إنشاء المباني
Building Construction

جامعة البصرة – كلية الهندسة – قسم الهندسة المدنية

الصف الثاني 2022

الكتاب المنهجي:

إنشاء المباني تأليف آرتين ليفون و زهير ساكو

الفصل الأول
مقدمة عامة عن إنشاء المباني

General Introduction on Building Construction

ما المقصود بإنشاء المباني:

- إن تشييد (إنشاء) المباني هي عملية معقدة ومهمة ومتشعبة.
- تبدأ بفكرة وتكتمل ببناء قد يخدم شاغليه لعدة عقود أو حتى قرون.
- مثل تصنيع المنتجات ، يتطلب تشييد المباني تجميعا مرتبا ومخططا لعدد من المواد.
- يتم تجميع المباني في الهواء الطلق من قبل عدد كبير ومتنوع من الحرفيين.
- هؤلاء الحرفيين يجب عليهم العمل في مواقع مختلفة وتحت ظروف جوية متنوعة.
- التصميم والبناء وظيفتان مستقلتان ولكن مترابطتان لغرض تحقيق المبنى.
- حيث يتعلق التصميم بإنشاء الوثائق ، بينما يختص البناء بتحويل هذه الوثائق إلى الواقع ليمثل مبنى أو مجموعة من المباني.

مراحل أنجاز المشروع الهندسي:

- تتألف عملية المشروع الهندسي من عدد من المراحل هي كما يلي:

1) وضع فكرة المشروع وأهدافه ومدى الحاجة اليه:

ويتم تحديد ذلك من قبل الجهة المستفيدة حيث يمكن أن يكون المشروع:

أ- خدمي: مثل المدارس والمراكز الصحية وباقي المؤسسات الخدمية.

ب- تجاري واستثماري: كالمخازن والأبنية التجارية والمعامل.

ج- سكني: مثل البيوت والشقق.

د- مشاريع الري

ه- 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 وجداول 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 تصاميم الأسس بعد إجراء تحريات التربة لمعرفة تحمل التربة في موقع المشروع.

- 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 الأستشارية او المستفيدة والتي يجب استحصال موافقتها على هذا الجدول قبل المباشرة بالعمل.
- كذلك يتم تهيئة جدول يتضمن مواصفات وكميات المواد المستخدمة في تنفيذ المشروع يسمى جدول الكميات.

4) التنفيذ:

تنفذ الأعمال المدنية بعدة أساليب:

أ- أسلوب المناقصات: حيث يعهد العمل الى مناقص تتحقق فيه الشروط والضوابط الخاصة بتصنيف الشركات وامكاناتهم 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) تسوية الموقع
3) إنشاء سياج حول موقع العمل.
4) توفير الخدمات العامة طوال مدة تنفيذ المشروع كالماء والكهرباء ووسائل الاتصال
5) بناء مسقفات وقتية تستعمل كمخازن للمواد والمعدات
6) تشييد مكاتب لأدارة 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) تحديد صلاحية تربة موقع العمل لإنشاء المشروع أو إستبدالها بتربة صالحة.
2) التخطيط لغرض تحديد مواقع الأبنية ومراكز أو حدود الأسس والجدران
3) تعيين المناسيب والإحداثيات الأساسية
4) المباشرة بتنفيذ بقية الفقرات 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.
- تركب الوحدات في موقع العمل بأساليب هندسية
- يمكن ان تكون كافة أجزاء المنشأ من وحدات جاهزة ويمكن ان تكون الأجزاء الرئيسية فقط جاهزة بينما الإنهاءات تنفذ موقعياً.
- يمكن ان تكون الوحدات الجاهزة مصنعة من الخرسانة او المعدن او البلاستك 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.

3. الطريقة المشتركة

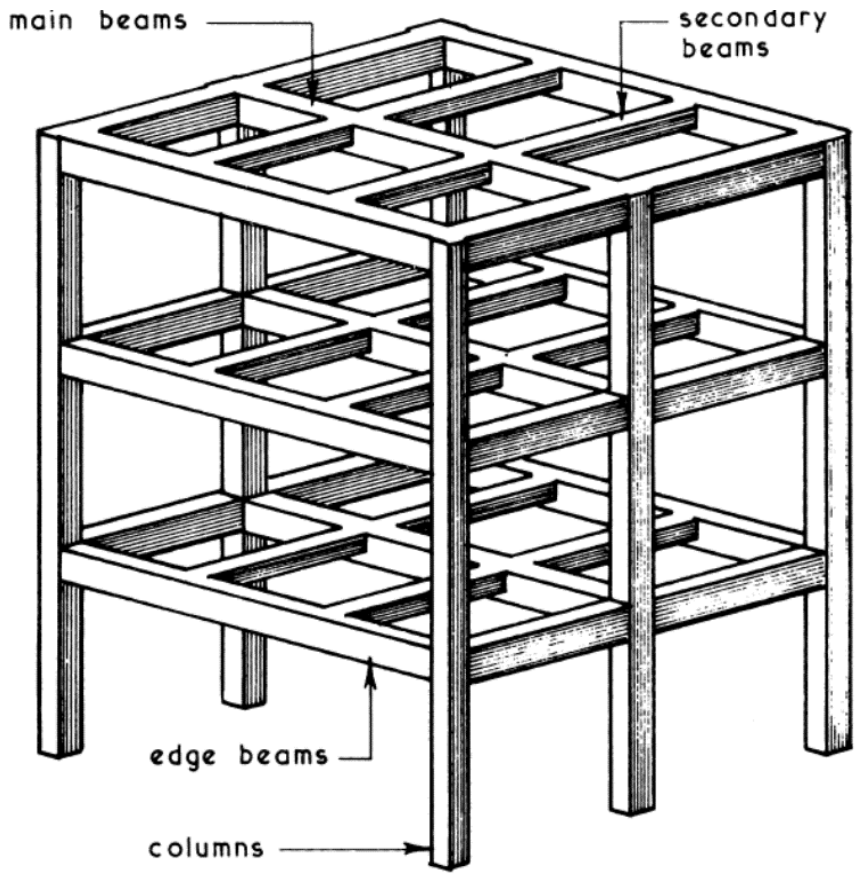
ب- حسب النظام الأنشائي:

تصمم الأبنية من الناحية الإنشائية وفق أحد الأنواع التالية:

1. بناء هيكلي
2. بناء غير هيكلي
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.



FRAMED OR SKELETAL CONSTRUCTION

A. الهيكل المعدني:

- يتميز الهيكل المعدني بسرعة التركيب والرفع عند الحاجة ويمكن استخدامه مرة أخرى.
- تكون مساحة المقاطع (الأعمدة والعتبات) للهياكل 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.

أبنية هيكلية من الفولاذ

B. الهيكل الخرساني:

- يمكن ان يكون مسبق الصب او ان يتم صبه موقعيا
- 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 ولايمكن رفعها ألا بهدمها.

أبنية هيكلية من الخرسانة المسلحة

2. البناء غير الهيكلي:

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

أبنية من جدران حاملة

3. البناء المشترك (هيكلي وغير هيكلي):

- 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

المواصفات المطلوبة في الأبنية:

- يجب أن يحقق البناء ما يلي:

i. يحقق الغرض الذي أنشئ من اجله (الجانب الوظيفي)
ii. ان يكون مقبولا من الناحية الإنشائية والمعمارية
iii. ان يتناسب دوامه (متانته) مع طبيعة الاستخدام
iv. ان تكون كلفة انشاءه وصيانته مقبولتين.

لتحقيق ذلك يجب توفر المتطلبات التالية:

أ- تصميم جيد
ب- اختيار المواد المناسبة لتنفيذ العمل واستخدام البدائل في حالة توفرها بالجودة المطلوبة.
ت- التنفيذ الجيد والسيطرة النوعية العالية على جميع خطوات العمل واجراء الفحوصات على جميع المواد قبل استخدامها.

جامعة البصرة – كلية الهندسة - قسم الهندسة المدنية
المرحلة الثانية - إنشاء المباني
2022 - 2021

الفصل الثاني
الأعمال الترابية Earthworks

د. عبدالأمير عطاالله كريم

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. لإعطاء شكل هندسي معين لأغراض تصميمية, كالأعمال الترابية لما بين الأبنية أو للسداد.

III. لأستبدال التربة في موقع العمل بتربة ذات صفات جيدة.

الحفريات الترابية:

- وتشمل أعمال الحفر لتنفيذ:

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

طرق تنفيذ الحفريات الترابية:

- تنجز الحفريات الترابية أما:

A. الحفر اليدوي

B. الحفر بواسطة المعدات الميكانيكية

C. بكلتا 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 لوصول أو لحركة المعدات الميكانيكية لموقع العمل

❑ لا يستعمل الحفر اليدوي عندما تكون التربة ذات صلابة 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.
- أذا 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 الإملائيات بعد اكمال صب الأسس.
- ترفع التربة الزائدة عن الحاجة او غير الصالحة لأعمال الإملائيات خارج ساحة العمل بواسطة العربات اليدوية او القلابات الآلية أو المركبات القلابة.
- 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 المليء 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 الملئ 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)		
	لغاية 1.5	1.5 – 4.5	أكبر من 4.5
عضوية متفحمة ضعيفة (Soft Peat)	ج	ج	ج
عضوية متفحمة متماسكة (Firm Peat)	أ	ج	ج
طينية ضعيفة (Soft Clay) او غرينية (Silt)	ج	ج	ج
طينية متماسكة وقوية (Stiff Clay)	أ	أ	ج
حصوية هشة او رملية (Loose Gravel or Sand)	ج	ج	ج
حصوية مرصوصة او رملية مرصوصة (Dense Gravel or Sand)	أ	ب	ج
حصوية او رملية تحت مستوى المياه الجوفية	ج	ج	ج
صخرية متشققة (Cracked Rock)	أ	أ	ب
صخرية سليمة (Sound Rock)	أ	أ	أ

حيث	أ	ب	ج
	بدون اسناد	اسناد مفتوح	اسناد مستمر

shoretite

MV
Trench Support
01506 440042

أنواع المساند الجانبية للتربة:

- تستعمل المساند الوقتية لتأمين جوانب الحفريات المعرضة للانهيار وتكون هذه المساند أما من:

أ- الأخشاب

ب- الصفائح الحديدية

ج- الركائز الصفيحية

طرق إسناد جوانب الحفريات الضيقة:

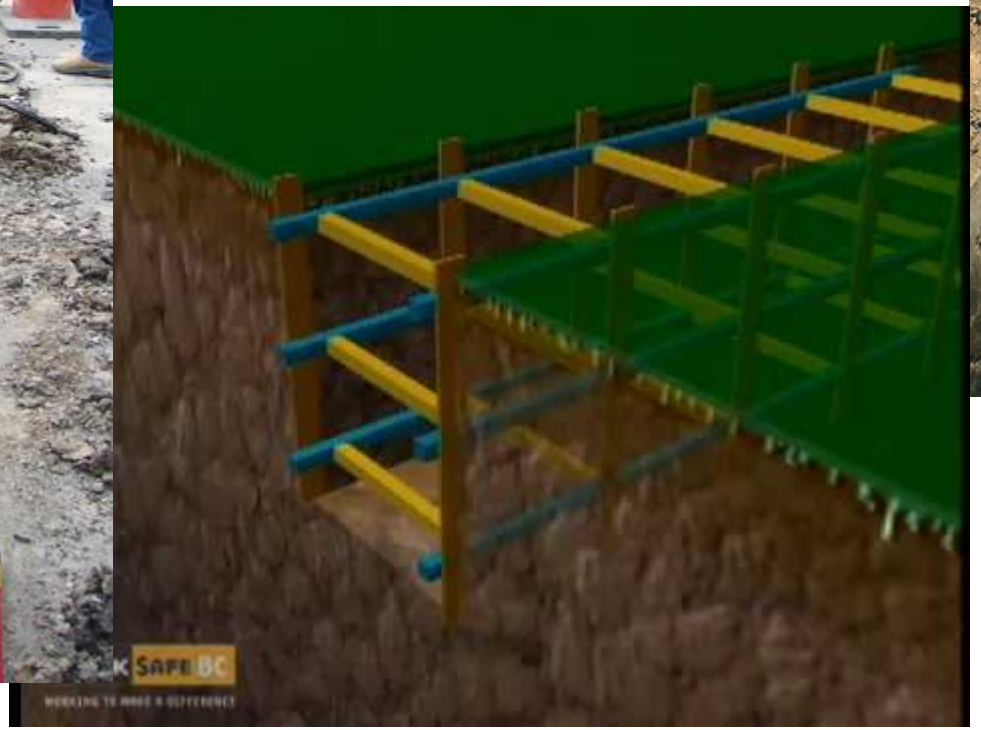
- ان أعمال الحفريات العميقة جدا تستوجب تصميم المساند بدقة أكبر وفقا لمتطلبات وظروف موقع العمل ويتم اعدادها من قبل مصمم لديه خبرة بميكانيك التربة والإنشاءات.
- تحتاج القنوات الضحلة أحيانا الى اسناد.
- يعتمد أسلوب الأسناد على تماسك التربة والتي يمكن أن تكون:

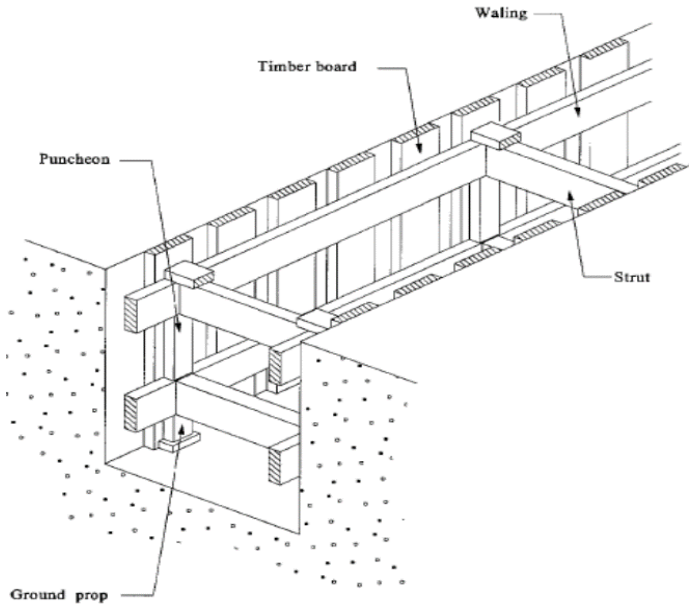
1) تربة متماسكة
2) تربة معتدلة
3) تربة رخوة

1) في حالة كون التربة متماسكة:

- توضع ازواج متقابلة (على جانبي الحفر) من الألواح الخشبية او المعدنية (الواح أعمدة) بصورة شاقولية.
- تسند هذه الألواح بمسند عرضي من الخشب يمتد بين جانبي الحفر.
- تكون المسافة بين مجموعة وأخرى 180 سم

DANGER
KEEP BACK
DEEP
EXCAVATION


SAFE BC



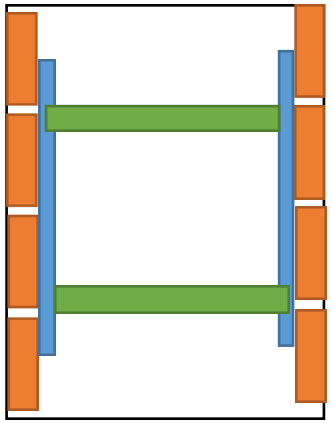
2) في حالة كون التربة معتدلة القوة:

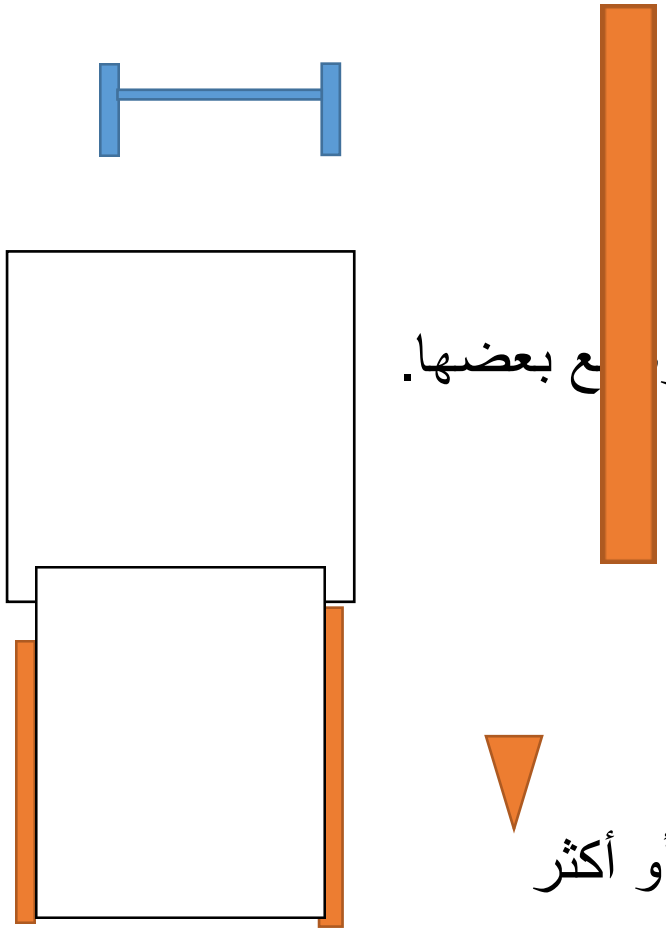
- توضع الواح الأعمدة بصورة شاقولية على جانبي الحفر
- تعتمد المسافة بين هذه الألواح على تماسك التربة
- تسند الألواح بلوح خشبي يوضع بصورة افقية على طول الحفر (الأضلاع الرابطة)
- تسند هذه الأضلاع الرابطة بمسند عرضي من الخشب.
- تكون المسافة بين المساند العرضية 180 سم لتوفير مجال للعمل بينها.

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

I. 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.

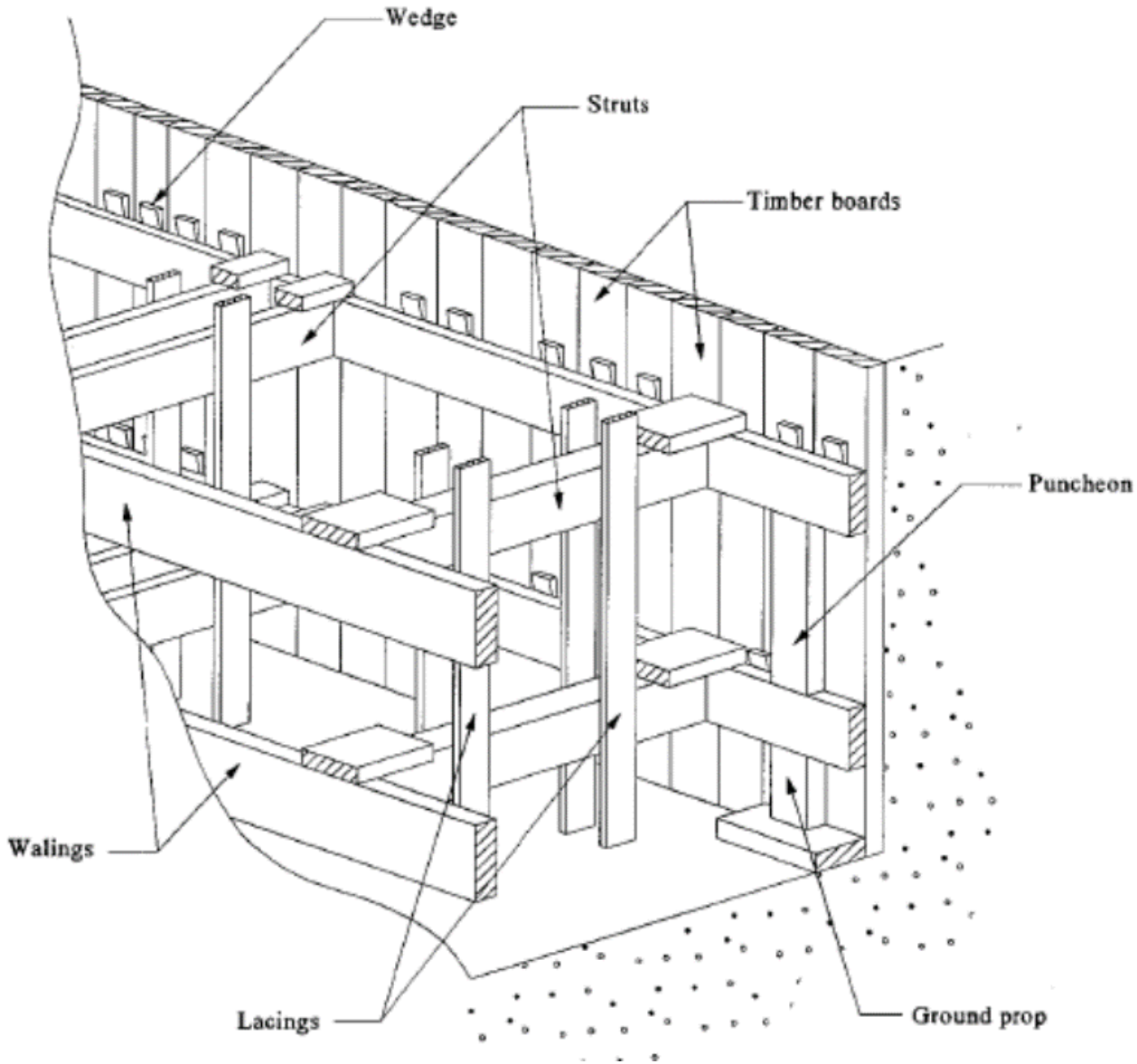




3) في حالة كون التربة رخوة:

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 لاتقل عن 15 سم.
- يمكن استعمال قطع شاقولية صغيرة بين الأضلاع الرابطة فوق الواح الأعمدة او المساند المغروسة للتقوية.


Wedge
Struts
Timber boards
Puncheon
Walings
Lacings
Ground prop

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 الألوح 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.

- 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 الأعتبار 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.

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 الا 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.

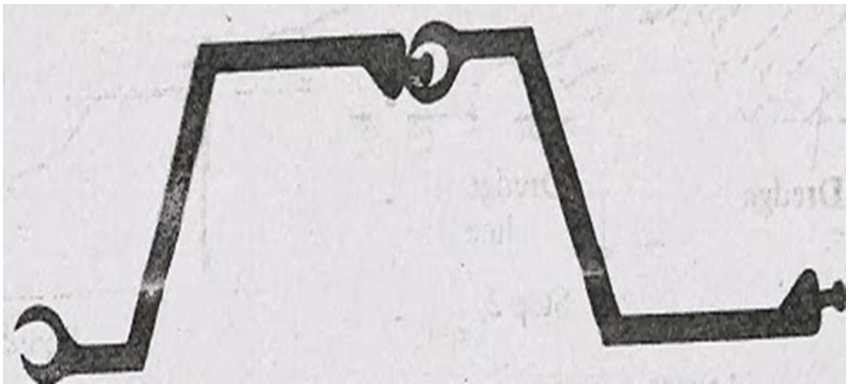
إسناد الحفريات الواسعة:

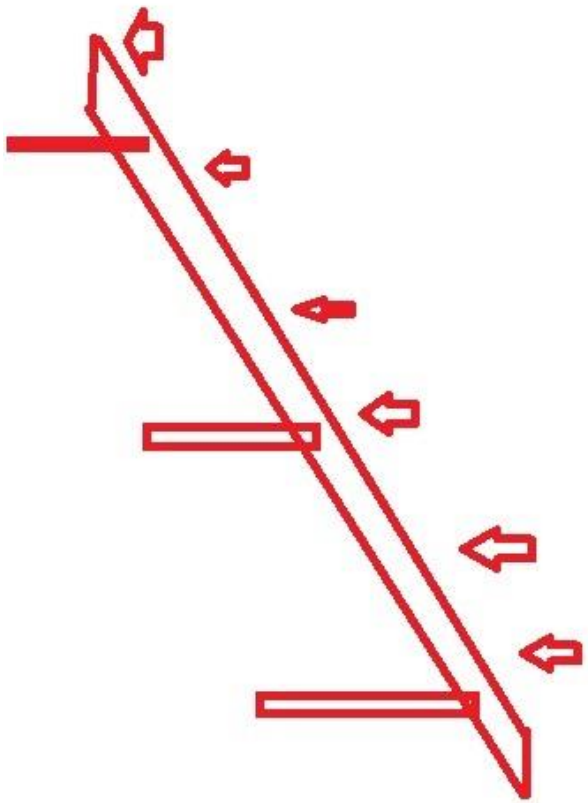
- لا تستعمل طرق الأسناد السابقة في اسناد الحفريات الواسعة (العريضة) لكونها غير اقتصادية وغير عملية.
- يتم اسناد الحفريات العريضة بإحدى الطريقتين التاليتين:

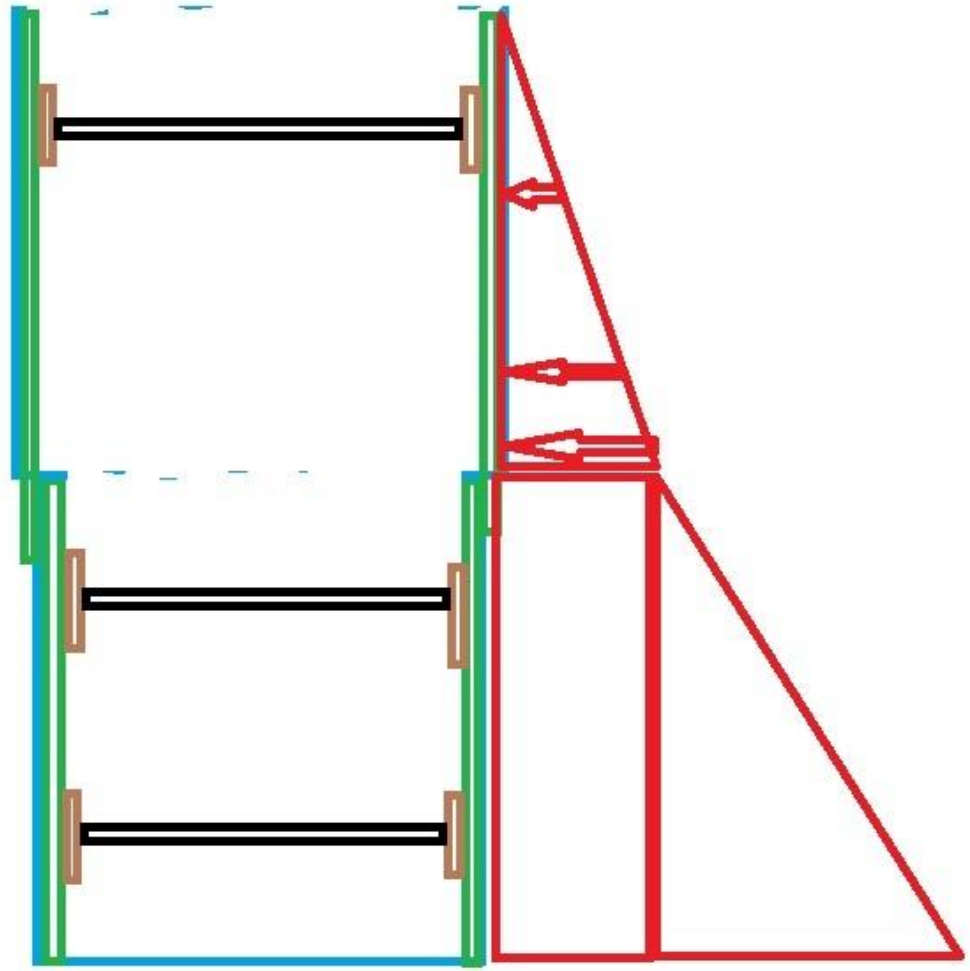
I. الأسناد بإستعمال الركائز الصفيحية (Sheet Piles) التي يتم غرسها باستعمال مطارق الية. والركائز الصفيحية هي عبارة عن الواح فولاذية متعرجة لزيادة مقاومتها للانحناء.

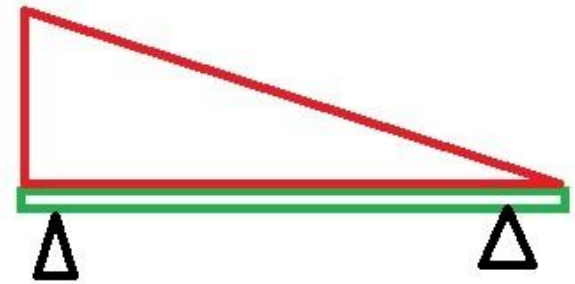
II. بإستعمال أسلوب الحفر المفتوح (Open Cut).

- 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.









الحفر بواسطة
المعدات الميكانيكية

تستعمل المعدات الميكانيكة في:

a) اعمال مشاريع الحفر الكبيرة
b) عندما يكون مطلوب نقل التربة الى مواقع بعيدة
c) اعمال الحفر مطلوب انجازها بسرعة

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

أنواع معدات الحفر الميكانيكية:

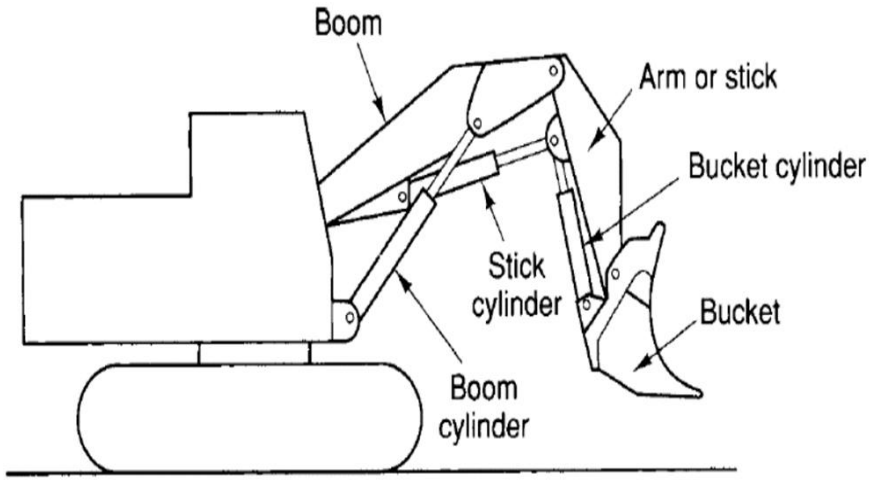
ويمكن تقسيمها الى الأنواع التالية:

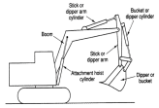
1. معدات الحفر المحدود
2. معدات الحفر الواسع (معدات تسوية التربة)
3. معدات الحفر الخاصة

1. معدات الحفر المحدود:

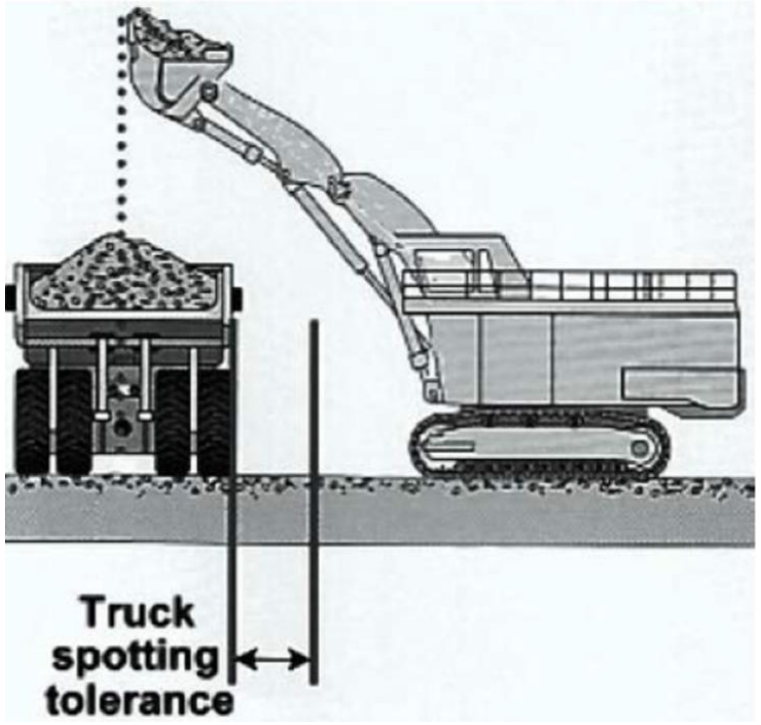
1. المجرفة الآلية Power Shovel
2. المجرفة الخلفية Backhoe
3. الحفارة Dragline
4. الدلو المحاري Clamshell
5. المجرفة الجرارLoader shovel

1. المجرفة الآلية (Power shovel):



