشة (Brittle) لها تحمل جيد لأجهاد الضغط وقليل نسبيا لبقية أجهادات.
- يقسم تحمل الخرسانة تبعاً لنوع الأجهاد الى:
  - أ- تحمل الضغط:
  - ويعتبر من أهم خواص الخرسانة ويعتبر مقياس غير مباشر لبقية خواصها.
  - تزداد مقاومة الأنضغاط بزيادة عمر الخرسانة مع الأنضاج، وتكون الزيادة أكبر في الأيام الأولى بعد الصب.
- يمكن ايجاد مقاومة الأنضغاط بعمر 28 يوم من قيم فحص الأنضغاط بعمر مختلف من الجدول:

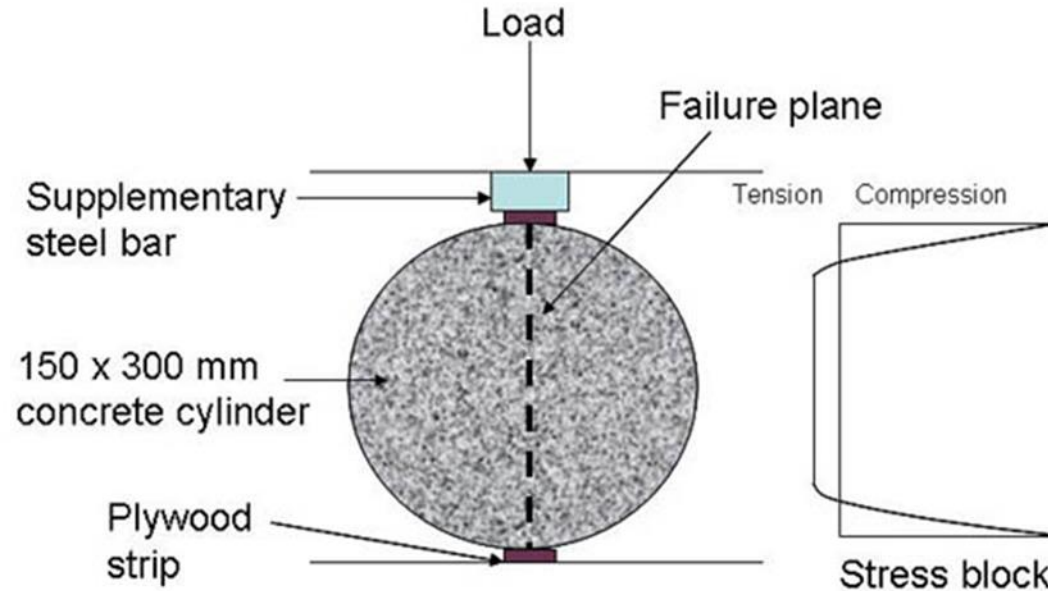
عمر الخرسانة (يوم)	3	7	28	90	360
معامل التصحيح	2.5	1.50	1.00	0.85	0.75

- يمكن تقدير مقاومة الأنضغاط للخرسانة من كمية السمنت للمتر المكعب من الجدول:

كمية السمنت لكل متر مكعب من الخرسانة ( كغم )	300	350	400
مقاومة الأنضغاط التقريبية ( MPa )	18.5	22.0	27.5

## ب- تحمل الشد:

- لاتصمم الخرسانة لمقاومة قوى الشد بسبب ضعف تحملها لأجهادات الشد.
- يستعمل حديد التسليح لتحمل قوى الشد في الخرسانة المسلحة.
- تتراوح مقاومة الشد للخرسانة بين 7% - 11% من مقاومة الأنضغاط.
- يتم قياس مقاومة الشد عن طريق فحص شد الأنفلاق لأسطوانة بقطر 15سم وطول 30 سم.



## ج- تحمل الأنتناء:

- وهو مقاومة الخرسانة الشد الناتجة عند تعرض المقطع الخرساني لعزوم إنحناء.
- يتم قياس مقاومة الأنتناء ( معامل الكسر) بفحص موشور خرساني بتسليط عزم انحناء عليه.
- تكون قيمة معامل الكسر أكبر من مقاومة الشد حيث تبلغ 11% - 23% من مقاومة الأنضغاط.





## د- تحمل القص:

- تتعرض الخرسانة لقوى القص التي ترافق قوى الشد والضغط نتيجة عزوم الانحناء.
- لا يتم قياس مقاومة القص مختبريا لصعوبات فنية.
- تعتمد مقاومة القص في الخرسانة على مقاومة الشد وتكون اكبر منها بمقدار 20%-30%.

## هـ- قوة الربط مع قضبان التسليح:

- وهي مقاومة ارتباط الخرسانة بحديد التسليح الضرورية لمنع انزلاق التسليح في الخرسانة.
- تتولد هذه القوة من تلاحق معجون السمنت المتصلد مع التسليح.
- تزداد قوة الربط بسبب النتوءات في قضبان حديد التسليح.

## 2. التبدلات البعدية والحجمية:

وتقسم الى:

أ- تبدلات بعدية بسبب الأجهادات الميكانيكية اللحظية، وتعتمد على:

i. معامل المرونة وقيمه  $4700\sqrt{f'_c}$  ميكاباسكال.

ii. نسبة بواسون وتتراوح قيمتها للخرسانة بين 0.1 – 0.3.

iii. النسبة المعيارية (  $E_s/E_c$  ) وتتراوح قيمتها بين 9 – 15.

- ب- تبدلات بعدية بسبب الأجهادات الميكانيكية بمرور الزمن:  
وتحدث نتيجة بقاء الحمل على الخرسانة لفترة زمنية طويلة وتسمى الزحف ( Creep ).  
وتعتمد انفعالات الزحف على العوامل التالية:
- i. مقدار الأجهاد: يزداد الزحف بزيادة الأجهاد.
  - ii. رطوبة المحيط: يقل الزحف بزيادة الرطوبة.
  - iii. عمر الخرسانة: يتناقص الزحف كلما زاد عمر الخرسانة.
  - iv. نسبة السمنت بالخرسانة: يزداد الزحف بزيادة محتوى السمنت.
  - v. نسبة الماء/السمنت في الخلطة: يزداد الزحف بزيادة نسبة الماء/السمنت.
  - vi. خواص الركام.
  - vii. الزمن: يزداد الزحف بمرور الوقت.
  - viii. كتلة الخرسانة: يقل الزحف بزيادة كتلة الخرسانة.

## ج - التبدلات الحجمية:

• يحدث انكماش في اخرسانة بسبب تبخر الماء من الخرسانة وتفاعله مع السمنت.

• يعتمد مقدار الأنكماش على:

i. نوع السمنت.

ii. نسبة الماء/السمنت: يزداد الأنكماش بزيادتها.

iii. رطوبة الجو: يقل الأنكماش بزيادة رطوبة الجو.

iv. خواص الركام.

v. الزمن: يزداد الأنكماش بمرور الوقت.

vi. سمك العنصر الخرساني: يقل الأنكماش بزيادة السمك.

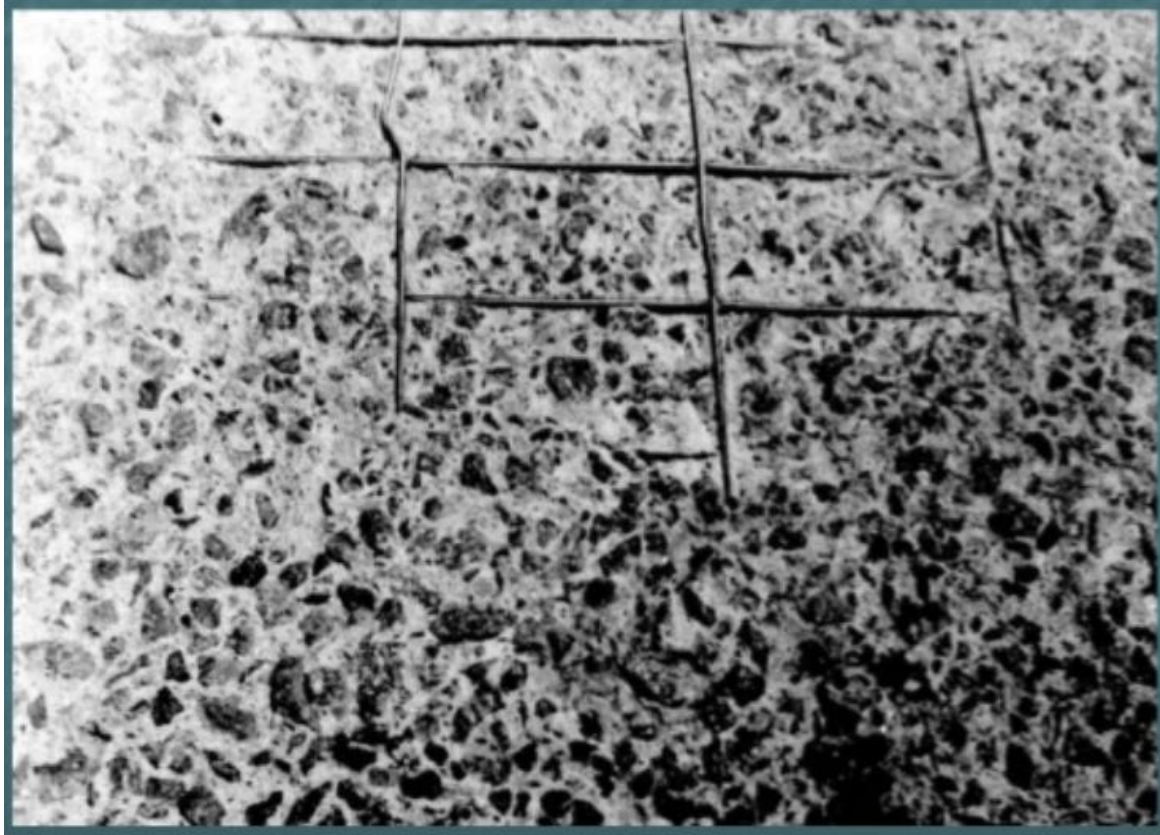


## مقدار الأنكماش الأقصى لخرسانة 0.6 وتسليح بنسبة 0.01

نوعية وسمك العنصر الأنشائي	أرضيات وسقوف سمك 10 سم	أعتاب بمقطع مستطيل بعمق 60 سم	جدران متوسطة السمك
درجة رطوبة الجو	مقدار الأنكماش ملمتر / متر		
عالي الرطوبة ( نسبة الرطوبة 90% )	0.14	0.09	0.07
متوسط الرطوبة ( نسبة الرطوبة 70% )	0.36	0.24	0.19
عالي الجفاف ( نسبة الرطوبة 40% )	0.55	0.36	0.29

3. **الدوام والمقاومة للعوامل الجوية:-** تعتبر الخرسانة من المواد البنائية ذات العمر الطويل بصورة عامة الا ان مدى دوامها يعتمد على عدد من العوامل التي تؤثر في الخرسانة وتؤدي الى اضعافها وتلفها احيانا، منها: العوامل الجوية، الركام المتفاعل، المياه التي تتعرض لها الخرسانة.
4. **مقاومة الحريق:-** تعتبر الخرسانة من المواد البنائية الجيدة المقاومة للحريق بسبب طبيعة المواد الاولية والنتاج النهائي التي تتكون منة الخرسانة.
5. **نفاذية الماء:-** لا يمكن اعتبار الخرسانة مادة صماء غير منفذة للماء بشكل مطلق لعدة اسباب.
6. **العزل الحراري:-** لا تعتبر الخرسانة ذات الكثافة الاعتيادية جيدة العزل لذا يستعاض عنها بالخرسانة القليلة الكثافة التي تكون اكثر عزلا.

## 7- مقاومة تأثير الأحتكاك: وهي خاصية مهمة لسطح الخرسانة المستعملة في أعمال الأرضيات وأعمال المنشآت المائية كالسدود والنواظم والأنابيب.



□ تعتمد مقاومة تأثير الأحتكاك على:

- أ- مقاومة الخرسانة.
- ب- نسبة الماء/ السمنت.
- ج- نوعية الركام المستعمل.
- د- درجة صقل سطح الخرسانة.
- هـ- تجانس الخرسانة.
- و- الأنضاج.

## 8- مقاومة تأثير المواد الكيميائية:

- تتأثر السطوح الخرسانية ببعض المواد الكيميائية مثل الحوامض وأملاح الكبريتات التي تتواجد في التربة والمياه الجوفية ومياه البحر.
- تسبب تلك المواد في البداية تلف سطح الخرسانة الملامسة ثم تتوغل في عمقها.
- يمكن تقليل تأثير المواد الكيميائية على الخرسانة بواسطة:



- i. زيادة مقاومة الأنضغاط.
- ii. زيادة الكثافة،
- iii. استعمال ركام غير مسامي وغير متفاعل.
- iv. تقليل نسبة الماء/السمنت.
- v. معالجة السطوح لتقليل الأمتصاص.
- vi. استعمال سمنت مقاوم للمواد الكيميائية.
- vii. طلاء السطح بطبقة من مواد واقية.
- viii. زيادة سمك الغطاء الخرساني لحديد التسليح ليصل الى 75 ملم.



# عمل وإنتاج الخرسانة:

• تنتج الخرسانة وفق الخطوات التالية:-

1. تهيئة المواد و تخزينها.
2. كيل المواد و مزجها.
3. نقل الخرسانة.
4. وضع الخرسانة و رصها.
5. انهاء سطح الخرسانة و وقايتة بعد الصب.
6. الانضاج او الاسقاء.
7. نزع القالب و رفعة.

# 1. تهيئة المواد و تخزينها:

• أ. السمنت: يخزن السمنت بعيدا عن الرطوبة حيث تستعمل صوامع معدنية لحفظ السمنت الفل.

• اما سمنت الاكياس فيخزن في سقائف وعلى ارضية مصبوبة او مرصوفة جافة.  
ب. الركام:

• يصنف الركام حسب مقاسة ويخزن بأكياس.

• يجب حماية من الاتربة والاطيان.



• مقاسات الركاب واستخدامها:-

1. مقاس اسمي 40 ملم:

• يستعمل في الخرسانة غير المسلحة التي لا يقل سمكها عن 160 ملم او تلك التي تكون ذات تسليح قليل.

2. مقاس اسمي 20 ملم:-

• يستعمل في معظم اعمال الخرسانة المسلحة كالاكتاب والاعمدة والسقوف وكذلك غير المسلحة ذات السمك القليل.

3. مقاس اسمي 16 ملم:-

• يستعمل بدلا من مقاس 20 ملم عندما تكون كثافة التسليح عالية.

4. مقاس اسمي 12.5 ملم:-

• يستعمل في المقاطع الضيقة كالستارة والبلاطات والكتل الخرسانية.

## 2. كيل المواد ومزجها:

- يتم قياس المواد الداخلة في مزج الخرسانة اما بطريقة حجمية او بطريقة وزنية.
- تعتبر الطريقة الوزنية اكثر دقة وتفضل في الاعمال الكبيرة.
- تتجاوز الطريقة الوزنية الاخطاء الناتجة عن طريقة رص الركام وكذلك انتفاخ الركام الناعم نتيجة الرطوبة.
- قد تنخفض كثافة الركام بمقدار 40% نتيجة الرطوبة.

❖ في الطريقة الحجمية يفضل قياس السمنت على اساس وزن كيس واحد والذي يساوي 50 كغم وحجمه يساوي 0,033 متر مكعب.

❖ يقاس الركام الناعم والخشن بصناديق حديدية بحجم يساوي حجم كيس السمنت اي 0,033 متر مكعب او حجم نصف كيس.

❖ يجب اخذ تأثير الرطوبة على الركام الناعم وتصحيح تأثير الانتفاخ. حيث يتم زيادة كمية الرمل وتقليل كمية الماء.

❖ يقاس الماء المطلوب لاعطاء قابلية التشغيل المطلوبة حسب نوع العنصر الانشائي.

❖ يعبر عن المزجات الحجمية بنسبة مكوناتها على اساس وحدة السمنت ثم الرمل ثم الحصى.

❖ تكون عادة كمية الحصى ضعف كمية الرمل وكلاهما من مضاعفات كمية السمنت.

❖ تمزج المواد بخلاطات الية بهدف الحصول على مزجة متجانسة.

❖ يفضل اضافة الركام الخشن اولا ثم السمنت ثم الركام الناعم واخيرا يضاف الماء اثناء دوران

الخلاطة.

❖ يستمر خلط المواد من 1-2 دقيقة ثم تفرغ في اوعية او عربات ناقلة.

❖ لا يفضل تفريغ المخلطة على ارضية ثم تحميلها في اوعية لان ذلك يؤدي الى انعزال مكوناتها.





د. عبدالأمير عطالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

## 3. نقل الخرسانة:-

• عند نقل الخرسانة يجب:-

1. تجنب حصول الانعزال.

2. عدم تلوثها.

3. اكمال نقل ووضع الخرسانة قبل تماسكها.

4. ان تناسب الكمية المنقولة مع انتاجية الخباطة.

5. استخدام وسائل اقتصادية.

# معدات نقل الخرسانة:

1. العربات اليدوية.
2. القلابات الآلية.
3. الشاحنات الخلطة.
4. الرافعات.
5. مضخات الخرسانة.

## 1. العربات اليدوية:

تستعمل في الاعمال البسيطة وفي المسارات الضيقة ولمسافات قصيرة.



## 2. القلابات الالية:

❖ وهي ناقلات صغيرة ذات وعاء تعمل بمحرك ميكانيكي.

❖ تستعمل في الاعمال المتوسطة الحجم.

### 3. الشاحنات الخلاطة:



❖ وهي وعاء خلاطة دوار مركب على شاحنة.

❖ تستعمل في الاعمال ذات الانتاجية العالية.

❖ تجهز الشاحنات من خلاطة مركزية كبيرة.

❖ عندما يكون الطريق طويل تجهز الشاحنة بخلاطة جافة.

❖ يضاف الماء من خزان موجود بشاحنة.

4. الرافعات:-

أ. الرافعات البرجية:-

❖ تستخدم لنقل الخرسانة افقيا وعموديا في المشاريع الكبيرة.

❖ عند استخدام هذه الرافعات لنقل الخرسانة يضاف لها قادوس ذو سعة مناسبة لنقل وتفريغ الخرسانة.

ب. رافعات البوابية portal cranes :

❖ تستخدم لنقل الخرسانة والوحدات المصبوبة في معامل الصب الجاهز.

❖ تكون عالية الثبات للاحمال العالية.

❖ تتحرك على سكة حديد.



د. عبدالأمير عطاءالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016



د. عبدالأمير عطالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016



ج. الرافعات العمودية:

❖ تستعمل في رفع الخرسانة شاقوليا الى السقوف في المشاريع الصغيرة والمتوسطة.

5. مضخات الخرسانة:-

❖ تكون بشكل حوض يتسلم الخرسانة من الخلاطة وتدفع الخرسانة الى فولاذي .

❖ يجب ان لا يقل قطر الانبوب الناقل عن 3 مرات بقدر المقاس  $k$  قطر للحصى.

❖ يجب ان تكون الخرسانة ذات قابلية تشغيل عالية.

❖ تكون انتاجية المضخة من 7- 50 متر مكعب بالساعة.



د. عبدالأمير عطالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

## 4. وضع الخرسانة ورصها:-

• توضع الخرسانة في محلاتها في القوالب و احيانا بدون قوالب كما في بعض الاسس الجدارية وترص بأساليب متعددة.

• للحصول على الخرسانة الجيدة يجب تحقيق الأهداف التالية:

1. تجانس الخرسانة ومنع الانعزال.
2. اعطاء الشكل المطلوب بدقة وانهاء السطوح حسب المواصفات الفنية.
3. انتاج خرسانة ذات محتوى ادنى من الفجوات واعلى كثافة ممكنة.
4. اكمال وضع الخرسانة ورصها ضمن الفترة الزمنية المناسبة قبل بدء تماسك السمنت.
5. اعطاء ربط جيد مع الخرسانة المنفذة سابقا.
6. المحافظة على خواص الخرسانة عند الصب وبعده من تأثير القوالب او التربة او غيرها من المواد التي تلامسها.

## • لتحقيق الاهداف السابقة والحصول على خرسانة يجب اتباع الملاحظات التالية:-

1. وضع الخرسانة في القوالب قبل مضي ثلاثين دقيقة من اكمال مزجها في الجو البارد او عشرين دقيقة في الجو الحار.
2. تفريغ الخرسانة بهدوء في محلها وعدم اسقاطها بحيث تؤدي الى اهتزاز القوالب وتأثرها.
3. لا يجوز رمي الخرسانة من ارتفاع اعلى من 1.5 متر لان ذلك قد يسبب انفصال مكونات المزجة لذا يراعى عمل فتحات وسطية في قوالب الاعمدة والجدران .
4. توضع الخرسانة بطبقات افقية حسب السمك المطلوب وفي حالة كون الصبة سميكة فتوضع الخرسانة بطبقات سمكها حوالي 30 سم. ويتم رصها ويراعى عدم مرور وقت طويل بين صب الطبقات المتعاقبة.

5. لا يجوز صب الخرسانة وهي معرضة للمطر لان ذلك يسبب رداءة نوعية الخرسانة في الوجة العلوي.

6. صب الخرسانة بحذر فوق السطوح المنحدرة فعندما يكون الانحدار قليلا يفضل صب الخرسانة من الاسفل الى الاعلى اما اذا يكون الانحدار شديدا فيستعمل قالب ثابت او وقتي للوجة العلوي تحسبا من جريان الخرسانة نحو الاسفل.

7. عند صب الجدران والاعمدة بصورة مستمرة يفضل عمل المزجات في الطبقات العلوية بنسبة ماء/سمنت اقل من الطبقات السفلية، لأن نرف الماء للأعلى يزيد من قابلية التشغيل.

8. لا يجوز صب الاجزاء الافقية (السقوف والأعتاب) المستندة على اجزاء عمودية (أعمدة وجدران) قبل مضي فترة 3 ساعات على انتهاء صب الاخيرة.

- بعد اكمال الصب يتم رص الخرسانة بوسائل يدوية أو ميكانيكية.
- ان زيادة كفاءة طريقة الرص تؤدي الى:-

1. امكانية انقاص نسبة الماء – السمنت في المزجة وهذا يعني تحمل اعلى وانكماش اقل.
2. امكانية رص الخرسانة بسمك اكبر للطبقة الواحدة.
3. زيادة كثافة الخرسانة وتقليل الفجوات الهوائية وهذا يعني نوعية أجود ومقاومة أعلى.
4. زيادة تغلغل الخرسانة بين قضبان التسليح وأخذها شكل القالب بصورة تامة.
5. امكانية استعمال مزجات ذات قابلية تشغيل اقل وهذا يعطي المصمم مرونة اكبر.
6. امكانية الاسراع بنزع القوالب الجانبية وذلك بسبب انقاص نسبة الماء – السمنت وزيادة كثافة الخرسانة.

## □ رص الخرسانة يدويا:-

- ويتم ذلك بواسطة قضبان حديدية او اوتاد خشبية تطعن في داخل الخرسانة.
- يمكن رص وجة الخرسانة بالمدقات اليدوية المستعملة في رص التربة وذلك في بعض الحالات التي تكون فيها المزجة شبة جافة.
- يمكن ايضا استعمال المطارق لرص الخرسانة الموضوعه في قوالب ضيقة كما في بعض الأعمدة ومانعات الشمس.

## □ رص الخرسانة آليا:-

يتم رص الخرسانة آليا بعدة وسائل هي:

أ- الرص بالهزازات.

ب- الرص بالكبس الهيدروليكي.

ج- الرص بالمطارق الآلية.



## أ- الرص بالهزازات Vibrators:

- وهو من اكثر وسائل رص الخرسانة انتشارا ويكون باستعمال مصدر اهتزاز والذي هو في الغالب محور مثقل يدور بصورة لا تمركزية وبتردد عالي اكثر من 4000 مرة في الدقيقة.
- يمكن تقسيم انواع الهزازات بالنسبة الى طريقة رص الخرسانة:

1. هزازات داخلية غاطسة: وتتكون من محرك وخرطوم ناقل للاهتزاز مثبت في نهايته اسطوانة معدنية متذبذبة.
2. هزازات سطحية: وتستعمل بالإضافة للنوع الأول برص وإنهاء الطبقة العلوية.
3. هزازات قالبية: وهي التي يتم تثبيتها على القالب عند عدم امكانية استخدام الهزازات الداخلية.
4. طاولات اهتزاز: وهي طاولة معدنية متصلة بهزاز تستعمل في رص المنتجات الخرسانية الصغيرة مثل البلاطات.



## □ عند استعمال الهزازات يجب مراعات الملاحظات التالية:

1. إستعمال الهزاز بصورة متساوية في كافة مواقع الصب للحصول خرسانة متجانسة.
2. عدم استعمال خرطوم الهزاز الداخلي لنقل الخرسانة ودفعها في القوالب.
3. عند استعمال هزازات داخلية يجب ادخال الاسطوانة المتذبذبة عموديا واخراجها بهدوء بحيث لا تترك فجوات في الخرسانة.
4. عدم تعريض الخرسانة لفترات طويلة من الاهتزاز لتجنب حدوث الأنعزال فيها.
5. لا يجوز تسليط الاهتزاز على قضبان التسليح مباشرة.

ب- الرص بالكبس الهيدروليكي Hydraulic Press: ويكون بتسليط ضغط هيدروليكي بمكابس خاصة على سطح الخرسانة في قوالب معدنية متينة قد يترافق مع تسليط إهتزاز. تستعمل هذه الطريقة في معامل انتاج الكاشي والكتل الخرسانية.

ت- ج- الرص بالمطارق الالية Mechanical Hammers: وتستعمل لرص الخرسانة في بعض انواع الركائز حيث يتم دق الخرسانة بالمطارق الساقطة على الخرسانة عند تشكيل قاعدة الركيزة.

□ في بعض الحالات لا يمكن استخدام الطرق التقليدية في وضع الخرسانة، لذا يتم استخدام طرق خاصة، منها:

- أ- الضخ بالهواء المضغوط: يستخدم لأصلاح الخرسانة المتضررة وفي اعمال تبطين الأنفاق والقنوات وفي صب خرسانة المنشآت قليلة السمك كالقشريات. حيث تضح الخرسانة داخل خرطوم، ثم تتعرض لضغط هواء حيث تصبح مثل الرذاذ الذي يجري بسرعة وقوة الى السطح المراد وضع الخرسانة عليه.
- ب- صب الخرسانة بالحقن: ويستخدم ايضا للأصلاح والتبطين وبعض حالات صب الخرسانة تحت الماء. حيث يرص الركam الخشن لوحده في القالب أولاً ثم يبيل ثم يتم ضخ مونة السمنت والسليكا والرمل.
- ج- صب الخرسانة تحت الماء: يستخدم قمع ذو انبوب طويل تكون نهايته السفلى عند موضع صب الخرسانة وفوهة القمع فوق الماء، حيث توضع الخرسانة في الأعلى لتتنزل للأسفل.
- د- صب الخرسانة تحت ضغط مخلخل: يستخدم لصب خرسانة الأرضيات والجدران بسمك قليل. حيث يتم استخدام نسبة ماء/سمنت عالية للحصول على قابلية تشغيل جيدة لملأ القالب، ثم يتم سحب الماء الفائض عن حاجة السمنت باستخدام مضخة ماصة للهواء.

## 5- إنهاء الخرسانة:

- يتم تسوية سطح الخرسانة بعد اكمال الصب ويتم انهاءه صقيلا أو خشنا حسب الرغبة.
- يستعمل المالج الخشبي أو معدات الصقل الحديثة في انهاء سطح الخرسانة.
- يتم تحديد سمك الصب باستخدام مسطرة خشبية تكون نهايتها العليا بنفس منسوب الصب.
- بعد اكمال انهاء سطح الخرسانة يجب وقايتها من تأثير المطر وحرارة الشمس وذلك بتظليلها أو تغطيتها بأغطية واقية مناسبة ابتداء من وقت انتهاء الصب الى الوقت الذي يصبح فيه السطح صلدا بدرجة كافية لبدء الأنضاج.



د. عبدالأمير عطاءالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

## 6- الانضاج:

- هي العملية التي تجري بعد صب الخرسانة ورصها والتي تمكن السمّنت من اكمال تفاعلها وتصلبة بدرجة تعطي الخرسانة التحمل المطلوب.
- ان اي اجراء يساعد في منع او تقليل تبخر الماء من الخرسانة لمدة مناسبة يعتبر انضاجا.



## • الطرق الشائعة في الانضاج:-

- أ- **الرش المستمر بالماء:** يستخدم لانضاج السطوح العمودية والافقية. الا انة غير عملي احيانا لحاجتة الى اعمال رش بأستمرار. تستعمل شبكة انابيب رش ثابتة في معامل الصب الجاهز.
- ب- **الغمر بالماء:** وهي طريقة عملية لمعظم اعمال الصب. حيث يتم غمر السطوح الأفقية للصب بطبقة دائمة من الماء ارتفاعها بضع سنتمترات يحافظ عليها بعمل مصدات من الرمل والتراب حول المحيط.

➤ يتبع اسلوب الغمر الكلي في حوض ماء في معامل المنتجات الخرسانية الصغيرة مثل الكاشي

وكذلك لأنضاج نماذج الفحص الخرسانية.

- ج- التغطية بطبقة مبللة من التراب او الرمل: تغطي السطوح الافقية بطبقة سمكها 5 سم من التراب او الرمل يتم ترطيبها باستمرار.
- د- التغليف بالاعطية البلاستيكية: تبلل السطوح ثم تغطي بطبقة من البلاستيك لمنع التبخر.
- هـ- التغليف بالقماش الماص: تغلف الاوجة الخرسانية العمودية بقماش او نسيج ماص للماء ويبلل باستمرار. تستعمل هذه الطريقة في الجدران والاعمدة.

و- الطلاء بالمواد الخاتمة للمسام: عند تصلب الخرسانة بدرجة كافية تنظف وتبلل بالماء ثم تطلّى سطوحها الخارجية بمواد اسفلتية او كيمياوية خاتمة للمسام.

➤ تستعمل هذه الطريقة عند ارتفاع كلفة الرش المستمر بالماء لكنها قد تكون غير مرغوبة لصعوبة ازالة مواد الطلاء.

ز- الانضاج بالبخار: وهي وسيلة للانضاج المعجل حيث تعرض الخرسانة لبخار ماء تحت ضغط اعتيادي او ضغط مرتفع وتستعمل هذه الطريقة في معامل الصب الجاهز.

ح- الانضاج المعجل بوسائل اخرى: مثل استعمال الغازات الملتهبة او الملفات الساخنة او تسليط تيار كهربائي متناوب او الاشعة تحت الحمراء.



د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

## ملاحظات عامة حول الانضاج :-

1. لايجوز البدء بالانضاج قبل تصلد الخرسانة بدرجة كافية.
2. يجب المباشرة بالانضاج بأسرع وقت ممكن بعد التصلد ولايجوز ترك السطوح الخرسانية لتجف.
3. الاستمرار بالانضاج لحين حصول الخرسانة على تحمل مقبول. تكون فترة الانضاج بين 7 - 14 يوم.
4. في حالة عدم امكانية انضاج الخرسانة بصورة جيدة فيفضل ابقاء القوالب دون نزعها.
5. يجب ان يكون الماء المستعمل في الانضاج بنوعية جيدة.

# اعمال الخرسانة في الجو الحار:-

يسبب الجو الحار مشاكل عند تنفيذ الاعمال الخرسانية تؤثر بصورة سلبية في خواص الخرسانة الطرية والمتصلدة ويزداد هذا التأثير عند وجود رياح مصاحبة لعملية انتاج الخرسانة.

➤ ان المشاكل المتوقعة عند عدم اتخاذ الاجراءات المناسبة لتلافي تأثير الحرارة المرتفعة متعددة منها:-

1. ازدياد كمية الماء اللازمة لاعطاء ليونة او قابلية تشغيل معينة للمزجة.

2. ازدياد سرعة وكمية التبخر من ماء المزجة.

3. تناقص قابلية التشغيل في الخرسانة الطرية بصورة سريعة.

4. ازدياد سرعة تماسك الخرسانة.
5. صعوبة السيطرة على كمية الهواء المفقعة في الخرسانة الطرية.
6. يكون نقل ووضع وانهاء وانضاج الخرسانة اكثر صعوبة من الاحوال الاعتيادية.
7. ازدياد انكماش الخرسانة اللدنة عند جفافها.
8. ازدياد التبدلات البعدية عندما تبرد الخرسانة.
9. ازدياد احتمالات التشقق.
10. انخفاض تحمل الخرسانة النهائي بالرغم من التحسن الذي يحصل على التحمل المبكر.

11. تقليل دوام الخرسانة.

12. زيادة نفاذية الخرسانة.

13. تقليل الربط بين الخرسانة وقضبان التسليح.

14. ازدياد احتمال صدأ قضبان التسليح.



## الأجراءات الواجب اتخاذها في اعمال الخرسانة في الجو الحار:

- يجب اتخاذ كافة الأحتياطات الممكنة لتنفيذ اعمال الخرسانة وانضاجها في درجة حرارة مناسبة بحيث لا تتجاوز درجة حرارة المزجة الخرسانية عن 32 درجة مئوية للصبات الصغيرة والمتوسطة و 16 درجة مئوية للصبات الكبيرة.
- هذه التدابير والأحتياطات تتعلق بالفقرات التالية:
  1. المواد المستعملة، 2. خلط المواد ومزج الخرسانة، 3. نقل الخرسانة.
  4. وضع الخرسانة ورسها، 5. انهاء الخرسانة وانضاجها.

## 1. المواد المستعملة:

### أ – ماء المزج:

- يستعمل الماء البارد في الخلط، حيث يمكن خفض درجة حرارة الخرسانة بحدود نصف درجة مئوية عند خفض درجة حرارة الماء درجتين مؤيتين.
- يمكن ايضا استعمال الثلج مع او بدلا من الماء في الخلط، حيث يرمى في الخلاطة ويجب ان يستمر الخلط لحين انصهار الثلج بصورة كاملة.
- ان استعمال الثلج مع الماء بنسبة 50% يمكن ان يخفض درجة الخلط 11 درجة مئوية.

## ب- السمنت:

لا يفضل استعمال السمنت الساخن حديث الطحن في انتاج الخرسانة. علما ان درجة حرارة السمنت لها تأثير اقل من بقية مكونات الخرسانة في تغيير درجة حرارة المزجة وكذلك في التأثير على خواصها. ان امهة السمنت تؤدي الى رفع حرارة المزجة لذا يجب اختيار نوع السمنت المناسب.

## ج- المضافات:

- يمكن استعمال المضافات المبطنّة نوع ( B ) في المواصفات الامريكية ASTM .
- تعمل هذه المواد على تقليل تأثير ارتفاع درجة الحرارة في زيادة سرعة التفاعل.

## د- الركام:

- حيث ان الركام يشكل اكبر نسبة من مكونات الخرسانة فأن خفض حرارته يكون لها تأثير كبير.
- يمكن خفض حرارة الخلطة نصف درجة مئوية عند خفض حرارة الركام درجة مئوية واحدة.
- يخزن الركام في مكان مظل وبارد.
- يمكن تبريد الركام برشة بالماء البارد.

## 2. خلط المواد ومزج الخرسانة:

- يمكن طلاء وعاء خلط الخرسانة من الخارج بلون ابيض ورشة بالماء باستمرار لتبريده.
- تقليل فترة الخلط لاقل مدة زمنية ممكنة لتجنب سرعة تماسك الخرسانة نتيجة ارتفاع درجة الحرارة.

## 3. نقل الخرسانة:

- تقليل فترة نقل الخرسانة قبل تصلبها بسبب درجة الحرارة.

## 4. وضع الخرسانة ورصها:

- أ- التأكد من اعداد كافة متطلبات وضع الخرسانة ورصها لتجنب اي تأخير.
- ب- عمل مضلات لخفض درجة حرارة القالب وحديد التسليح والخرسانة.
- ج- اختيار الوقت المناسب للعمل مثلا وقت العصر والاستمرار بالعمل ليلا.

## 5. الانهاء والانضاج:

- أ- يمكن تقليل التبخر بتغطية سطح الخرسانة بطبقة من البلاستيك قبل وبعد الانهاء.
- ب- لمنع حصول شقوق شعرية في سطح الخرسانة بسبب الانكماش اللدن قبل الانهاء يمكن رج الطبقة السطحية في الصبات الضخمة قبل انهاءها.
- ج- الانضاج بالترطيب المستمر او الغمر بالماء.
- د- البدء بالانضاج بالماء مباشرة عندما تبدأ الخرسانة بالتماسك بشرط ضمان عدم تأثرها بالماء والاستمرار لفترة اطول من الفترة المطلوبة في الجو البارد.
- هـ- ابقاء القوالب مبللة.

# انواع الخرسانة:

• تقسم الخرسانة بعدة اساليب:

أ- حسب وجود التسليح ونوعيته.

ب- حسب الكثافة.

ج- حسب اسلوب التنفيذ.



✓ أ. انواع الخرسانة حسب التسليح:

• تكون الخرسانة بنوعين:

1. خرسانة غير مسلحة **Unreinforced or Plain Concrete**: تستعمل عندما تكون

اجهادات الشد اقل من معامل الكسر مثل بعض حالات الاسس الجدارية والارضيات  
والمماشي والكتل الخرسانية والكاشي.

## 2. الخرسانة المسلحة Reinforced Concrete: ويكون ذلك بوضع قضبان حديد تسليح بمساحة

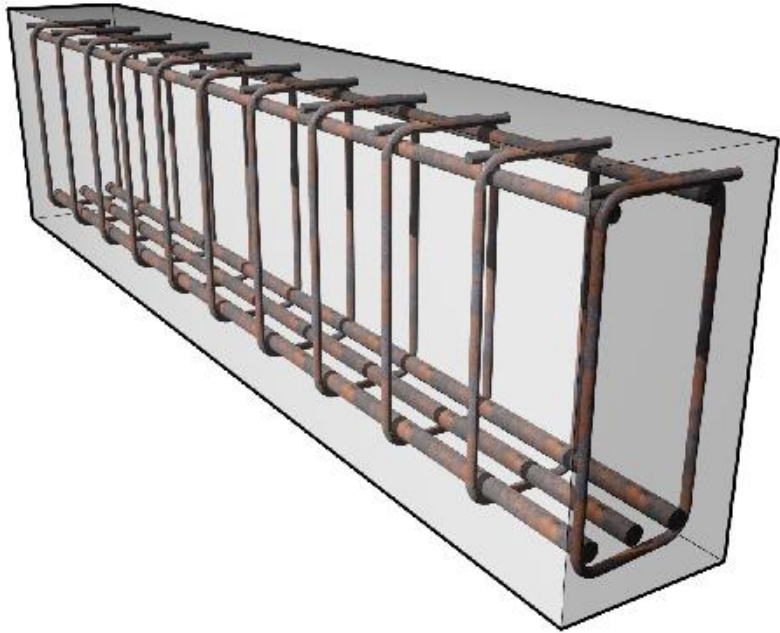
وموقع مناسبين وتستعمل في معظم الاعمال الانشائية كالسقوف والعتبات والاعمدة والاسس.

- يكون الغرض من حديد التسليح هو لتحمل اجهادات الشد في المقطع الانشائي.

- قد يستعمل حديد التسليح ايضا لتحمل قوى الضغط القص ايضا.

- تنتج قضبان حديد التسليح بأقطار 5 الى 40 ملم بطول 12 متر.

- تكون القضبان اما ملساء او ذات نتوءات.



## □ الخرسانة مسبقة الجهد:

- تستعمل عندما تكون الفضاءات ذات طول كبير.
- يستعمل الفولاذ لتسليط اجهادات قبل التحميل تعمل على معادلة او تقليل الاجهادات الناتجة من التحميل.

- تستعمل لهذا الغرض اسلاك فولاذية ذات اجهاد خضوع عالي وتكون بشكل ضفيرة.



- تسليط هذه الاجهادات المسبقة يكون بطريقتين:

1. الشد السابق.

2. الشد اللاحق.

## 1. الشد السابق:

- يتم سحب الضفيرة وتثبيتها في اطراف القالب ثم يتم صب الخرسانة.
- بعد تصلب الخرسانة تقطع اطراف الضفيرة فينتقل الاجهاد الى الخرسانة بشكل اجهاد ضغط.



## 2. الشد اللاحق:

- يتم صب الخرسانة وعمل مسارات انبوبية داخلها.
- بعد تصلب الخرسانة واكتسابها مقاومة كافية يتم ادخال ضفيرة الفولاذ داخل المسار الانبوبي.
- تسحب الضفيرة بقوة معينة وتثبت نهايتها عند طرفي المسار.



✓ ب. تقسيم الخرسانة من حيث كثافتها:

• ان لكثافة الخرسانة علاقة بخواصها، فزيادة الكثافة تعني زيادة التحمل وقلة العزل الحراري والامتصاص وزيادة عزل الاشعاع وتسليط حمل ميت اعلى.

• تقسم الخرسانة من حيث كثافتها:

1. الخرسانة بكثافة معتدلة: وتشمل كافة انواع الخرسانة التي تتراوح كثافتها بين 2,1 -

2,5 طن/ متر مكعب عدا التسليح وتستعمل لجميع الاغراض عدا الحالات التي تستوجب كثافة خفيفة او عالية.

## 2. الخرسانة الواطئة الكثافة ( الخفيفة ):

وهي الخرسانة التي تقل كثافتها بمقدار ملحوظ عن النوع السابق وتتراوح بين 1,4 – 1,9 طن لكل متر مكعب.

- تستعمل كعازل للحرارة.
- تكون ذات تحمل اقل من الخرسانة الاعتيادية.
- يمكن انتاج خرسانة خفيفة الوزن بواسطة:

### أ- استعمال ركام خفيف الوزن مثل:

1. الركام البركاني الخفيف.
2. الطين المفخور.
3. ركام خبث الفرن العالي المنفوخ.
4. الركام العضوي الخفيف مثل نشارة الخشب وغيرها.

## ب. استعمال الخرسانة المهواة:

- بأستخدام مضافات تولد فقاعات غازية او هوائية حيث قد تتخفص الكثافة لغاية 0,7 طن لكل متر مكعب.
- تكون ذات مقاومة ضعيفة.

## ج. استعمال الخرسانة بدون ركام ناعم:

- تنتج بأستعمال السمنت والركام الخشن والماء دون ركام ناعم.
- تتميز بعدم وجود الخاصية الشعرية وجودة تماسكها مع الانهاءات.
- تخلط بنسب سمنت الى ركام خشن 6:1 لغاية 10:1 .
- تكون مقاومتها بحدود 30% الى 50% من الخرسانة الاعتيادية.
- يمكن استعمالها للجدران الحاملة.



### 3. الخرسانة عالية الكثافة ( الثقيلة ):

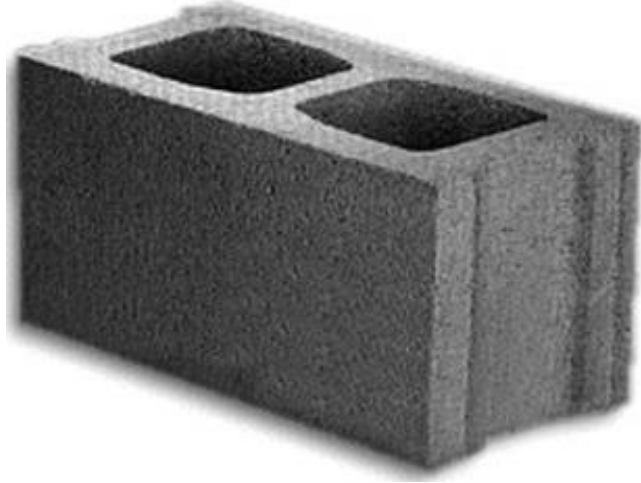
- تكون كثافتها بحدود 3,2 طن /متر مكعب.
- تستخدم لموازنة الاحمال ولمنع طفو بعض المنشآت تحت الماء وللجدران العازلة للاشعة الذرية وغرف الاشعة.
- يستعمل ركام خشن ذو وزن نوعي اعلى من 4 مثل كتل الحديد وغيره من المعادن التي لا تصدأ في الخرسانة.

ج. تقسم الخرسانة من حيث اسلوب التنفيذ:

1. صب موقعي.

2. مسبقة الصب.

# المنتجات الخرسانية:



1. الكتل الخرسانية.
2. الكاشي.
3. الانابيب الخرسانية.
4. بلاطات المماشي والسطوح.
5. اعمدة الانارة.
6. اعمدة الاسيجة.
7. الهياكل الجاهزة.
8. وحدات السقوف للفضاءات الكبيرة.
9. الوحدات البنائية الجاهزة.

## • أسباب انتشار استعمال الخرسانة :-

1. توفر المواد الاولية.
2. خواصها الهندسية المتعددة الجيدة.
3. امكانية التحكم في خواصها.
4. امكانية انتاجها بالابعاد والاشكال المطلوبة وبالانهاء المطلوب.
5. امكانية التنفيذ بأساليب متعددة تلائم طبيعة المشروع.
6. كونها اقتصادية مقارنة بالبدايل الاخرى.

# أعمال الطابوق والكتل

## Brickwork and Blockworks

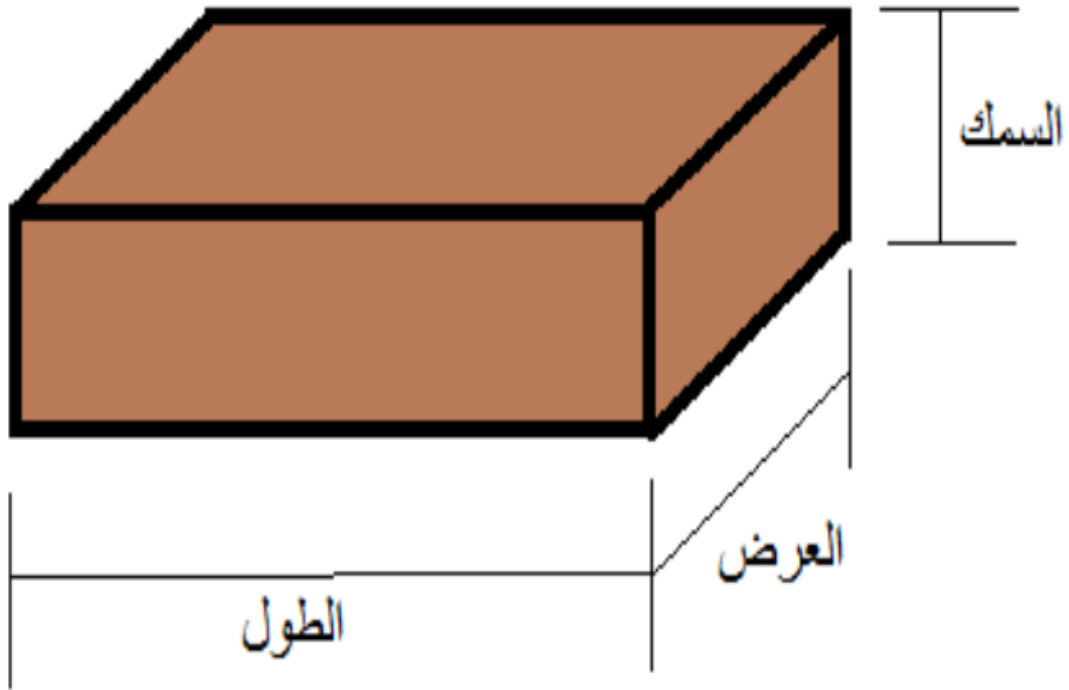


# 1. الطابوق Bricks:

- الطابوق هي وحدة بنائية منتظمة الشكل والأبعاد ولاتزيد ابعادها عن حد معين.
- يصنع الطابوق من:
  1. الطين المفخور او غير المفخور
  2. الخرسانة
  3. الحجر
  4. مزيج النورة والرمل
  5. مواد اخرى مثل الزجاج.

■ عندما تزيد ابعاد الطابوق عن حد معين تسمى كتل بنائية ( Blocks ).

■ حسب المواصفات البريطانية فإن ابعاد الطابوق هي:



الطول: 337.5 ملم.

العرض: 225 ملم.

السمك: 112.5 ملم.

■ حسب المواصفات العراقية فإن ابعاد الطابوق هي:

الطول = 240 ملم، العرض 115 ملم، السمك = 75 ملم.

□ أنواع الطابوق حسب المادة المصنوع منها:

1. الطابوق الطيني.

2. الطابوق الجيري.

3. الطابوق الخرساني.

4. الطابوق الزجاجي.



# الطابوق الطيني



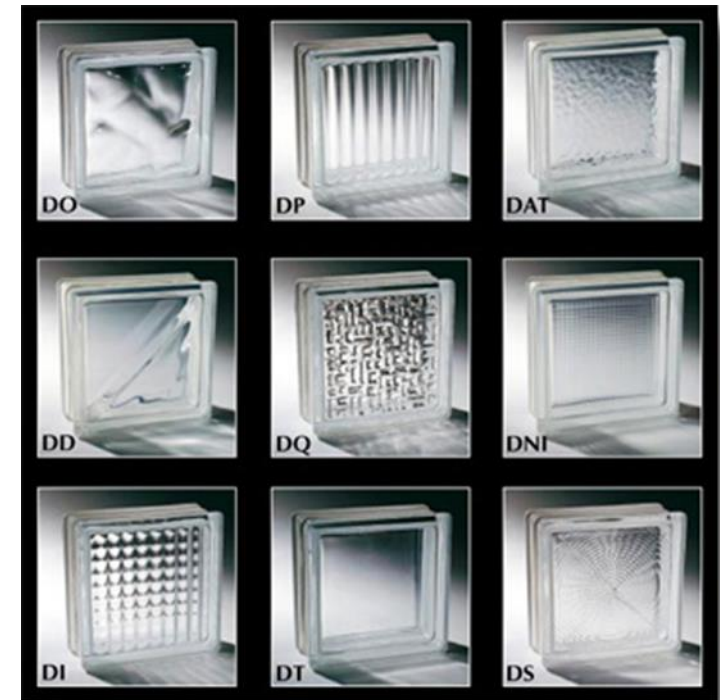


• الطابوق الجيري:

## • الطابوق الخرسانى:



## • الطابوق الزجاجي:

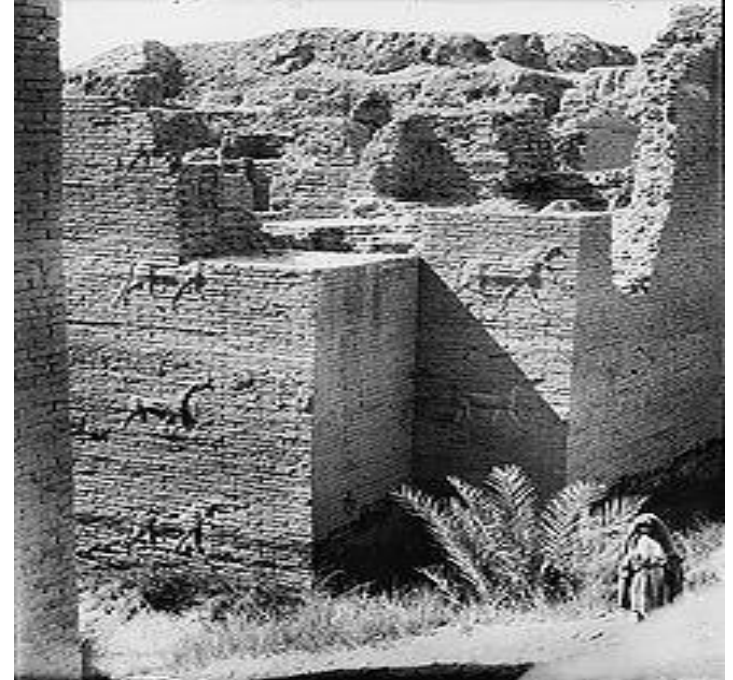




د. عبدالأمير عطاالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

# أ. الطابوق الطيني:

- وهو من اقدم انواع الطابوق التي استخدمها الأنسان منذ القدم.
- استخدم البابليون القدماء الطابوق الطيني غير المفخور في عدد من ابنيتهم.





- تختلف مقاسات الطابوق الطيني من بلد لأخر حسب المواصفات المعتمدة.
- الأبعاد الشائعة في العراق حسب المواصفة العراقية رقم 25 لسنة 1988 هي:
- 240 ملم × 115 ملم × 75 ملم.
- ينتج أيضا طابوق طيني في العراق بمقاسات اخرى.
- يختلف شكل وابعاد الطابوق عن المستخدم في العصور السابقة.
- يشكل الطين المادة الأساسية المستخدمة في صنع الطابوق الطيني.



## • أنواع الطابوق الطيني:

1. اللبن.
2. طابوق التربة المثبتة.
3. الطابوق المفخور الأعتيادي.
4. الطابوق الناري.
5. الطابوق المزجج.

## 1. اللبن:

- وهو طابوق يتم عمله يدويا
- يعجن الطين مع الماء ويضاف له كمية من التبن ( سيقان وأوراق الحنطة والشعير المجففة)
- يعمل التبن على تقليل التشققات عن الجفاف والأنكماش
- يوضع الخليط في قوالب خشبية عادة
- تترك قطع اللبن الناتجة لتجف بتأثير الهواء والشمس
- يستخدم طابوق اللبن في الأبنية الريفية وتكون المادة الرابطة من الطين ايضا
- لا توجد ابعاد محددة للبن ويكون ذو اشكال غير منظمة
- يكون ذو تحمل واطى ولا يستخدم في الأسس





## 2. طابوق التربة المثبتة:

- يصنع من الطين الممزوج مع مواد مثبتة مثل النورة او السمنت والتي تعمل على تحسين الخواص الهندسية للطين.
- اضافة المواد المثبتة يساعد على تقليل التبدلات الحجمية للطين وزيادة تحمله.
- يكون هذا النوع اقوى واكثر انتظاما من اللبن.
- لا يستعمل في بناء الأسس.
- يصنع بطريقة الخلط اليدوي ويكبس بمكابس الية بسيطة تدار يدويا.

### 3. الطابوق المفخور الأعتيادي:

- وهو اكثر انواع الطابوق استعمالا.
- يعتبر المادة الأنشائية الأولى في بناء الجدران في العراق.

## أ. صناعة الطابوق المفخور الأعتيادي:

- يصنع من الترسبات الطينية والغرينية الحاوية على الرمل.
- إن وجود الأملاح القابلة للذوبان بنسب عالية في التربة التي يصنع منها الطابوق يؤدي الى:

1. مشاكل في عملية الفخر

2. ظهور التزهر

3. تفتت الطابوق المفخور عند وصول الماء اليه

## • مراحل صناعة الطابوق الأعتيادي المفخور:

1. يتم تنظيف الطين وعزل المواد الغريبة وقطع الصخور والحصى بواسطة مشبكات.
2. يتم تنعيم الطين ويمزج مع الماء وقد يضاف الرمل لتعديل نسب المكونات.
3. تعتمد كمية الماء على طريقة القولبة، والتي تكون بثلاث طرق هي:

أ- طريقة الطين اللين.

ب- طريقة الطين المتيبس.

ج- طريقة الكبس الجاف.



أ- طريقة الطين اللين: يمزج الطين مع كمية كبيرة من الماء ويتم عمل عجينة لينة متجانسة. ويشكل الطابوق بكبس الطين في القوالب.

ب- طريقة الطين المتيبس: يمزج الطين مع كمية مناسبة من الماء لعمل عجينة يمكن دفعها خلال قالب انبوبي له فوهة بمقطع مستطيل بأبعاد طول الطابوقة  $\times$  عرضها او عرض الطابوقة  $\times$  سمكها. حيث تخرج العجينة بشكل شريط مستمر ويتم تقطيع الطابوق بسلك معدني لأعطاء البعد الثالث.

ج- طريقة الكبس الجاف: يكبس الطين ذو القوام الجاف في منظومة قوالب تحت ضغط عالي. ويكون الطابوق المنتج بهذه الطريقة من اكثر الأنواع انتظاما.



د. عبدالأمير عطاءالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

4. يجفف الطين بعد القولبة بتعريضه للهواء والشمس او يجفف صناعيا في اماكن يتم التحكم بدرجة حرارتها.

5. بعد التجفيف يتم فخر الطابوق بافران تكون بأنواع مختلفة. يستعمل النفط الأسود كوقود للأفران في العراق.

ب- الخواص والمواصفات الهندسية للطابوق الأعتيادي المفخور:  
تشتمل الخواص الهندسية الأساسية للطابوق على:

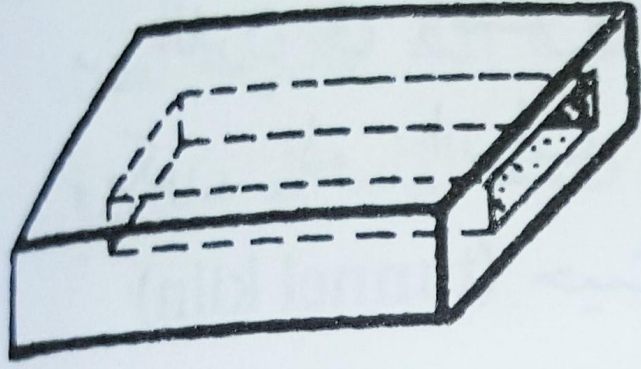
1. الشكل والأبعاد ونوع المنتج.
2. المسامية
3. التحمل
4. امتصاص الماء
5. وجود الأملاح القابلة للذوبان والتزهر
6. العزل الحراري
7. مقاومة الحريق

## 1. الشكل والأبعاد ونوع المنتج:

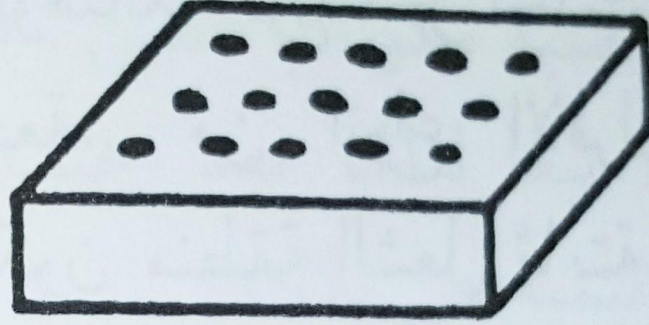
- يكون الطابوق الصالح للبناء ذو شكل جيد وزوايا قائمة وحافات مستقيمة وأوجه مستوية وخالية من الشقوق.
- يجب ان يكون المقطع متجانس وتام الحرق وخالي من قطع الحصى والحجر.
- تكون ابعاد الطابوق  $240 \times 115 \times 75$  ملم او اية مقاسات اخرى.

• ينتج الطابوق بأنواع هي:

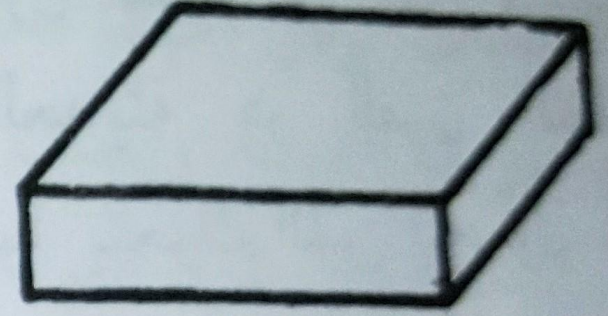
- أ- المصمت Solid: لاتزيد نسبة الثقوب النافذة وغير النافذة عن 25% من حجمه، ويكون تحمله اكبر من بقية الأنواع لذا يستعمل في الأسس والجدران التي تحتاج الى تحمل عالي.
- ب- المثقب Perforated: وهو الذي تزيد نسبة الثقوب فيه عن 25% من حجمه وتكون قوة تحمله اقل من المصمت لذا يستعمل في بناء القواطع والأسيجة.
- ج- المجوف Hollow: يحتوي على تجاويف كبيرة يزيد مقدارها عن 25% من حجمه، ويكون تحمله واطى لذا يستعمل في القواطع والجدران غير المحملة.
- د- الخلوي Cellular: يكون حجم الفجوات اكبر من 25% من حجم الطابوقة وتكون هذه الفجوات مفتوحة من جهة واحدة. ويكون استعماله مثل الطابوق المجوف.
- هـ- الطابوق ذو الفجوات Frogged: وهو طابوق يحتوي على فجوة او فجوتين واسعتين في احد سطحي الطابوقة، ويكون ذو تحمل عالي ويستعمل عند الحاجة الى قوة ربط كبيرة بين الطابوق والمادة الرابطة و يصنع بطريقة الكبس بالقوالب.



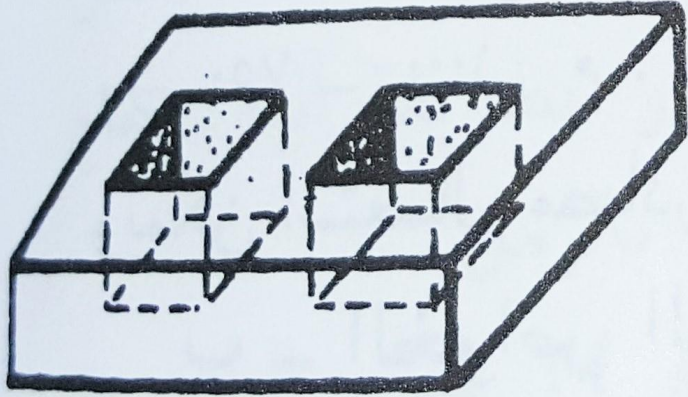
المخلوي



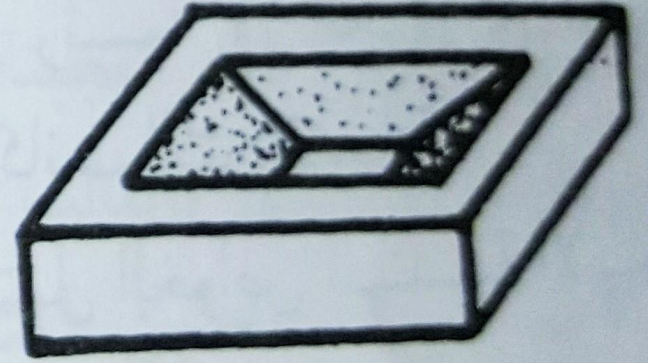
المتقّب



المصمت



المجوف



ذوالفجوات ( ذو الطمغه )

## 2. المسامية:

- وهي وجود الفجوات الدقيقة التي يمكن تمييزها بالعين المجردة او لايمكن تمييزها.
- قد تكون الفجوات متصلة فيما بينها او مغلقة داخل المادة وقد تكون على السطح الخارجي
- زيادة مسامية الطابوق تؤدي الى:
  - أ- قلة الكثافة
  - ب- انخفاض التحمل
  - ت- زيادة امتصاص الماء
  - ث- زيادة في العزل الحراري
- تعتمد المسامية على: 1. مقدار الكبس اثناء الصنع و 2. درجة الفخر
- يكون الطابوق المنصهر (المصخرج) اقل الأنواع مسامية او تكون مساماته مغلقة لذا يكون امتصاصه للماء قليل جدا.



3. التحمل: يصنف الطابوق بالنسبة لتحمله للأثقال الى ثلاثة اصناف:

- **صنف أ:** يستخدم هذا الطابوق بدرجتيه 1 و 2 في بناء المنشآت والأسس المحملة بالأثقال والمعرضة للتآكل الشديد بفعل العوامل الطبيعية والجوية.
- **صنف ب:** يستعمل هذا الطابوق بدرجتيه 1 و 2 في بناء المنشآت المحملة بالأثقال وغير المعرضة للتآكل. مثل الجدران التي يتم وقايتها من نفوذ الماء بأستخدام طبقة مانع رطوبة.
- **صنف ج:** يستخدم هذا الطابوق بدرجتيه 1 و 2 في بناء المنشآت غير المحملة بالأثقال وغير المعرضة للتآكل الشديد، مثل القواطع.

## متطلبات تحمل الضغط في الطابوق الطيني

الحد الأدنى لمقاومة الأنضغاط ( معدل مقاومة انضغاط 10 طابوقات ) ( ميكاباسكال )	الدرجة	صنف الطابوق
20	1	أ
16	2	
13	1	ب
11	2	
9	1	ج
7	2	

#### 4. امتصاص الماء:

- يؤثر امتصاص الماء على ديمومة (Durability) البناء بالطابوق من خلال:
    - أ- تقليل تحمل الطابوق حيث ينخفض تحمل الطابوق عندما يكون رطبا.
    - ب- حركة الأملاح التي تسبب التزهر او التفاعل سلبيا مع المادة الرابطة.
    - ج- تلف طبقات الأنهاء والأصباغ.
    - د- تولد قوى تحاول تفتيت الطابوق عند الأنجماد.
  - كذلك فإن الجدار الرطب لايناسب السكن الصحي.
  - تحدد المواصفات العراقية الحد الأعلى لأمتصاص الطابوق كنسب وزنية ب:
    - 17% للصنف أ
    - 22% للصنف ب
    - 25% للصنف ج
- محسوبة كمعدل امتصاص عشر طابوقات.

5. وجود الأملاح القابلة للذوبان والتزهر:

- يؤدي وجود الأملاح القابلة للذوبان الى حدوث التزهر ( efflorescence ).
- حيث يتبخر الماء الحاوي على الأملاح الذائبة من سطح البناء مؤديا الى تجمع الأملاح بشكل متبلور على السطح او تحته بقليل مسببا ظهور طبقات بيضاء او صفراء تشوه الجدار وتؤدي الى تساقط طبقات الأنهاء.
- الأملاح الذائبة الحاوية على الكبريتات تؤثر سلبا على المادة الرابطة السمنتية حيث تتفاعل بوجود الماء مكونة مركبات ذات حجم اكبر مما يؤدي الى تفتت المادة الرابطة.
- تحدد المواصفة العراقية الحد الأعلى المسموح للأملاح الذائبة وحدود التزهر كما في الجداول التالية:

الحد الأعلى المسموح لنسب الأملاح القابلة للذوبان  
في الطابوق الطيني

حدود التزهير المسموح بها في الطابوق الطيني

صنف الطابوق	قابلية التزهير
أ	معدوم - خفيف
ب	خفيف - متوسط
ج	خفيف - متوسط

صنف الطابوق	كبريتات قابلة للذوبان بالحامض (%)	كالسيوم (%)	مغنيسيوم (%)	بوتاسيوم (%)	صوديوم (%)
أ	0.3	0.1	0.03	0.03	0.02
ب	0.3	0.1	0.03	0.3	0.2
ج	-	-	-	-	-

# تحمل الضغط وإمتصاص الماء والتزهر للطابوق حسب المواصفة العراقية رقم 25 لسنة 1988 وتعديلاتها لسنة 1993

التزهر (الحد الأعلى)	الحد الأعلى للإمتصاص ( % )		الحد الأدنى لتحمل الضغط ( $N/mm^2$ )		الصف
	إمتصاص طابوقة واحدة	معدل 10 طابوقات	تحمل طابوقة واحدة	معدل 10 طابوقات	
خفيف	22	20	16	18	صنف أ
متوسط	26	24	11	13	صنف ب
--	28	26	7	9	صنف ج

## 6. العزل الحراري:

- لايعتبر الطابوق من المواد العازلة الجيدة.
- بينما يكون جدار بسمك طابوقة واحدة وملبوخ غير كافي للعزل حسب انظمة البناء البريطانية فأن جدار مجوف يحتوي على نفس الكمية من المواد يكون عازل جيد.

## 7. مقاومة الحريق:

- الطابوق الطيني مادة ذات مقاومة جيدة للحريق
- الجدار المبني بمونة السمنت وسمك نصف طابوقة له قابلية مقاومة الحريق لمدة ساعتين، وهي فترة جيدة.

## 4. الطابوق الناري:

• يستخدم الطابوق الناري في تبطين المصاهر والافران والمداخن والمواقد وغيرها من المحلات التي ترتفع فيها درجة الحرارة كثيرا بحيث لا يمكن استخدام المواد الانشائية التقليدية.

• انواع الطابوق الناري:-

1. النوع الطيني:- حيث يصنع من طين خاص مثل الكاولينايت ويفخر بأسلوب خاص بحيث يكون الناتج مقاوما للحرارة العالية.

2. النوع السيليكوني حيث تستعمل المواد الاولية (الرمل) الحاوية على ما لا يقل عن 92% سيليكاً.

□ في كلا النوعين يكون الحرق بدرجات حرارة أعلى من درجة فخر الطابوق الطيني الأعتيادي





## 5. الطابوق المزجج:

• وهو الطابوق الطيني الذي يكون فيه وجة واحد او اكثر مطليا بمادة تزججت بفعل الحرارة حيث تعطي مظهرا صقيلا وملونا. وينتج بطريقتين:

1. الطابوق المزجج بالملح هو طابوق ذو وجة صقيل يتم انتاجه عن طريق رمي الملح الأعتيادي في نار الفخر عند نهاية عملية الحرق مما يؤدي الى تزجج الوجه المقابل للنار.
2. يمكن انتاج طابوق مزجج بطلي او رش الوجة او الوجة الملساء من الطابوق غير المحروق بمركبات خاصة ثم يحرق الطابوق فينتج وجها مطليا بالمينا او مزجج بالسيراميك.



## الكاشي الكربلائي

## 6. انواع اخرى من الطابوق المفخور:

- وهو الطابوق الطيني المصنوع يدويا والمفخور بواسطة الكور البدائية.
- مثل الطابوق السطحي (  $50 \times 250 \times 250$  ) ملم وكان يستعمل في تطبيق السطوح.
- الطابوق الفرشي بأبعاد (  $60 \times 280 \times 280$  ) ملم الى (  $70 \times 300 \times 300$  ) ملم وكان يستعمل في تطبيق الأرضيات.
- يستعمل في الوقت الحاضر احيانا في تغليف الجدران.

## ب. الطابوق الجيري – الرملي Sand – Lime Bricks:

- وهو طابوق يصنع من مزيج الرمل والنورة المطفأة.
- يكبس المزيج في قوالب ثم يتم يعرض الى بخار تحت ضغط وحرارة.
- ينتج عادة بأبعاد مماثلة للطابوق الطيني او بأي أبعاد مطلوبة.
- يتميز بشكله المنتظم وأوجهه المستوية وحافته الحادة افضل من الطابوق الطيني، وذلك بسبب طبيعة صنعه وعدم حرقه في الأفران.
- يمكن تلوينه اثناء الصنع.
- يكون ترابطه مع مونة الجص اكثر من ترابط الطابوق الطيني.
- يكون انكماش الجفاف كبيرا ومتغيرا لذا يجب الأهتمام بالتصميم وأختيار المادة الرابطة لتجنب تصدع البناء.