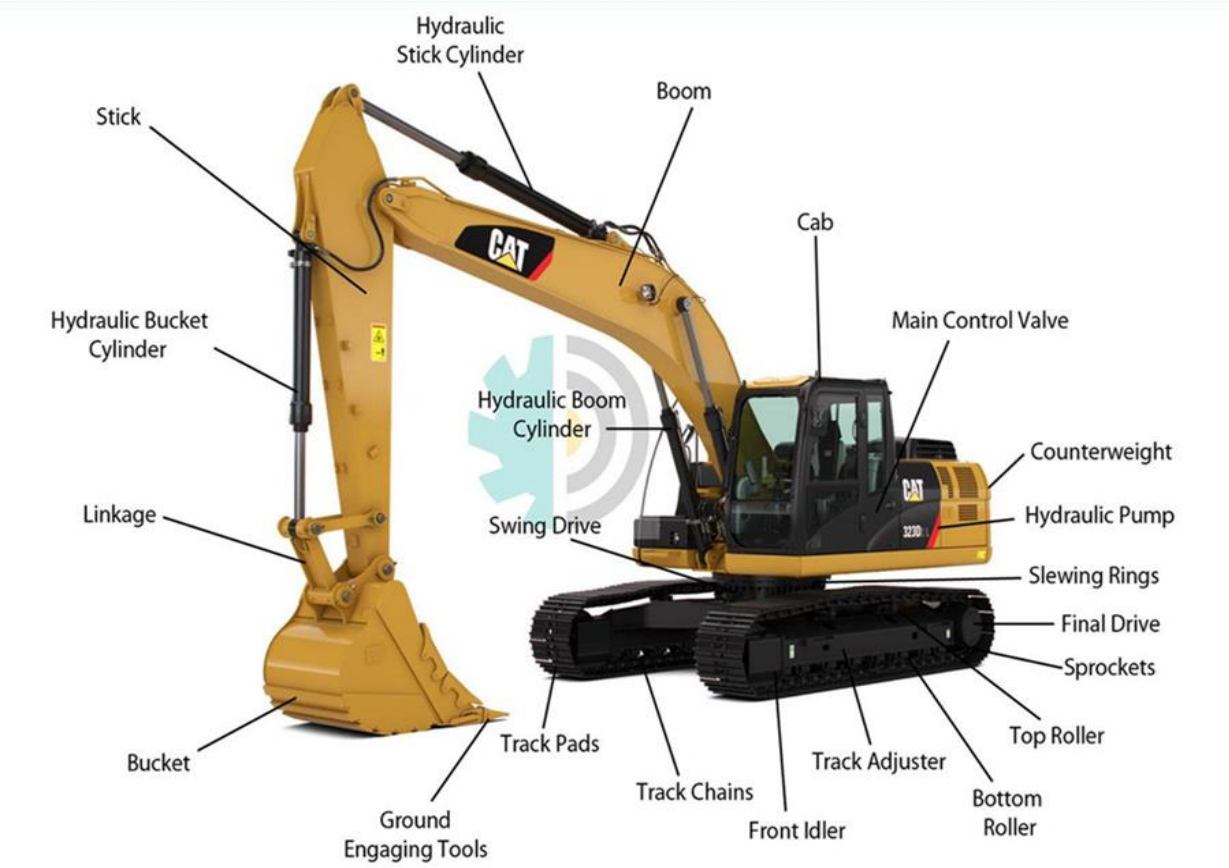


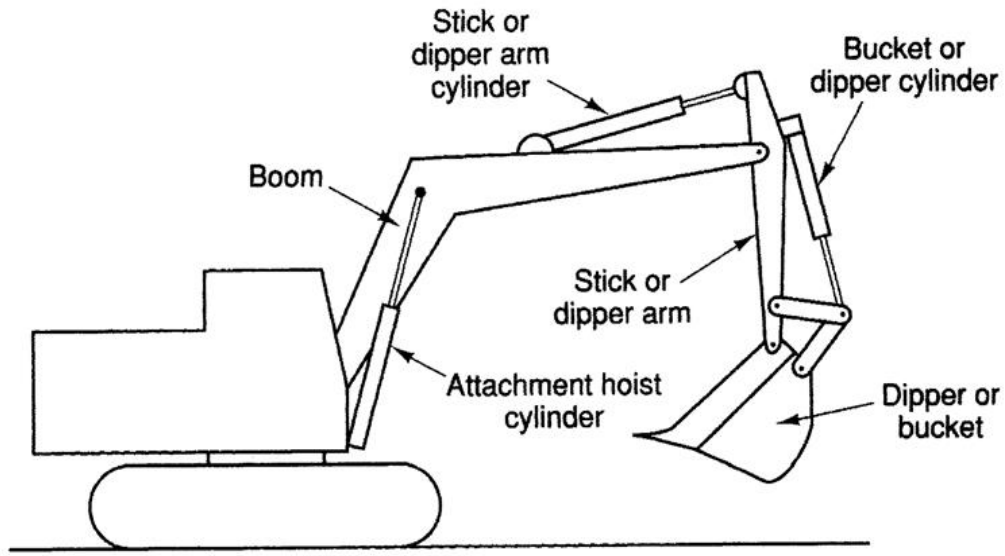
1. المجرفة الآلية (Power shovel or Front shovel):



- من المعدات ذات الأبراج (Boom)
- 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
- تستخدم لحفر التربة فوق مستوى سيرها مثل السداد الترابية

2. المجرفة الخلفية (Back Hoe):

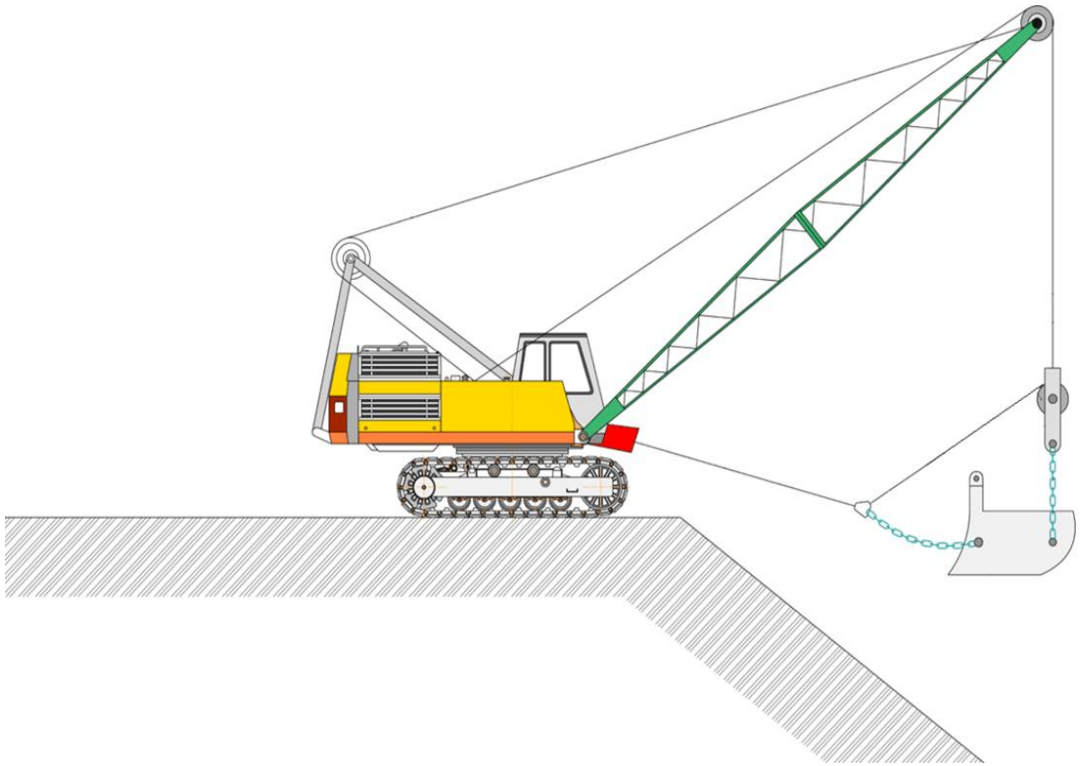




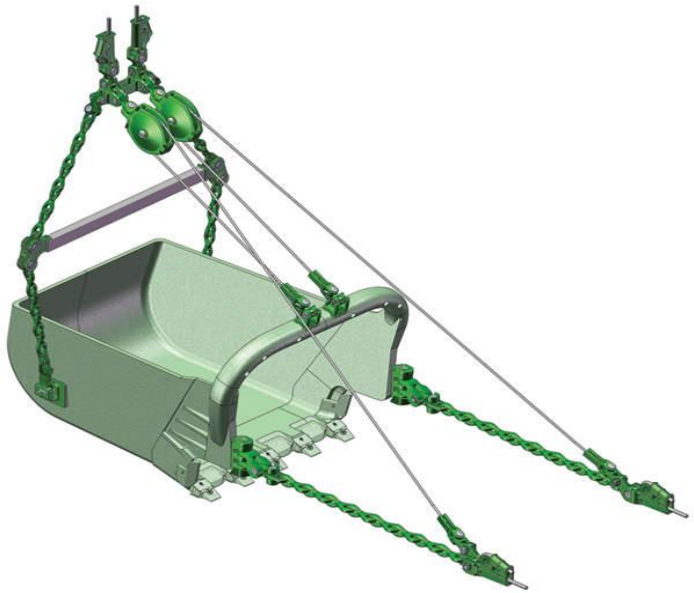
2. المجرفة الخلفية (Back Hoe):

- من المعدات ذات الأبراج
- تشبه المجرفة الآلية (لكن المغرفة للخلف)
- يكون الحفر باتجاه الخلف (من أعلى الى أسفل)
- تفضل في الحفريات الضيقة مثل ألأسس الجدارية وقنوات المجاري
- تستعمل عندما يكون الحفر بمستوى اوطأ من مستوى حركتها
- يمكن توجيه الدلو بدقة لمكان وشكل مقطع الحفر (لماذا؟؟)
- لا تستطيع تحميل التربة على الناقلات بسهولة

3. الحفارة الناعورية (السلكية) (Dragline):

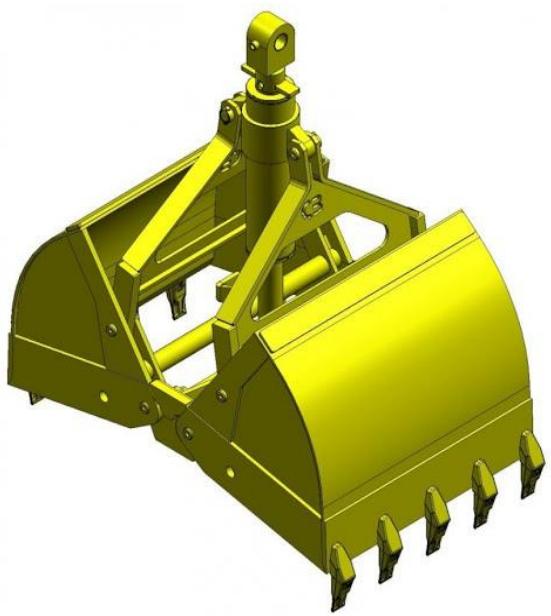


3. الحفارة الناعورية (Dragline):



- 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 بأتجاه 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 السراديب للأبنية الواسعة
- لا تستعمل في المواقع التي تتخللها مسارات خدمات كمجاري المياه والكهرباء والهاتف (لماذا ؟)
- لا تستعمل في حفر القنوات الضيقة واسس الجدران.

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 (Loader or Tractor Shovel)

traction= 272*hp/velocity

- تستعمل المجرفة الجرار لأعمال الحفريات المحدودة 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 الالة

  ويمكن ان تحفر بمناسيب اوطأ قليلا من مستوى سيرها

- يمكن للالة الحركة بسهولة في المناطق المنحدرة والضيقة

معدات تسوية الأعمال الترابية:

- بالأضافة الى المعدات الميكانيكية التي تستخدم لأعمال الحفرالمحدود, توجد ايضا معدات أخرى للأعمال الترابية تستخدم في اعمال تسوية المواقع الكبيرة وفي اعمال الطرق والمطارات, ومنها:

أ- آلة التسوية

ب- المقلعة (البلدوزر)

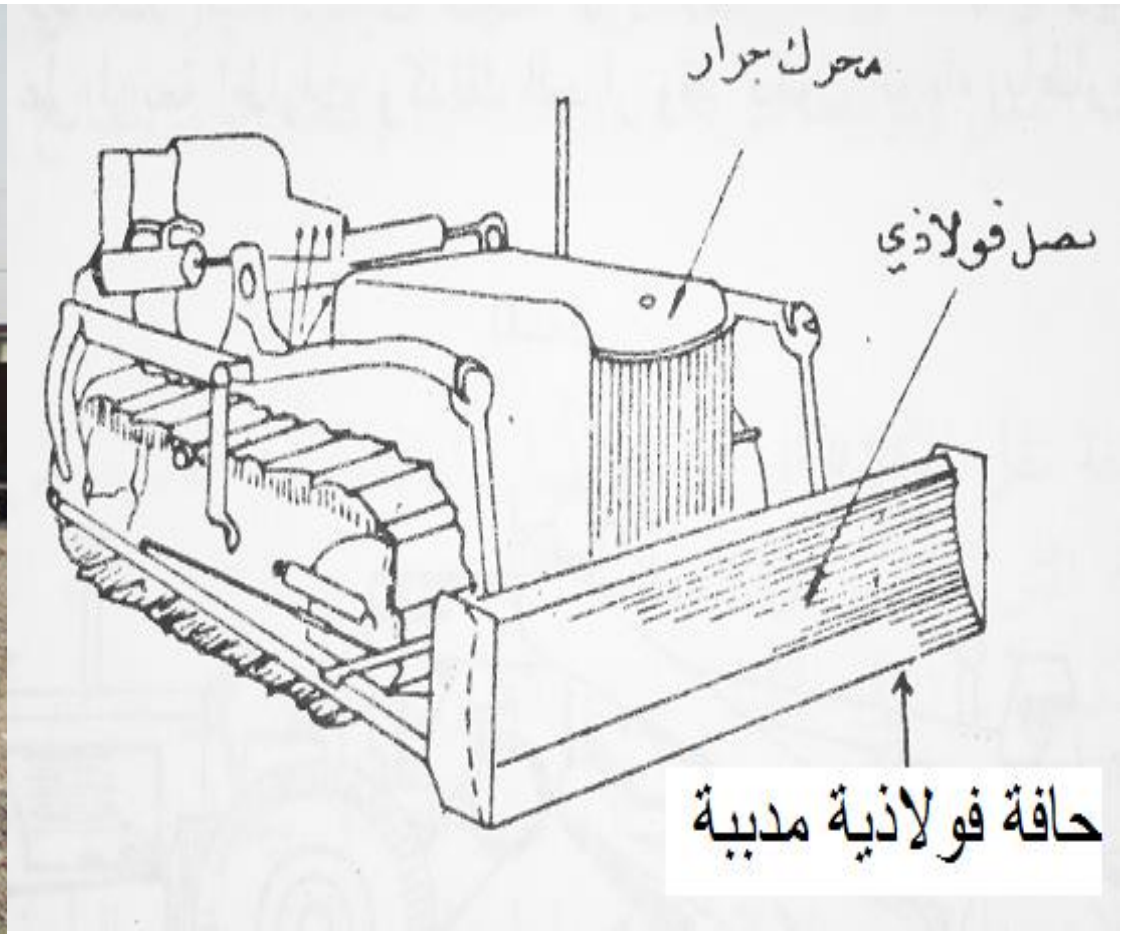
ج- القاشطة

1. – آلة التسوية (der

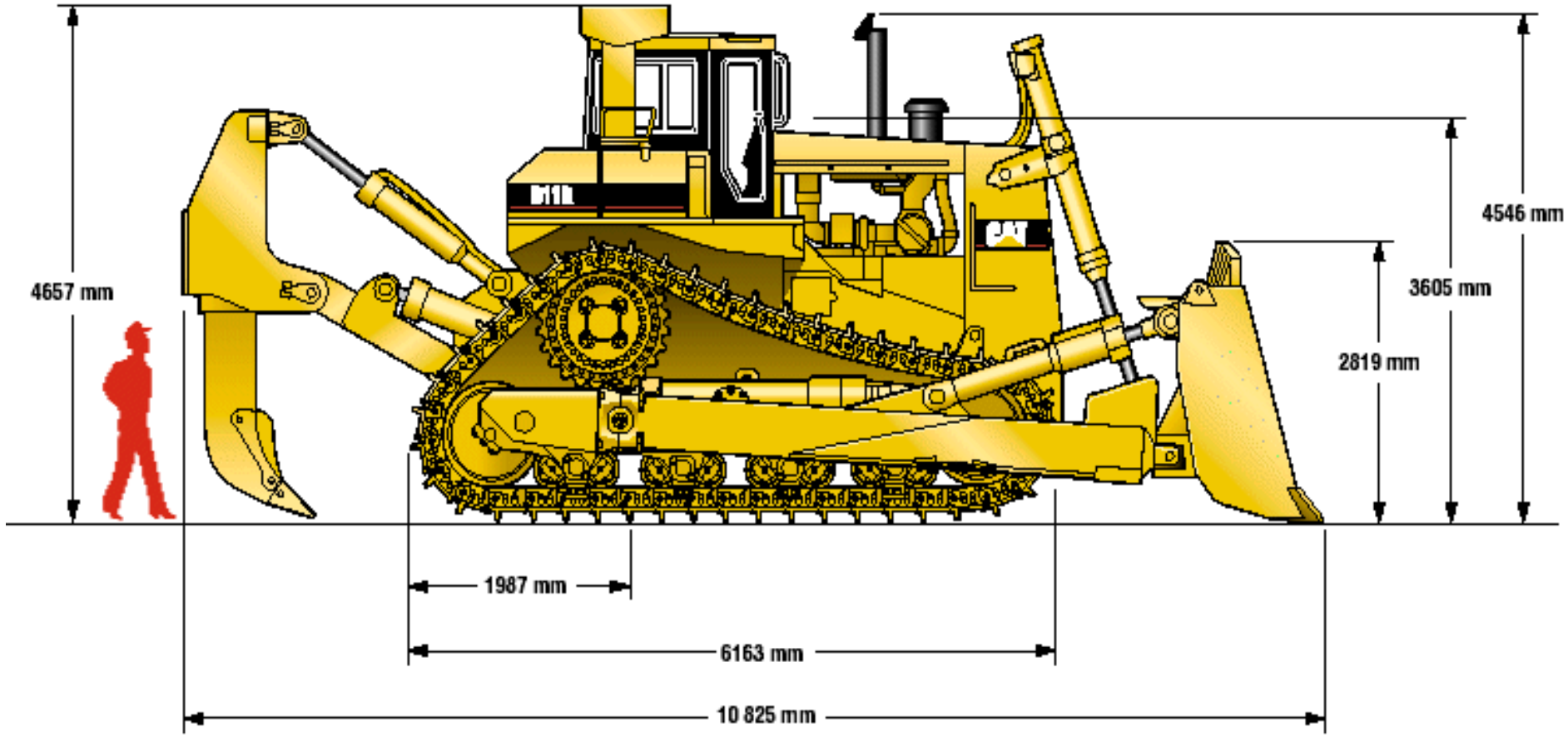
أ – آلة التسوية (Motor Grader)

- 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 لنبش التربة تمهيدا لقشطها او حدلها
- لا تستخدم في حفر او دفع التربة لمسافات طويلة

ب – المقلعة أو البلدوزر (Bulldozer)

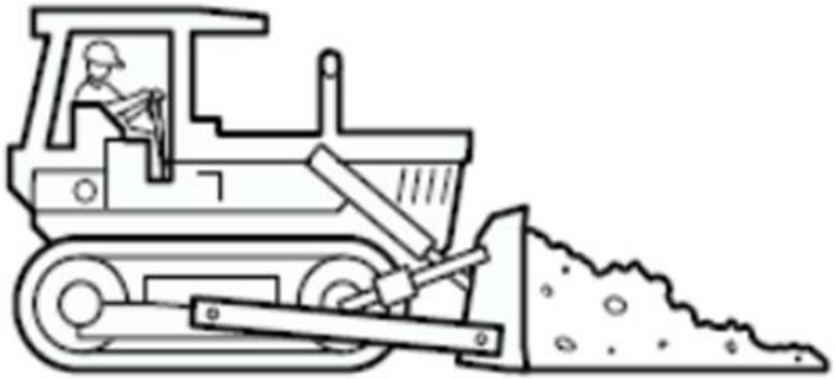


ب – البلدوزر (Bulldozer)



ب – البلدوزر (Bulldozer)

- آلة كثيرة الأستخدام 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 لقشط وإزالة التربة وتمهيد مواقع 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 الكبيرة كالمطارات والطرق
- يمكن ان تحتوي على محرك جرار او محركين أو أن يتم تحريكها أو مساعدتها بآلة اخرى كالبلدوزر
- تستعمل لقشط التربة وتجميعها في الحوض الذي تحتويه ثم نقلها او نشرها في مكان آخر

معدات الحفر الخاصة:

- بالأضافة الى معدات الحفر المحدود (المجرفة الالية, المجرفة الخلفية, الحفارة, الدلو المحاري, المجرفة الجرار) ومعدات الحفر الواسع (آلة التسوية , المقلعة, القاشطة), توجد معدات تستعمل في أنواع أخرى من اعمال الحفر كمعدات حفر القنوات (trenchers) ذات الدلو الواحد أو ذات الدلاء المتعددة المسلسلة وآلة حفر الأنفاق وغيرها.

حفارة القنوات (المخندقة) (Trencher)

حفارة ثاقبة للحفر الأفقي Auger boring

حفارة الأنفاق (Tunnel Boring)

نقل وحركة معدات الحفر:

تكون حركة وتنقل معدات الحفر على نوعين:

1. ذات اطارات.
2. مجنزرة (محمولة على سرفة).

1. المعدات المحمولة على اطارات Wheel mounted equipment:

- سريعة الحركة
- سهولة الحركة داخل موقع العمل
- يمكن نقلها للمواقع القريبة بالسير على العجلات وتنقل محمولة للمواقع البعيدة.
- ثباتها قليل على الترب الرخوة او الرطبة.

2. المعدات المجنزرة Crawler mounted equipment:

- 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
- بدلا من ذلك يستخدم اسلوب التثقيب بالمطارق الهوائية (Jackhammers) ثم ملأ هذه الثقوب بالمفرقعات 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 بإستخدام 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 منحدرة 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.

2. التصريف بالضخ:

- وهي طريقة قريبة من طريقة التصريف المباشر.
- حيث تتجمع المياه الجوفية من سواقي على جوانب الحفر الى حفرة 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.

- 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 وتغطى 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 واسعاً.

SKY PUMPS

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

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

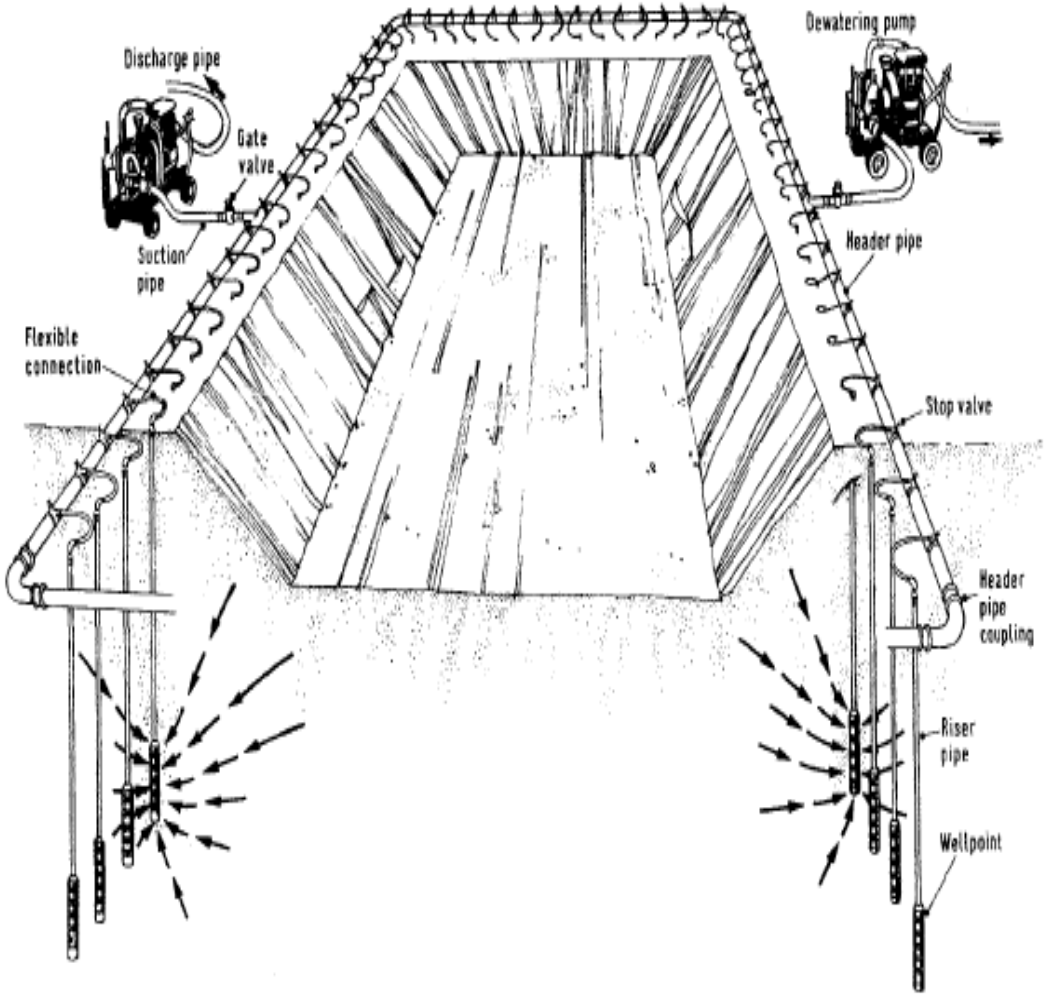
- يتكون النظام من مجموعة أنابيب معدنية حول ساحة العمل.
- يكون قطر كل أنبوب بحدود 40 ملم وطول بحدود 4.5 متر.
- يثبت في نهاية الأنبوب جزء من انبوب مخرم من الجوانب مزود بنهاية مدببة ذات صمام للغرض توجيه المياه.
- يحاط الجزء المخرم بمشبك معدني ناعم لضمان عدم سحب المواد الناعمة من التربة ولمنع غلق الثقوب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

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

- تغرز هذه الأنابيب بصورة شاقولية 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 غرزها بأنبوب تجميع أفقي.
- يربط ألأنبوب المجمع بمضخة ماصة تعمل على سحب المياه من المنظومة ومن ثم تصريفها خارج موقع العمل.

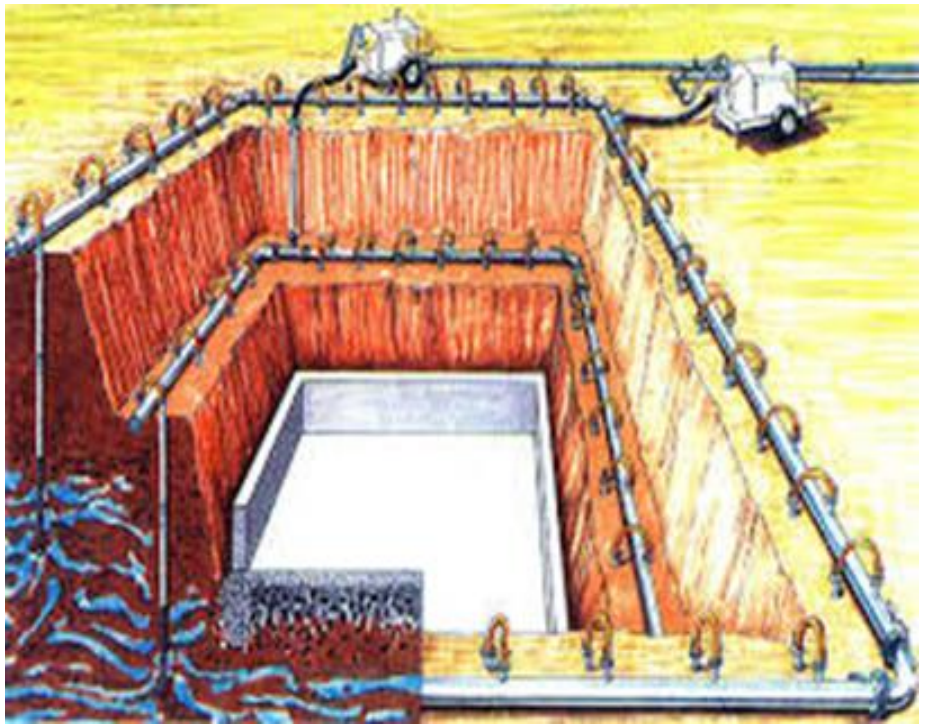
نظام نقاط البئر

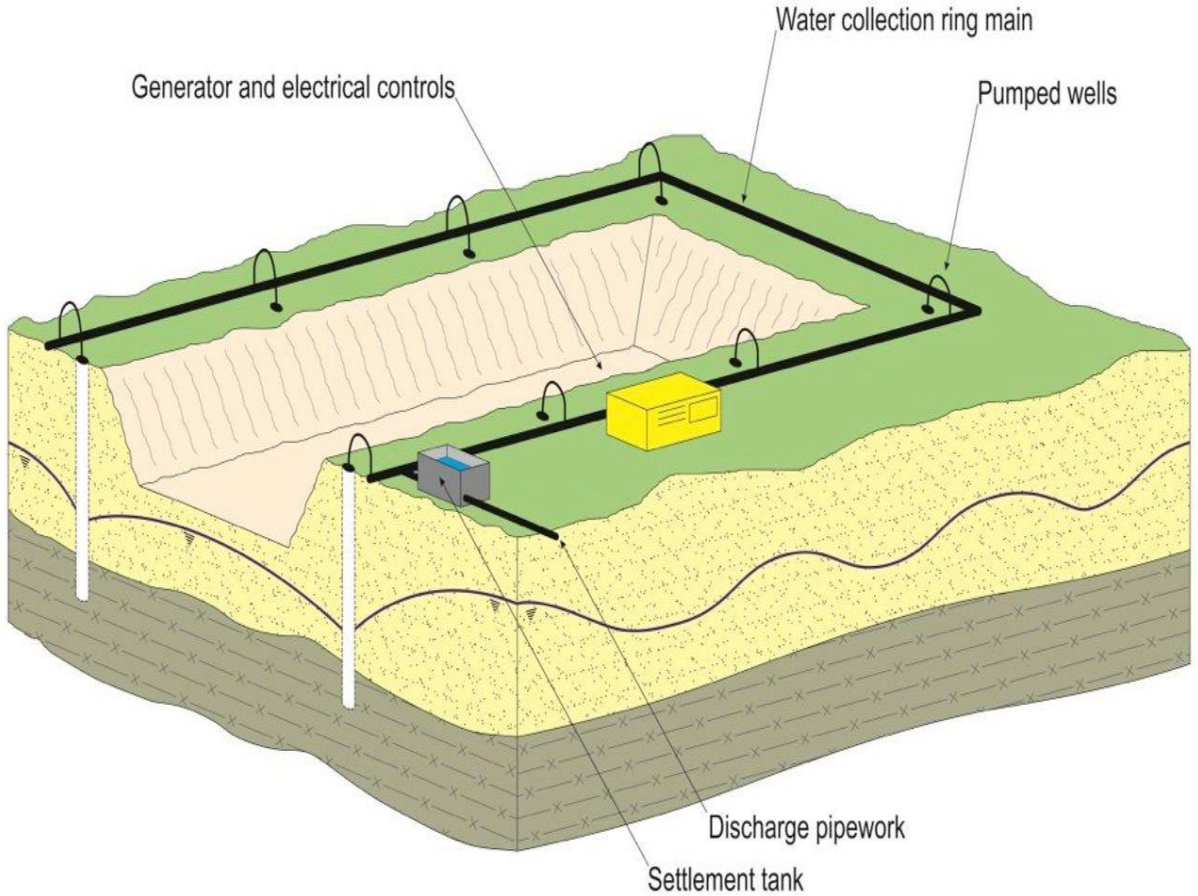
نظام نقاط البئر



مميزات نظام نقاط البئر:

1. إمكانية استخدام اكثر من حلقة واحدة من انابيب السحب حول موقع الحفر وتكون كل حلقة بمنسوب مختلف.
2. امكانية تحديد المسافة بين انبوب وآخر وتحديد عمق غرز الأنبوب.
3. امكانية 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.




Water collection ring main
Generator and electrical controls
Pumped wells
Discharge pipework
Settlement tank

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:

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

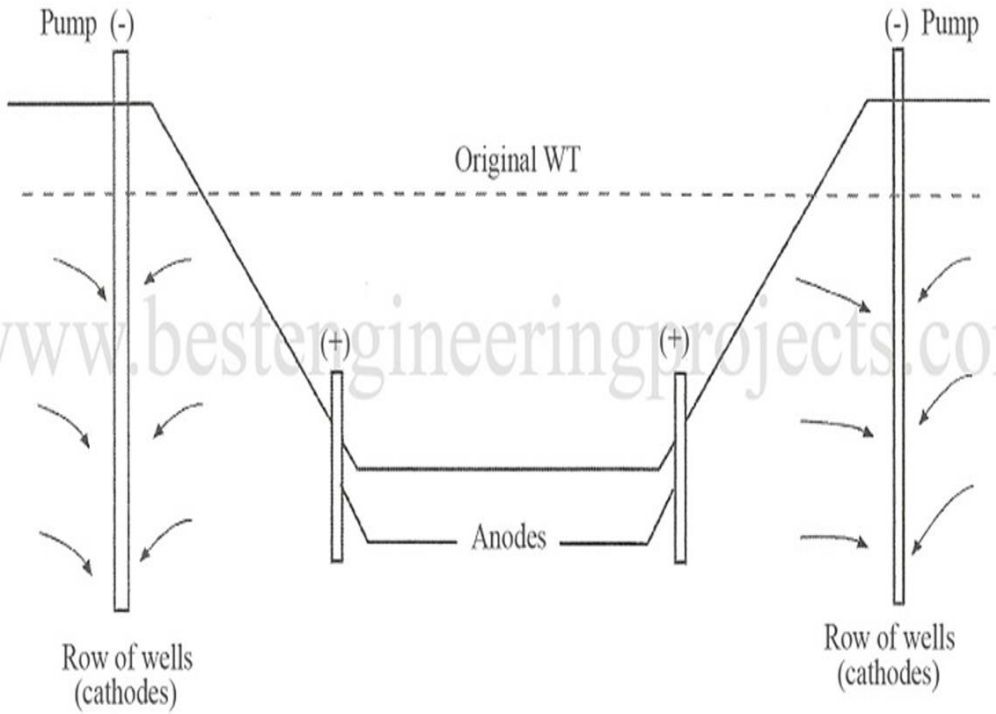
4. الطرق الأخرى

- يمكن استخدام طرق أخرى لسحب المياه من مناطق الحفر ولكنها عادة تكون أكثر كلفة وأقل شيوعا, مثل:

1. استعمال المبازل 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 اخرى أصغر منها قطرا كأقطاب موجبة (Anode) وعند تسليط فرق جهد مقداره 40 – 180 فولت فأن المياه الجوفية تسري بأتجاه القطب السالب حيث يتم سحبها.

3. تجميد التربة.
4. استعمال الهواء المضغوط.
5. تثبيت التربة.
6. حقن التربة.



www.bestengineeringprojects.com

Fig 1 Electro-osmosis Method

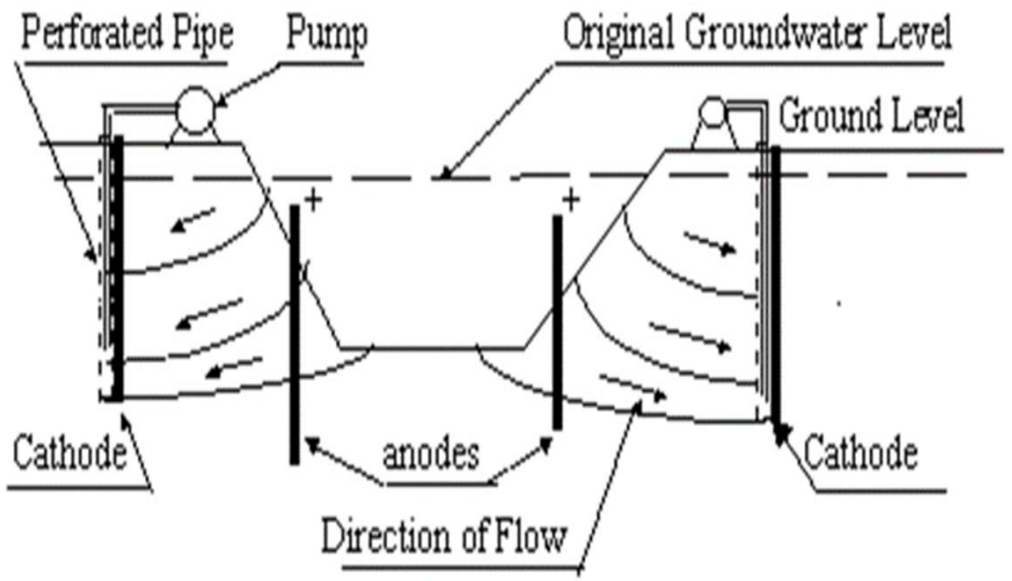


Fig. 8.8 Control of Groundwater by Electro-Osmosis Methods

الأملائيات الترابية ورص التربة:

- تحتاج جميع الأبنية الى أعمال إملائيات ترابية لغرض:

1. إعادة ردم جوانب الأسس بعد تنفيذها.
2. إعادة ردم قنوات المجاري والخدمات.
3. أعمال الأرضيات لغرض رفع منسوبها الى المستوى المطلوب.
4. أعمال الطبقات الترابية للطرق.
5. أعمال التعليات الترابية لأكتاف القنوات المائية.

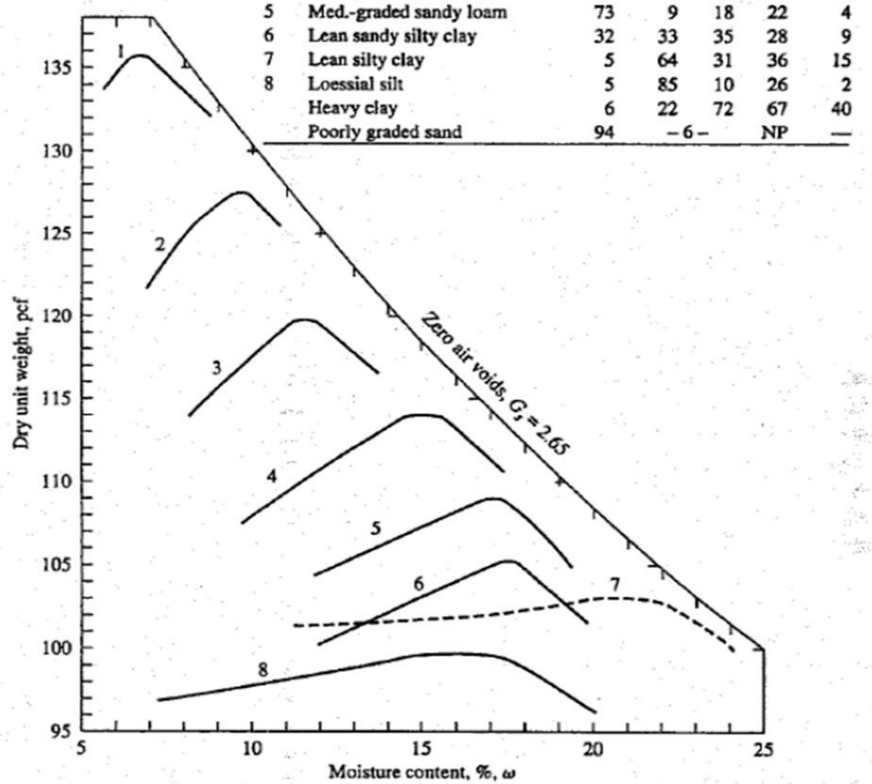
الإجراءات المطلوبة في أعمال ألإملائيات:

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 أذا كان موقع العمل واسعا بصورة كافية.

SOIL TEXTURE AND PLASTICITY DATA

No.	Description	Sand	Silt	Clay	LL	PI
3	Well-graded loamy sand	88	10	2	16	NP
4	Well-graded sandy loam	78	15	13	16	NP
5	Med.-graded sandy loam	73	9	18	22	4
6	Lean sandy silty clay	32	33	35	28	9
7	Lean silty clay	5	64	31	36	15
8	Loessial silt	5	85	10	26	2
	Heavy clay	6	22	72	67	40
	Poorly graded sand	94	– 6 –		NP	—



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

بعد التأكد من وصول طبقة ألأرض الطبيعية لدرجة الحدل المطلوبة يتم المباشرة بفرش (نشر) الطبقة 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.

بدلا من ذلك يمكن استخدام التربة الناتجة من الحفريات في نفس موقع العمل إذا كانت صالحة للأستعمال, ولذا يجب:

أ- قشط التربة بسمك 15سم قبل البدأ 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 (من أجل ايصال نسبة رطوبتها الى الرطوبة المثلى) 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.

7. القيام بفرش ورش وحدل وفحص بقية الطبقات لحين الوصول للمنسوب المطلوب.

VOLVO

رص التربة:

- إن الهدف من رص (حدل) التربة (Compaction) هو لزيادة قوتها وجعلها قابلة لمقاومة الأحمال المسلطة عليها بمقدار مقبول من الإنضغاط أوالأنكباس (Compressibility).
- إن ذلك يستوجب أن تكون التربة بنوعية صالحة (من حيث التدرج الحبيبي والخواص الفيزياوية) 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 مساوية 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% (أحيانا تنخفض الى 80% أو ترتفع الى 105%) من الكثافة الجافة العظمى المحسوبة مختبريا, تسمى بدرجة الحدل أو الرص.

أنواع مكائن الحدل:

- تتم عملية الحدل بتسليط طاقة معينة أو جهد على التربة بواحدة أو أكثر من الطرق التالية:

1. الأصطدام (ضربات حادة) Impact
2. الضغط (الحمل الساكن) Pressure
3. الأهتزاز Vibration (Shaking)
4. العجن Kneading

- إن كفاء طريقة الحدل تعتمد على خواص التربة. كما مبين في الجدول (16) أدناه:

Material	Method of Compaction			
	Impact	Pressure	Vibration	Kneading
Gravel	Poor	No	Good	Very Good
Sand	Poor	No	Excellent	Good
Silt	Good	Good	Poor	Excellent
Clay	Excellent with confinement	Very Good	No	Good

المعدات المستخدمة في رص التربة:

يمكن ان تقسم الى نوعين:

A . المعدات الصغيرة وتشمل:

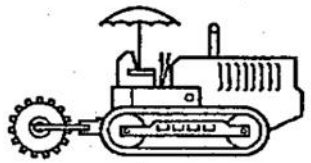
1. **المدقات اليدوية بدون محرك:** تكون مكونة من قاعدة حديدية مسطحة مرتبطة بمقبض على شكل عمود معدني. وتستخدم في الأماكن الضيقة والمساحات الصغيرة وتكون كفاءتها منخفضة.
2. الأسطوانات الحديدية الثقيلة المسحوبة باليد

3. المدقات أو الحادلات الميكانيكية 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 اليا ويتم توجيهها بالسحب باليد.

B. المعدات الكبيرة

وتشمل الحادلات بأنواعها المختلفة

1. حادلات أضلاف الغنم

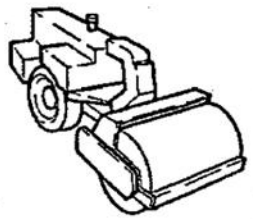


1. Sheepsfoot rollers

2. حادلات مدقية

2. Tamping rollers

3. حادلات أسطوانية ملساء هزازة

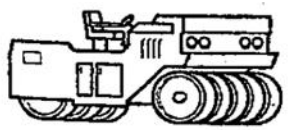


3. Smooth-drum vibratory soil compactors

4. حادلات مدقية اسطوانية هزازة

4. Pad-drum vibratory soil compactors

5. حادلات ذات اطارات رئوية



5. Pneumatic-tired rollers

CASE

JP225
JOTEC
JOTEC

CAT
204-059

حادلات مدقية Tamping Rollers:

- هذه الحادلات مشابهة لحادلات أضلاف الغنم مع ابدال الأقدام (البروزات) بفلق أو وسائد.
- يوجد نوع يسمى بالحادلات الشبكية حيث يوجد فيها مشبك من قضبان حديدية حول الأسطوانة.
- وجدود المشبك يفيد في تهشيم الصخور الموجودة في التربة.
- يمكن زيادة وزن الحادلة بتحميلها بالرمل أو الأحجار لزيادة كفاءة الحدل.

- الجدول التالي يبين مبدأ العمل لكل نوع من الحادلات:

جدول (17): مبدأ العمل لأنواع الحادلات المختلفة

Compactor Type	Method of Compaction			
	Impact	Pressure	Vibration	Kneading
Sheepsfoot		yes		
Tamping roller	yes	yes		
Vibrating Smooth Roller	yes		yes	
Vibrating Pad Roller	yes		yes	
Pneumatic		yes		yes

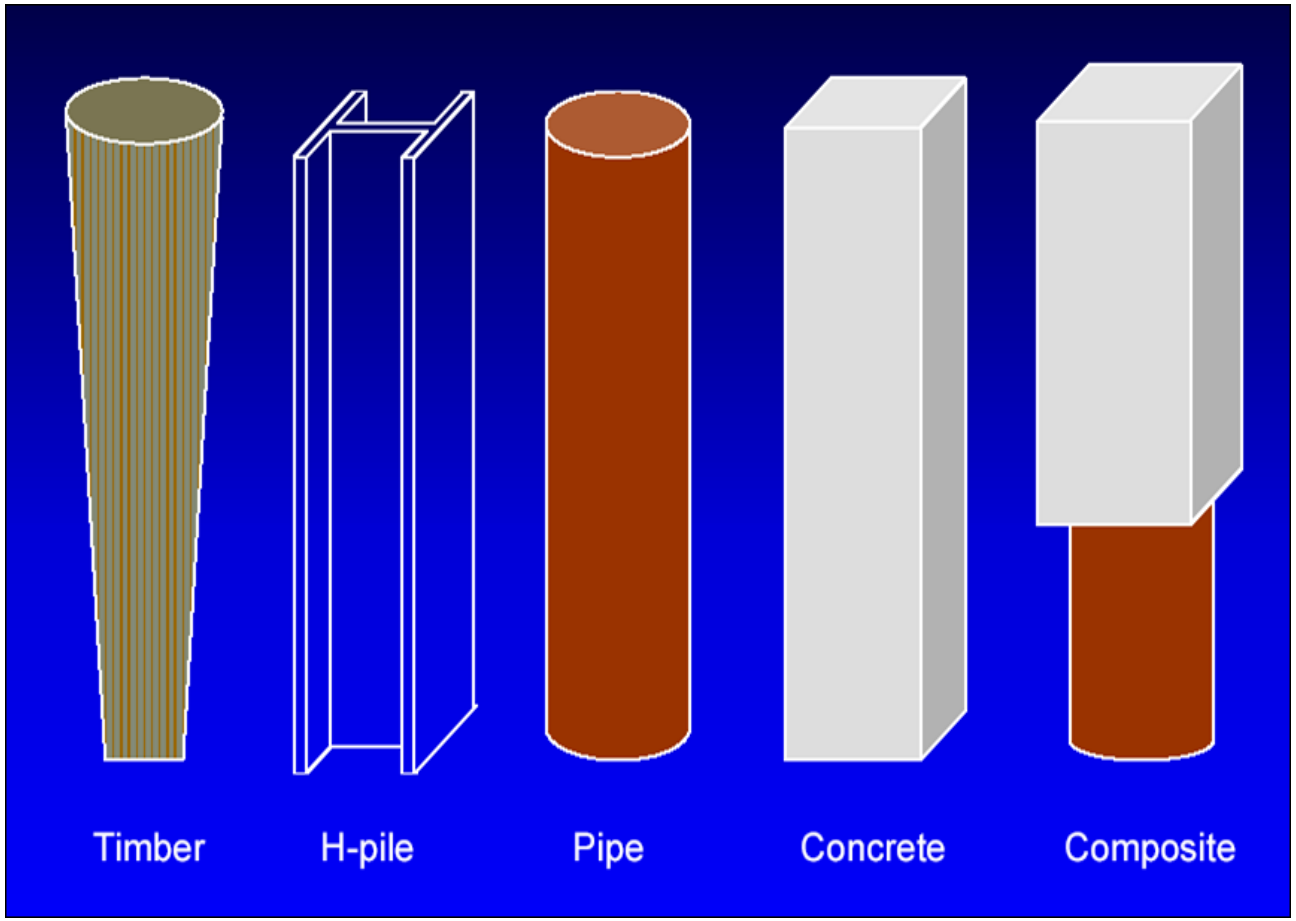
Material	Type of Compactor				
	Steel Wheel	Pneumatic	Vibratory	Tamping foot	Grid
Rock	Good	Poor	Good	Good	Good
Gravel, clean or silty	Good	Medium	Good	Good	Good
Gravel, clean	Good	Medium	Medium	Good	Medium
Sand, clean or silty	Poor	Poor	Good	Poor	Medium
Sand, clayey silt	Poor	Medium	Medium	Good	Poor
Clay	Poor	Good	Medium	Good	Poor

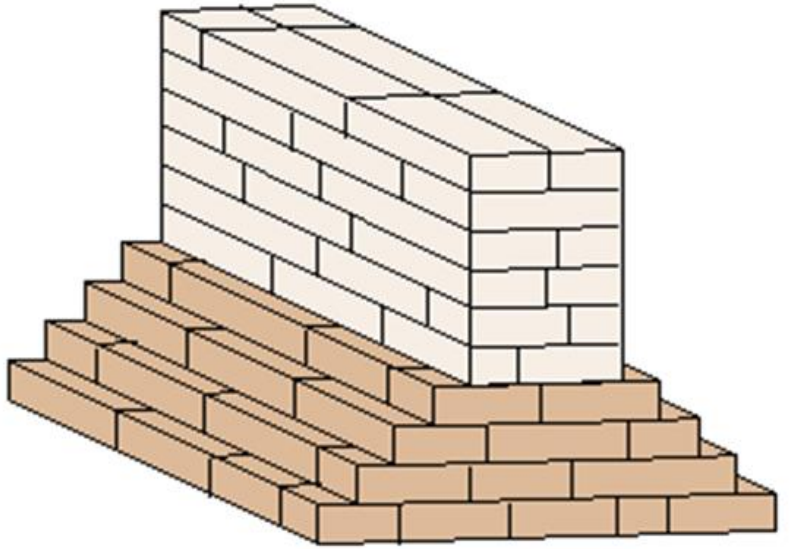
أعمال الأسس
Footing and Foundations works

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 التجميليه التي يرغب ببقائها.

7. علاقة عمق الاسس مع ممرات وقنوات ومجاري الخدمات (Underground Services) مثل الخدمات الصحية والكهربائية والميكانيكية الخاصة بذلك النشأ.

طبيعة التربة وعلاقتها بألاسس:

يجب قبل المباشرة بتصميم الأسس أجراء فحص لتربة الموقع من قبل مختبر هندسي متخصص للتعرف على:

1. عمق كل طبقة من طبقات التربة وسمكها.
2. الخواص الفيزيائيه 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:

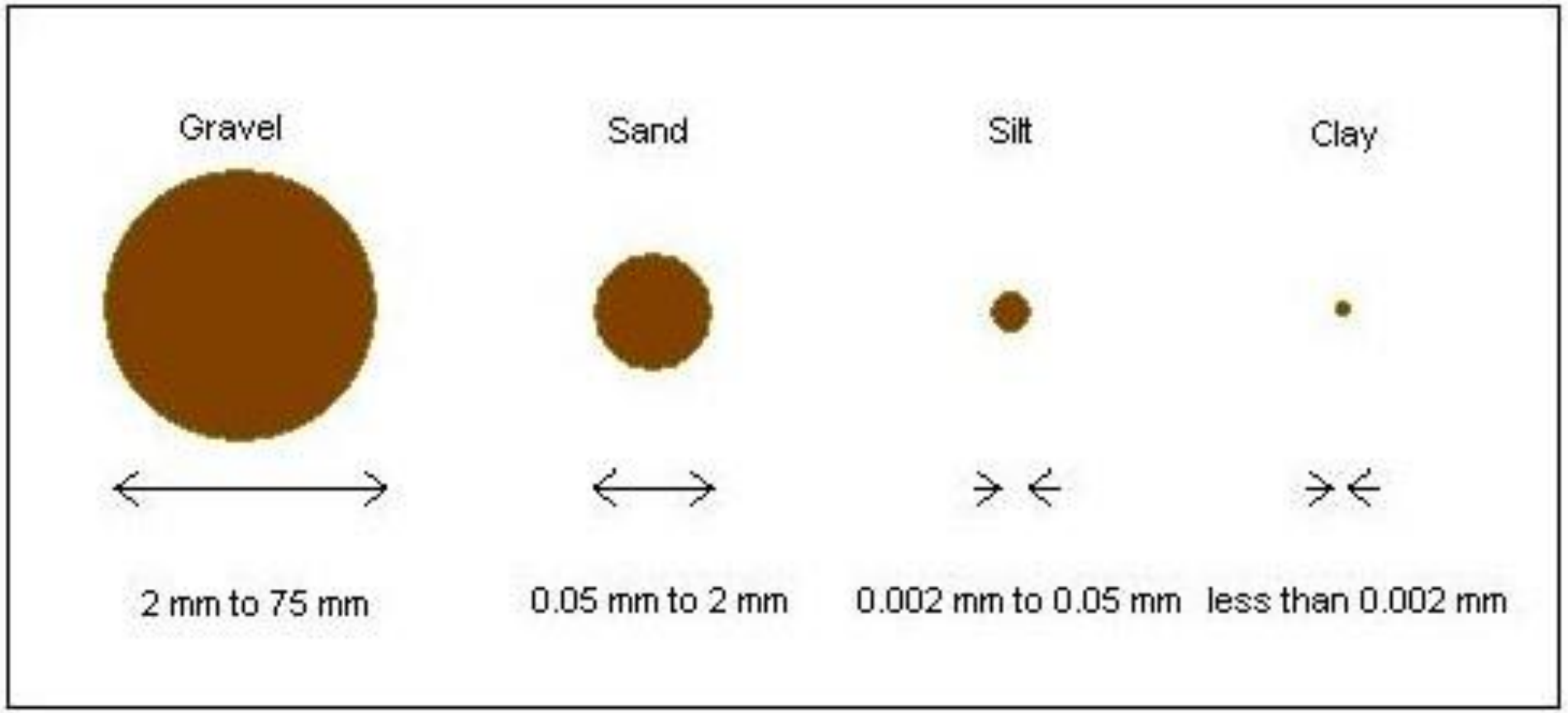
تتألف التربة من جزيئات أو حبيبات, وتبعا لحجم وخواص هذه الحبيبات يمكن تقسيم التربة الى أربعة أقسام هي:

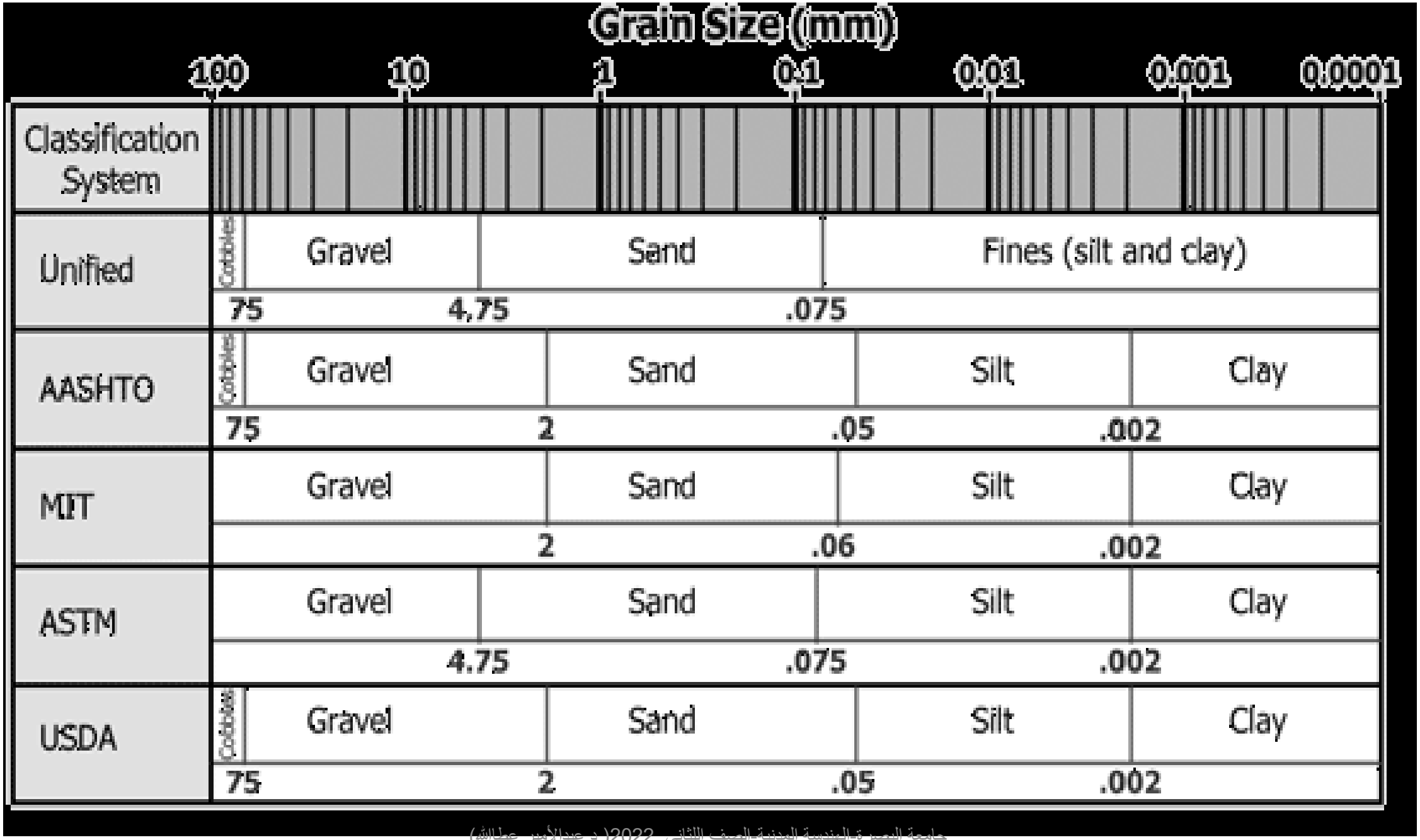
I. الطين Clay: تكون مكوناتها بحجم اصغر من 0.005 ملم.

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.


Gravel
Sand
Silt
Clay
2 mm to 75 mm
0.05 mm to 2 mm
0.002 mm to 0.05 mm
less than 0.002 mm


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:

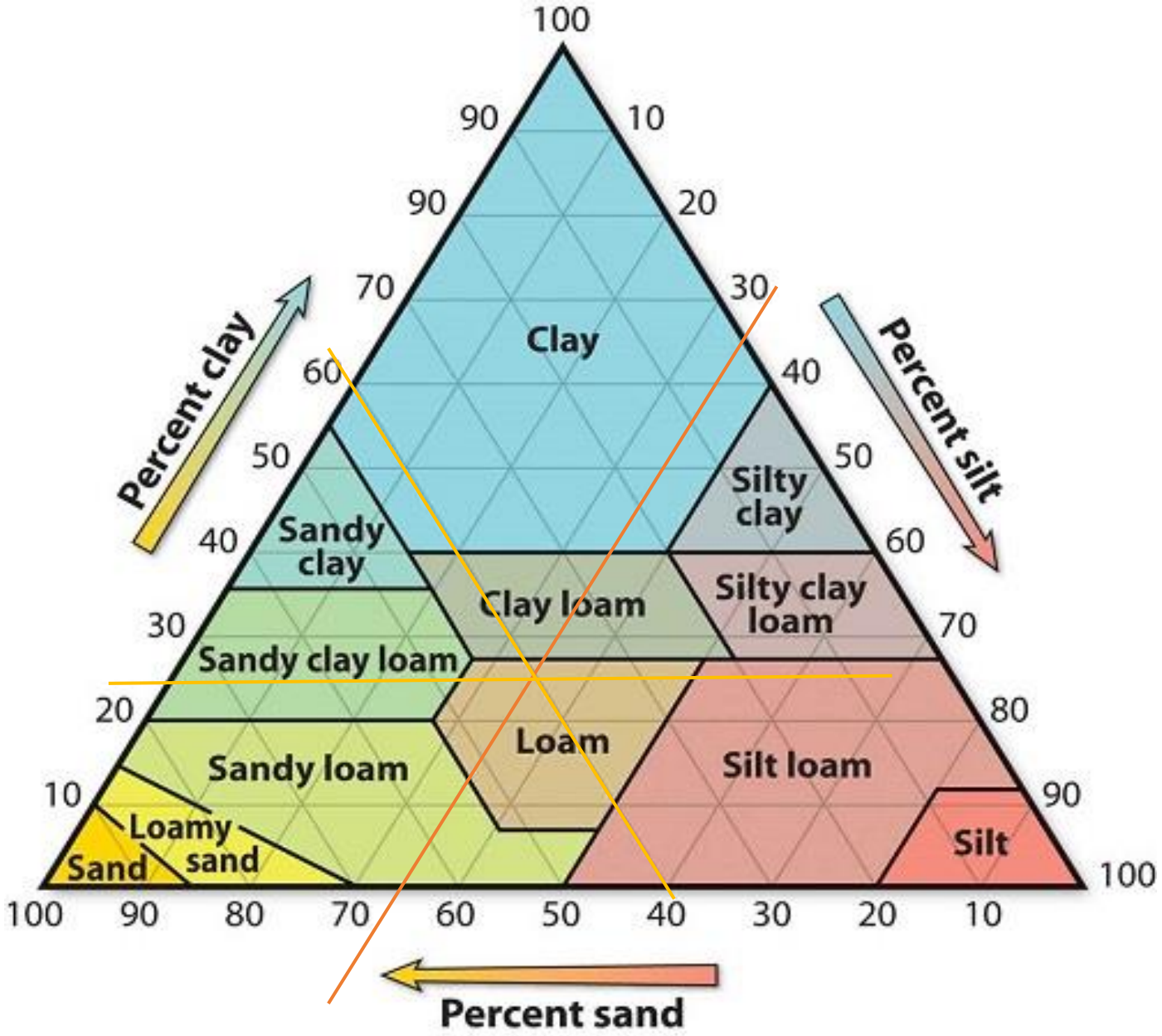
- تكون التربة الطبيعية مؤلفة من أكثر من قسم من الأقسام الأربعة الأساسية, ولذا يتم تصنيف التربة الى انواع فرعية كل منها مؤلف من نسب متفاوتة من تلك الأقسام.
- توجد عدة طرق لتصنيف التربة من بينها استعمال مخطط التربة المثلثي.
- من معرفة نسبة كل من المكونات الاساسية في نموذج التربة واسقاطها على المخطط المثلثي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

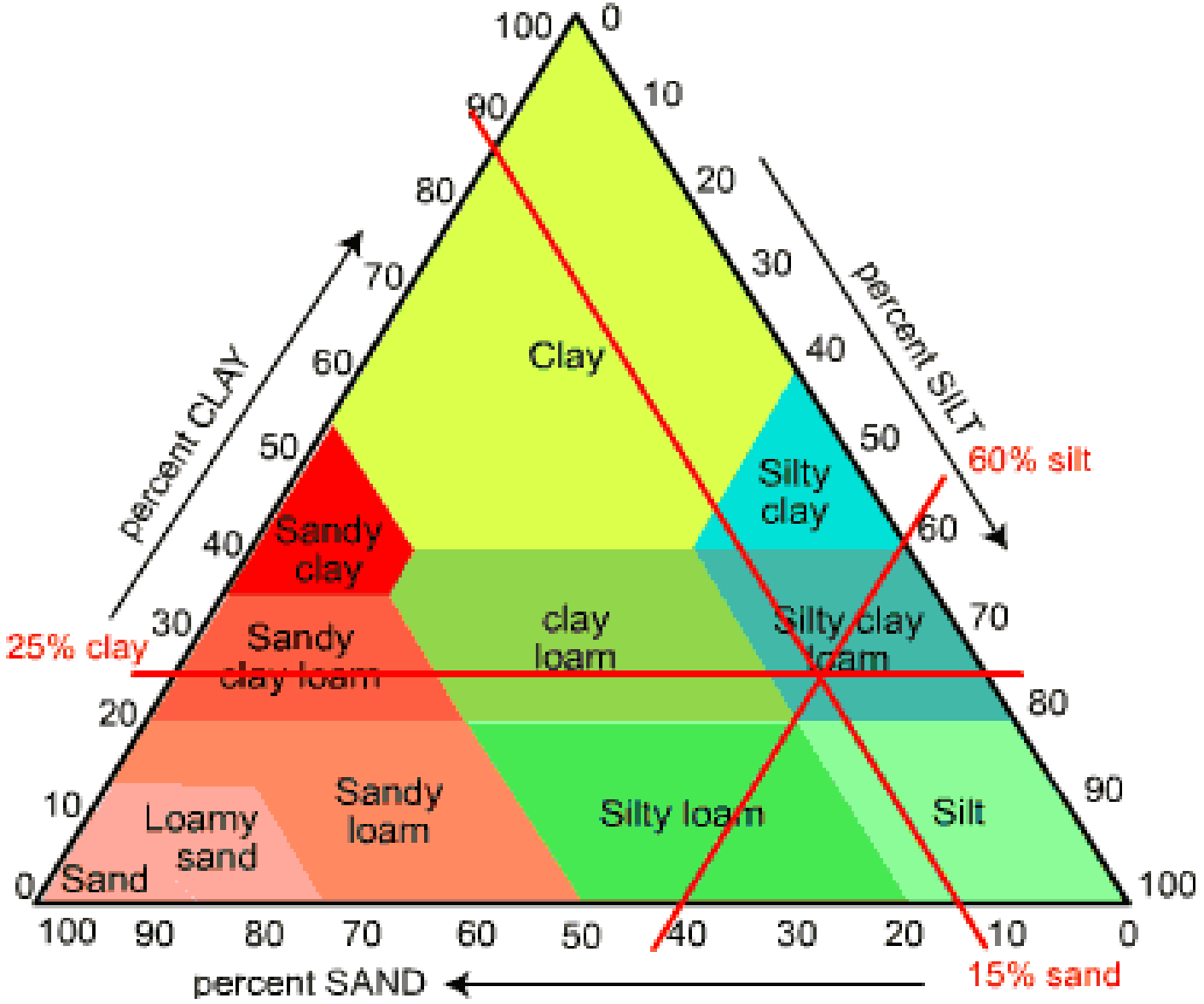
المخطط المثلثي للتربة:

35% silt

40% sand

25% clay




percent CLAY
percent SILT
percent SAND
Clay
Silty clay
Sandy clay
clay loam
Silty clay loam
Sandy clay loam
Sandy loam
Silty loam
Silt
Loamy sand
Sand
25% clay
60% silt
15% sand

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/m²	in KN/m²
	(A) Cohesionless soils		
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) Cohesive soils		
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)	
	(C) Peat		
13.	Peat	–do– (see notes 4 and 5)	
	(D) Made up ground		
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 لأنشاء اسس 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:

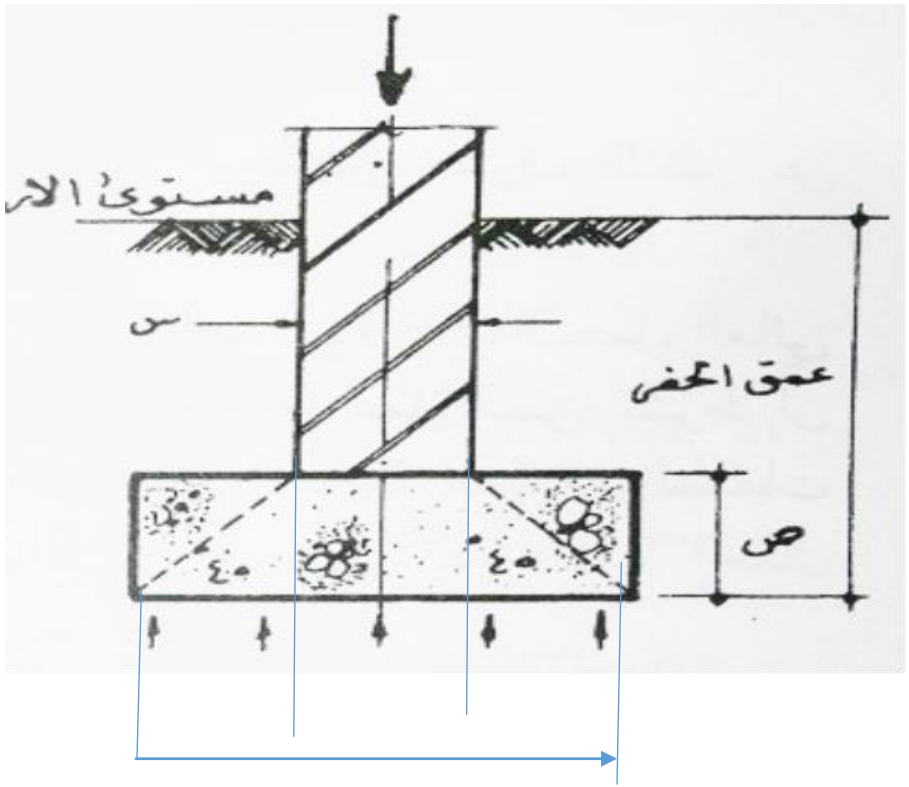
يمكن تقسيم الأسس الى صنفين أساسيين هما:

1. الأسس الضحلة Shallow Foundations: وهي التي تكون قريبة من مستوى سطح التربة.
2. الأسس العميقة Deep Foundation: وهي التي 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 (المشترك) Combined footing
5. ألأساس الناتئ Cantilever footing
6. الأساس المستمر Continuous footing
7. الأساس الحصيري Raft foundation
8. ألأساس الطفو Buoyancy foundation or tanked basement
9. أساس الدعامات Piers
10. أسس الركائز Piles

1. الأساس الجداري Wall footing:

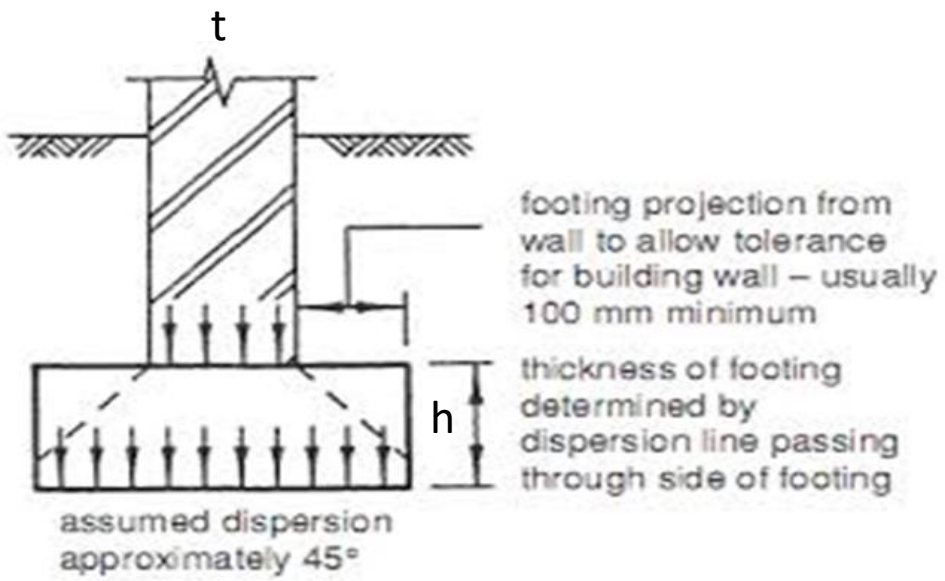


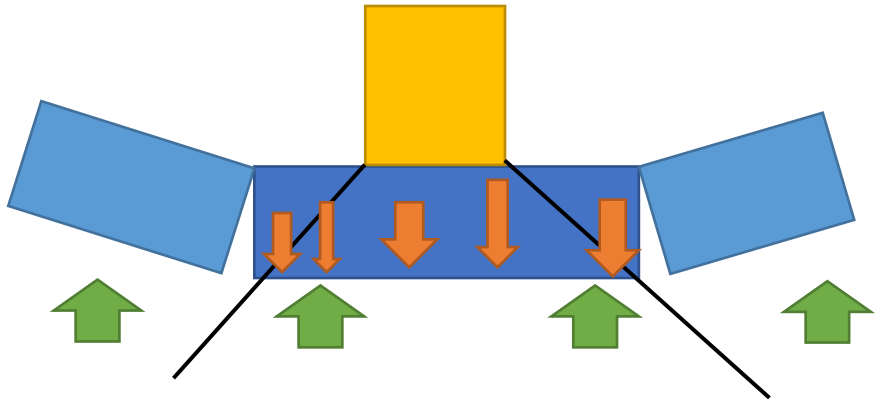
- يستعمل هذا النوع من الاسس مع الجدران الحاملة.
- يتم انشاءه من الخرسانة الاعتيادية او المسلحة او في بعض الاحيان من الطابوق المصخرج ومونة السمنت.
- ينتقل الحمل في الاساس بمسار الاجهاد القصي shear stress path ذو الميل 45 درجة مع الافق.

- يجب أن يكون عرض الاساس الذي سمكة (h) أقل أو مساويا الى (t+2h) , حيث t هي سمك الجدار المستند على الأساس على ان لا تقل قيمة (h) عن:

أ- (20) سم للاساس من الخرسانة غير المسلحة, و

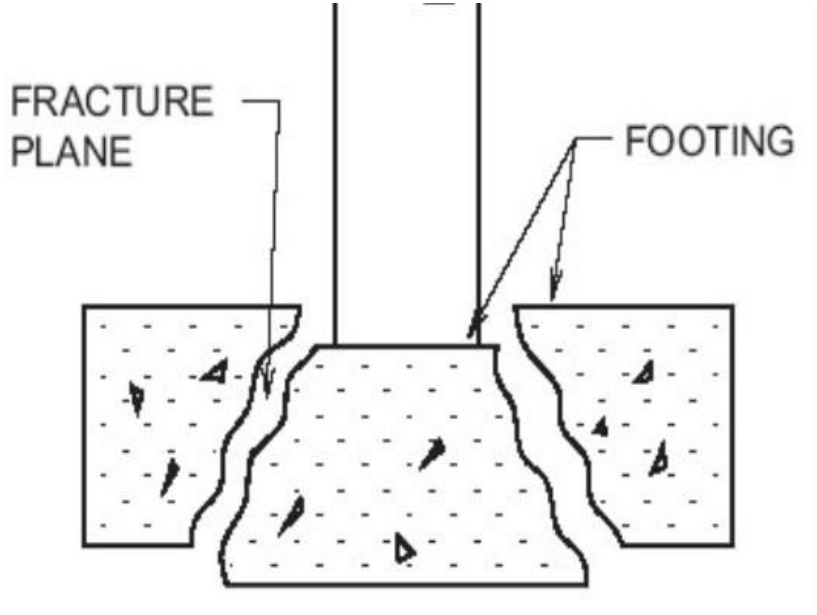
ب- (15) سم للاساس من الخرسانة المسلحة.

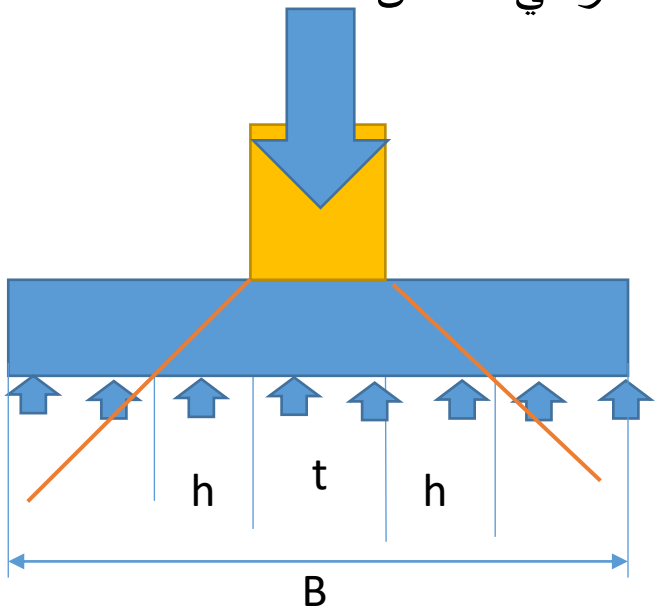




- قد يكون عرض الاساس احيانا بموجب التصميم الهندسي اكثر من (t+2h) وذلك لنقل الاحمال الى التربة بضمن حدود تحملها.
- في هذه الحالة من الممكن حدوث كسر في الأساس

نتيجة عزم الأنحناء.





مثال:

L = 2m جدار طوله 2متر

15 ton total load ينقل حمل مقداره

$q = 5\ ton/m^2$ قابلية تحمل التربة

B ??

$A(required) = F/q = 15/5 = 3\ m^2$

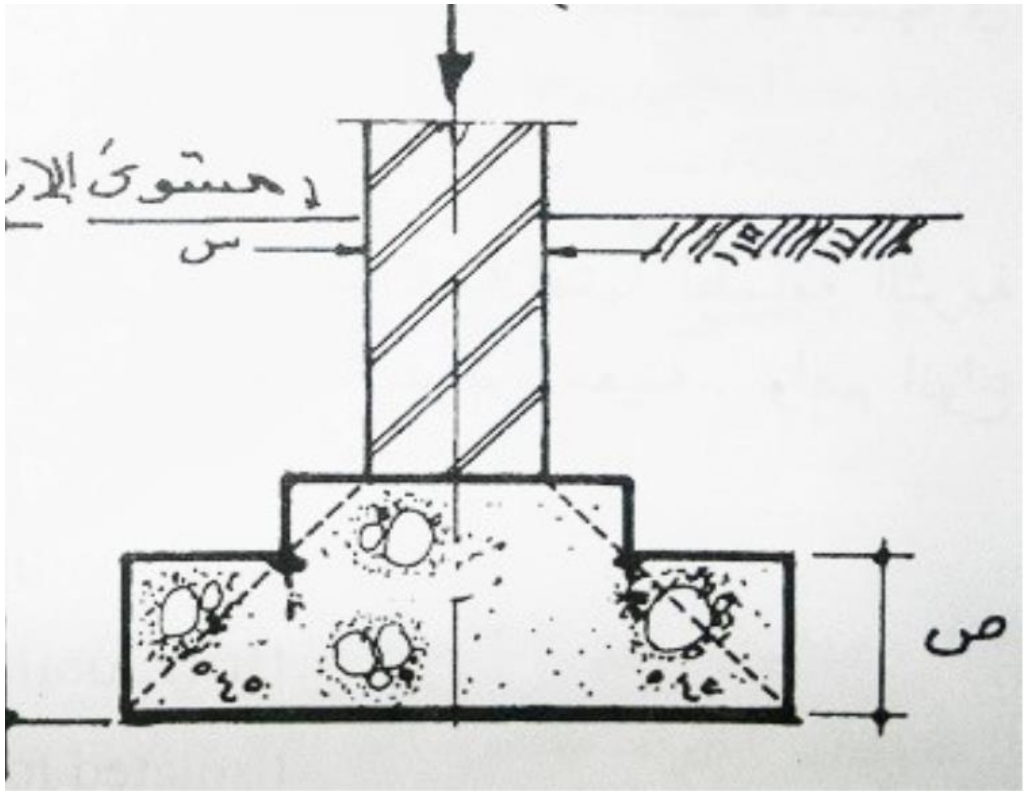
A = L *B

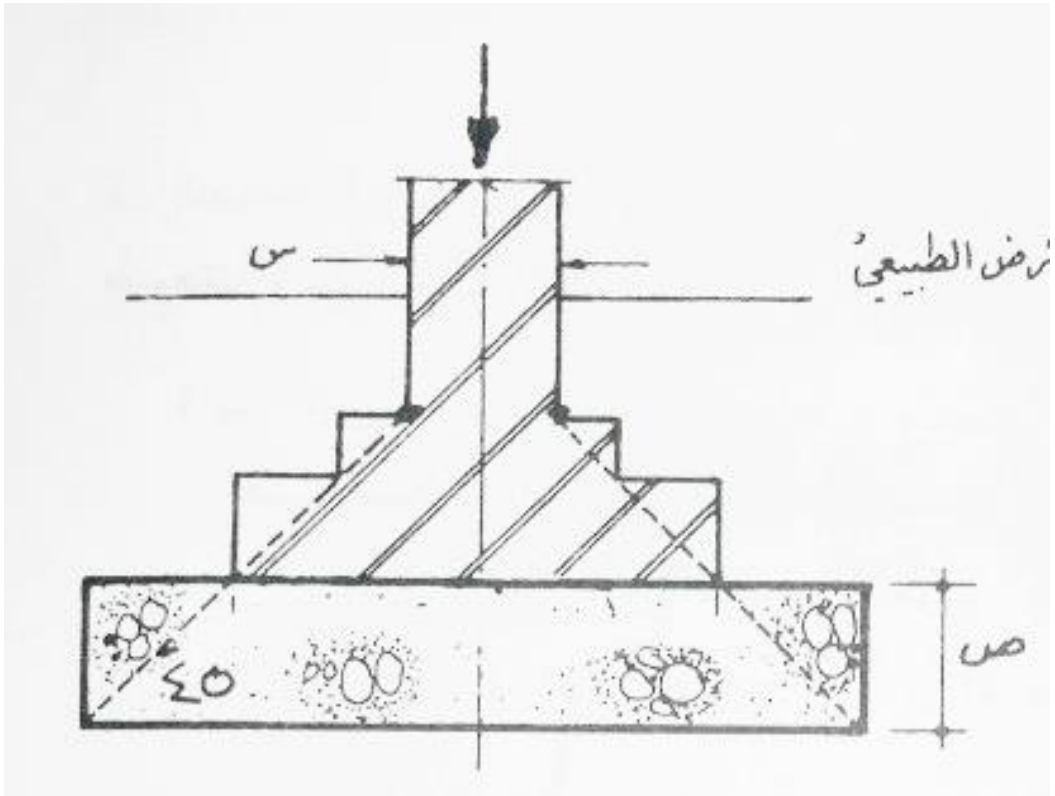
B=A/L= 3/2=1.5m

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

1. عمل تدريج في الجدار الحامل او في الاساس الخرساني بحيث يبقى مساري الأجهاد القصي المرسومين من طرفي التدريج ضمن عرض الأساس المطلوب.

Required thickness, t = Required footing width-2h = B - th

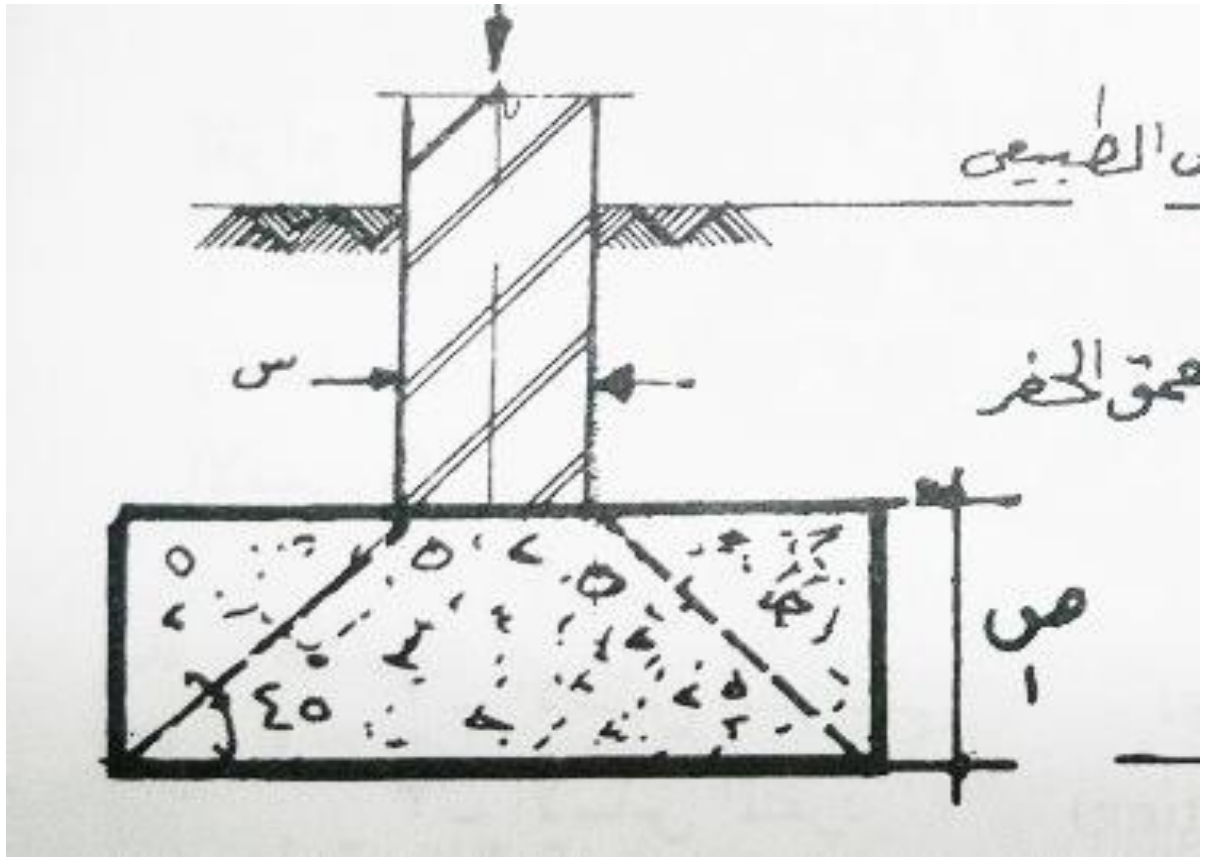




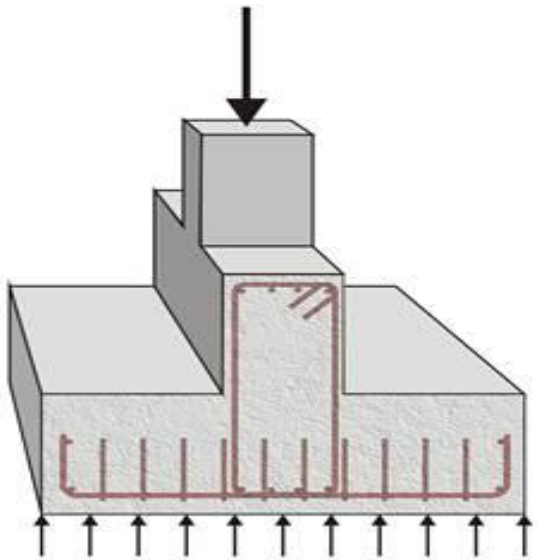
2. زيادة سمك الاساس ليكون مساويا الى (h) والذي يتحدد بألتقاء مسار الاجهاد القصي من حافة الجدار الحامل وعرض الاساس . حيث يمكن حساب ص من المعادلة:

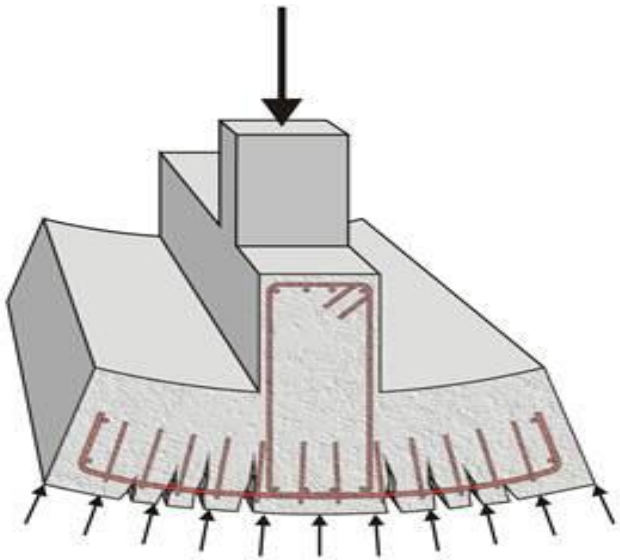
عرض الأساس(B) = 2h + t

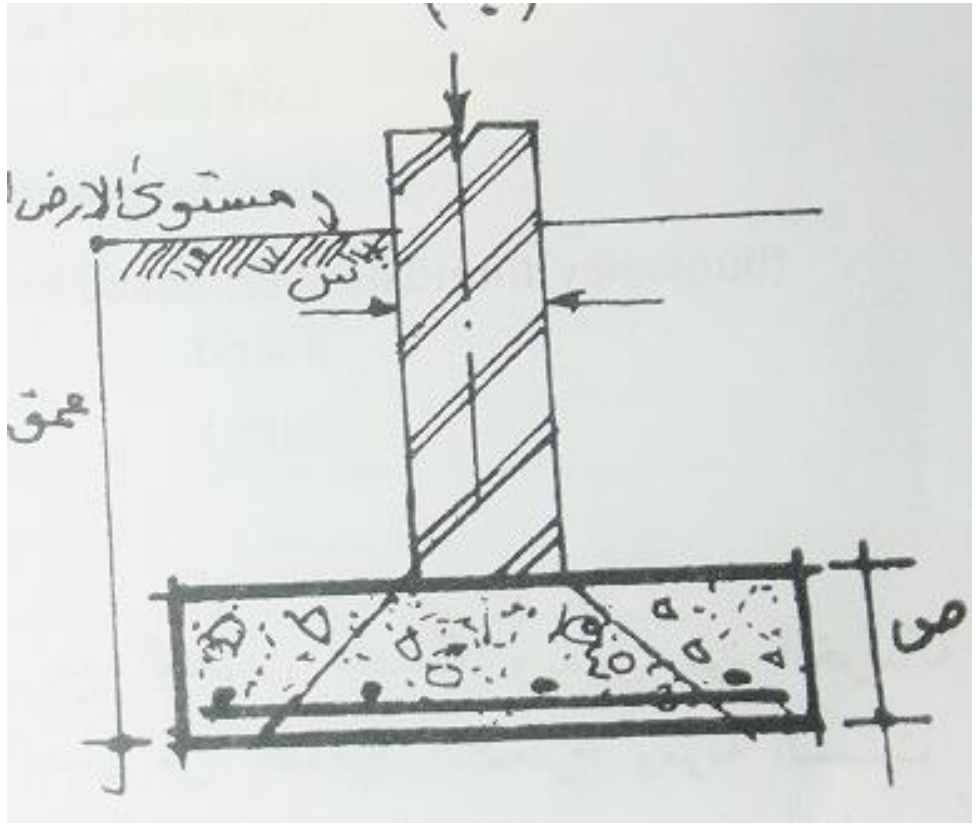
h = (B – t)/2



3. استعمال تسليح انشائي بدون تغيير سمك الاساس.



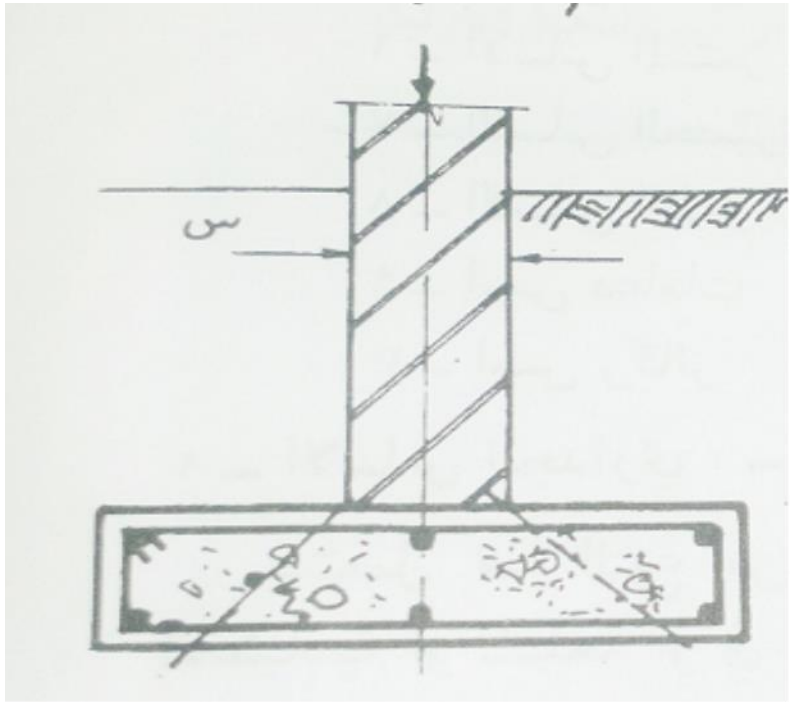




ملاحظة (1):

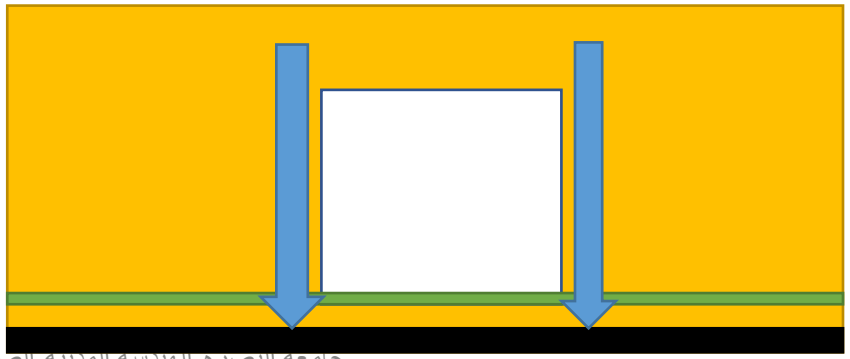
يجب عمل الأساس الجداري من الخرسانة المسلحة, ويكون التسليح بالأتجاهين, بطبقة واحدة في الجانب الأسفل أو بطبقتين حسب ما يتطلبه التحليل الأنشائي, وذلك في الحالات التالية:

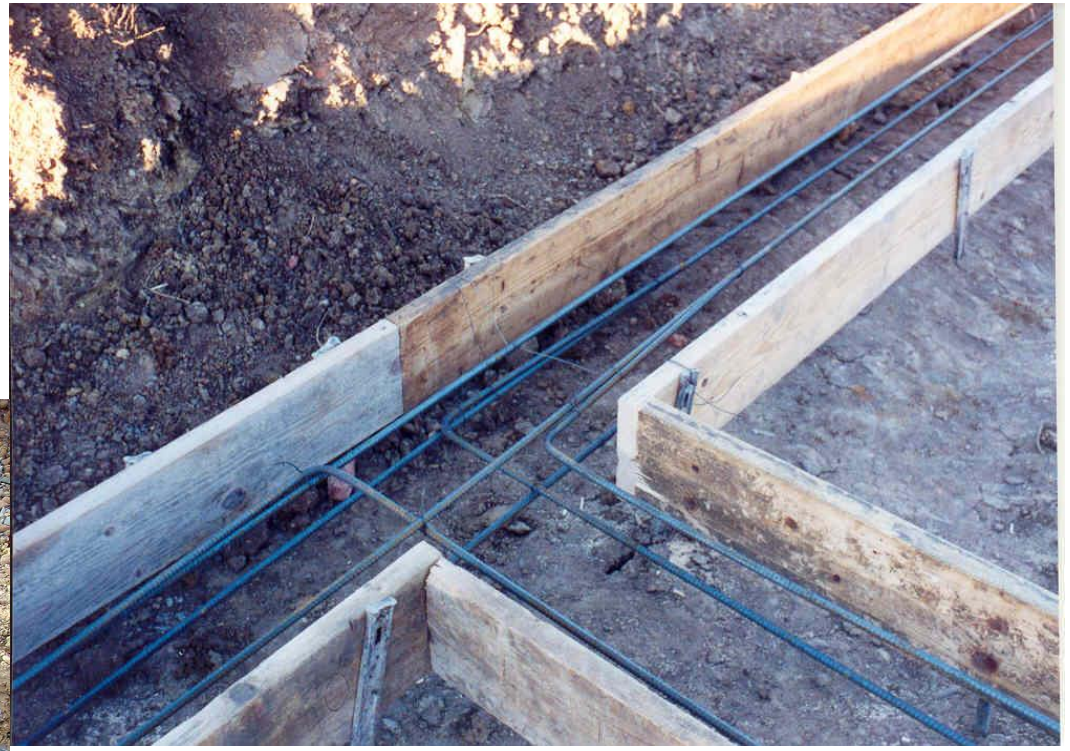
1) عندما يتوقع حدوث هبوط غير منتظم في التربة تحت الأساس.



2) عند وجود عزوم انحناء في مواقع الأحمال المركزة

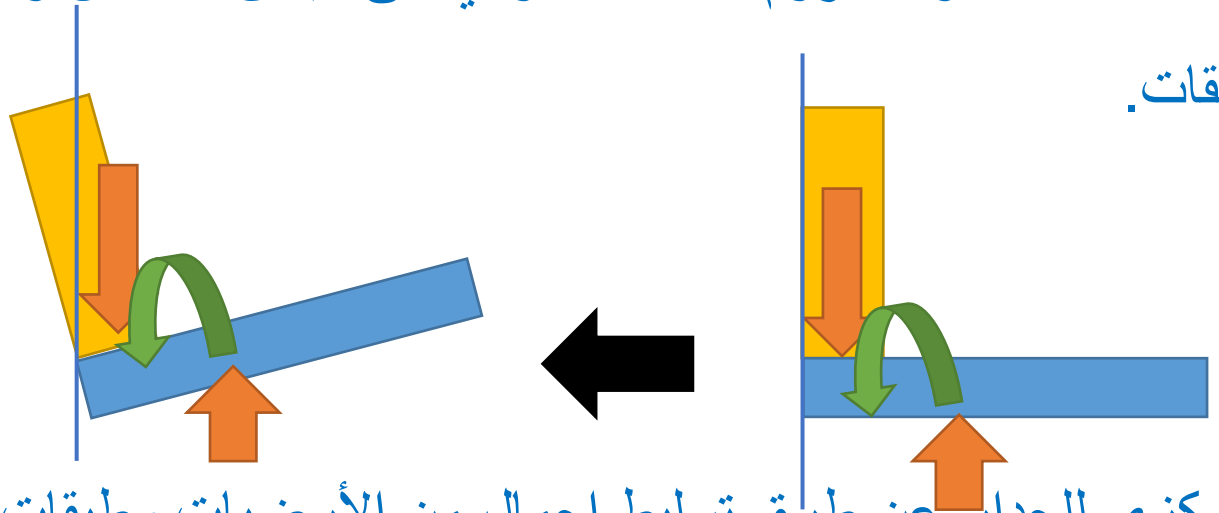
عند فتحات الشبابيك والأبواب الكبيرة.





ملاحظة (2):

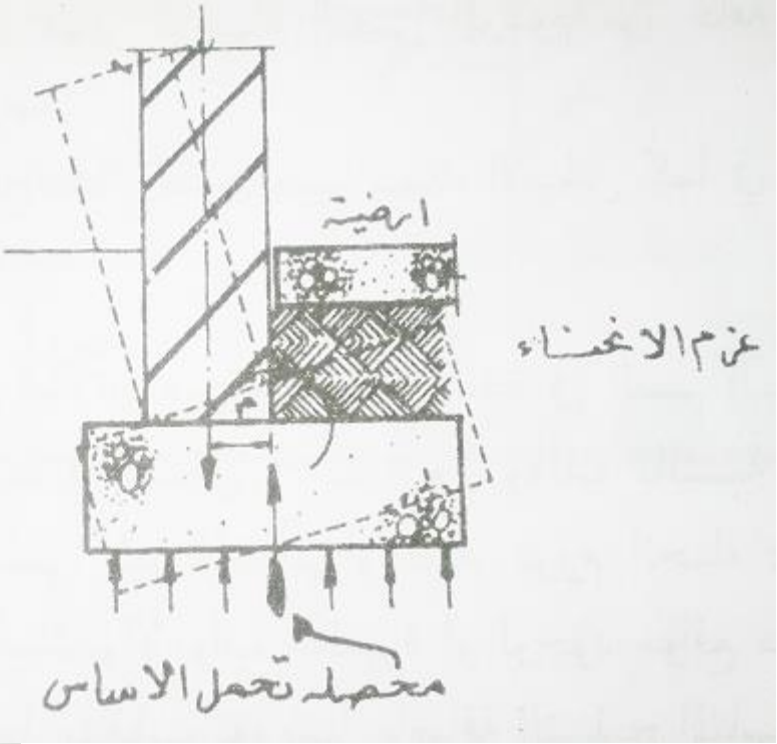
- عندما يكون الأساس هو لجدار ملاصق لحدود بناية مجاورة, فأن محصلة حمل الجدار سوف لن تكون متمركزة بمنتصف عرض الأساس. في هذه الحالة ستتولد عزوم انحناء قد تؤدي الى ميلان الأساس وحدوث الفشل أو ارتفاع الأرضيات وظهور التشققات.