- حددت المواصفة القياسية العراقية مقاومة الأنضغاط للطابوق الجيري ب 14 ميكاباسكال، على ان لايتجاوز معامل التباين 30%. و حددت مقدار الأنكماش بما لايزيد عن 0.035% من طول الطابوق الرطب.
- قسمت المواصفات الأمريكية الطابوق الجيري الى نوعين بمقاومتين هما 31 و 17 ميكاباسكال.
- قسمت المواصفات البريطانية الطابوق الجيري الى 8 اصناف بمقاومة من 7 - 48.5 ميكاباسكال.
- تستعمل الأصناف ذات التحمل الواطئ في الجدران الداخلية المعزولة عن الظروف الجوية القاسية، في حين يمكن استعمال الأصناف ذات التحمل العالي في الجدران الخارجية المعرضة للظروف الجوية القاسية بما فيها أعمال الأسس.

## ج . الطابوق الخرساني Concrete Brick:

- وهو طابوق يصنع من مزيج السمنت والركام الناعم والخشن مع الماء.
- يمكن ان تضاف اصباغ للتلوين او مضافات لتعديل بعض خواص المزج او الطابوق.
- يستعمل السمنت البورتلاندي الاعتيادي او الأبيض.
- ينتج عادة بنفس ابعاد الطابوق الطيني أو اي أبعاد مطلوبة.
- يتم انتاجه بأستخدام الخلاطات الأعتيادية او بأستخدام معدات آلية التحكم.
- حددت المواصفات البريطانية 6 اصناف من الطابوق الخرساني ذات حد ادنى لمقاومة الأنضغاط بين 7-40 MPa و حددت المواصفات الأمريكية 4 انواع بتحمل انضغاط 17.3-24.1 MPa.
- يستعمل الطابوق الخرساني في بناء الجدران الحاملة والقواطع وفي اعمال الأسس ويستعمل كذلك في أعمال تغليف الجدران حيث يستعمل الطابوق الملون او ذو اللون الطبيعي.
- يسمى ايضا بالطابوق السمنتي.

## • الخواص الهندسية للطابوق الخرساني:

1. مستوي الأوجه مستقيم الحافات ومنظم الشكل، وقطعه متساوية القياسات مما يجعل البناء منتظماً.
2. يمكن التحكم بمقدار تحمله من خلال تغيير نسب الخلط، عادة ( 1 سمنت: 5-8 ركام).
3. يمكن إنتاجه بألوان متعددة.
4. يكون انكماش الجفاف عالياً لذا لا يتم استعماله قبل مرور فترة كافية بحدود شهر واحد.
5. ذو كثافة عالية بحدود 2300 كغم/متر مكعب، إلا إذا استعمل الركام الخفيف.
6. لا يعتبر عازل حراري جيد إذا استعمل الركام الطبيعي في إنتاجه.
7. يتأثر بالأملاح الكبريتية.



## د. الطابوق الزجاجي Glass Bricks:

- وهو قطع بنائية زجاجية بوجه زجاجي واحد أو وجهين ومجوفة من الداخل.
- ينتج بأبعاد وأشكال متعددة بوجه مربع أو مستطيل.
- الأبعاد الشائعة هي 146 × 146 ملم، 197 × 197 ملم، 95 × 197 ملم وسمك 80-120 ملم.
- تكون جوانب الطابوقة خشنة وذات بروز أو نتوء طولي لضمان التماسك مع المادة الرابطة.
- يستعمل الطابوق الزجاجي لأغراض معمارية في الزخرفة والأضاءة للجدران والسقوف.

- تستعمل مونة السمنت او مونة السمنت والنورة كمادة رابطة.
- لاتستعمل جدران الطابوق الزجاجي كجدران حاملة، لذا يجب ترك فجوة بين الجدار والسقف تملأ بمادة مألئة ضعيفة مثل الفلين.
- لايفضل ان تزيد المساحة السطحية للجدار عن 15 متر مربع، لأن الترابط يكون ضعيفا.
- عندما تكون مساحة الجدار كبيرة يمكن تقوية البناء عن طريق عمل أضلاع افقية وعمودية من خرسانة مسلحة او مونة مسلحة، تعمل على مسافات لاتزيد عن 5 متر.
- عند استعمال الطابوق الزجاجي في السقوف او الأرضيات فإنه يثبت بين اضلاع خرسانية مسلحة تصمم كأعتاب باتجاه واحد او باتجاهين متعامدين.

# الكتل البنائية Building Blocks:

• تصنف الكتل البنائية حسب المواد التي تصنع منها الى:

1. الكتل المصنوعة من الطين

2. الكتل الخرسانية

3. الكتل الزجاجية

4. الكتل المصنوعة من الجص

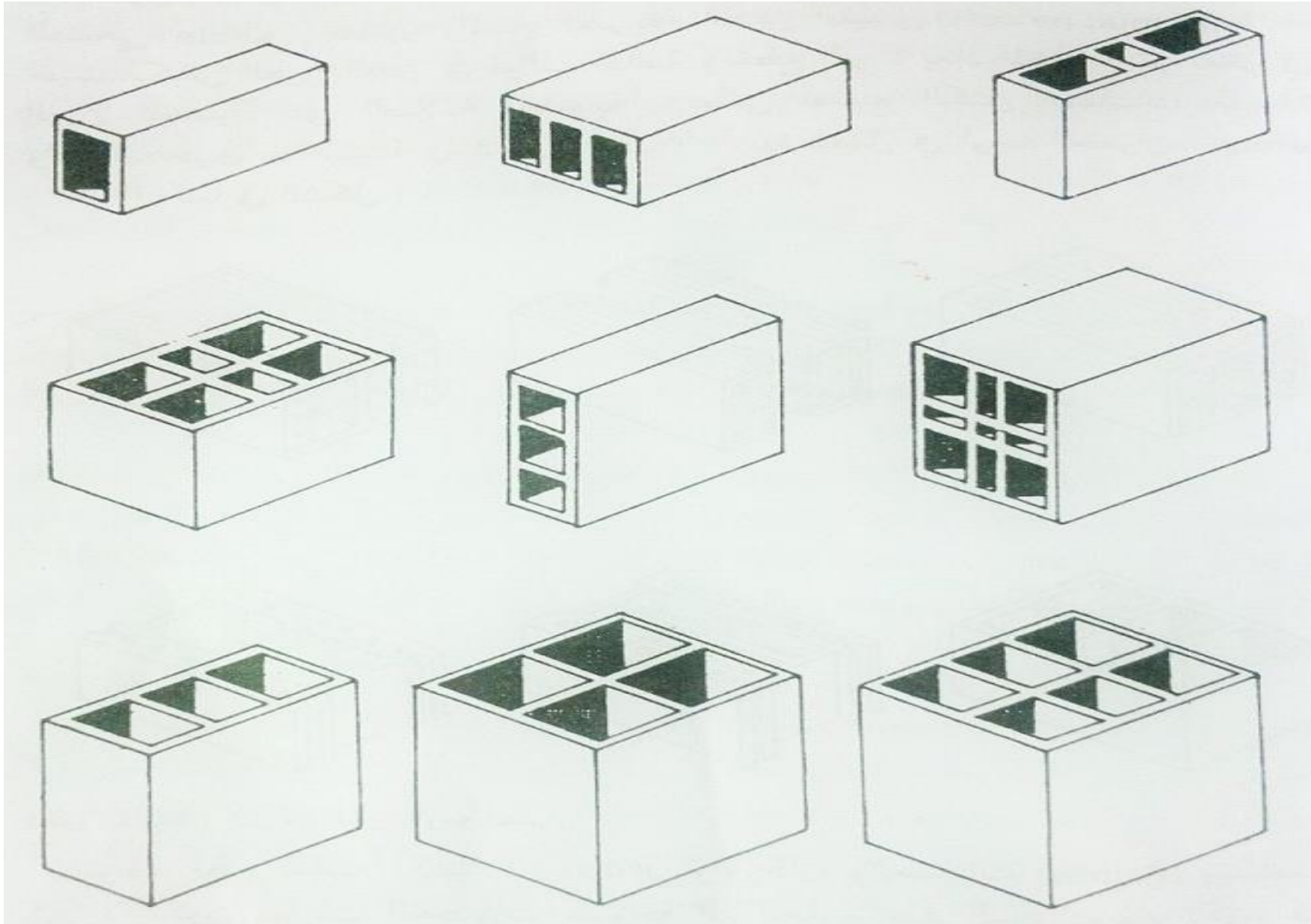
## 1. الكتل المصنوعة من الطين:- وتشمل:

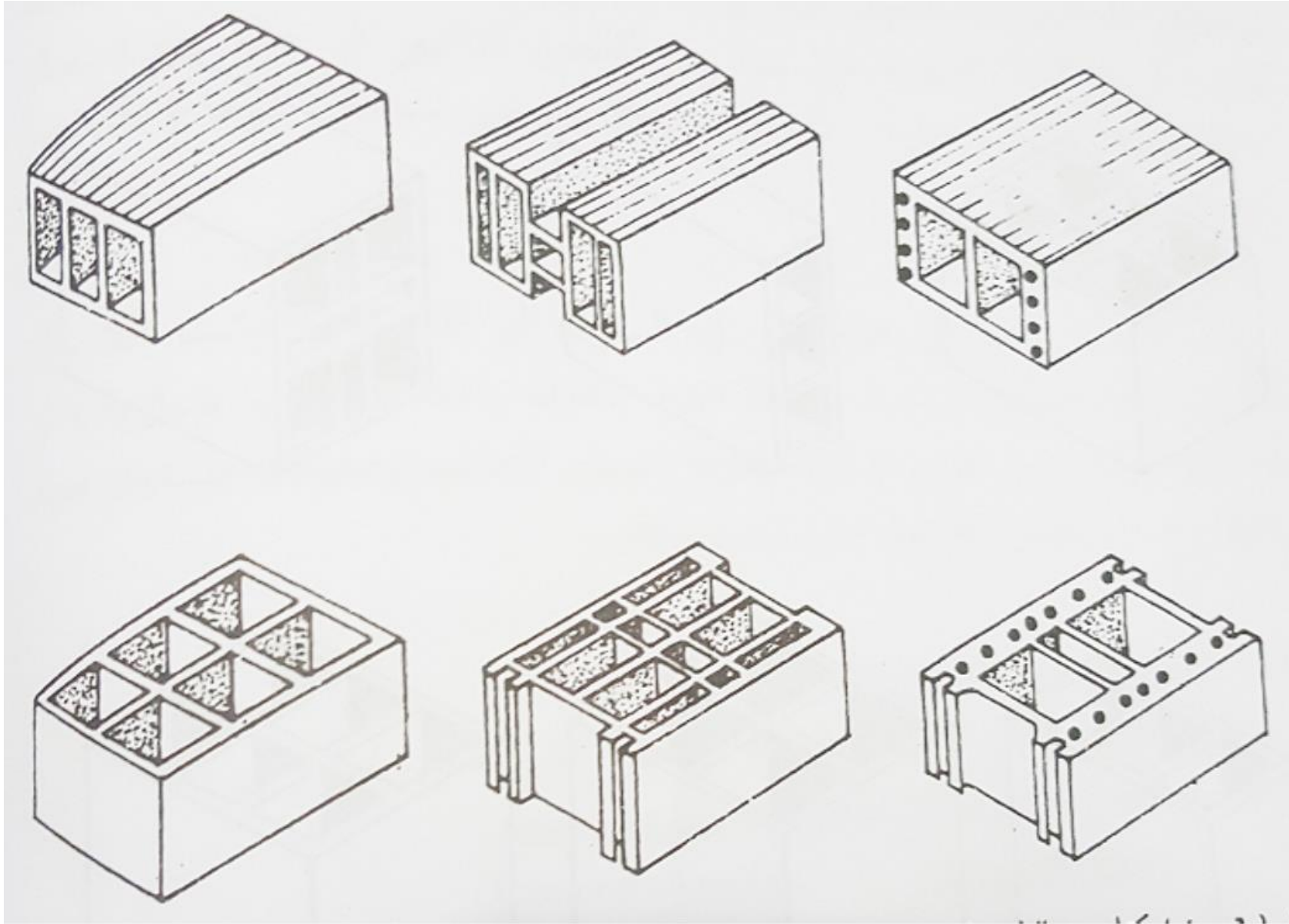
A. كتل التربة المثبتة.

B. كتل الطين المفخور.

### • مواصفات الكتل المصنوعة من الطين المفخور.

- i. تكون الكتل مجوفة.
- ii. تصنع بطريقة الطين المتيبس.
- iii. يكبس الطين اللدن في قوالب ويقطع ثم يفخر.
- iv. توجد قطع خاصة لأعتاب والأركان حتى لا تكون نهايات التجايف مفتوحة.
- v. يكون السطح الخارجي أملس او ذو نتوءات مستقيمة او مخشن أو مزجج.
- vi. تستعمل في الجدران غير المحملة وفي الجدران المحملة.





**2. الكتل الخرسانية:-** وهي الكتل المنتجة من الخرسانة كما في الطابوق الخرساني ولها نفس خواص

الطابوق الخرساني الا ان الكتل تكون عادة مجوفة مما يجعل البناء بالكتل اكثر عزلا واقل وزنا.

• يمكن ان تكون الكتل الخرسانية مجوفة أو مصمتة والمصمتة تكون غي مرغوبة لكونها ثقيلة واردة العزل الحراري.

• يتم خلط الخرسانة بإستخدام حصى ذا مقاس صغير ( 10 ملم).

• تستخدم نسبة ماء/سمنت واطئة للإعطاء تحمل عالي للكتل المنتجة.

• يوضع الخليط في قوالب فولاذية ويرص بالدك او الإهتزاز.

• تستخرج الكتل الرطبة مباشرة من القوالب وتترك لتجف.

• يتم المباشرة بالأنضاج بعد تصلب الكتل ويستمر عدة ايام.





## تصنيف الكتل الخرسانية:

1. الوحدات المجوفة المحملة، حسب المواصفة الأمريكية C90.
2. الوحدات المجوفة غير المحملة حسب المواصفة الأمريكية C129.
3. الوحدات المصمتة المحملة حسب المواصفة الأمريكية C145.

## تقسم الكتل الخرسانية المحملة الى درجتين:

**الدرجة الأولى:** للاستعمال في المحلات المعرضة للظروف الجوية القاسية.

**الدرجة الثانية:** للأستعمال في المحلات غير المعرضة للظروف الجوية القاسية.

ولكل درجة نوعين:

**النوع الأول:** يشمل الكتل التي يتم التحكم في رطوبتها ولها متطلبات خاصة للأمتصاص والإنكماش.

**النوع الثاني:** يشمل الكتل التي لا يتم التحكم في رطوبتها وليس لها متطلبات للأمتصاص والأنكماش.

## وزن الكتل الخرسانية:

تصنف الكتل حسب كثافة الخرسانة على اساس الوزن الجاف بالفرن الى 3 اصناف:

ا. إعتيادية الوزن: تكون كثافة الخرسانة فيها أكثر من 2000 كغم/متر مكعب.

وتنتج باستخدام الركام السيليكى كالحصى والرمل وكذلك الحجر المكسر.

اا. متوسطة الوزن: تكون كثافة الخرسانة فيها من 1680 - 2000 كغم/متر مكعب.

وتنتج باستخدام الخرسانة المهواة بأستعمال الركام الأعتيادي أو الحجر المكسر.

ااا. خفيفة الوزن: تكون كثافة الخرسانة فيها أقل من 1680 كغم/متر مكعب.

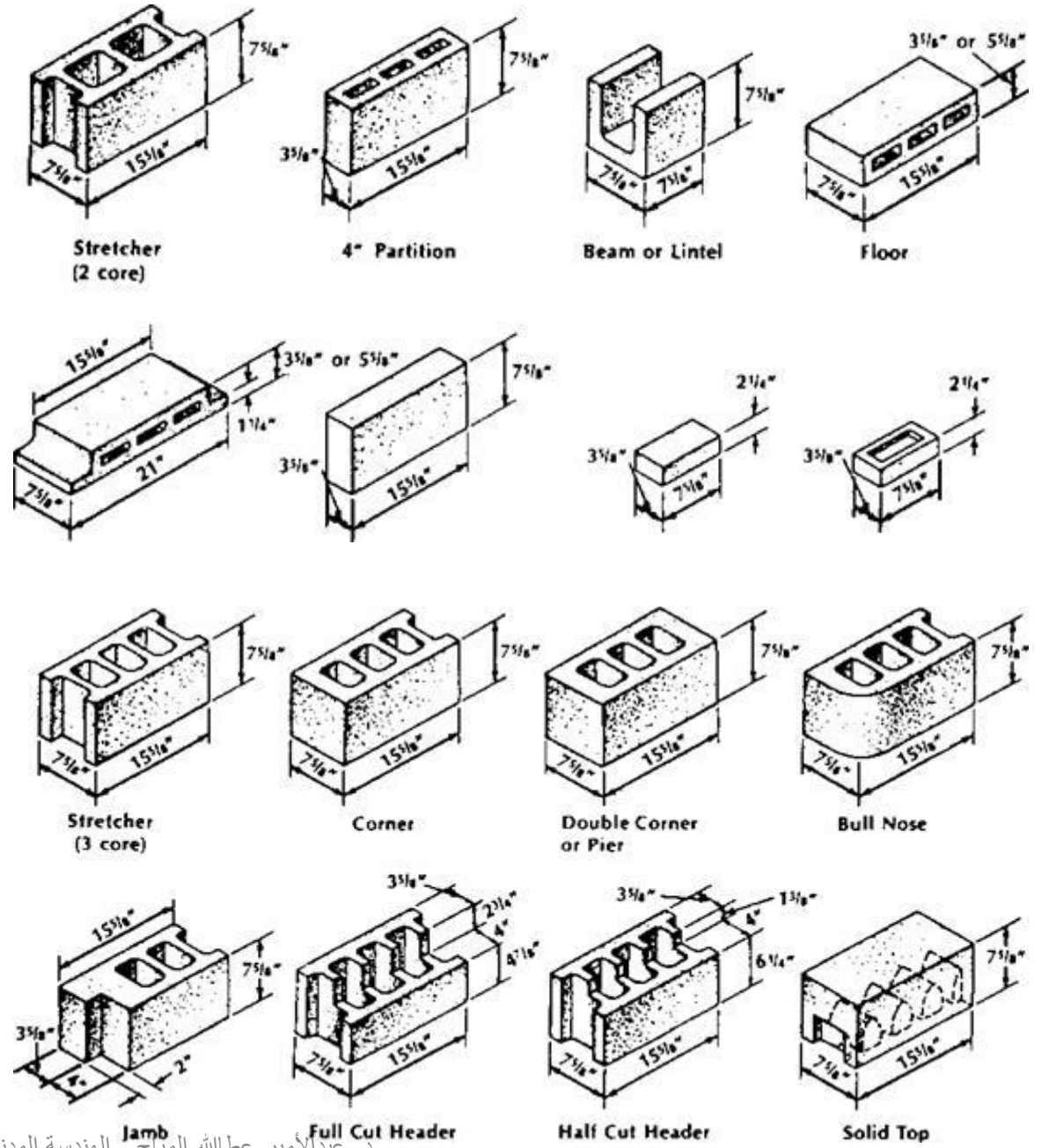
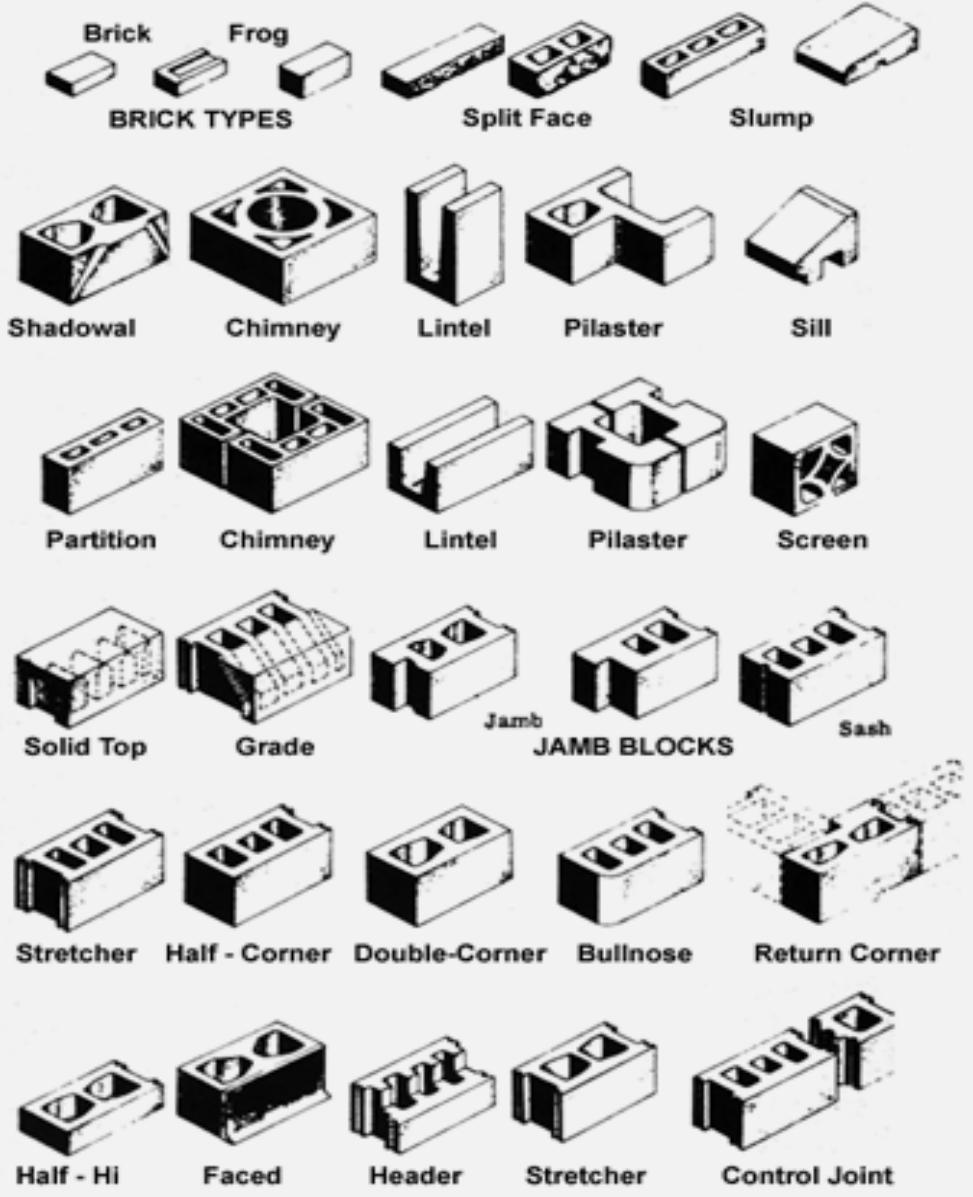
وتنتج باستخدام الركام الخفيف مثل الطين والطين المنفوخ والخبث والركام البركاني الخفيف.

## مقاسات وأشكال الكتل الخرسانية:

- تنتج الكتل الخرسانية بمقاسات وأشكال مختلفة.
- تسمى الكتل عادة على اساس البعد الأسمي بينما تنتج بأبعاد فعلية أقل من ذلك لغرض استعمال مفصل بنائي بعرض 10 ملم.
- مثلا الكتلة ذات الأبعاد الأسمية 200ملم عرض × 200ملم سمك × 400ملم طول، تنتج بأبعاد فعلية تساوي 190ملم عرض × 190ملم سمك × 390ملم طول.
- إن السبب في ذلك هو لجعل الأبعاد تتناسب مع مبادئ التصميم على أساس وحدة نمطية مقدارها 100ملم.

- تنتج الكتل الخرسانية بصورة أساسية بشكل متوازي مستطيلات.
- كما تتوفر قطع ذات اشكال خاصة لأستعمالات محددة كالآتي:
  1. كتل للأركان.
  2. قطع مدورة.
  3. قطع للأعتاب.
  4. قطع لحافات الأبواب والشبابيك.
  5. قطع بشكل حرف U.
  6. قطع بأشكال زخرفية للأغراض المعمارية.

# TYPICAL SHAPES OF CONCRETE BLOCK



3. الكتل الزجاجية: وهي مشابهة للطابوق الزجاجي.

4. الكتل المصنوعة من الجص:

- تنتج من الجص المتصلب بفعل إضافة الماء اليه.
- يمكن إضافة الركام الى الجص.
- عند إستعمال ركام خفيف قابل للأحتراق كالياف الخشب فيجب أن لاتزيد نسبته عن 15% من وزن الكتلة الجافة.
- تنتج الكتل المصنوعة من الجص بشكل متوازي مستطيلات وتكون مجوفة أو مصمته.
- يمكن انتاجها بأشكال أخرى أيضا.





## إستعمالات الكتل المصنوعة من الجص:

- تستعمل في بناء القواطع الداخلية غير المحملة.
- تستعمل في تغليف الأجزاء الفولاذية من المنشآت لزيادة مقاومتها للحريق.
- لا تستعمل في المواقع المعرضة للرطوبة.
- يتم البناء بهذه الكتل بإستخدام مونة الجص فقط.
- يتم انهاء أوجه الجدران المبنية بهذه الكتل بإستخدام الجص.
- لا يتم انهاء أوجه الجدران المبنية بهذه الكتل بإستخدام السمنت إلا إذا تم استخدام مشبكات معدنية تثبت على وجه الجدار قبل اللبخ.





د. عبدالأمير عطالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

# البناء بالطابوق Brickwork

- وهو فن ترتيب الطابوق وربطه مع بعضه باستخدام المونة لعمل كتلة متجانسة تستطيع تحمل القوى المسطحة عليها بدون حدوث خلل وكذلك إعطاء مظهر مقبول.



## • إصطلاحات بنائية Construction Terminology:

- الطمغة Frog: وهي فجوة ضحلة تعمل في وجه واحد او وجهين من الطابوق المصمت.
- وتكون ذات مقطع مستطيل أو مثلث أو شبه منحرف.
- لايمكن عمل الطمغة في الطابوق المقطع بسلك ( الطين المتيبس)، بل في الطابوق المكبوس بالقوالب ( الكبس الجاف).
- ان الطمغة تزيد في ربط الطابوق مع المادة الرابطة (المونة) و ربط السوف مع بعضها، لذا يجب استعمال الطابوق ذي الطمغة عندما يكون المفصل الأفقي بين السوف (مفصل الفرشة) ذا سمك قليل.
- عند البناء بطابوق ذي طمغة واحدة فيجب أن تكون الطمغة الى الأعلى لضمان إمتلائها بالمادة الرابطة.

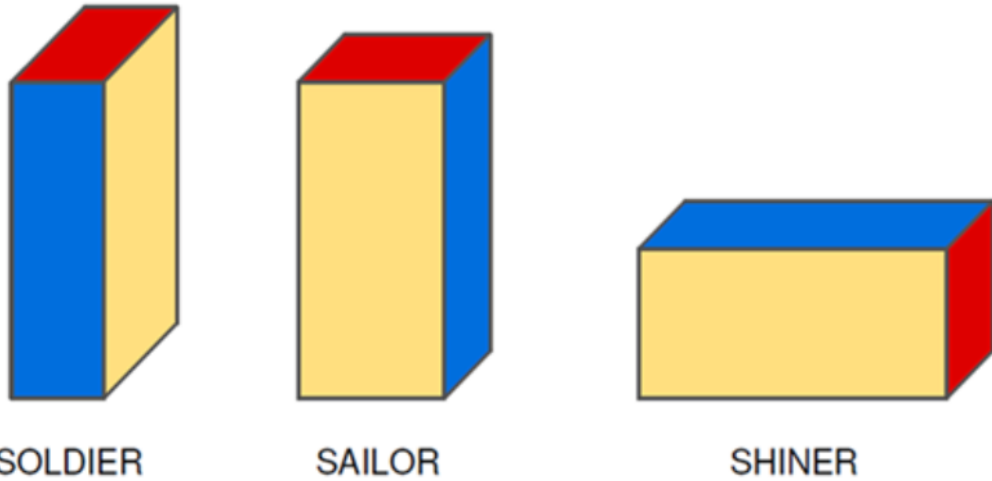
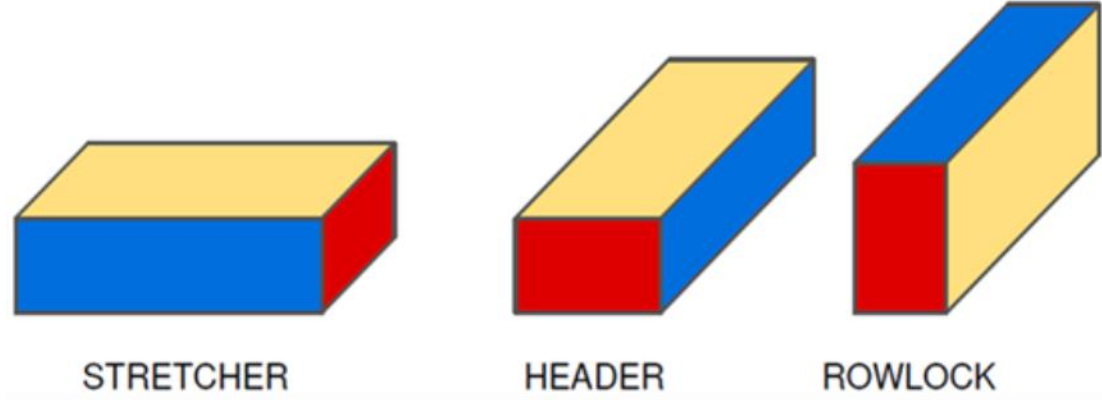


dioramadebris.co.uk



• شكل وضع الطابوقة في الجدار:

• من الممكن ان يكون وضع الطابوقة في الجدار بواحد من الأشكال التالية:



1. على الطول stretcher

2. على الرأس header

3. سكة rowlock or bull header

4. عمودي ضيق soldier

5. عمودي عريض sailor

6. على الكاز shiner or bull stretcher

• الوجه Face: وهو أحد سطوح الطابوقة الظاهرة من وجه الجدار ويمكن ان يكون:

Bed (underneath)



وجه على الطول stretcher face

أ- وجه طول (stretcher face): وتكون ابعاده  $80 \times 240$  ملم.

ب- وجه رأس (header face): وتكون ابعاده  $80 \times 115$  ملم.



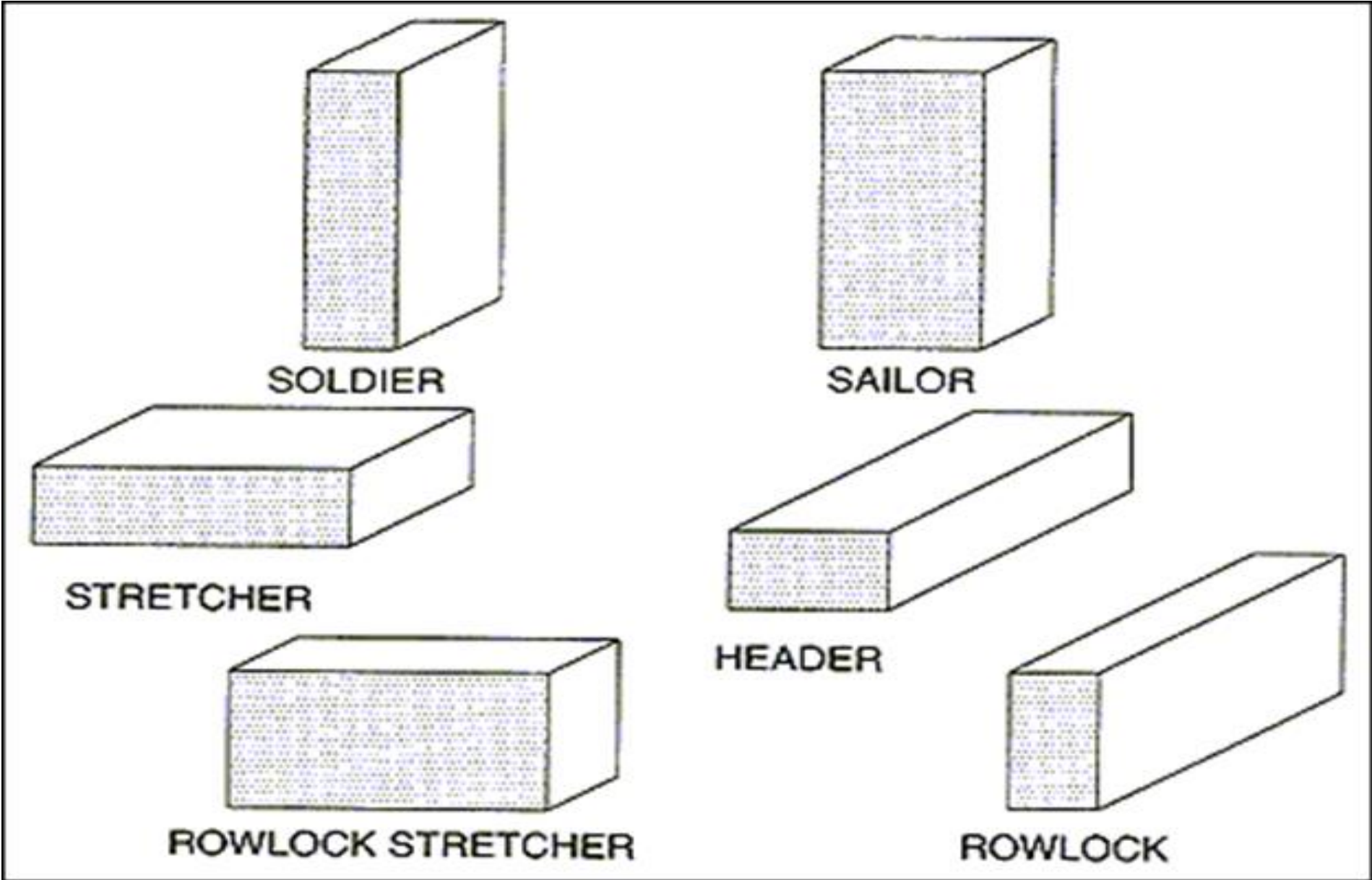
Header face  
وجه رأس

ت- وجه كاز (brick on edge): وتكون ابعاده  $115 \times 240$  ملم.



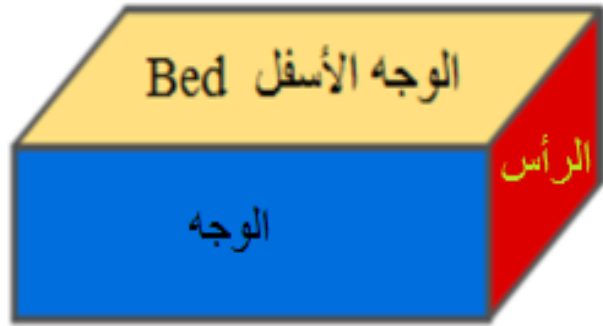
Brick on Edge (BoE)  
وجه كاز





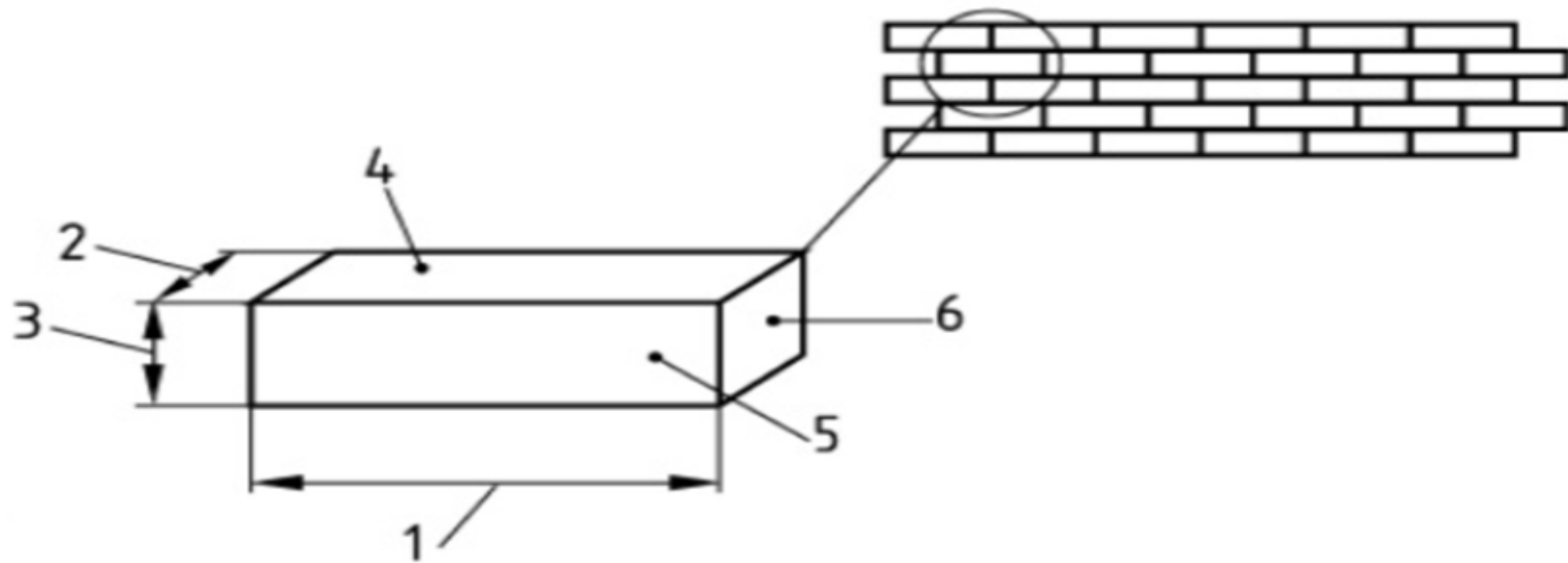
• بسبب ان الوضع الأكثر استخداما للطابوقة في الجدار هو أن يكون الوجه ذي الأبعاد  $115 \times 240$  ملم هو الأفقي، فإن التسميات التالية هي المتفق عليها:

• الوجه الأسفل او الفرشة (bed): وهو الوجه الأفقي ذو الأبعاد  $115 \times 240$  ملم عندما تكون الطابوقة كما في الشكل.



• الوجه (face): وهو الوجه الشاقولي ذو الأبعاد  $115 \times 240$  ملم الذي يكون غالبا ظاهرا في وجه الجدار.

• الرأس (header): وهو الوجه الشاقولي ذو الأبعاد  $80 \times 115$  ملم الذي يكون غالبا غير ظاهرا في وجه الجدار.



### Key

1 Length

2 Width

3 Height

4 Bed

5 Face

6 Header

NOTE This relates to the normal use of the masonry unit in the wall.

### Dimensions and surfaces

• المفاصل في أعمال الطابوق joints in brickworks:

1. **مفصل فرشة (المفصل الأفقي bed joint):** هو المفصل الأفقي بين اسطر الطابوق

(السوف) ويتكون هذا المفصل من فرش طبقة المادة الرابطة (المونة) بين ساف الطابوق والساف الذي فوقه. يكون سمك مفصل الفرشة من 3 – 12 ملم، ولكن السمك الشائع هو 10ملم.

2. **مفصل بنده ( المفصل الرأسي head or perpend joint):** هو مفصل المادة الرابطة

الشاقولي في وجه الجدار. في البناء الجيد فإن المفاصل الرأسية في السوف المتناوبة تكون على إستقامة واحدة.

# Basic Brickwork Terminology

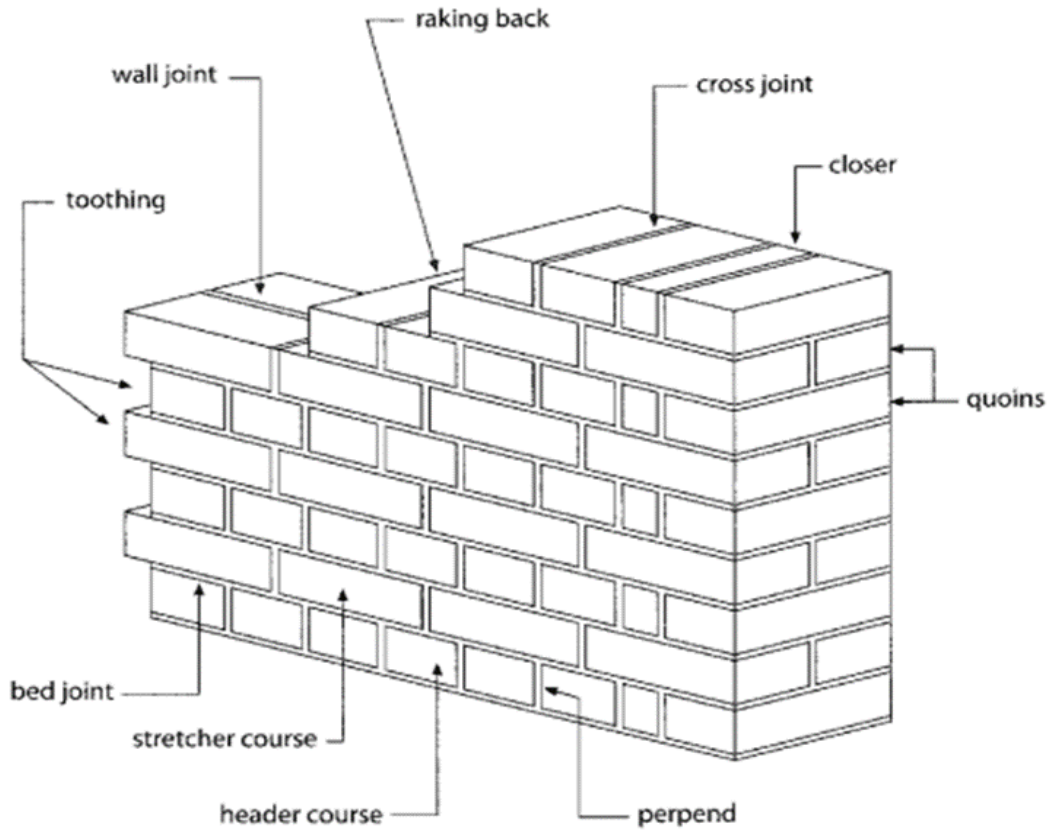
Head  
Joint

Bed  
Joint

Course - horizontal layer of brick

3. مفصل عرضي cross joint: وهو مفصل عمودي على مستوى وجه الجدار.

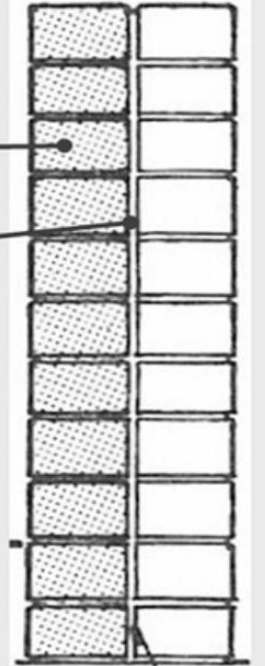
4. مفصل جداري wall or collar joint: وهو مفصل بين طبقات الجدار ويكون موازي



لمستوي الجدار.

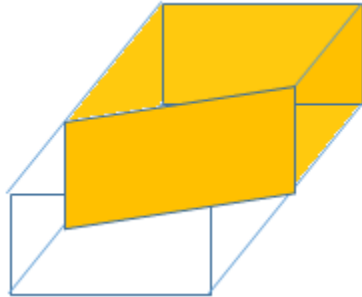
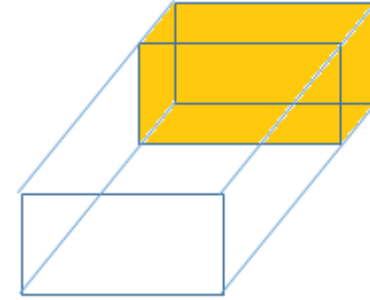
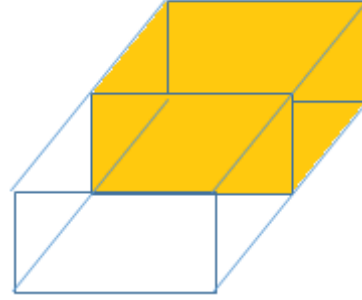
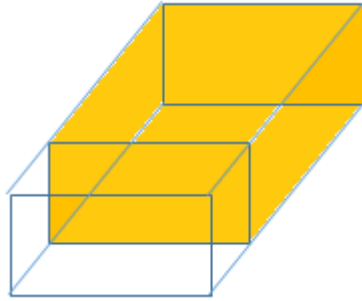
Brickwork Terminology:

- *Wythe*: One vertical stack of bricks
- *Collar Joint*: Vertical joint between wythes



## □ أجزاء قطع الطابوقة:

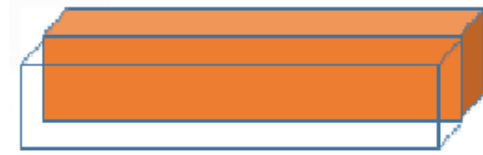
- الشظية ( شكفة bat): وهي جزء من الطابوقة يكون القطع فيها خلال عرض الطابوقة.
- وتسمى بالنسبة الى حجمها بالمقارنة بحجم الطابوقة الكاملة، مثل نصف و ثلاث ارباع.



- قد يكون قطع الشظية بمستوى مائل فتسمى ( مشطوفة beveled).

• الخاتمة Closer: جزء من طابوقة يكون القطع فيها طوليا. ويمكن أن تكون بأشكال منها:

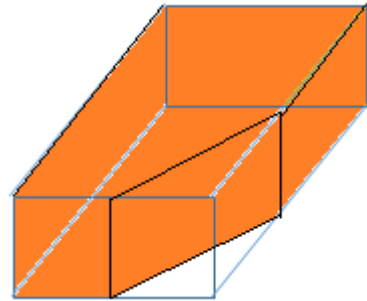
أ- الدوالة queen closer: وهي طابوقة بطول وسمك اعتيادي ونصف العرض.



وتوضع عادة مجاورة لأول طابوقة في الساف على الرأس.

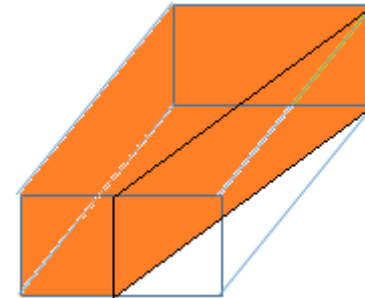


ب- وقد تكون بأقل من الطول الكامل فتسمى ربع إذا كان طولها بمقدار النصف.



ج- وقد تكون بزاوية مقطوعة فتسمى المشيكة king closer

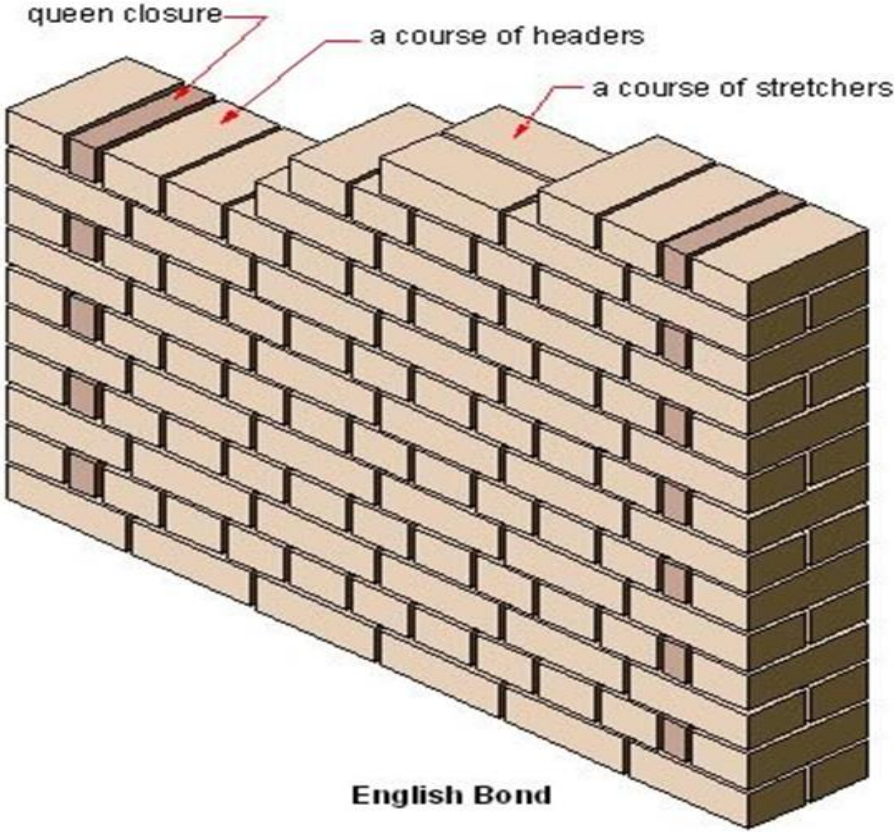
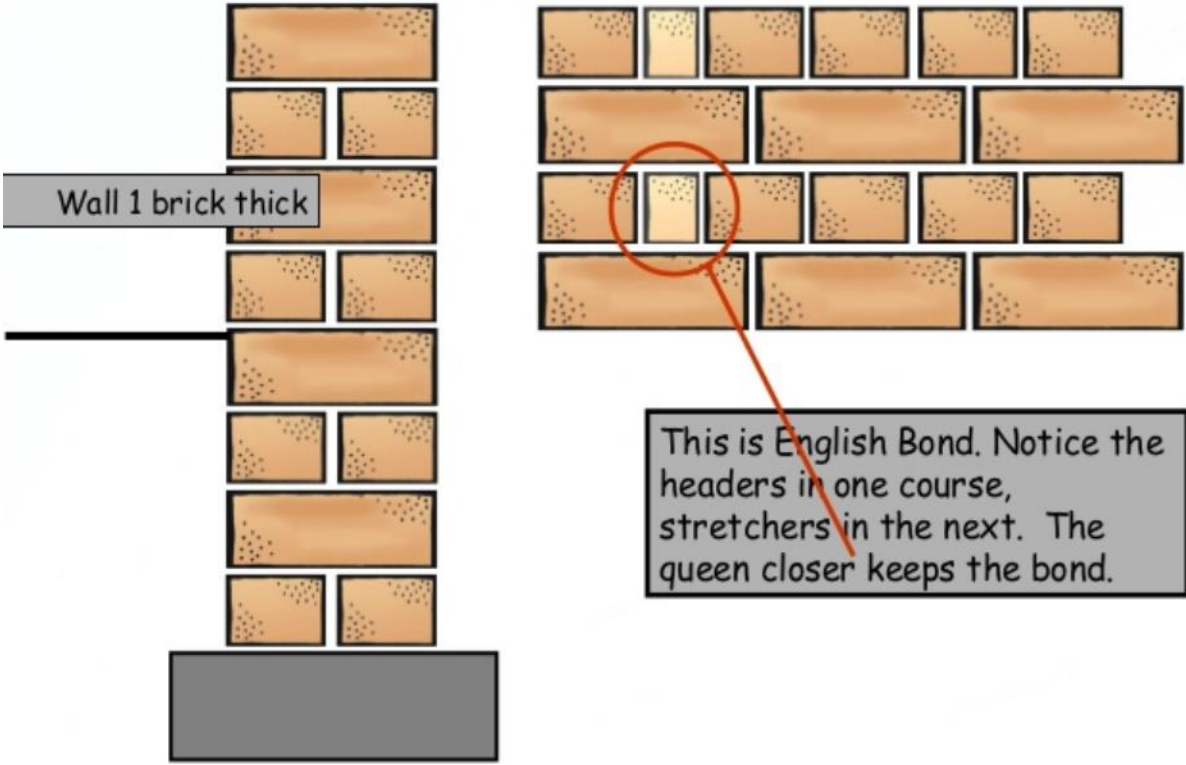
حيث يمر مستوي القطع بنصف الطول ونصف العرض.



د- الخاتمة المشطوفة



Solid walls - English Bond



- تستعمل قطع ختم أخرى تشكل عند صنع الطابوق، أي لا يتم تكوينها بقطع الطابوق الأعتيادي كما في الأنواع السابق.

- هذه القطع تستخدم عندما يراد ترك وجه الجدار المبني بالطابوق نظيفا بدون إنهاء.

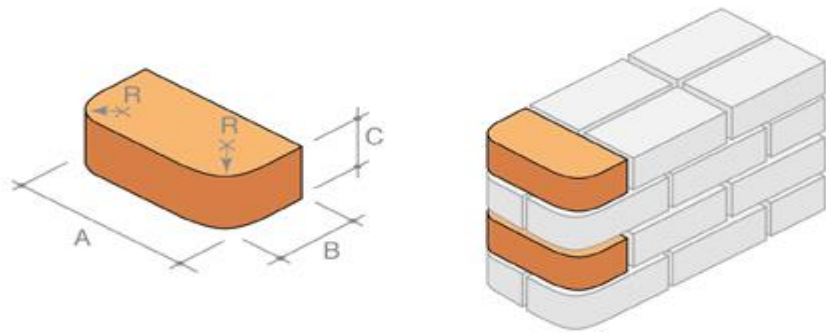
- لا يوجد داعي لأستعمال هذه القطع في أعمال الأعتيادية للبناء بالطابوق والذي يغطي بمواد الأنهاء كاللبخ والبياض.

- هذه القطع تشمل:

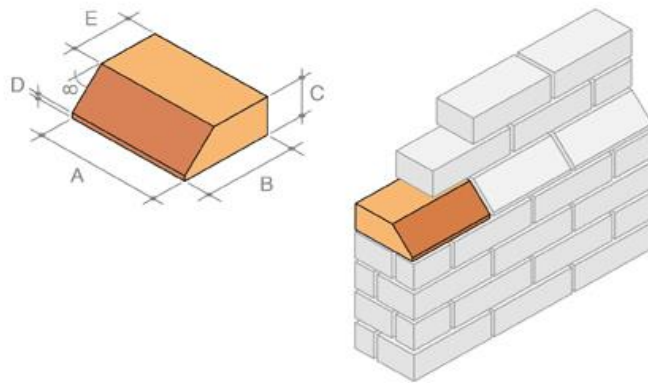
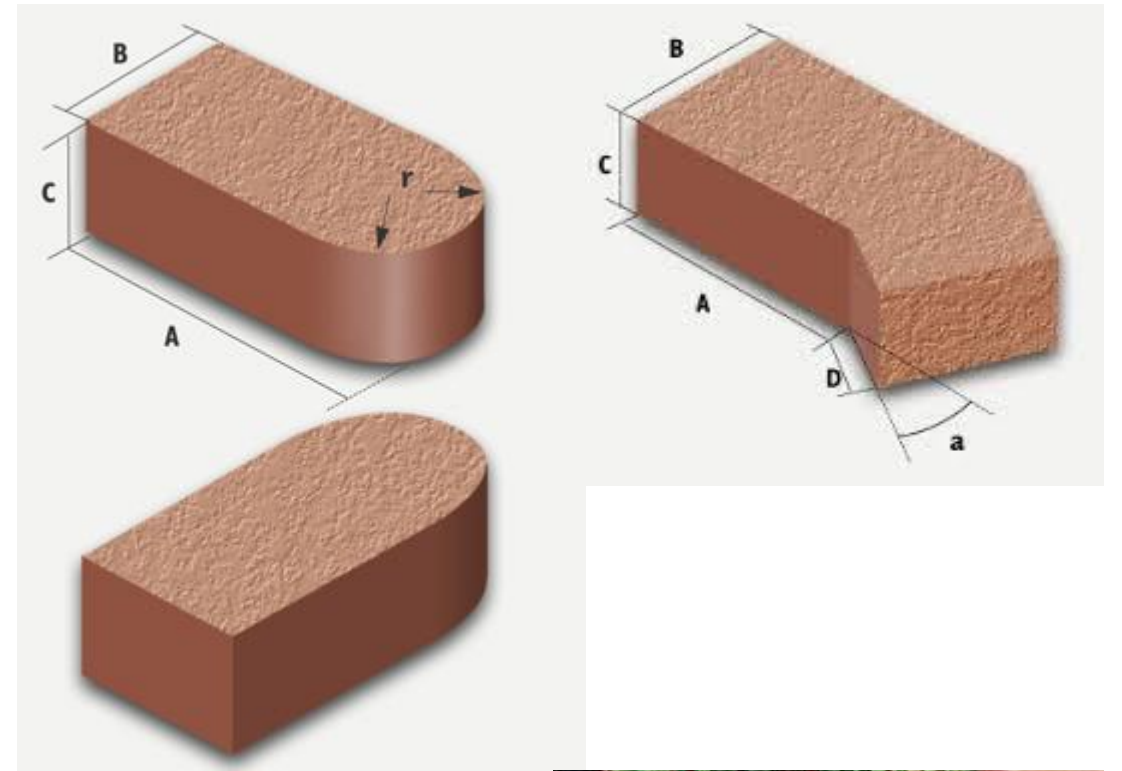
1. المدورة bullnose: تستعمل في أغطية قبعات الأسيجة أو الأركان المدورة.

2. المفلطحة splayed: تستعمل في بناء الساف الأخير الذي يقلص فوقه سمك الجدار.

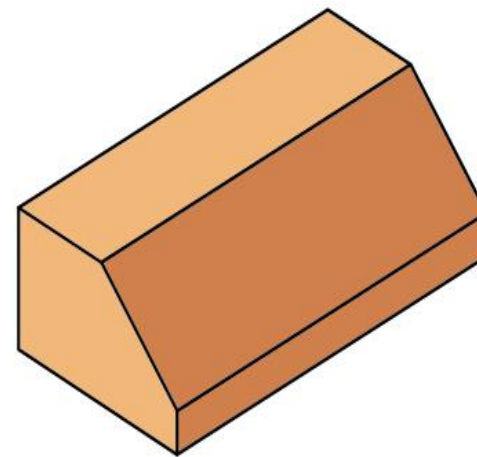
3. ساق الكلب dog leg: تستعمل لربط البناء في الأركان عندما لاتكون الزاوية قائمة.

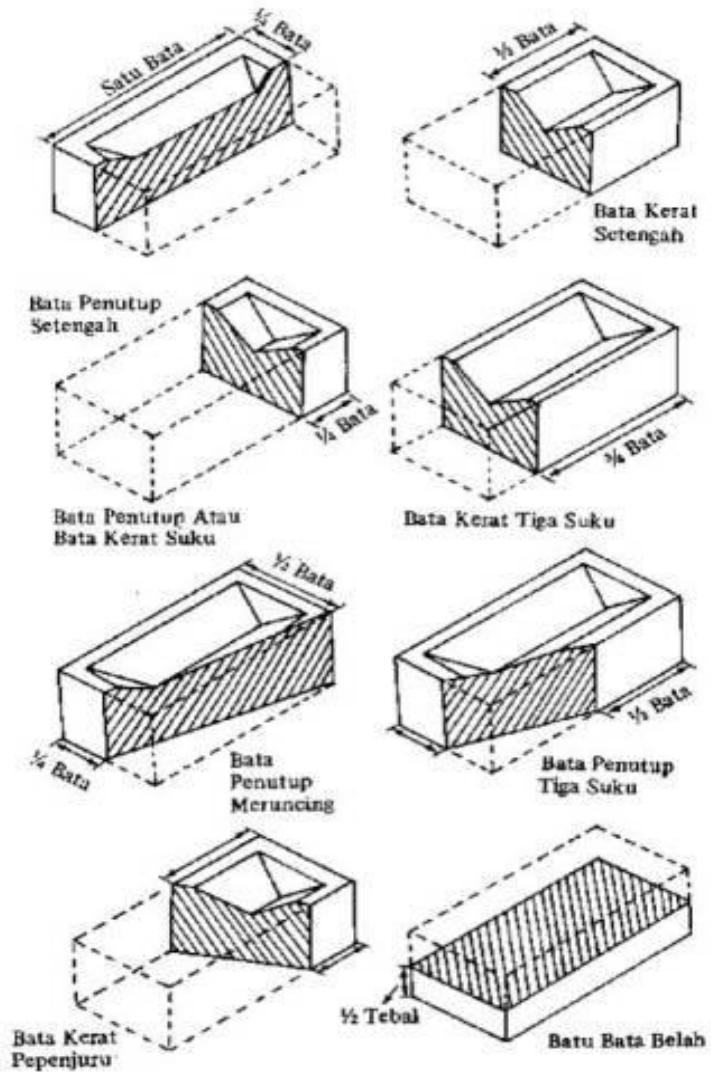


Type	A	B	C	R
BN.2.1	215	102	65	25
BN.2.2	215	102	65	51

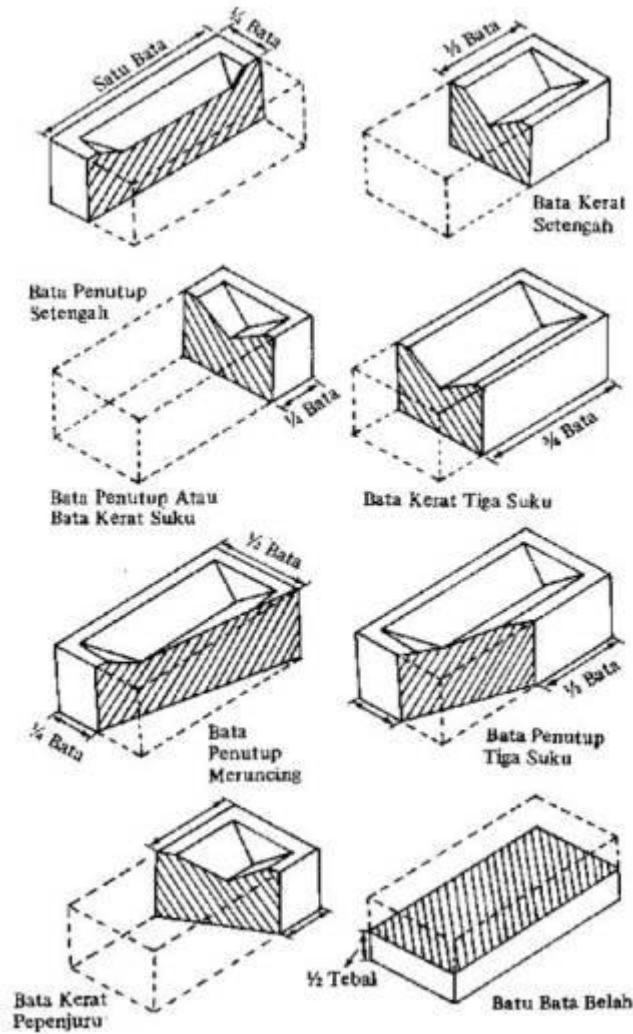


Type	A	B	C	D	E	$\alpha$
PL.3.1.1	215	158	65	9	102	45°

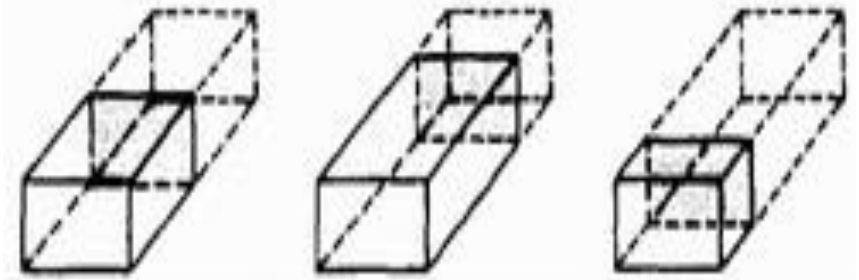




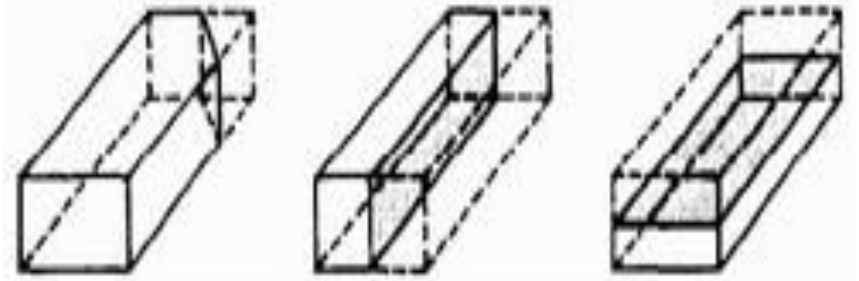
Fotongan batu bata



Fotongan batu bata



Half or bat      Three-quarter closure      Quarter closure

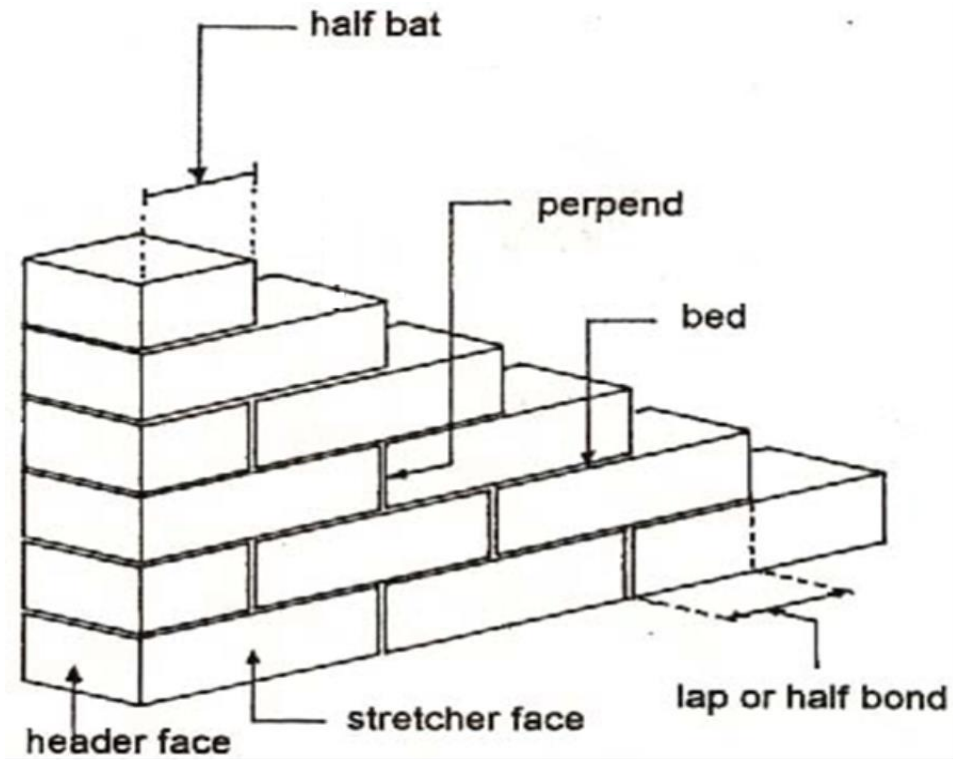


King closure      Queen Closure      Split

- مسافة الحل Lap: وهي المسافة الأفقية بين مفصلين رأسيين (بندتين) في سافين متتاليين.
- تكون هذه المسافة مساوية الى:

أ- نصف عرض الطابوقة ناقصا نصف عرض المفصل الرأسي في مختلف أنواع الربط عدا الربط على الطول.

ب- نصف طول الطابوقة ناقصا نصف عرض المفصل الرأسي في الربط على الطول.



# أنواع الربط Types of Bond:

• يقصد بالربط هو تشكيلة اوضاع الطابوق في البناء بحيث تكون الوحدات البنائية مترابطة بدرجة تؤمن تحملا جيدا. ويسمى الربط تبعا لمظهر الطابوق في وجه الجدار.

• توجد عدة أنواع لربط الطابوق، منها:

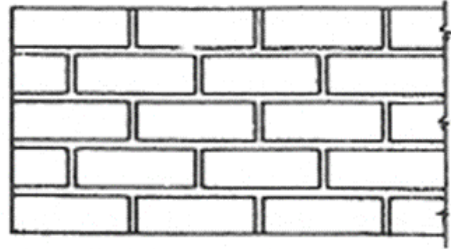
1. الربط على الرأس Heading bond.

2. الربط على الطول Stretching or running bond.

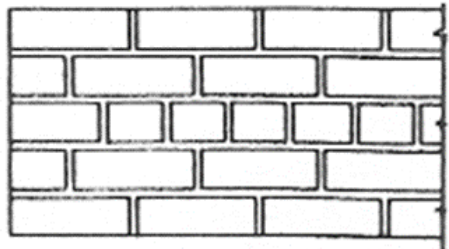
3. الربط الأنكليزي English bond.

# أنواع الربط :Types of Bond

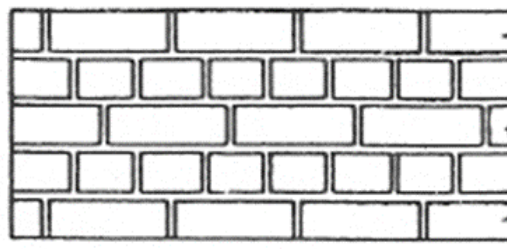
5. الربط الألماني Flemish bond.
6. الربط على الكاز Bull stretcher bond.
7. الربط المجوف Hollow bond.
8. ربط سياج الحديقة Garden wall bond.
9. ربط النقش Pattern bond.



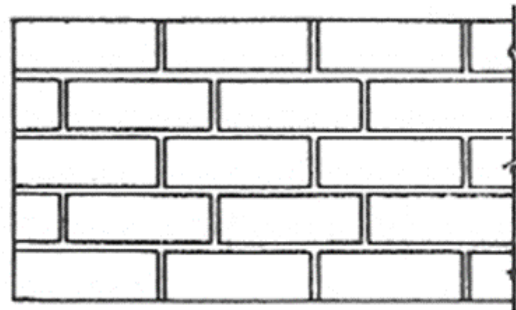
**Running Bond**



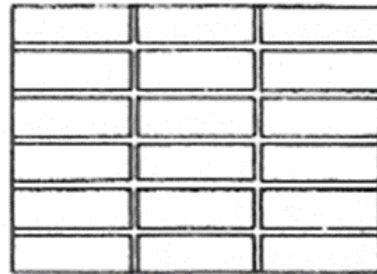
**Common Bond**



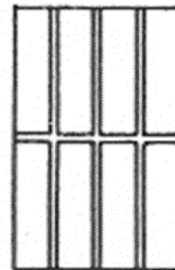
**English Cross Bond**



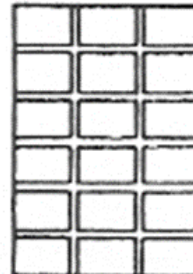
**Third Bond  
Oversize Brick**



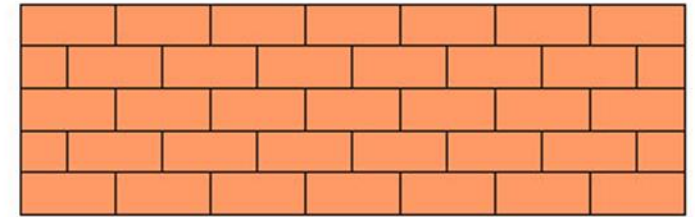
**Stack Bond  
Stretchers**



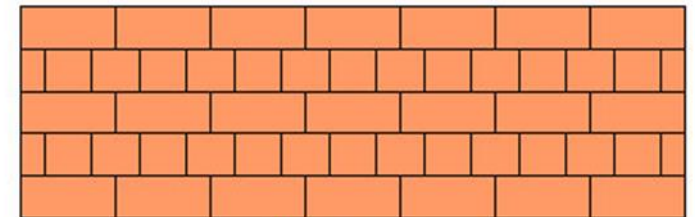
**Stack Bond  
Soldiers**



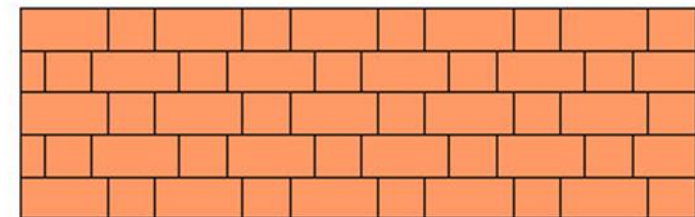
**Stack Bond  
Headers**



**Stretcher Bond**



**English Bond**



**Flemish Bond**



# Brick Bonds

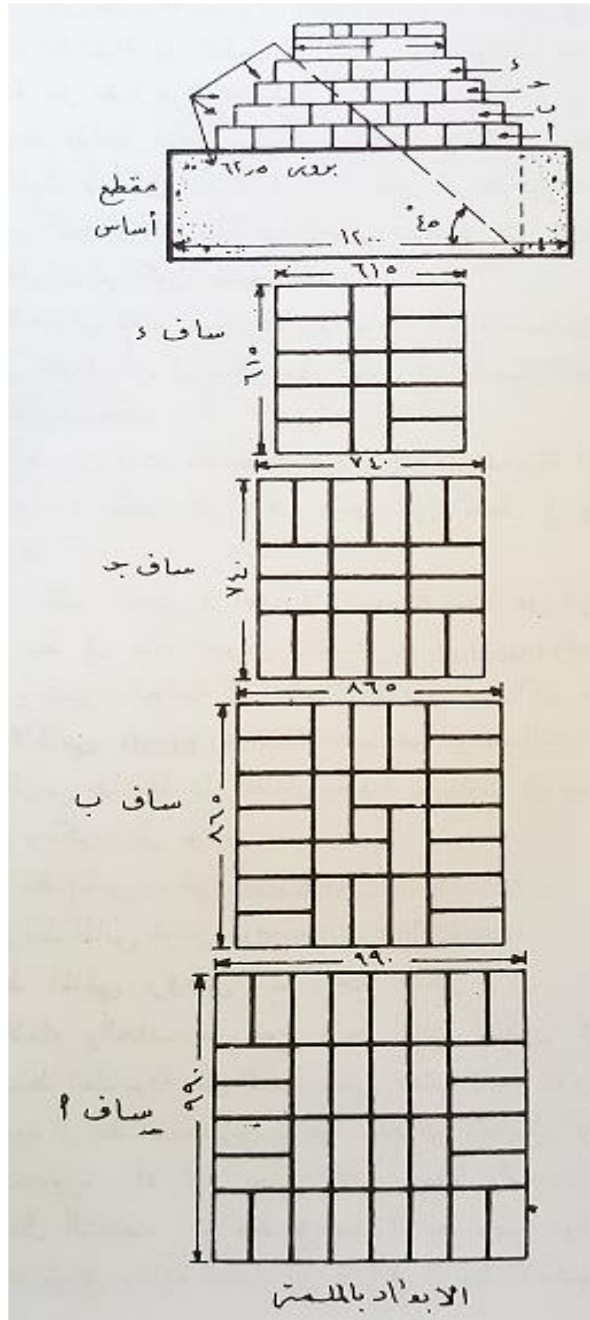
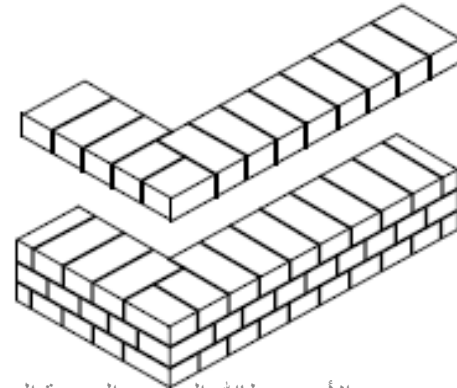
## 1. الربط على الرأس Header Bond:

- وهو الربط الذي تكون فيه جميع السوف مبنية بطابوق على الرأس.

- يستخدم هذا النوع في بناء الأسس والجدران ذات التقوس الحاد،

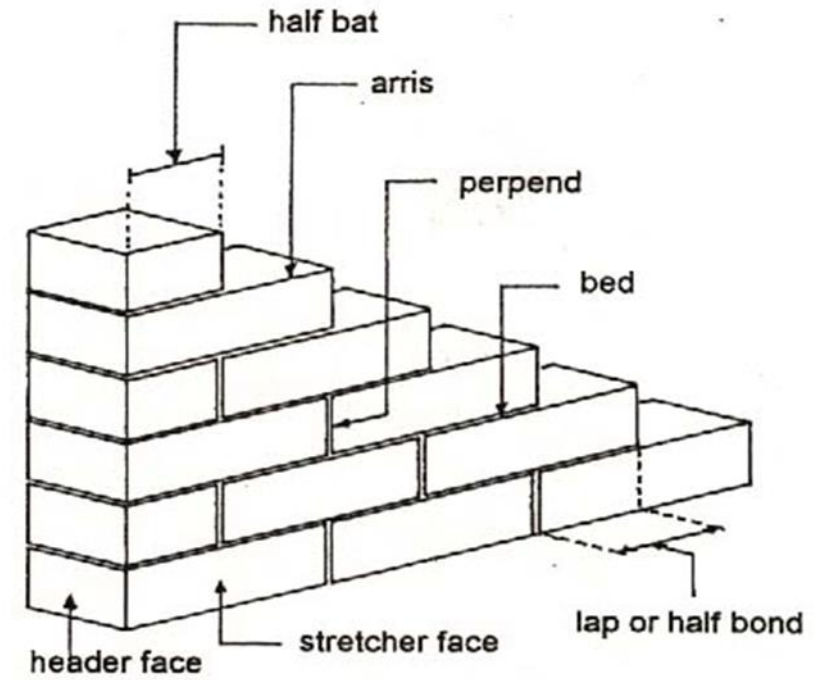
- حيث لا يمكن وضع الطابوق على الطول لأنه يجعل الحافات

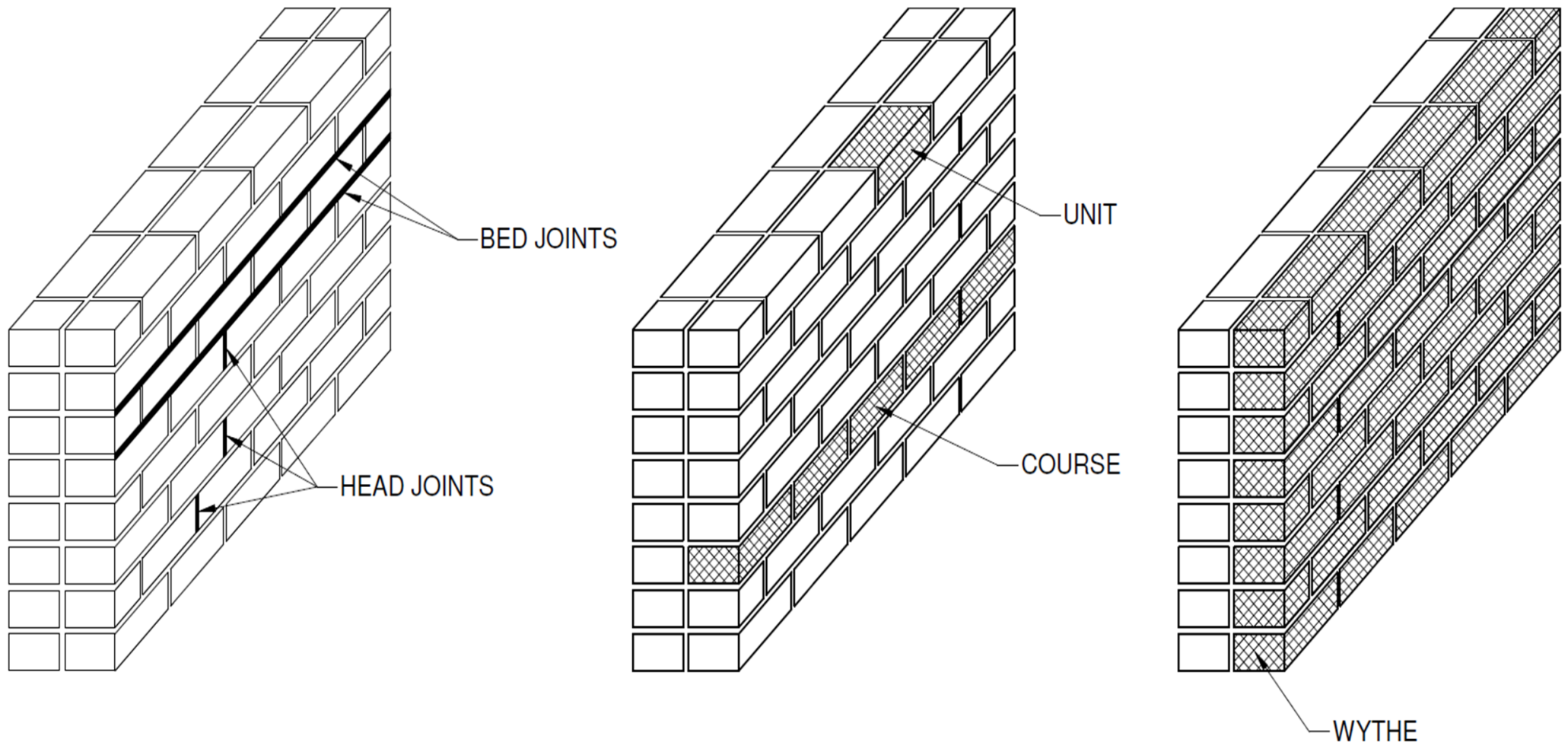
مضلعة وليست مقوسة.



## 2. الربط على الطول :Stretching Bond

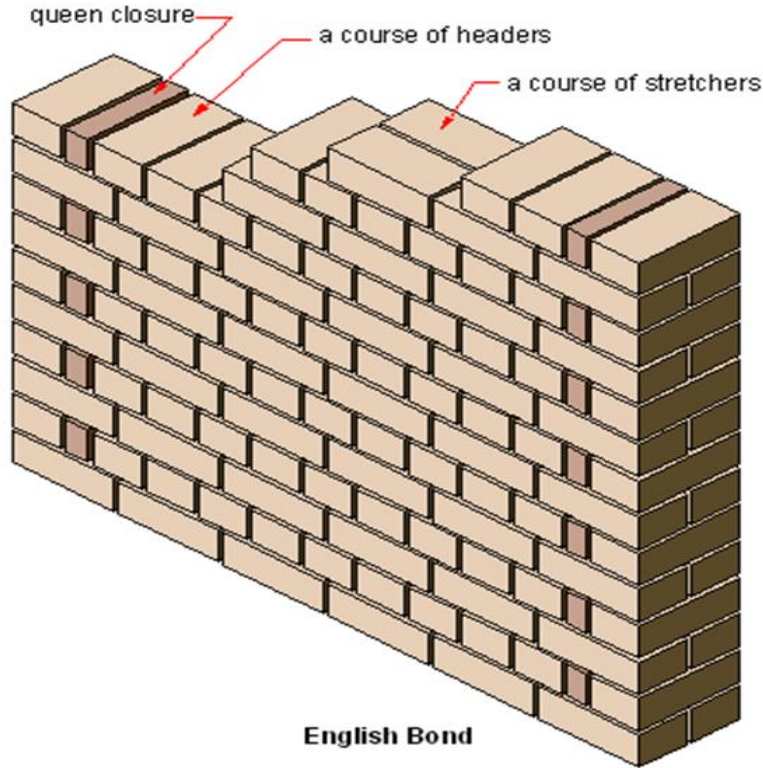
- وتكون فيه جميع السوف مبنية بطابوق على الطول.
- يتم وضع نصف طابوقة (شكفة نصف half bat) في بداية الساف بين ساف وآخر.
- سبب ذلك لتجنب أن تكون المفاصل الرأسية للسوف المتجاورة واقعة على استقامة واحدة.
- مسافة الحل تكون مساوية الى نصف الطول ناقص نصف عرض المفصل الرأسي.
- يستعمل هذا الربط في القواطع بسمك نصف طابوقة وفي الجدران المجوفة.
- في الجدران المتعامدة يتم وضع طابوقة على الرأس بدل من نصف طابوقة (شكفة).





### 3. الربط الأنكليزي English Bond:

- يكون وضع الطابوق في الجدار على الطول في ساف وعلى الرأس في الساف الذي يليه.
- أي أن البناء يكون بنوعين من السوف كل نوع فوق ساف من النوع الآخر.



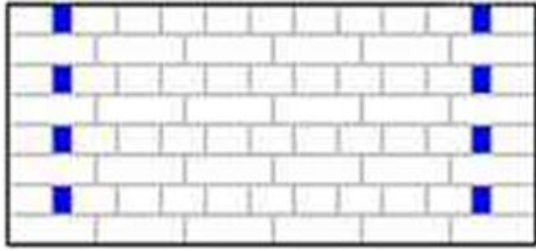


**One brick thick, English bond, corner detail**

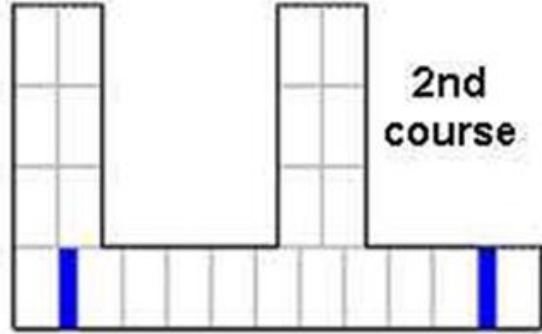
## • مواصفات الربط الأنكليزي:

1. في كل ساف على الرأس توضع خاتمة بعد أول طابوقة على الرأس في بداية الساف.
2. في ساف معين على الرأس تكون الطابوقات المتناوبة (بين طابوقة وأخرى) متمركزة مع طابوقة على الطول في الساف فوق او تحت ذلك الساف بمسافة حل مقدارها 52.5 ملم.
3. في الجدران ذات سمك طابوقة واحدة أو مضاعفاتها يكون الجدار بنفس المظهر لوجهي الجدار أي ان الساف على الطول في الواجهة الأمامية يظهر على الطول في الواجهة الخلفية.
4. في الجدران ذات المضاعفات الفردية لنصف طابوقة مثل 0.5 ، 1.5 طابوقة يظهر كل ساف مبني على الطول في الواجهة الأمامية بشكل ساف مبني على الرأس في الواجهة الخلفية.
5. يكون قلب الجدران السميكة مبني على الرأس دائما.
6. يفضل هذا الربط في بناء أحواض التفتيش manholes والجدران الساندة retaining wall.
7. يحتاج الى طابوق جيد اكثر من الربط الألماني.

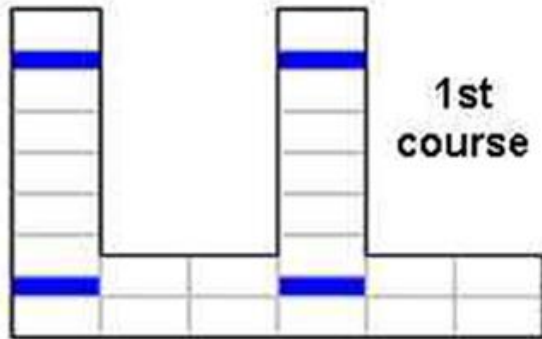




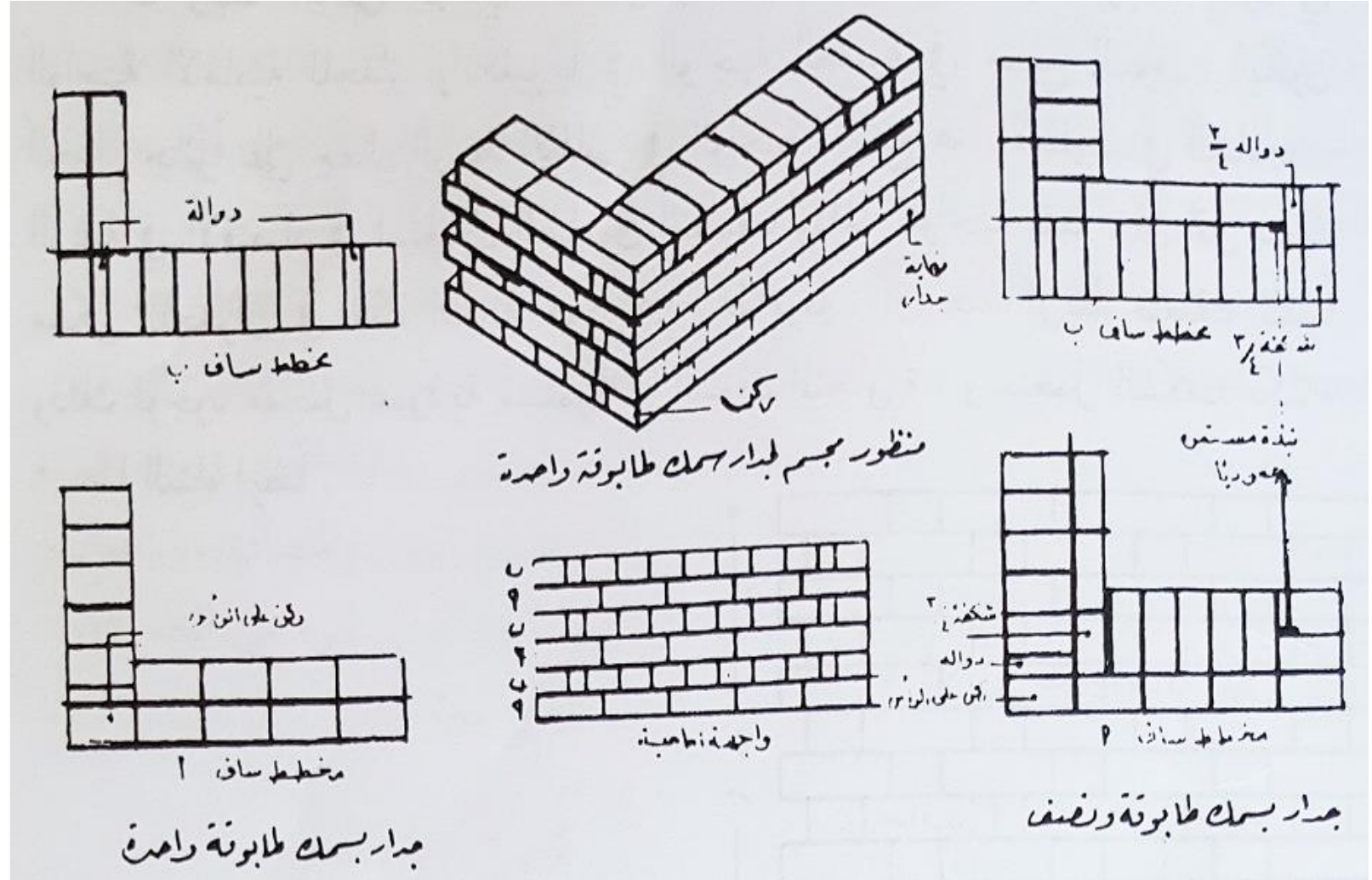
Elevation



2nd course

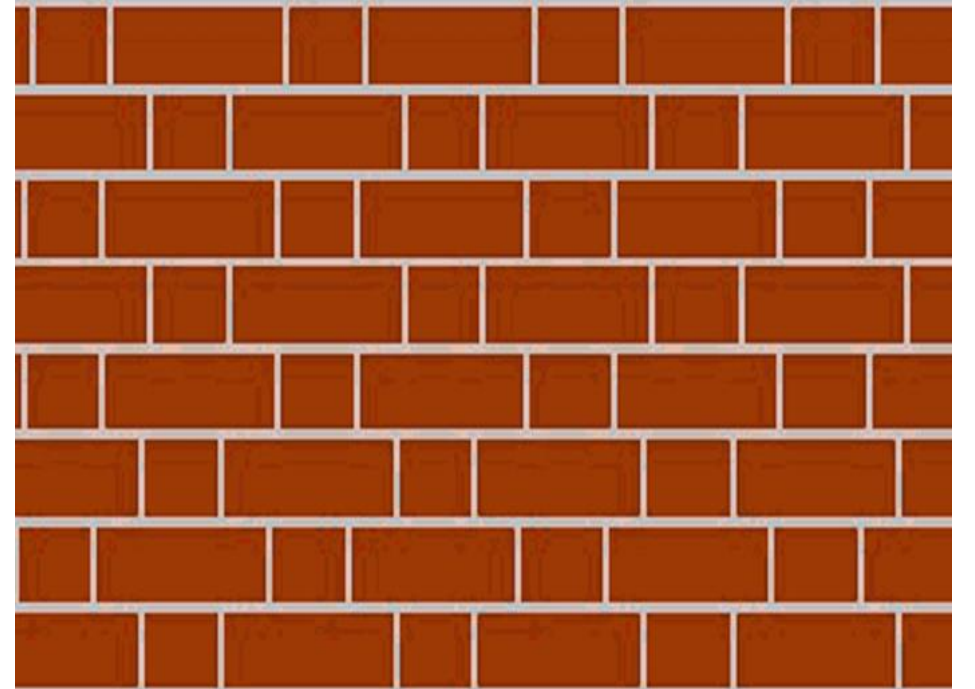
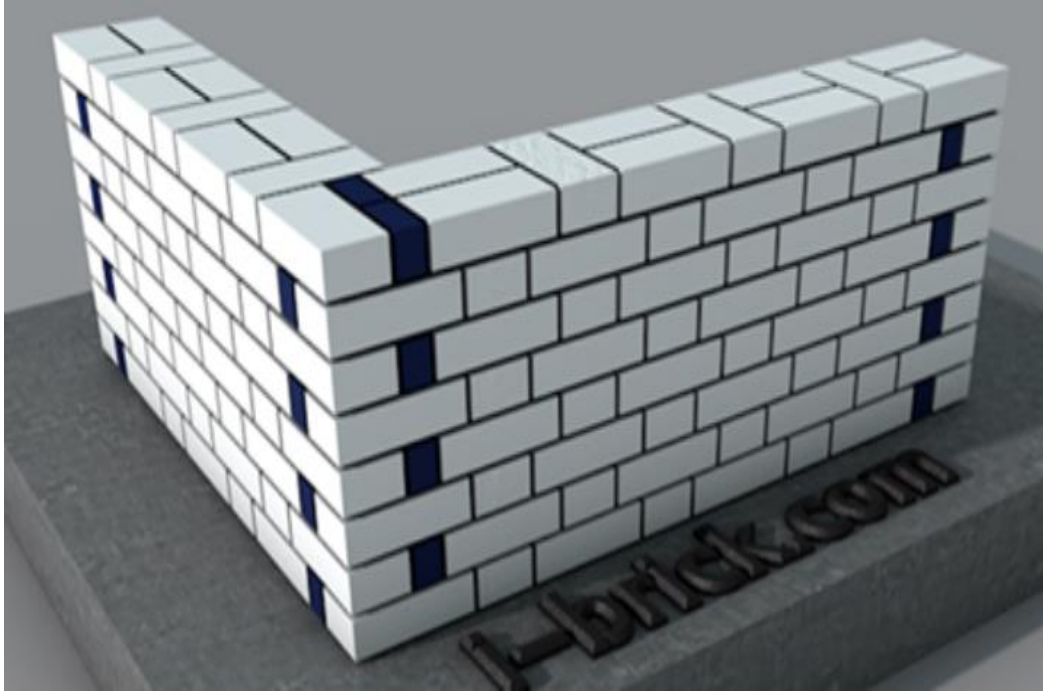


1st course



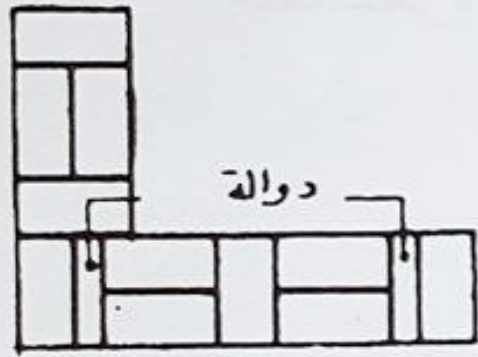
#### 4. الربط الألماني Flemish bond:

- وهو ربط يكون فيه بجوار كل طابوقة على الرأس طابوقة على الطول بالتناوب لجميع السوف.
- يكون الربط الألماني على نوعين: A. ربط ألماني زوجي و B. ربط ألماني فردي.

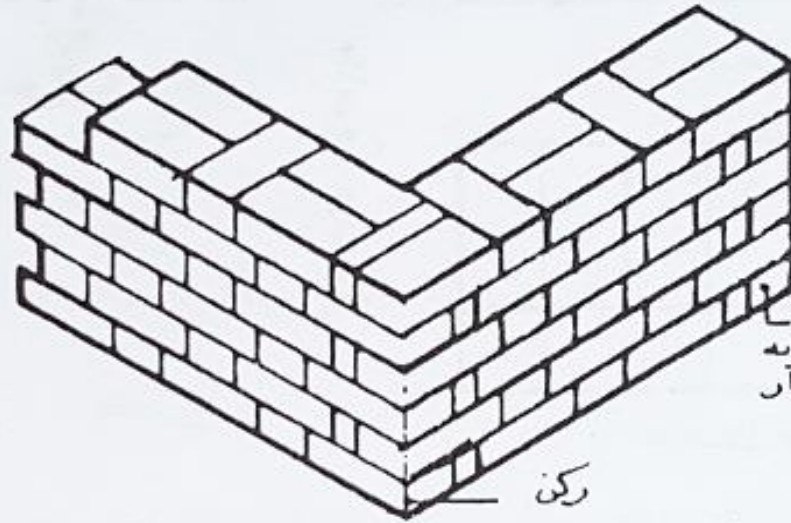


## A. الربط الألماني الزوجي Double Flemish bond:

1. يكون مظهر الجدار من الأمام والخلف من نوع الربط الألماني.
2. تكون كل طابوقة على الرأس موضوعة في وسط الطابوقة على الطول التي تحتها عدا الأركان.
3. يتم وضع خاتمة (دوالة) بعد أول طابوق على الرأس في بداية الجدار لضمان مسافة الحل.
4. ذو مظهر أكثر جمالا من الربط الأنكليزي.
5. يكون إقتصاديا أكثر من الربط الأنكليزي لضرورة استعمال الشكف (أجزاء الطابوق).

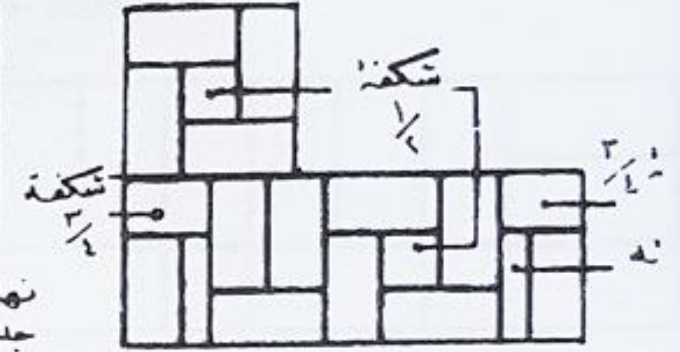


مخطط ساق ٢

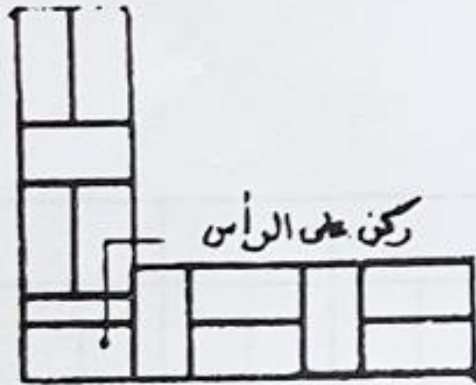


ركن

منظور مجسم لجدار بسلك طابوقة واحدة

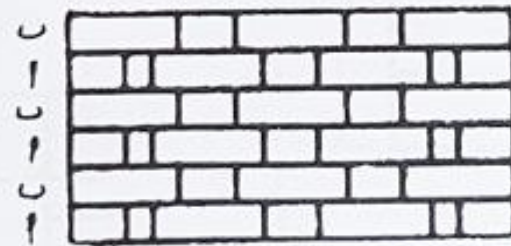


مخطط ساق ٢

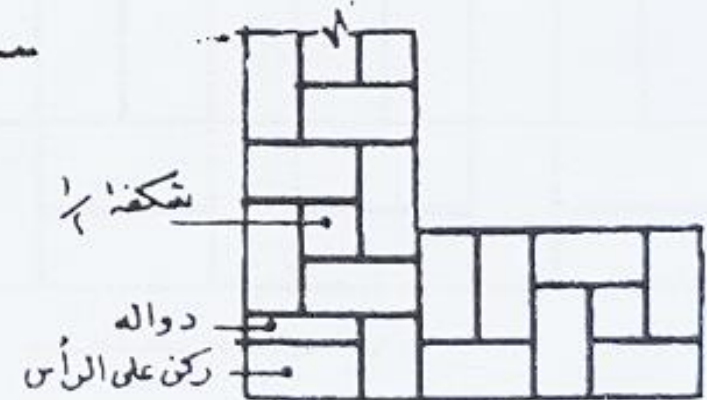


مخطط ساق با

جدار بسلك طابوقة واحدة



واجهه اماميه

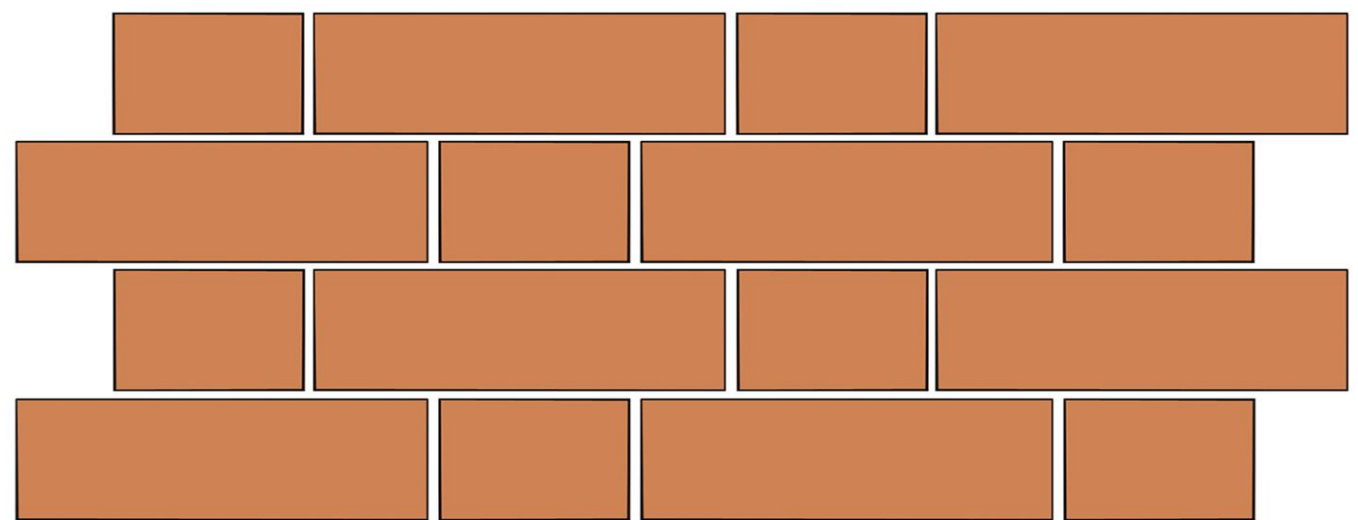
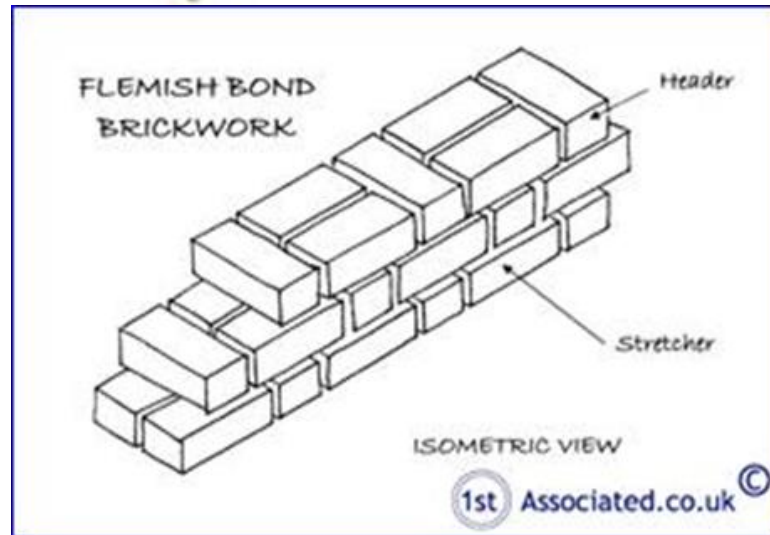
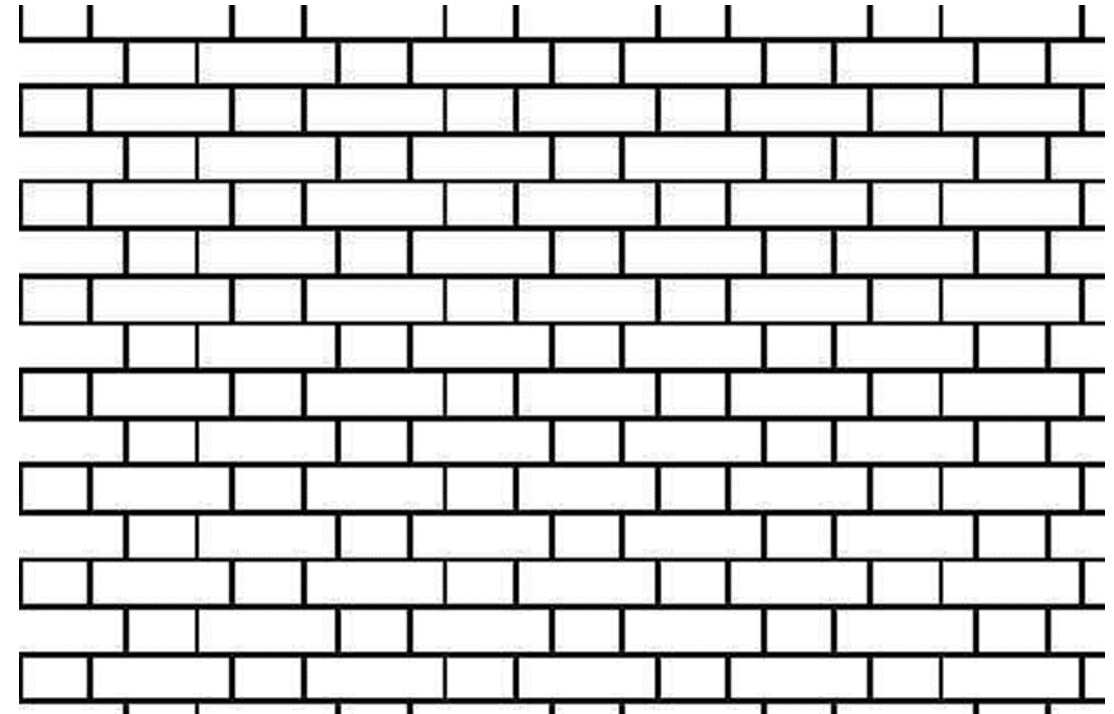
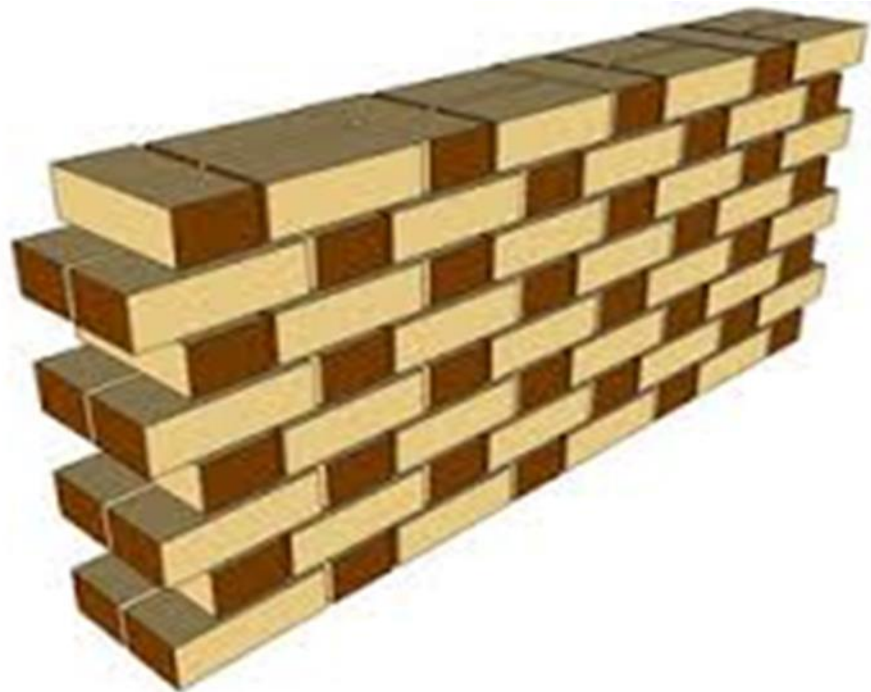


مخطط ساق با

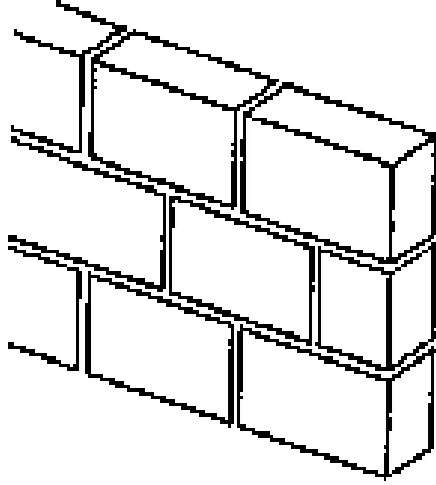
جدار بسلك طابوقة ونصف

## A. الربط الألماني الفردي Single Flemish bond:

1. يكون الربط في الواجهة الامامية المانيا وفي الخلفية انكليزيا في جميع السقوف.
2. الجدار حائز على جمال الربط الالمانى في الواجهة.
3. كونه اقتصاديا في استعمال الطابوق النظيف فقط للواجهة عند الرغبة واستعمال الشكف لكثرتها في هذا البناء.
4. أقل سمك للبناء بهذا الربط هو 1.5 طابوقة.
5. يعتبر هذا الربط ضعيف نسبيا وذلك لوجود مفاصل عمودية مستمرة في السوف المتجاوره.



## 5. الربط على الكاز : Bull stretcher bond :



1. يكون سمك بناء الجدار 80 ملم اي سمك الطابوقة.
2. القسم الظاهر من الطابوقة هو الوجة بابعاد  $115 \times 240$  ملم.
3. يستعمل في هذا الربط في القواطع ذات المساحة الصغيرة غير المعرضة للجو وفي بعض الجدران المجوفة.

## 6. الربط المجوف Hollow bond:

ويسمى أيضا rowlock wall أو rat-trap bond.

1. يستعمل لبناء الجدران المجوفة بسمك طابوقة واحدة أي 240 ملم.

2. يكون الساف طابوقة سكة ثم تليها طابوقة على الكاز بصورة متناوبة.

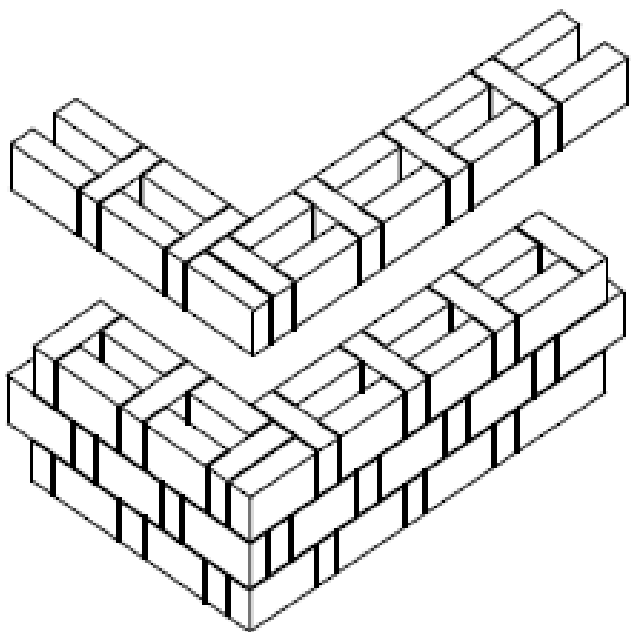
3. يمتاز بكونه عازل جيد للحرارة.

4. يكون خفيف الوزن.

5. اقتصادي.

6. يستعمل في القواطع

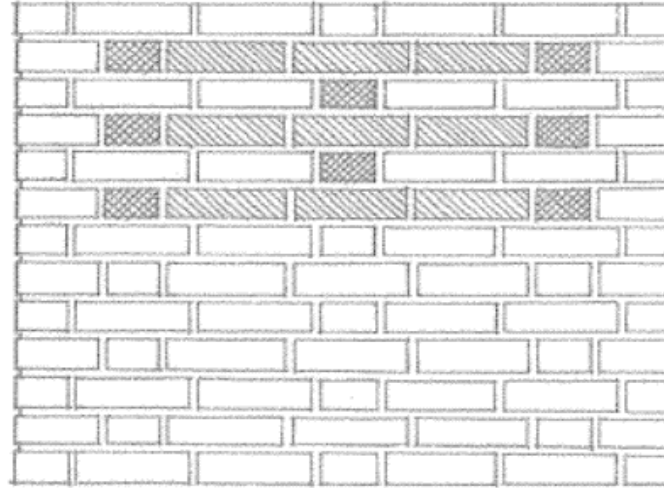
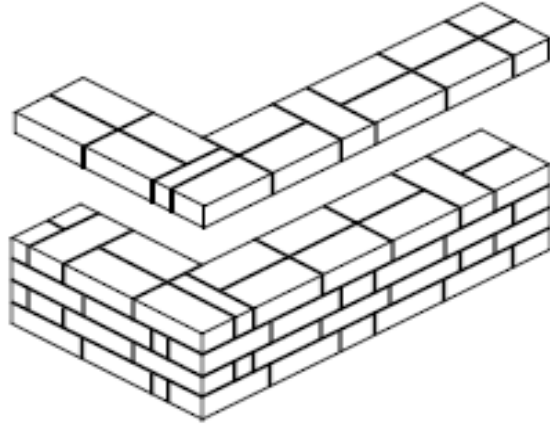
7. ينهى الجدار المعرض للخارج بلبخ السمنت أو غيره لأن سمكه قليل لايقوم نفاذ الماء.





## 7. ربط سياج حديقة :Garden wall bond

1. يستعمل لتقليل عدد الطابوق على الرأس.
2. لاستعمال اقل ما يمكن من الطابوق الجيد في البناء.
3. لإعطاء الجدار مظهر مقبول من الخارج وبتحمل مقبول.



English Garden Wall Bond

- Garden-wall bond, used for lightly loaded boundary walls, has a sequence of a header and three stretchers in each course, with each header being centered over a header in alternate courses.

• يكون الجدار بسمك طابوقة واحدة.

• يوجد نوعين من ربط سياج الحديدية:

أ. ربط جدار حديقة إنكليزي: ثلاث سوف على الطول والساف الرابع على الرأس.

ب. ربط جدار حديقة الماني: في الساف الواحد ثلاث طابوقات على الطول والطابوقة الرابعة

على الرأس وهكذا.

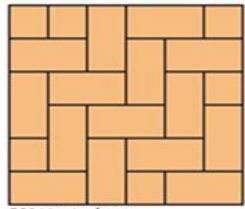
## 8. ربط نقش Pattern Bond:

- تستعمل عادة نقشات مختلفة عند تطبيق الرضيات.
- وتستعمل أحيانا نقشات في بناء الجدران لأغراض معمارية.
- تكون النقشات بأشكال متعددة عن طريق ترتيب الطابوق على الطول وعلى الرأس.
- يتم الاستفادة من اختلاف الألوان للأوجه المختلفة للطابوق.
- يتم ربط النقشات مع الجدار الأصلي بواسطة رباطات معدنية غير قابلة للصدأ.
- من أنواع النقشات:

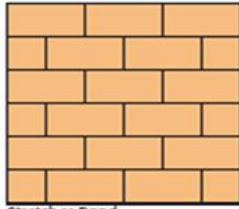
1. الربط القطري

2. ربط عظم السمك

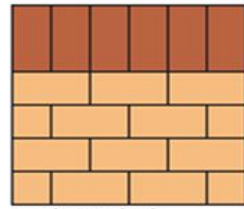
3. ربط حياكة السلة



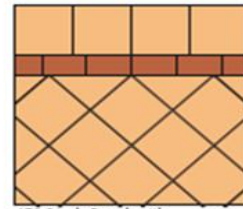
90° Herringbone



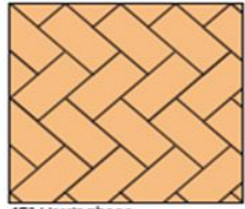
Stretcher Bond



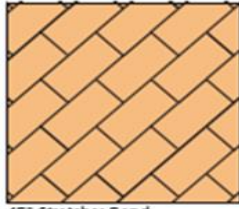
Stretcher Bond with contrasting header



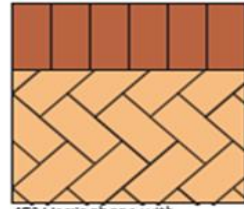
45° Stack Bond with contrasting stretcher inlay and header



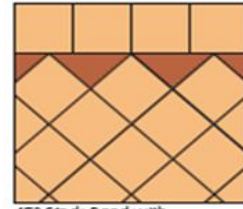
45° Herringbone



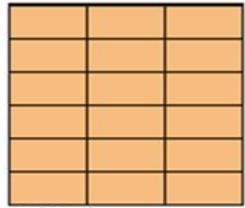
45° Stretcher Bond



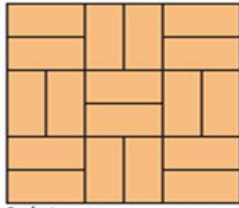
45° Herringbone with contrasting header



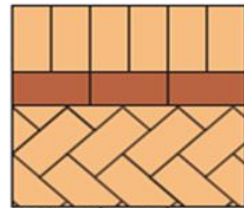
45° Stack Bond with contrasting triangle-cut inlays, with header



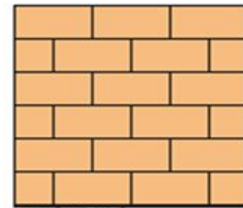
Stack Bond



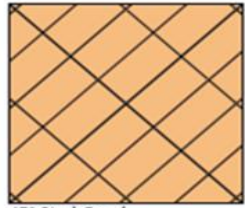
Basketweave



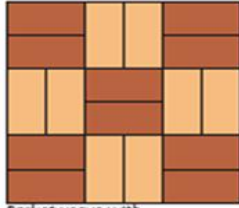
45° Herringbone with contrasting stretcher inlay and header



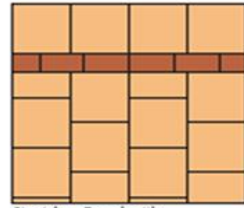
Stretcher Bond



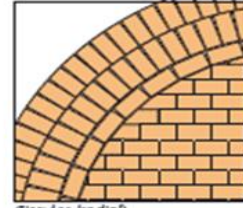
45° Stack Bond



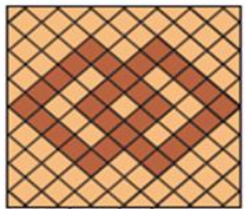
Basketweave with contrasting colour



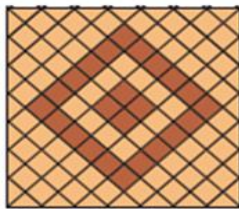
Stretcher Bond with contrasting stretcher inlay and header



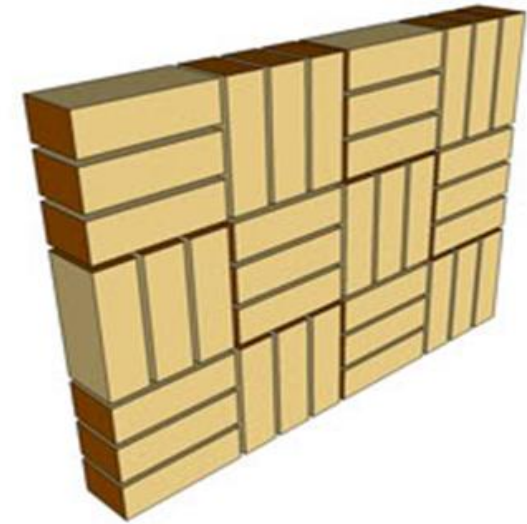
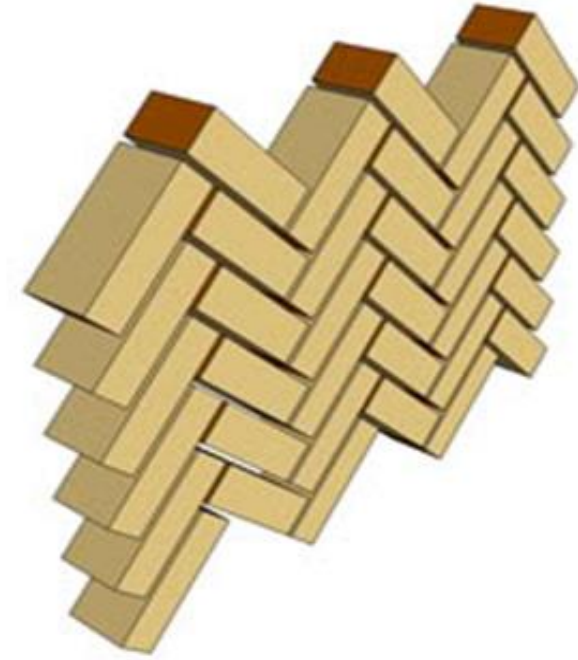
Circular (radial)



45° Stack Bond with contrasting double diamond inlay

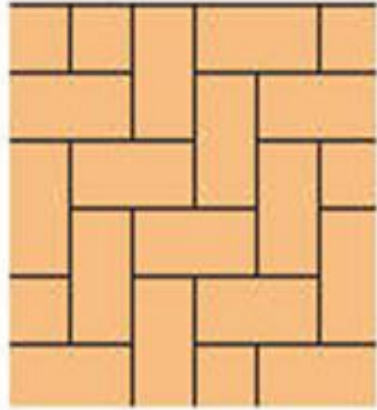


45° Stack Bond with contrasting diamond inlay

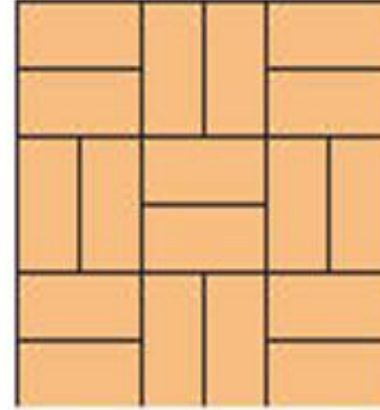




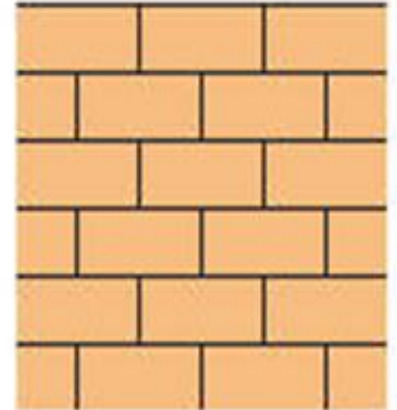
HERRINGBONE 45



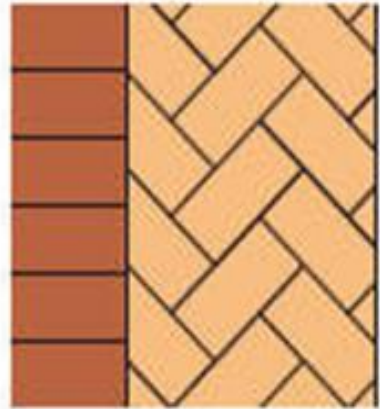
HERRINGBONE 90



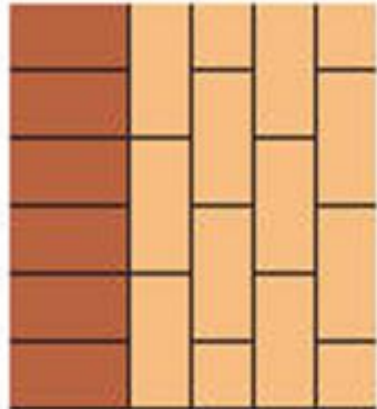
BASKETWEAVE



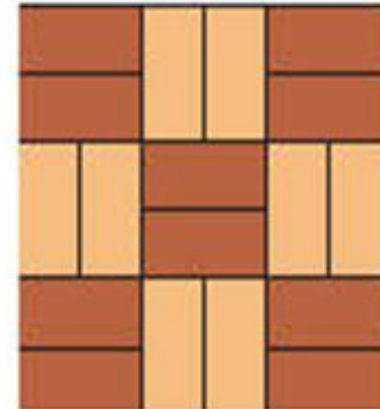
STRETCHER



BORDERS



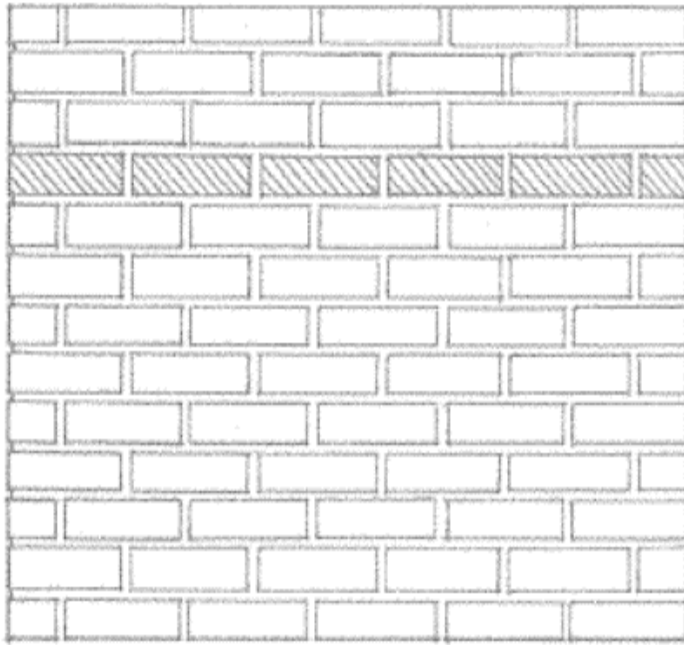
BORDER



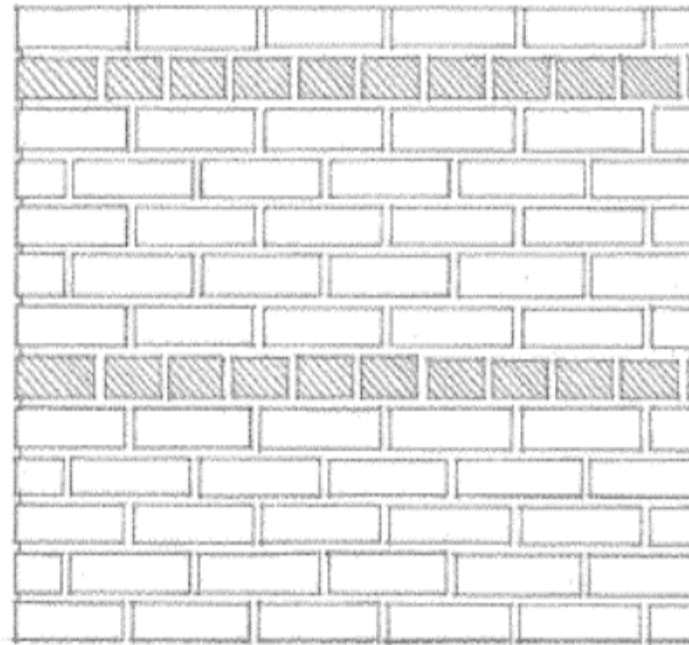
MIXED COLOURS



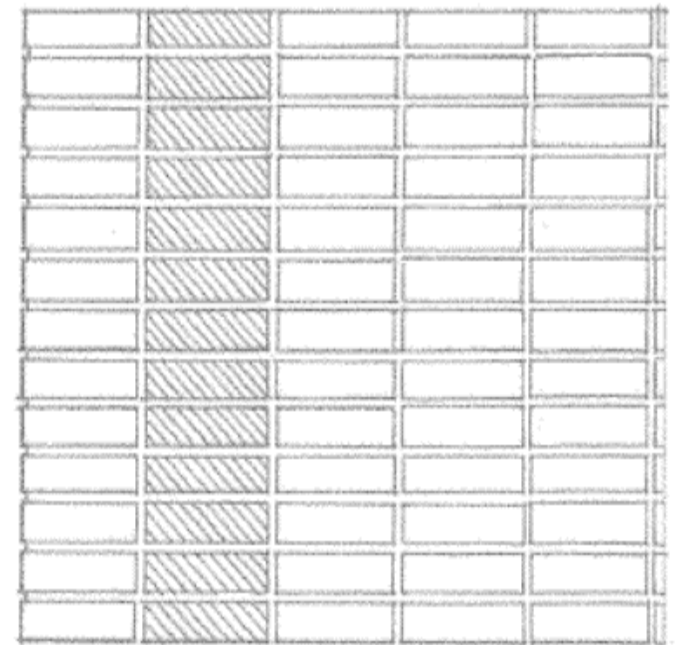
DIAMOND



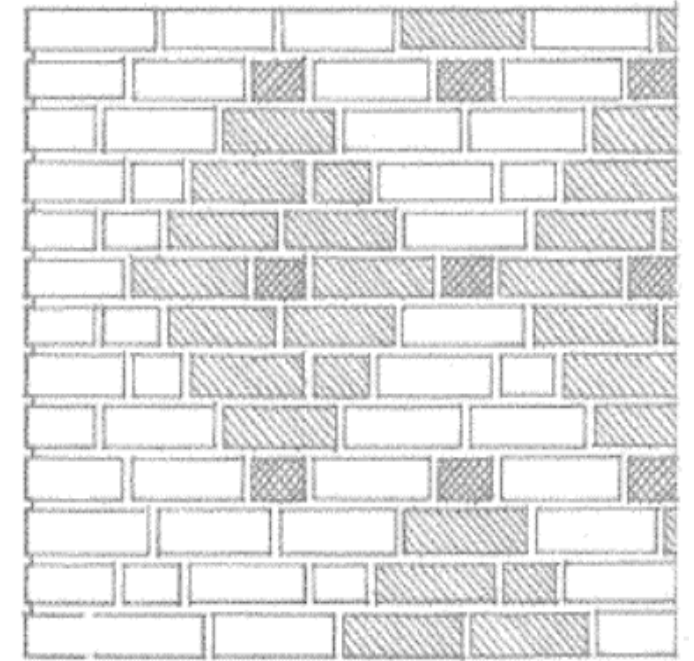
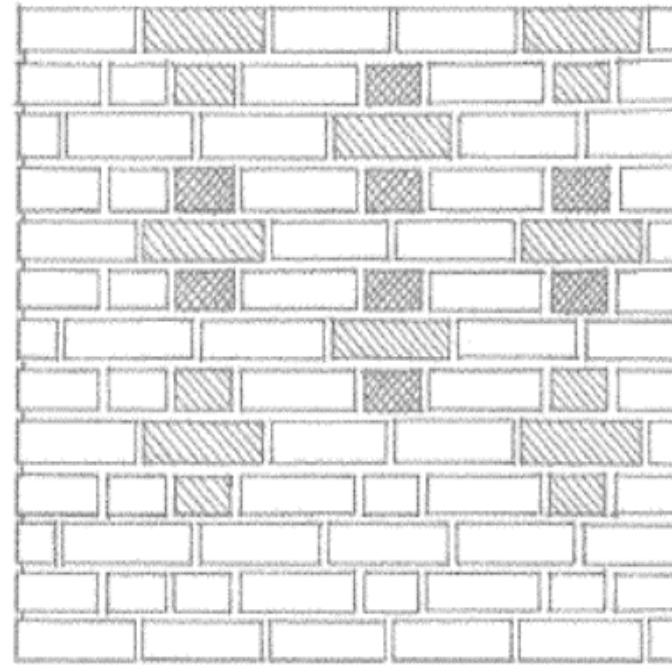
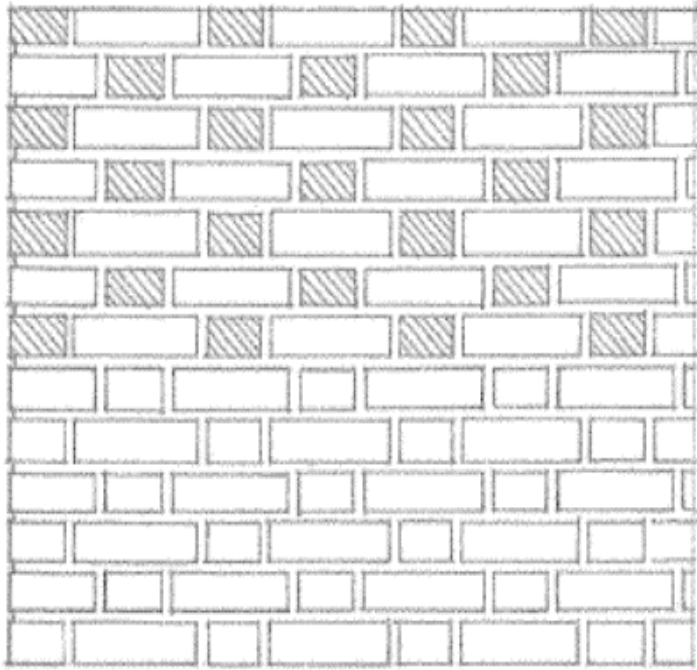
- Running bond, commonly used for cavity and veneer walls, is composed of overlapping stretchers.



- Common bond has a course of headers between every five or six courses of stretchers; also known as American bond.



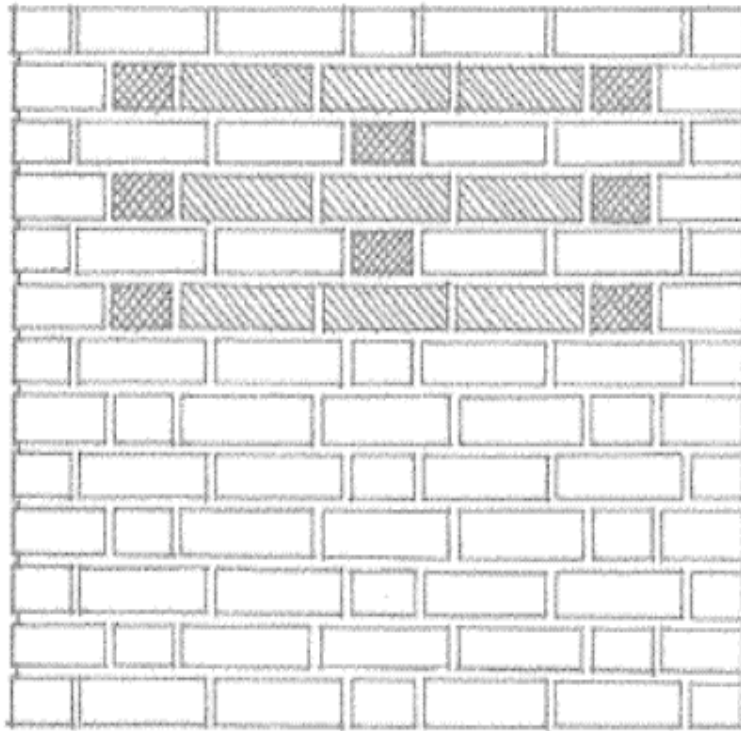
- Stack bond has successive courses of stretchers with all head joints aligned vertically. Because units do not overlap, horizontal joint reinforcement is required @ 16" (405) o.c. in unreinforced walls.



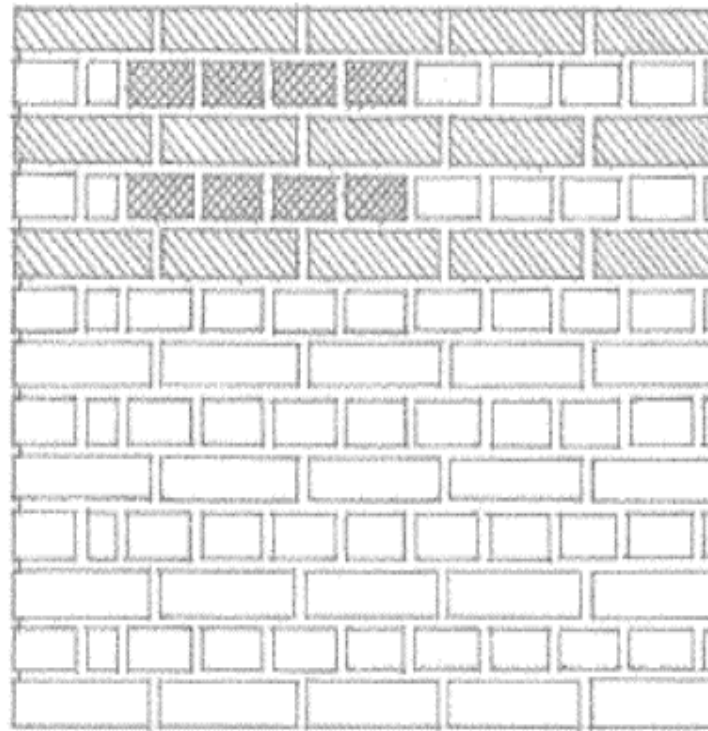
- Flemish bond has alternating headers and stretchers in each course, each header being centered above and below a stretcher. Flare headers with darker ends are often exposed in patterned brickwork.

- Flemish cross bond is a modified Flemish bond in which courses of alternate headers and stretchers alternate with stretching courses.

- Flemish diagonal bond is a form of Flemish cross bond in which the courses are offset to form a diamond pattern.



Garden-wall bond, used for lightly loaded boundary walls, has a sequence of a header and three stretchers in each course, with each header being centered over a header in alternate courses.



- English bond has alternate courses of headers and stretchers in which the headers are centered on stretchers and the joints between stretchers line up vertically in all courses.

- To minimize the cutting of brick and enhancing the appearance of bonding patterns, the major dimensions of masonry walls should be based on the size of the modular units used.