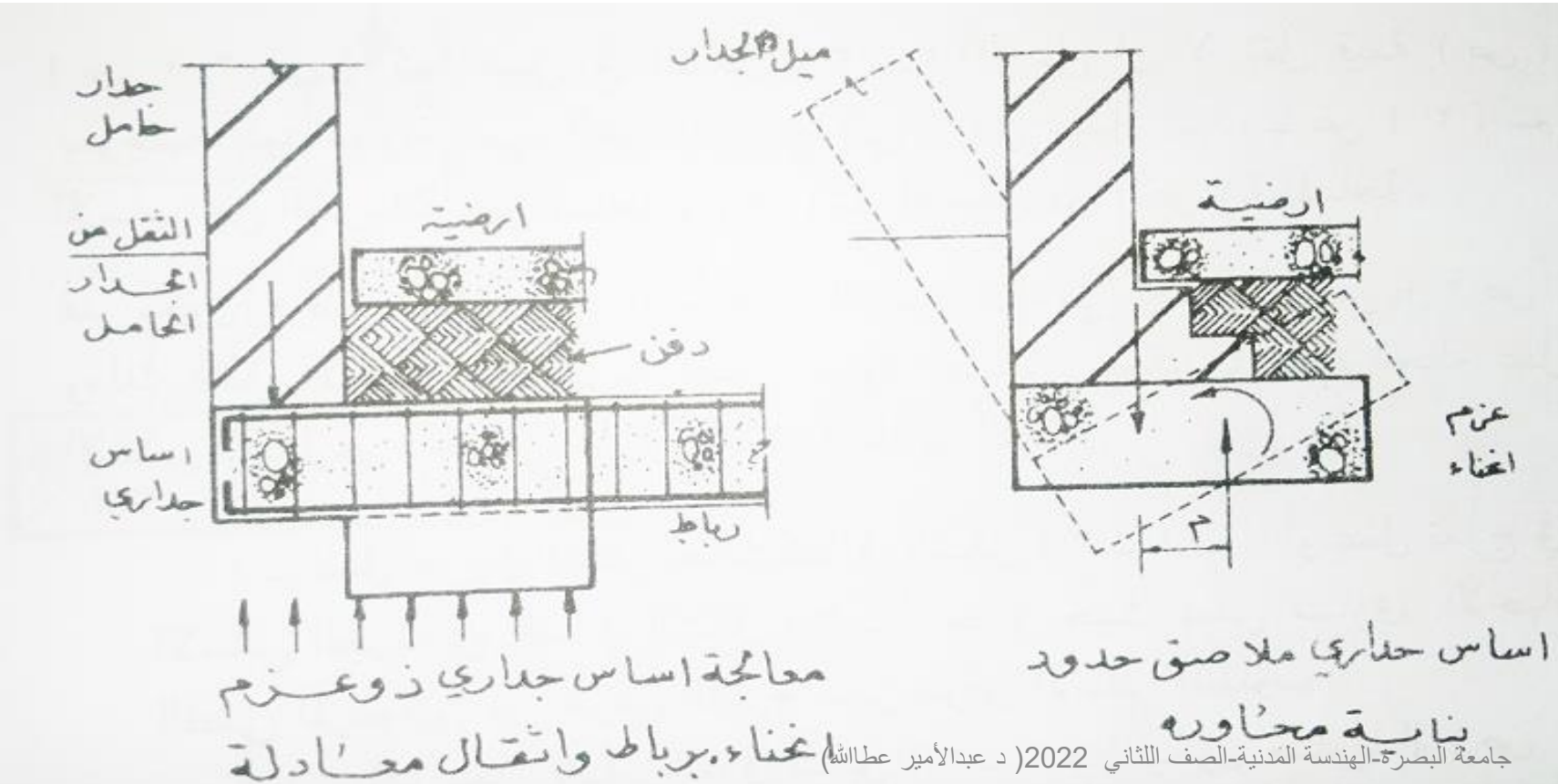


- يتم معالجة ذلك بواسطة:

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

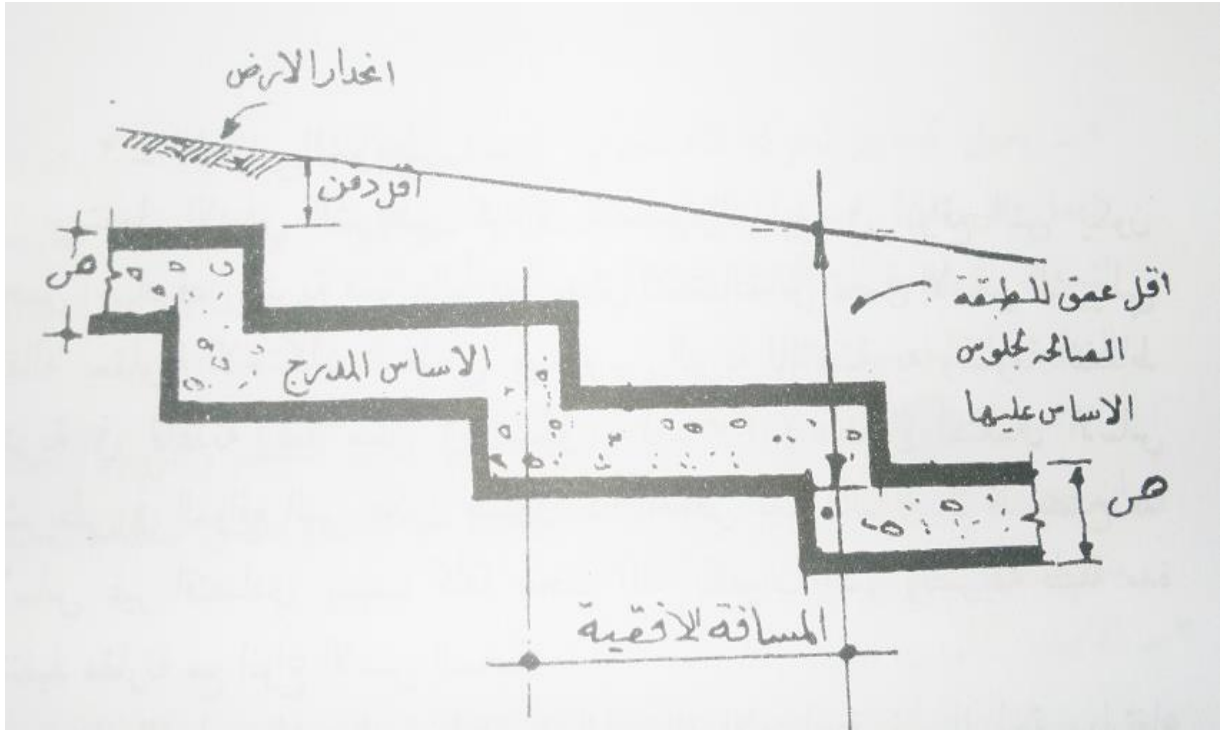
2) استعمال رباطات من الخرسانة أو الفولاذ لنقل تاثير العزوم الى الجدران المجاورة.


ارضية
عزم الانحناء
محصلة تحمل الاساس


ميل الجدار
جدار حامل
الثقل من الجدار الحامل
ارضية
دفن
اساس جداري
رباط
عزم انحناء
اساس جداري ملاصق حدود بناية مجاوره
معالجة اساس جداري ذو عزم انحناء برباط وثقال معادلة

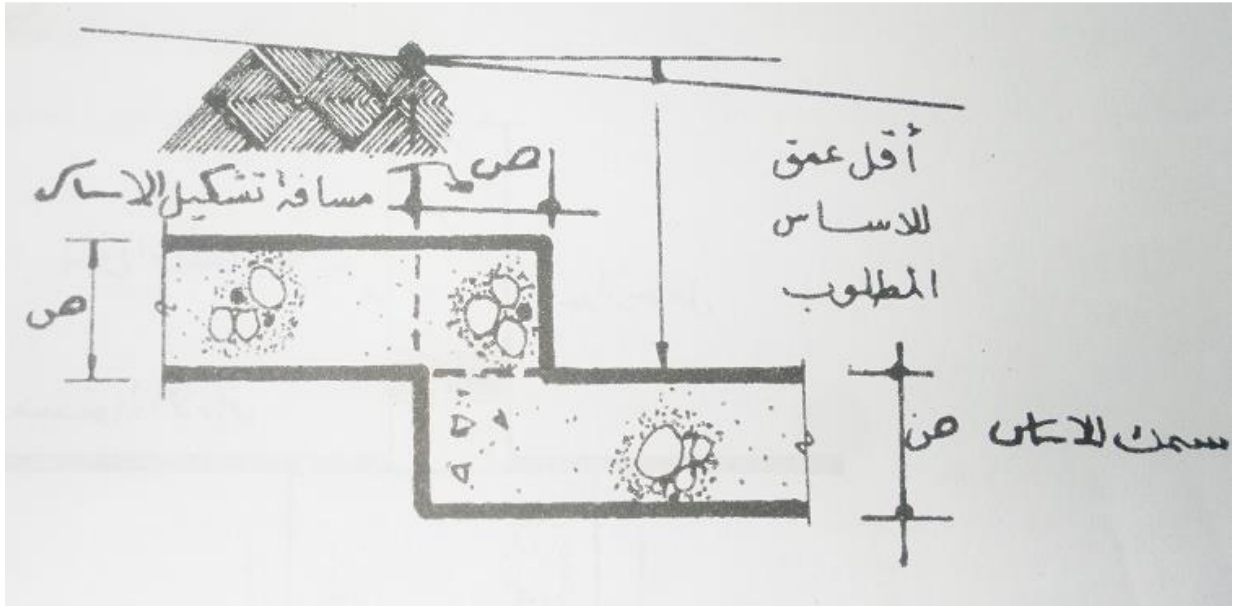
ألأساس الجداري المدرج Stepped Foundation:

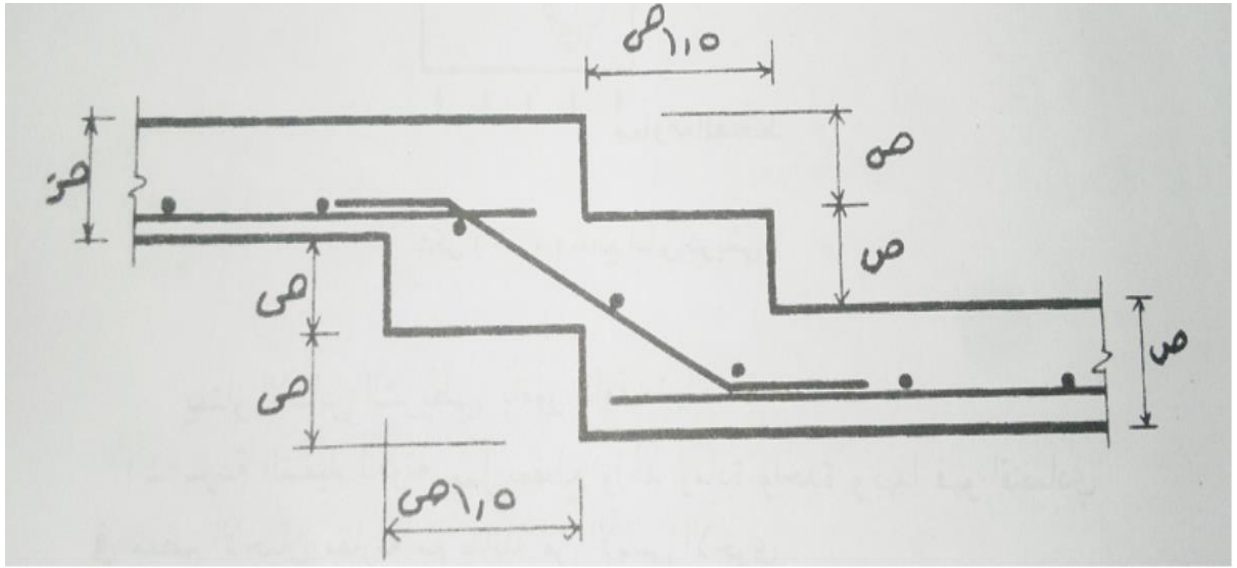
- يستعمل الأساس الجداري المدرج عندما يكون الموقع ذو انحدار مما يجعل كميات الحفر والدفن فوق الاساس كبيرة اذا اريد جعلها بمنسوب واحد.



ملاحظات:

1. يتم تحديد المسافة ألأفقية بين تدرج وآخر من معرفة انحدار الموقع وعمق طبقات التربة القوية.
2. يفضل ان يكون تغير منسوب ألأساس 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.





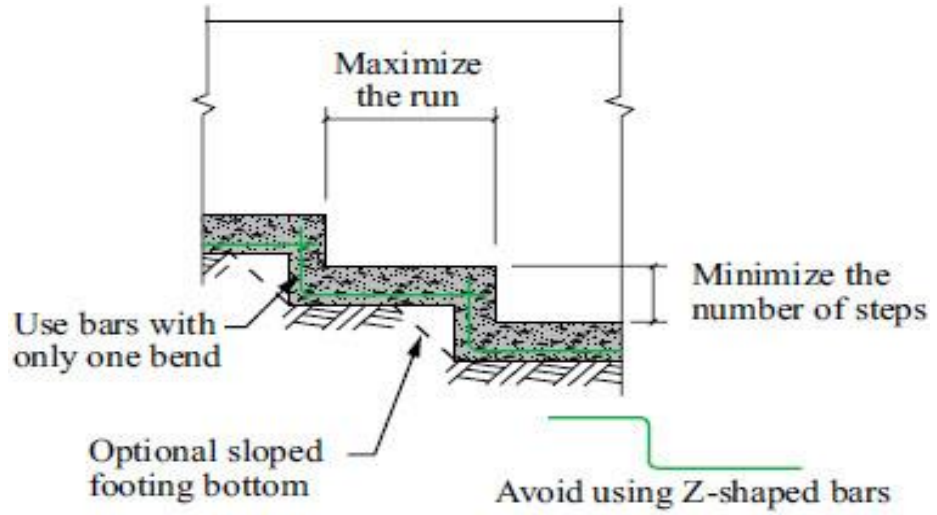


Fig. 3: Preferred details for stepped footings

مثال: ارسم مقطعا عرضيا يبين التصميم الهندسي لأساس جداري غير مسلح. علما ان الحمل الكلي المنقول للتربة هو 100 kN/m وقابلية تحمل التربة 125 kN/m^2. سمك الجدار 25 cm وسمك الأساس هو35 cm.

الحل: Consider 1 meter of wall length

Load on 1 meter=100 kN, length of footing=length of wall=1m

Required area of footing, $A = \frac{Load}{Allowable\ bearing\ capacity} = \frac{100}{125} = 0.80\ m^2$

$B = \frac{A}{L} = \frac{0.8}{1.0} = 0.80$ m عرض الأساس المطلوب

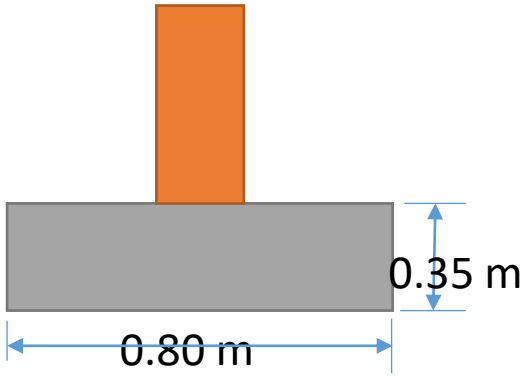
التأكد من أن العرض المطلوب للأساس لايتجاوز القيمة المحسوبة من المعادلة: $B_{max} = t + 2h$

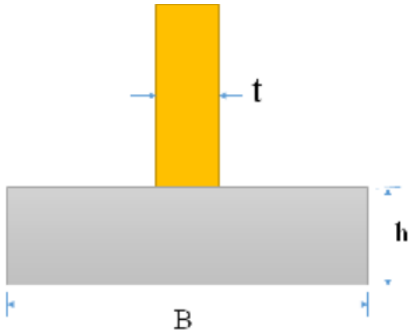
حيث: B_{max}: أكبر قيمة لعرض الأساس غير المسلح, t : سمك الجدار , h : سمك الأساس

$B_{max} = 25 + 2 \times 35 = 95$ cm = 0.95 m (> 0.80 m) o.k.

هذا يعني أن عرض الأساس المطلوب هو أقل من الحد الأعلى المحدد في المعادلة.

لذا يمكن تنفيذ الأساس بدون إجراء أي تعديل.





مثال: ارسم مقطعا عرضيا يبين التصميم الهندسي لأساس جداري غير مسلح. علما ان الحمل الكلي المنقول للتربة هو 150 kN/m وقابلية تحمل التربة $120\ kN/m^2$. سمك الجدار 25 cm وسمك الأساس هو35 cm.

الحل:

$$\text{Width of foundation, B} = \frac{load\ per\ unit\ length}{allowable\ bearing\ capacity}$$

$$B = \frac{150 kN/m}{120\ kN/m^2} = 1.25\ m$$ عرض الأساس المطلوب

التأكد من أن العرض المطلوب للأساس لايتجاوز القيمة المحسوبة من المعادلة: $B_{max} = t + 2\ h$

حيث: B_{max}: أكبر قيمة لعرض الأساس غير المسلح, t : سمك الجدار , h : سمك الأساس

$B_{max} = 25 + 2 \times 35 = 95\ cm = 0.95\ m \quad (< 1.25\ m) \quad$ not o.k.

- العرض المطلوب للأساس أكبر من الحد الأعلى المسموح به والمحسوب من المعادلة : $B_{max} = t + 2\ h$
- لذا يجب القيام بأحد الأجراءات التالية:

1. تسليح الأساس (لكن المطلوب بالسؤال هو أساس غير مسلح)
2. زيادة سمك الأساس
3. عمل تدريج في الأساس
4. عمل تدريج في الجدار

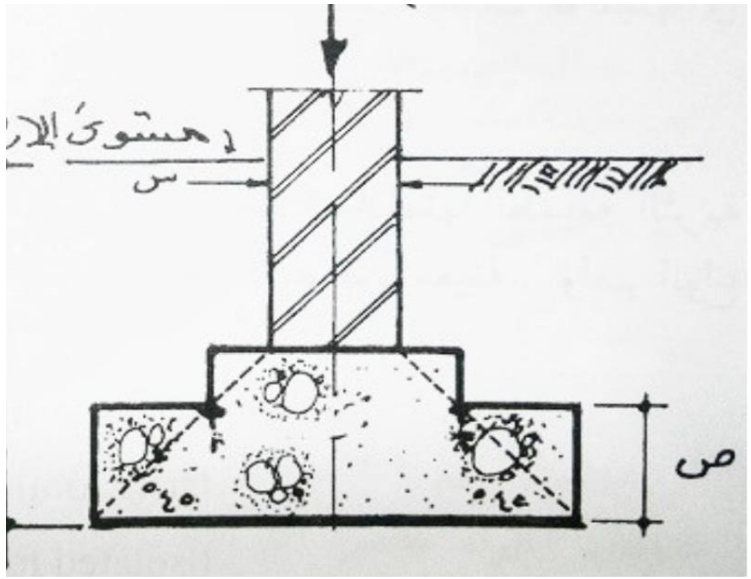
- في حالة زيادة سمك الأساس:
- السمك المطلوب يحسب بإستخدام المعادلة $B = t + 2h$, لذا

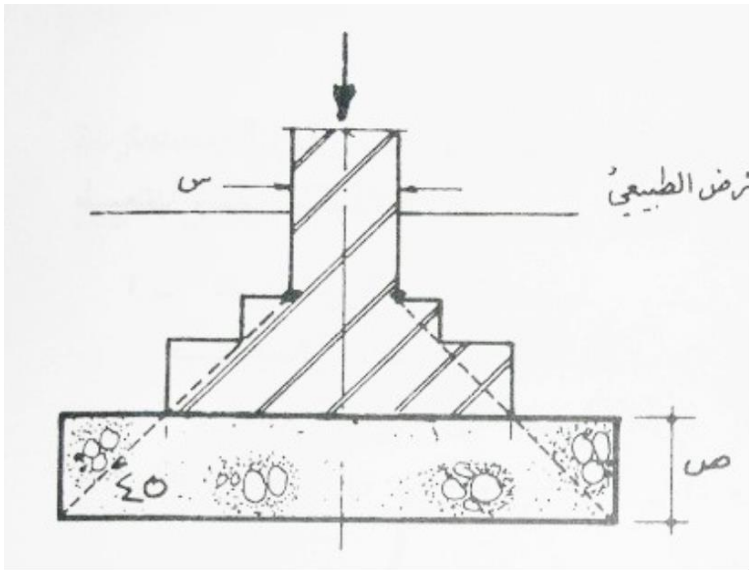
$h = (B – t)/2$

$h = (1.25 – 0.25)/2 = 0.5$ m مما يعني زيادة سمك الأساس ليصبح 50 سم

- في حالة عمل تدريج في الأساس أو في الجدار:

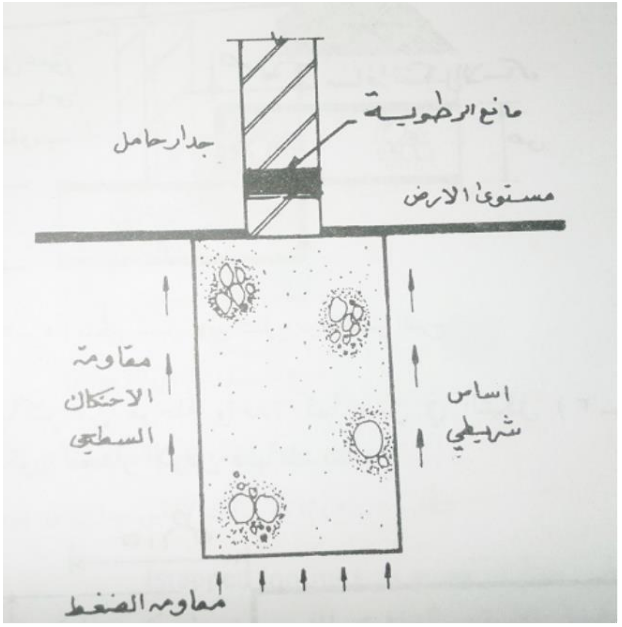
Required $t = B – 2h = 1.25 – 2*0.35 = 0.55$ m





2. الأساس الشريطي Strip Footing :

- ويستعمل كبديل عن الاساس الجداري في المواقع التي يكون تحمل اجهاد قص التربة فيها عاليا ويتم إنشاءه 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:

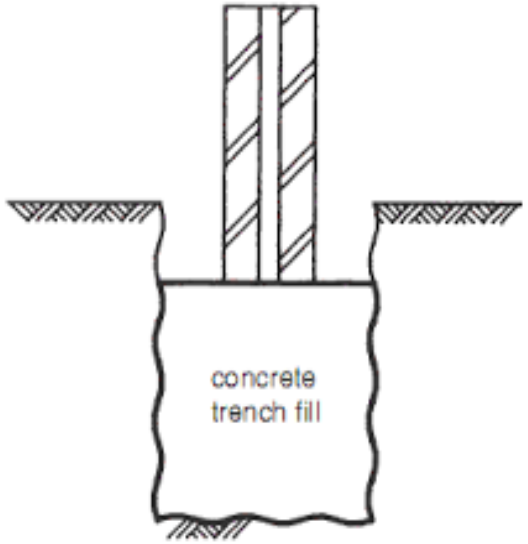
1) مقاومة الاحتكاك السطحي بينه وبين التربه الملاصقة لجوانبه.
2) مقاومة انضغاط التربه في قاعدته.

يمتاز الاساس الشريطي بأمور هي:

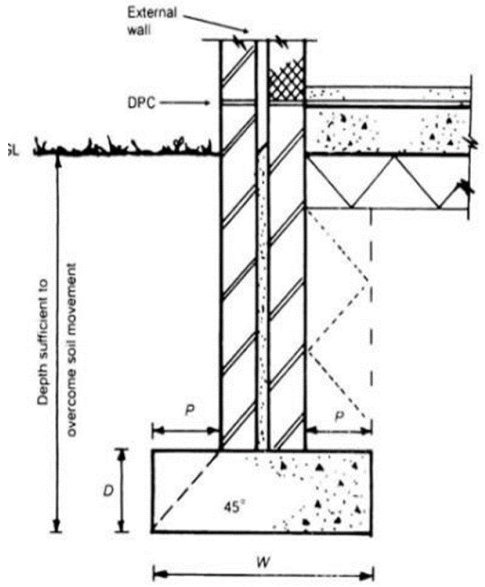
1) سرعة التنفيذ لكونة يعمل بمقطع واحد وبمادة واحدة.

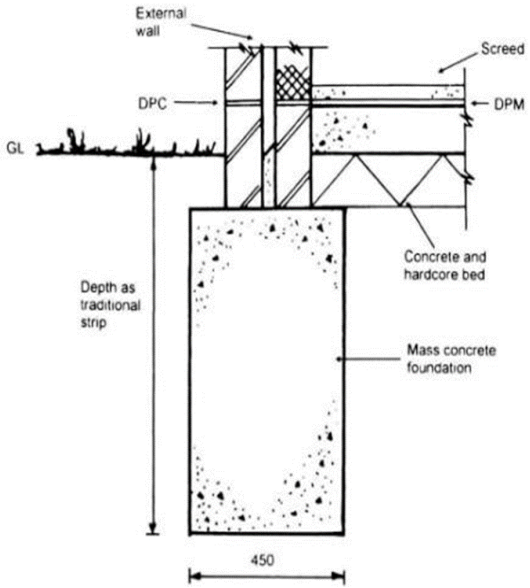
2) يعمل كحاجز لحركة المياه الجوفية بين طرفي الاساس.

3) يعمل على تقليل تسريب الرطوبة الى اقسام البناء العليا إذا اضيفت له مادة مانع الرطوبة.



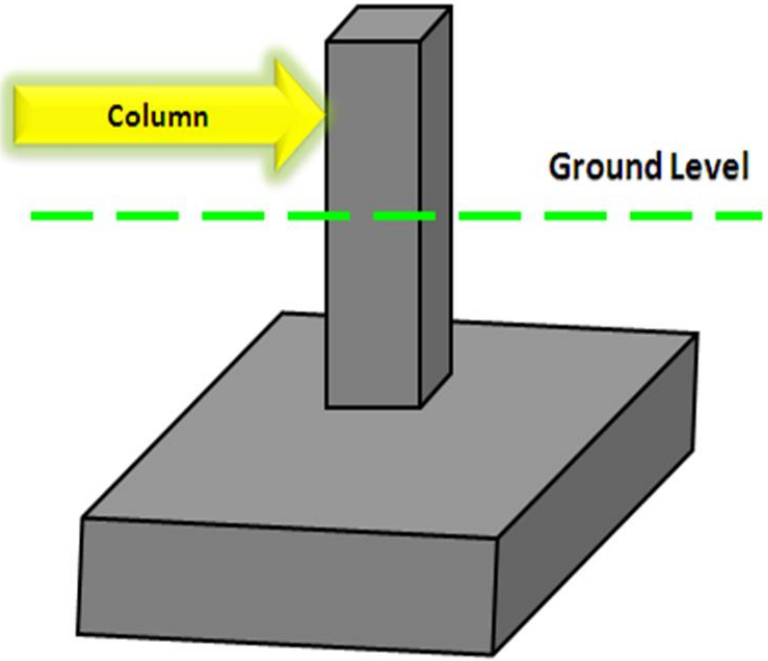
4) يعمل كعتب عميق ذو مقاومة للنزول النسبي غير المنتظم ولعزوم الانحناء في مواقع الفتحات الكبيرة, ومن الممكن زيادة هذه المقاومة عن طريق إضافة حديد التسليح بنسبة قليلة.



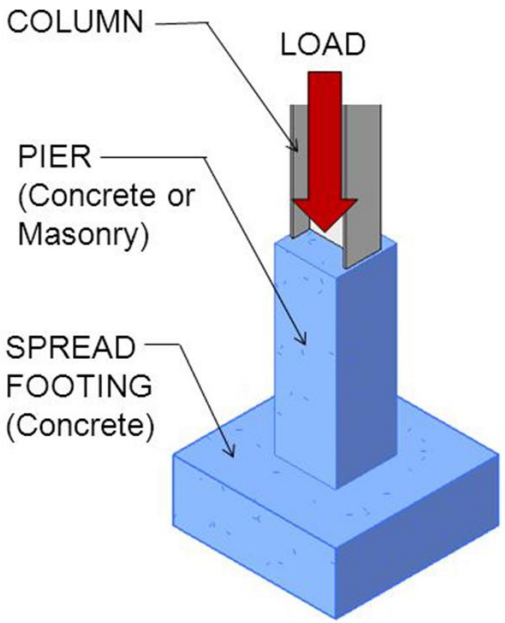


5) يقلل من إحتمالية أنقلاب الجدران الملاصقة لحدود بناية أخرى بسبب كون عرض الأساس قليل وبالتالي يقل عزم الدوران.

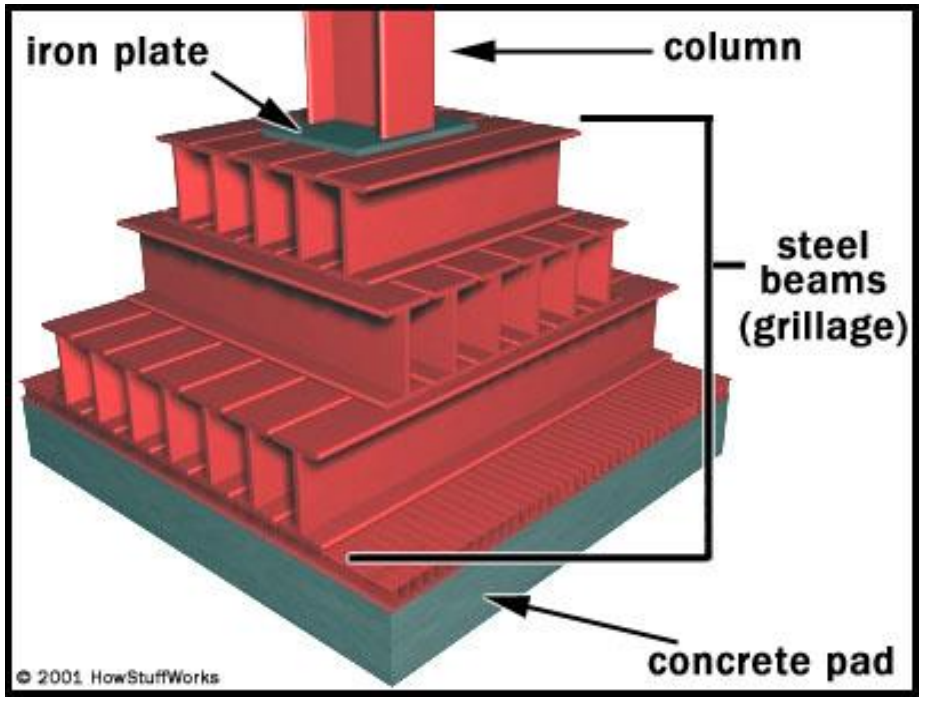
3. الاساس المنفرد Isolated footing:



- يستعمل هذا الاساس 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 التأكسد والتأكل بعمل غلاف خرساني او الطلاء بأصباغ دهنية او مواد قيرية.



- مثال: جد ابعاد اساس مربع يحمل عمود, الحمل الكلي المنقول من العمود هو 200 kN و قابلية تحمل التربة هي $60\ kN/m^2$.