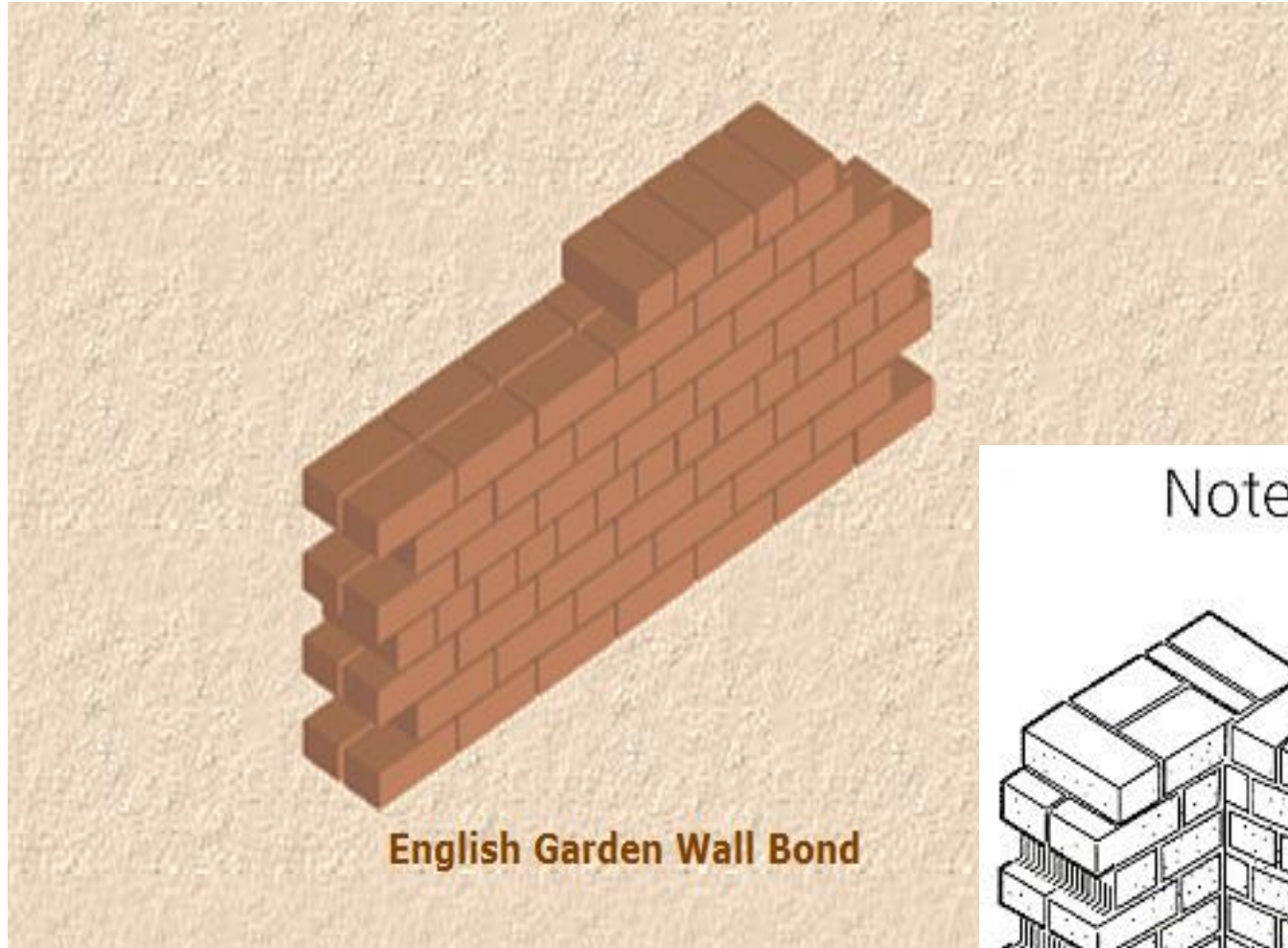


# إكمال وتوصيل الجدران:

- لتكملة بناء جدار متروك أو ربط جدار يراد إنشاؤه بجدار مشيد سابقا يتم إتباع مايلي:

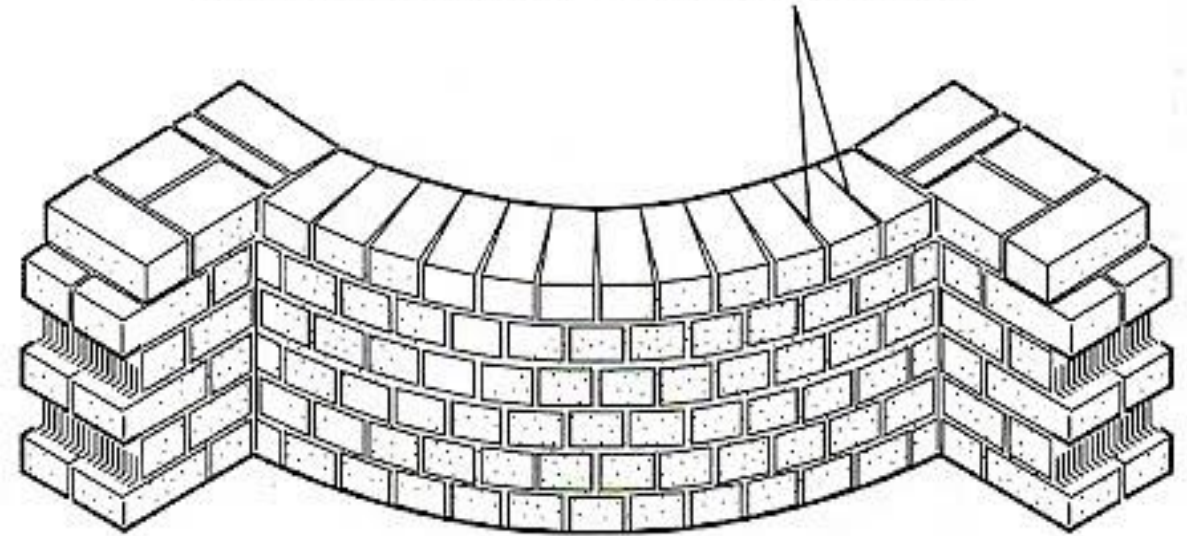
## 1. التمشيط Toothing:

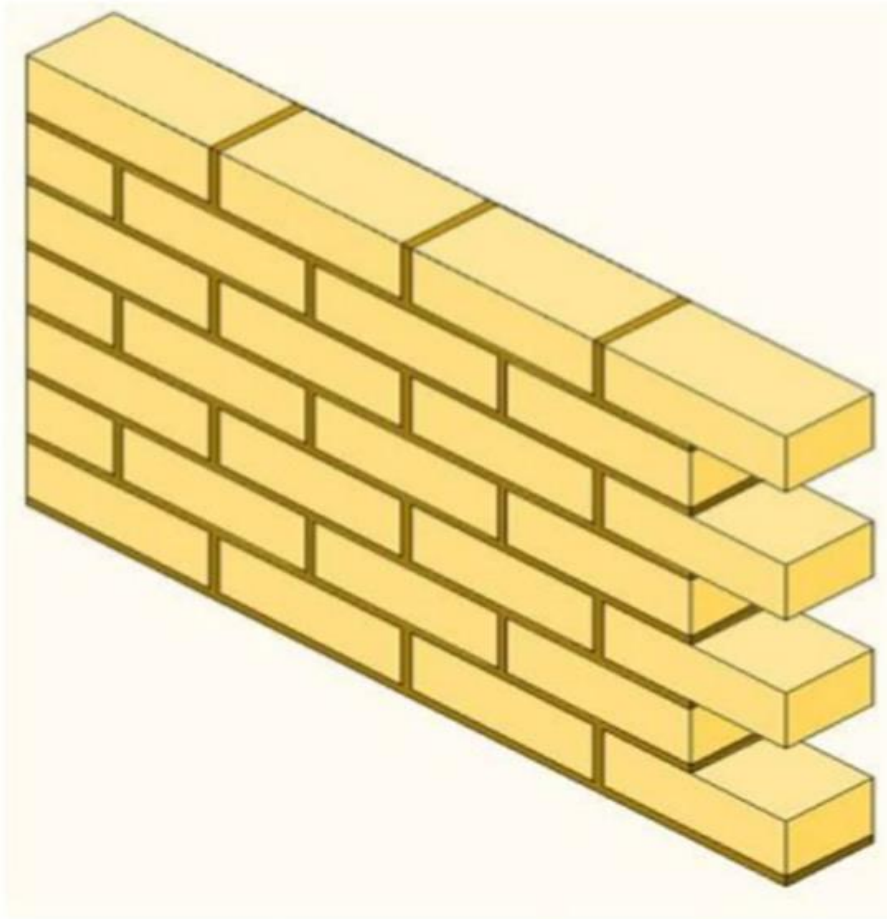
- عندما يترك الجدار قبل إتمام بنائه فيتم جعل كل طابوقة على الطول تبرز بمقدار ربع طولها عن الطابوقة على الرأس في الساف الذي تحتها.
- في هذه الحالة تكون نهاية الجدار عمودية ومسننة لزيادة قوة الربط مع الجدار الجديد.
- تتبع هذه الطريقة عندما يكون الجدار الجديد بنفس إستقامة الجدار المبني.
- عندما يراد بناء جدار عمودي على الجدار المبني سابقا، فيتم ترك في الجدار المبني وبعرض يساوي عرض الجدار المراد ربطه به كل طابوقة على الرأس بحيث تنخفض عن وجه الجدار بمقدار ربع طابوقة بين ساف وآخر.
- تكون هذه الإنخفاضات مواقع لربط الطابوق على الطول في الجدار العمودي الجديد.



**English Garden Wall Bond**

Note wedged shaped joints





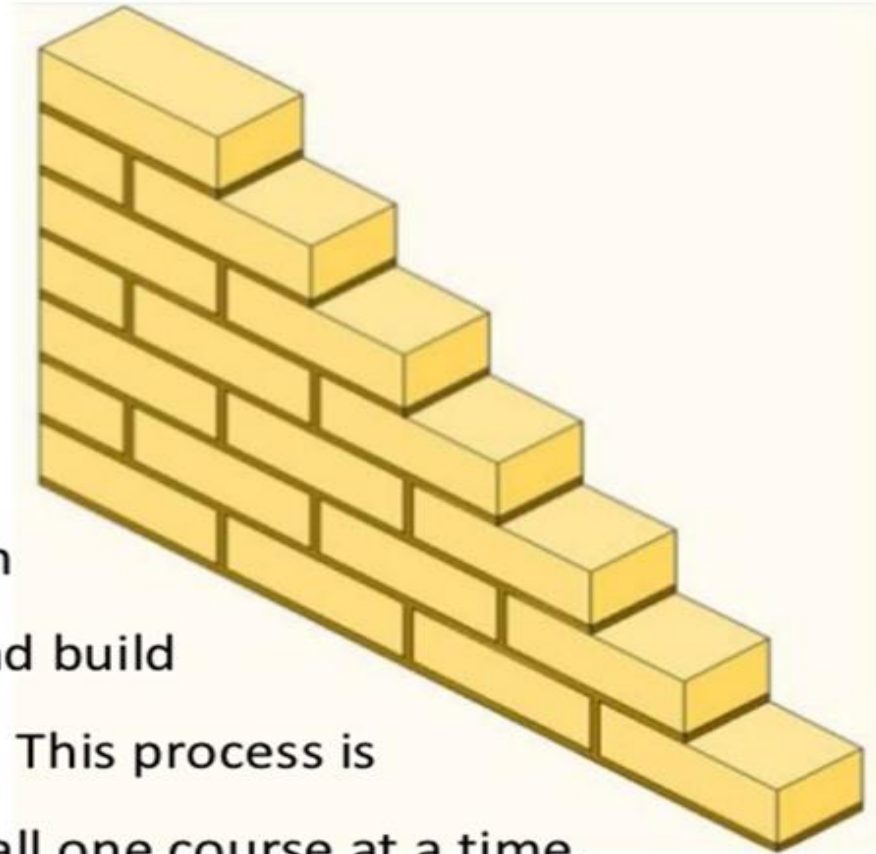
The image on this slide shows a half brick wall which has a stop end and is **toothed**. The purpose of toothing the brickwork is to allow for plumbings to be taking higher than racking back would normally allow. You should however try to avoid toothing brickwork to a significant height.

## 2. التدرج Racking:

- وهو أسلوب ترك حافة الجدار بصورة مدرجة عندما يراد تركه بدون اكمال بناءه.
- يكون كل ساف مرتدا عن الساف الذي تحته بمقدار ربع أو نصف طابوقة.
- يتبع هذا الأسلوب عند الرغبة في تجنب التشقق الذي قد يحصل في حالة ترك حافة الجدار بصورة شاقولة غير مدرجة إذ يحصل التشقق نتيجة كون الهبوط غير منتظم.
- إن جعل حافة الجدار مدرجة لايجعل منطقة الربط بين الجدارين مقطعا عموديا ضعيفاً.

The image on this slide shows a half brick wall with a **stop end** and **racking back**.

This method of construction is commonly used by bricklayers to build **plumbings** which allow them to plumb either end of the wall and build to a line in the middle of the wall. This process is much quicker than building the wall one course at a time.



### 3. التعريض Thickening:

- عندما يراد زيادة سمك جدار قديم مبني فتعمل فيه انخفضات (خسفات) بأبعاد (  $0.5 \times 2 \times 2$  ) طابوقة لكل متر مربع من وجه الجدار.
- يتم ملئ هذه الانخفضات بالبناء الحديث بالسمك المطلوب.

# الجدران وبنائها:

## الغرض من تشييد الجدران:

- تستخدم الجدران لتحقيق واحد أو أكثر من الأغراض التالية:
  1. حصر مساحة معينة من الأرض أو المنشأ.
  2. العمل كعضو إنشائي لنقل أحمال السقوف والأرضيات.
  3. العزل الصوتي والحراري ومنع الرطوبة ومياه الأمطار.
  4. العمل كجدار ساند للتربة أو مواد أخرى.

## سمك الجدران:

يتم تحديد سمك الجدار بناءا على متطلبات إنشائية وغير إنشائية.

### أ – المتطلبات الإنشائية:

حيث تقسم الجدران من الناحية الإنشائية الى نوعين هما:

1. جدران محملة.

2. جدران غير محملة.



## 1. الجدران لمحملة Load Bearing Walls:

- وهي الجدران التي تصمم لمقاومة أحمال خارجية بالإضافة الى وزنها.
- تشمل تلك الحمال:
- أوزان السقوف والأرضيات والجدران التي تسندها.
- الأحمال الميتة الأخرى المسلطة على تلك السقوف والأرضيات.
- الأحمال الحية المسلطة على تلك السقوف والأرضيات.
- الأحمال الجانبية للمياه والترربة في حالة الجدران الساندة.
- الأحمال الأفقية للرياح والهزات الأرضية.

## 2. الجدران غير المحملة Non-load Bearing Walls:

- وهي الجدران التي تصمم لتحمل وزنها الذاتي فقط.
- وتنشأ هذه الجدران لأغراض تقطيع المساحات حيث تسمى قواطع Partitions.
- ويمكن أن تنشأ أيضاً لأغراض العزل الحراري والصوتي والبصري.
- وتصمم الجدران في هذه الحالة بناءاً على متطلبات غير إنشائية.

يعتمد سمك الجدار من الناحية الإنشائية على:

1. مقدار الأحمال المسلطة على وحدة الطول في الجدار.
2. مقدار اللامركزية Eccentricity في الحمل المسلط.
3. تحمل الجدار strength of wall.

يعتمد مقدار تحمل الجدار على:

1. تحمل الوحدات البنائية.
2. تحمل المادة الرابطة المستعملة.
3. أبعاد الجدار ( الارتفاع والطول).
4. نوع ارتباط الجدار بالسقوف والأرضيات والجدران العمودية والأعمدة والدعامات.

# التصميم لأنشائي لجدران الطابوق

## Structural Design of Brick Walls

• يوجد العديد من المواصفات القياسية والمدونات التي يمكن اعتمادها في تصميم المنشآت المبنية من الطابوق.

• من تلك المواصفات:

1. مدونة الممارسة البريطانية: توصيات إنشائية للجدران المحملة.

(BSI – CP111 : 1970):Structural Recommendations for Load Bearing Walls

2. المواصفة البريطانية BS5628: الاستخدام الانشائي للكتل. BS 5628:Structural Use of Masonry.

3. المواصفة الأمريكية: اللجنة المشتركة لمواصفات الكتل Masonry Standard Joint Committee

BRITISH STANDARD

Code of practice for  
**Use of masonry —**

**Part 1: Structural use of unreinforced  
masonry**

**BS 5628-1:  
1992**  
*Incorporating  
Amendment No.1*

# Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures

Containing

*Building Code Requirements for Masonry Structures*  
(TMS 402-11/ACI 530-11/ASCE 5-11)

*Specification for Masonry Structures*  
(TMS 602-11/ACI 530.1-11/ASCE 6-11)

and Companion Commentaries

Developed by the Masonry Standards Joint Committee (MSJC)

NO COPYING WITHOUT BSI PERMISSION EXCEPT AS PERMITTED BY COPYRIGHT LAW



Advancing the knowledge of masonry

The Masonry Society  
3970 Broadway, Suite 201-D  
Boulder, Co 80304  
www.masonrysociety.org



American Concrete Institute®  
Advancing concrete knowledge

American Concrete Institute  
P.O. Box 9004  
Farmington Hills, MI 48333  
www.concrete.org







Structural Engineering Institute  
of the  
American Society of Civil Engineers  
1801 Alexander Bell Drive  
Reston, VA 20191  
www.seiinstitute.org

# خطوات التصميم الانشائي لجدار من الطابوق باستخدام المواصفات القياسية البريطانية BS 5628: 1. تحديد مقاومة الانضغاط للوحدة البنائية ( الطابوقة ) من الجدول.

In BS 187, units are classified in terms of a Strength Class as shown in Table 2.1.

Designation	Class	Compressive strength (N/mm <sup>2</sup> )
Facing brick or Common brick	2	
Facing brick or Load-bearing brick	3	20.5
	4	27.5
	5	34.5
	6	41.5
	7	48.5

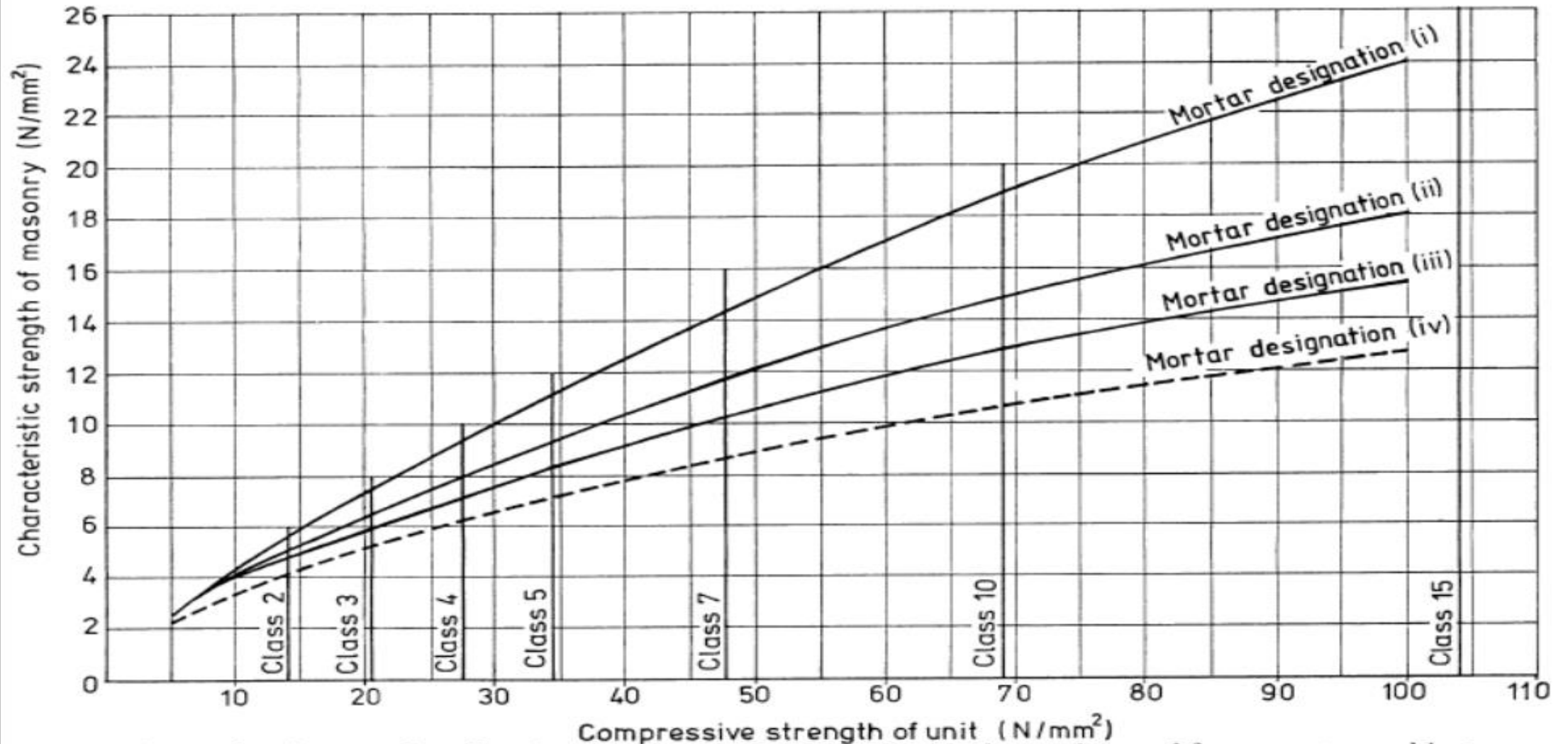
## 2. تحديد نوع ومقاومة الانضغاط للمادة الرابطة:

Table 1. Requirements for mortar						
	Mortar designation	Type of mortar (proportion by volume)			Mean compressive strength at 28 days	
		Cement : lime : sand	Masonry cement : sand	Cement : sand with plasticizer	Preliminary (laboratory) tests	Site tests
Increasing strength  Increasing ability to accommodate movement, e.g. due to settlement, temperature and moisture changes 	(i)	1 : 0 to ¼ : 3	—	—	N/mm <sup>2</sup> 16.0	N/mm <sup>2</sup> 11.0
	(ii)	1 : ½ : 4 to 4¼	1 : 2 ½ to 3 ½	1 : 3 to 4	6.5	4.5
	(iii)	1 : 1 : 5 to 6	1 : 4 to 5	1 : 5 to 6	3.6	2.5
	(iv)	1 : 2 : 8 to 9	1 : 5 ½ : 6 ½	1 : 7 to 8	1.5	1.0
<i>Direction of change in properties is shown by the arrows</i>		Increasing resistance to frost attack during construction  Improvement in bond and consequent resistance to rain penetration 				

3. حساب مقاومة الانضغاط للبناء بالاعتماد على مقاومة الوحدة البنائية والمادة الرابطة من الجدول أو من المخطط:

(a) Constructed with standard format bricks									
Mortar designation	Compressive strength of unit (N/mm <sup>2</sup> )								
	5	10	15	20	27.5	35	50	70	100
(i)	2.5	4.4	6.0	7.4	9.2	11.4	15.0	19.2	24.0
(ii)	2.5	4.2	5.3	6.4	7.9	9.4	12.2	15.1	18.2
(iii)	2.5	4.1	5.0	5.8	7.1	8.5	10.6	13.1	15.5
(iv)	2.2	3.5	4.4	5.2	6.2	7.3	9.0	10.8	12.7





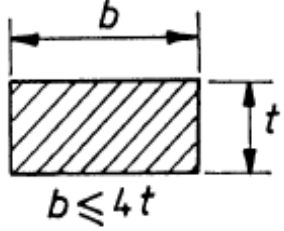
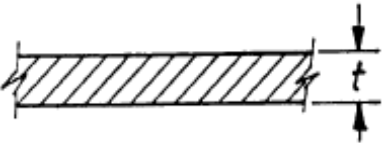
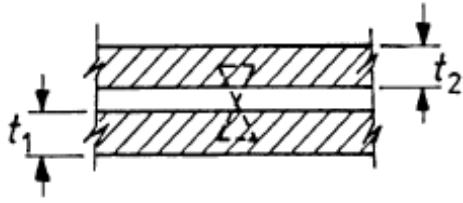
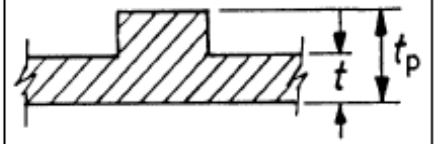
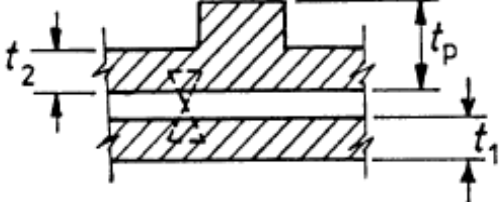
Interpolation for classes of loadbearing bricks not shown on the graph may be used for average crushing strengths intermediate between those given on the graph, as described in clause 10 of BS 3921 : 1974 and clause 7 of BS 187 : 1978.

**Figure 1(a) — Characteristic compressive strength of brick masonry,  $f_k$  (see Table 2(a))**

4. تقسيم مقاومة الانضغاط على معامل الأمان الجزئي الذي يحسب من الجدول:  
تعتمد قيمة هذا المعامل على:
1. كفاءة السيطرة النوعية لا نتاج المواد و 2. كفاءة الإشراف على تنفيذ العمل.

<b>Table 4. Partial safety factors for material strength, <math>\gamma_m</math></b>			
		<b>Category of construction control</b>	
		<b>Special</b>	<b>Normal</b>
<b>Category of manufacturing control of structural units</b>	<b>Special</b>	2.5	3.1
	<b>Normal</b>	2.8	3.5

## 5. حساب السمك المؤثر للجدار (أو العمود):

Column	Single-leaf wall	Cavity wall	Walls stiffened by piers	
			Single-leaf	Cavity
<i>Plan shapes</i>				
				
<i>Effective thickness</i>				
<i>t</i> or <i>b</i> , depending on direction of bending	<i>t</i>	the greatest of (a) $\frac{2}{3} (t_1 + t_2)$ or (b) $t_1$ or (c) $t_2$	$t \times k$  where <i>K</i> is the stiffness coefficient from Table 5	the greatest of (a) $\frac{2}{3} (t_1 + Kt_2)$ or (b) $t_1$ or (c) $Kt_2$
<b>Figure 3 — Effective thickness of columns and walls</b>				

قيمة K المستخدمة في حساب السمك المؤثر تحسب من الجدول أدناه:

<b>Table 5. Stiffness coefficient for walls stiffened by piers</b>			
<b>Ratio of pier spacing (centre to centre) to pier width</b>	<b>Ratio <math>t_p/t</math> of pier thickness to actual thickness of wall to which it is bonded</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	1.0	1.4	2.0
<b>10</b>	1.0	1.2	1.4
<b>20</b>	1.0	1.0	1.0
<b>NOTE. Linear interpolation between the values given in table 5 is permissible, but not extrapolation outside the limits given.</b>			

## 6. حساب الارتفاع المؤثر:

أ- للجدران:

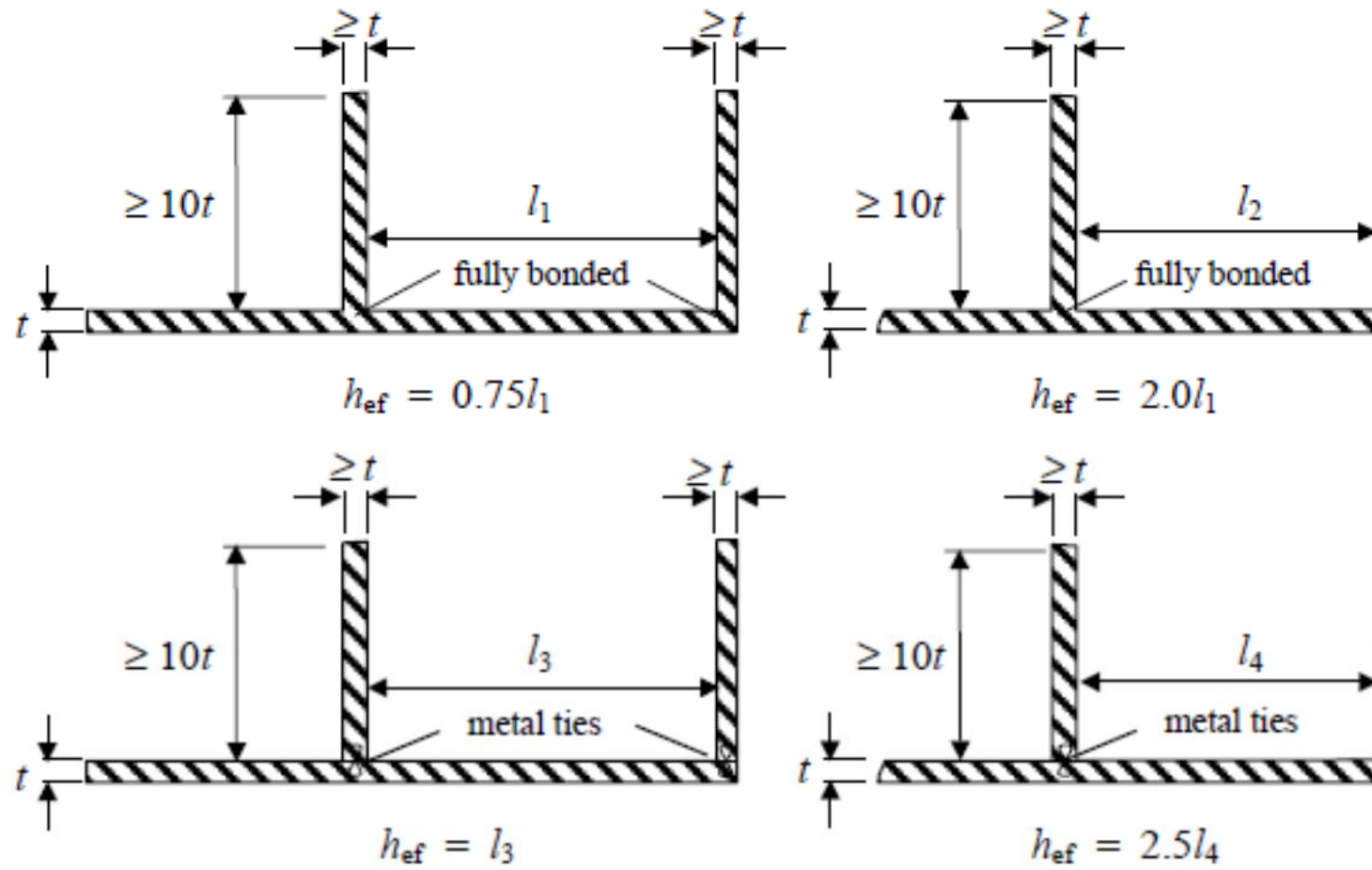
1. الارتفاع المؤثر = 0.75 من المسافة الصافية بين المساند الجانبية التي تحسن مقاومة الحركة الجانبية.
2. الارتفاع المؤثر = المسافة الصافية بين المساند الجانبية التي توفر إسناد بسيط.

ب- للأعمدة:

الارتفاع المؤثر = المسافة بين المساند الجانبية، أو

= 2 × ارتفاع العمود في للاتجاه الذي لا توجد فيه مساند جانبية.

## 7. الطول المؤثر:

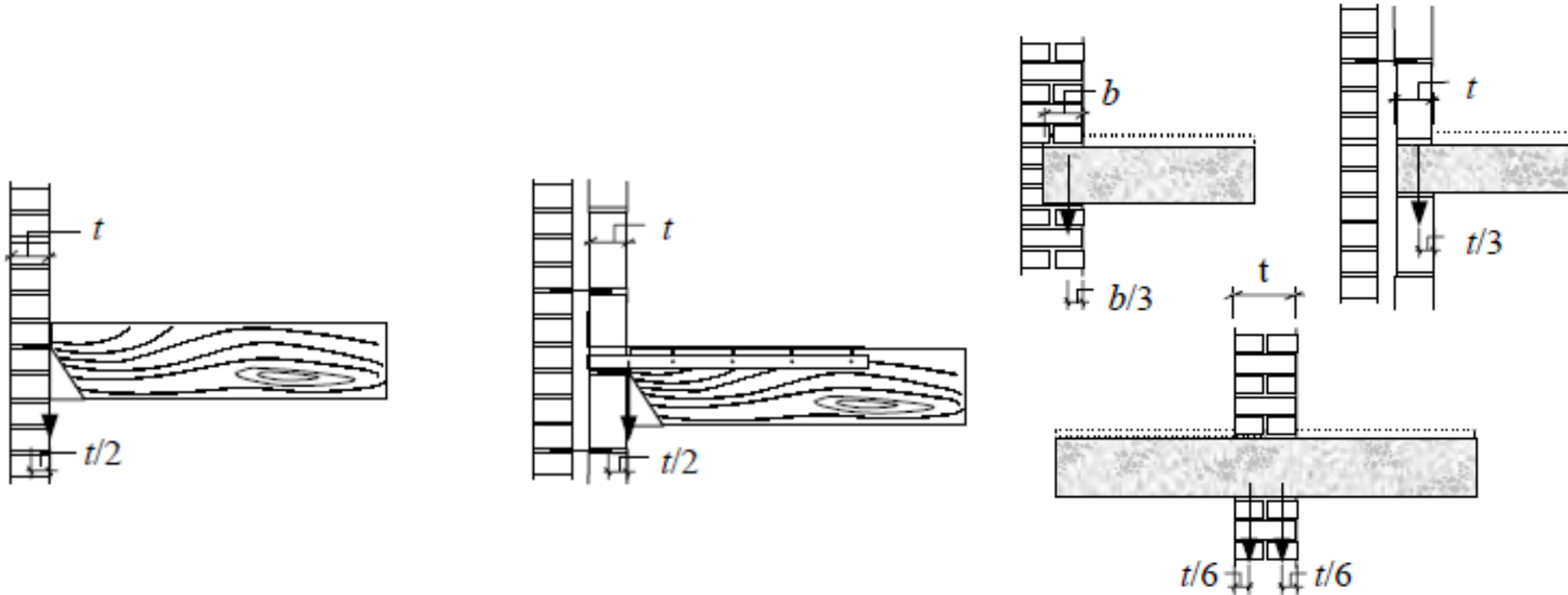


## 8. حساب نسبة النحافة:

- نسبة النحافة هي النسبة بين الارتفاع المؤثر أو الطول المؤثر للجدار ( أو العمود) الى السمك المؤثر له.
- حسب المواصفة BS 5628 فإن نسبة النحافة يجب أن لا تتجاوز 27، اما في الجدران بسمك 90 ملم وللبناء بطابقين فيجب أن لا تتجاوز 20.

## 9. حساب اللامركزية للحمل المسلط:

- يتم حساب مقدار اللامركزية للحمل المسلط من معرفة بعد محصلة ذلك الحمل عن مركز الجدار.





10. حساب معامل خفض المقاومة  $\beta$  نتيجة التأثير المشترك للنحافة ولعدم مركزية الحمل المسلط من الجدول التالي:

Table 7. Capacity reduction factor, $\beta$				
Slender- ness ratio $h_{ef}/t_{ef}$	Eccentricity at top of wall, $e_x$			
	Up to $0.05t$ (see note 1)	$0.1t$	$0.2t$	$0.3t$
0	1.00	0.88	0.66	0.44
6	1.00	0.88	0.66	0.44
8	1.00	0.88	0.66	0.44
10	0.97	0.88	0.66	0.44
12	0.93	0.87	0.66	0.44
14	0.89	0.83	0.66	0.44
16	0.83	0.77	0.64	0.44
18	0.77	0.70	0.57	0.44
20	0.70	0.64	0.51	0.37
22	0.62	0.56	0.43	0.30
24	0.53	0.47	0.34	
26	0.45	0.38		
27	0.40	0.33		

NOTE 1. It is not necessary to consider the effects of eccentricities up to and including  $0.05t$ .

NOTE 2. Linear interpolation between eccentricities and slenderness ratios is permitted.

NOTE 3. The derivation of  $\beta$  is given in Appendix B.

• التحمل التصميمي للجدار لكل متر طول =  $\frac{\beta \times t \times f_k}{\gamma_m}$

• حيث  $t$  سمك الجدار

•  $f_k$  مقاومة الانضغاط للجدار

•  $\gamma_m$  معامل خفض المقاومة

• يجب أن يكون الحمل المسلط لكل متر من طول الجدار (مضروباً بمعاملات الأمان) أقل من

التحمل التصميمي للجدار.

## تحمل الشد للجدران:

- لا يتم أخذ مقاومة الشد للجدران غير المسلحة بنظر الاعتبار، لأن مقاومة الشد تكون ضئيلة.
- لهذا يراعى عند التصميم أن لا يتعرض الجدار الى قوى شد تؤثر في سلامته، أو أن يعتبر الجزء المعرض للشد غير فعال.

تحمل القص للجدران:

- عند تعرض الجدار الى قوى أفقية في مستوى الجدار فإن إجهاد القص سيؤثر على المفصل الأفقي.
- عندما يتم استخدام مونة بنسبة خلط 1 السمنت : 5 الرمل فإن إجهاد القص المسموح يكون:

إجهاد القص المسموح ( ميكاباسكال )	الحمل الميت العمودي ( ميكاباسكال )
0.1	0
0.5	2.5

## ب- متطلبات التصميم غير الإنشائية:

• قد لا يكون مقدار تحمل الجدار هو الأساس في اختيار سمك الجدار المطلوب بل قد تحدده متطلبات غير إنشائية.

• هذه المتطلبات غير الإنشائية تشمل:

1. العزل الحراري.

2. مقاومة الحريق.

3. العزل الصوتي.

4. اختراق الرطوبة.

## 1. العزل الحراري:

• إن الهدف من العزل الحراري في الأبنية هو ضمن الأغراض التالية:

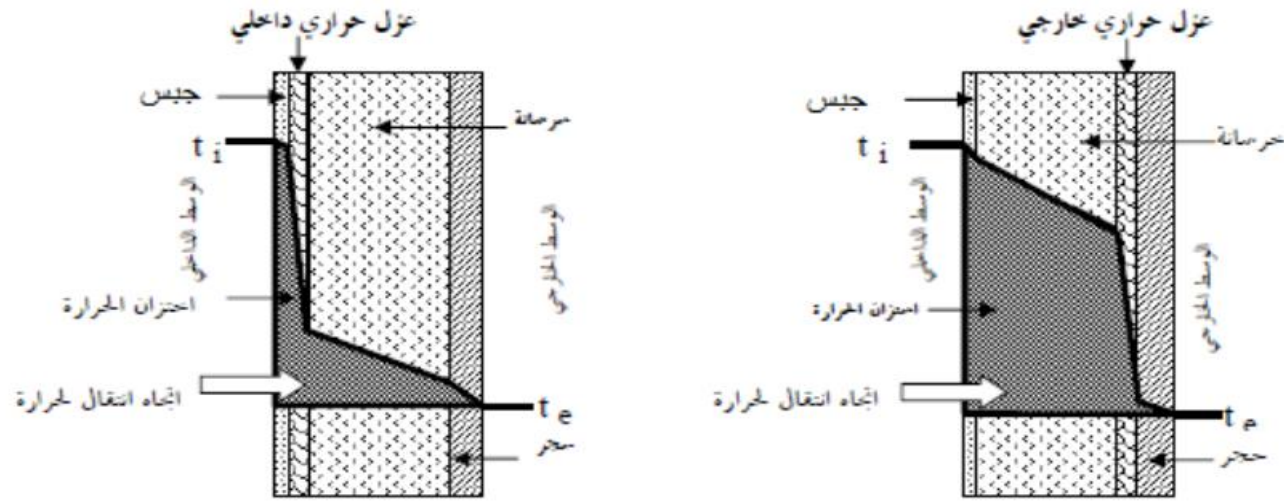
1. تقليل تسرب الحرارة الى خارج الأبنية عند تدفئتها.

2. تقليل تسرب الحرارة الى داخل الأبنية عند تبريدها.

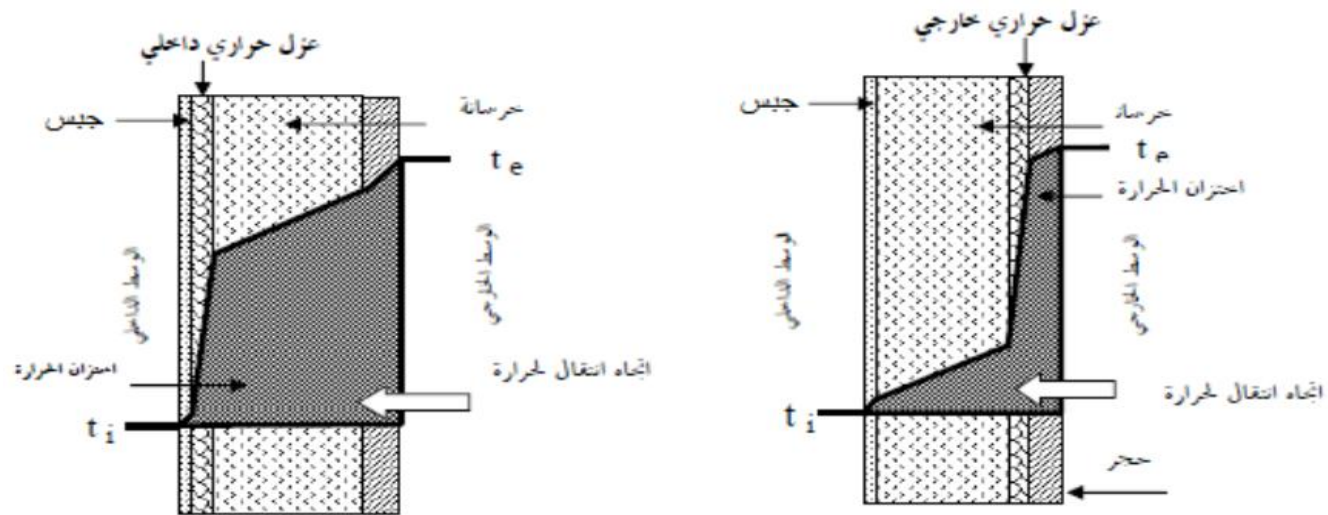
3. منع تكثيف البخار داخل الأبنية.

4. تقليل تمدد وتقلص المنشآت.

شتاءً (حالة التدفئة)



صيفاً (حالة التكييف)



- إن مقياس العزل الحراري يسمى معامل النقل الحراري (U Thermal transmittance) وتقاس بوحدة ( واط لكل متر مربع من السطح لكل درجة مئوية).
- وهو مقياس قابلية الجدار أو السقف لتسريب الحرارة بين داخل وخارج المبنى.
- كلما زادت قيمة U كلما زاد مقدار الحرارة المتسربة.
- مقدار الحرارة المتسربة يحسب من:  $Q = U \times A \times \Delta T$
- حيث A: مساحة الجدار أو السقف و  $\Delta T$ : الفرق بدرجة الحرارة بين جانبي الجدار أو السقف.
- تحدد بعض أنظمة العزل الحراري قيمة U ب 1.7 للجدران و 1.42 للسقوف.



• على سبيل المثال لجدار مجوف مكون من ورقة خارجية بسمك نصف طبوقة مع تجويف غير مهوى وورقة داخلية من خرسانة خفيفة الوزن مع الأنهاء من الداخل تكون قيمة U مساوية الى **1.00 واط لكل متر مربع لكل درجة مئوية**. لذا يكون هذا الجدار جيد من ناحية العزل الحراري.

• في حين لجدار بسمك طبوقة واحدة مع الأنهاء من الجهتين تكون قيمة U بحدود **2.00 واط لكل متر مربع لكل درجة مئوية**، وبالتالي فهو لا يعتبر عازل جيد للحرارة.

- أن قيمة  $U$  لجدار أو أرضية تعتمد على معامل التوصيل الحراري للمادة (thermal conductivity) والذي يرمز له  $K$  ويقاس بالسعرة الحرارية لكل متر مربع من السطح تحت تأثير الفرق في درجة الحرارة بين وجهي السطح في زمن مقداره ساعة واحدة عندما يكون سمك السطح 1.0 متر.
- هذا يعني انه كلما زادت قيمة  $K$  فإن قيمة  $U$  تزداد أيضا.
- أن قيمة معامل التوصيل الحراري  $K$  لمادة ما تتأثر برطوبة ومسامية وكثافة ودرجة حرارة تلك المادة.
- وحيث أن قيمة  $U$  تعتمد على قيمة  $K$  فإنها تتأثر بنفس هذه العوامل مضافا لها سمك المادة أو الجدار، فكلما زاد سمك الجدار أدى ذلك الى نقصان قيمة  $U$ .

## قيم معامل التوصيل الحراري K لعدد من المواد

Material	Thermal Conductivity (W/m.K)
Air <sup>(1)</sup> pg 6-184	0.0262
Ethanol <sup>(1)</sup> pg 6-186	0.167
Aluminum alloy 360 <sup>(1)</sup> pg 12-211	150
Brick <sup>(2)</sup> table 2-382	0.72
Carbon Dioxide <sup>(1)</sup> pg 6-184	0.0168
Copper <sup>(1)</sup> pg 12-21	390
Cotton <sup>(2)</sup> table 2-382	0.06
Diamond <sup>(2)</sup> table 2-382	2300
Glass wool <sup>(1)</sup> pg 12-203	0.005
Granite <sup>(2)</sup> table 2-382	2.79
Ice <sup>(1)</sup> pg 12-202	2.2
Lead <sup>(1)</sup> pg 12-198	35.3
Limestone or Marble <sup>(1)</sup> pg 12-204	1.0
Paper <sup>(2)</sup> table 2-382	0.011
Rubber <sup>(2)</sup> table 2-382	0.2
Salt <sup>(2)</sup> table 2-382	7.1
Sawdust <sup>(1)</sup> pg 12-204	0.06
Silica <sup>(2)</sup> table 2-382	1.3
Sand <sup>(1)</sup> pg 12-204	.33
Soil (dry) <sup>(2)</sup> table 2-382	0.52
Steel (stainless) <sup>(1)</sup> pg 12-211	15
Water <sup>(1)</sup> pg 6-2	0.6

<b>TYPICAL THERMAL CONDUCTIVITY OF BUILDING MATERIALS: STRUCTURAL AND FINISHING MATERIALS</b> <small>(Always check manufacturer's details - variation will occur depending on product and nature of materials)</small>	<b>THERMAL CONDUCTIVITY (W/mK)</b>
Acoustic plasterboard	0.25
Aerated concrete slab (500kg/m <sup>3</sup> )	0.16
Aluminium	237
Asphalt (1700kg/m <sup>3</sup> )	0.50
Bitumen-impregnated fibreboard	0.05
Brickwork (outer leaf 1700kg/m <sup>3</sup> )	0.84
Brickwork (inner leaf 1700kg/m <sup>3</sup> )	0.62
Dense aggregate concrete block 1800 kg/m <sup>3</sup> (exposed)	1.21
Dense aggregate concrete block 1800 kg/m <sup>3</sup> (protected)	1.13
Calcium silicate board (600 kg/m <sup>3</sup> )	0.17
Concrete general	1.28
Cast concrete (heavyweight 2300 kg/m <sup>3</sup> )	1.63
Cast concrete (dense 2100 kg/m <sup>3</sup> typical floor)	1.40
Cast concrete (dense 2000 kg/m <sup>3</sup> typical floor)	1.13
Cast concrete (medium 1400 kg/m <sup>3</sup> )	0.51
Cast concrete (lightweight 1200 kg/m <sup>3</sup> )	0.38
Cast concrete (lightweight 600 kg/m <sup>3</sup> )	0.19
Concrete slab (aerated 500kg/m <sup>3</sup> )	0.16
Copper	390
External render sand/cement finish	1.00
External render (1300 kg/m <sup>3</sup> )	0.50
Felt - Bitumen layers (1700kg/m <sup>3</sup> )	0.50
Fibreboard (300 kg/m <sup>3</sup> )	0.06
Glass	0.93
Marble	3
Metal tray used in wiggly tin concrete floors (7800 kg/m <sup>3</sup> )	50.00
Mortar (1750 kg/m <sup>3</sup> )	0.80
Oriented strand board	0.13
Outer leaf brick	0.77
Plasterboard	0.21
Plaster dense (1300 kg/m <sup>3</sup> )	0.50
Plaster lightweight (600 kg/m <sup>3</sup> )	0.16
Plywood (950 kg/m <sup>3</sup> )	0.16
Prefabricated timber wall panels (check manufacturer)	0.12
Screed (1200kg/m <sup>3</sup> )	0.41
Stone chippings (1800 kg/m <sup>3</sup> )	0.96
Tile hanging (1900 kg/m <sup>3</sup> )	0.84
Timber (650 kg/m <sup>3</sup> )	0.14
Timber flooring (650 kg/m <sup>3</sup> )	0.14
Timber rafters	0.13
Timber roof or floor joists	0.13
Roof tile (1900kg/m <sup>3</sup> )	0.84
Timber blocks (650 kg/m <sup>3</sup> )	0.14
Web of I stud timber	0.15
Wood wool slab (500kg/m <sup>3</sup> )	0.10
Cellular glass	0.038-0.050
Expanded polystyrene	0.030-0.038
Expanded polystyrene slab (25 kg/m <sup>3</sup> )	0.035
Extruded polystyrene	0.029-0.039
Glass mineral wool	0.031-0.044
Mineral quilt (12 kg/m <sup>3</sup> )	0.040
Mineral wool slab (25 kg/m <sup>3</sup> )	0.035
Phenolic foam	0.021-0.024
Polyisocyanurate	0.022-0.028
Polyurethane	0.022 -0.028
Rigid polyurethane	0.022-0.028
Rock mineral wool	0.034 -0.042

## كمية الحرارة المتحررة عن جسم الإنسان حسب نوع النشاط المبذول

كمية الحرارة المتحررة (واط/شخص)	نوع النشاط
٧٠	النوم
١٣٠-١٦٠	الجلوس مع حركة خفيفة
١٦٠-١٩٠	الوقوف مع عمل خفيف
١٩٠-٢٣٠	الجلوس مع حركة كثيفة
٢٣٠-٢٩٠	الوقوف مع عمل معتدل وحركة خفيفة
٢٩٠-٤١٠	المشي مع حمل أو رفع أشياء خفيفة
٤٤٠-٥٨٠	عمل كثيف متقطع
٥٨٠-٧٠٠	عمل شاق محتمل
١١٠٠	عمل شاق بأقصى حد لمدة ٣٠ دقيقة
القيم أعلاه هي قيم متوسطة من عدة مصادر وهي تشمل مجموع الحرارة المحسوسة و الكامنة	

## 2. مقاومة الحريق:

- يجب أن يكون لكل بناء مقاومة للحريق.
- تقاس هذه المقاومة بعدد ساعات مقاومة الحريق دون أن يحدث انهيار يؤدي الى أضرار في الأرواح، أو لا يمكن معه الإنقاذ والسيطرة على الحريق.
- تعتمد قيمة مقاومة الحريق على نوع البناء وأهميته.
- فمثلا تتطلب بعض أنظمة البناء أن يكون للطابق الأرضي من البناء أو الطوابق العليا للدور التي لا تزيد عن 3 طوابق مقاومة للحريق لا تقل عن نصف ساعة.
- وأن تكون مقاومة الحريق للسرداب تحت الأرض في الدور لا تقل عن ساعة واحدة.

• إن التجارب على الجدران المحملة قد بينت ما يلي:

مقاومة الحريق (ساعة)	نوع البناء
2	جدار من الطابوق بسمك 100 ملم بدون إنهاء
4	جدار طابوق بسمك 100 ملم مع إنهاء من الوجين بالبياض بالحصص مع مادة عازلة
6	جدار طابوق بسمك 215 ملم بدون إنهاء

• للجدار الخرسانية مقاومة للحريق تقارب تلك للجدران الطابوقية.

### 3. العزل الصوتي:

- يجب أن تتصف الأبنية الحديثة بقدرتها على توفير عزل صوتي مناسب لتوفير شروط أفضل من الناحية الصحية والإنتاجية.
- ينتقل الصوت أما عن طريق أجزاء المنشأ نفسه أو من خلال الهواء الى أرجاء المنشأ.
- نوع العزل الصوتي المناسب لمنشأ ما يعتمد على نوع ووظيفة ذلك المنشأ.
- فمثلا قاعات الموسيقى لها متطلبات تختلف عن متطلبات دور السكن أو قاعات المطالعة.
- إن معالجة العزل الصوتي هو إختصاص دقيق في علم الصوت ولكن من الضروري إيراد بعض المعلومات العامة عن العزل في الأبنية.



- يجب أن تكون الجدران الفاصلة بين بنائين مستقلين ( أي الجدار الفاصل بين شقتين سكنيتين أو قاعتين دراسيتين) وكذلك بين غرف السكن أن تكون ذات عزل جيد للصوت.
- يمكن خفض منسوب الضجيج المنقول لبناء ما عن طريق إحاطته بجدران خارجية مع سقف جيد العزل.
- إن مقدار ذلك العزل يعتمد على استمرارية الغلاف وعلى العزل الصوتي الذي توفره الجدران المجوفة.
- الجدران المجوفة بسمك 250 ملم يمكن أن تخفض من الصوت ما مقداره 45- 55 ديسيبل ( وهي وحدة قياس شدة الصوت).
- النافذة بطبقة واحدة من الزجاج تخفض الصوت بمقدار 20- 25 ديسيبل.
- النافذة ذات طبقتين من الزجاج يكون العزل الصوتي لها مقارب للجدار من الطابوق.
- عندما تكون النافذة مفتوحة فإن خفض الصوت يكون بمقدار 10 ديسيبل فقط.

- الجدران الفاصلة المشتركة بين الغرف بسمك طابوقة واحدة مع إنهاء وجهي الجدار بحيث يكون وزن الجدار مع الأنهاء 425 كغم/متر مكعب على الأقل يعتبر تعتبر عازل مناسب.
- القواطع الداخلية الداخلية المنفذة من الواح البياض ذات لب خلوي او الواح بياض مركبة على جهتي هيكل مجوف ذو سمك 50 – 75 ملم تكون غير مناسبة للعزل الصوتي بين الغرف لأنها تخفض الصوت بحدود 30 ديسيبل.
- القواطع المنفذة من الطابوق او الكتل المنهاء من الوجهين وتزن 75 – 150 كغم/متر مكعب توفر خفض بالصوت 35 – 40 ديسيبل لذا تكون مناسبة أكثر.
- يعتبر تغليف الجدران احد طرق زيادة العزل الصوتي.
- تزداد كفاءة العزل الصوتي للأكساء عندما تكون طبقة الأكساء مفصولة عن الجدار بحاجز هوائي بسمك مناسب، مع أقل ما يمكن من نقاط الأتصال.

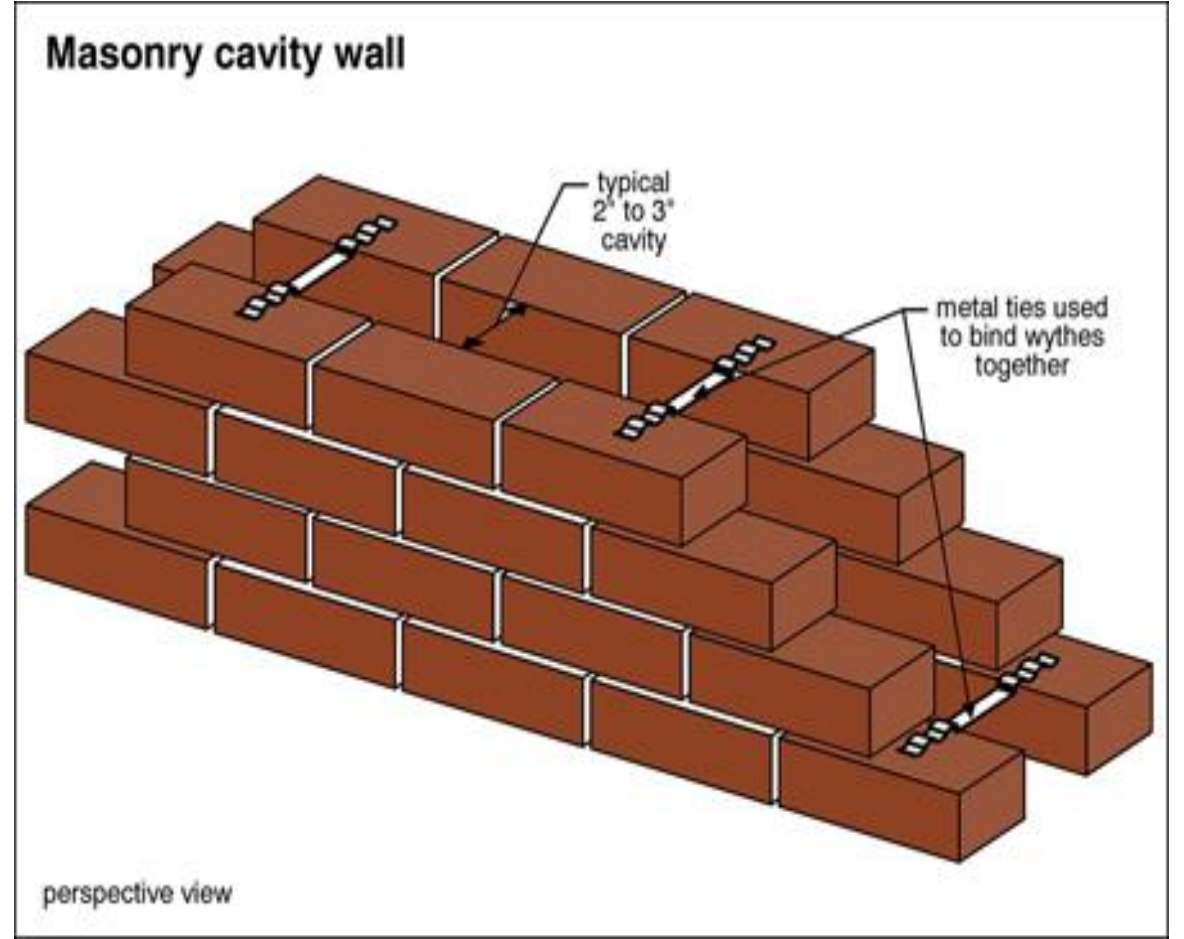
## 4. اختراق الرطوبة:

- ان اختراق الرطوبة من المشاكل المهمة التي يجب معالجتها في الأبنية، وتحصل نتيجة الأسباب التالية:
  1. يمكن ان تصعد الرطوبة للجدار من الأسس او تنزل من السقوف وفي هذه الحالات ليس لسماك الجدار تأثير على حركة الرطوبة.
  2. يمكن للرطوبة أيضا أن تخترق الجدار جانبيا من الخارج الى الداخل أثناء الأمطار، وفي هذه الحالة فإن لسماك الجدار ونوعيته تأثير على مقدار هذه الرطوبة. وتكون الجدران الخارجية المواجهة للرياح السائدة معرضة أكثر من غيرها لإختراق الرطوبة.
  3. التنفيذ الخاطيء أو الخلل في عمل أحد مرازيب مياه الأمطار فيكون سببا لتسرب المياه الى وجه الجدار.
  4. يمكن أيضا أن تخترق مياه الأمطار الجدران من مفاصل البناء رديئة التنفيذ.
  5. من خلال المسامات الشعرية بين المادة الرابطة والوحدة البنائية.



د. عبدالأمير عطاءالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

- عند تصميم الجدران الخارجية يجب أن تتوفر فيها مقاومة مقبولة لنفاذ مياه الأمطار.
- مثلا الجدار بسمك طابوقة واحدة لا يكون كافيا لمقاومة نفوذ مياه الأمطار الى داخل البناء في المناطق ذات الأمطار الغزيرة.
- في حين يكون مقاوما لنفوذ مياه الأمطار في المناطق ذات الأمطار المعتدلة وبالخصوص إذا كان ملبوخ من الخارج.
- الجدار المجوف المكون من ورقتين (طبقتين) بحيث يكون مجموع سمكهما يساوي طابوقة واحدة وبتجويف لا يقل عن 50 ملم يكون أكثر فاعلية في مقاومة نفوذ مياه الأمطار.



## الجدران المجوفة : Hollow or Cavity Walls

• تستعمل الجدران المجوفة في الحالات التالية:

1. لتحسين العزل الحراري.

2. زيادة مقاومة الجدار لنفاذ مياه الأمطار.

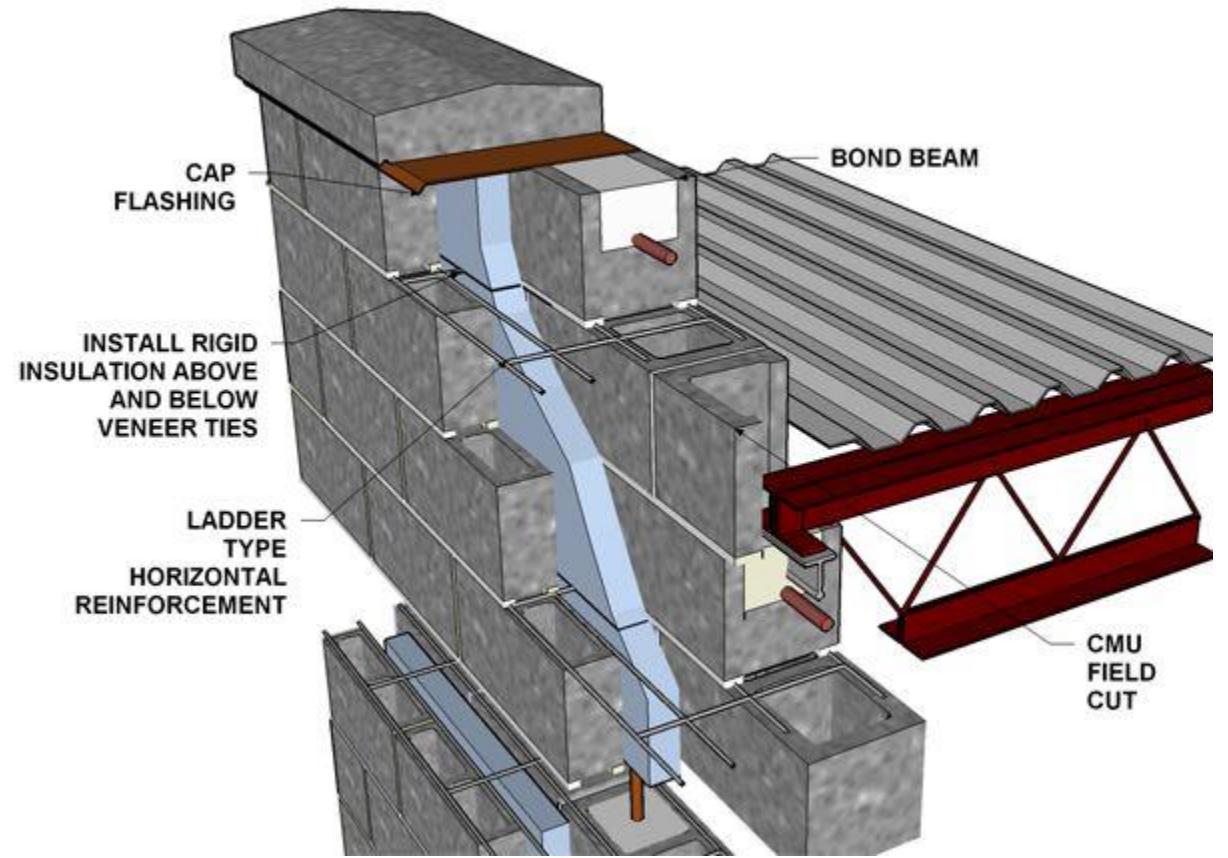
• يتكون الجدار المجوف من الورقتين الخارجية (القشرة) وداخلية، تفصل بينهما مسافة تكون إما فارغة أو تملأ بمادة عازلة.

• يفضل أن تترك المسافة الفاصلة بدون ملئ وذلك لكون الهواء ذو كفاءة جيدة في العزل الحراري ولإعاقة إنتقال الرطوبة بين الورقتين.

• تربط الرقة الخارجية مع الورقة الداخلية برباطات معدنية غير قابلة للصدأ من الفولاذ المغلون او غير القابل للصدأ او من البروبلين (بلاستيك)، وقد يكون الربط بالطابوق.







## • تنقل الأحمال في الجدران المجوفة بإحدى الحالتين:

1. بواسطة كلتا ورقتي الجدار، وفي هذه الحالة يجب أن يكون سمك كل منهما مناسباً.
  2. بواسطة الورقة الداخلية فقط، وفي هذه الحالة لا يحتسب سمك الورقة الخارجية عند حساب مقاومة الجدار. لكن سمك الورقة الخارجية قد يؤخذ بنظر الاعتبار عند حساب مقدار نحافة الجدار.
- تتكون الجدران المجوفة بأبسط أشكالها من ورقتين سمك كل منها نصف طابوقة أو سمك أي وحدة بناءية لا يقل عن 100 ملم.
  - يفصل بين الورقتين فراغ يتراوح عرضه بين 50 – 75 ملم.
  - تربط الورقتين بواسطة رباطات توضع بمسافات لا تزيد عن 450 ملم عمودياً ولا تزيد عن 900 ملم أفقياً.
  - تخفض المسافات الأفقية إلى 450 ملم عندما يكون عرض الفراغ 100-150 ملم.
  - يكون السافان العلويان في الجدران المجوفة بناءً غير مجوف وذلك لتأمين ربط ورقتي الجدار من الأعلى ولضمان توزيع الحمل على ورقتي الجدار.

- عند بناء جدار مجوف مباشرة فوق أساس خرساني فيتم ملئ الفراغ بين ورقتي الجدار بخرسانة ذات ركام بمقاس ناعم، لغاية طبقة مانع الرطوبة وذلك لتقوية الجدار المياه من التجمع بين ورقتي الجدار.
- يجب ان يتم انهاء وغلق حافات البناء المجوف عند فتحات الأبواب والشبابيك وذلك لتأمين الربط المناسب ولمنع دخول الرطوبة.
- يتم ترك فتحات صغيرة في الورقة الخارجية في مفصل الفرشة او في مفاصل البنيدات للساف الأول، بمسافات لا تتجاوز 1.5 متر لتأمين تسريب المياه المتجمعة والمتكثفة بين ورقتي الجدار. تكرر هذه الفتحات في الساف الأول فوق العتبات العليا أيضا.
- يجب عدم ترك المادة الرابطة تتكدس في الفراغ بين ورقتي الجدار المجوف لأن ذلك يؤدي الى إنتقال الرطوبة الى الورقة الداخلية. ويتم ضمان ذلك بوضع مسطرة خشبية بسمك يساوي عرض الفراغ اثناء البناء يتم رفعها باستمرار مع ارتفاع البناء.
- يجب أن يكون الفراغ مقفلا لأن تهويته تؤدي الى تقليل كفاءة العزل الحراري للجدار.

# الجدران الطابوقية المكساء بالطابوق:

• يتم أحيانا تغليف الجدران المبنية بالطابوق الأعتيادي بطابوق صقيل الوجه.

• في هذه الحالة يتم ربط طابوق التغليف بطابوق البناء بإحدى الطريقتين:

1. بواسطة الطابوق نفسه بجعل الطابوق على الرأس يمتد الى الجدار الخلفي. في هذه الحالة يكون

الربط جيدا ويتم احتساب سمك طابوق التغليف من ضمن سمك الجدار لغرض حساب المقاومة.

ويجب أن ينفذ التغليف خلال عملية بناء الجدار.

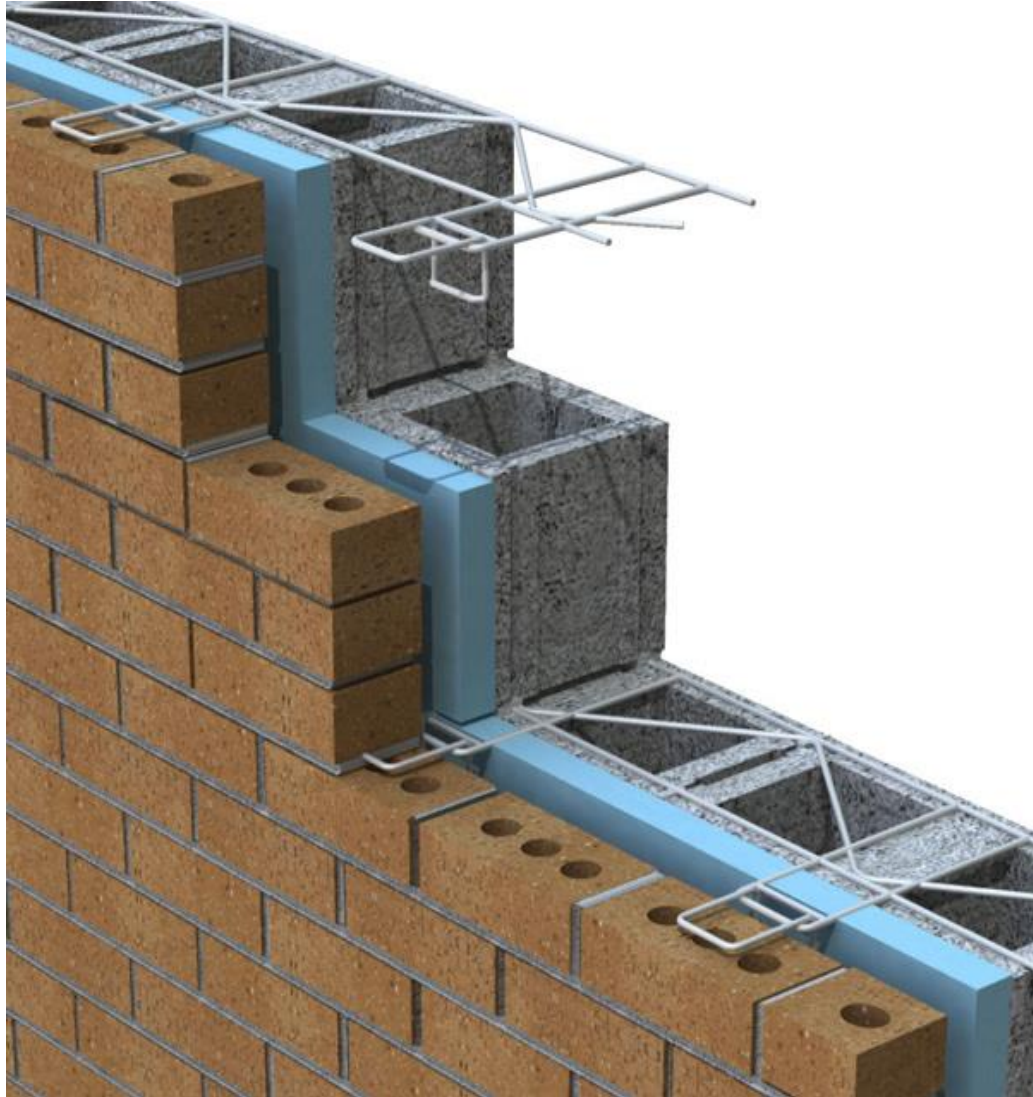
2. بواسطة رباطات معدنية مشابهة لتلك المستعملة في الجدران المجوفة. يجب ان لاتزيد المسافة

بين رباط وآخر عن 30سم عموديا و 60 سم افقيا. في هذه الحالة يكون الربط ضعيف لذا لا يتم

احتساب سمك طبقة التغليف لأغراض حساب مقاومة الجدار.

# الجدارن الطابوقية المسلحة Reinforced Brick walls:

- تكون مقاومة جدران الطابوق الأعتيادية جيدة لقوى الضغط، ولكنها ضعيفة جدا في مقاومة قوى الشد والقص وإجهادات الثني.
- يتم إستخدام قضبان الفولاذ steel bars لتسليح الجدران المبنية بالطابوق او الكتل لزيادة مقاومتها لقوى الشد والقص وإجهادات الثني.
- توضع قضبان التسليح افقيا في مفاصل الفرشة ويتم حقن مادة رابطة grout حولها لضمان ارتباطها بشكل جيد مع الوحدات البنائية.
- يمكن أيضا ان توضع قضبان التسليح بصورة شاقولية لزيادة تحمل الجدار لقوى الضغط.
- يمكن توفير مكان للقضبان الأفقية بأزالة نصف الطابوقة الوسطى لساف بأكمله في حالة كون سمك الجدار 1.5 طابوقة. حيث يلغى الربط على الرأس في هذا الساف.
- يمكن أيضا تنفيذ أعمدة مسلحة من الطابوق وذلك بوضع قضبان التسليح شاقوليا في التجاويف بنسبة لا تقل عن 0.5% ولا تزيد عن 4% من مساحة مقطع العمود التي يتم عملها بين الطابوق ويتم حقنه بالمونة السائلة grout. يجب ان لا يقل عدد القضبان عن 4 بقطر 12 ملم. وتربط هذه القضبان افقيا بقضبان بشكل حلقات مربعة او دائرية بمسافات مناسبة.





## ملاحظات حول الجدران الطابوقية المسلحة:

1. يجب أن تكون جميع الوحدات البنائية بوضع شاقولي.
2. تملأ المفاصل الأفقية والعمودية حول قضبان التسليح بمادة الحقن grout.
3. يجب ان لا يقل عرض المفصل العمودي الذي يوضع فيه التسليح عن 18 ملم.
4. يملأ المفصل بالحقن كلما أرتفع البناء مسافة لاتزيد عن 300 ملم.
5. يجب رج ورص الحقن حول قضبان التسليح.
6. يجب ان تكون قضبان التسليح الشاقولية مثبتة بشكل صحيح قبل بدء الحقن.
7. يتم تسليح الجدران في الأماكن المعرضة الى تأثير الانفجارات أو الهزات الأرضية وفي الجدران الخارجية المعرضة الى تباين كبير في درجات الحرارة.



## خطوات بناء الجدران الطابوقية:

1. تهيئة المواد الصالحة للعمل بعد إجراء الفحوصات اللازمة عليها حسب المواصفات القياسية لكل مادة. هذه المواد تشمل الطابوق او الكتل والمواد اللازمة لعمل المادة الرابطة والتي قد تكون: 1. قيمة السمنت، 2. قيمة السمنت والنورة، 3. قيمة الجص.
2. يغمر الطابوق بالماء (عدا عند استعمال الجص) وذلك: 1. لإزالة الغبار الذي يقلل التلاصق مع المادة الرابطة و 2. لتقليل امتصاص ماء مزجة المادة الرابطة.
3. يغسل موقع البناء لأزاله الأتربة والغبار.
4. يبدأ البناء بتحديد وضبط منسوب أرضية البناء بحيث يكون الساف الأول أفقيا في جميع البناء. ويستعمل لهذا الغرض جهاز التسوية أو قبان ذو فقاعة مع مسطرة بطول مناسب.

5. توضع قطع الأركان أولا وتربط من الخارج بخيط موتر ليكون كدليل لبقية الطابوق.
6. تفرش المادة الرابطة بحيث تملأ المفاصل الأفقية والعمودية في البناء. وعندما تكون المفاصل العمودية ضيقة يتم استخدام مادة رابطة بشكل سائل (شربت) يسكب في المفاصل.
7. يستمر البناء بنفس الأسلوب لبقية السوف، أي توضع قطع الأركان أولا ثم تربط بخيوط ويبني الساف بين الأركان.
8. يجب ضمان أن يكون الوجه الأعلى للطابوق الملاصق للفرشة أفقيا ويعين ذلك بواسطة القبان.
9. يجب ضمان أن يكون وجه الطابوق الظاهر بأستقامة واحدة ويعين بواسطة الخيط الموتر بين الأركان. الذي يحدد الحافة العليا للطابوقة.
10. التأكد من كون الأوجه الخارجية للجدران والأركان شاقولية ويحدد ذلك عند بناء الأركان باستعمال الشاقول.

## البناء بالكتل Block work:

- تتبع في البناء بالكتل نفس المبادئ الأساسية المعتمدة في البناء بالطابوق.
- توجد عدة ملاحظات تميز البناء بالكتل تتعلق بما يلي:

1. سمك الجدران.

2. الربط.

3. تفاصيل بنائية.

4. البناء تحت مستوى الأرضية.

5. المواد الرابطة.

6. خواص الكتل البنائية.

## 1. سمك الجدران:

- يبني الجدار بالسمك المطلوب والذي يكون مساويا لعرض كتلة واحدة عادة.
- يتم تحديد سمك الجدران المحملة حسب متطلبات إنشائية وغير إنشائية.
- يحدد السمك الأدنى للقواطع الداخلية غير المحملة بحيث يكون القاطع مستقرا من الناحية الإنشائية ولا يتأثر هو أو إنهاءاته بالاهتزازات الناتجة عن حركة الأبواب والشبابيك.
- حددت مدونة الممارسة البريطانية CP121 الحدود الدنيا لسمك القواطع كما يلي:

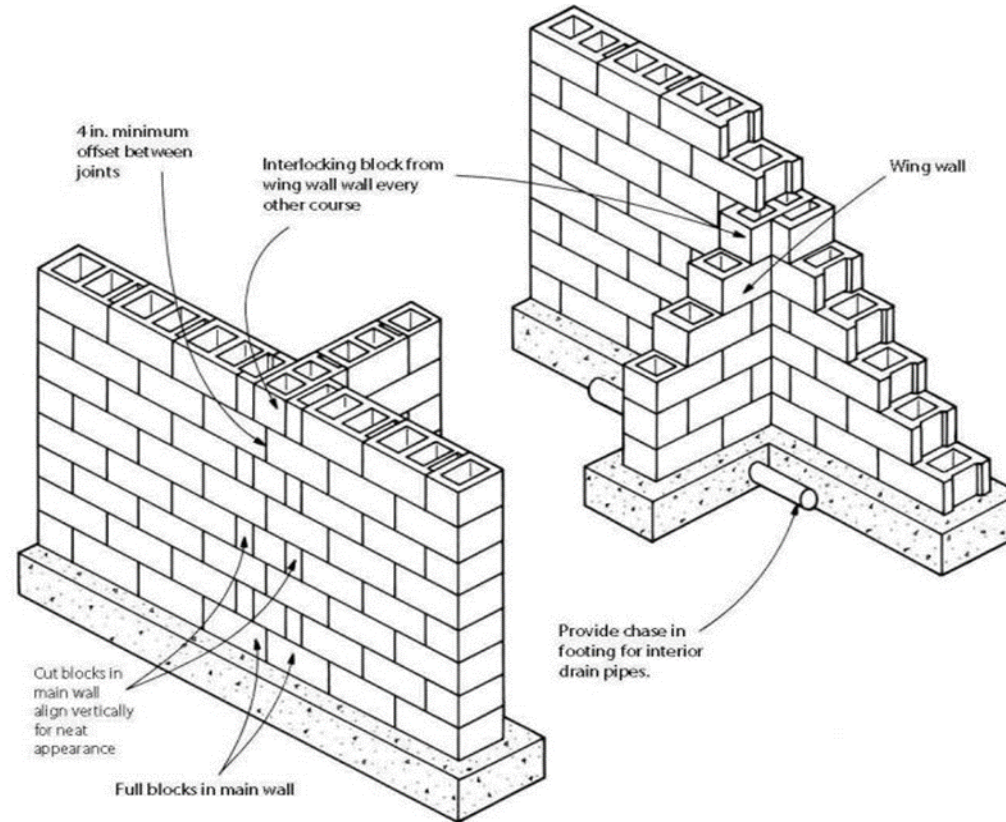
7.5	6.0	4.5	3.6	3.0	لغاية 2.4	الارتفاع أو الطول ( متر )
220	150	100	75	65	50	الحد الأدنى للسمك ( ملم )

- مثلا قاطع بسمك 75 ملم يكون كافيا لحمل سقف خشبي خفيف فقط.
- قاطع بسمك 100 ملم يكون كافيا لحمل أرضية واحدة وسقف خشبيين، إلا أن هذه البعد يكون غير كافيا لتحمل أرضيات وسقوف خرسانية او من العقادة.

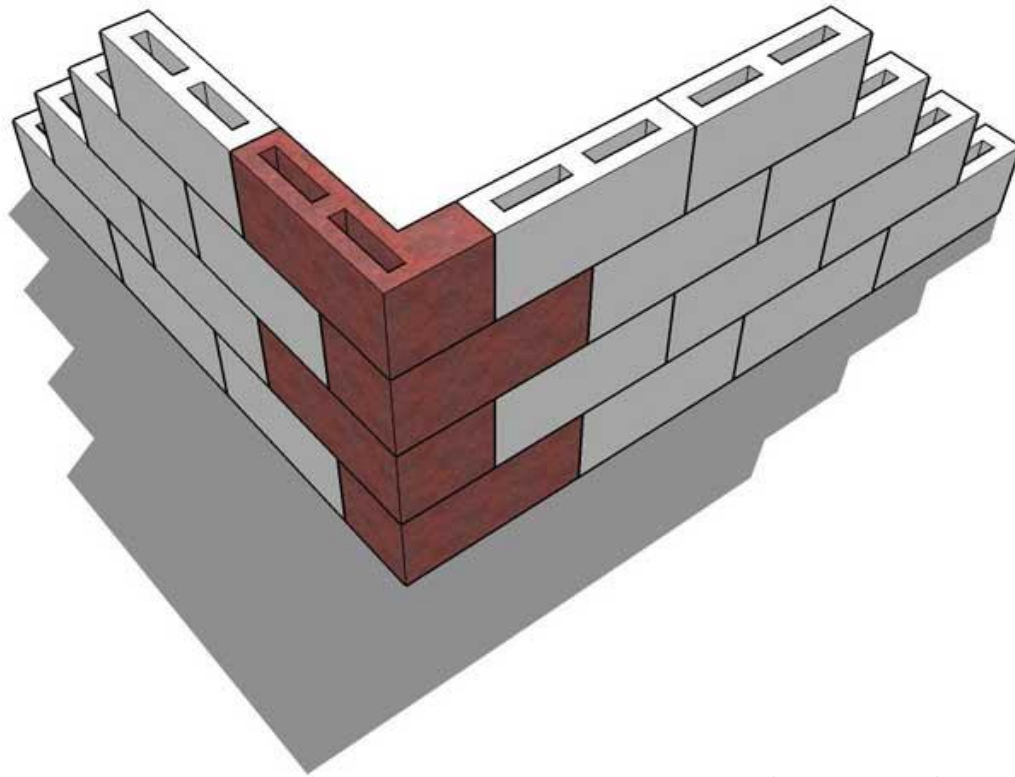
- عندما يكون سمك الجدار أكبر من عرض كتلة واحدة فيتم استخدام كتلتين مختلفتي العرض.
- فمثلا عندما يكون سمك الجدار 30 سم فتستخدم كتلتين الأولى بعرض 10 سم و الثانية بعرض 20 سم وبنفس الطول والارتفاع.
- يبني الساف الأول بوضع احدهما على الطول في وجه الجدار والثانية على الطول في ظهر الجدار، وفي الساف الثاني يكون الترتيب معكوسا وذلك لضمان الربط في سمك الجدار.

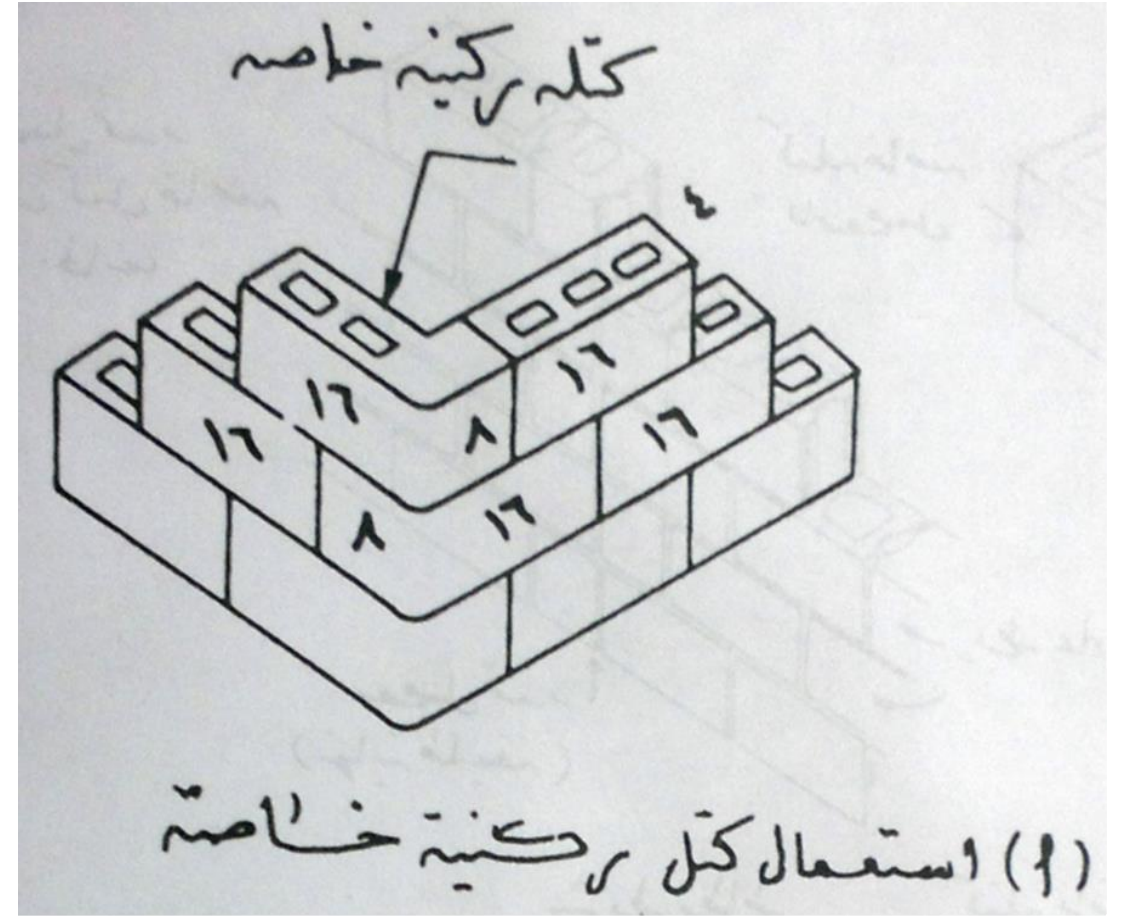
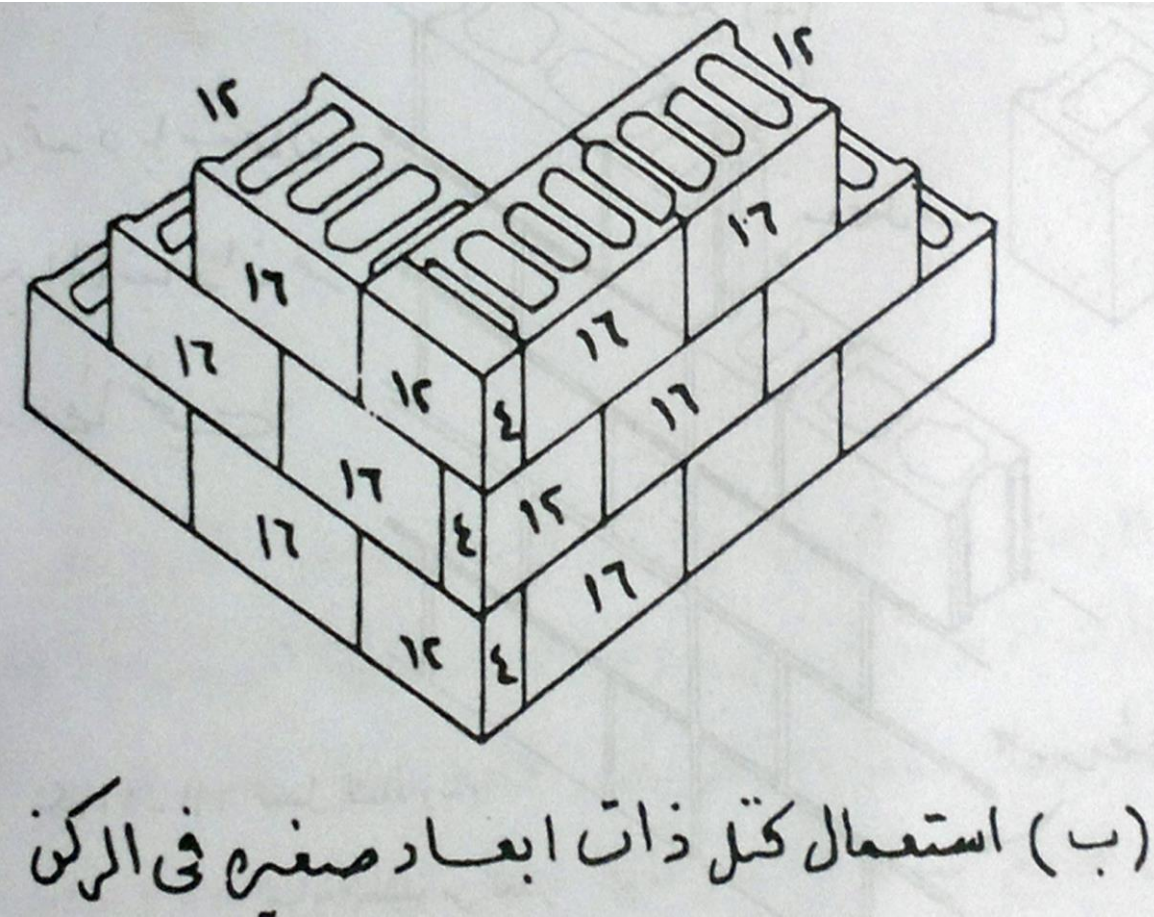
## 2. الربط:

- تبني جدران الكتل بالربط على الطول وتكون مسافة الحل مساوية الى نصف لطول السمي للكتلة ناقصا نصف سمك المفصل.
- في بداية بين ساف وآخر توضع كتلة بنصف الطول لضمان مسافة الحل.



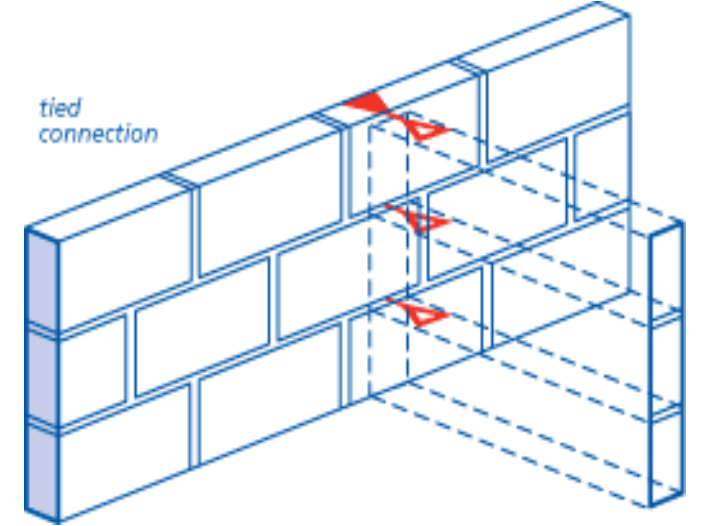
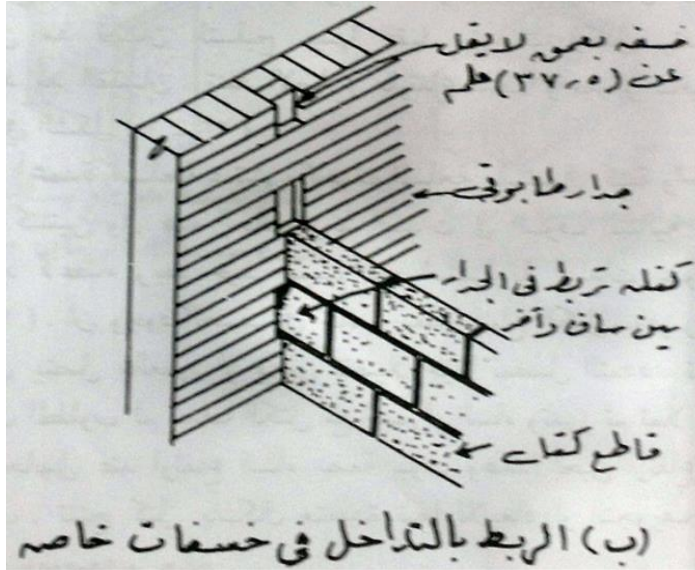
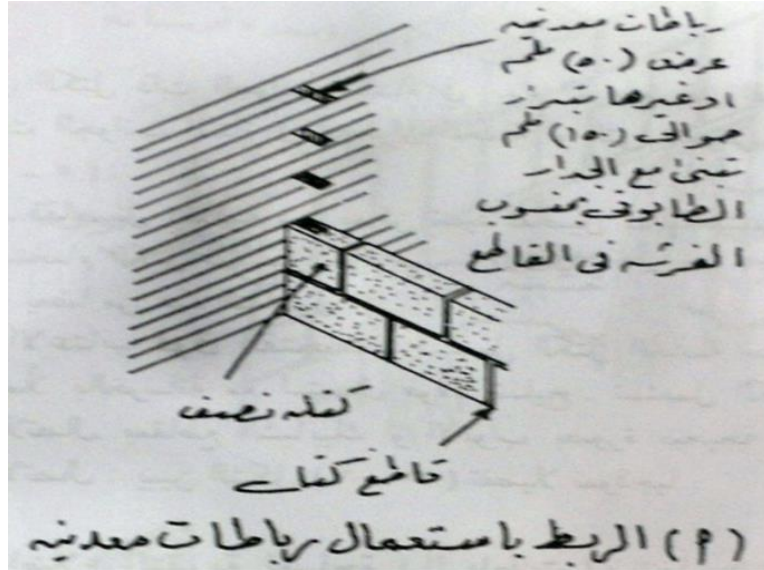
- عند التقاء جدارين بزاوية قائمة توضع كتلة على الطول في الساف الأول وأخرى على الرأس في الساف التالي وهكذا عندما يكون سمك الجدار بعرض كتلة واحدة ويساوي نصف الطول الإسمي للكتلة.
- إذا كان عرض الجدار خلاف ذلك تستخدم في الأركان قطع خاصة تسمى الكتل الركنية.







- عند التقاء قاطع مبني بالكتل بجدار طابوقي، يتم ربط القاطع الى الجدار بأحدى الطريقتين:  
 a. بإستعمال أحد أنواع الرباطات المعدنية أو البلاستيك كما في الجدران المجوفة.  
 b. بعمل خسفات ربط في الجدار الطابوقي.

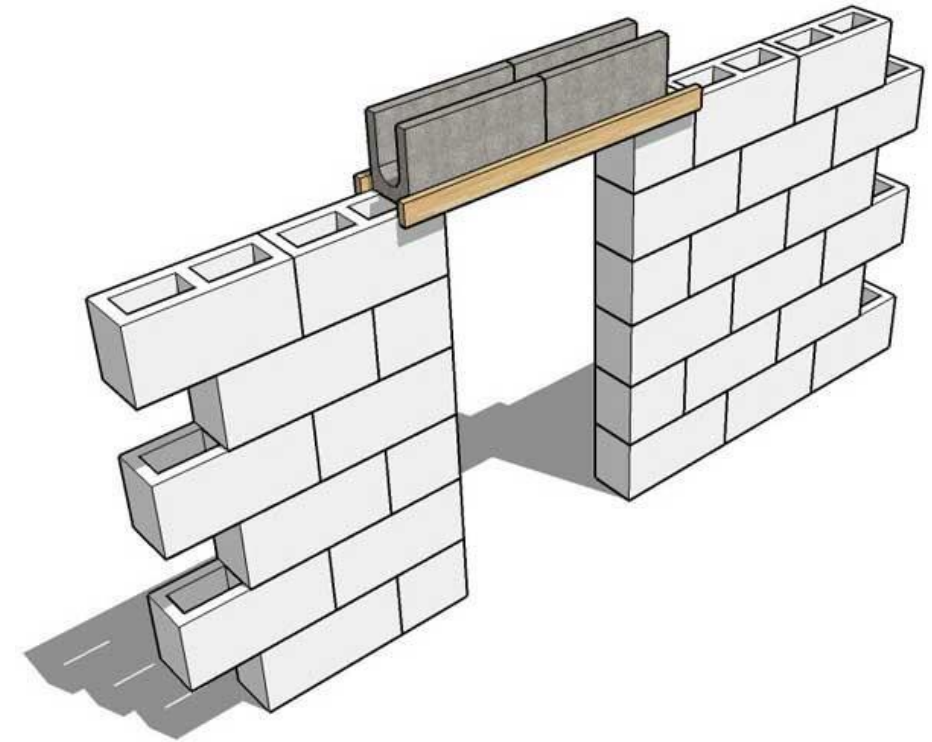
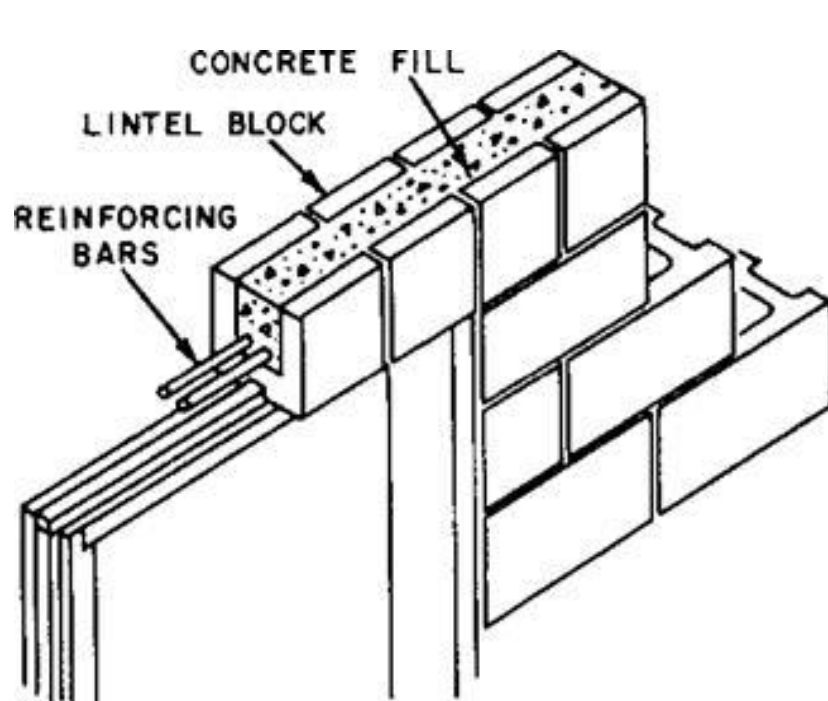


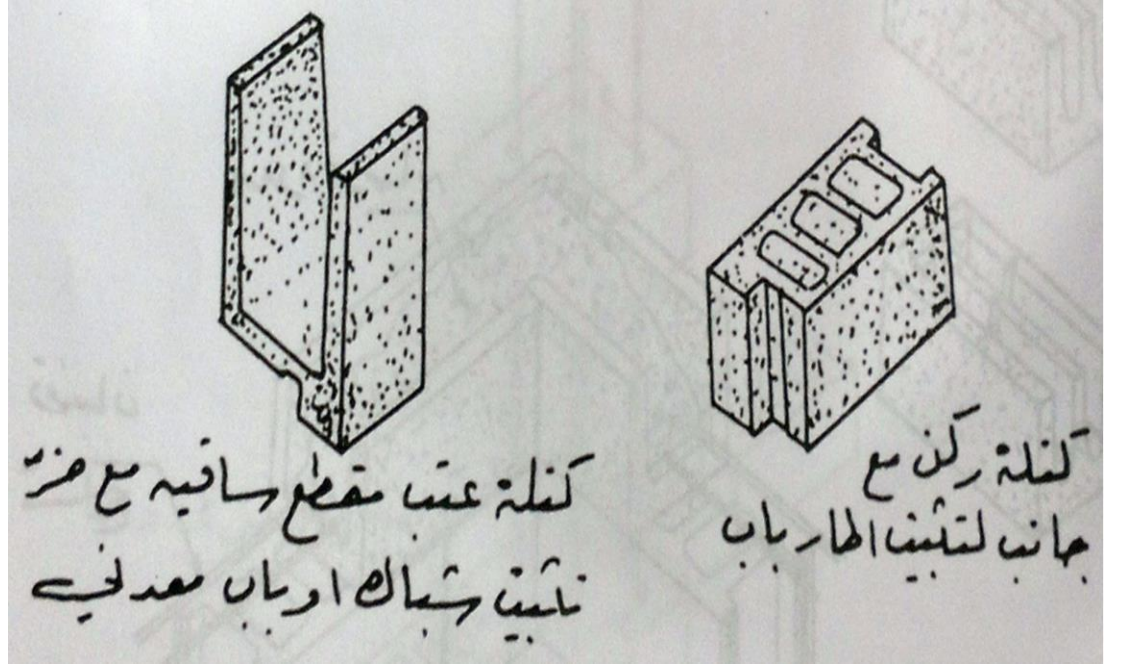
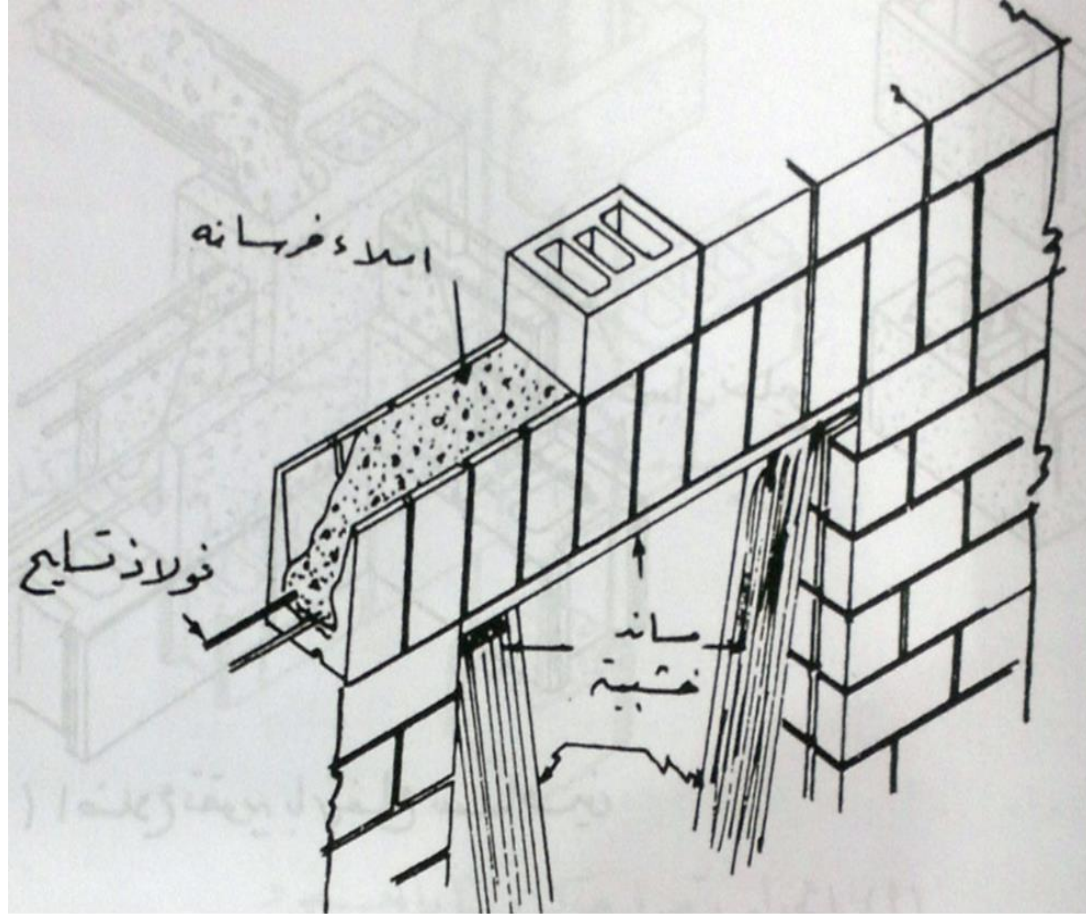
### 3. تفاصيل بنائية:

• يمكن تنفيذ تفاصيل بنائية متعددة باستخدام نوع الكتلة المناسب لكل تفصيل، مثل:

**(a) الأعتاب فوق الفتحات:**

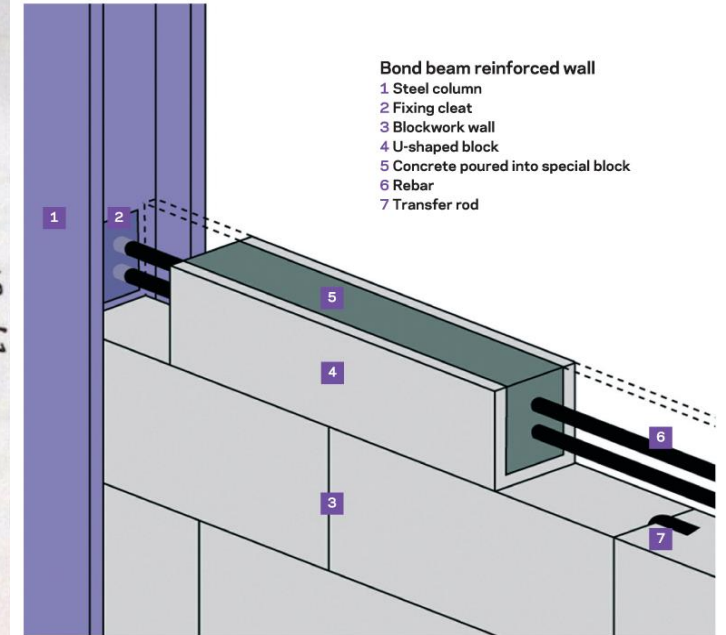
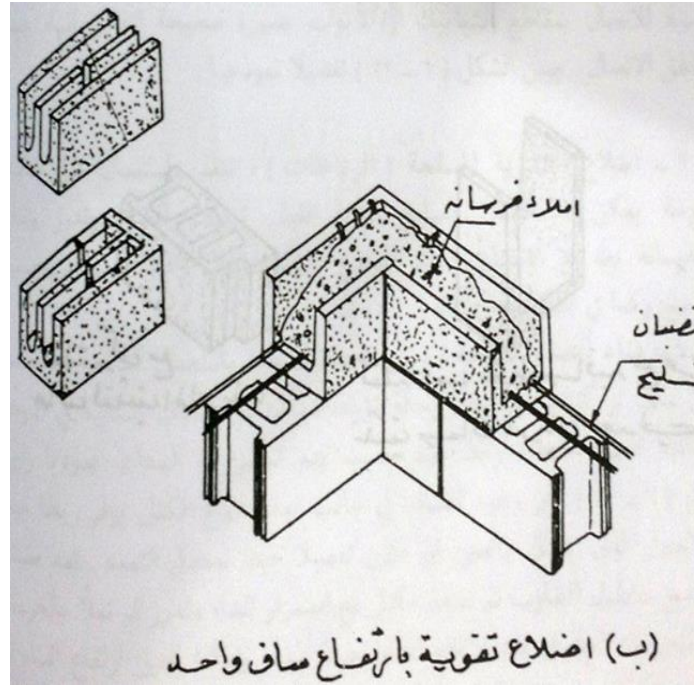
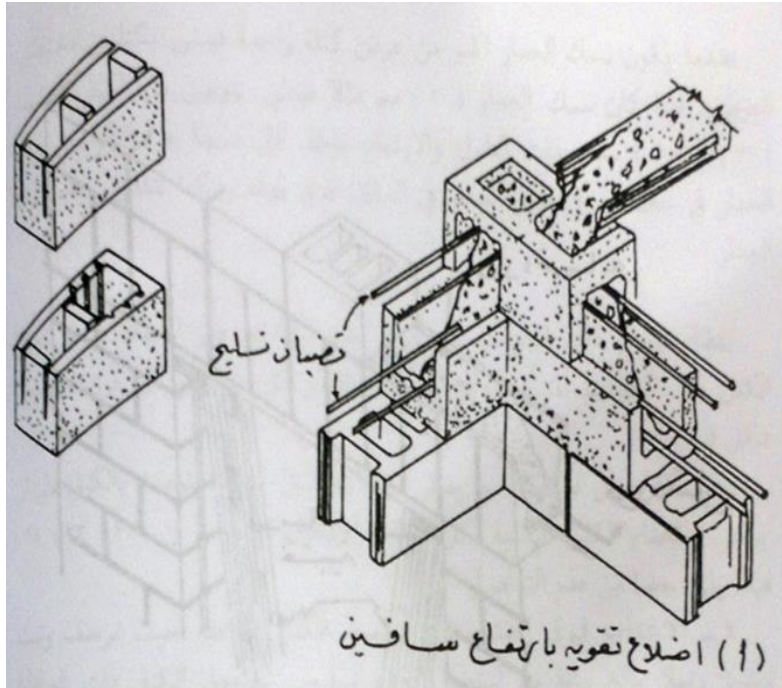
تستعمل كتل خاصة ترصف وتسلح وتملأ بالخرسانة.





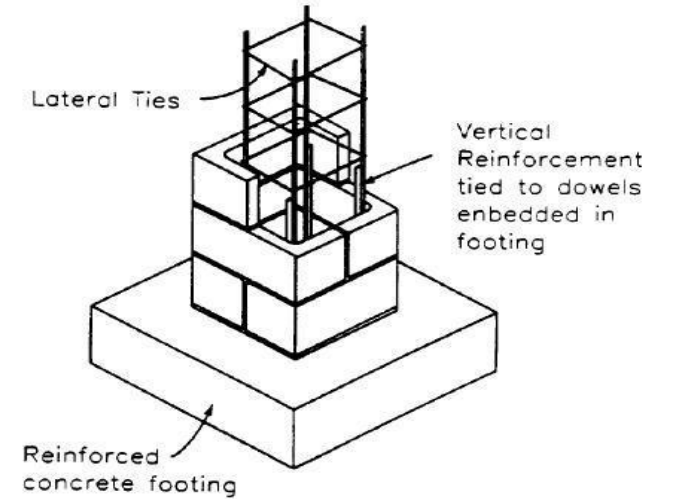
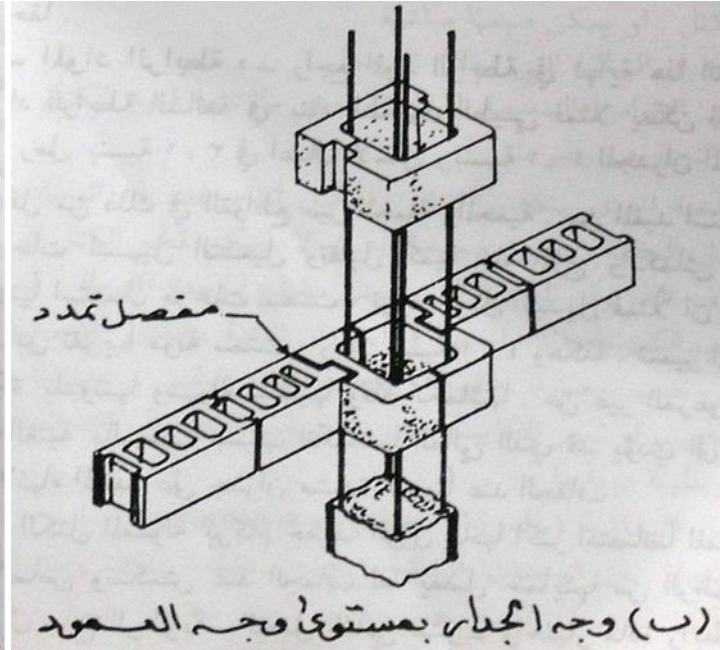
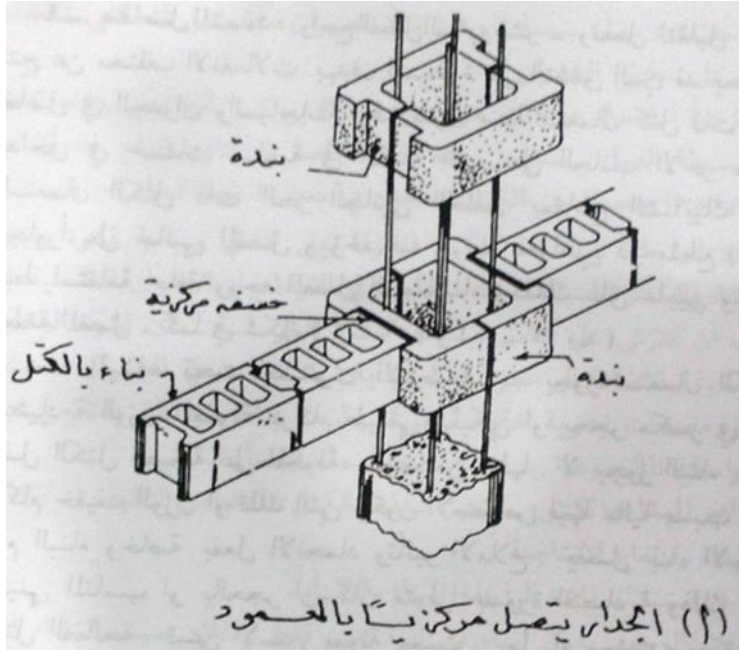
## (b) أضلاع التقوية المسلحة ( الرباط):

تتخذ بإستعمال كتل خاصة مفتوحة يمكن مد التسليح فيها افقيا.



## (c) الأعمدة المسلحة:

- تبنى الأعمدة المسلحة باستخدام كتلة واحدة خاصة لكل ساف أو كتلتين.
- تمد قضبان التسليح بالطول المطلوب ثم تصف الكتل مع استمرار البناء وتدرز وتملأ بالخرسانة في التجويف الذي يحوي التسليح كل سافين او ثلاثة سوف.



U. S. ARMY CORPS OF ENGINEERS

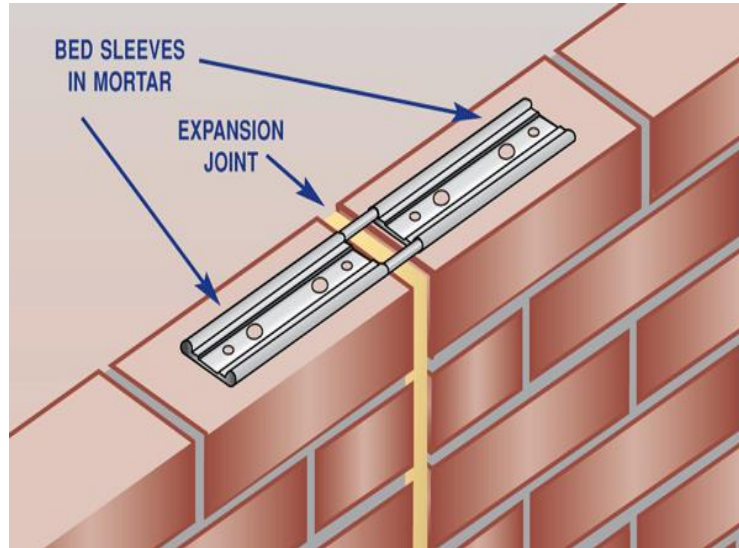
## 5. البناء تحت مستوى الأرضية:

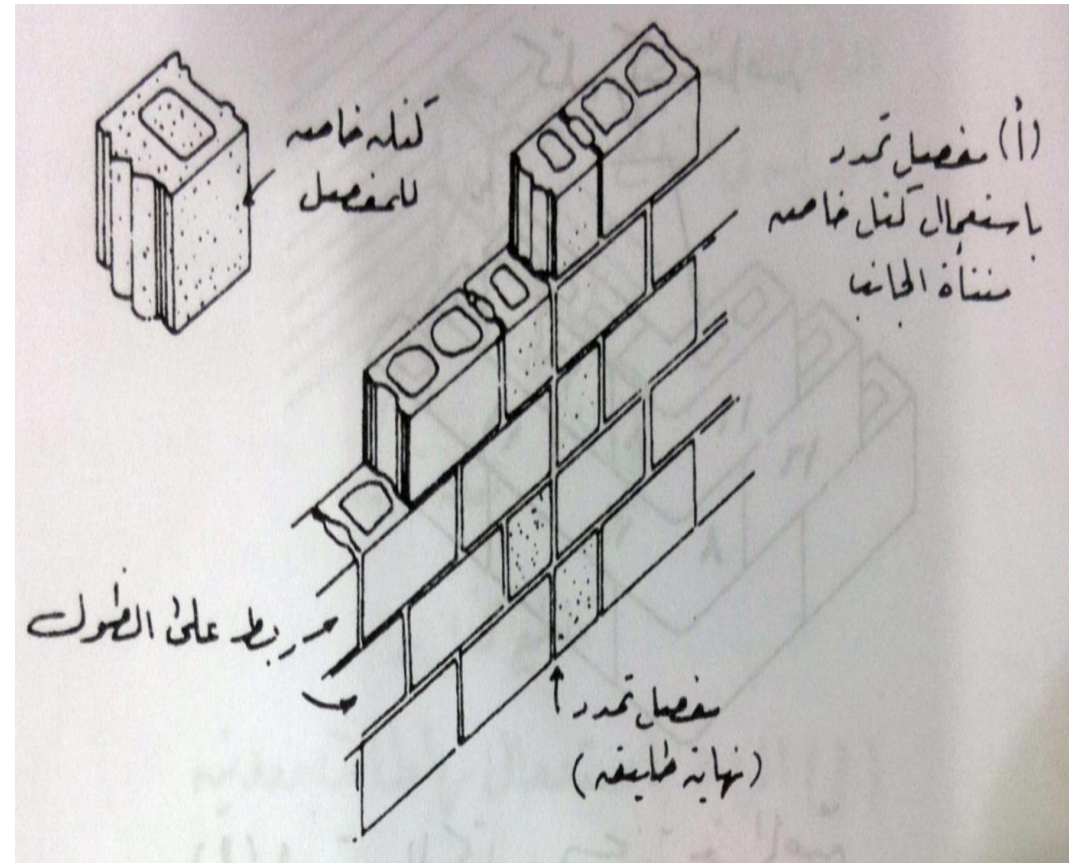
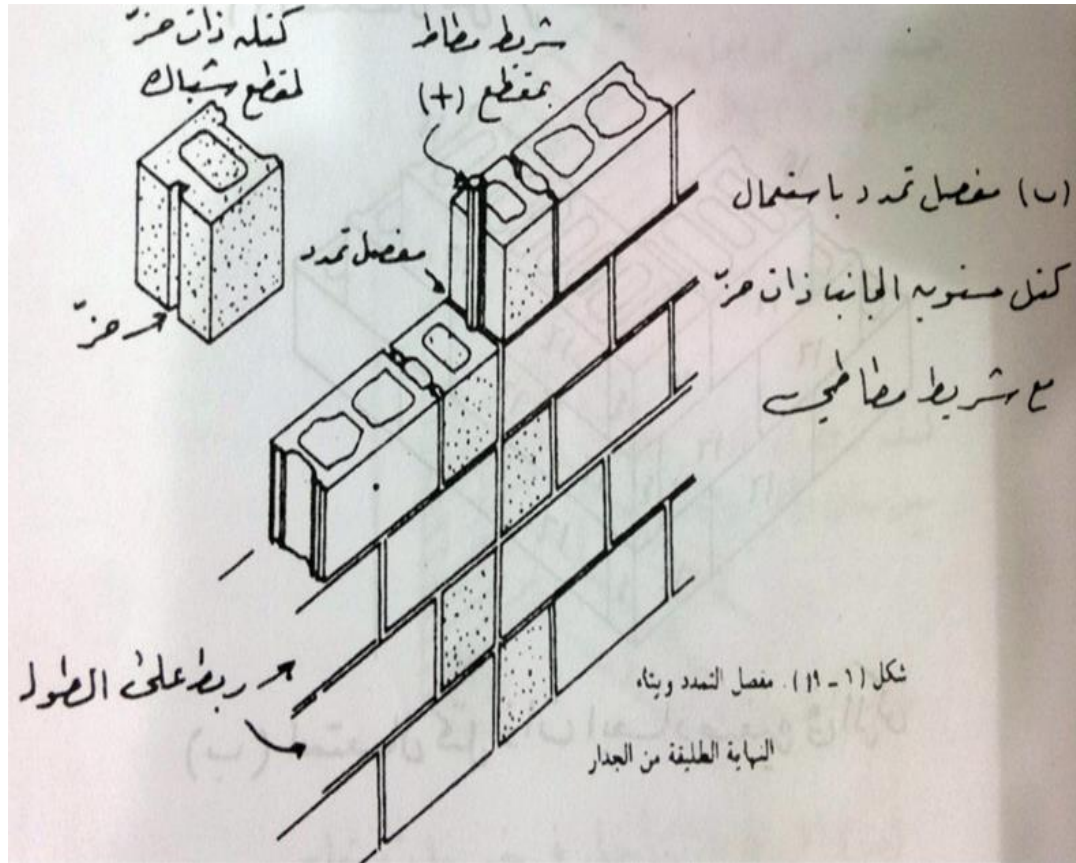
- يمكن إستعمال كتل إعتيادية الوزن معمولة بركام طبيعي أو بحجر مكسر في بناء الأسس.
- يفضل أستعمال الكتل المصمتة على المجوفة.
- لا يجوز البناء بكتل مصنوعة بركام خفيف الوزن أو كتل يكون أمتصاصها عاليا بسبب تأثير ذلك على دوام البناء بفعل الأنجماد وتأثير الأملاح.
- يفضل بناء الأسس بالطابوق الطيني المفخور أو بالحجر إذا كان متوفرا بصورة إقتصادية عند عدم توفر الكتل الصالحة.
- تستخدم في الأسس مونة سمنت - رمل أو سمنت - نورة - رمل أو نورة - رمل.

## 5. مفاصل التمدد:

- يتم عملها لتقليل الأجهادات التي تنتج عن مختلف الأنفعالات بهدف السيطرة على التشققات.
- تنفذ بأستخدام:

- i. كتل ذات نتوءات جانبية تتداخل في خسفات مع الكتل في الجانب الثاني من المفصل.
- ii. كتل الحز الجانبي الخاص بمقاطع الشبائيك بحيث يكون متجاورا على جانبي المفصل. ويوضع فيه شريط مطاطي بمقطع بشكل (+) لضبط إستقامة الحافة و غلق وجهي المفصل.







## 5. المواد الرابطة:

- تستعمل نفس المواد الرابطة الشائعة في البناء بالطابوق الطيني.
- فمثلا تستعمل مزجة 1 سمنت : 3 رمل في أعمال الأسس و بنسبة 1:4 للجدران.
- من المفيد استعمال مزجة سمنت : نورة : رمل لكونها تتميز بلدونها وقلّة انكماشها.
- من غير المرغوب استعمال المزجات ذات محتوى سمنت عالي بسبب الانكماش.
- تتميز الكتل المصنوعة من الركام الخفيف بأنها أكثر امتصاصا للماء وتتمدد قليلا عند امتصاصها للماء وتتكشف عند الجفاف.
- تفرش المادة الرابطة عند البناء بالكتل المجوفة على كامل مساحة قشرة وجهي الكتلة في الفرشة والبندة في القواطع والجدران غير المحملة.
- في حين يجب ان تفرش المادة الرابطة على كامل مساحة القشرة الخرسانية (أي قشرة الوجهين والقشرات العرضية) في الجدران المحملة.

## 6. خواص البناء بالكتل:

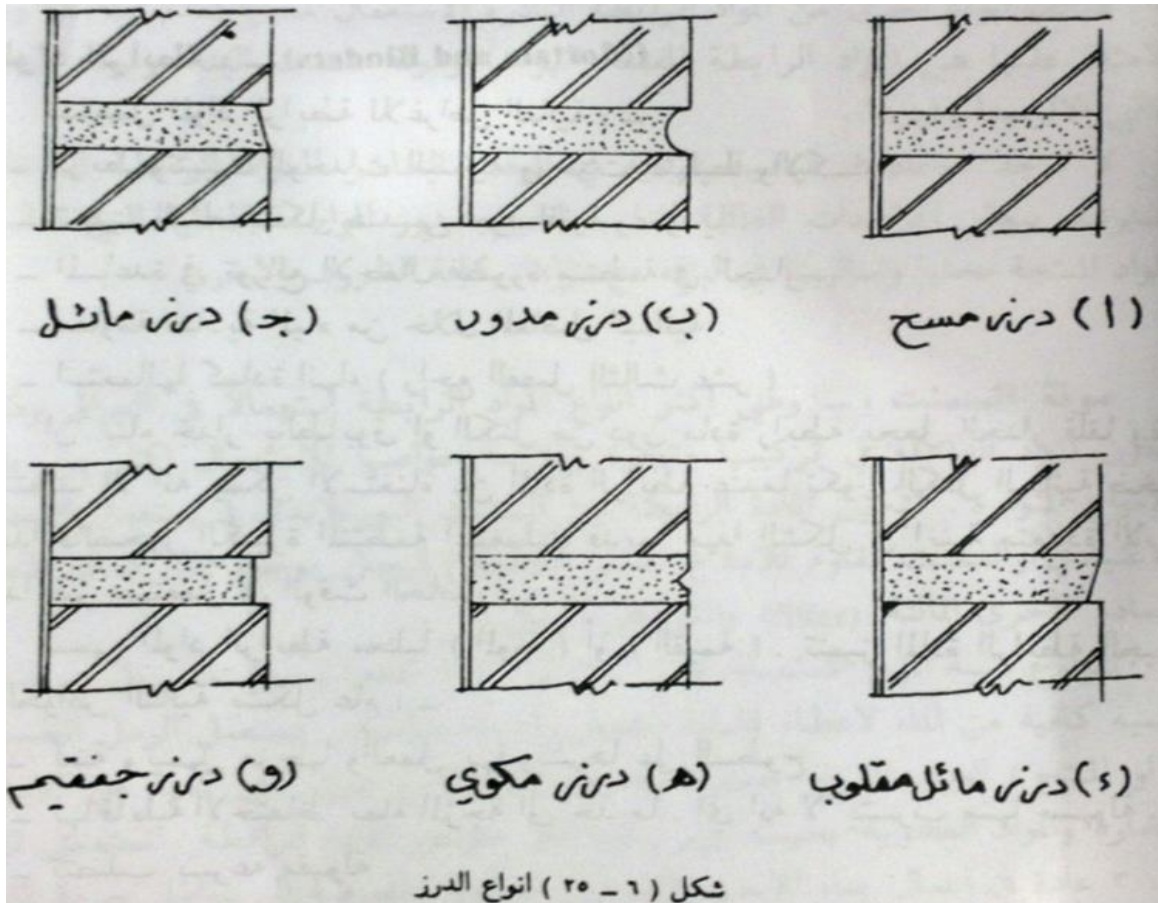
- i. سهولة البناء وارتفاع الإنتاجية.
- ii. الاقتصاد في استهلاك المادة الرابطة والأنهاء.
- iii. يمكن ترك وجه الجدار بدون انهاء ودرزها فقط وذلك بسبب انتظام أوجه وابعاد الكتل.
- iv. تعدد التفاصيل البنائية التي يمكن تنفيذها مثل العتبات والأعمدة والجدران المسلحة.
- v. التحكم في الخواص الهندسية للبناء حسب نوع الكتل من حيث التحمل والتجاويف.
- vi. يحتاج البناء لقطع بأشكال مختلفة لعدم إمكانية قطع الكتل بالشكل المطلوب.
- vii. صعوبة امرار مسارات انابيب الماء والكهرباء في الجدران المبنية بالكتل، لذا قد تستعمل كتل بأشكال غير قياسية تحوي خسفات لهذا الغرض.

## إنهاء المفاصل البنائية ( الدرز ) Pointing & Jointing:

- يتم إنهاء المفاصل (الدرز) بين الوحدات البنائية عندما يترك وجه البناء بدون إنهاء.
- الدرز يعطي وجه الجدار مظهرا مقبولا ويحفظ المادة الرابطة والبناء من العوامل الجوية حيث يمنع أو يقلل من نفاذية الرطوبة.
- تستعمل مونة السمنت او مونة السمنت - النورة للدرز.
- لا تستعمل قيمة الجص في درز الجدران المعرضة للعوامل الجوية وبخاصة الرطوبة.
- يستعمل السمنت الأبيض أو الملون في بعض أعمال الدرز.
- **لا يفضل أن تكون قوة المونة المستعملة في الدرز أكبر من قوة المادة الرابطة، لماذا؟**
- **الجواب: وذلك لضمان انتقال القوى بواسطة مفصل الفرشة وليس بواسطة الدرز.**
- ينفذ الدرز بعد اكتمال اعمال البناء، حيث يتم حفر المفاصل من الوجه لمسافة 12ملم تقريبا.
- ينفذ الدرز نوع جفقيم اثناء عملية البناء ويسمى jointing.
- ينظف المفصل ويبلل بالماء لتأمين الربط مع الدرز، ثم يرش الدرز بعد تماسكه لبضعة أيام.

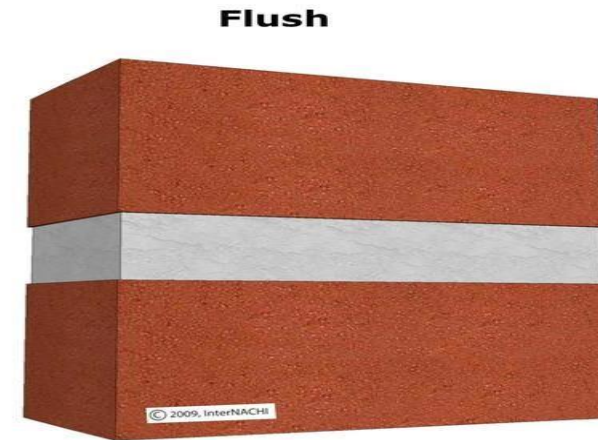
## أنواع الدرز:

1. درز مسح Struck flush.
2. درز مدور Keyed or curved or concaved recessed.
3. درز مائل Struck or weathered.
4. درز مائل مقلوب Overhead struck.
5. درز مكوي Vee joint.
6. درز جفقيم recessed joint.



## 1. درز مسح:

- يتم ملئ المفاصل بالقيمة وتزال القيمة الزائدة ويمسح وجه الجدار بقطعة قماش خشن.
- يمتاز هذا النوع من الدرز بما يلي:
  - يصقل وجه البناء نسبيا بحيث يقلل من تجمع الغبار في المفاصل بين الطابوق.
  - يكون لوجه الجدار مقاومة عالية للعوامل الجوية اكثر من بقية الأنواع.
  - يكون وجه الجدار غير منتظم بسبب عدم انتظام الطابوق.



## 2. درز مدور Curved recessed:

- ينفذ بملئ المفاصل ثم ضغطها بواسطة قطعة حديدية بنهاية بشكل نصف دائرة قطرها يساوي عرض المفصل.

## 3. درز مائل Struck or weathered:

- ينفذ بملئ المفصل بالقيمة ثم تضغط بالجمجمة على طول الحافة العليا من المفصل لأعطاء سطح مائل.
- هذا الدرز يساعد في دفع ماء المطر الى خارج المفصل.
- يعطي خط مميز للحافة السفلى للطابوق وضلالا للمفصل ينتج عنه مظهر جميل اذا كان الطابوق منتظم.
- يفقد الجمالية الشكلية عند كون الطابوق غير منتظم الحافات والأوجه.

#### 4. درز مائل مقلوب Overhead Struck:

- يشبه الدرز المائل إلا أن اتجاه ميل وجه المفصل يكون معكوسا.
- لا يفضل هذا الدرز عندما يكون وجه الجدار معرض للأمطار، لأن المياه تتجمع على سطح الحافة العليا للطابوق.

#### 5. درز مكوي Vee Joint:

- يشبه الدرز نوع مسح لكن يتم عمل حفرة مستمرة في وسط وجه المفصل بشكل مثلث او نصف دائرة بواسطة أداة لها نهاية بالشكل المطلوب.
- حيث يتم ضغط الأداة في وجه المفصل مما يؤدي الى تكثيف القيمة داخل المفصل.

## 6. درز جفقيم Recessed Joint:

- يستعمل عادة في البناء بالربط الألماني مع استعمال طابوق منتظم جدا أو منجور حيث يعطي منظر جيد مع ظل شديد في المفاصل.
- ينفذ هذا النوع اثناء عملية البناء باستعمال مسطرة من الخشب بمقطع زاوية وسمكها يساوي سمك المفصل.
- توضع المسطرة فوق الحافة العليا للطابوق وتدخل في الجدار مسافة مساوية لمقدار خسف المفصل عن وجه الجدار حيث توضع المادة الرابطة خلف المسطرة لعمل مفاصل الفرشة.
- يتم عمل المفاصل العمودية ( البندات ) بطريقة مماثلة باستخدام مسطرة بشكل حرف T.
- في حالة كون الطابوق غير منتظم فإن هذا الدرز يسمى درز خسف.
- هذا الدرز يكون ذو مقاومة ضعيفة للعوامل الجوية.



## المواد الرابطة :Mortars and Binders

تستعمل المواد الرابطة للأغراض التالية:

1. لربط وتثبيت الوحدات البنائية ووحدات التبليط والأكساء.
2. تنظيم البناء بشكل هندسي جديد افقيا وعموديا.
3. المساعدة في توزيع الأحمال بصورة منتظمة في الجدار.
4. مقاومة نفاذية المياه من خلال المفاصل الإنشائية.
5. إستعمالها كمادة إنهاء.

❖ إن بناء جدار بالطابوق أو الكتل بدون مادة رابطة يجعل البناء قلقا وغير منتظم.  
إلا أنه يمكن الاستغناء عن المادة الرابطة عندما تكون الكتل البنائية ضخمة جدا،  
فالصخور الكبيرة المنتظمة استعملت قديما بهذا الشكل في أبنية متعددة.

• تسمى المادة الرابطة محليا باسم **المونة أو القيمة**.

• تتميز المادة الرابطة الجيدة بالخواص التالية:

1. لينة ويسهل مزجها والعمل بها ونشرها على السطوح.
2. لها قابلية الاحتفاظ بماء المزجة فلا يتسرب منها بسهولة.
3. تتصلب بسرعة مقبولة.
4. تتماسك مع السطوح الملاصقة لها بدرجة كافية بعد التصلب.
5. ذات تحمل مقبول بعد تصلبها بحيث يكون تحملها مقاربا لتحمل الوحدات البنائية او أقل قليلا. إذ لا فائدة من أن يكون تحمل المادة الرابطة أعلى من تحمل الوحدات البنائية.
6. مقاربة في خواصها الهندسية لخواص الوحدات البنائية ووحدات الأكساء والتبليط.
7. ذات مقاومة جيدة للعوامل الجوية والطبيعية وذات دوام جيد.

# أنواع المواد الرابطة المستعملة محليا:

1. مونة السمنت – الرمل ( وتعرف محليا باسم مونة السمنت فقط).
2. مونة السمنت – النورة – الرمل.
3. مونة الجص.
4. مونة الطين.

• توجد أنواع أخرى من المواد الرابطة لكنها نادرة الاستعمال محليا لعدم انتاجها، مثل:  
المواد الرابطة المفقعة الهواء ومونة سمنت البناء ومونة السمنت عالي الألومينا.

# 1. مونة السمنت:

- وهي أكثر أنواع المواد الرابطة استعمالاً في العراق وذلك لكون المواد الداخلة في تركيبها متوفرة، ولملائمة خواصها للاستعمال أكثر من بقية الأنواع.
- تتكون مونة السمنت من السمنت البورتلاندي (الاعتیادي أو المقاوم) للأملاح ليعمل كمادة لاصقة للمادة المألئة ( filler ) وهي الرمل.
- تتراوح نسب المزج بين 1 : 3 الى 1 : 4 حجماً ويمكن استعمال نسب أخرى أيضاً.
- يتم إضافة كمية مناسبة من الماء لإمهاء السمنت و لإعطاء قابلية تشغيل ولدونة مناسبة.
- يستعمل الرمل الطبيعي (أو المنتج) الجيد والمدرج والذي لا يحتوي على كمية كبيرة من الأملاح والمواد العضوية.
- تستعمل نسبة 1 : 3 في أعمال الأسس والجدران المحملة والمعرضة لعوامل جوية قاسية.
- تستعمل نسبة 1 : 4 في القواطع والجدران المحملة الداخلية غير المعرضة لظروف جوية قاسية.
- ملاحظة: الرمل المنتج هو الرمل الناتج من تكسير الحجر أو الحصى أو خبث فرن صهر الحديد.

• حسب المواصفة الأمريكية ASTM C144-02 فإن الرمل المستعمل كمادة رابط يجب أن يحقق التدرج التالي بالإضافة الى:

1. أن لا تكون نسبة الرمل المتبقي بين منخلين متتاليين أكثر من 50%.
2. أن لا تكون نسبة الرمل المحصور بين المنخلين رقم 50 ورقم 100 أكثر من 25%.



Designation: C 144 – 02

American Association State Highway and Transportation Officials Standard  
AASHTO No.: M45-70 (1974)

## Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C 144; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

## 4. Grading

4.1 Aggregate for use in masonry mortar shall be graded within the following limits, depending upon whether natural sand or manufactured sand is to be used:

Sieve Size		Percent Passing	
		Natural Sand	Manufactured Sand
4.75-mm	(No. 4)	100	100
2.36-mm	(No. 8)	95 to 100	95 to 100
1.18-mm	(No. 16)	70 to 100	70 to 100
600- $\mu$ m	(No. 30)	40 to 75	40 to 75
300- $\mu$ m	(No. 50)	10 to 35	20 to 40
150- $\mu$ m	(No. 100)	2 to 15	10 to 25
75- $\mu$ m	(No. 200)	0 to 5	0 to 10

4.2 The aggregate shall not have more than 50 % retained between any two consecutive sieves of those listed in 4.1 nor more than 25 % between 300- $\mu$ m (No. 50) and the 150- $\mu$ m (No. 100) sieve.

## • مميزات مونة السمنت:

1. ذات تحمل ودوام جيدين بعد تصلبها
2. ذات مقاومة جيدة لتأثير الرطوبة بعد تصلبها.
3. تتأثر بالأملاح الكبريتية التي يكون مصدرها الرمل او ماء المزج او الوحدات البنائية او التربة المتماسة مع البناء.
4. تكون صعبة المزج في حالة كون الرمل خشن وحاد الزوايا مثل الرمل البري.
5. تكون سرعة البناء بطيئة بسبب بطء تماسكها.
6. قد يحدث انسياب المادة الرابطة من المفاصل في حالة البناء بالكتل الثقيلة.

- أن استعمال الماء في المزج يكون ضروري لتصلب السمنت ولإعطاء ليونة للمادة الرابطة لتسهيل نشرها وكذلك التصاقها بالسطوح الملامسة لها.
- لذا يجب المحافظة على ماء المزج داخل المادة الرابطة من التبخر السريع أو امتصاصه من قبل الوحدات البنائية.
- لذا يجب أن تكون الوحدات البنائية غير ماصة للماء بطبيعتها أو أن تبلل بالماء قبل البناء.
- من الضروري رش البناء بعد تماسك المادة الرابطة بالماء ولحين تصلبها بشكل مناسب.
- مونة السمنت تتقلص عند البناء وتتبدل حجميا نتيجة تغير درجات الحرارة وتكون في ذلك أقرب الى المواد الخرسانية منها للمواد الفخارية التي يكون تأثيرها أقل.
- هذا التباين في خواص الوحدات البنائية والمادة يكون سببا في بعض التشققات.
- لذا يجب الدقة في اختيار المواد المناسبة وكذلك تحديد طول البناء بين مفاصل التمدد.



## حقين السمنت Cement Grout:

- يسمى شربت السمنت وهو خليط السمنت والرمل أو السمنت وحده ممزوجا مع الماء.
- تكون كمية الماء كبيرة بحيث يكون قوام المزجة سائل كثيف وليس معجون لدن.
- يستعمل الحقين في الأماكن التي لا تنتشر فيها المادة الرابطة الاعتيادية بسهولة مثل المفاصل الضيقة.

## 2. مونة السمنت – النورة:

- تحضر النورة بإحراق كربونات الكالسيوم بدرجة 920 سيليزية حيث يتحرر غاز ثنائي أكسيد الكربون لتتحول الى أكسيد الكالسيوم او النورة الحية ( CaO ).
- يستعمل حجر الكلس (limestone) للحصول على النورة ولكنه يحتوي على مواد أخرى أيضا مثل كربونات المغنيسيوم وأكسيد المغنيسيوم والسليكا والألومينا وأكاسيد الحديد.

□ أنواع النورة: تقسم النورة تبعا لنسب أكسيد الكالسيوم واكسيد المغنيسيوم الى:

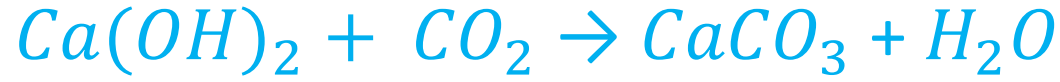
1. نورة عالية الكالسيوم: تحتوي ما لا يقل عن 75% أكسيد الكالسيوم وعند اطفائها تعطي النورة الدهنية ( fat lime ).
  2. نورة مغنيسية: تحتوي على 25 – 40% أكسيد المغنيسيوم.
  3. نورة عالية المغنيسيوم الدولوماتية: تحتوي على نسبة عالية من أكسيد المغنيسيوم.
- عمليا تقسم النورة الجية الى نوعين فقط هما: النورة الكلسية والنورة المغنيسية.

## إطفاء النورة:

- تطفأ النورة للحصول على الجير المطفأ ( Hydrated Lime ) وهو المادة الجافة الناتجة من معالجة الجير الحي بكمية كافية من الماء لإنتاج هيدروكسيد الكالسيوم.
- يكون الجير المطفأ بشكل مسحوق مائل للبياض ويستعمل عادة مع كمية إضافية من الماء ويسمى معجون النورة ( lime paste ).
- إن النورة المطفأة المعروفة بالنورة المميهة ( hydrated lime ) هي الهيدروكسيد الناتج من إضافة الماء في المعمل وليس في الموقع حيث تتولد كمية من الحرارة اثناء عملية الإطفاء ويصاحب ذلك تمدد في حجم النورة.
- تطفأ النورة بالماء لمدة لا تقل عن 24 ساعة قبل إستعمالها في البناء.
- يكون المعجون الناتج ذو قابلية تشغيل افضل وكذل قابلية امتزاج مع الرمل.

## تماسك النورة وتصلبها:

- يتبخر الماء الطليق عند بدء التماسك ويبدأ هيدروكسيد الكالسيوم بالاتحاد مع غاز ثنائي أوكسيد الكربون مكونا كربونات الكالسيوم التي هي المادة الصلدة والرابطة.