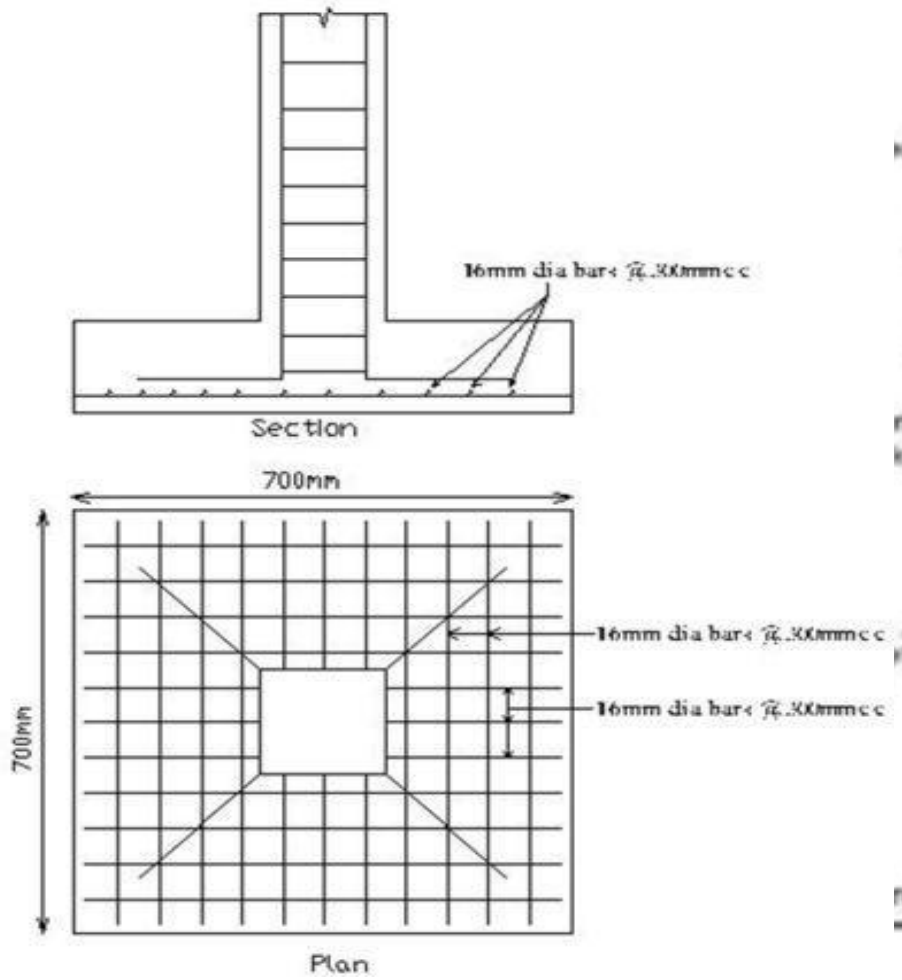
Solution:

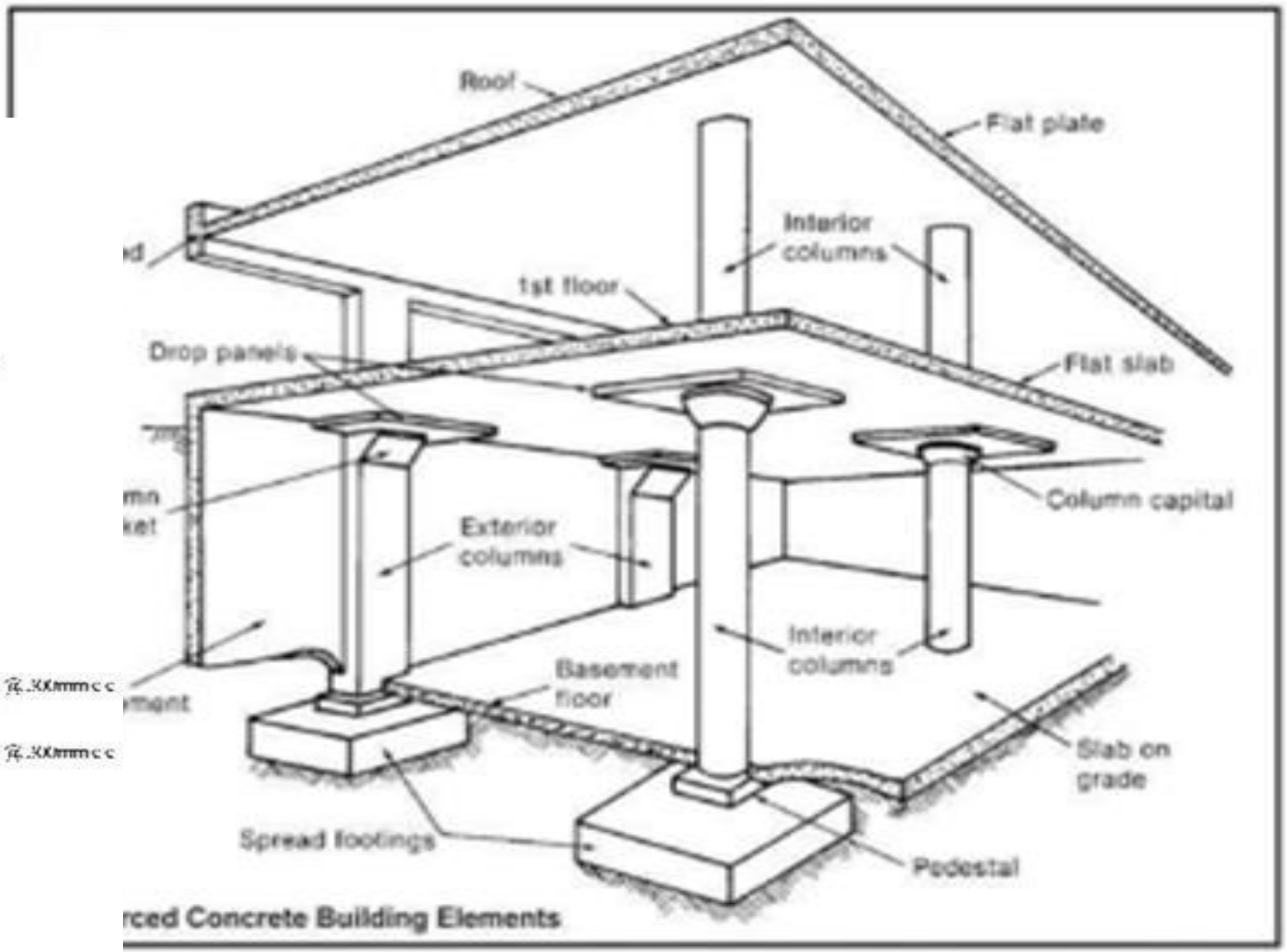
A = Load / Bearing Capacity

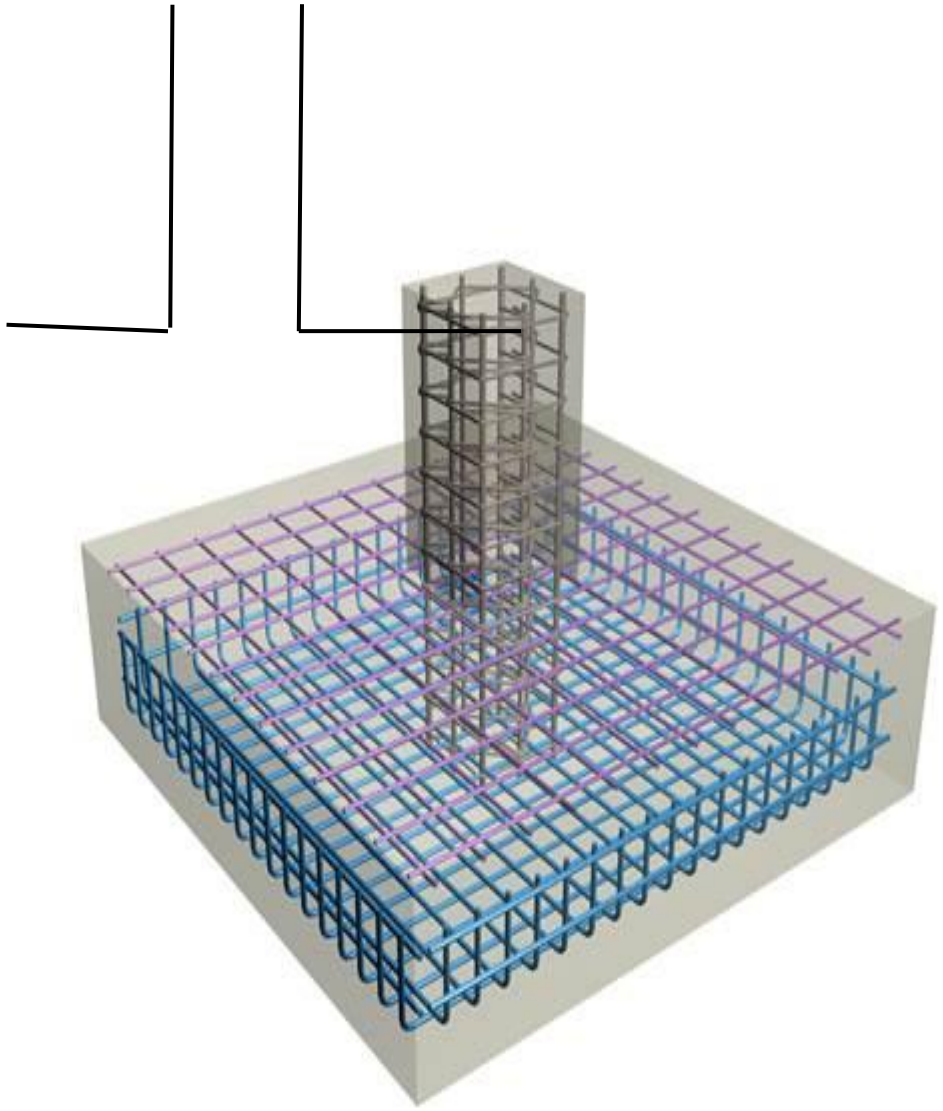
A = 200/60 = 3.333 m^2

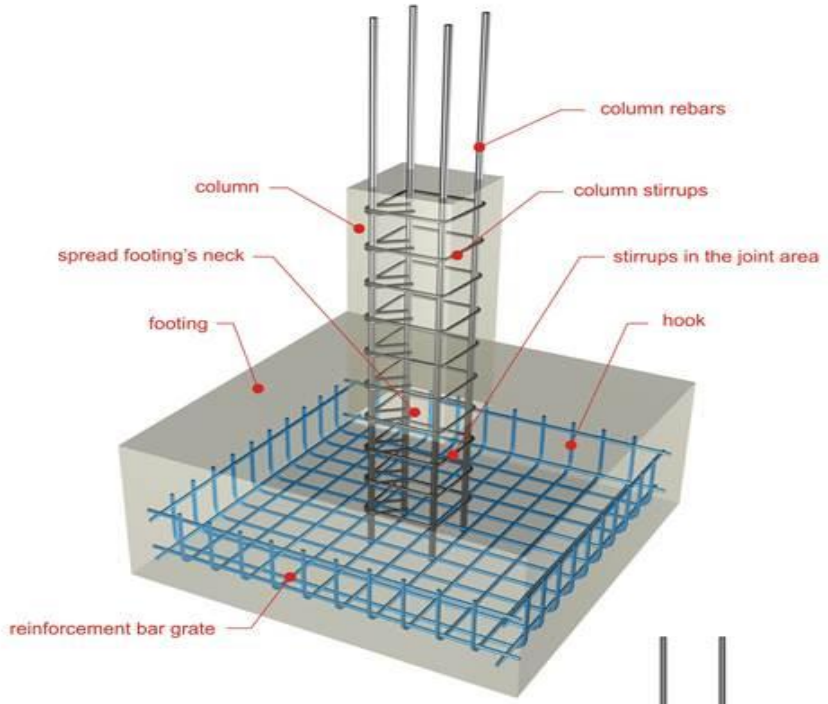
B = $\sqrt{3.333} = 1.826\ m$,

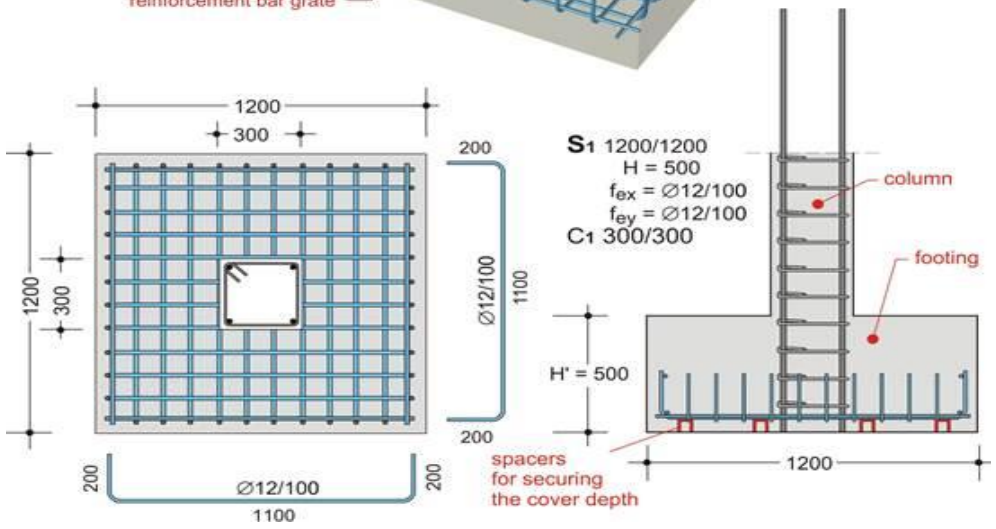
$use\ B = 1.85\ m$


16mm dia bars @ 300mm c c
Section
700mm
700mm
16mm dia bars @ 300mm c c
16mm dia bars @ 300mm c c
Plan


Roof
Flat plate
Interior columns
1st floor
Drop panels
Flat slab
Column capital
Exterior columns
Interior columns
Basement floor
Slab on grade
Spread footings
Pedestal
rced Concrete Building Elements



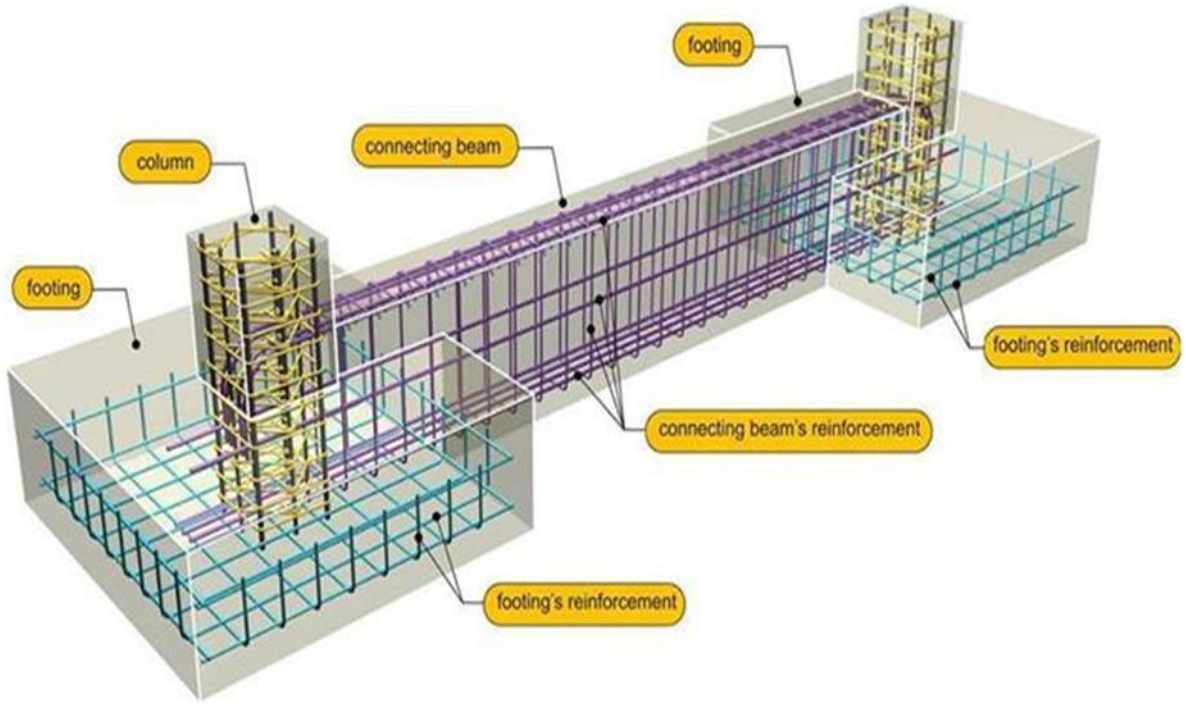

column rebars
column
column stirrups
spread footing's neck
stirrups in the joint area
footing
hook
reinforcement bar grate

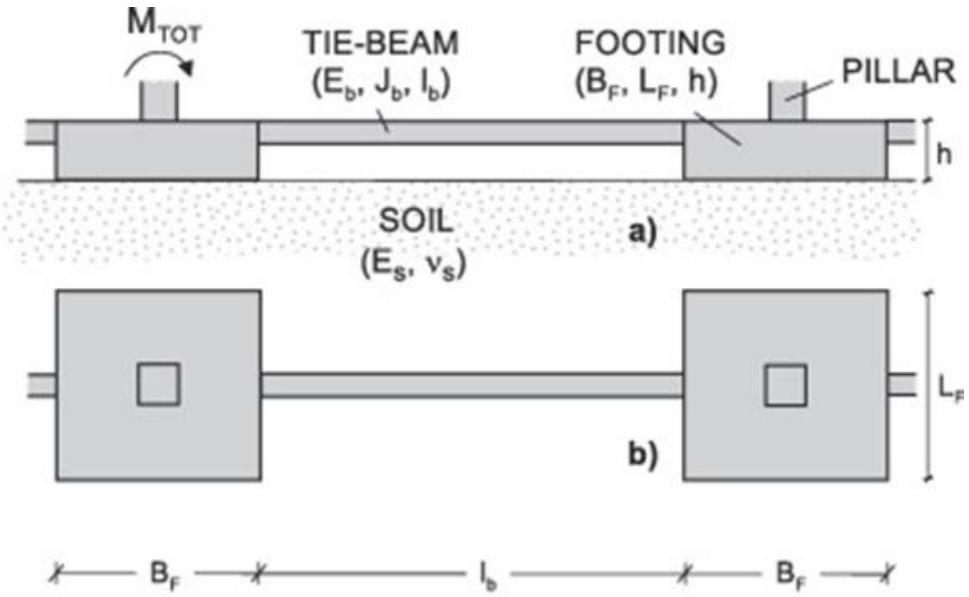

1200
300
200
1200
300
Ø12/100
1100
200
200
Ø12/100
1100
S1 1200/1200
H = 500
fex = Ø12/100
fey = Ø12/100
C1 300/300
column
footing
H' = 500
spacers
for securing
the cover depth
1200

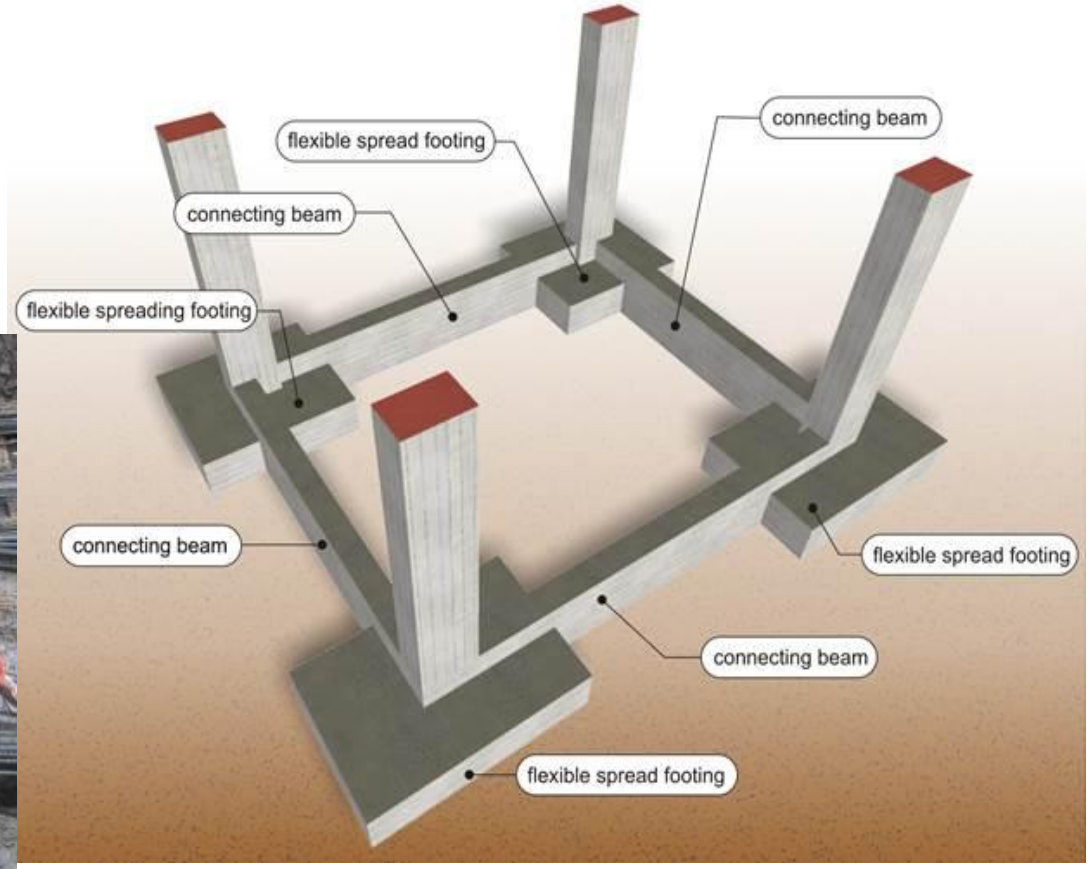
Isolated Footing

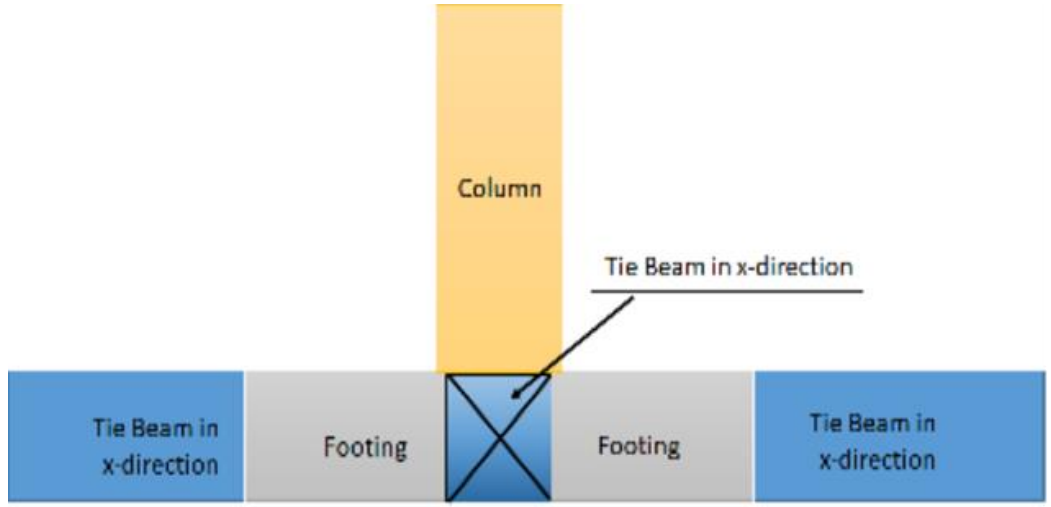
❖ تضاف الى ألأسس المنفردة في المواقع التي يتوقع فيها حدوث نزول نسبي تفاضلي رباطات خرسانية تربط الأسس مع بعضها (Tie Beams) بأتجاه واحد أو بأتجاهين.

❖ يكون موقع الرباط من الأساس المنفرد بنفس مستواه أو في قسمه العلوي.

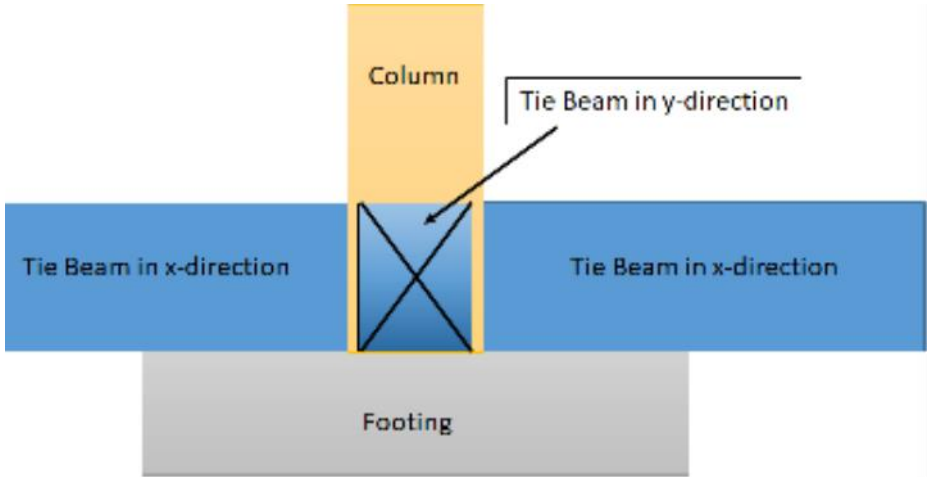




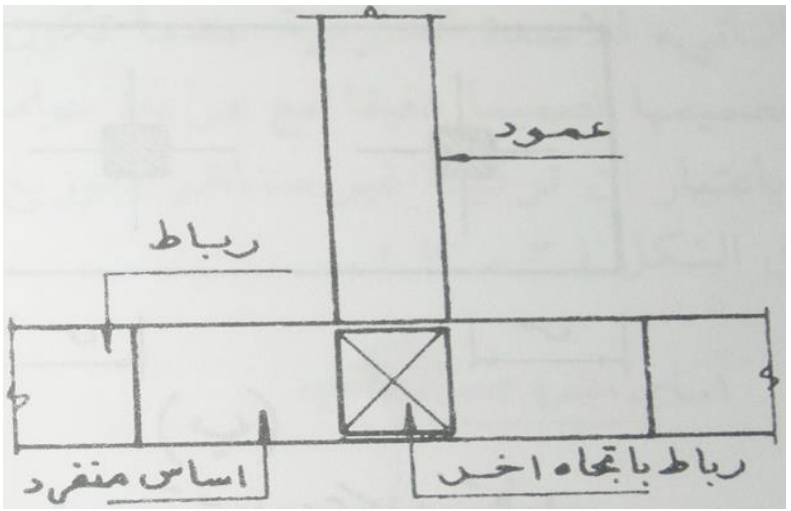

flexible spread footing
connecting beam
connecting beam
flexible spreading footing
connecting beam
flexible spread footing
connecting beam
flexible spread footing

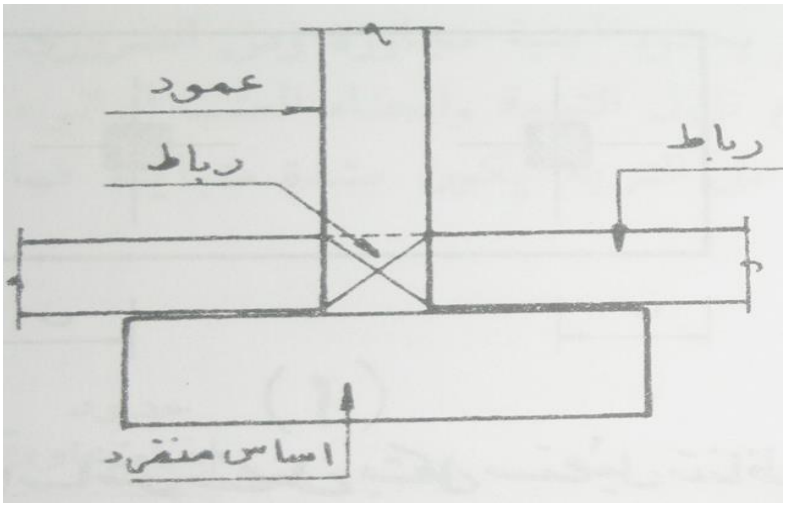


الرباط بنفس مستوى الأساس



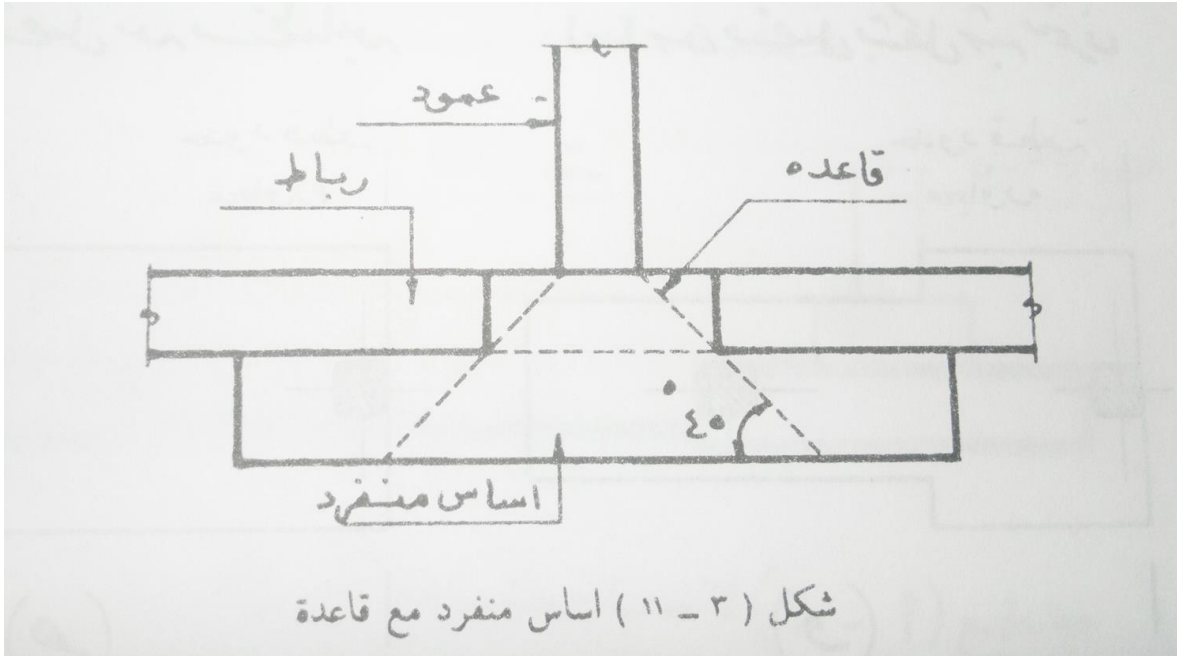
الرباط فوق مستوى الأساس





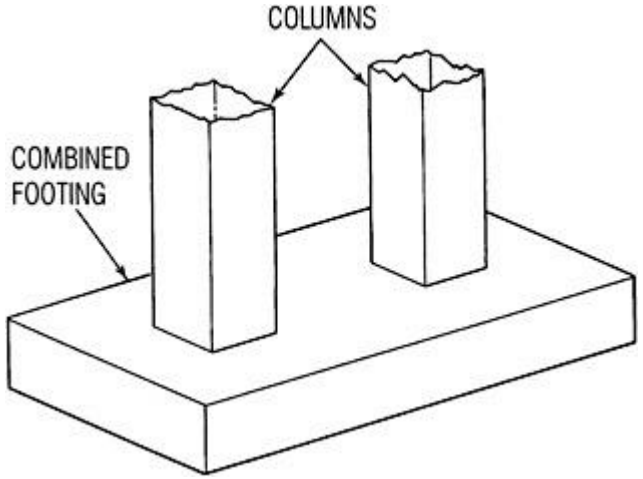
❖ تستعمل قاعدة مع الأساس المنفرد ذو المساحة الكبيرة وذلك لتوزيع الحمل على الأساس بمراحل دون زيادة سمكه.

❖ يفضل أن تكون الرباطات بنفس ارتفاع القاعدة وفوق الأساس.

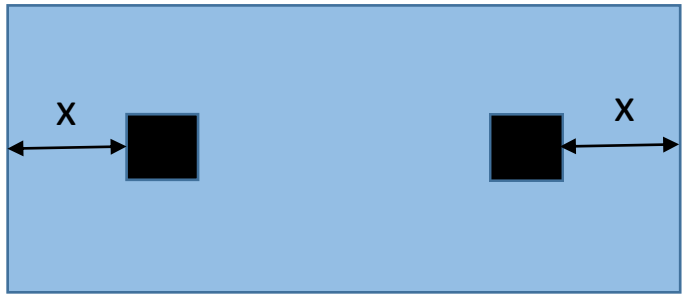


شكل (٣ ـ ١١) اساس منفرد مع قاعدة

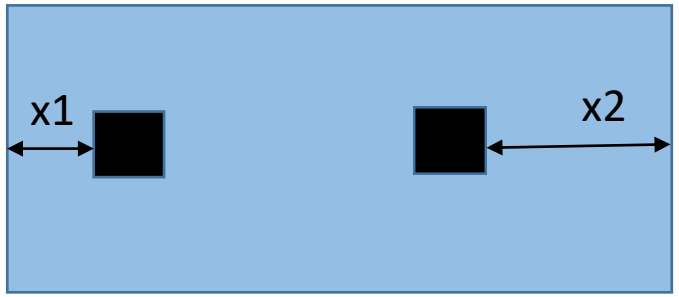
4.الاساس المتصل (المشترك) Combined footing:



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

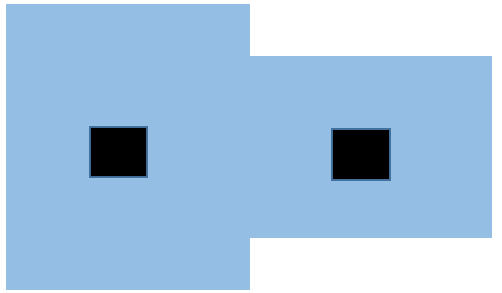


أساس متصل بشكل مستطيل متناظر

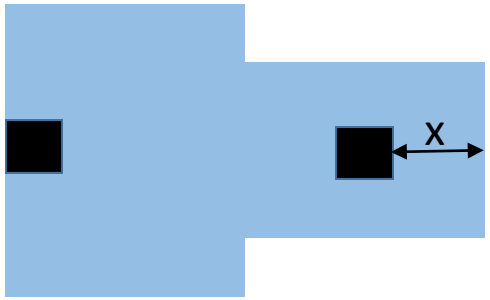


أساس متصل بشكل مستطيل غير متناظر

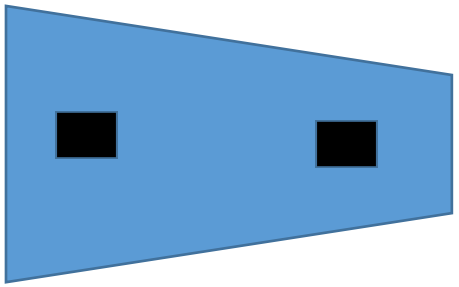
أساس متصل بشكل مستطيل غير متناظر
مع عمود ملاصق لحدود قطعة مجاورة



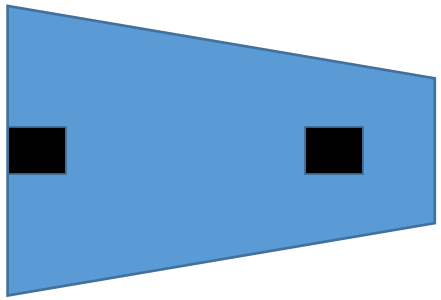
أساس متصل بشكل مستطيلين



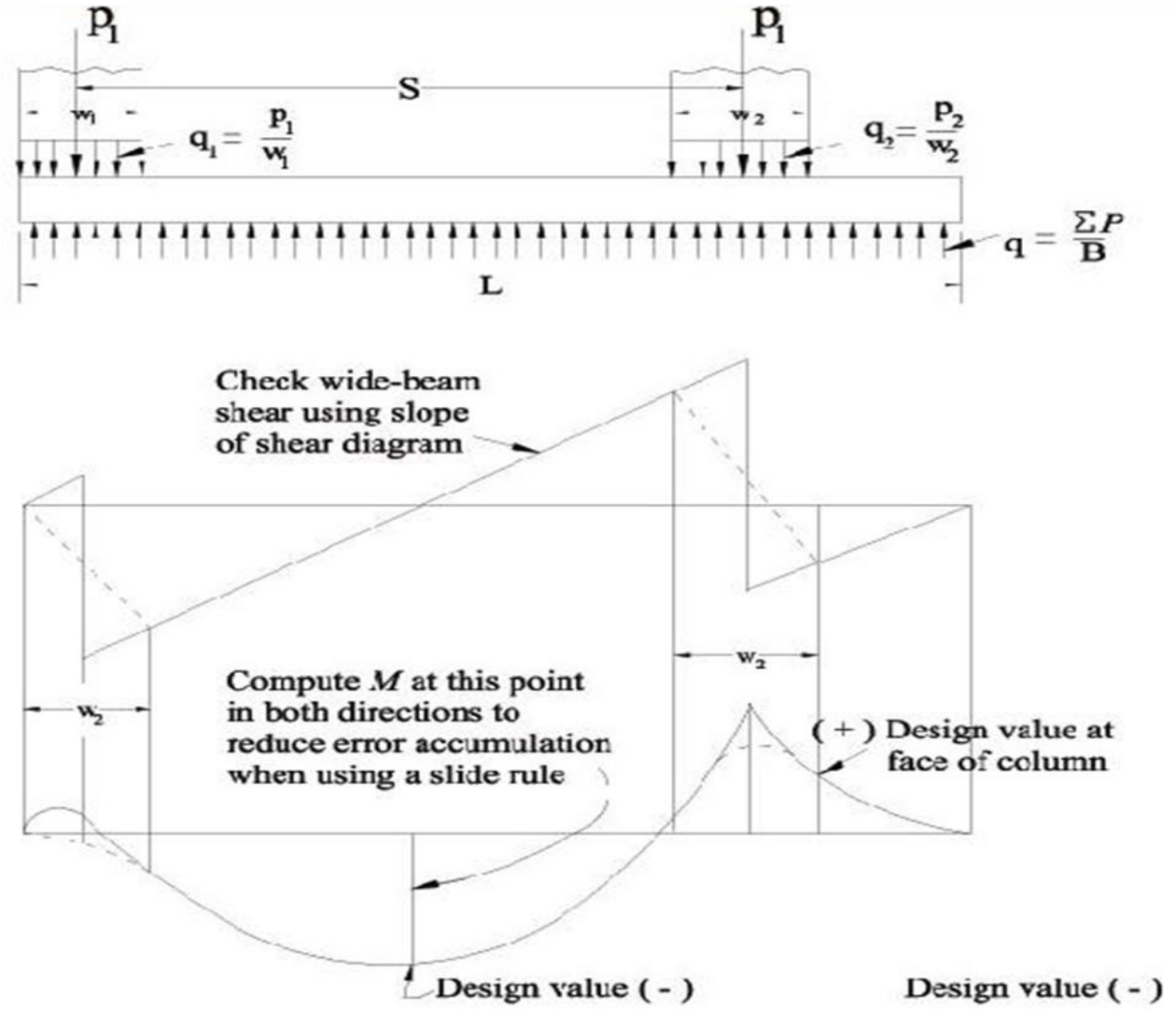
أساس متصل بشكل مستطيلين
مع عمود ملاصق للحدود



أساس متصل بشكل شبه
منحرف

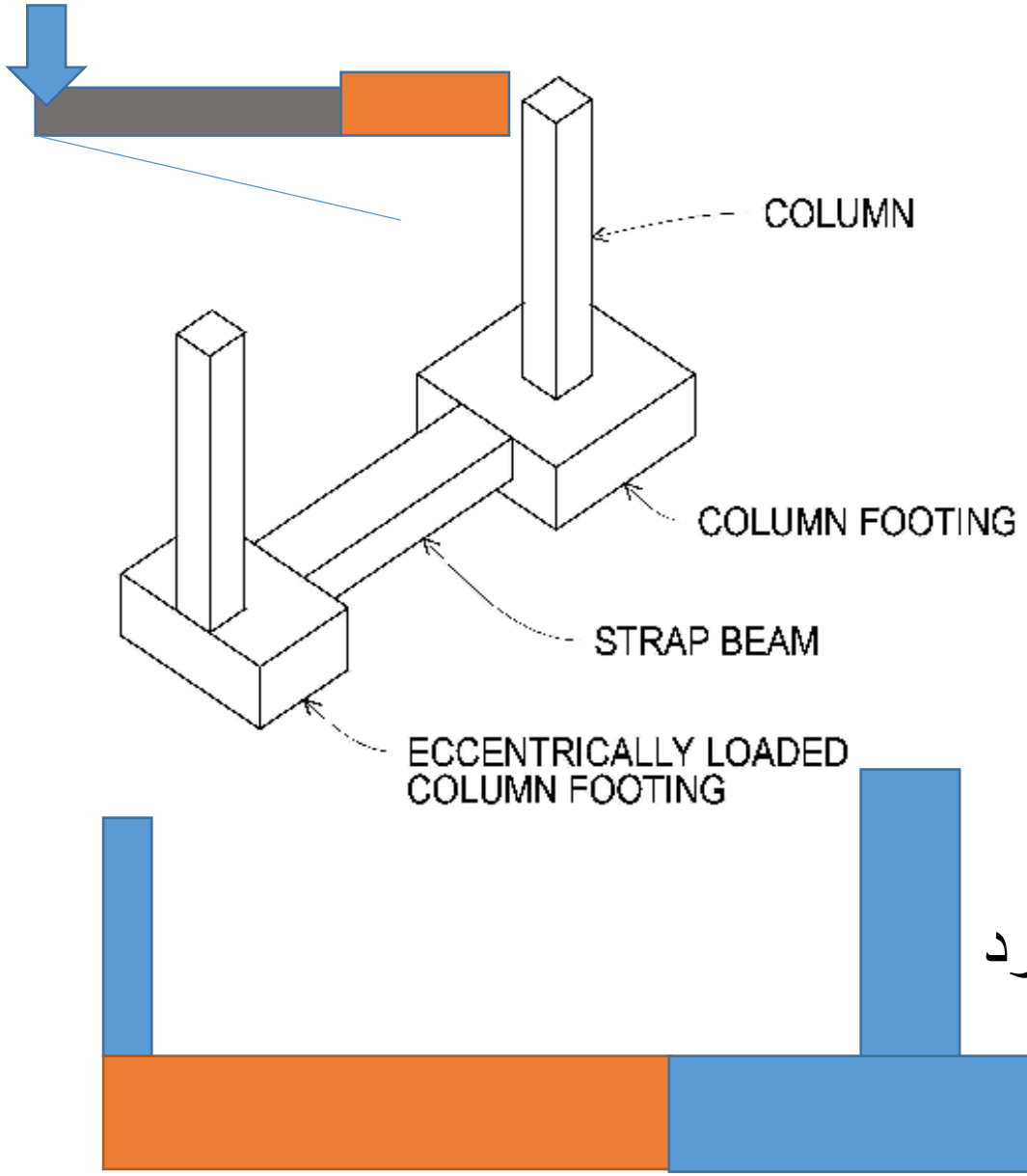


أساس متصل بشكل شبه منحرف مع عمود ملاصق
للحدود

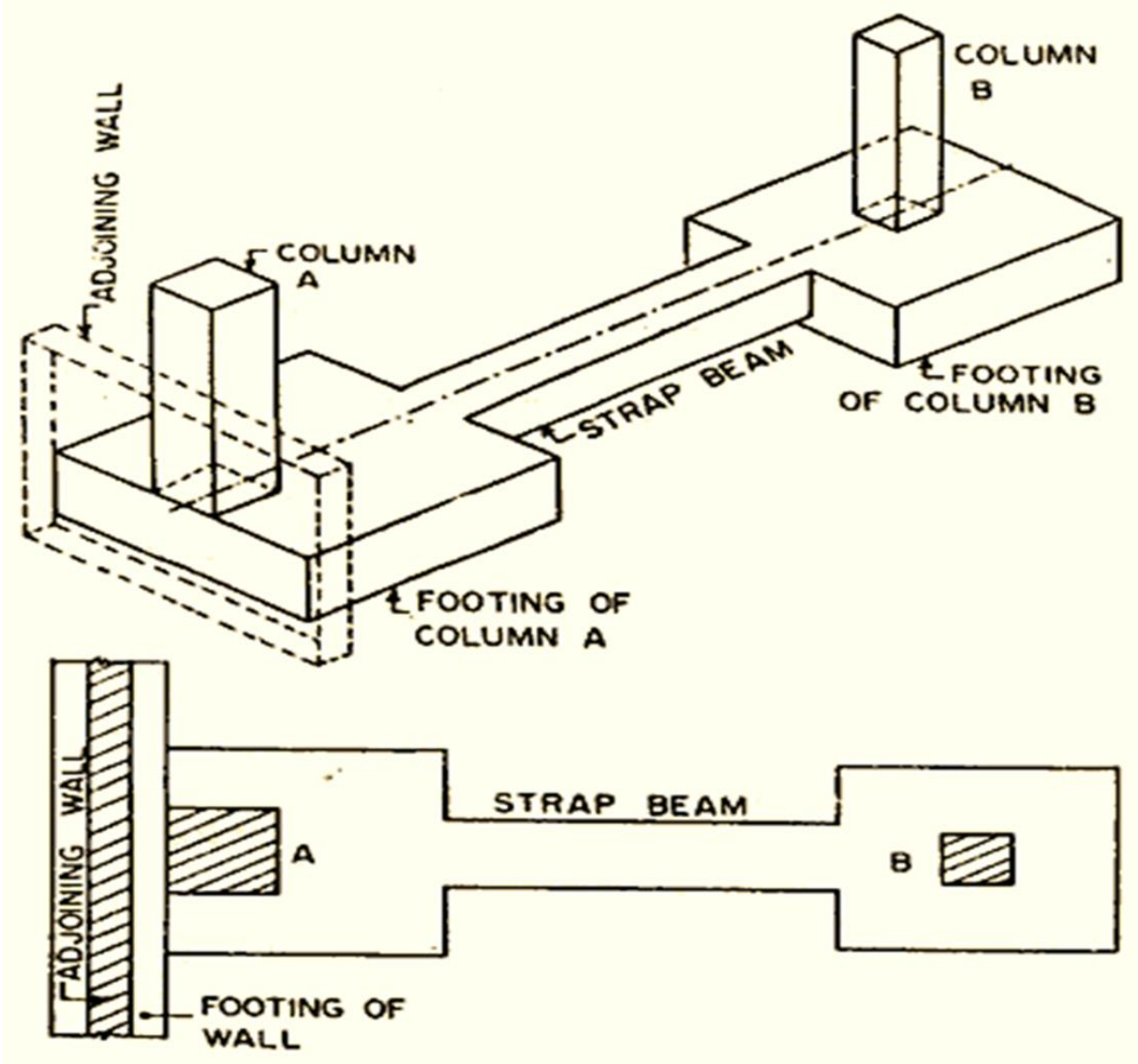


عند تحديد شكل ومساحة الاساس المتصل يجب جعل مسار محصلة ثقل العمودين على نفس مسار محصلة مقاومة التربة للاساس وذلك للحصول على قوى تمركزية وتوزيع الاثقال على التربة بصورة منتظمة ومتساوية.

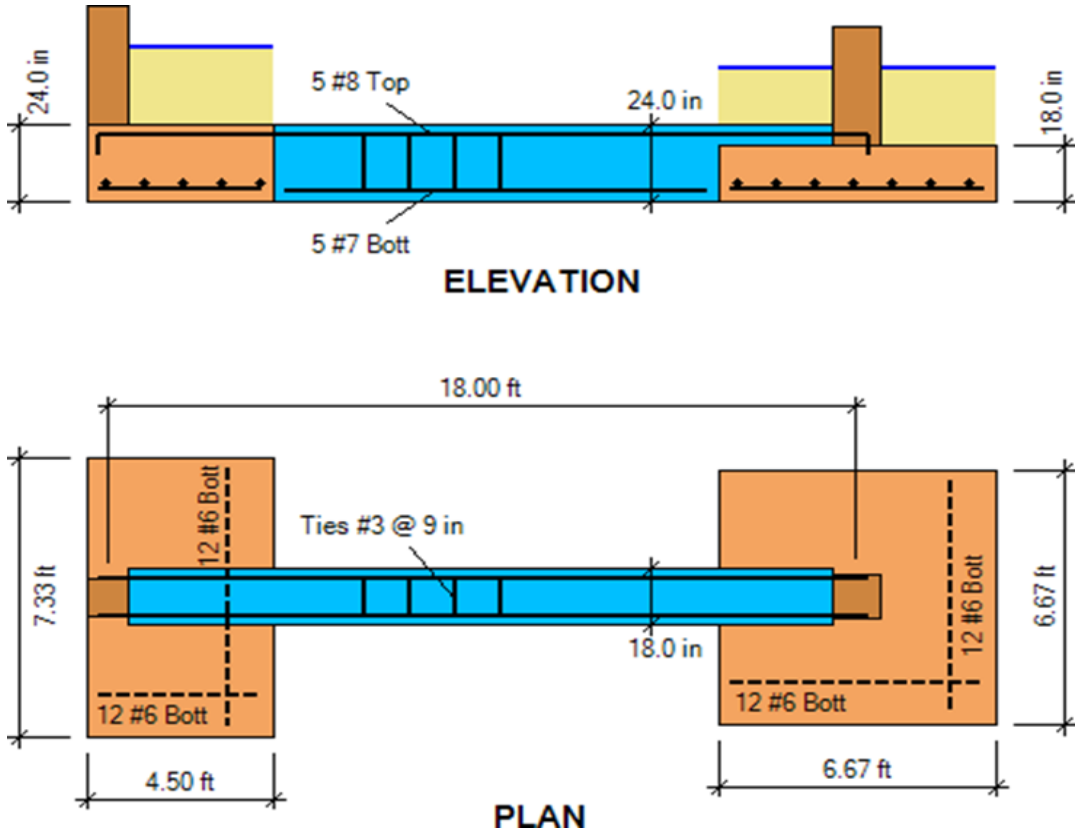
5.الاساس الناتئ Cantilever footing:

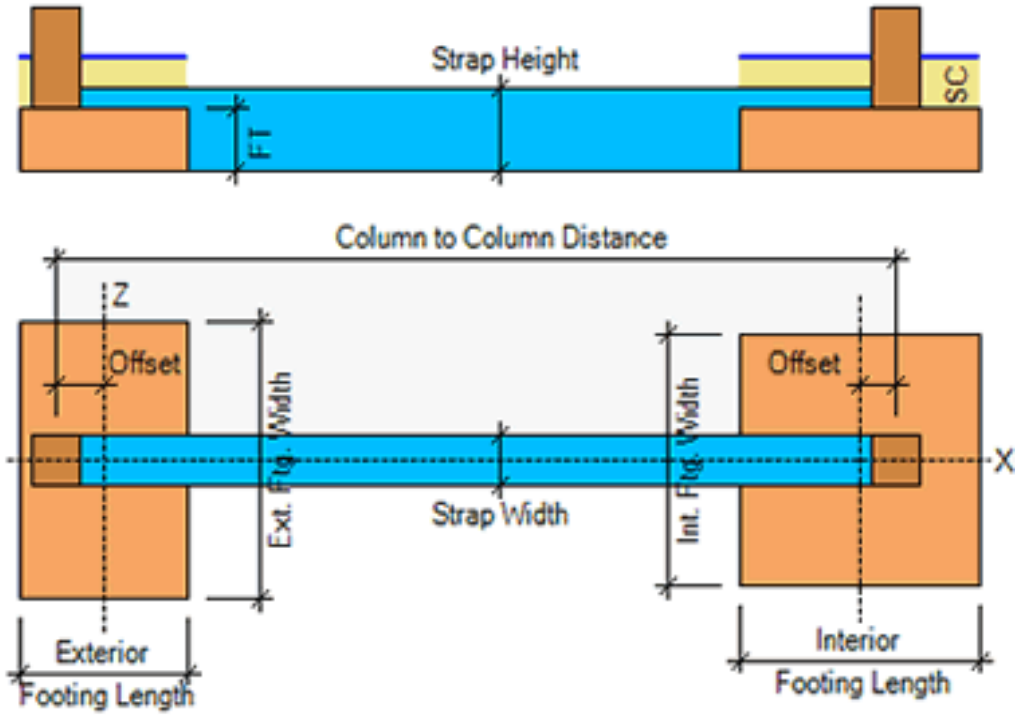


- وهو عبارة عن اساسين منفردين يربطهما عتب ناتئ من الخرسانة المسلحة.
- يستخدم الأساس الناتئ لنقل حمل عمود خارجي (ملاصق لحدود بناية مجاورة) والذي له اساس منفرد الى قاعدة العمود الداخلي الذي له اساس منفرد بمساحة اكبر عن طريق عتب ناتئ.

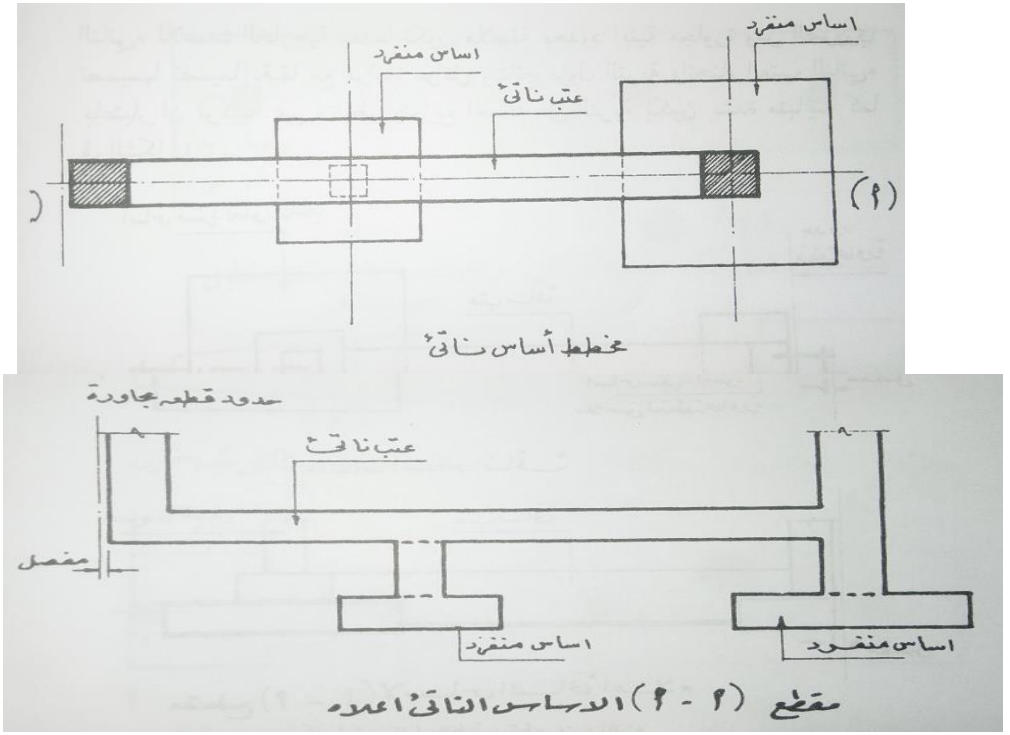

COLUMN
B
ADJOINING WALL
COLUMN
A
STRAP BEAM
FOOTING
OF COLUMN B
FOOTING OF
COLUMN A
ADJOINING WALL
STRAP BEAM
A
B
FOOTING OF
WALL

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

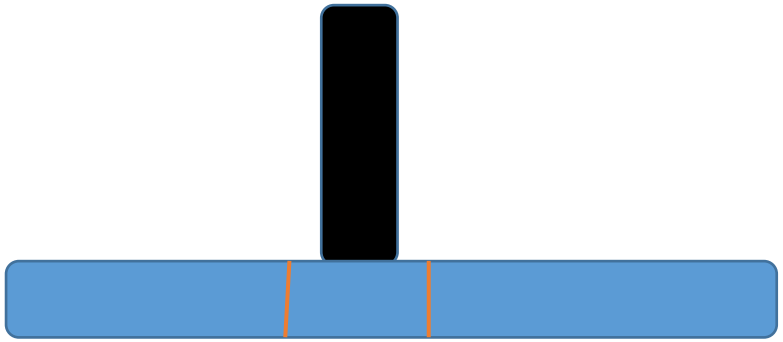




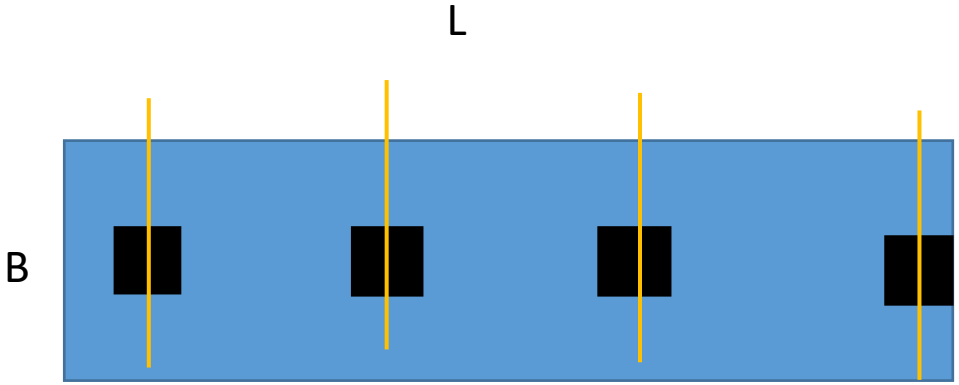
- يمكن عمل الاساس الناتئ بأستعمال عتب ناتئ متصل باساسين منفردين لنقل حمل عمود خارجي الى هذين الاساسين المنفردين .

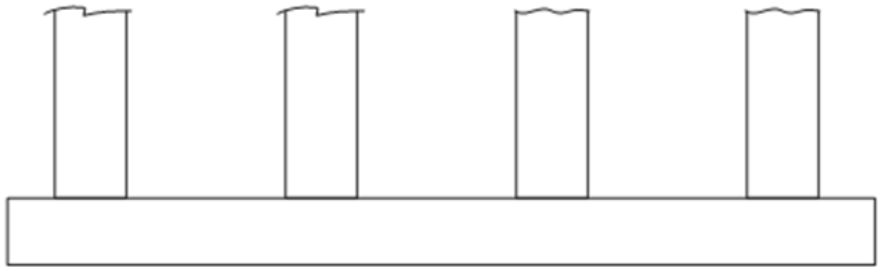


6.الاساس المستمر Continuous footing:



- 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 الأطوال بين 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 المستمر بمتانة كافية وربط القواعد عرضيا بأعتاب ذات ابعاد وتسليح مناسب.

Q = q1+q2+q3+q4+q5= 800 kN

soil bearing capacity= 50kN/m^2

Required area, A= 800/50 = 16 m^2

Average pressure, p

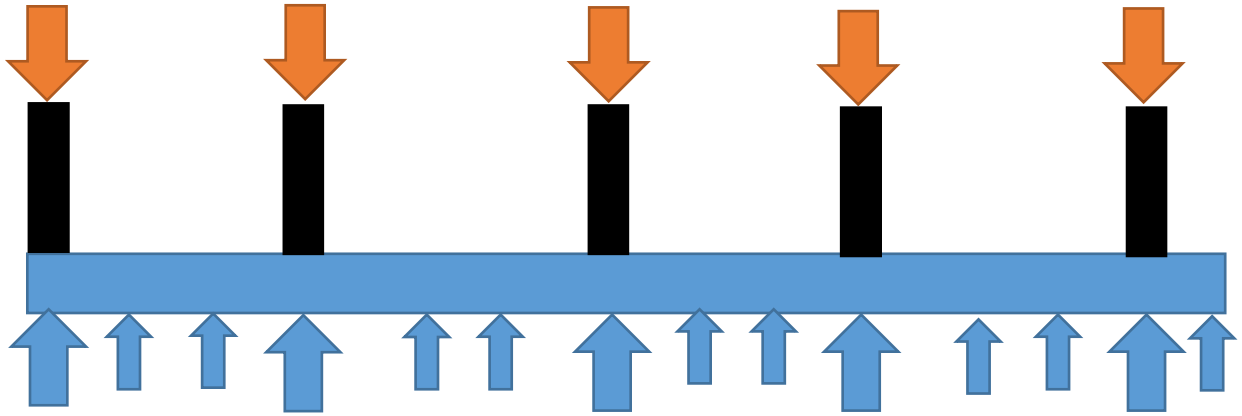
p= Q/A , from which the area is found

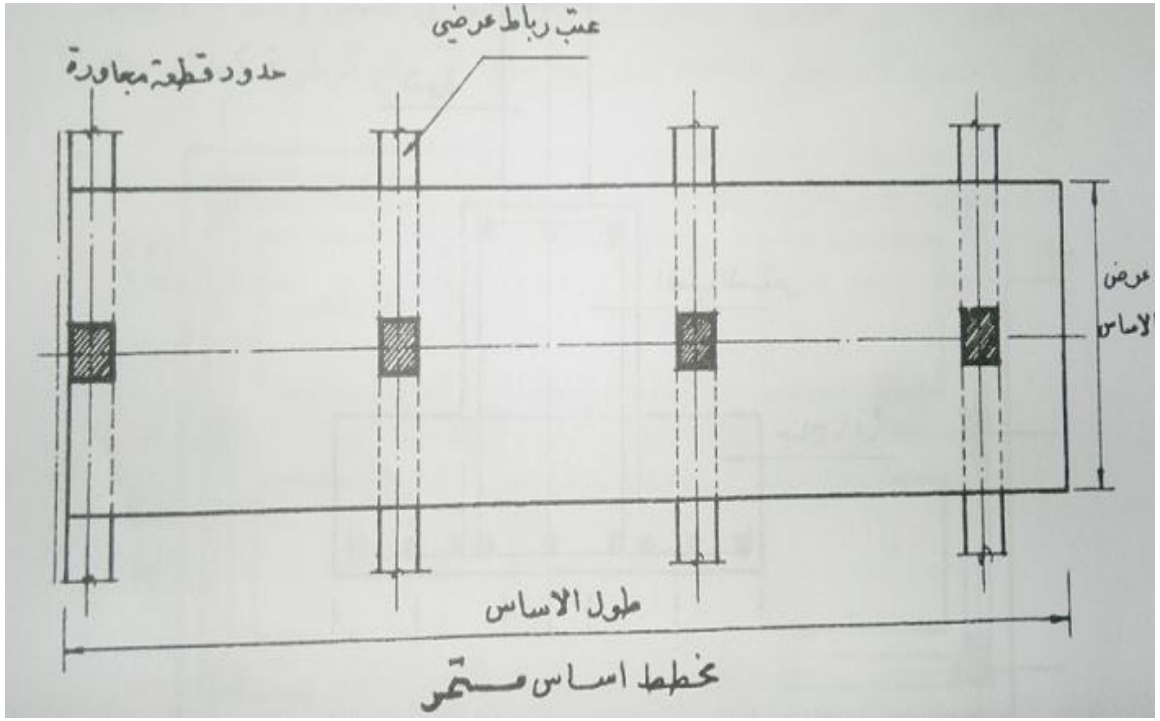
A= B*L

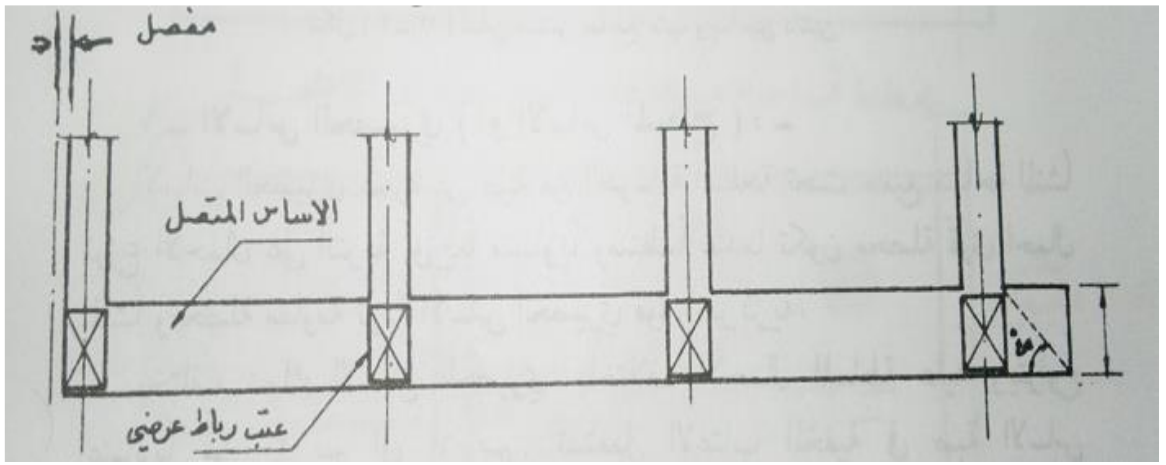
L = 12m, B= ??= 16/12=1.33m, use B=1.50m

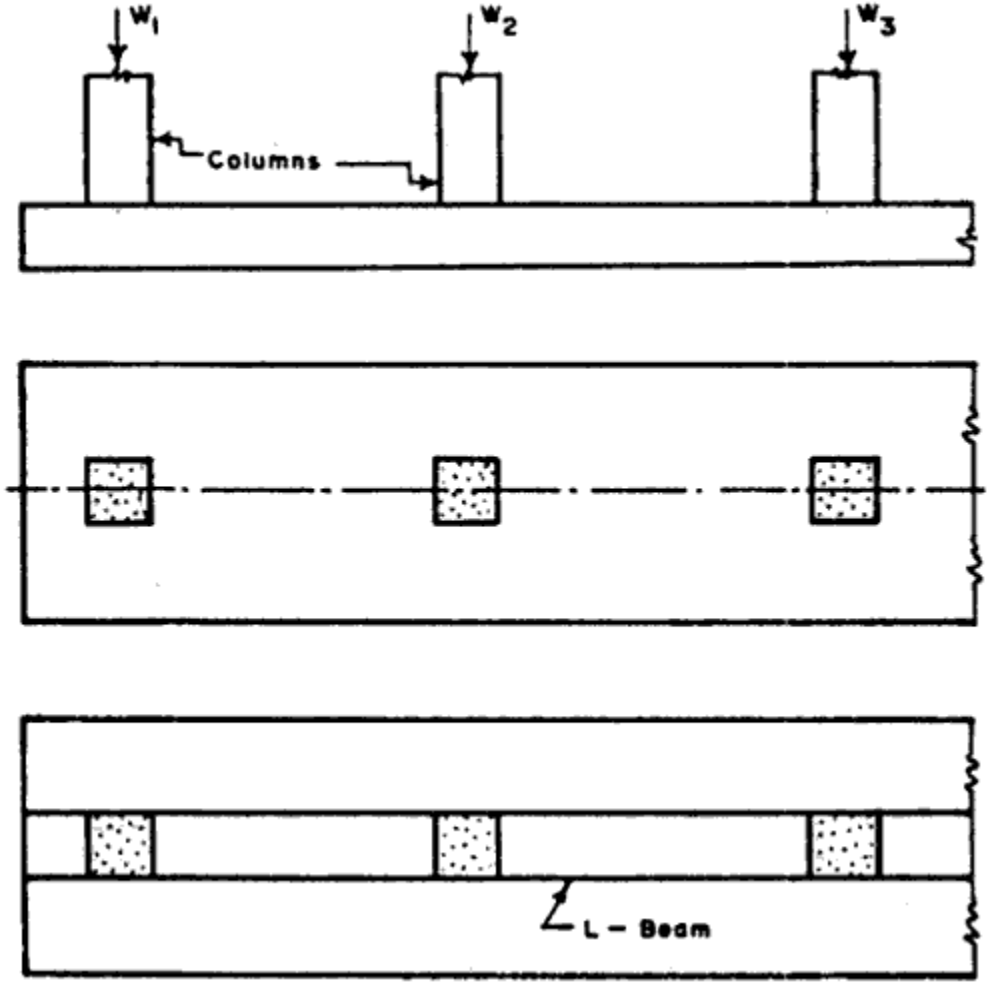
A=12*1.5=18 m^2

Soil pressure= 800/18= 44.4 kN/m^2

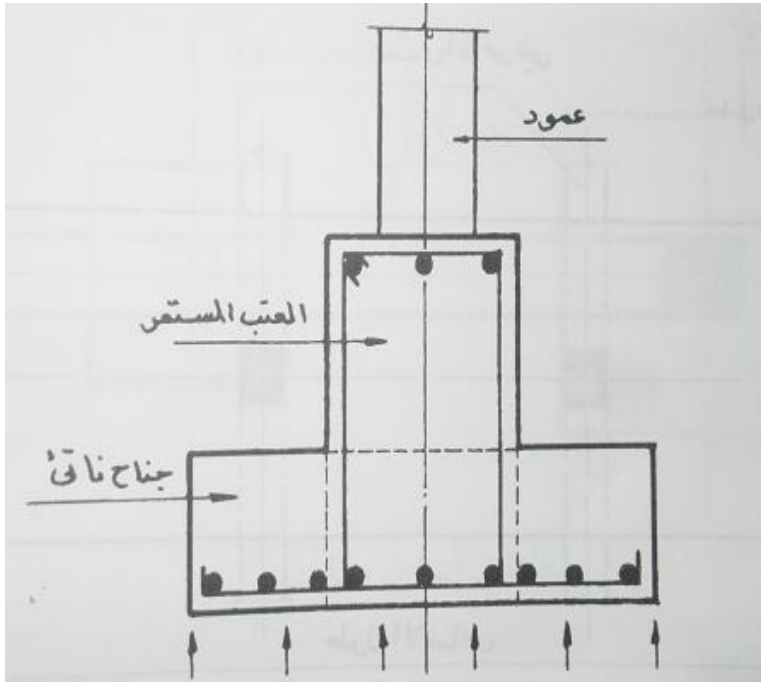


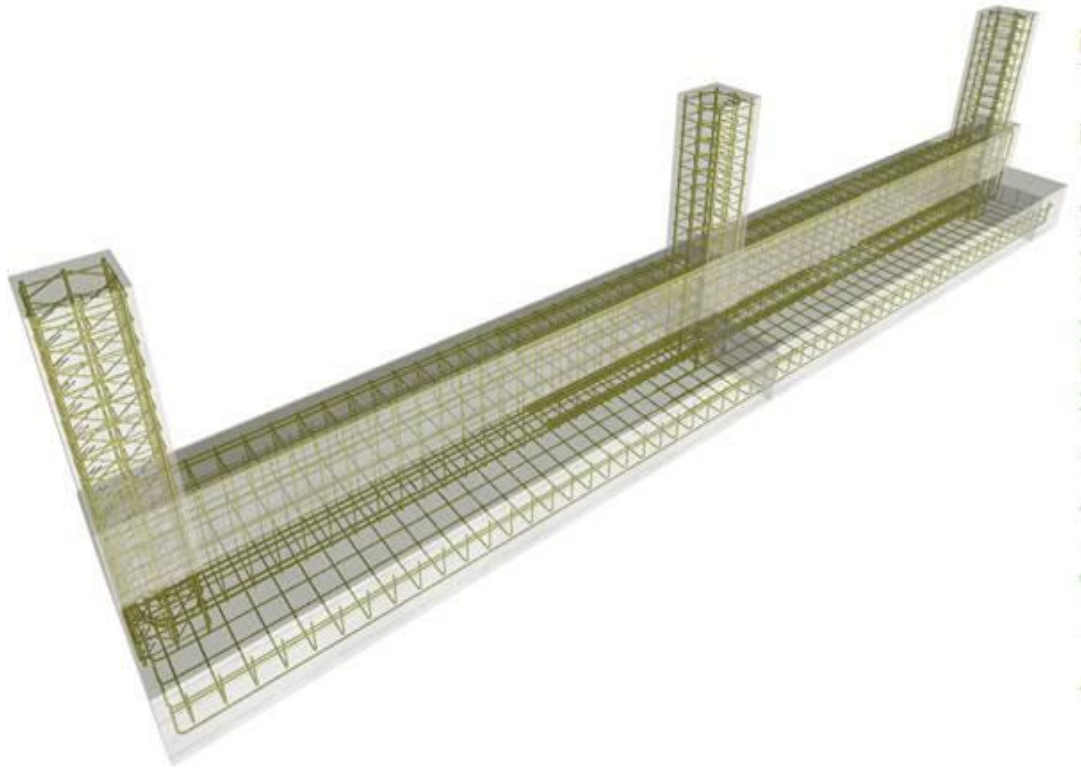

عتب رباط عرضي
حدود قطعة مجاورة
عرض الاساس
طول الاساس
مخطط اساس مستمر


مفصل
الاساس المتصل
عتب رباط عرضي

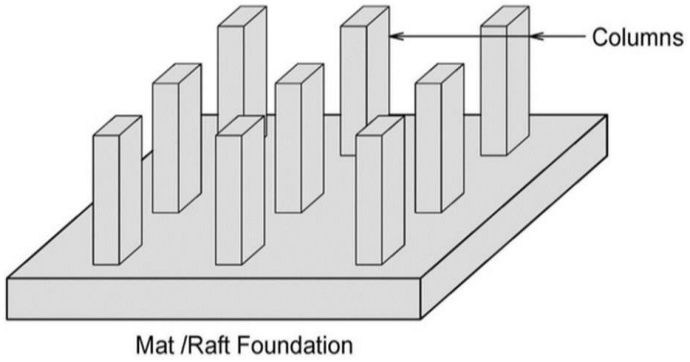

W1
W2
W3
Columns
L – Beam

- يمكن استعمال اساس مستمر مكون من عتب وسطي وجناحين ناتئين, لزادة مقاومة الأساس لقوى القص الناتجة عن اعمال الأعمدة.
- في هذه الحالة يجب صب الأساس المستمر بقسميه العتب مع الجناحين دفعة واحدة ليعملا كقطعة واحدة.