- يحصل تفاعل مشابه بالنسبة لهيدروكسيد المغنيسيوم.
- هذا التفاعل بنوعيه يكون بطيئاً جداً وإذا لم يتفاعل الهيدروكسيد مع  $CO_2$  ( كما في بعض الجدران السميكة) فقد لا يكتمل التفاعل أبداً.
- لاتستعمل مونة النورة الرمل في الوقت الحاضر بسبب بطئ تصلبها وضعف تحملها.
- إن الماء الناتج من التفاعل يساعد على استمرار تصلب السمنت المستخدم في المزجة.
- إذ إحتوت النورة على أكاسيد أخرى قابلة للتصلب بفعل الماء تسمى نورة هيدرووليكية وتستعمل في الجدران السميكة أو الأسس.

## نسب المزج:

- يستعمل معجون أو مسحوق النورة المطفأة مع السمنت والرمل حيث تساعد في تحسين قابلية التشغيل وتزيد من الترابط مع الطابوق و تكون المادة الرابطة اكثر احتفاظا بالماء.
- إن مونة سمنت – نورة – رمل هي أكثر أنواع المواد الرابطة إستعمالا حول العالم إلا أن عدم إنتاج النورة بكميات تجارية في العراق جعل إستعمالها محدودا محليا.
- إن عدم إستعمال النورة في المواد الرابطة يعني زيادة في كميات السمنت المستهلكة.
- توجد عدة نسب مزج مقترحة في المواصفات الأمريكية والبريطانية.
- يفضل المزج بنسبة ( 1 سمنت:2 نورة:9 رمل) في الأعمال الإعتيادية والأحمال الواطئة.
- و بنسبة مزج ( 1 : 1 : 6) في الحالات الخاصة التي تتطلب تماسك سريع.
- تستعمل المونة الضعيفة مع الطابوق والكتل ذات تقلص جفاف عالي وذلك لتقليل التشققات.
- تستعمل مونة ذات محتوى سمنت عالي في الأجزاء المعرضة للظروف الجوية القاسية.

### 3. مونة الجص:

- الجص ( Gypsum ) هو كبريتات الكالسيوم الحاوية على نصف جزيئة ماء  $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$
- يصنع بحرق كبريتات الكالسيوم المائية  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  بدرجة  $170^\circ C$ .
- إذا ارتفعت درجة الحرارة لأكثر من  $205^\circ C$  فإن الكبريتات تفقد جميع ماء تبلورها وتتحول الى الجص اللامائي  $CaSO_4$ .
- عند مزج الجص مع الماء يستعيد الجص اللامائي أو النصف مائي ويتحول الى ثانياة الى كبريتات الكالسيوم المائية.
- يصنع الجص الترسبات والتراكيب الجبسية والتي تكون بشكل متبلور ونادرا ما تكون نقية.
- تحتوي هذه الترسبات على شوائب رمل او حصى او طين او مواد كلسية او مركبات معدنية.
- يجب أن لا تزيد نسبة هذه الشوائب عن 20% من وزن كبريتات الكالسيوم.

# أصناف الجص:

حددت المواصفة البريطانية رقم 1191 أنواع الجص لأغراض الإنهاء بأربعة أصناف:

**الصنف أ:** ويشمك كبريتات الكالسيوم بنصف جزيئة ماء عالية النقاوة ويسمى مسحوق باريس. عند مزجه بالماء يتماسك خلال دقائق قليلة ويستعمل في الإنهاء ولكن سرعة تماسكه تجعله غير مفضل.

**الصنف ب:** وهو مشابه للصنف أ مع بعض الإضافات المؤخرة للتماسك ويستعمل للإنهاء.

**الصنف ج:** ويشمل كبريتات الكالسيوم اللامائية، وهي تتميز ببطيء التماسك وقد تستعمل الإضافات المعجلة لتعديل زمن التماسك. وله نفس استعمالات صنف ب.

**الصنف د:** ويسمى سمنت كين وهو جص لامائي ويحضر بطريقة خاصة. يتميز بكونه لين وسهل النشر وأكثر قوة ومقاومة للرطوبة من بقية الأنواع، لذا يستعمل في طبقات الإنهاء الأخيرة وفي عمل الزوايا والأركان.

- تستعمل الأصناف السابقة اما خالصة مع الماء أو يضاف اليها الرمل أو النورة أو كليهما وأحيانا تستعمل الياف الشعر الحيواني أو الاصطناعي لتقليل الشقوق.
- يستعمل الجص في معظم أنحاء العالم كمادة إنهاء وليس كمادة رابطة، بينما يستعمل في العراق كمادة رابطة وكمادة للإنهاء في بياض السقوف والجدران.

### • خواص الجص:

1. من المواد الرابطة غير المقاومة للماء، لذا لا يستعمل في الأماكن المعرضة للرطوبة.
2. ذو مقاومة ضعيفة تعتمد على درجة الحرق والنعومة ومقدار الشوائب وظروف الخزن.
3. بسبب كثرة الشوائب للجص في العراق فإنه لا يمزج مع الرمل كما في باقي الدول.



## تصنيف الجص حسب المواصفة العراقية رقم 28 لسنة 1988:

أصناف الجص			الخاصية	ت
(3): الجص الفني	(2): البورق	(1): الجص الإعتيادي		
5	صفر	8	النعومة (%): لا يزيد المتبقي على منخل رقم 16 ( 1.18 ملم ) عن	1
12 20	8 25	8 25 (وأقل من 15 عند استخدامه للعقادة)	وقت التماسك ( دقيقة): لا يقل عن لا يزيد على	2
6	5	3	قوة تحمل الضغط (ميكاباسكال): لا تقل عن	3
2	1.5	-	معايير الكسر ( ميكاباسكال): لا يقل عن	4
5	5	-	قوة الصلادة ( ملم): لا يزيد قطر الثلثة للكرة الساقطة على	5
نفس خامات الجص الاعتيادي إلا انه يحرق بأفران خاصة ويطحن بصورة أنعم	احراق خامات الجبس النقية	احراق خامات الجبس الحاوية على شوائب طينية ورملية وكلسية في كور بسيطة	<b>الانتاج</b>	
كمادة رابطة ومادة إنهاء.	لطبقات الأنهاء	طبقات الأنهاء الابتدائية وكمادة رابطة	<b>الاستعمال</b>	

## ملاحظات حو استخدام الجص كمادة رابطة:

1. يجب خزنه في مكان جاف و عدم خزنه لفترة طويلة لأن له قابلية امتصاص الرطوبة من الجو مما يفقده فاعليته.
2. أن يكون ماء الخلط نظيفا وخاليا من الطين والأملاح.
3. عند استعمال الرمل مع الجص فيجب ان يكون الرمل نظيفا وجافا ومدرجا.
4. أن تكون اوعية الخلط والات النشر نظيفة وخالية من بقايا الجص المتصلب، لأن وجود تلك البقايا يؤدي الى تقليل زمن التماسك.
5. لا تستخدم الخلاطات الميكانيكية في مزج الجص لأنه يلتصق بجدران وعاء الخلطة.
6. يخلط الجص بوضع كمية من الماء في وعاء المزج ثم ينثر الجص لحين تغطية الماء ثم تمزج المحتويات قبل الاستعمال مباشرة.
7. تستعمل المونة الطرية بعد المزج مباشرة وذلك بسبب سرعة التماسك.
8. لا يجوز إعادة خلط مونة الجص أو إعادة إضافة الماء أو جص بعد حصول التماسك.

## 4. قيمة الطين:

- وهو مادة رابطة ضعيفة التماسك تستعمل لأغراض محدودة كالأبنية الريفية واطئة الكلفة المشيدة باللبن أو الأبنية الوقتية.
- يخمر الطين ويعجن قبل الاستعمال لزيادة تجانس العجينة.
- يكون سمك المادة الرابطة بحدود 1 سم.
- قد يستعمل لإنهاء الجدران او التسطیح بعد خلطه بالألياف أو التبن والتي تعمل كتسليح يقلل من تشقق الطين.

## 5. مونة مقلعة الهواء:

- تستخدم مضافات مقلعة للهواء من نوع الملدنات لتسهل عملية مزج ونشر مونة السمنت.
- مثلا مونة بنسب مزج 1 سمنت : 6 رمل مع 3% من كمية الماء من الملدنات يكون مكافئا لمونة سمنت - نورة بنسب 1 : 1 : 6.
- ان الربط مع الوحدات البنائية لا يكون عاليا عند استعمال هذا النوع من المواد الرابطة.

## 6. مونة سمنت البناء:

- سمنت البناء هو سمنت يصنع من مزج السمنت البورتلاندي الأعتيادي مع مواد مفقعة للهواء ومواد أخرى كالجبس والنورة.
- يستخدم مع الرمل والماء في عمل مونة تكون سهلة المزج والنشر وتحتفظ بماء المزج.
- تكون هذه المونة ذات مقاومة جيدة للإنجماد ولكنها ذات تحمل اقل من مونة السمنت.
- سمنت البناء لا ينتج في العراق ولكنه يستعمل في بلدان أخرى كبديل عن السمنت في عمل المادة الرابطة لأنه أقل كلفة وذو خواص جيدة.

## 7. مونة سمنت عالي الألومينا:

- قد يستعمل سمنت عالي الألومينا في المونة عند الحاجة الى مونة ذات تصلب ابتدائي عالي وذات مقاومة عالية لتأثير الكبريتات.

# الأعتاب والعوارض والأعمدة

## Beams, Girders, and Columns

# 1. الأعتاب Beams:

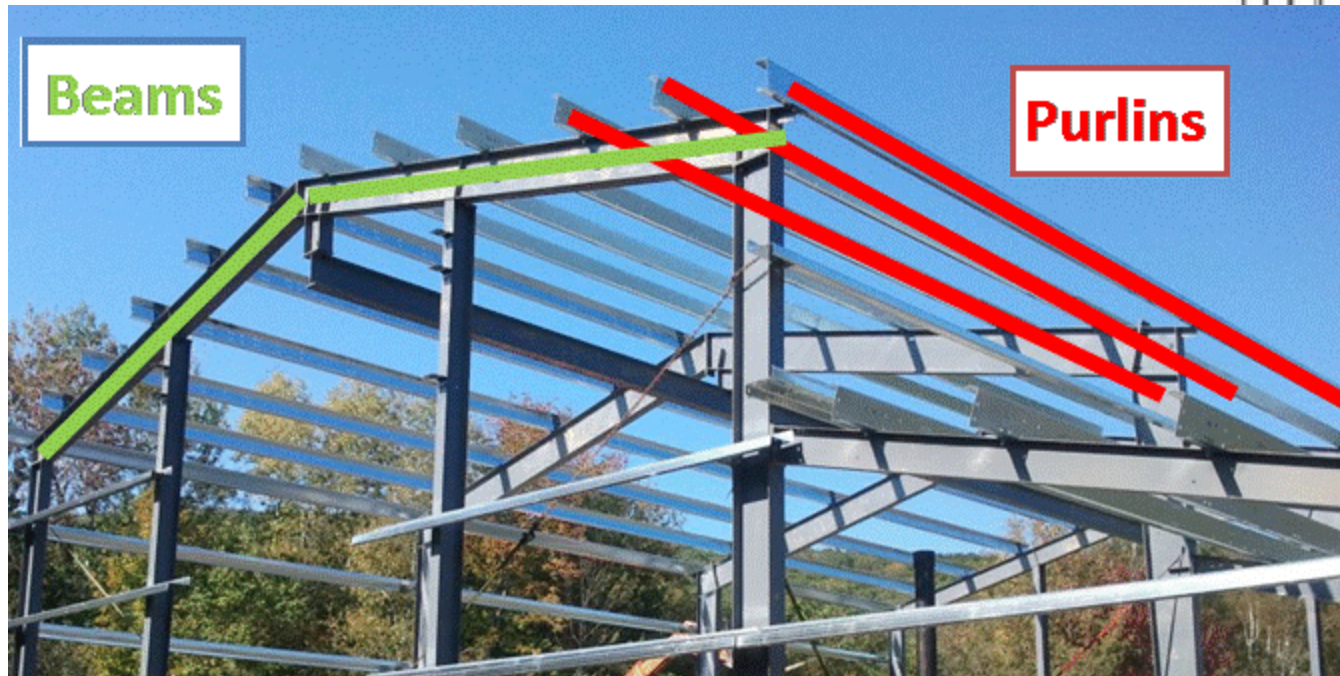
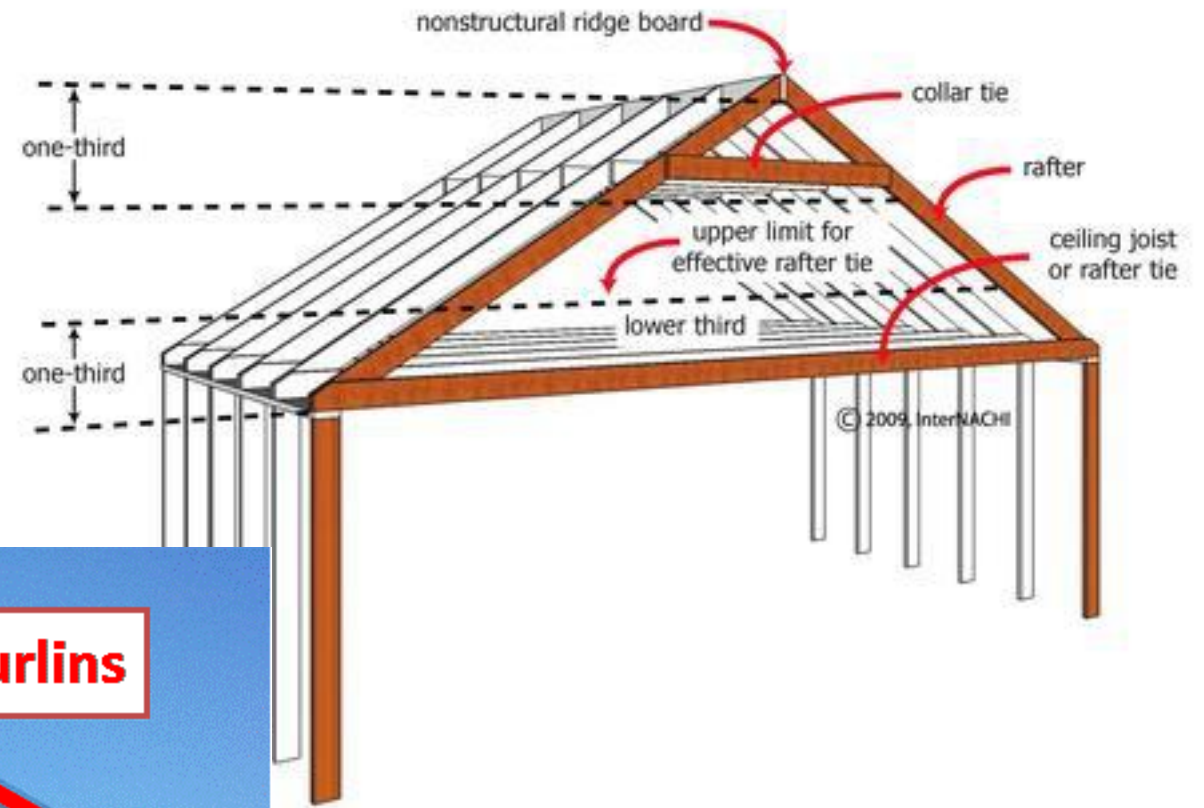
- وهو العضو البنائي الذي يوضع افقيا فوق فضاء واحد او عدة فضاءات.
- يستند العتب على أعمدة او جدران او عوارض ويحمل احمال موزعة او مركزة.
- يكون العتب مستقيما ويمكن ان يكون أيضا منحنيا او منكسرا.

## أنواع الأعتاب:

1. العارضة girder: وهي عتب كبير يستند على أعمدة او جدران وتحمل اثقالا من عدة اعتاب او رافدات او أعمدة او جدران.
2. الرافدة rafter: وهي عتب يستعمل مع السقوف المائلة ويكون بموازاة ميل السقف.
3. الحماله joist: وتستعمل مع السقوف الأفقية وتوضع بمسافات متساوية.
4. المداد purlins: وهو عتب يحمل الواح السقف المائل ويستند على جملون.







□ أنواع الاعتاب حسب ظروف الاسناد:

1. عتب بسيط.

2. عتب بسيط مع قوة مائلة.

3. عتب ناتئ.

4. عتب متدلي.

5. عتب مثبت.

- يمكن ان يكون العتب بفضاء واحد او يمكن ان يستمر لعدة فضاءات.
- يمكن ان يكون العتب محدد ستاتيكيًا او غير محدد ستاتيكيًا.

□ الاجهادات في الاعتاب:

- تتولد في الاعتاب نوعين من الاجهادات هما:

1. اجهادات انحناء: تنتج عن عزوم الانحناء.

2. اجهادات قص: تنتج عن قوى القص.

□ أنواع الاعتاب حسب المواد المصنوعة منها:

1. اعباب خشبية.

2. اعباب مركبة من الخشب والحديد.

3. اعباب فولاذية.

4. اعباب خرسانية.

❖ أولاً: الاعباب الخشبية/ وتكون بأحدى الأنواع التالية:

أ- مقاطع خشبية مختلفة:

• وتكون بشكل مستطيل او T او I.

• مكونة من قطعة واحدة او عدة قطع.

ب- اعباب من رقائق الخشب المغرى:

• تنتج من لصق رقائق الخشب وتسمى Glulams.

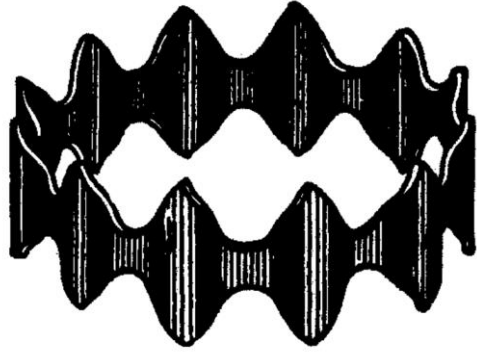
• تستخدم للأحمال الخفيفة.

• قد يكون الغراء المستعمل ذو مقاومة ضعيفة او عالية للرطوبة.



د. عبدالأمير عطالله المياح - الهندسة المدنية - جامعة البصرة - 2016

## ج- اعاتاب خشبية مسنمة:



Toothed ring

- تستعمل للسقوف المائلة او المقوسة.
- تستعمل للصامولات والحلقات المسننة لربط القطع وعمل المفاصل.

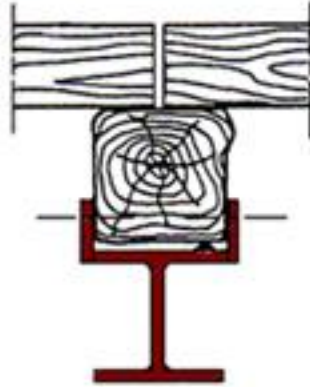
## د- اعاتاب هياكل جاسئة واقواس وقباب خشبية:

- يتم عملها من مقاطع خشبية او رقائق خشب مغراه.
  - تصنع بقطع وتربط مع بعضها في موقع العمل.
  - تستعمل اللوحات المعدنية والصامولات والحلقات المسننة لعمل المفاصل
- ❖ ثانيا: اعاتاب مركبة من الخشب والحديد:

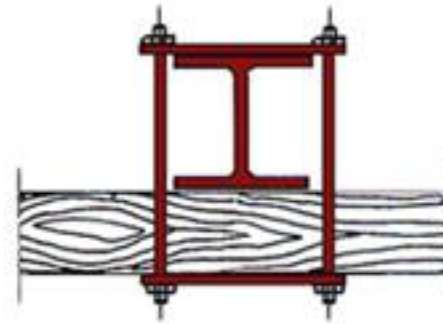
- يستعمل عندما يكون المقطع الخشبي غير كافي لتحمل الاثقال.
- يتم تقوية العتب الخشبي بأضافة صفيحة او صفيحتين من الفولاذ.
- يوجد نوع من الاعتاب المركبة يسمى العتب المحزم.
- يستعمل للفضاءات الكبيرة.
- يتم عملة من مقاطع خشب للأجزاء التي تتحمل لأجهاد ضغط ومن القضبان او مقاطع فولاذ للأقسام التي تتحمل اجهاد شد.



(a) Reinforcement using I, H or U bracing beams



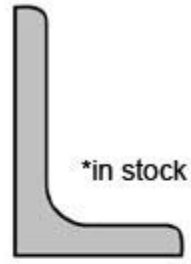
(b) Bracing from below using I, U or H sections



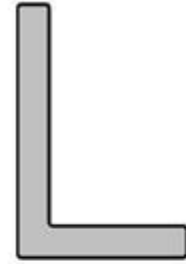
(c) Bracing from above by means of hangers attached to perpendicular I or H sections

❖ ثالثاً: اعتبار من الحديد الصلب ( الفولاذ ):

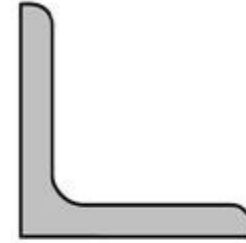
- تصنع الاعتاب الفولاذية بمقاطع ذات اشكال وابعاد واوزان قياسية:
- أنواع الاعتاب الفولاذية:
- أ- اعتبار ذات مقطع قياسي:
- تستعمل للفضاءات والاحمال الاعتيادية.
- تكون ذات اشكال محددة مثل I او T او L وغيرها.
- ب- اعتبار بمقاطع مركبة:
- تستعمل المقاطع القياسية لعمل مقطع مركب في حالة عدم توفر مقطع قياسي بالمقاومة المطلوبة.
- ج- العتب الحمال:
- ويصنع من زوايا فولاذية او مقطع T للشفتين تربط بينهما قضبان بشكل مثلثات.
- يمكن أيضا صنع العتب الحمال من قص المقطع بمسار مضع وإعادة تركيبية باللحام احمال مفتوح.
- يستعمل الحمال للأثقال والفضاءات الكبيرة.



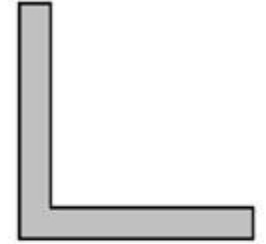
Unequal Angle Section  
Internal Radius Round



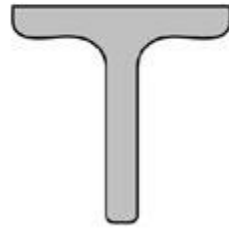
Unequal Angle Section  
All Radius Sharp



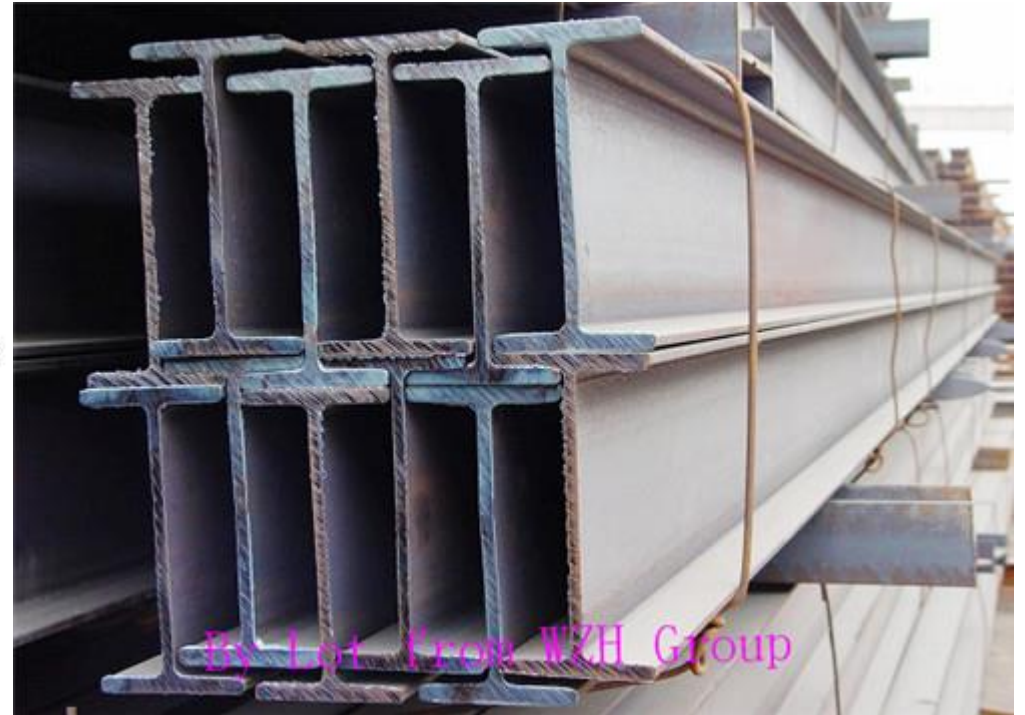
Angle Section  
Internal Radius Round



Angle Section  
All Radius Sharp

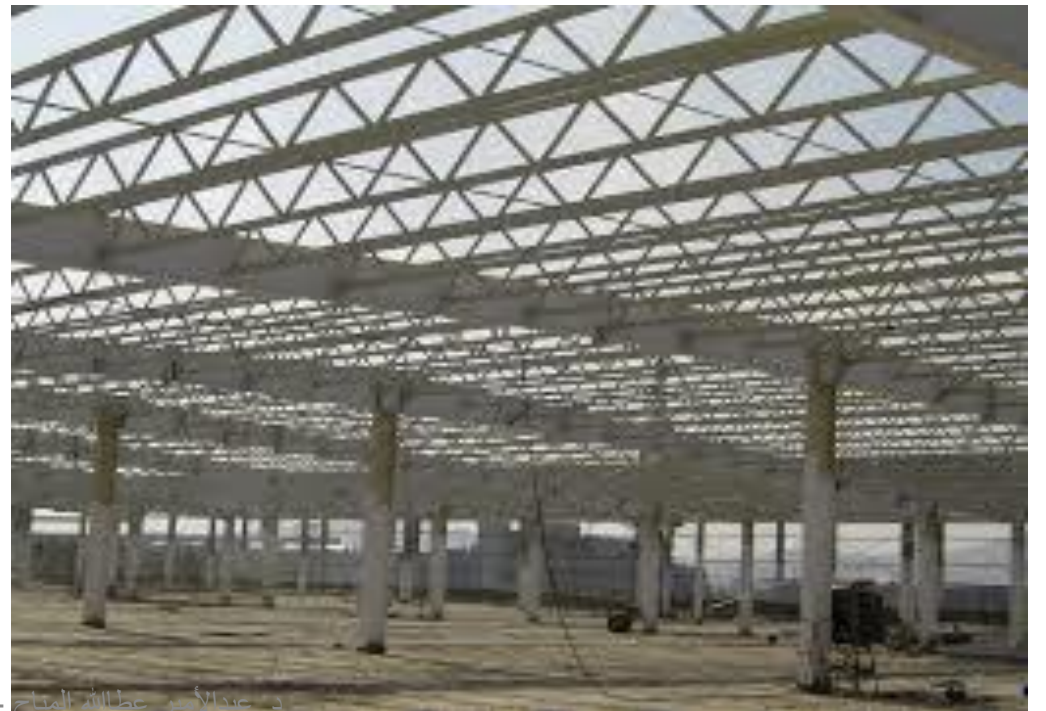
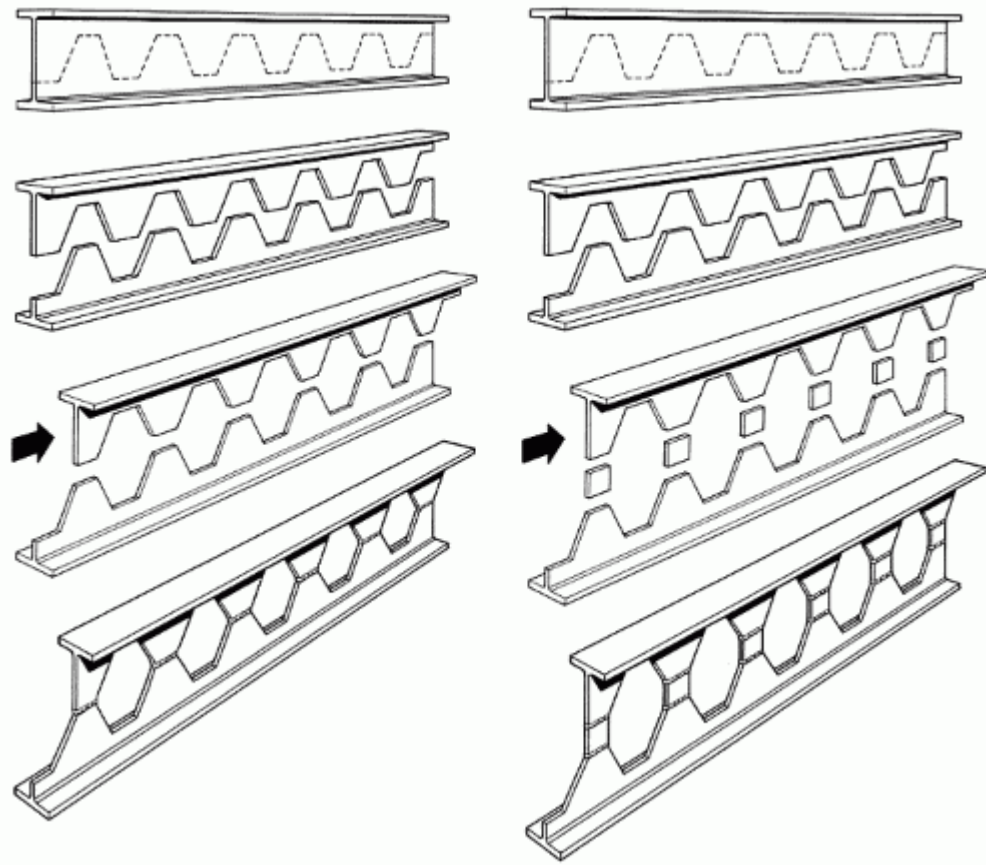


T Section  
Internal Radius Round



By Lot From WZH Group





د- المسنم الفولاذي:

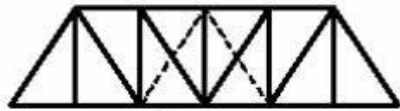
- ويتكون من مجموعة اضلاع فولاذية ترتبط بمفاصل.
- تستعمل المسنمات لتسقيف الفضاءات الكبيرة.
- توجد أنواع متعددة من المسنمات بأسماء مختلفة.

ه- الهياكل الحدودية ( البوابية ):

- تستعمل لحمل السقوف المائلة ذات الفضاءات الكبيرة.
  - يمكن ان يكون المقطع بعمق ثابت او بعمق متغير حسب التصميم.
  - تربط أجزاء الهيكل بأستعمال صفائح فولاذية وتثبت القطع باللحام او البرشمة او البراغي.
- و- الاقواس الفولاذية:

- تستعمل كبديل عن الهياكل البوابية.
- ترتكز الاقواس على دعائم خرسانية.

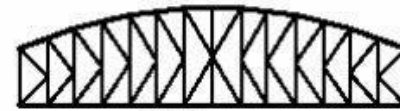




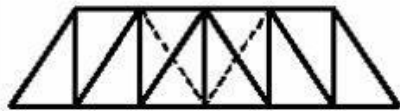
**Pratt**



**Parker**



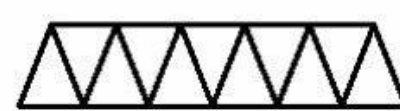
**K-Truss**



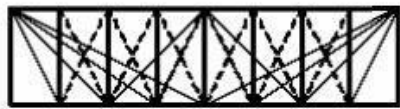
**Howe**



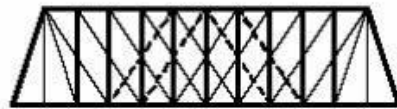
**Camelback**



**Warren**



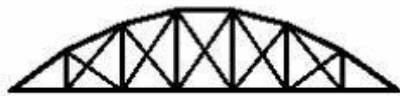
**Fink**



**Double Intersection Pratt**



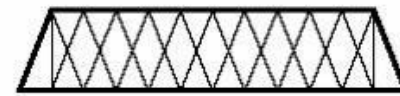
**Warren (with Verticals)**



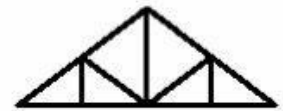
**Bowstring**



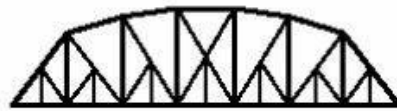
**Baltimore**



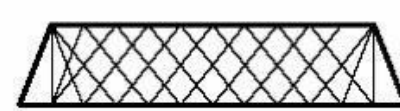
**Double Intersection Warren**



**Waddell "A" Truss**



**Pennsylvania**



**Lattice**

## ❖ رابعاً: اعداد الخرسانة المسلحة:

- تستعمل الخرسانة لتحمل الضغط او التسليح لتحمل الشد.
- تعتمد ابعاد مقطع العتب على طول الفضاء وعلى مقدار الاحمال المسلطة.

## ➤ تصنيف الاعتاب الخرسانية المسلحة:

أ- اعداد صب موقعي.

ب- اعداد مسبقة الصب.

# 1. 2- الأعمدة Columns:

- العمود هو عنصر انشائي شاقولي معرض الى حمل محوري متمركز او غير متمركز.
- قد يكون العمود مائلا او افقيا فيسمى strut.
- تصنيف الأعمدة حسب نحافتها:

1. الأعمدة الطويلة: وتكون نسبة نحافتها من 160-200.

2. الأعمدة لمتوسطة: وتكون نسبة نحافتها من 30-160.

3. الأعمدة القصيرة: وتكون نسبة نحافتها اقل من 30.

- حيث ان نسبة النحافة = ارتفاع العمود / نصف قطر التدويم.
- تكون معظم الأعمدة هي من صنفى الأعمدة الطويلة والمتوسطة.
- يعتمد نوع الفشل في الأعمدة على نسبة النحافة.

- فالأعمدة الطويلة تفشل بالانبعاج.
- الأعمدة المتوسطة تفشل بالانبعاج أو الانضغاط.
- الأعمدة القصيرة تفشل بالانضغاط.

□ حالات نهايات الأعمدة:

- تكون المساند في نهايات الأعمدة:

1. بسيطة الأسناد.
2. مثبت الطرفين.
3. مثبت – طليق.
4. مثبت – مفصل.

□ أنواع الاعمدة حسب موادها:

1. . أعمدة من الطابوق او الحجر.
2. . أعمدة خشبية.
3. . أعمدة معدنية.
4. . أعمدة خرسانية مسلحة.
5. . أعمدة مركبة من الفولاذ والخرسانة.



# الأرضيات والسقوف

## Floors & Roofs

# الأرضيات :The Floors

- عبارة عن أجزاء أفقية من البناء تقسم البناية الى مستويات تسمى طوابق.
- يسمى سقف كل طابق بأرضية عدا الطابق الأخير الذي يسمى سقفه بالسطح.
- توجد أنواع من السقوف تكون غير أفقية مثل السقوف المائلة والمقوسة والمطوية والمنحنية.
- يتم عمل الأرضيات من:

1. الخشب

2. الخرسانة المسلحة

3. العقادة من الطابوق وحديد الشلمان

4. سقوف الالواح المعدنية المغلونة والواح الألمنيوم

5. سقوف الواح الأسبست والبلاستيك.

# عوامل اختيار نوعية الأرضيات والسقوف:

1. نوعية الأحمال
2. المظهر الخارجي والناحية المعمارية
3. مقاومة الحريق
4. سهولة الصيانة
5. التسهيلات التي تخص تأسيس الخدمات الكهربائية والصحية والتكييف
6. العزل الصوتي والحراري
7. البساطة في التفاصيل وسرعة التنفيذ
8. الناحية الاقتصادية وتوفر المواد الإنشائية

# الأحمال المسلطة على الأرضيات:

1. الحمل الساكن ( الميت ) Dead load

2. الحمل الحي live load

3. الحمل الصدمي Impact load

4. حمل الرياح wind load

5. الحمل الزلزالي seismic load

# 1. الحمل الساكن

- وهو عبارة عن وزن مادة بناء الأرضية و مواد الأنهاء والتطبيق
- يسمى حمل ساكن او ميت لأنه ثابت في موقعه ومقداره

## 2. الحمل الحي

- وهو حمل متحرك او قابل للتحريك مثل الأشخاص والأثاث.
- يتم تحديد مقدار الحمل الحي على الأرضية اعتمادا على نوع الاستخدام.
- توجد جداول تحدد مقدار الحمل الحي لكل نوع من الأرضيات
- تسمح المواصفات بتخفيض مقدار الحمل الحي في الأبنية متعددة الطوابق بمقدار 10%

## 3. الحمل الصدمي

- وهي الأحمال الناتجة عن حركة وتوقف المكائن مثل المصاعد والرافعات في الورش
- عادة يتم احتساب مقدار الحمل الصدمي كنسبة من الحمل الحي للماكينة المتحركة.

## 4. حمل الرياح

- تؤثر الرياح على واجهة وسقوف الأبنية
- يعتمد مقدار حمل الرياح على سرعة الرياح وارتفاع البناية وتضاريس المنطقة
- يكون مقدار حمل الرياح بحدود 1.0 كيلونيوتن لكل متر مربع



## 5. حمل الزلازل

- وهو الحمل الناتج من حركة الأرض تحت المنشأ خلال حدوث الهزة الأرضية
- حيث تحدث ازاحات واجهادات في البناية نتيجة تعجيل حركة طبقات الأرض
- توجد معادلات لحساب مقدار الحمل الزلزالي والذي يعتمد على مقدار التعجيل للهزة الأرضية ووزن البناية ومقدار الأحماد في الأسس والأرض تحت المنشأ
- تقسم الأرض الى مناطق زلزالية حسب إحصاءات شدة الزلازل في كل منطقة

# أنواع الأرضيات

- أنواع الأرضيات والسقوف حسب مواد عملها وطريقة إنشائها:
  1. العقادة ( طابوق ومقاطع فولاذية (شيلمان)).
  2. الأرضيات الخشبية والسقوف الخشبية المائلة.
  3. الأرضيات الخرسانية المسلحة.
  4. أرضيات مسبقة الصب.
  5. السقوف المطوية.
  6. السقوف المنحنية.
  7. السقوف الهيكلية.
  8. السقوف ذات الهيكل الفضائي (Space Frame)

# 1. العقادة

- يتم عمل العقادة من مقاطع الحديد (الشلمان) بمقطع I.
- تستند مقاطع الشلمان على جدران حاملة أو على أعتاب بإتجاه الفضاء القصير.
- تتراوح المسافات بين مقاطع الشلمان من 75سم الى 90 سم.
- تملأ المسافات بين الشلمان بالطابوق والجص بشكل أقواس يتراوح ارتفاعها بين 1- 3 سم.
- يكون سمك العقادة 12سم لأن الطابوق يوضع بشكل كاز.

## 2. الأرضيات الخشبية:

• تكون على ثلاثة أنواع:

1. أرضيات أحادية: تعمل من حمالات خشبية توضع بالاتجاه القصير بمسافات 30 – 40 سم توضع فوقها الواح خشبية.
2. أرضيات مزدوجة: تتكون من حمالات كبيرة تسند الحمالات الرئيسية التي توضع فوقها الألواح.
3. أرضيات ثلاثية أو إطارية: وهي أرضية ذات حمالات تستند على اعتاب والتي بدورها تستند على عوارض.

## • السقوف الخشبية المائلة:

• يتم عملها من مسنم truss ذي ميل 30 – 60 درجة تستند نهايته على جدران حاملة او عتبات.

• تربط المسنمات بمدادات purlins ورافدات rafters تحمل غطاء السقف الذي يكون من قطع فخار مزجج او الواح بلاستيك او معدنية او اسبست.

### 3. الأرضيات الخرسانية المسلحة:

- تعمل من الخرسانة وقضبان حديد التسليح.
- يتم تصميمها وفق متطلبات المواصفات القياسية لأعمال الخرسانة المسلحة.
- تمكن تصنيفها الى الأنواع التالية:
  - ا. الصب الموقعي
  - اا. مسبقة الصب
  - ااا. مسبقة الجهد

## 1. أرضيات الصب الموقعي:

وتكون بأحد الأنواع التالية:

- a. أرضية ذات تسليح باتجاه واحد: وذلك عندما تكون النسبة بين الطول والعرض أكبر من 2. لذا فإن الحمل يتم نقله بالاتجاه القصير فقط، فيكون التسليح بالاتجاه القصير فقط. يتم إضافة تسليح للأنكماش والحرارة بالاتجاه الطويل. تستند هذه الأرضية على عتبات.
- b. أرضية ذات تسليح باتجاهين: عندما تكون النسبة بين الطول الى العرض أقل من 2 فيتم نقل الحمل باتجاهين ويكون التسليح باتجاهين أيضا. تستند على عتبات في محيطها.
- c. أرضية خرسانية مسطحة flat slab: تستعمل في حالة وجود أحمال حية كبيرة وعندما يمكن أن تستمر الأرضية لثلاث فضاءات بالاتجاهين.
- d. أرضية خرسانية مضلعة باتجاه واحد: تستعمل للفضاءات الكبيرة، تعمل من أعتاب صغيرة ارتفاع كل منها 3 مرات بقدر عرضها بمسافات 40 – 90 سم تحمل فوقها أرضية خرسانية بسمك 5 – 10 سم.

e. أرضية خرسانية مضلعة باتجاهين: تستعمل للأرضيات المربعة ذات الفضاءات والأحمال الحية الكبيرة. يكون سمك الأرضية 5 – 10 سم تحملها أعتاب باتجاهين متعامدين مكونة فراغات صندوقية مفتوحة من الأسفل.

f. أرضية خرسانية مسلحة بأعتاب معدنية: تتكون من أرضية خرسانية مسلحة بسمك 12 – 15 سم تستند على أعتاب معدنية بمسافات 70 – 90 سم. ترتبط الخرسانة مع المقطع المعدني برباطات قص بشكل براغي او مقاطع زاوية تلحم أعلى المقطع.

g. الأرضية الخلوية: تتكون من الواح معدنية مضلعة تحمل فوقها أرضية خرسانية مسلحة. تستعمل في الأبنية التجارية وتمتاز بكونها لا تحتاج الى قوالب.



## II. أرضية خرسانية مسبقة الصب:

تتكون من حمالات خرسانية مسلحة بمقاطع قياسية تصف بصورة متلاصقة أو متباعدة بمسافات 40 – 60 سم بين المراكز. وتوضع فوقها صبة خرسانية بتسليح خفيف بسمك 5 سم.

## III. أرضية خرسانية مسلحة مسبقة الجهد بصب موقعي او مسبقة الصب:

تستعمل للفضاءات الكبيرة وتتكون من قطع قياسية من عتبات مسبقة الجهد بمقطع T مزدوج أو مقطع U مقلوب. يتم وضع صبة خرسانية بصب موقعي بتسليح وسمك قليلين.

## 4. أرضيات رفع مسبقة الصب:

- يتم أكمال اعمال الأعمدة لجميع الطوابق أولاً
- يتم صب أرضيات كافة الطوابق وتوضع مكدسة في الطابق الأرضي
- يتم رفع الأرضيات تباعاً بواسطة رافعات خاصة كل منها الى الطابق المطلوب ابتداءاً من الطابق الأعلى ثم الذي تحته وهكذا الى الطابق الأول.
- تثبت الأرضيات في أماكنها مع الأعمدة بواسطة اللحام

## 5. السقوف المطوية Folded Plates:

- تتكون من صبات خرسانية مسلحة شبه قشرية ( ذات سمك قليل) يتراوح سمكها بين 8 – 15 سم حيث يكون السمك من  $1/12$  الى  $1/15$  من طول الفضاء القصير.
- تتلاقى الصبات مع بعضها بزوايا لاتزيد عن 45 درجة

## 6. السقوف المنحنية:

- تكون من الخرسانة المسلحة أو الهياكل الخشبية أو المعدنية وتكون بشكل سقوف قشرية.
- تكون على أنواع:

a. السقوف القوسية: تكون بانحناء باتجاه واحد

b. السقوف الأسطوانية: تكون بانحناء نصف دائري باتجاه واحد.

c. السقوف بشكل قطع زائد: لها انحناء باتجاهين

d. السقوف القبية: تكون بشكل قباب كروية أو غير كروية.

## 7. السقوف الهيكلية الحدوية والمائلة:

- تكون من الخرسانة المسلحة مسبقة الصب او من الفولاذ او الخشب
- تستعمل للسقائف الصناعية والمخازن والورش ذات الفضاءات الكبيرة
- تسقف هذه الهياكل بالألواح المضلعة من الحديد المغلون أو الأسبست أو غيرها.
- تحتاج هذه الأهيكل الى تكتيف bracing لمنع ميلانها نتيجة احمال الرياح.

## 8. السقوف ذات الهياكل الفضائية:

- تستعمل الهياكل الفضائية لحمل سقوف ذات غطاء من الألواح المضلعة
- يتكون الهيكل الفضائي من مشبك علوي ومشبك سفلي على شكل مربعات بينهما ارتفاع يساوي  $1/12$  من الفضاء الطويل.

# إنهاء الأرضيات والسقوف:

- تختتم الأرضيات والسقوف بأضافة طبقات من مواد الأكساء المختلفة ومنها:
  - a. الخشب ويكون بشكل ألواح او قطع بتشكيلات مختلفة
  - b. الخرسانة بشكل بلاطات او صبات غطاء
  - c. الكاشي
  - d. المرمر والحجر
  - e. السيراميك
  - f. بلاطات المعاجين اللدنة PVC
  - g. الفلين
  - h. المطاط
  - i. الأسفلت والأبيوكسي
  - j. السجاد والمفروشات

• العوامل التي تحدد نوع طبقة الأكساء:

- (1) المظهر
- (2) الدوام والمتانة
- (3) توفير الراحة
- (4) كتم الضجيج
- (5) مقاومة الحريق
- (6) الناحية الصحية
- (7) مقاومة المواد الكيماوية
- (8) مقاومة الرطوبة
- (9) مقاومة تأثير الحك
- (10) الوزن
- (11) سهولة الأدامة والصيانة
- (12) الكلفة



# أعمال الحجارة

## Masonry works

□ يقصد بأعمال الحجارة هو إستعمال الحجارة في البناء كوحداث بنائية للجدران والقواطع  
ولتغليف الجدران وكبلاطات.

□ إن الحجارة هي من أقدم المواد التي استخدمت كوحداث لبناء الجدران.

• إن إستخدام للحجارة كوحدات بنائية قد انحسر للأسباب التالية:

1. قلة انتشار الحجاره البنائيه الصالحه وعدم توفرها إلا في أماكن محدوده.
2. صعوبه تهيئتها بكلفه مناسبه
3. وجود بدائل اكثر اقتصاديه وأسهل وأسرع إنتاجيه مثل الطابوق والكتل.
4. عدم ملائمة بعض خواص الحجر الهندسية مثل كثافته العاليه وضروره تنفيذ الجدران بسمك كبير حيث لايمكن بناء جدار بسمك أقل من 450 ملم او قاطع بسمك أقل من 160 ملم الا اذا تم تهيئه الحجاره بأشكال ومقاسات منتظمة وبالتالي ستكون كلفتها مرتفعه جدا.

تتحصر استخدامات الحجارة في العراق في الأغراض التالية:

1. كوحدات بنائية للجدران في بعض المناطق في الشمالية والغربية التي تتوفر فيها الحجارة بشكل اقتصادي وتكون كلفة تهيئتها منخفضة.
2. في أعمال التغليف والأكساء للجدران من الخارج والداخل والأرضيات كما في الأحجار الكلسية للواجهات والمرمر والكرانيت للواجهات والأرضيات.
3. تشييد بعض الأبنية ذات الطابع الخاص لأغراض معمارية أو تراثية مثل المتاحف. في أعمال الأكساء ضفاف الأنهر لحماية المقطع وتقليل الرشح.

بالإضافة الى ذلك تستخدم الحجارة بشكل واسع في المجالات التالية:

1. في صناعة المواد الإنشائية فالصخور الكلسية تستخدم في صناعة السمنت والمواد المألئة والنورة والصخور الجبسية تستخدم في صناعة الجص.
2. في الخرسانة كركام.
3. في صناعة الكاشي الموزائيك كركام في طبقة الوجه.
4. في اعمال الطرق كطبقة أساس او تحت الأساس.
5. في اعمال تعليات السكك الحديد كطبقة Ballast.

## التصنيف الجيولوجي للحجارة:

• تعتمد الخواص الهندسية للحجارة على كيفية تكونها جيولوجيا.

• حيث تصنف الصخور جيولوجيا الى ثلاث أصناف:

1. الصخور النارية: وهي الناتجة من تصلب الحمم البركانية مثل الكرانيت.

2. الصخور الرسوبية: وهي التي تكونت نتيجة تحلل الصخور وترسبها بشكل طبقات بفعل الماء والهواء مثل الصخور الكلسية والصخور الرملية.

3. الصخور المتحولة: والتي كانت من اصل ناري او رسوبي وتحولت نتيجة تعرضها لضغط وحرارة مرتفعين. مثل الرخام الذي اصله صخور كلسية والأردواز والذي أصله صخور طينية.

## الخواص الهندسية للحجارة:

- تعتبر الخواص الهندسية من أهم العوامل التي تحدد استعمال الحجارة، هذه الخواص تشمل:
1. التركيب العام: تكون الحجارة اما حبيبية مثل الصخور النارية او طبقية مثل الصخور الرسوبية او رقائقية مثل الصخور المتحولة.
  2. الدوام durability: ويعتمد على تركيبها العام وتكوينها الكيميائي وموقعها في البناء. تكون الحجار المتبلورة ذات الحبيبات المرصوة ذات دوام عالي.
  3. نعومة الحبيبات: كلما كانت الحبيبات اكثر نعومة تكون اكثر سهولة للتشكيل والنحت.
  4. المسامية والامتصاص: تتراوح نسبة الامتصاص بين 8% لبعض أنواع الحجارة الرملية او الكلسية الى 0.5% للرخام والكرانيت.
  5. التحمل: ويكون تحمل الحجارة عاليا بحدود 15 – 100 ميكاباسكال بينما لا يتجاوز الضغط على الجدران في الأبنية التقليدية لحد 3 طوابق 1 ميكاباسكال.

6. الصلادة: وتكون مهمة عند تعرض الحجارة في الأرضيات والجدران للاحتكاك.
7. الكثافة: وتكون مهمة في المنشآت البحرية والسدود وتتراوح بين 1200 – 2800 كغم لكل متر مكعب.
8. المظهر: وهي خاصية مهمة معماريا وتعتمد على طريقة تكوينها وتركيبها المعدني.

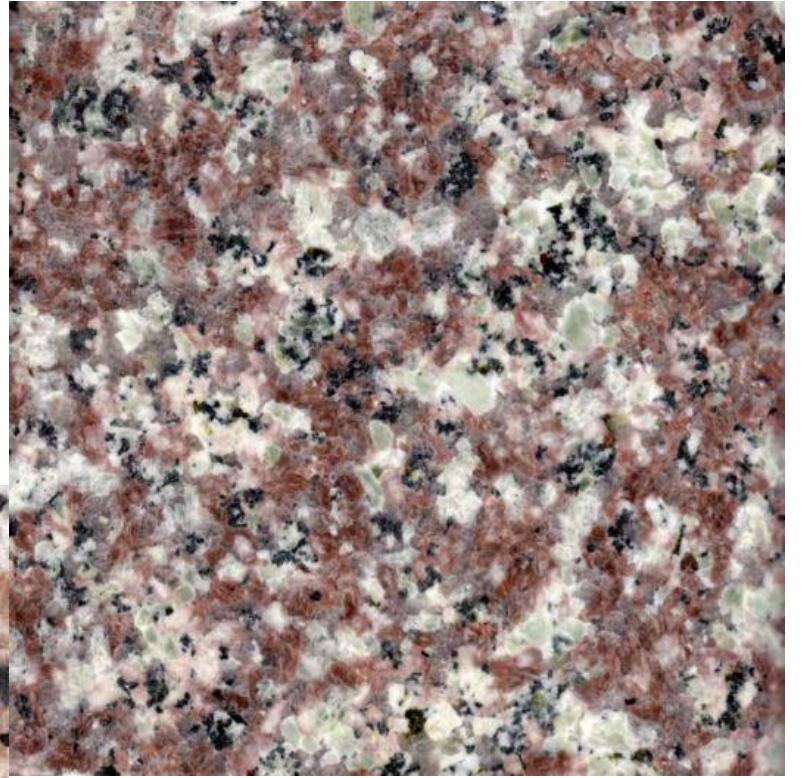
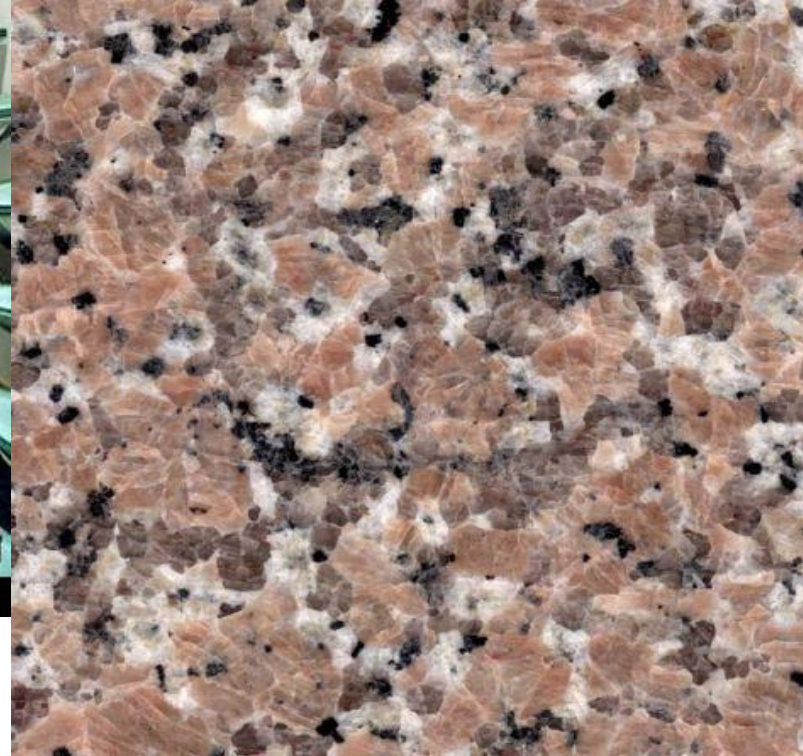


# أنواع الحجارة الشائعة الاستعمال:

- يمكن تقسيم الحجارة من الناحية العملية الى أربعة أقسام:
  1. الكرانيت والحجارة النارية
  2. الحجارة الرملية.
  3. الحجارة الكلسية والرخام.
  4. الأردواز.

# 1. الحجارة الكرانيتية:

- من الصخور النارية المتبلورة.
- توجد بالوان متعددة.
- تتميز بقابلية صقل ممتازة
- ذات دوام عالي
- ذات صلادة عالية.
- ذات كثافة عالية ( الوزن النوعي 2.7 )
- ذات تحمل عالي ( 77 – 130 ) ميكاباسكال.
- تستعمل في تغليف الأرضيات وفي بعض اعمال دعامات الجسور.



## 2. الحجارة الرملية:

- تتكون من الرمل والكوارتز المتماسك بواسطة مواد سمنتية مثل الجير، المغنيسا، الألومينا، أو أكسيد الحديد.
- تختلف خواصها باختلاف المواد اللاصقة فعندما تكون المواد السمنتية كافية تكون الحجارة قوية.
- تستعمل الأنواع القوية في البناء والأنواع الضعيفة في أعمال النحت والتشكيل.



### 3. الحجارة الكلسية:

- تكون في الغالب سهلة القطع والتشكيل.
- تكون جيدة للبناء وهي كثيرة الأستعمال في العراق،
- مادة أساسية لصناعة السمنت.
- تستعمل في اعمال الطرق والسكك الحديد.
- الرخام: وهو حجارة كلسية متحولة بفعل الحرارة والضغط.
- يكون صلد وقابل للصقل والتشكيل
- يستخدم للتغليف والأرضيات والزخرفة والنحت.

## 4. الأردواز:

- من الحجارة النادرة في العراق ولكن يتم استيراده.
- وهو حجارة متحولة
- ذات حبيبات ناعمة ومرصوفة.
- صلدة وذات دوام عالي
- قابل للانفلاق الى صفائح رقيقة
- يستعمل في أعمال التسقيف بدلا عن الصفائح المعدنية والأسبستية
- يستعمل في اكساء الأرضيات
- يستعمل كطبقة مانع رطوبة في الجدران

# البناء بالحجارة:

- تستخرج الحجارة من المقالع الخاصة ثم تقطع وتجفف
- عملية التجفيف تكون ضرورية وقد تستغرق من 6 - 12 شهر
- يفضل اعداد الحجارة وقطعها بعد التجفيف اذا كانت حاوية على املاح ذائبة.



# اعداد الحجارة للبناء:

- ويقصد به تحضير الحجارة وقطعها ونحت الوجه وضبط الحافات.
  - يكون الأعداد بأشكال متعددة، منها:
1. المتروك: ويعني استخدام الحجارة بحالتها الطبيعية بشرط كون مقاسها ملائم.
  2. المعدل: قص الزوايا البارزة وجعل الحجارة ذات ابعاد شبه منتظمة.
  3. المنشور: تعديل الحجارة وقصها بالمنشار بحيث يكون الوجه مستوي.
  4. المنحوت الحواشي: تعمل فيه حاشية مستوية وصقيلة في اطراف الوجه بعرض 20 - 30 ملم وتترك بقية مساحة الوجه بإنهاء خشن. تفيد الحاشية في تقليل عرض مفاصل البناء.

5. الأعداد المستوي: ويعني اعداد الوجه وجعله مستويا بوسائل يدوية او ميكانيكية ثم يصقل.  
يفضل هذا الأعداد في البناء المنتظم ويكون بأشكال متعددة:
- a. الممشط: يكون الأنهاء بمشط حديدي يترك اثره على الوجه وتستعمل الحجارة غير الصلدة.
- b. المعد: ويكون الأنهاء بالمنقار
- c. المصقول بالفأس: ويكون بصقل الوجه تماما وتستخدم حاليا المعدات الالية لهذا الغرض.

# أشكال البناء بالحجارة:

تبنى الحجارة إما بناء منتظما صقيلا أو إعتياديا، ولكل من الحالتين أشكال متعددة.

## أ- بناء منتظم بالحجارة المستوية:

- وهو البناء الذي تستعمل فيه حجارة بإعداد مستوي بزوايا قائمة ومنتظمة جدا.
- يستعمل هذا النوع في الأبنية الخاصة وتكون كلفة البناء مرتفعة بسبب إعداد الحجارة.
- يكون البناء من هذا النوع بأحد الأنواع التالية:

a. بناء جدران مصمتة غير مجوفة

b. بناء جدران مجوفة

c. الأكساء أو التغليف

## a – بناء جدران مصمتة:

- تؤخذ الحجار بإعداد مستوي ذات سمك قليل في وجه الجدار لأعطاء مظهر جيد.
  - تبني الطبقة الخلفية بالحجارة الأعتيادية او الطابوق او الكتل وذلك لتقليل كلفة البناء.
  - يتم بناء الطبقتين بنفس الوقت لتأمين الربط الجيد بينهما.
  - يتم الربط بين الطبقتين:
- i. باستخدام رباطات معدنية كما في الجدران المجوفة
  - ii. بإدخال جزء من حجارة الوجه في طبقة الظهر وخاصة عند الفتحات والأركان.

## b – بناء جدران مجوفة:

- تستعمل الحجارة المعدة المستوية ذات السمك المنتظم أو الحجارة المصبوبة في بناء الورقة الخارجية للجدار المجوف.

## c – إكساء الجدران:

- وهو أكثر الأنواع شيوعا في العراق حيث يستعمل الرخام أو بقية أنواع الحجارة في إكساء الجدران المبنية بالطابوق أو الكتل.

## أ - الأكساء بالرخام والمرمر:

- يتم إكساء الجدار بالرخام بعد إكمال هيكل البناء أي في مرحلة الإنهاءات.
- تستعمل الواح الرخام التي تكون صقيلة ومقطعة بصورة هندسية منتظمة.
- يكون السمك لجميع الألواح موحدًا ويتراوح بين 20 - 40 ملم.
- يوضع اللوح بمسافة 2 - 3 سم عن وجه الجدار ويثبت وقتيا باستخدام عجينة مسحوق باريس بحيث تكون المفاصل منتظمة افقيا و شاقوليا.
- تثبت الواح الرخام فيما بينها بمفاصل بشكل بقضبان معدنية بقطر 4 ملم

ب- البناء الأعتيادي بأنواع الحجارة الأخرى:  
من انواعه:

1. بناء عشوائي (لاش) ويكون بأنواع:

أ- لاش بدون سوف

ب- لاش منظم بالسوف

ت- لاش بشكل سوف.

2. بناء اعتيادي منظم: ويبنى بالأساليب التالية:

أ - بدون سوف

ب. بالمزلاج

ج منظم بسوف

د. بشكل سوف



# القوالب والسقالات

## Frames & Scaffoldings

## القوالب:

- استعملت القوالب الخشبية مع بداية استعمال الخرسانة في الاعمال الانشائية.
- استحدثت بعدها قوالب من مواد أخرى أهمها القوالب المعدنية والبلاستيكية.
- أدخلت تحسينات و اضافات لعمل قوالب قياسية وبنمطية معينة تسهل تركيب القوالب وفكها.
- ان الجانب الاقتصادي يعتمد بالدرجة الأولى على إمكانية استعمال القالب الواحد مرات متكررة.
- اهم الأمور التي تخص دراسة القوالب:
- تصميم القوالب وفق أسس وعوامل هندسية.
- بناء القوالب وتهيئتها للاستعمال.
- استعمال القوالب وتركيبها موقعياً ثم رفعها عند انتهاء الحاجة.

## □ يجب ان تتوفر في اعمال القوالب أمور عدة:

1. **النوعية:** وتشمل قوة القالب ومتانته لمقاومة الاحمال المسلطة عليه وحفاظة على الشكل المطلوب وعلى مواد الخرسانية.
2. **الأمان:** ويعني سلامة العمال والمنشأ الخرساني اثناء عمل القوالب وفكها و صب الخرسانة.
3. **الاقتصاد:** حيث ان كلفة القالب فقرة أساسية من فقرات سعر الخرسانة ويمكن خفض سعرها بنسبة كبيرة عند إمكانية استعمال القالب لمرات متعددة كما في القوالب المعدنية.

## □ طرق عمل القوالب:

1. خارج الموقع .
2. داخل الموقع.
3. قوالب جاهزة.

## □ انواع القوالب حسب مواد عملها:

• يتم عمل القوالب من احدى المواد التالية:

1. الخشب.
2. الفولاذ.
3. معادن خفيفة الوزن كالألومنيوم.
4. البلاستيك او البلاستيك المسلح بألياف الزجاج.

## 1. القوالب الخشبية:

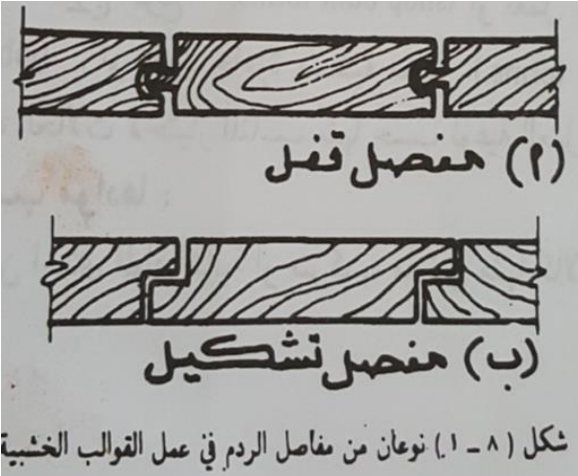
- تستعمل القوالب الخشبية عندما يكون المطلوب صب الخرسانة بأشكال وتفصيل يصعب عملها بقوالب من مواد أخرى.
- يكون القالب الخشبي اقتصادي عندما يمكن استعماله لعدة مرات.
- يستعمل الخشب الرخو مثل الجام ويفضل الرطب على الجاف لقلّة تأثيره برطوبة الخرسانة وحفاظة على الشكل بدون التواء او انحناء.
- تصمم القوالب الخشبية عادة بعامل امان لا يقل عن 2.5.

## □ أنواع القوالب الخشبية حسب استعمالاتها:

1. قوالب لمنشآت خفيفة: وهي التي تصمم لاستعمال واحد او لمرات محدودة.
2. قوالب لمنشآت ثقيلة: وهي التي تصمم لغرض الاستعمال مرات متكررة كثيرة.

## □ ملاحظات حول القوالب الخشبية:

1. يجب ضبط ابعاد القوالب بحيث تكون الخرسانة الناتجة بنفس الابعاد والمستويات التصميمية.
2. يجب احكام المفاصل بين الالواح حتى لا تفقد الخرسانة ماءها او بعض موادها الناعمة.
3. في بعض الحالات يتم عمل مفاصل بين الواح الخشب تكون بنوعين:  
أ. مفصل قفل: وهو محكم جدا.  
ب. مفصل تشكيل: وهو ارخص من ناحية العمل وغير محكم.



➤ ان اختيار نوع المفصل يعتمد على:

أ. نوعية الخشب.

ب. مستوى العمل.

ج. الجودة المطلوبة.

4. يجب دهن القوالب الخشبية لتقليل التصاقها بالخرسانة وامتصاص الماء.

5. يجب تنظيف القوالب بالهواء المضغوط ورشها بالماء قبل بدء الصب لتقليل تأثيرها برطوبة

الخرسانة.





6. تصفى الاخشاب بسمك 2-8 ملم للحصول على الأوجه الصقلية او لإزالة الطبقة التالفة نتيجة استعمالات سابقة.

• قد تكبس على أوجه القوالب الواح من الالياف سمك 8-12 ملم. او من الخشب المعاكس المعالج وبسمك 10-20 ملم.

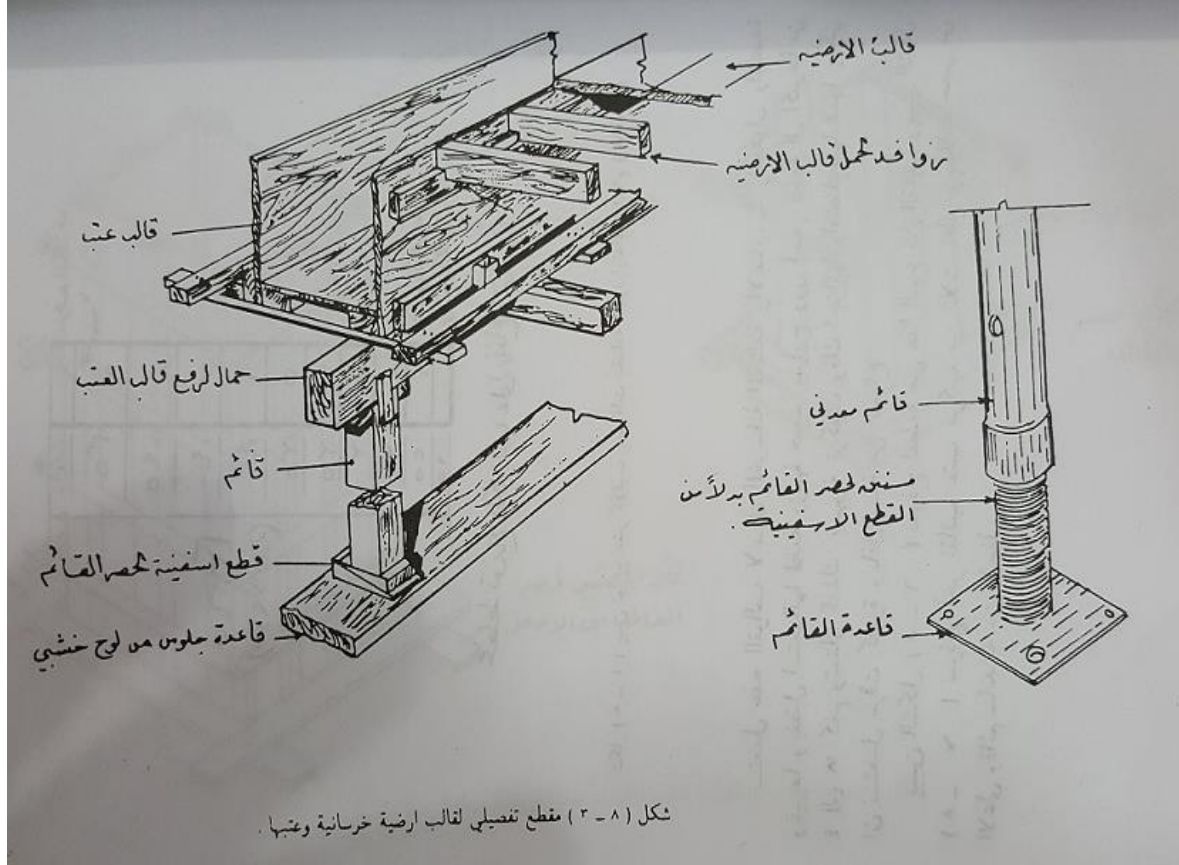
### □ فوائد كبس الألواح على القالب الخشبي:

1. تقليل المفاصل للمساحات الكبيرة والسيطرة على تسرب مونة الخرسانة وماءها.
2. الحصول على أوجه صقلية.
3. زيادة مقاومة القالب لتأثير رطوبة الخرسانة.
4. إمكانية استعمال القالب لمرات عديدة.

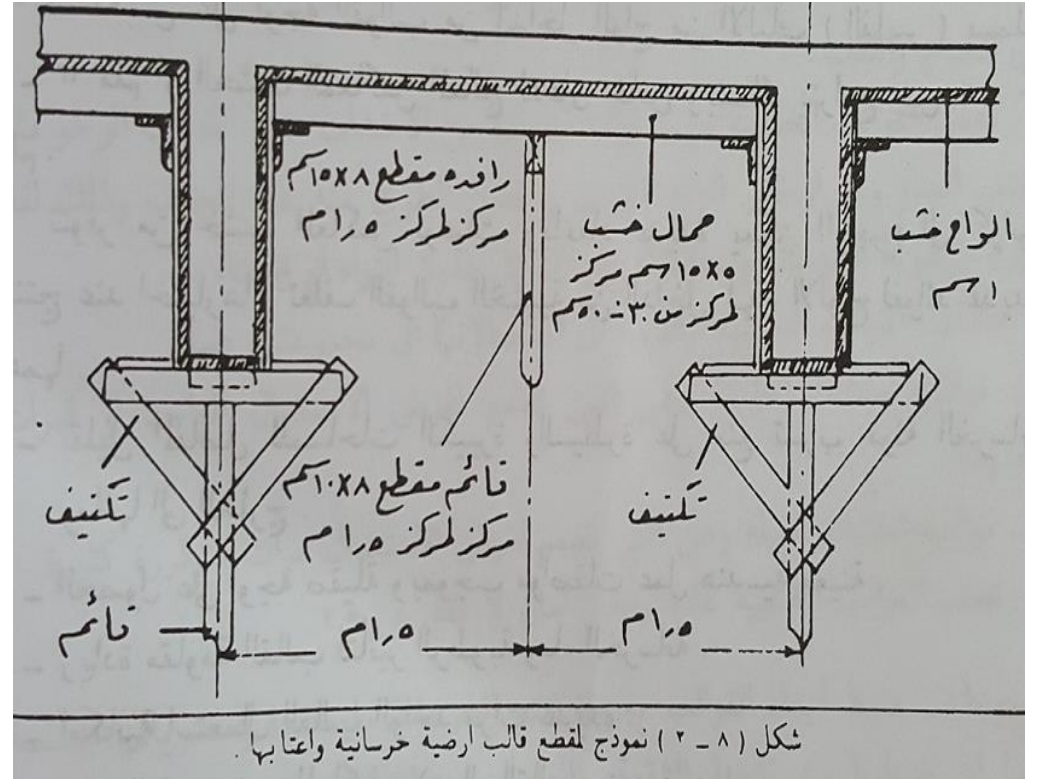
7. يجب ان تكون القوالب الخشبية والهيكـل الخاص بها بقوة كافية لمقاومة الاحمال الشاقولية وقوى الدفع الجانبية وان تكون متماسكة الأطراف بحيث تعمل كوحدة واحدة.

8. يعتمد سمك الخشب وأبعاده على عوامل التصميم والاحمال.

9. من المفيد اقتصاديا عند تصميم الأجزاء البنائية عدم تغيير المقاطع في الاعمدة والاعتاب قدر المستطاع لإمكانية استعمال القالب لأكثر من جزء في المنشأ.



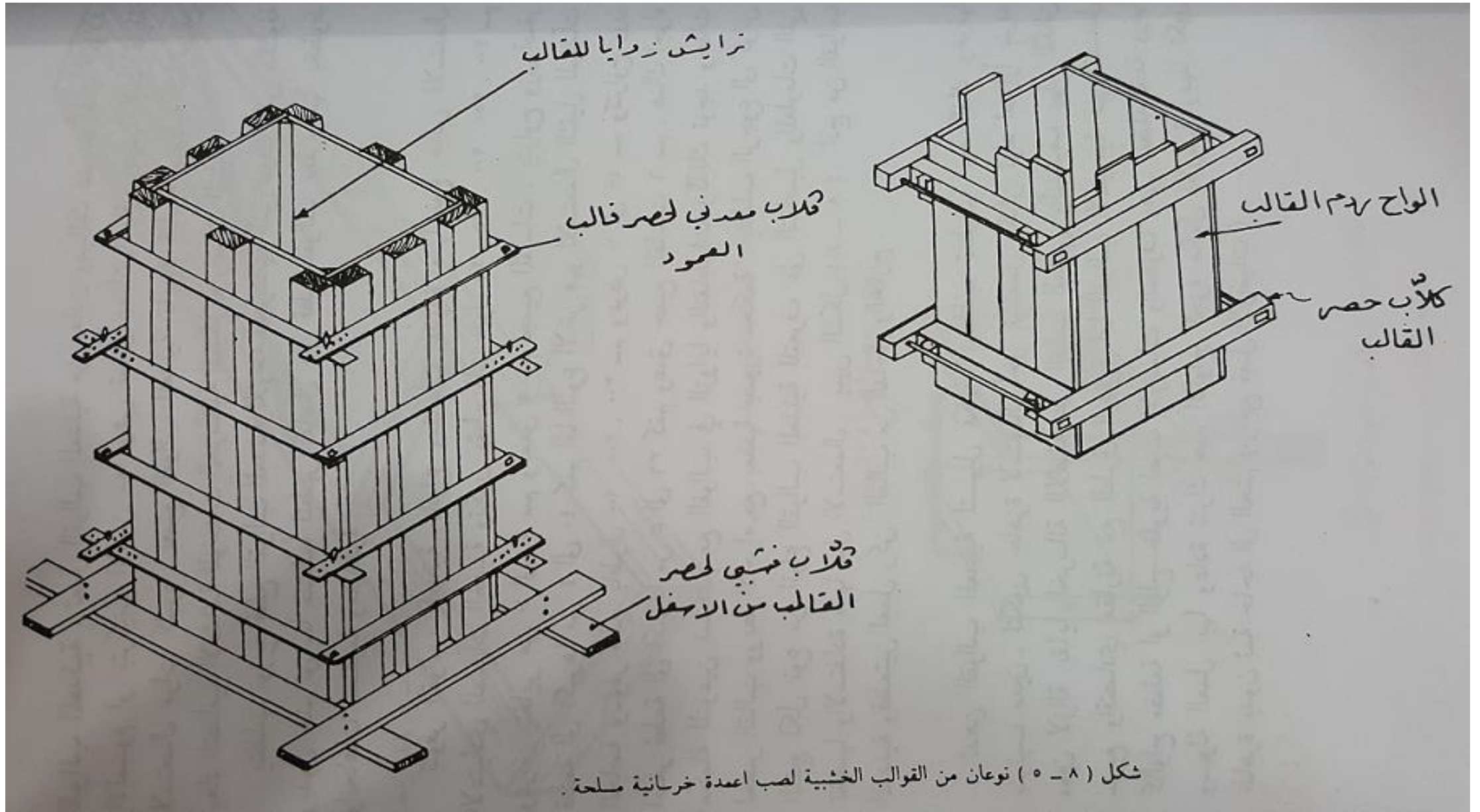
شكل ( ٨ - ٣ ) مقطع تفصيلي لقالب ارضية خرسانية وعتمتها.



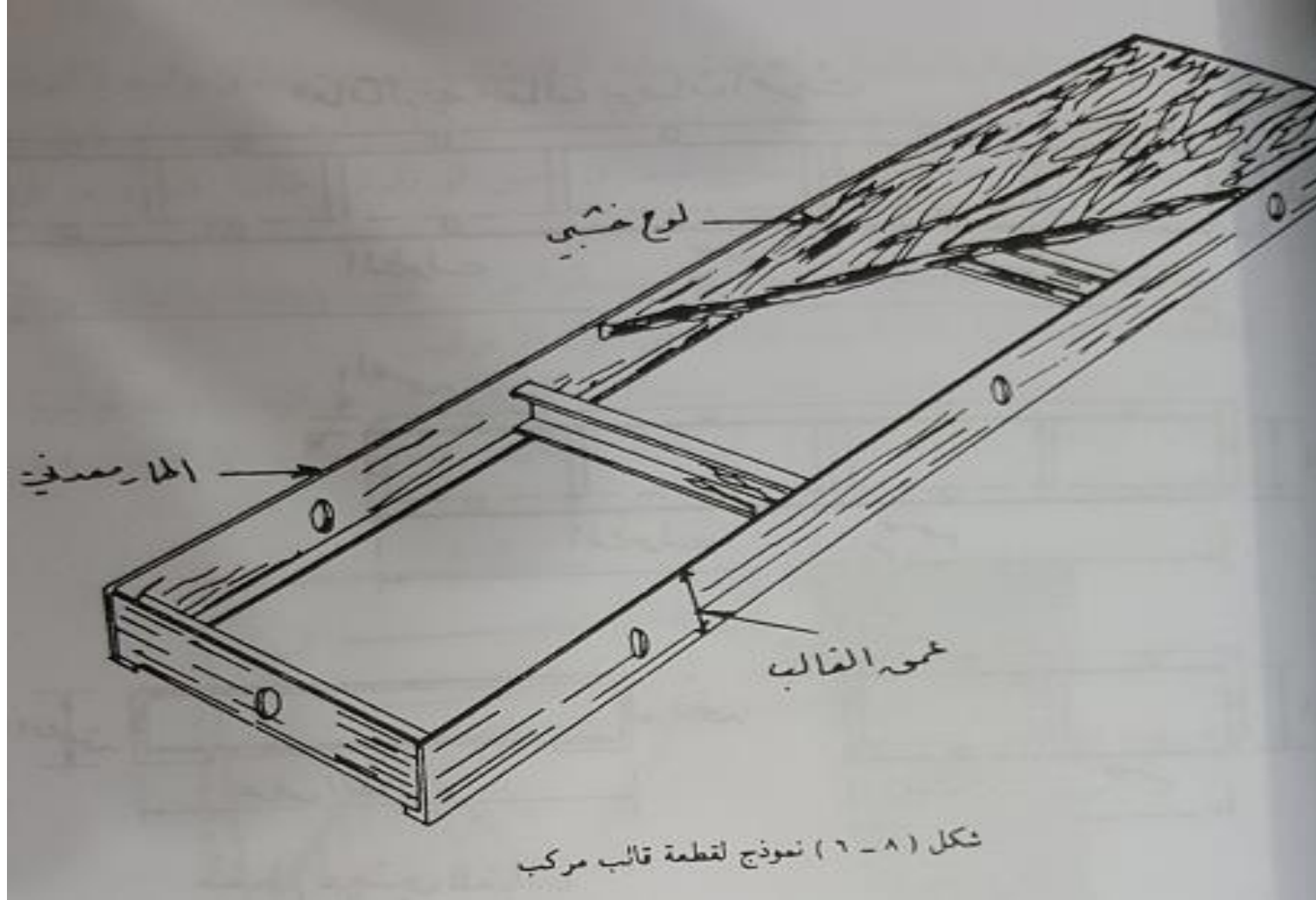
شكل ( ٨ - ٢ ) نموذج لمقطع قالب ارضية خرسانية واعتابها.

10. يجب حصر القالب الخشبي للأعمدة بكلايب خشبية او معدنية على مسافات تتراوح بين 25-50 سم حسب موقع الكلاب من ارتفاع العمود وذلك لمنع تفلطح القالب بتأثير الدفع الجانبي للخرسانة.



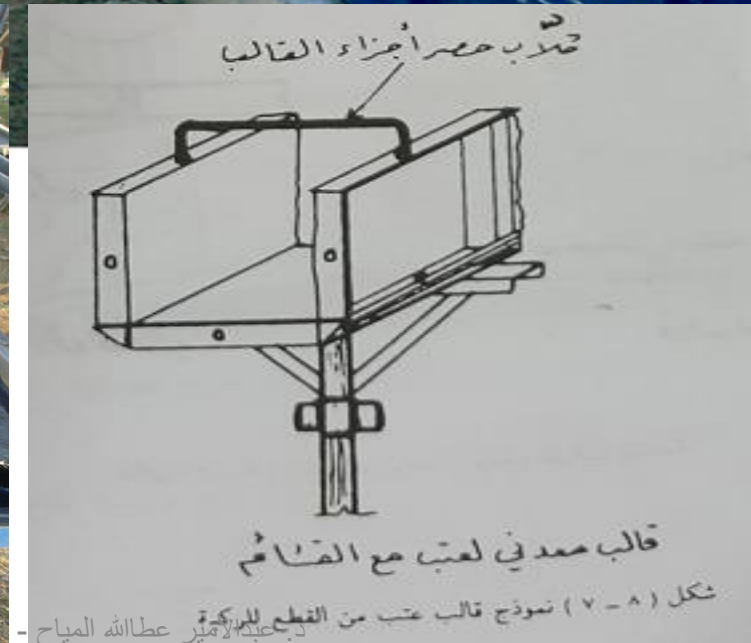


- توجد نوعية خاصة من القوالب الخشبية من المعاكس السميك او الواح الخشب ذات الاطار المعدني.



## 2. القوالب المعدنية:

- تصنع من معادن وسبائك عديدة أهمها الفولاذ والالمنيوم.
- تمتاز بمتانتها واقتصاديتها لكونها قابلة للاستعمال مرات كثيرة.
- تصنع بأبعاد قياسية ونمطية تتلائم مع ابعاد التصاميم الانشائية للوحدات الخرسانية.
- عند الرغبة بترك الأوجه الخرسانية مكشوفة بدون انهاء فيجب توزيع قطع القالب المعدني بصورة منتظمة لتظهر المفاصل بين قطع القالب بعد رفعها بخطوط مستقيمة ومتناظرة.
- تكون مقاسات القوالب المعدنية للمنشآت الخفيفة بطول من 100 الى 300 سم وعرض من 10 الى 50 سم وسمك 5 سم.
- تكون مقاسات القوالب المعدنية للمنشآت الثقيلة بطول من 100 الى 300 سم وعرض من 10 الى 40 سم وسمك 6 سم.
- توجد قطع مكملة للقوالب المعدنية تستخدم في الزوايا والتقاطعات وكذلك لربط الأجزاء مع بعضها.



- يجب تزييت القوالب المعدنية لتسهيل فكها.
- يجب تنظيفها بعد الفك.
- توجد ايضا قوالب من الالمنيوم كالأواح مضلعة او الأواح خلوية لصب الارضيات والسقوف.

### 3. القوالب البلاستيكية :

- تستعمل القوالب البلاستيكية لصب الخرسانة بأشكال خاصة مثل السقوف المضلعة او عمل نقوش.
- تمتاز بإمكانية استعمالها عدة مرات وبخفة وزنها وسهولة تنظيفها واقتصاديتها.



## □ تصميم القوالب:

- تصمم القوالب لمقاومة احمال شاقوليه وقوى دفع جانبية خلال فترة صب الخرسانة وتصلدها.

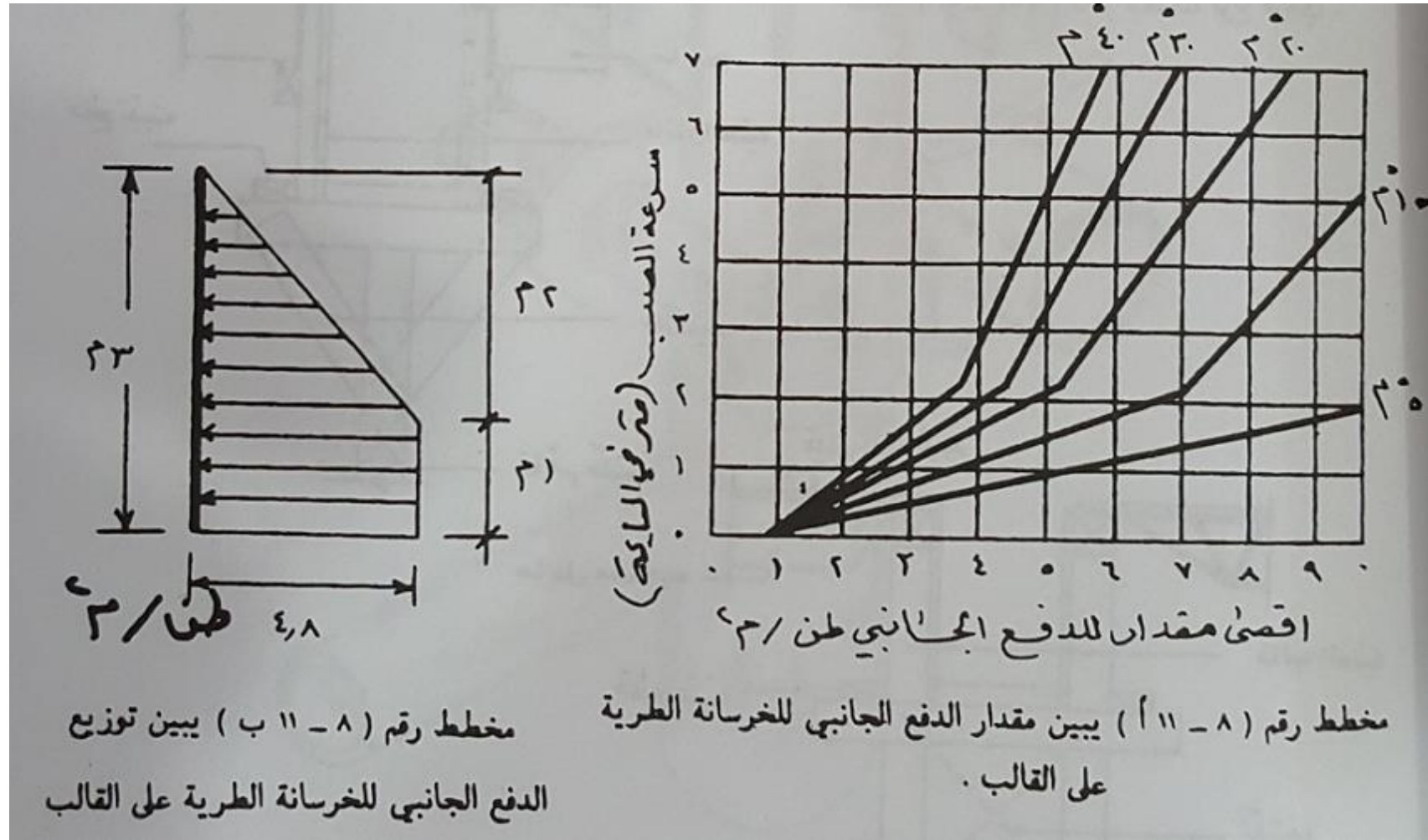
### أ. الاحمال الشاقولية:

1. وزن التسليح و يحسب من مخططات التسليح.
2. وزن الخرسانة الطرية قبل التصلد ويكون بمقدار 2500 كغم/ متر مكعب.
3. وزن القالب ويقدر من 20 الى 60 كغم للمتر المربع الواحد.
4. الاحمال الحية وتتراوح بين 250 الى 375 كغم /متر مربع.
5. احمال مضافة اثناء التنفيذ تعتمد في مقدارها على طريقة وضع الخرسانة وحرصها وحركة المعدات.
6. احمال تكديس الخرسانة الطرية في بعض المواقع.

## ب. الدفع الجانبي:

- ينتج الدفع الجانبي على القوالب من دفع الخرسانة الطرية.
- يتناسب هذا الدفع مع سرعة املاء القوالب بالخرسانة وعكسيا مع درجة حرارة الخرسانة وسرعة تماسكها.
- يكون مقدار الدفع بحدود 2500 كغم / متر مربع لكل متر ارتفاع من القالب.
- يضاف له تأثير الاهتزاز ويقدر ب 450 كغم لكل متر مربع لكل متر من ارتفاع صب الخرسانة.
- حددت المدونات معدلات لحساب مقدار الدفع الجانبي للخرسانة الطرية على القوالب.
- توجد مخططات لإيجاد مقدار الدفع دون الحاجة لتطبيق معدلات.
- مثلا يكون الدفع الجانبي على قالب ارتفاعه ثلاثة امتار وسرعة صب الخرسانة 2 متر/الساعة في درجة حرارة 20 درجة مئوية 4,8 مساويا الى طن/ متر مربع.

- وكما مبين في الشكل.
- هذا الدفع يتناقص بصورة خطية من ارتفاع 1 متر الى ان يبلغ صفر في اعلى القالب.



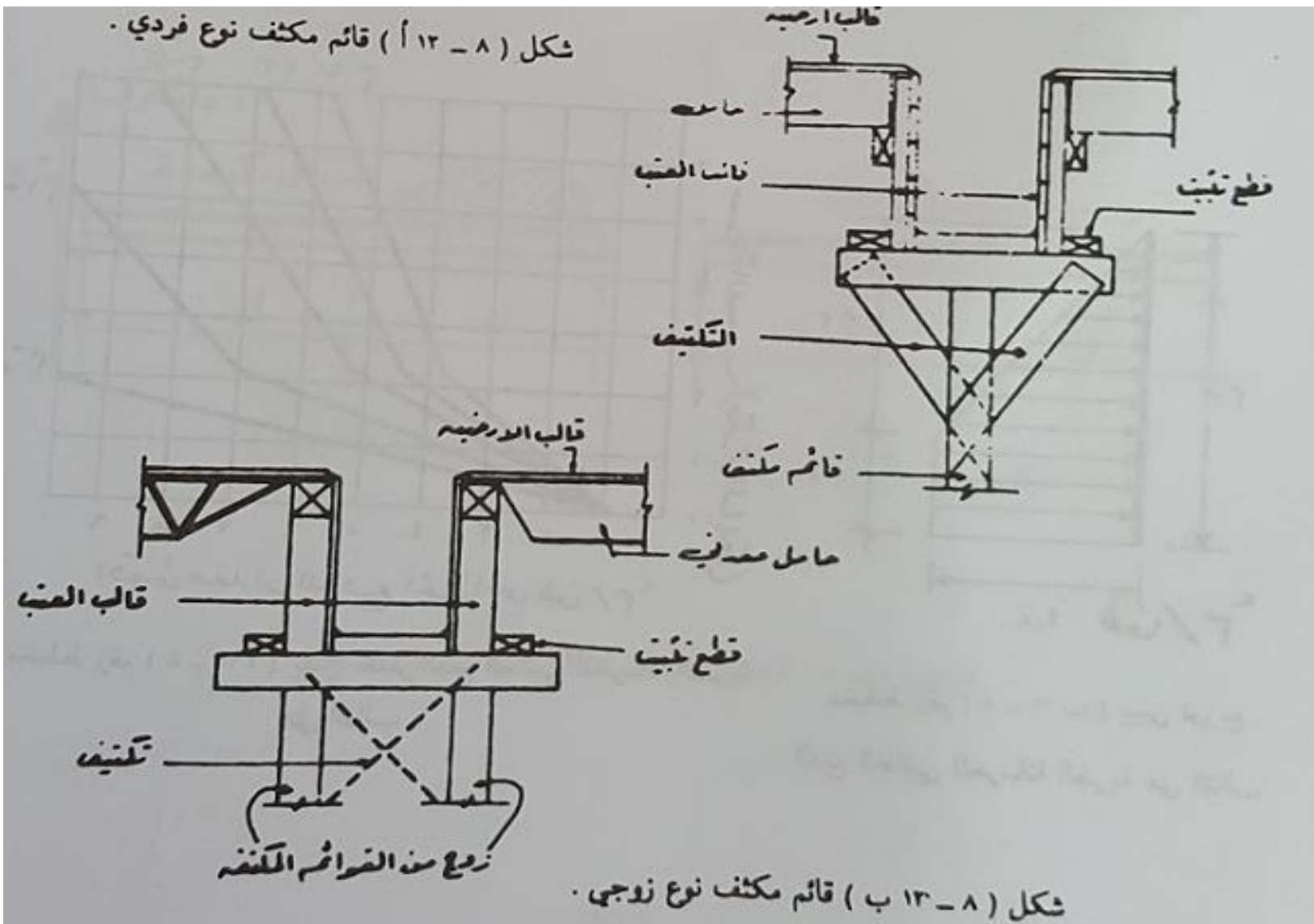
# القوائم و السقالات و الحاملات:



## 1. القوائم:

- تحتاج القوالب لحملها واسنادها الى قوائم وسقالات وحاملات تعمل من مقاطع الخشب او الانابيب الفولاذية او الالمنيوم.
- القوائم عبارة عن دعائم شاقوليه تحمل القوالب وتوزع بمسافات متساوية تعتمد على تحملها.
- يعمل الطرق العلوي للقائم بشكل ( T ) لحمل القالب.
- يستند الطرف الأسفل على قاعدة من الواح الخشب بمساحة تكفي لتوزيع حمل القائم على التربة.
- لا توجد حاجة للقاعدة إذا كان القائم يستند على طبقة قوية مثل الأرضية الخرسانية.
- يتم حصر الطرف الأسفل للقائم على القاعدة بقطع إسفينية من الخشب.
- في القوائم المعدنية يتم حصر القائم عن طريق تراكيب مسننة.
- تتحمل القوائم المعدنية أحمالا قياسية وبمعامل أمان من 2 - 4.
- يستعمل في بعض الحالات زوج من القوائم المكثفة حيث تكون أكثر استقرارا من القوائم المفردة لتحمل الأحمال الثقيلة أو التي تسبب الزحف والانقلاب.

شكل ( ٨ - ١٣ أ ) قائم مكثف نوع فردي .



شكل ( ٨ - ١٣ ب ) قائم مكثف نوع زوجي .

## 2. السقالات:

- استعملت السقالات في البداية لعمل هيكل حمل أرضية مؤقتة للعمال اثناء الانشاء.
- تطورت لاحقا من حيث موادها وتفصيلها وأصبحت تستعمل أيضا لحمل القوالب واسنادها كبديل مفضل على القوائم الاعتيادية.
- تكون السقالات المعدنية افضل لاقتصاديتها وامانها وسهولة تركيب اجزائها بوصلات وتراكيب خاصة.



شكل ( ٨ - ١٣ ) نموذج لاجدى التراكيب المستعملة لعمل السقالات .

- تربط انابيب السقالة افقيا وعموديا او بصورة مائلة.
- أنواع السقالات من حيث الطول:

1. النوع الاعتيادي القياسي.
2. النوع ذو التحمل العالي.
3. النوع ذو التحمل الفائق.

### 3. الحاملات:

- وهي اعتبار وقتية تستعمل لإسناد القوالب بالاتجاه الافقي والعمودي.
- تمتاز الحاملات المعدنية بسرعة التركيب والاقتصاد والمرونة في تغير الفضاءات.

#### □ أنواع الحاملات:

1. النوع التلسكوبي:- ويصنع من مقطع مشبك او مقطع صندوقي قابل للمد لتغطية فضاءات واسعة.
2. النوع بمقطع متين قادر على تحمل اثقال كبيرة.



## □ التكتيف Bracing:

- يجب تكتيف السقالات والقوائم والحاملات لتثبيتها او مقاومة القوى التي تؤدي الى حركتها وميلانها جانبيا.
- تحدث القوى نتيجة الرياح او حركة وسائط نقل الخرسانة او تكديسيها.
- يكون التكتيف محسوبا بموجب الاحمال الحية والميتة.
- يتم اسناد قوالب الجدران والاعمدة جانبيا باستعمال مساند خشبية او معدنية.

## العوامل المؤثرة في تصميم القوالب:

1. الاجهادات المسموح بها لمادة القالب.
2. الاود والذي يساوي  $1/360$  من طول الفضاء.
3. انحناء القوالب وهذا يعتمد على عزم الانحناء الناتج من تأثير الاحمال.
4. النحافة والتي يجب ان لا تزيد للقوائم المعدنية عن 200 وللقوائم الخشبية عن 50.

## □ مواصفات وتعليمات بخصوص القوالب:

- يجب ان يوفر المصمم مواصفات وتعليمات للقوالب تكون واضحة للمنفذ واهمها:
  1. مظهر الأوجه الخرسانية وبيان التفاصيل المعمارية كالنقوش.
  2. شاقوليه القوالب مع التكتيف والاسناد الجيد.
  3. ضبط ابعاد القوالب حيث حدد الكود العربي مقدار لتفاوت المسموح بأبعاد القوالب العادية بمقدار 10% من البعد الأصغر للقالب على ان لا يزيد عن 5 ملم، وللقوالب الجيدة بمقدار 5% من البعد الأصغر على ان لا يزيد عن 2 ملم.
  4. مواقع الفتحات وعمل قوالب خاصة لذلك.
  5. تحديد مواقع المفاصل الانشائية ومفاصل التمدد.
  6. رفع وسط القالب او طرفه الناتئ لمعادلة الاود المتوقع.
  7. تهيئة ممرات ومعايير وارضيات خاصة للعدد الانشائية ووسائل نقل الخرسانة.

## ❑ فشل اعمال القوالب:

• تحدث حالات فشل في اعمال القوالب يكون بشكل تباين بالأبعاد او الهطول او الانهيار لأسباب تصميمية او تنفيذية، أهمها ما يلي:

1. وجود نقص او ضعف في تركيب أجزاء القالب.
  2. عدم وجود التكتيف الملائم للسقالات والقوائم والحاملات.
  3. وجود قوى اكبر من ان يتحملها هيكل القالب بسبب تكديس الخرسانة الطرية في مكان واحد.
  4. عدم اسناد نهايات القوائم على قواعد ثابتة وقوية.
  5. سقوط عربة نقل الخرسانة على بعض أجزاء القالب.
  6. انهيار الأرضية الساندة للقالب.
- لذا يجب الاعتناء بصورة جيدة بتصميم وتنفيذ ومراقبة اعمال القوالب للتأكد من جودتها.

□ المدة الزمنية لفك القوالب:

- حدد الكود العربي المدد الازمة لفك قوالب الخرسانة ذات السمنت الاعتيادي بما يلي:

نوع القالب	المدة الزمنية (يوم)
جوانب الاعتاب الروافد	2
الاعمدة بدون احمال	2- 3
الاعتاب والسقوف	2 * (طول الفضاء القصير بالأمتار) + 2
الاعتاب الناتئة	4 * (طول البروز) + 2

- عند استعمال سمنت سريع التصلب تكون المدة حسب خصائص السمنت المستعمل على ان لا تقل عن نصف المدد المذكورة للسمنت العادي.
- يجب زيادة المدة في حالة كون القالب يحمل احمالا إضافية من طوابق العليا.
- في مثل هذه الحالة يجب بقاء كافة القوائم والمساند والتكثيف لمدة 28 يوم.
- يجب عند فك القالب عدم احداث اهتزازات شديدة او توجيه صدمات حادة.
- ان يكون رفع القوالب بمراحل للتأكيد من عدم تصلب الخرسانة وقدرتها على التحمل.
- من الممكن فك القوالب بفترات اقل اذا كان ذلك لا يؤثر على نوعية الخرسانة او تحملها.

## □ أنواع خاصة من القوالب:

- توجد قوالب خاصة تستعمل لصب منشآت خرسانية ذات طابع معين.
  - تمتاز هذه القوالب بسرعة التنفيذ والاقتصاد في العمل والايدي العاملة وإمكانية ضبط جودة العمل حسب الدرجة المطلوبة.
  - من هذه القوالب هي القوالب المنزلقة والقوالب المتحركة.
1. القوالب المنزلقة Slip Form:
- وهو قالب ينزلق بواسطة رافعة بسرعة يكفي وقتها لتصلد الخرسانة تحت القالب اثناء انزلاقه.
  - في البداية استعملت الرافعات اليدوية ثم تم استعمال رافعات هيدروليكية.
  - تكون سرعة القالب بين 25 – 37,5 سم في الساعة.
  - تستعمل القوالب المنزلقة في انشاء السابيلوات والمداخل وابراج التلفزيون والخزانات التي يزيد ارتفاعها عن 8 امتار والمجاري الكبيرة والانفاق.

## □ خواص القوالب المنزلاقة:

1. عدم وجود مفاصل في الصب وهذا مهم في المنشآت المائية والصوامع.
  2. اقتصاديتها لقلة اعتمادها على الكادر البشري وإمكانية استخدام أجهزتها وقالبها مرات كثيرة.
  3. سرعة التنفيذ حيث يبرمج العمل ليستمر ليلا ونهارا.
- يكون الجو المعتدل في الربيع مثاليا لاستخدام القالب المنزلق وذلك لملائمة الظروف الجوية واعتدال درجات الحرارة ليلا ونهارا.

## □ القالب المتحرك Travelling Form:

- وهو قالب مبني على هيكل ذو قوائم وعجلات تسير مع استمرارية الصب على سكة خاصة.
- تستعمل القوالب المتحركة لتبطين القنوات الواسعة وصب السقوف المضلعة والمقوسة والارضيات والاعتاب ذات الفضاءات الكبيرة.
- تمتاز هذه القوالب بسرعة التنفيذ والاقتصاد لإمكانية استعمال القالب عدة مرات.

# المفاصل في الابنية

## JOINTS IN BUILDINGS



**المفصل** هو جزء من المنشأ مصمم لامتصاص  
او احتواء الحركات التي تحدث في المبنى لإبقاء  
اجزائه واعضائه كافة في حالة سليمة .

• يتطلب لأسباب معينة الفصل بين الوحدات البنائية جزئيا او كلياً بواسطة عمل مفاصل بموجب تفاصيل خاصة.

• تقسم المفاصل بأنواعها المختلفة وحسب الغرض المستعملة منه الى نوعين أساسيين هما :

(1) المفاصل الإنشائية

(2) المفاصل التمديدية

مفاصل انشائية

CONSTRUCTION JOINTS

مفاصل تمددية

EXPANTION JOINTS

➤ **اولا / المفاصل الانشائية :** وتشمل جميع المفاصل التي

يتطلب عملها في الارضيات والسقوف والاعتاب وحسب

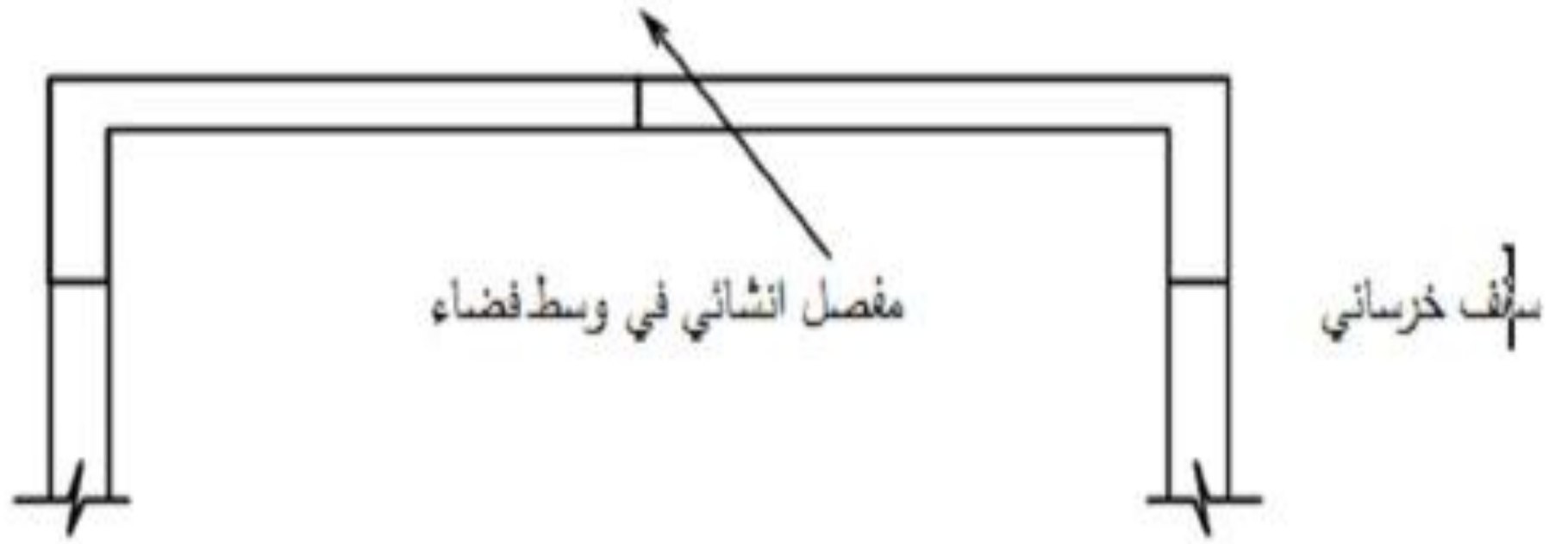
المراحل الانشائية لتنفيذ العمل . فمثلا يجوز صب ارضية

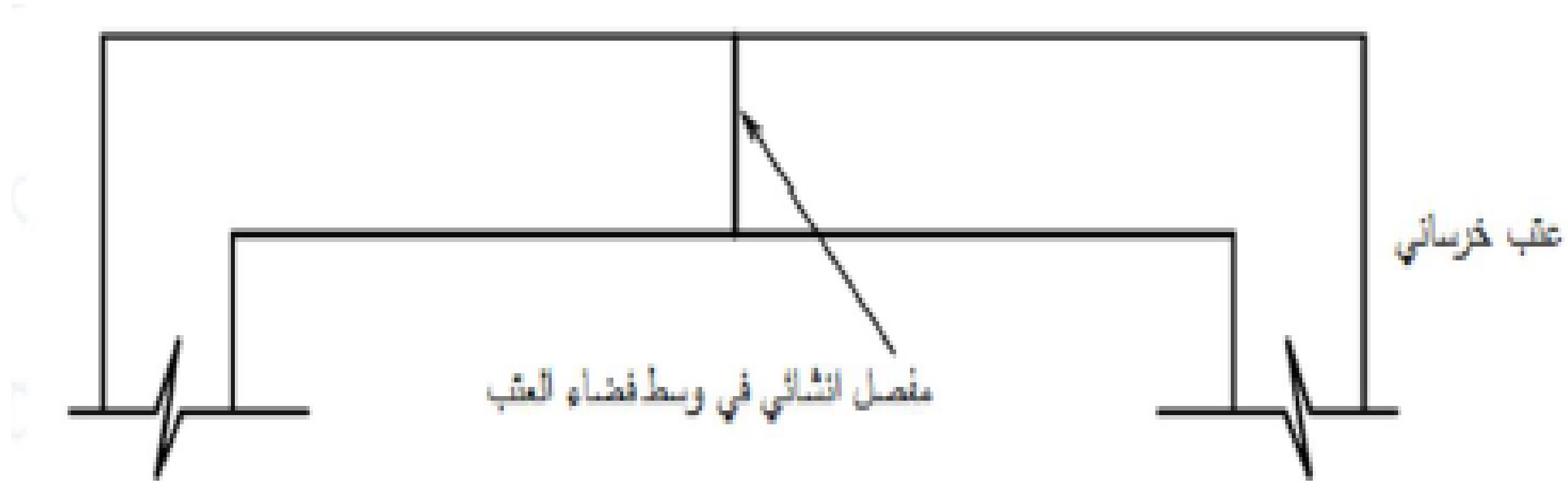
خرسانية مسلحة بمرحلتين ان دعت ظروف العمل الى ذلك

بدلا من صبها بمرحلة واحدة وذلك بعمل مفصل انشائي في

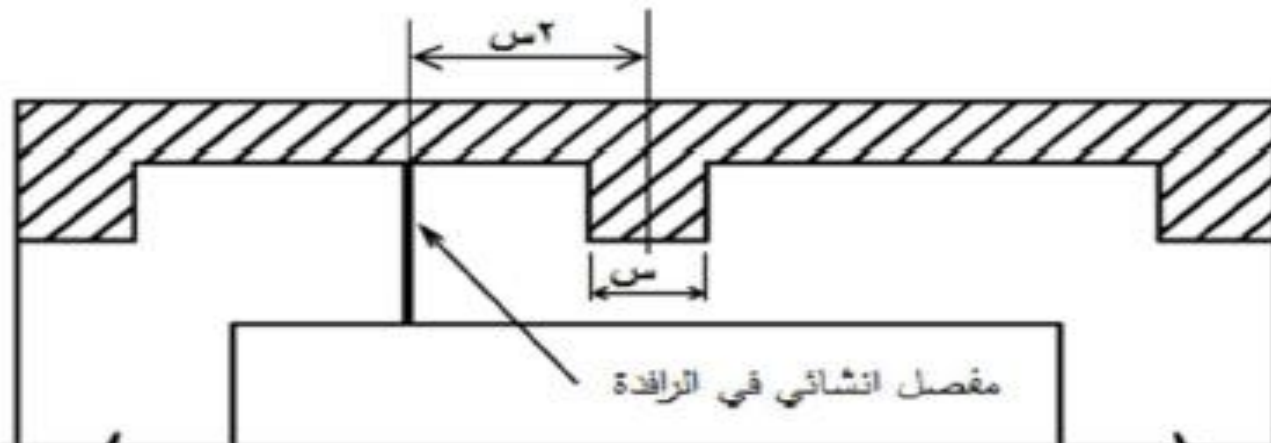
موقعه الصحيح .

- تعمل المفاصل الانشائية في المواقع التي تكون فيها قوى القص قليلة ؛ وقد حددت المواصفات موقع المفصل الانشائي في وسط فضاء الارضيات والاعتاب والروافد .





- والرافدة ( Girder ) التي يستند عليها عتب ( جسر او رباط Beam ) يكون موقع مفصلها الانشائي على بعد يساوي ( ضعف عرض العتب من وسط الرافدة ).



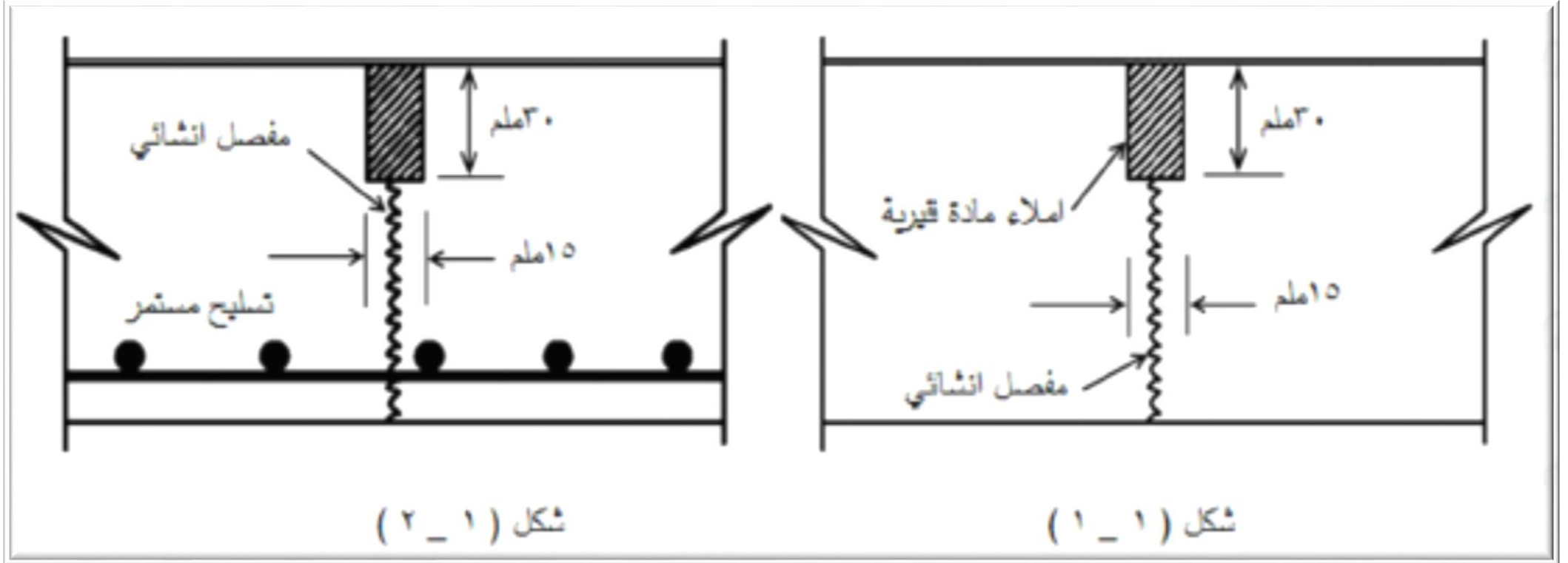
رافدة يستند في وسط فضائها عتب



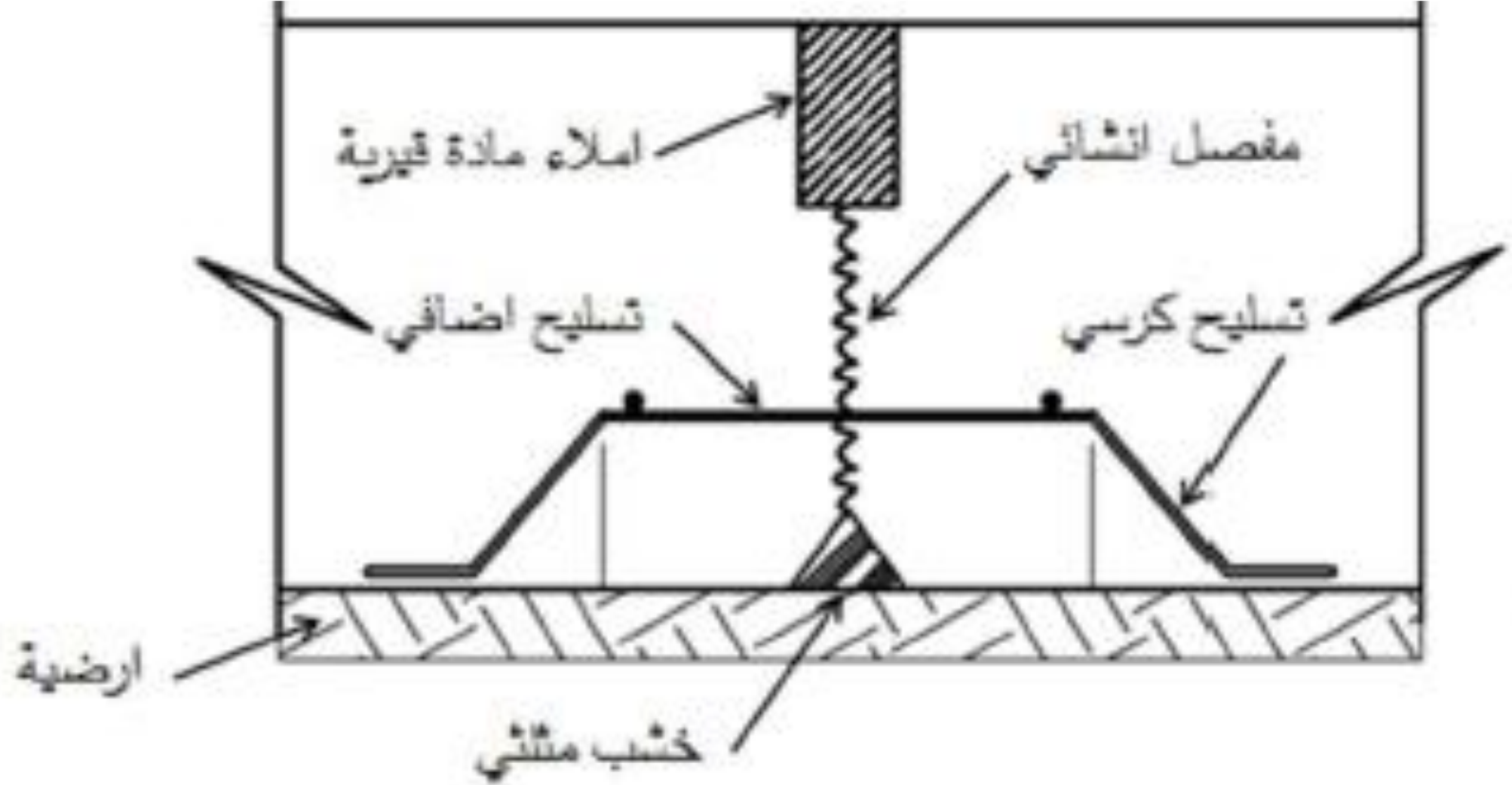
- يعمل المفصل الانشائي بأشكال وتفاصيل معينة ويكون إما من النوع الذي يفصل بين أجزاء الوحدة البنائية فصلاً كاملاً أو فصلاً جزئياً .

## ومن اهم انواع المفاصل الانشائية واكثرها استعمالا ما يلي :

- مفصل انشائي في الارضيات والسقوف ذو فراع بمقطع مستطيل مستمر في قسمه العلوي يملأ بمادة قيرية او اية مادة اخرى قابلة للانضغاط ( شكل ١ \_ ١ ) . يستمر التسليح ان وجد في موقع المفصل ويعتبر المفصل في هذه الحالة من النوع ذي الفصل الجزئي ( شكل ١ \_ ٢ ) .



**مفصل انشائي في الارضيات** ذو فصل جزئي ، يضاف  
بعض التسليح في موقع المفصل لتقوية الارضية وزيادة  
مقاومتها للهبوط التفاضلي ويضاف املاء قيري في اعلى  
المفصل وشريط خشبي بمقطع مثلثي في اسفله ( شكل ١ -  
٣ ) والتسليح المضاف يكون بمسافات متساوية ويجلس على  
ارجل ( كرسي ) من امتداد التسليح المضاف .

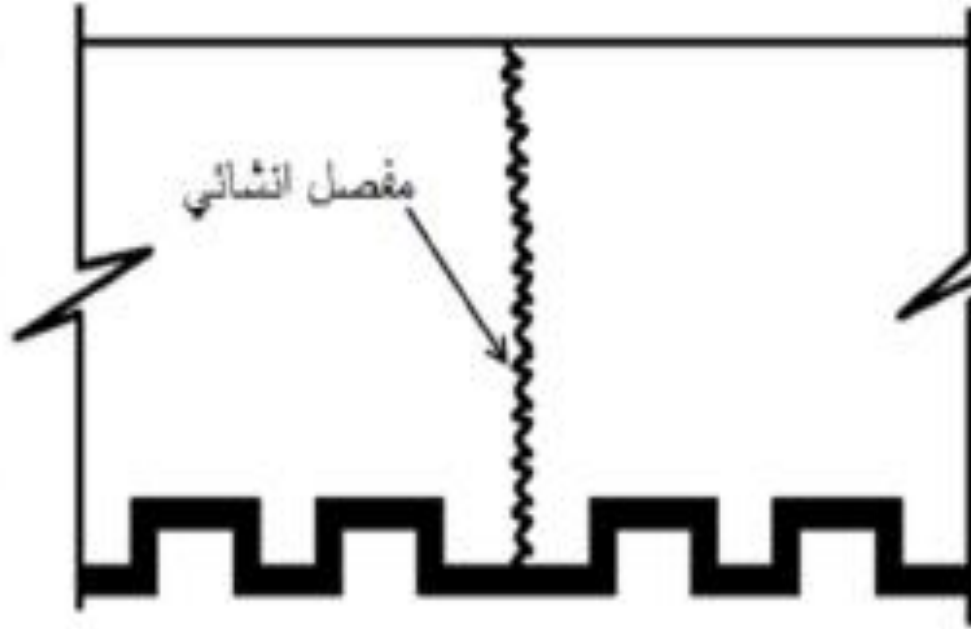


• مفصل انشائي بإضافة سداد مطاطي او معدني مقاوم للصدأ

كالنحاس في وسط المفصل للأرضيات والمنشآت المائية لمنع

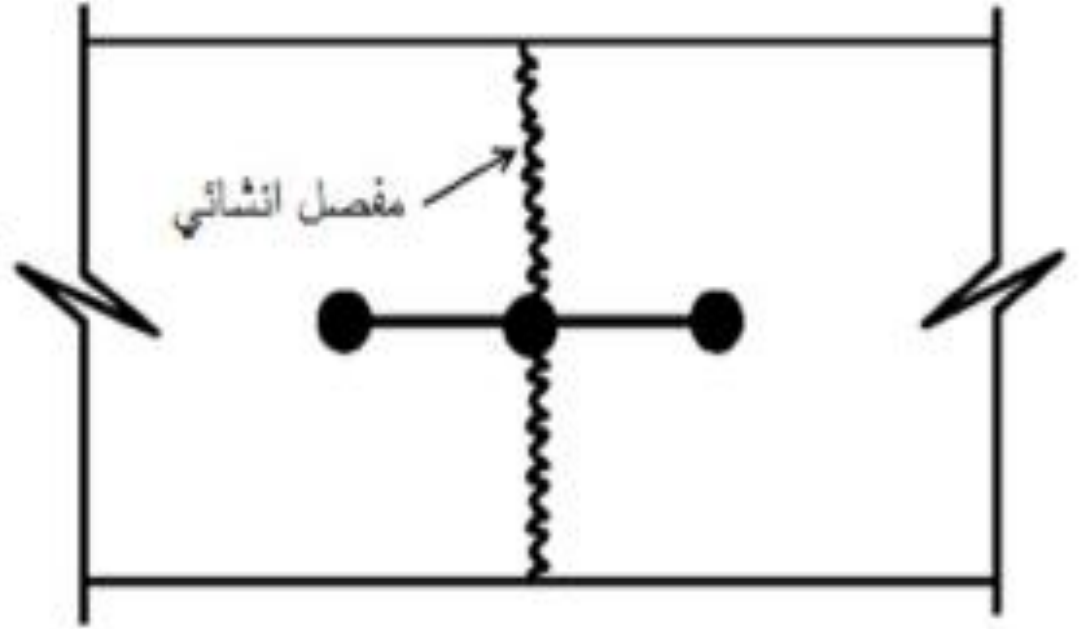
تسرب الرطوبة او الماء من خلال المفصل شكل ( ١\_٤ ،

( ١\_٥ ) .



سداء ماء مطاطي في اسفل المفصل ملاصق للتربة

شكل ( ١ \_ ٥ )



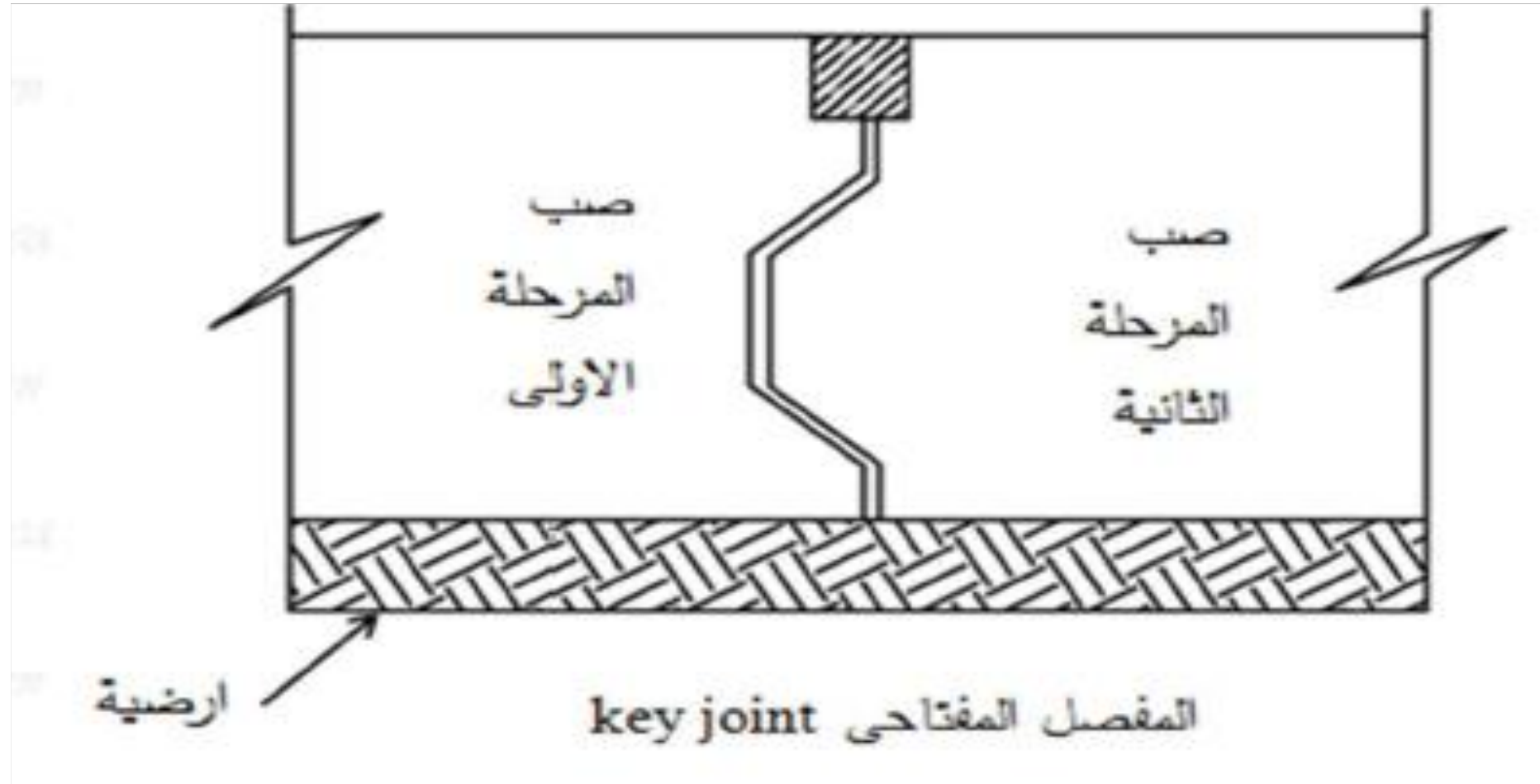
سداء ماء مطاطي ذو ثلاث كرات في وسط المفصل

شكل ( ١ \_ ٤ )

• يعمل المفصل الانشائي احيانا بمقطع غير مستقيم ويسمى بالمفصل المفتاحي ( Key Joint ) وذلك لتقوية الربط بين اجزاء الوحدة البنائية في موقع المفصل وكذلك لزيادة مسار الماء وعرقلته في حالة تسرب الماء من خلال المفصل .

شكل ( ٦ )





• **ثانيا / المفاصل التمددية :** ان جميع المنشآت معرضة الى

تأثيرات تغير درجة الحرارة اليومية او الموسمية وان هذا

التغير يجعل هناك احتمال في حدوث قوى داخلية في المواد

البنائية والانشائية المختلفة رغم ان اكثرها تعتبر مواد عازلة

للحرارة . ان التغير في درجة الحرارة يجعل هذه المواد

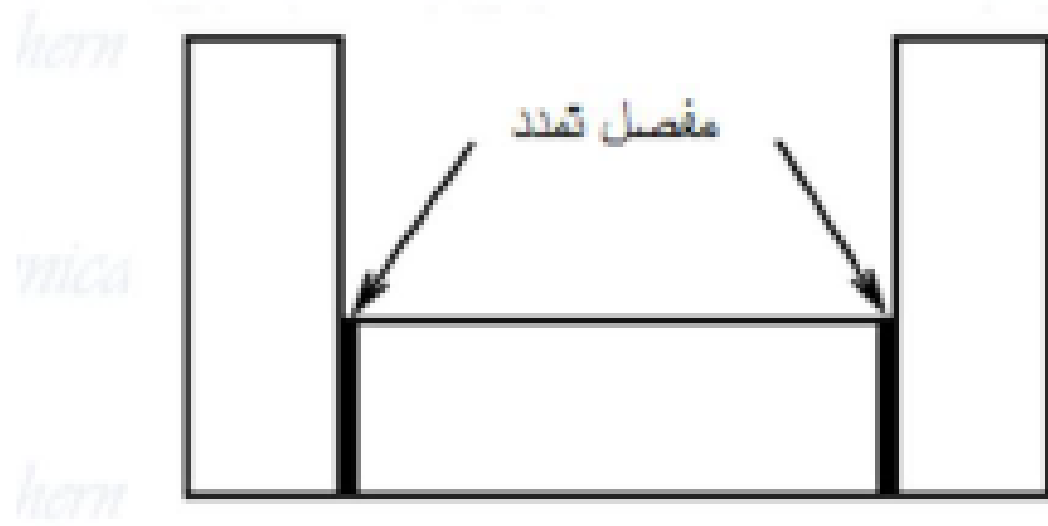
تتمدد وتتقلص بزيادة ونقصان درجة الحرارة .

• تستعمل المفصلات التمددية لتوفير مجال للحركة الحرة باتجاه معين

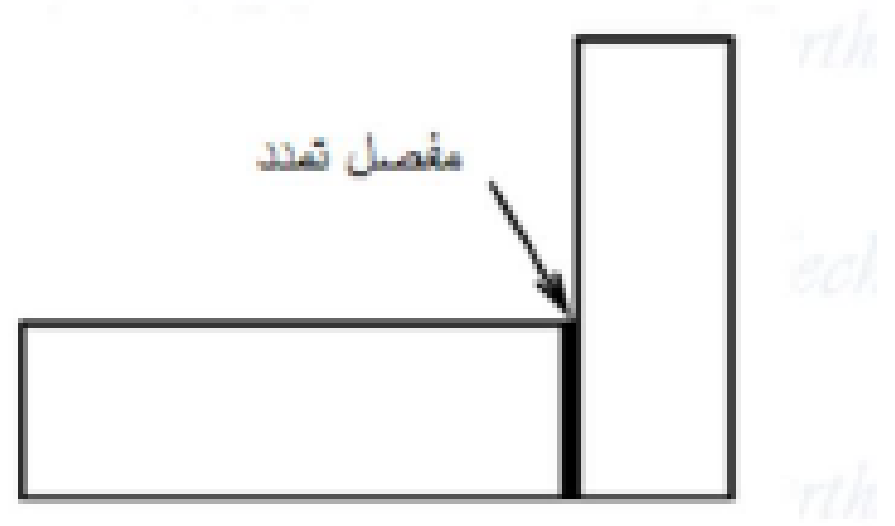
في المواقع التي تحدث فيها حركة نسبية بين المنشآت ذات الكتل

والأبعاد المتباينة وكما هو موضح في الأشكال أدناه :

- يعمل مفصل تمدد بين بناء منخفض طويل وبناء عال ذي كتلة كبيرة تمنع حركة التمدد الحراري بينهما كما في الشكل ( ٢ \_ ١ ) ، او عندما يكون البناء المنخفض بين كتلتين كبيرتين كما في الشكل ( ٢ \_ ٢ ) .



شكل ( ٢ \_ ٢ )



شكل ( ١ \_ ٢ )

عمل مفصل بين البناء القديم والبناء الحديث ( شكل ٢ \_ ٣ ) ، والحركة

Technical Institute Mosul

Technical Institute Mosul

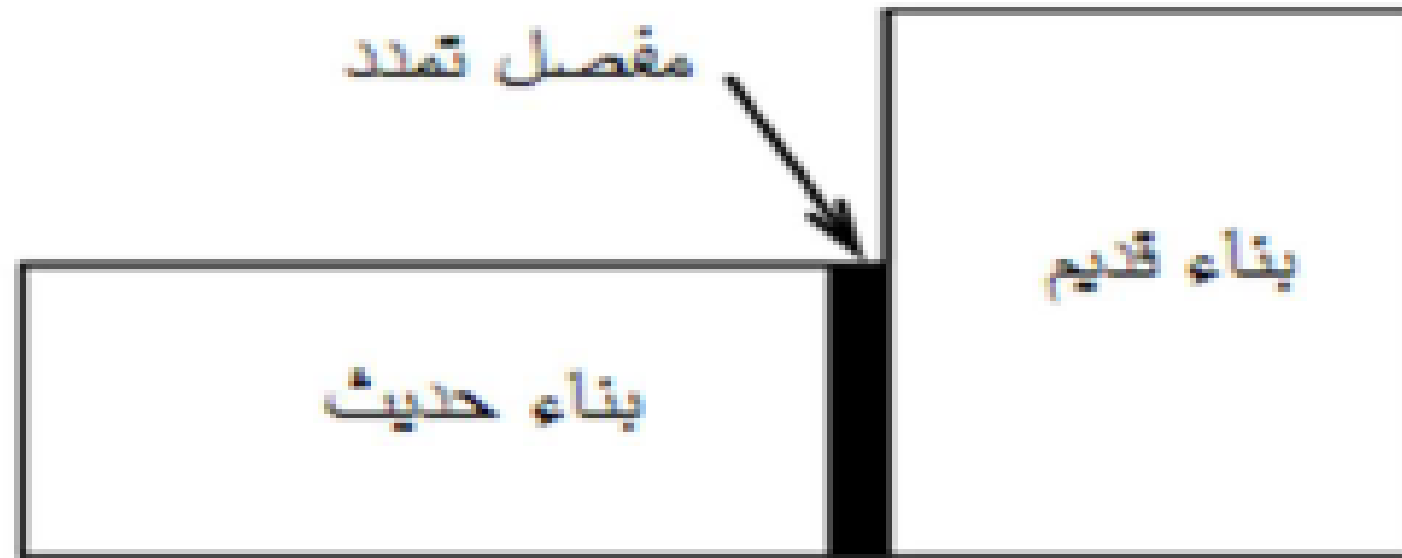
Technical Institute Mosul

النسبية المتوقعة بينهما بسبب نزول متباين بين البنائين .

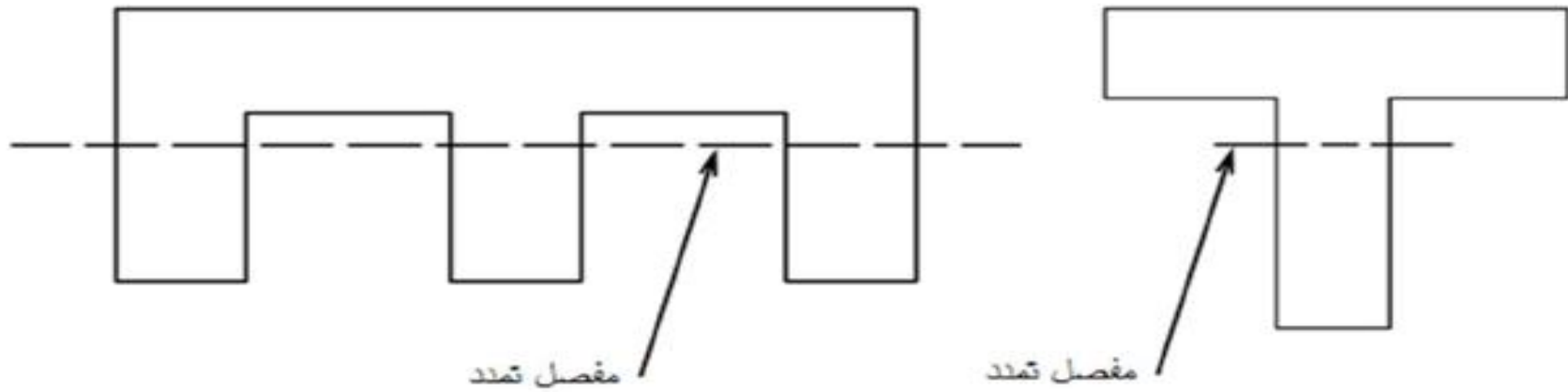
Northern Technical University

Northern Technical University

Northern Technical University



- عمل مفصل تمدد في الابنية التي تتكون من اقسام متعامدة وتكون  
باشكال منها الـ ( T ) او ( L ) او ( U ) كما مبين في الشكل ( ٢ \_  
٤ ) .



شكل ( ٢ \_ ٤ ) مفصل تمدد في ابنية تتكون من اقسام متعامدة

- عمل مفصل تمدد في البناء الذي يزيد طوله عن مسافة معينة تقدر من ( ٣٠ \_ ٤٥ متر ) كما في الشكل ( ٢ \_ ٥ ) .



شكل ( ٢ \_ ٥ ) مفصل تمدد في ابنية طويلة نسبيا



• تعمل المفاصل التمديدية اعلاه بصورة مستمرة افقيا او عموديا لفصل الكتل والوحدات البنائية فصلا كاملا وقد تتوقف المفاصل التمديدية في بعض الحالات عند مستوى الاسس عندما تكون هذه على عمق لا تتاثر بتغير درجة الحرارة وعندئذ يكفي بعمل مفصل انشائي بدلا من مفصل تمدد ان اقتضى الامر ذلك

- يتراوح عرض مفصل التمدد من ( ١ \_ ٤ سم ) بالنسبة للاعمال البنائية بالكتل او بالخرسانة . يحدد عرض مفصل التمدد بموجب المعادلة التالية :

**عرض مفصل التمدد = الفضاء x معدل تغير درجة الحرارة x معامل**

**التمدد الحراري للمادة البنائية**

• يتطلب عمل مفصل تمديد اينما دعت الحاجة اليه باسبب تفصيل على ان يتوفر فيه بعض

الامور الاساسية حسب موقع المفصل ومتطلباته ، ومن اهم هذه الامور والحالات مايلي

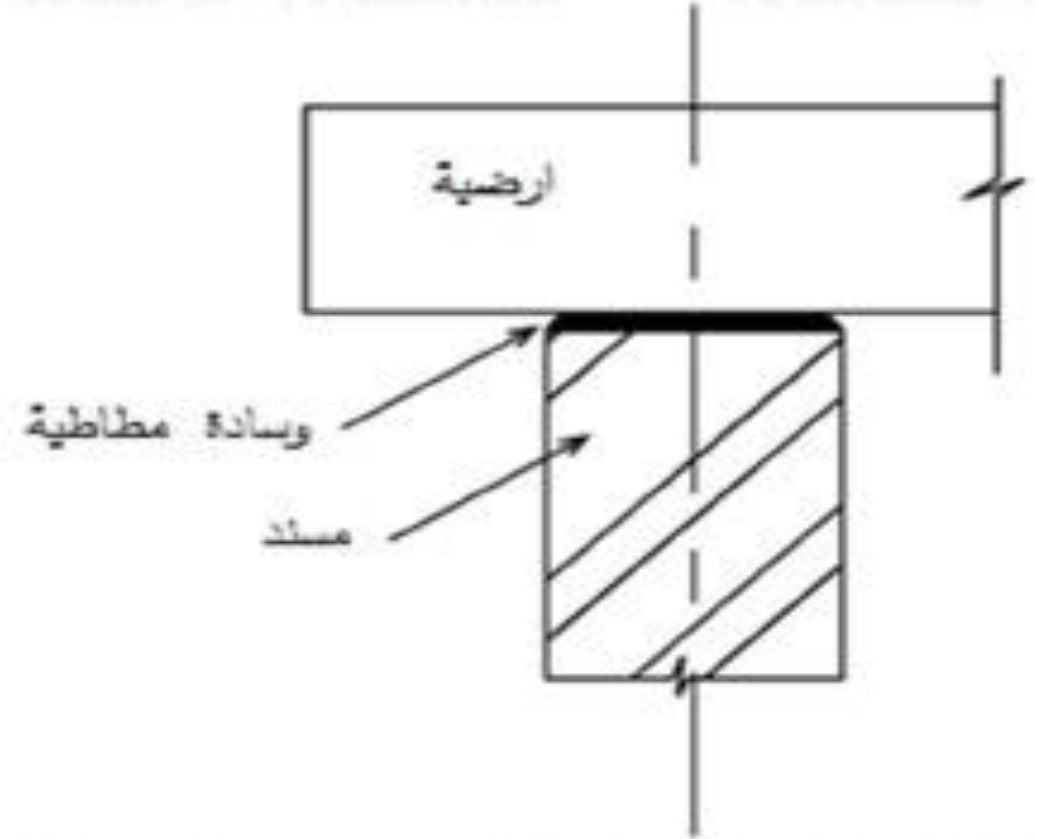
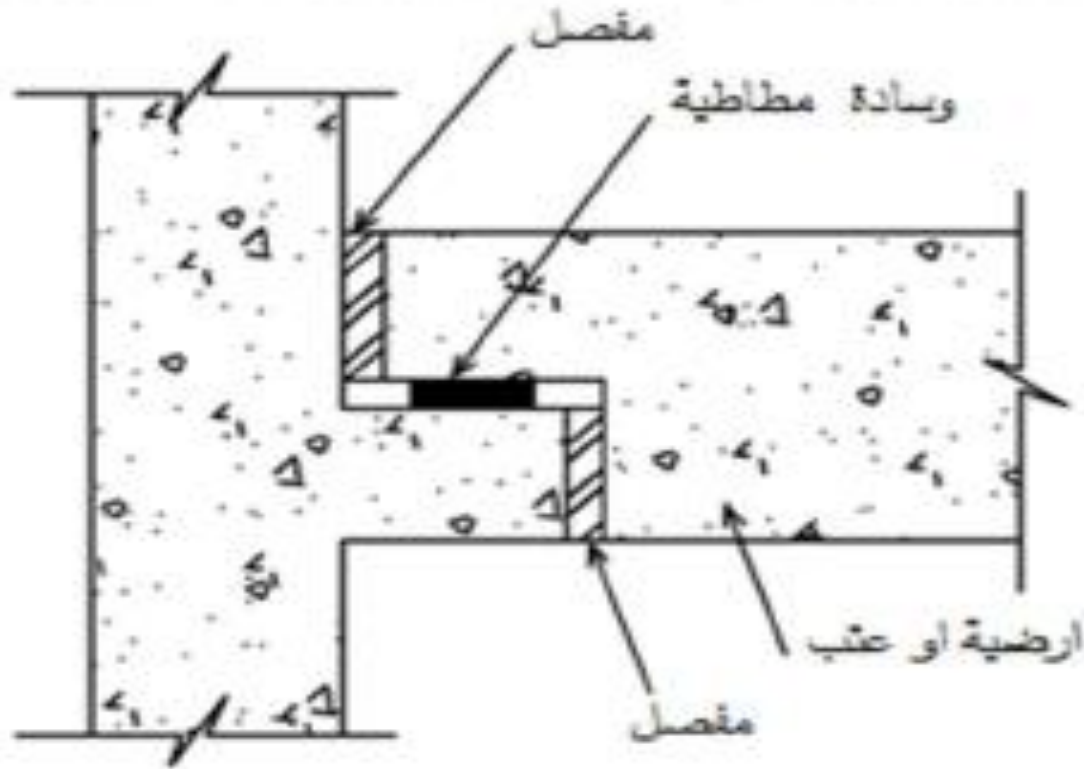
مستلزمات حرية حركة جميع اجزاء المفصل ، تستعمل الوسادة المطاطية ذات الضغط

العالي او الالواح المعدنية ذات المقاومة العالية للصدأ ومنها الفولاذ المغلون او اية مادة

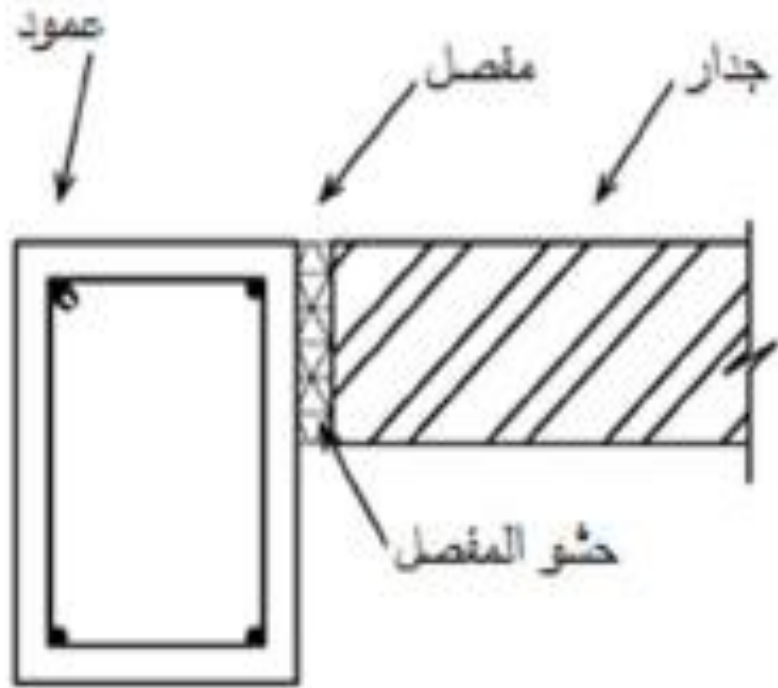
اخرى تسمح بحركة اجزاء المفصل عليها بسهولة دون احداث اية مقاومة احتكاكية )

شكل ٣\_١ )

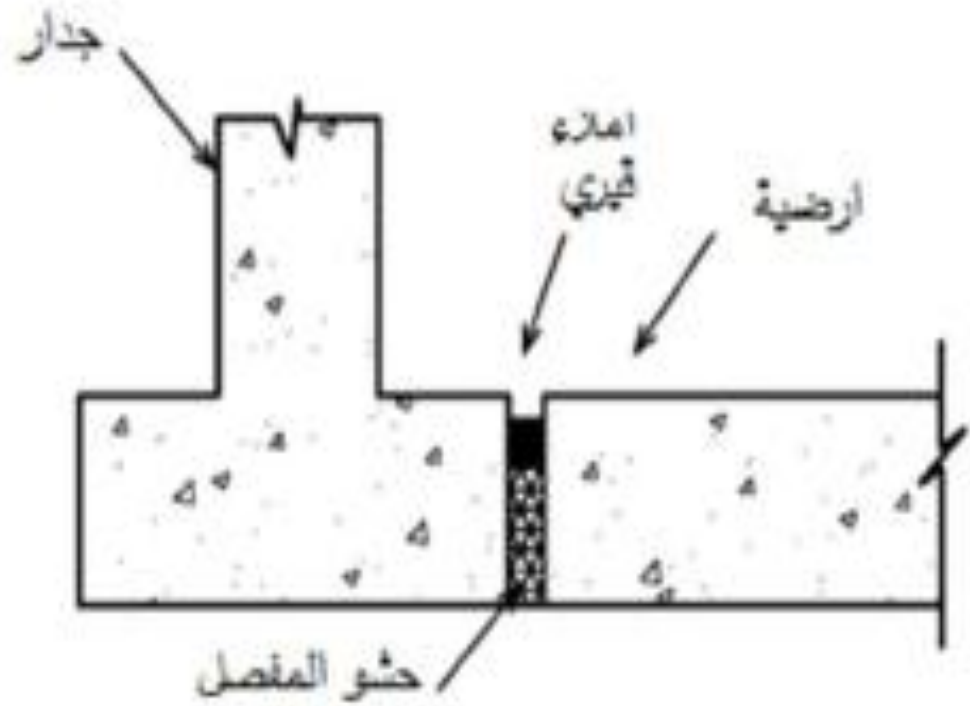
- استعمال مواد معدنية من صفائح الحديد المغلون ( الجينكو ) او النحاس او سداد مطاطي خاص لعمل مفصل تمدد مغلق يمنع تسرب الماء او الرطوبة الخارجية من خلاله .  
وتكون القطعة المعدنية عادة زاوية او زاويتين مع اطراف تثبيت في البناء تسمح بحركة المفصل في التمدد او التقلص كما مبين في الشكل ( ٣ \_ ٣ ) وتستعمل لنفس الغرض اعلاه صفائح معدنية مثبتة من جهة وسائبة من الجهة الاخرى للحركة في موقع المفصل كما في الشكل ( ٣ \_ ٤ ) ، يملا المفصل بالحشو او يترك فراغ حسب متطلبات الظروف الانشائية .



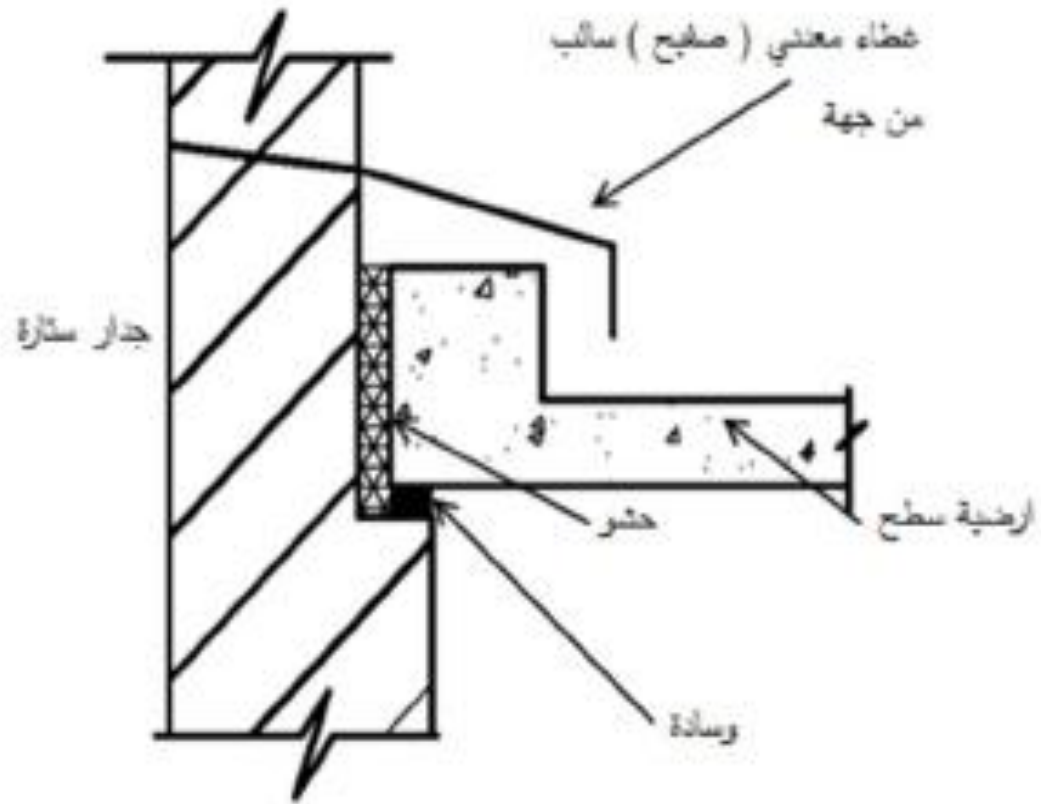
(شكل ٣\_١\_أ) مفصل تمدد بين ارضية ومسندها (ب) مفصل تمدد مع وسادة بين ارضية ومسند جانبي مع وسادة مطاطية بينهما لمنع التسقق



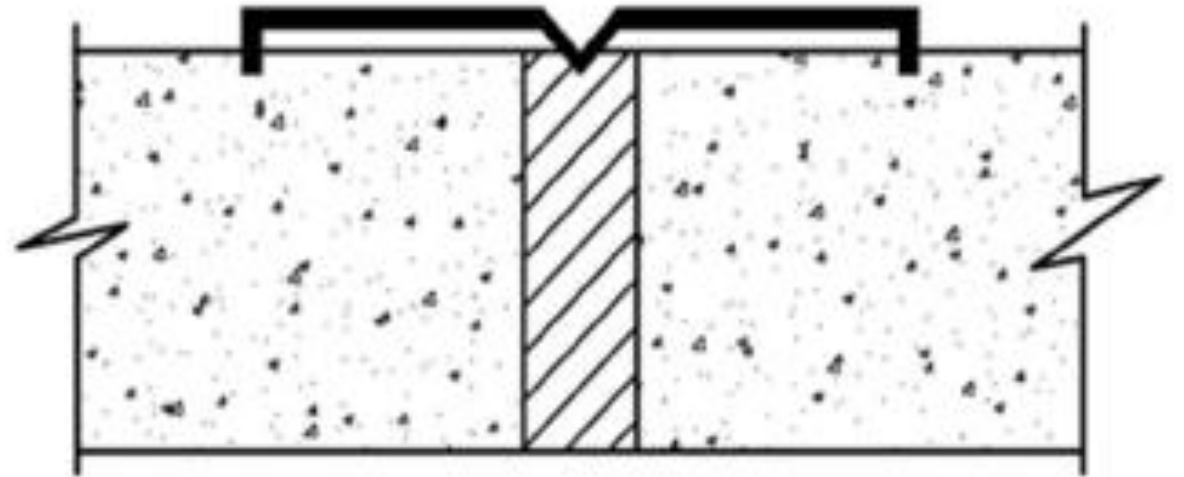
(ب) حشو مفصل تمدد بين عمود وجدار



(شكل ٣\_٢\_أ) حشو مفصل تمدد بين ارضية وجدار



شكل ( ٤ \_ ٣ ) مفصل نمط ستارة مع ارضية سطح



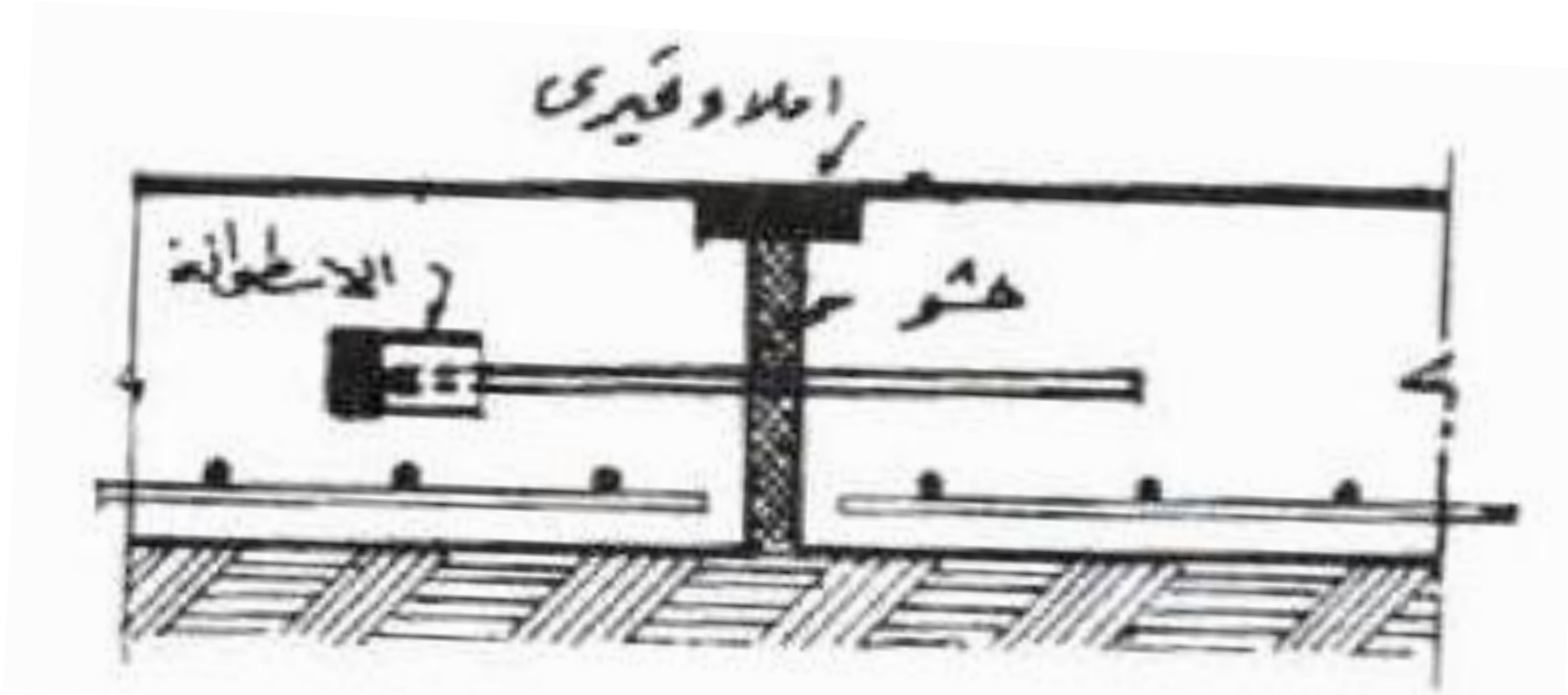
شكل ( ٣ \_ ٣ ) : صفيح معنني ذو زاوية واحدة مثبت في اعلى المفصل

اضافة تفاصيل خاصة لإخفاء مفصل التمدد من جهة واحدة أو جهتين حسب موقع المفصل في الجدران أو الأرضيات أو الأعتاب أو الاتصالات بين هذه الوحدات .  
تستعمل المقاطع المعدنية أو الخشبية أو المطاطية الخاصة أو البلاستيكية لهذا الغرض .



هـ - استعمال قضبان تسليح باطوال ومسافات معينة في مفاصل تمدد الصبات الخرسانية للطرق . تثبت قضبان التسليح في الصبة من جهة ويعطى لها مجال الحركة من الجهة الثانية في داخل اسطوانة توجد في نهايتها مادة قابلة للانضغاط اذ تدهن قضبان التسليح في هذه الصبة حتى لا تلتصق بها الخرسانة وبالتالي تعيق

**حركتها اثناء التمدد والتقلص**



مفصل تمدد الصبات الخرسانية مع قضبان حديد تسليح الارضيات

# وسائل الأنتقال بين المستويات

تستعمل وسائل عديدة للانتقال بين المستويات المختلفة في أي منشأ من المنشآت ويتبع في ذلك وسيلة واحدة أو أكثر من هذه الوسائل وحسب متطلبات اشغال المنشأ واحتياجاته .

ان اكثر الوسائل المتعملة انتشارا هي ما يلي :

- ١ - السلالم (stairs) .
- ٢ - المعابر المنحدرة (ramps) .
- ٣ - السلالم المتحركة (moving stairs) .
- ٤ - المصاعد (lifts) .

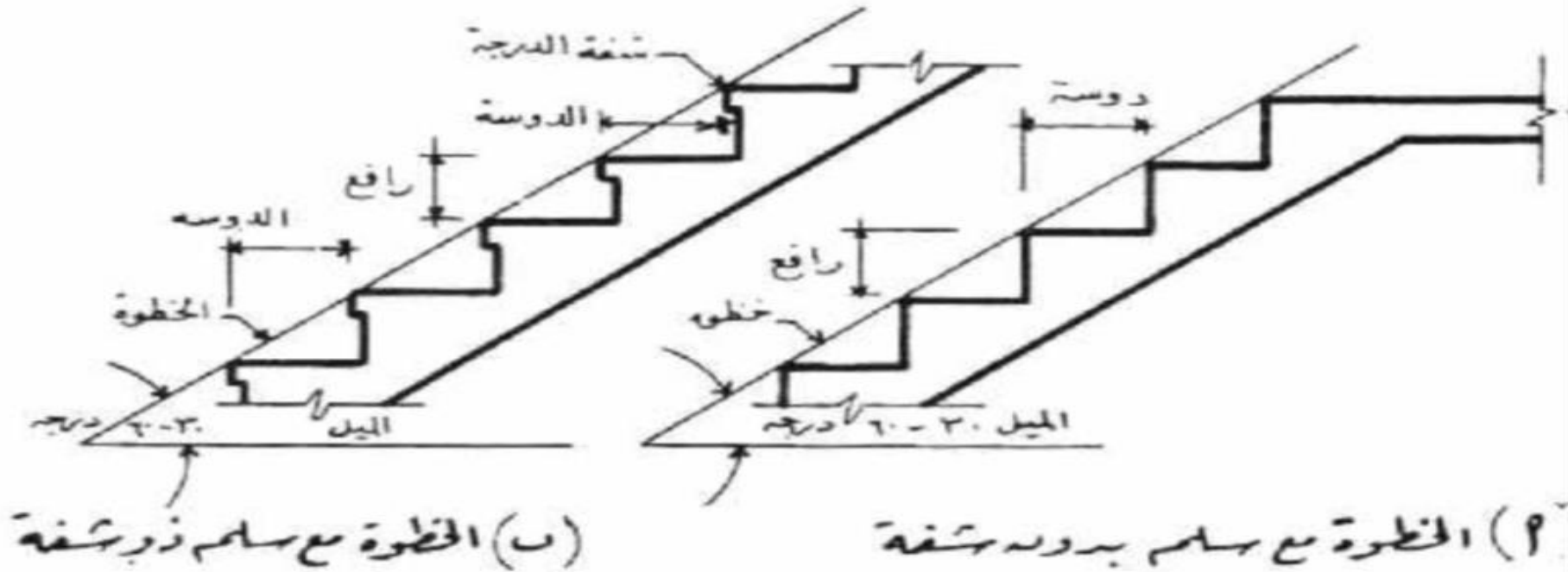
## ١ - السلالم :-

يتكون السلم من عدد من الدرجات (steps) مع صحن (landing) أو بدونه .  
تتكون الدرجة من الدوة (tread) وهي القسم الافقي من الدرجة والرافع (riser).  
وهو القسم العمودي منها . يستعمل الصحن في السلالم الطويلة لأجل تغيير اتجاه  
الصعود أو النزول وكذلك لأخذ قسطاً من الراحة اثناء استعمال السلم عند الانتقال  
بين المستويات .

ابعاد السلم والدرجات وطريقة رسم مقطعه الطولي :-  
تعمل درجات السلم بابعاد قياسية تمكن الشخص من الصعود أو النزول عليها بسهولة وتطبق القاعدة التالية لتحديد ابعاد الدرجة لهذا الغرض .  
ضعف الرافع + الدوسة = من ٥٥ سم الى ٧٠ سم

ان اكثر الابعاد استعمالا هي ١٨ سم للرافع و ٢٠ سم للدوة ولحالات اخرى  
يمكن ان يتراوح الرافع من ١٦ سم الى ٢٠ سم والدوة من ٢٥ سم الى ٤٠ سم . توجد  
حالات استثنائية لا تنطبق عليها هذه القاعدة وذلك بالنسبة الى السلالم الدائرية  
والحلزونية والمداخل الى الحدائق والقاعات والابنية الصناعية وكذلك بالنسبة الى  
السلالم الثانوية . ان عرض السلم يتراوح من ٦٠ سم لحركة الشخص الواحد الى ١٢٠ م  
لحركة شخصين وبالنسبة الى عرض السلم في الدور الاعتيادية يتراوح من متر الى  
١.٢ م . ان عدد درجات السلم بين مستويين يساوي ناتج قسمة الارتفاع بين  
المستويين على رافع الدرجة الواحدة . وعندما يكون ناتج القسمة كسور العدد فعندئذ  
يوزع الارتفاع الى اقرب عدد صحيح من الدرجات ولا بأس ان تكون قيمة الرافع  
بعدد ذات كسور وبضمن الحدود المقبولة أي ( ١٦ - ٢٠ سم ) .

ان الخط المائل الذي يصل نقاط التقاء روافع درجات السلم بدوساتها يسمى بالخطوة (pitch) ويتراوح ميله بين ٣٠ - ٤٥ مع الخط الافقي كما في الشكل ( ١٥ - ١ ) وعندما تكون للدوسة شفة (nosing) بحافة مدورة فالخطوة في هذه الحالة هو الخط المائل الذي يصل بين شفات السلم كما مبين في الشكل ( ١٥ - ١ ب ) .



شكل ( ١٥ - ١ ) خطوة السلم في حالة وجود الشفة وعدم وجودها



يمكن رسم المقطع الطولي لسلم ذو أبعاد درجة معينة بين مستويين معلوم الارتفاع بينهما متبعا الخطوات التالية وذلك لحالتين أولهما :

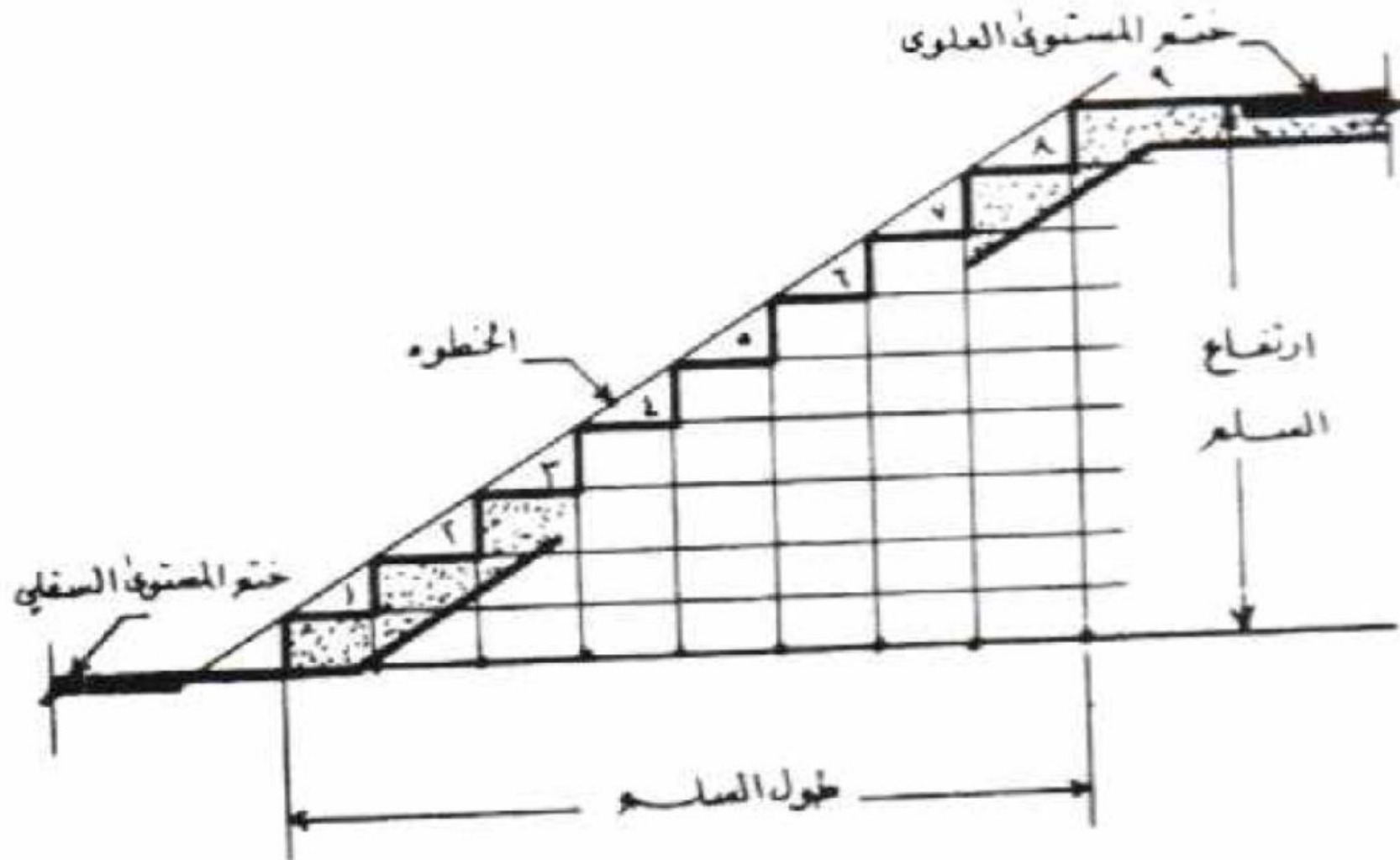
أ - سلم مستقيم بدون صحن :

١ - رسم الخطوة موصلاً المستويين وتحديد مثلث الخطوة وان تكون الخطوة وتره وإرتفاعه يساوي الارتفاع بين المستويين كما في الشكل ( ١٥ - ٢ ) .

٢ - تقسيم قاعدة مثلث الخطوة الى اقسام متساوية وبعدها الدورات اللازمة بين المستويين .

٣ - اقامة اعمدة من الاقسام الافقية اعلاه لتتقاطع مع الخطوة محدداً رؤوس الدرجات .

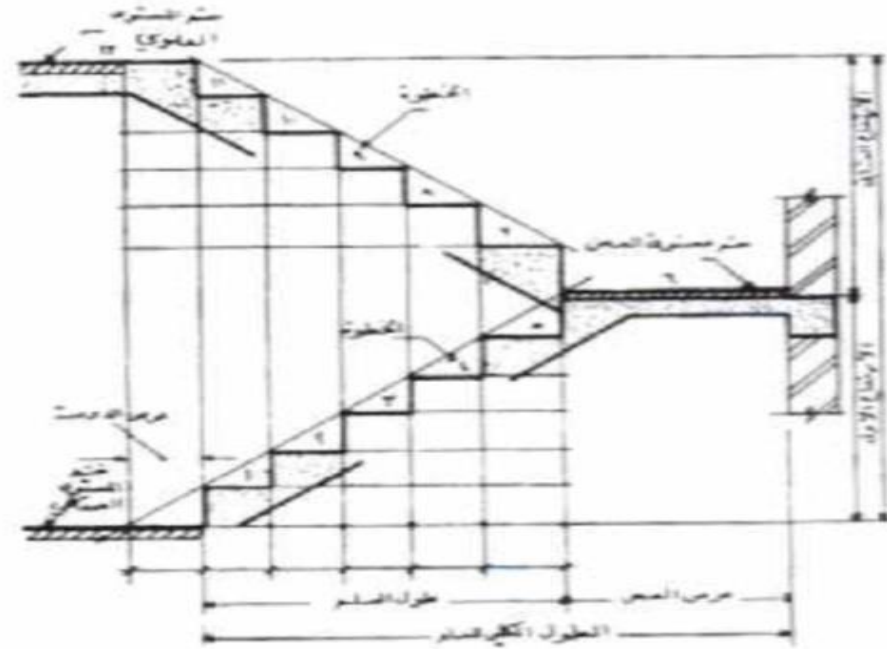
٤ - رسم درجات السلم ابتداء من المستوى السفلي وانتهاء بالمستوى العلوي .



شكل ( ١٥ - ٢ ) مقطع طولي لسلم بدون صحن

ب - سلم ذو صحن ما بين المستويين :

- ١ - تحديد موقع الصحن ومستواه بين المستويين العلوي والسفلي .
- ٢ - رسم الخطوة بين المستوى السفلي والصحن و ثم بين الدرجة الاولى بعد الصحن والمستوى العلوي كما مبين في الشكل ( ١٥ - ٣ ) .

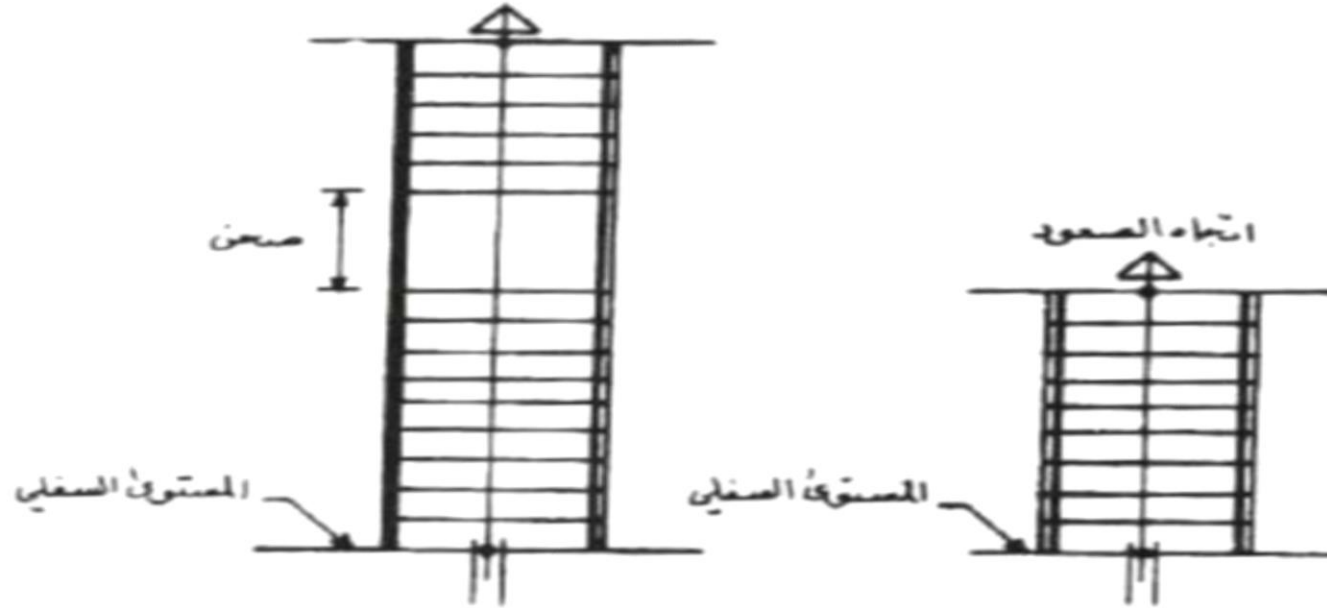


- ٣ - تقسيم قاعدة مثلث الخطوة السفلي الى اقسام متساوية بعدد الروافع اللازمة للانتقال بين المستوى السفلي والصحن و ثم اقامة الاعمدة منها ومدّها لتتقاطع مع خطوتي السلم بين المستويين والصحن
- ٤ - رسم درجات السلم مع بيان طوله الكلي وارتفاعه

## انواع السلالم :

تصنف السلالم بالنسبة الى اشكالها ومواد عملها الى انواع متعددة . فبالنسبة الى اشكالها تصنف الى النوعيات التالية :

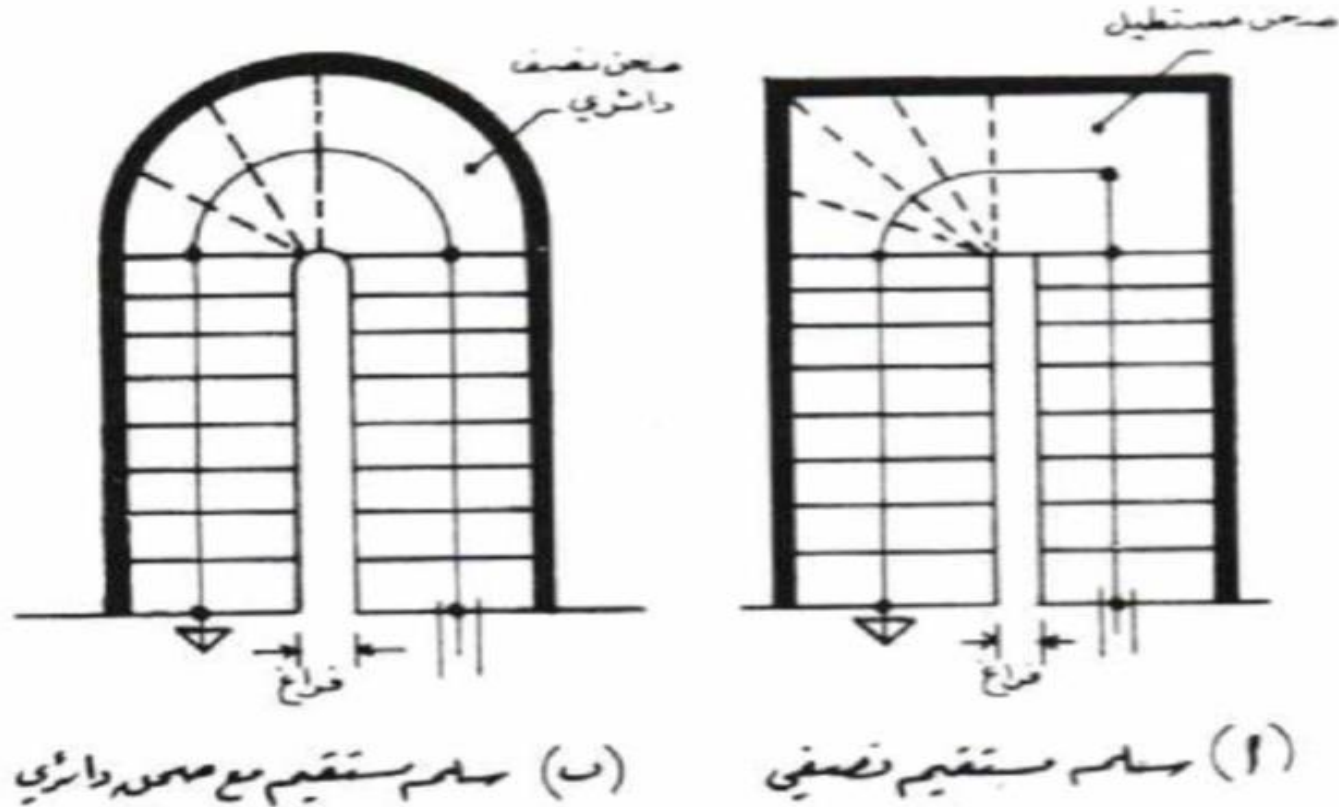
١ - سلم مستقيم (straight flight) : وهو السلم الذي يمكن الصعود أو النزول عليه باتجاه واحد وقد يكون له صحن لأخذ قسط من الراحة عندما يكون عدد درجاته كثيرا كما مبين في الشكل ( ١٥ - ٤ أ ) أو بدون صحن عندما يكون عدد درجاته قليلاً كما مبين في الشكل ( ١٥ - ٤ ب ) . عادة يمكن الاستغناء عن الصحن عندما يكون الارتفاع بين المستويين اقل من ٢.٥ مترا .



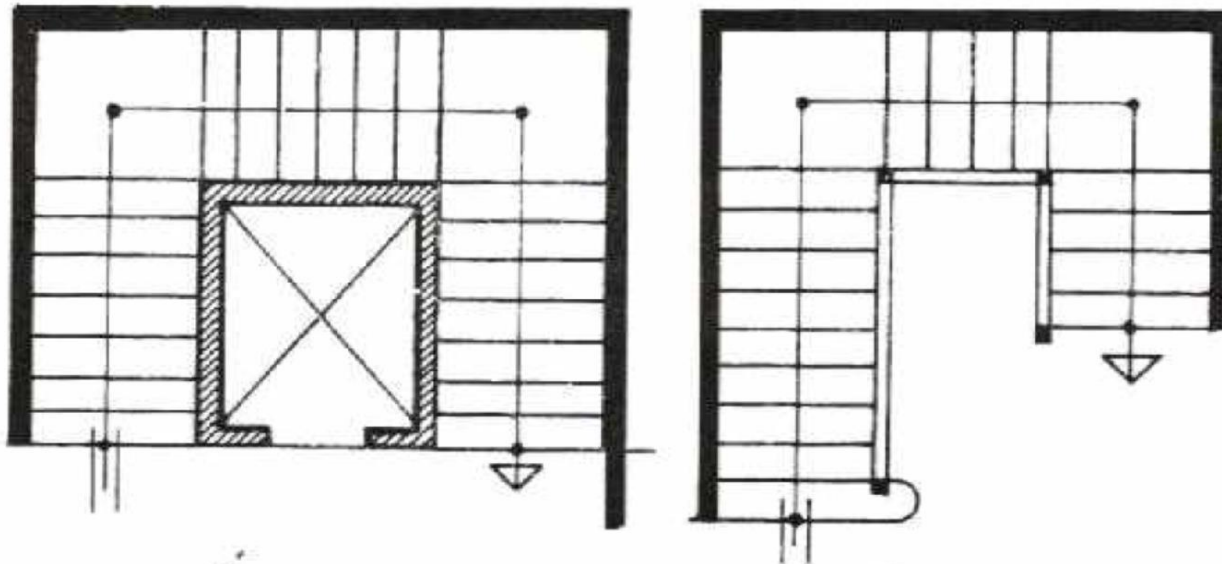
(ب) سلم مستقيم مع صحن

(أ) سلم مستقيم بدون صحن

٢ - سلم مستقيم نصفى (half turn stairs) : وهو السلم الذي يحتوي على صحن في وسطه يؤدي الى تغيير الاتجاه ويعطي فرصة لاختذ قسط من الراحة . يترك عادة فراغ بين الاتجاهين بمسافة تتراوح بين ١٠ - ٢٠ سم كمجال للتهوية وتثبيت الحجر كما مبين في الشكل ( ١٥ - ٥ ) هناك حالات لسلم مستقيم نصفى يحتوي الصحن بعض الدرجات أو ان الصحن يكون دائريا مع بعض الدرجات أو بدونها شكل ( ١٥ - ٥ ب ) .

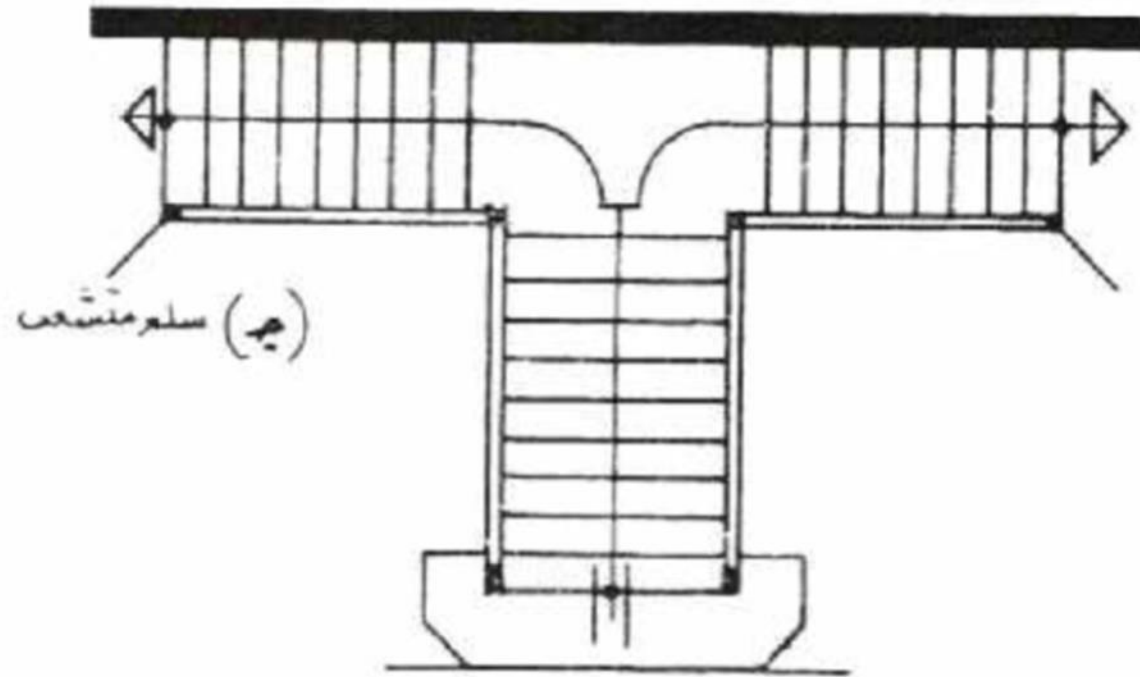


٣ - سلم مستقيم ثلاثي (open well stair) : وهو السلم الذي يكون له صحنان لتغيير الاتجاه واخذ قسط من الراحة مع درجات وسطية واخرى متعامدة على هذين الصحنين كما مبين في الشكل ( ١٥ - ٦ أ ) . يستفاد من الفراغ الكبير في وسط السلم لعمل حوض مصعد كهربائي يستعمل هو الاخر للانتقال بين المستويات كما مبين في الشكل ( ١٥ - ٦ ب ) . يتطلب عمل الحوض بابعاد قياسية وحسب نوعية وحجم المصعد المراد تاسيسه في هذا الحوض .

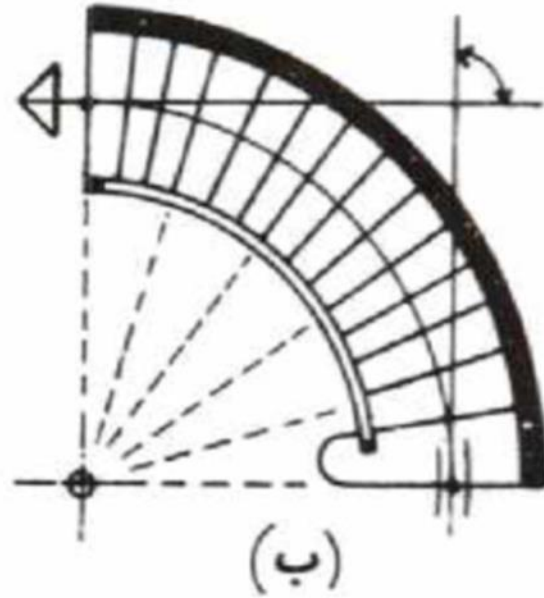


(١) سلم مستقيم ثلاثي مع حوض مصعد  
(ب) سلم مستقيم ثلاثي مع حوض مصعد

٤ - سلم مستقيم متشعب (bifurcated stair) : وهو السلم الذي يحتوي على سلم مستقيم عريض ذو صحن متشعب منه سلمين باتجاهين عموديين على السلم المستقيم وبعرض اقل منه كما مبين في الشكل ( ١٥ - ٧ ) . يستعمل هذا السلم في المحلات العامة كدور السينما والقاعات والملاعب حيث يفيد في تصريف الازدحام وتغيير الاتجاه .

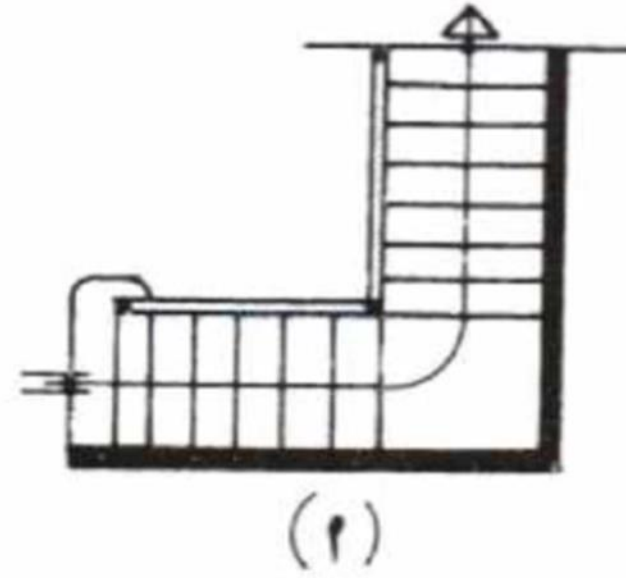


٥ - سلم زاوية (quarter - turn stair) : وهو على نوعين اولهما يسمى بسلم قائم كما مبين في الشكل ( ١٥ - ٨ أ ) والذي يتالف من درجات باتجاهين متعامدين لهما صحن واحد يستعمل لتغيير الاتجاه وثانيهما يسمى بالسلم الهندسي (geometrical) كما مبين في الشكل ( ١٥ - ٨ ب ) وهو على الاكثر بدون صحن .  
نوزع درجاته على قوس دائري يغير اتجاه الانتقال بزاوية قائمة كما في السلم القائم .



(ب)

سلم زاوية نوع هندسي



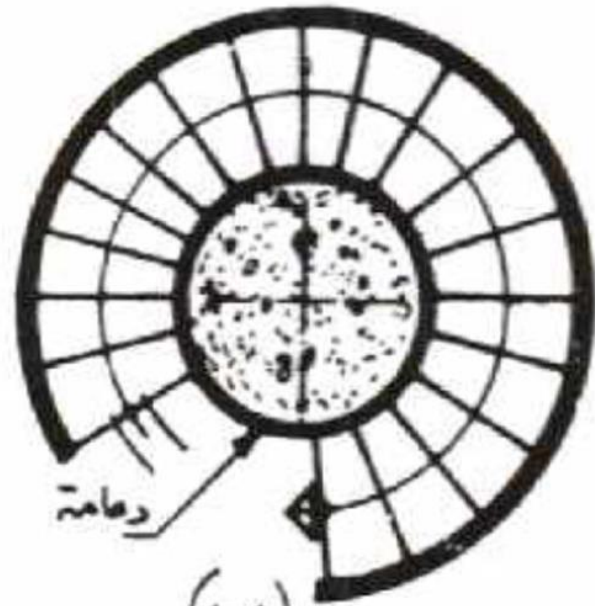
(٢)

سلم زاوية نوع قائم

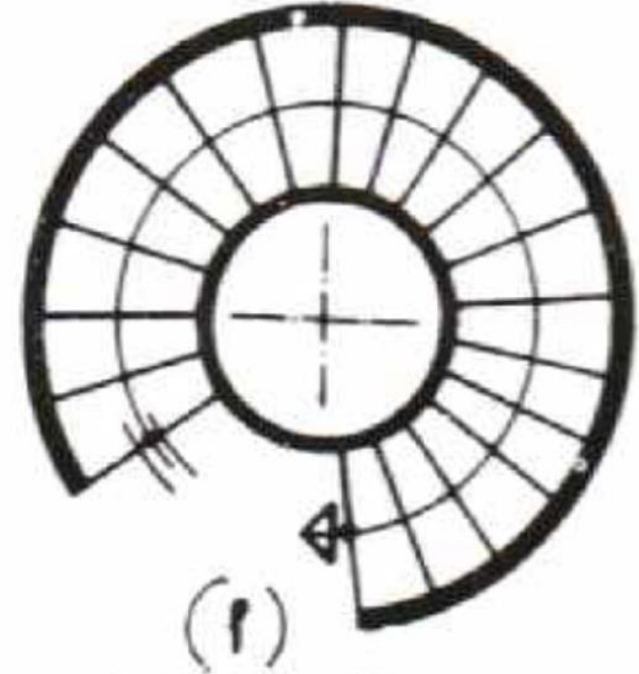
شكل ( ١٥ - ٨ ) حالات من سلم زاوية



٦ - سلم دائري (circular stair) :- وهو السلم الذي تكون درجاته اما محصورة بين دائرتين كما مبين في الشكل ( ١٥ - ٩ آ ) أو انها تدور حول دعامة ذات مقطع كبير تثبت عليها الدرجات كما مبين في الشكل ( ١٥ - ٩ ب ) .



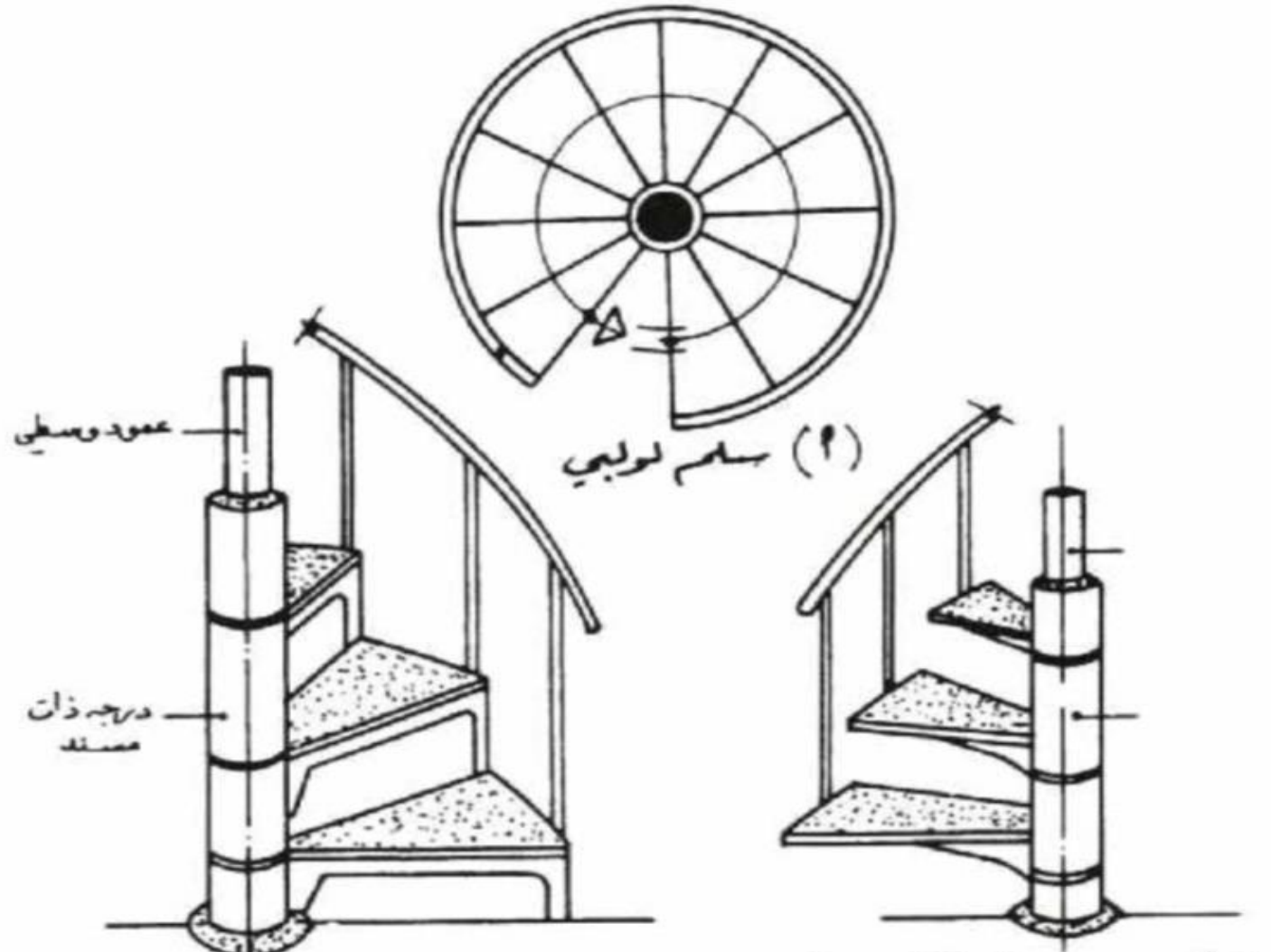
(ب) سلم دائري ذو عمود وسطي



(أ) سلم دائري ذو دائرتين

شكل ( ١٥ - ٩ ) حالات من سلم دائري

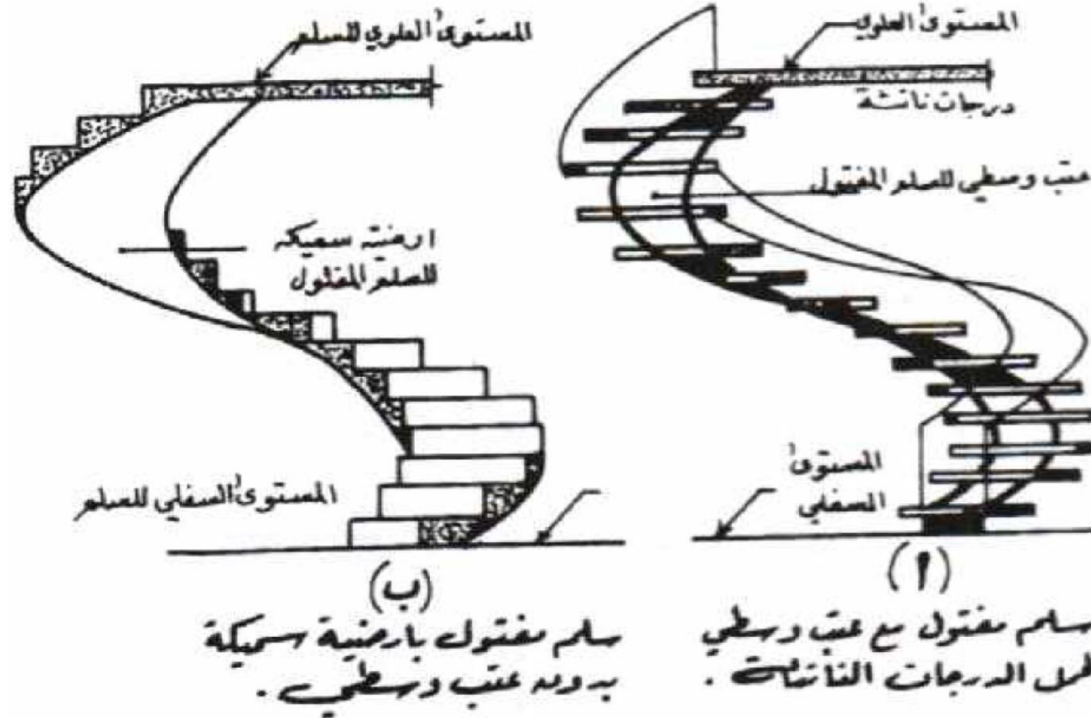
٧ - سلم لولبي (spiral stair) : - وهو سلم تستند درجاته على عمود  
وسطي تدور حوله وتثبت به تثبيتاً جيداً كما مبين في الشكل ( ١٥ - ١٠ أ ) .  
يستعمل هذا النوع من السلم في المحلات التجارية والمصانع كسلم ثانوي اذ يشغل  
مساحة قليلة من الارضية ويستفاد منه لاستعمال شخص واحد . ان استعمال هذا  
السلم يحتاج الى الحذر لعدم التعثر في مواقع الدوسة المثلثية الشكل ذات المساحة  
الصغيرة عند الراس المتصل مع العمود الحامل في وسط السلم . تكون ابعاد درجات  
السلم اللولبي للرافع والدوسة غير قياسية وقلما تطابق القاعدة العامة وذلك لصعوبة  
ملائمتها مع الشكل اللولبي للسلم وتوزيع درجاته المتعاقبة بعرض واحد .



(ب) درجات ناتمة يكلفن اده تلبت على بعضها (ج) درجات مع مساند يكلفن اده تركيب على بعضها

شكل ( ١٥ - ١٠ ) سلم لولبي مع نوعين من الدرجات الجاهزة

٨ - سلم مفتول ( أو حلزوني ) (twisted stair) : يعمل هذا السلم على الأكثر من الخرسانة المسلحة بصب موقعي ويحتوي اما على عتب مفتول بين المستويين يحمل عليه الدرجات الناتئة باشكال هندسية معينة كما مبين في الشكل ( ١٥ - ١١ أ ) أو يمكن الاستغناء عن العتب بعمل ارضية مفتولة بين المستويين وبسطك مناسب تحمل عليها الدرجات كما مبين في الشكل ( ١٥ - ١١ ب ) .

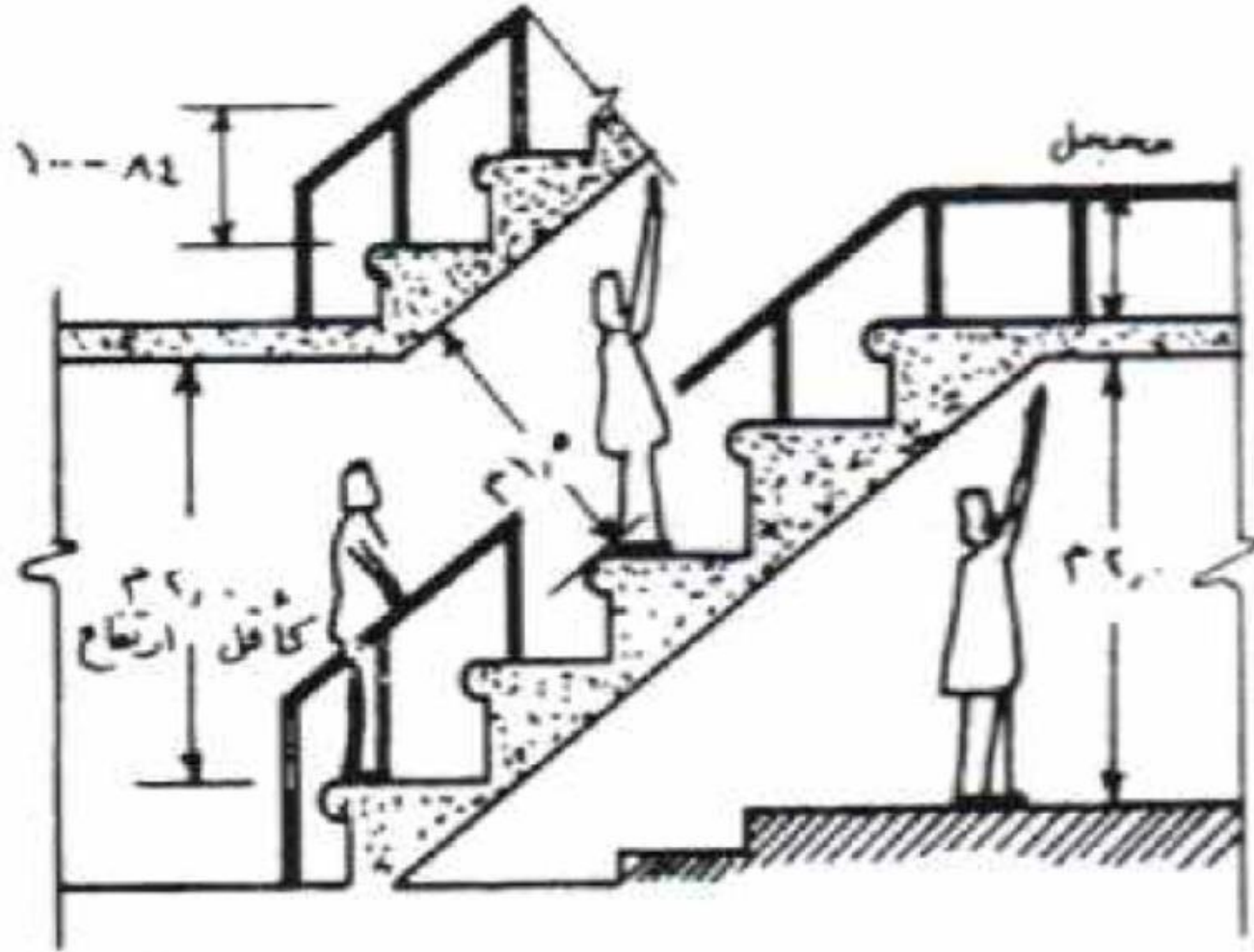


ملاحظات عامة للسلالم والتفاصيل التكميلية لختمها :

ان اهم الملاحظات التي يجب اخذها بنظر الاعتبار والتفاصيل الخاصة لعمل السلالم وختمها ما يلي -

١ - اختيار نوعية السلم المناسب لتوفير مجال الحركة ومرونة الانتقال عليه بين المستويات .

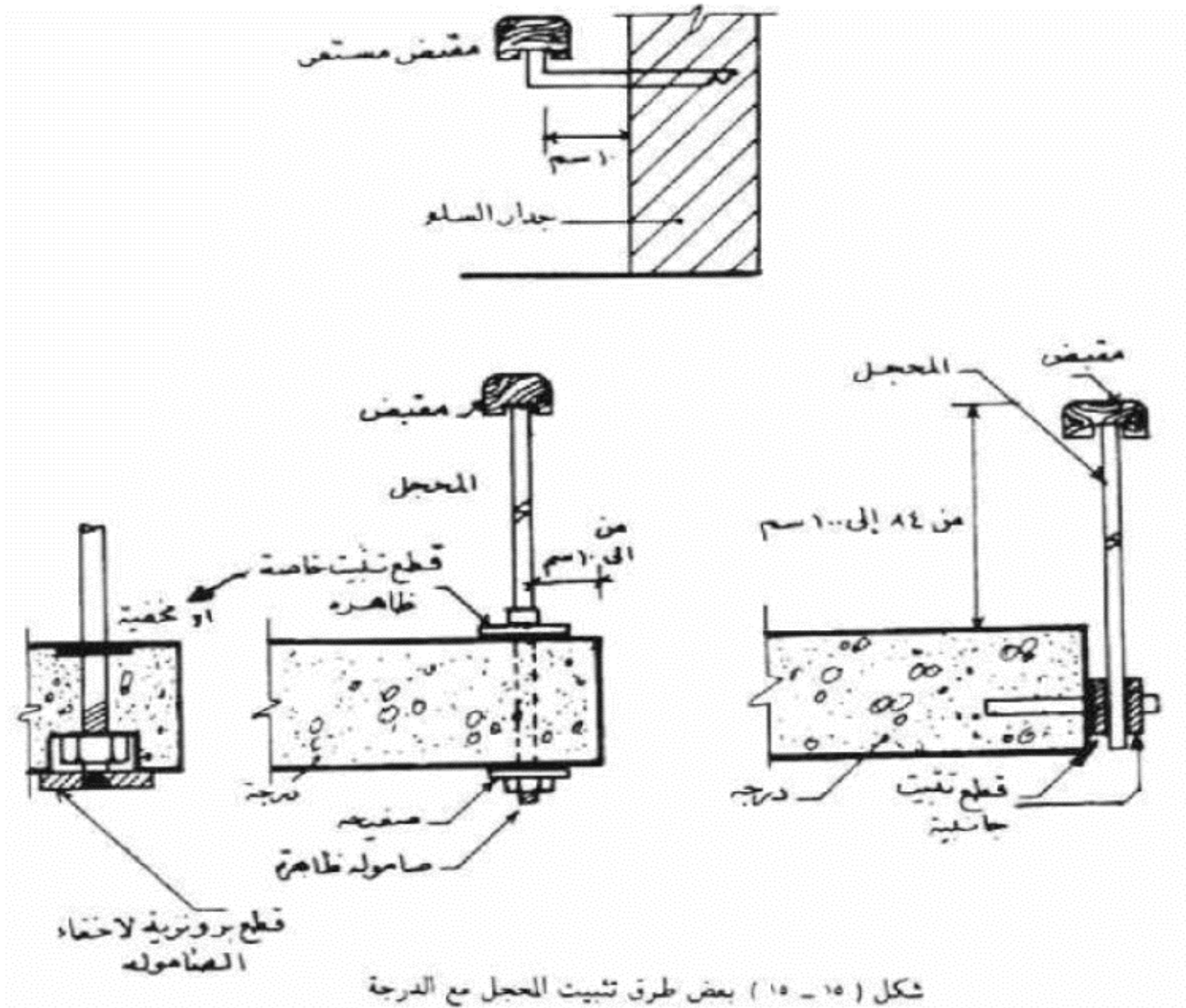
٢ - استعمال الابعاد القياسية للسلم والدرجات وعمل مدخل مريح وتوفير الارتفاع الصافي تحت الصحن بمقدار لا يقل عن مترين والمسافة بين الخطوتين بمقدار لا يقل عن ١,٥ متر كما مبين في الشكل ( ١٥ - ١٤ ) وذلك لامكان الانتقال على السلم بدون ضربة راس الى أي جزء من اجزائه .



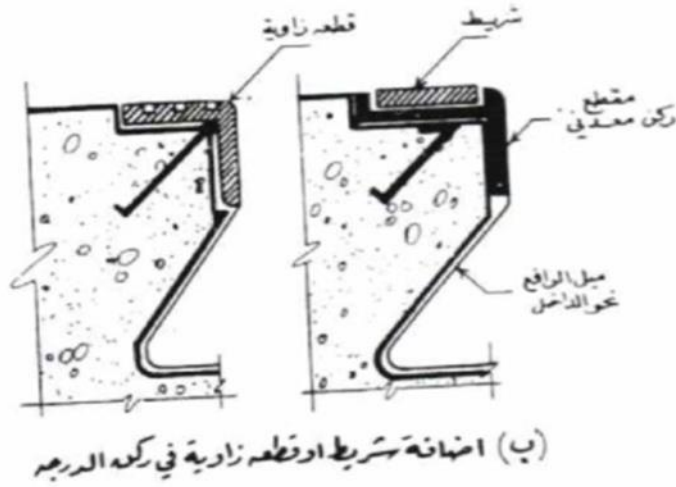
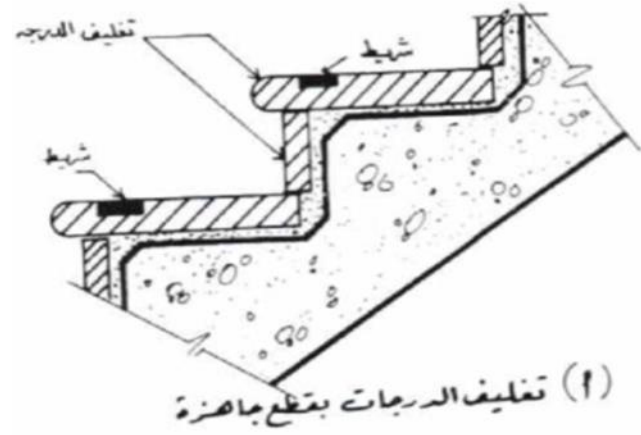
شكل ( ١٥ - ١٤ ) مقطع طولى لبيان بعض الارتفاعات الاساسية

٢ - عمل محجل (balustrade) بارتفاع من ٨٤ - ١٠٠ سم يثبت مع الاطراف  
السائبة للدرجات اما من حافتها الخارجية او على مسافة ٥ سم الى ١٠ سم نحو  
الداخل من الحافة كما مبين في الشكل ( ١٥ - ١٥ ) .

يستعمل اللحام أو البراغى بقطع معدنية خاصة تثبت مسبقاً في الدرجات لهذا  
الغرض . يحتوي المحجل في قسمه العلوي على مقبض (handrail) من الخشب أو  
البلاستيك أو المعدن لاسناد راحة اليد اثناء الانتقال على السلم . يستعمل كذلك  
مقبض مستمر لنفس الغاية التي يستعمل من اجله المحجل يثبت على جدار السلم في  
طرفه المبني ويكون ارتفاعه بنفس ارتفاع المحجل وبنفس تفاصيل مقبضه .







٤ - تغليف الدرجات بقطع جاهزة من الرخام أو الكاشي الموزائيك أو الخشب أو الموزائيك المزجج أو السيراميك أو قطع البلاستيك كما في الشكل ( ١٥ - ١٦ أ ) .  
يفضل دفن اشرطة مطاطية او خشبية او اية مادة اخرى ( nonslipinsets) في وجه الدوسة او تثبيت قطع زاوية من نفس هذه المواد في اركان الدرجات كما مبين في الشكل ( ١٥ - ١٧ ب ) وللحالات التي يتطلب اعطاء الدوسة بعض الخشونة لمنع الانزلاق .

٥ - عمل شفة بحافة مدورة لكل درجة من درجات السلم تبرز عن الرافع مسافة مناسبة تساعد على وضع القدم على الدرجة وكذلك تحصر قطعة تغليف الرافع وتثبيتها . وان المسافة الافقية بين شفتين تسمى بـ ( going ) وهي اقصر من عرض الدوسة بمقدار بروز الشفة كما مبين في الشكل ( ١٥ - ١ ب ) من صفحة ( ٤٩٩ ) . لا بأس ان يكون رافع الدرجة ذو ميل قليل نحو الداخل لزيادة عرض الدوسة عند الضرورة كما مبين في الشكل ( ١٥ - ١٦ ب )