7.الاساس الحصيري Raft (mat) foundation (الاساس المسطح):



- وهو عبارة عن صبة من الخرسانة المسلحة تحت كامل 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 علية ويتراوح اعتياديا من 20 الى 60 سم.

Total load from structure=W= sum of column loads

Soil bearing capacity = q

Required area of foundation= A1= W/q

If A1 =< available area of structure (A)

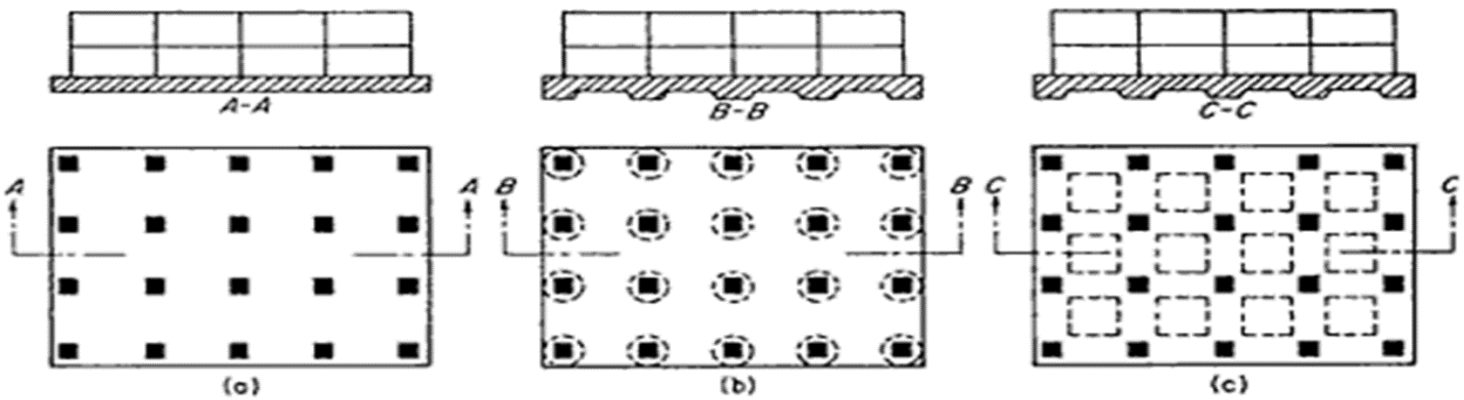
Use shallow foundation

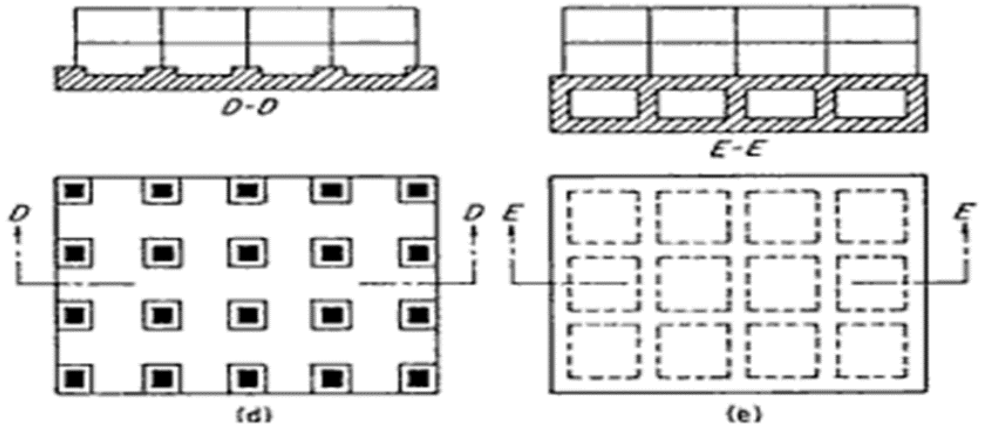
A1>0.6 A use raft foundation

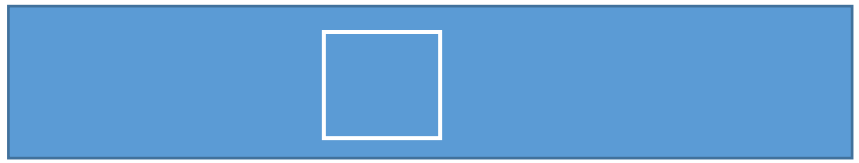
A1< 0.6 A use other footing types

If A1> A use deep foundation

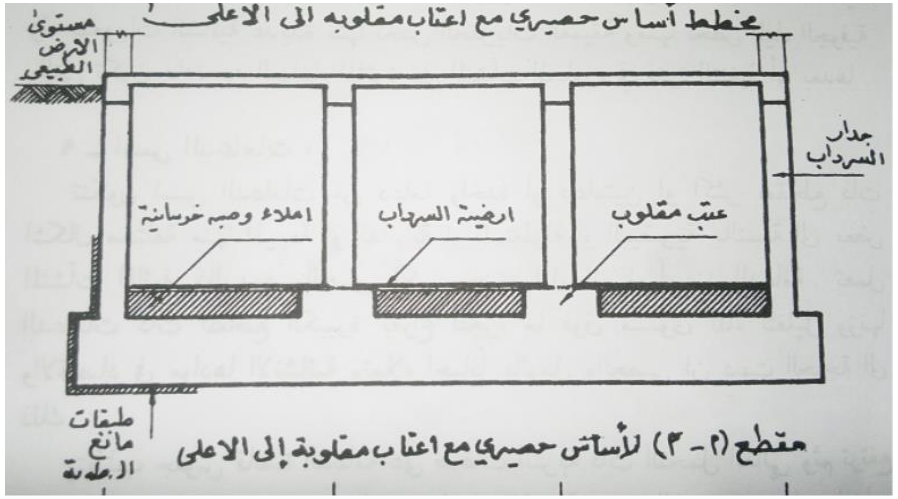
- .تستعمل الاعتاب المخفية في صبة الاساس (concealed beams) او الاعتاب العميقة باتجاة واحد او اتجاهيين, وذلك لتقليل حجم خرسانة الأساس مع المحافظة على سمك الأساس تحت الأعمدة.





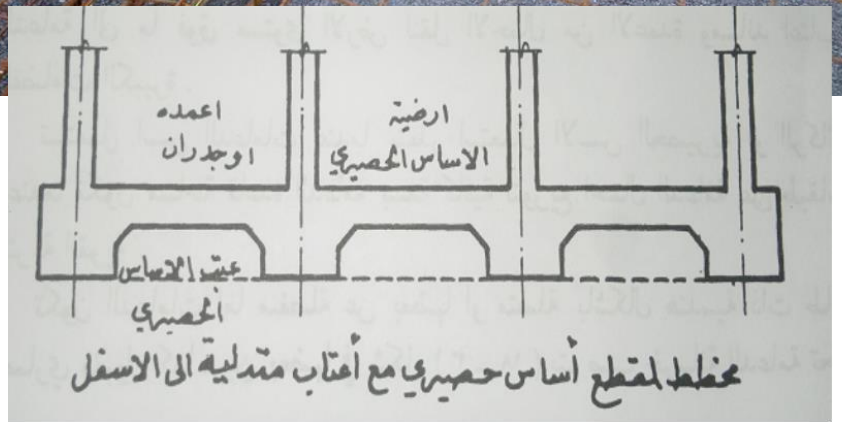


- يفضل ان تكون الاعتاب العميقة مقلوبة الى الاعلى لتسهيل فرش طبقات مانع الرطوبة تحت الاساس عندما يراد الاستفادة من الاساس كأرضية سرداب في المواقع التي يكون فيها مستوى الماء الجوفي مرتفعا او متغير في مواسم السنة المختلفة.
- يجب ايضا استعمال فرش طبقات مانع الرطوبة لعزل خرسانة الاساس عن التربة التى تحتوى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



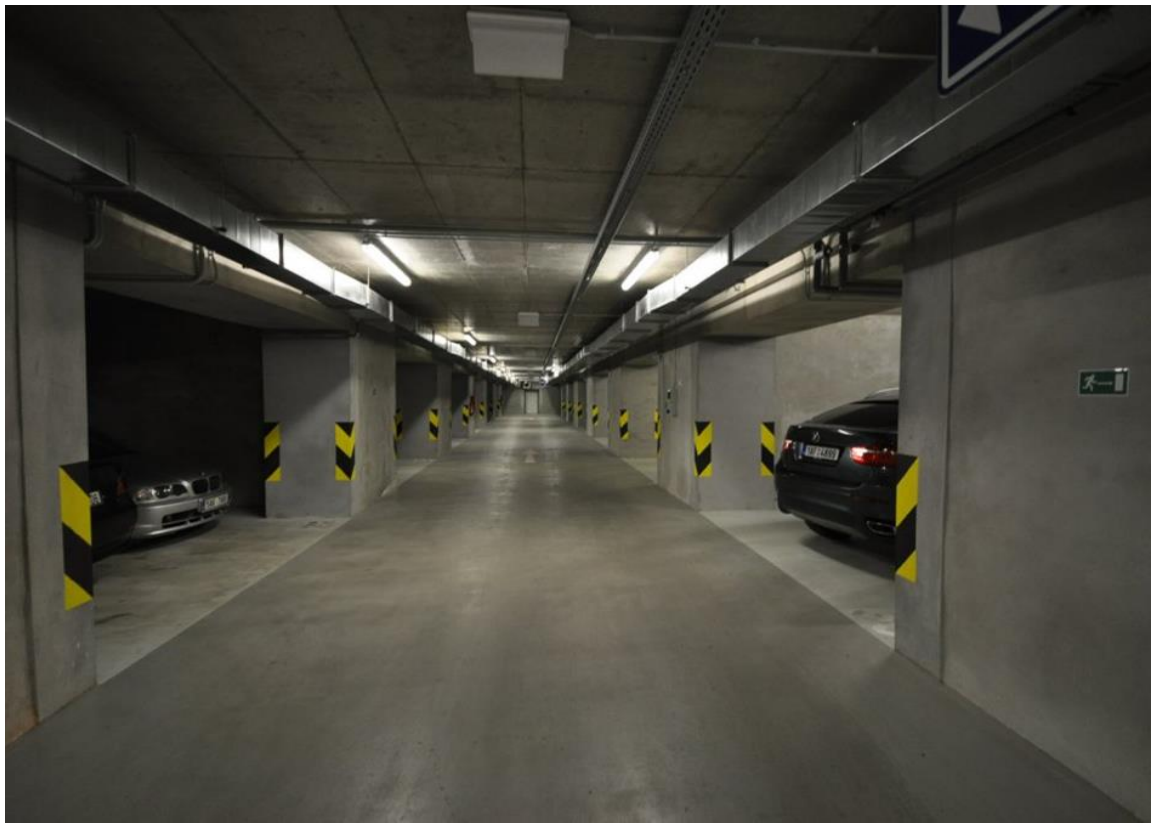
مقطع (٢-٢) لأساس حصيري مع اعتاب مقلوبة إلى الاعلى

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



مخطط لمقطع أساس حصيري مع أعتاب متدلية الى الاسفل

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



8. الاساس الطفو: 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 التى يكون تحملها افضل من الطبقات العليا بحيث لاتتجاوز الاحمال الميتة والحية للمنشأ المسلطة على التربة حدود تحملها او هبوطها المقبولين بعد حذف اوزان التربة المزاحة.

When the required area of foundation (A1) > available area (A)

Net added weight= (weight of structure) – weight of excavated soil

Weight of structure= weight of building + weight of foundation

Weight of Building= 1000 ton, soil bearing capacity= 8 ton/m^2,

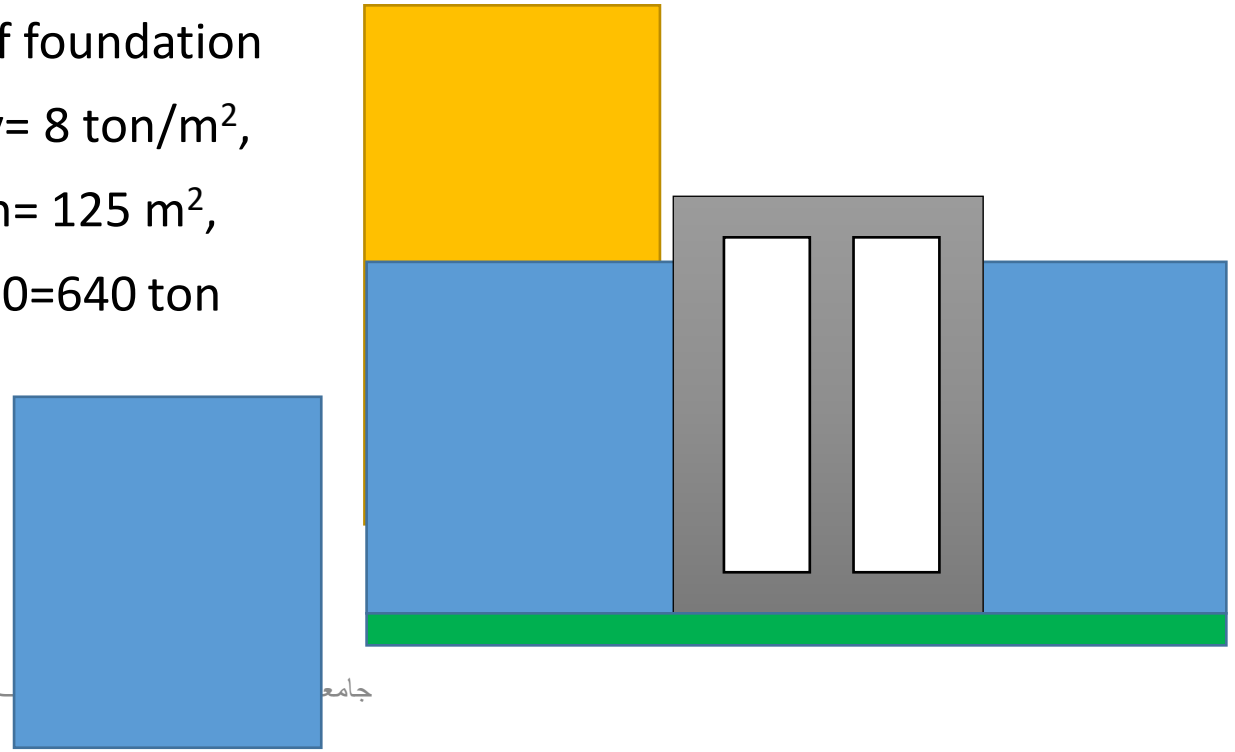
available area=100m^2, Required area of foundation= 125 m^2,

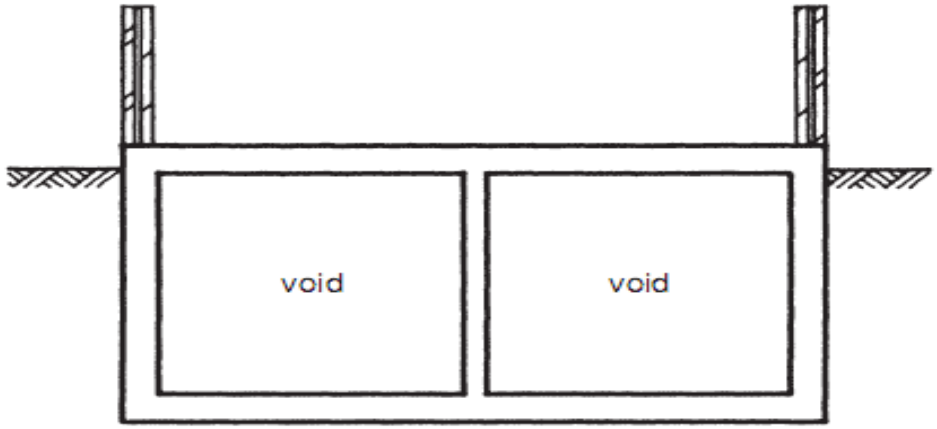
If 4 m of soil is excavated, weight of soil= 1.6*4*100=640 ton

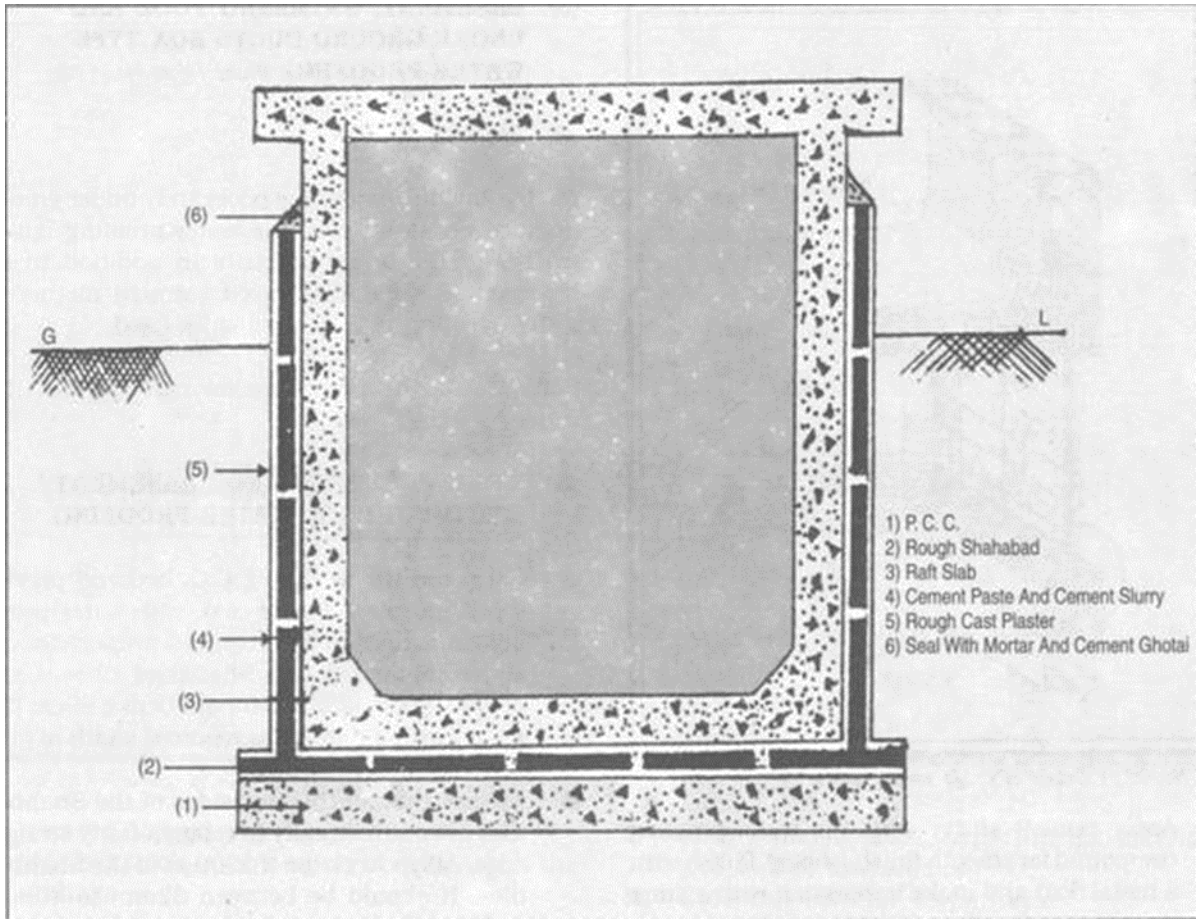
Assume weight of foundation= 200 ton

Net added weight= 1000+200-640=560 ton

Pressure on soil=560/100 = 5.6 ton/m^2



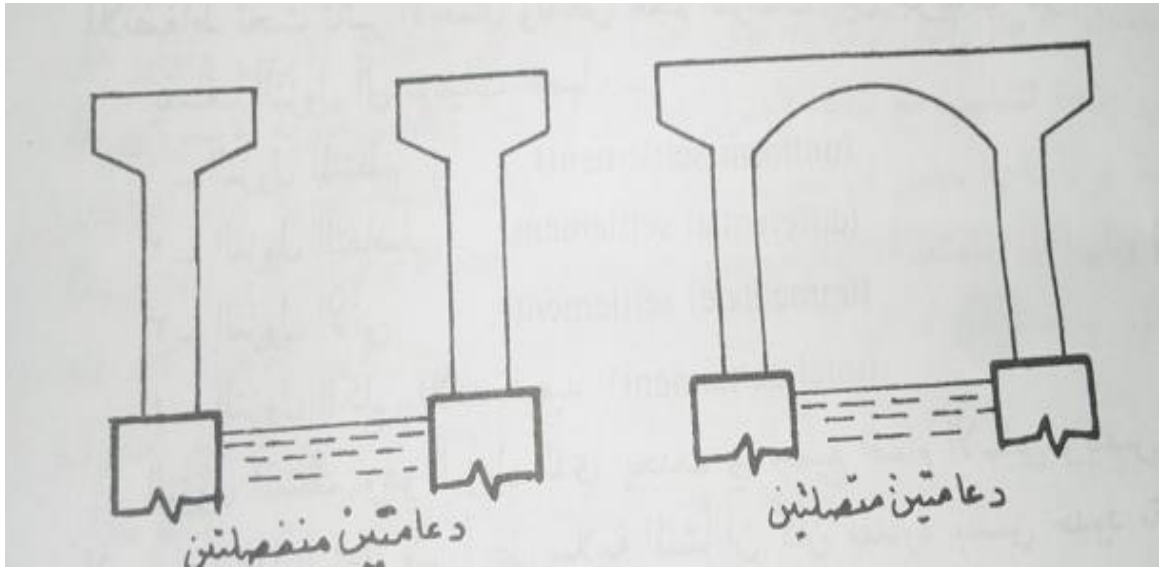

void
void

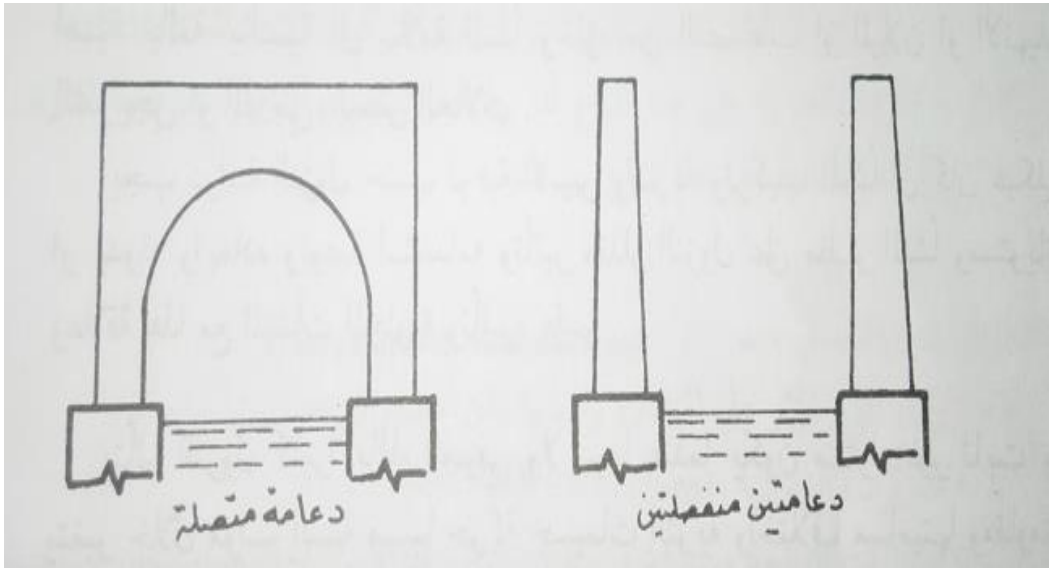

(6)
G
L
(5)
(4)
(3)
(2)
(1)
1) P. C. C.
2) Rough Shahabad
3) Raft Slab
4) Cement Paste And Cement Slurry
5) Rough Cast Plaster
6) Seal With Mortar And Cement Ghotai

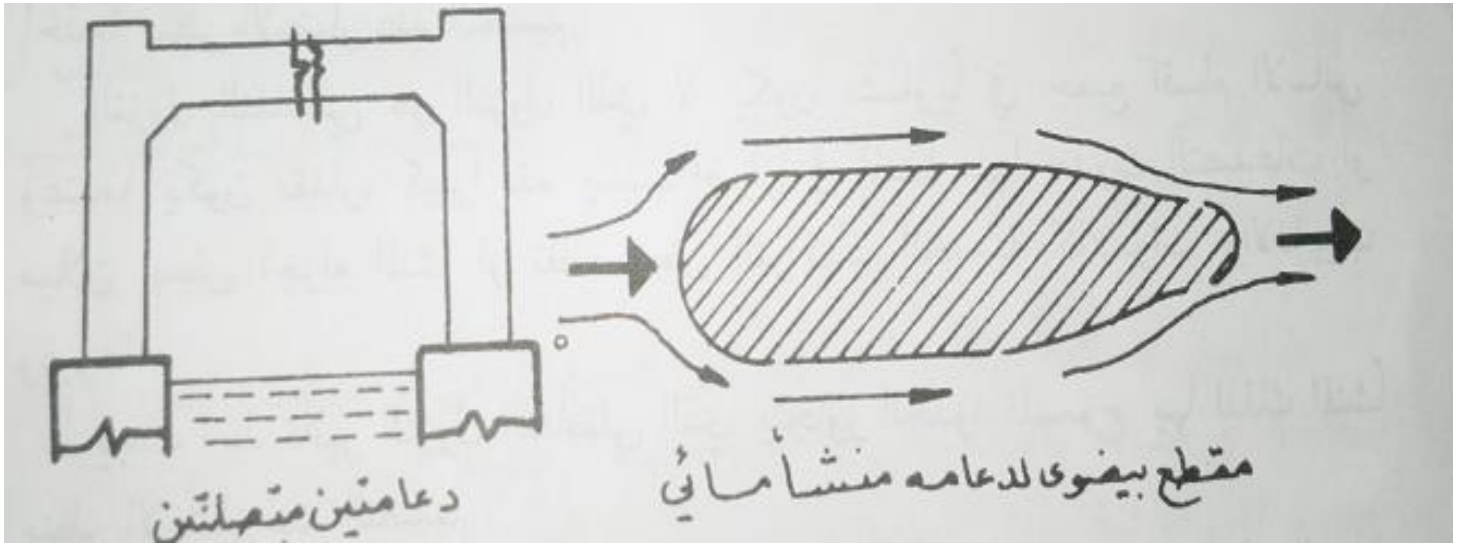
- قد تحدث مشكلة الانتفاخ (swell) في بعض المواقع التي تكون فيها التربة طينية بسبب رفع كميات كبيرة من التربة مما يتطلب الاسراع بتنفيذ الاساس الخرساني لتقليل حدوث الانتفاخ.
- ان النزول المنتظم بالنسبة الى اسس الطفو يبلغ لحد 7,5 سم الى 15 سم .
- تستعمل اسس الطفوعند الضرورة لان كلفة انشائها عالية وتتضمن صعوبات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

9.اسس الدعامات Piers :

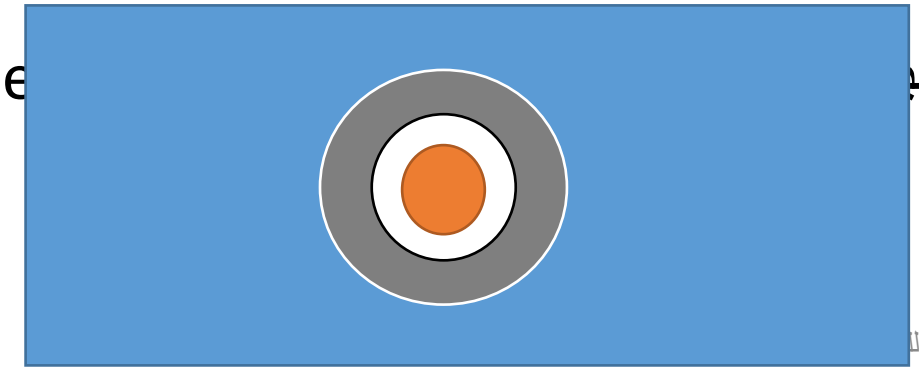
- الدعامة عبارة عن كتلة خرسانية ذات مساحة قاعدة وارتفاع كبيرين بمقاطع ذات اشكال مختلفة مربعة او دائرية او مستطيلة او بيضوية بالنسبة الى بعض المنشأت المائية لكي يجري الماء انسيابيا.
- تتألف اسس الدعامات من دعامة واحدة او اكثر.
- يتم عمل الدعامات ذات المقاطع الكبيرة بفراغ للجزء ما فوق مستوى الماء لتقليل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


دعامتين منفصلتين
دعامتين متصلتين


دعامة متصلة
دعامتين منفصلتين


دعامتين متصلتين
مقطع بيضوى لدعامه منشأمائى

- يتطلب جلوس الدعامة على طبقات التربة ذات التحمل العالي وثم ترتفع الدعامة الى ما فوق مستوى الارض لنقل الاحمال من الاعمدة والروافد Girders.
- تستعمل الدعامات عندما يتعذر استعمال الاسس الحصيرية او الركائز وعندما تكون قاعدة الدعامة بسعه كافية لتوزيع احمال الدعامة على طبقات التربة.
- تكون الدعامات اما منفصلة عن بعضها او متصلة بأشكال هندسية ذات طابع معماري.
- يتم صب خرسانة الدعامة تحت مستوى الماء بضغط مساوى الى ضغط عمود الماء وهذا يتطلب خبرة وعمال لهم الأستعداد للعمل تحت تأثير الضغط.
- يمكن ايضا صب الخرسانة بعد سحب المياه وتجفي she piles والضخ المستمر.



نزول الاسس:(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 لايكون متساويا في جميع اقسام الاساس وعندما يكون مقداره 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.

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 الأنهاءات بعد استنفاذ معظم النزول الآني. لذا يكون احتمال حصول التشققات في المنشئات 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

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.

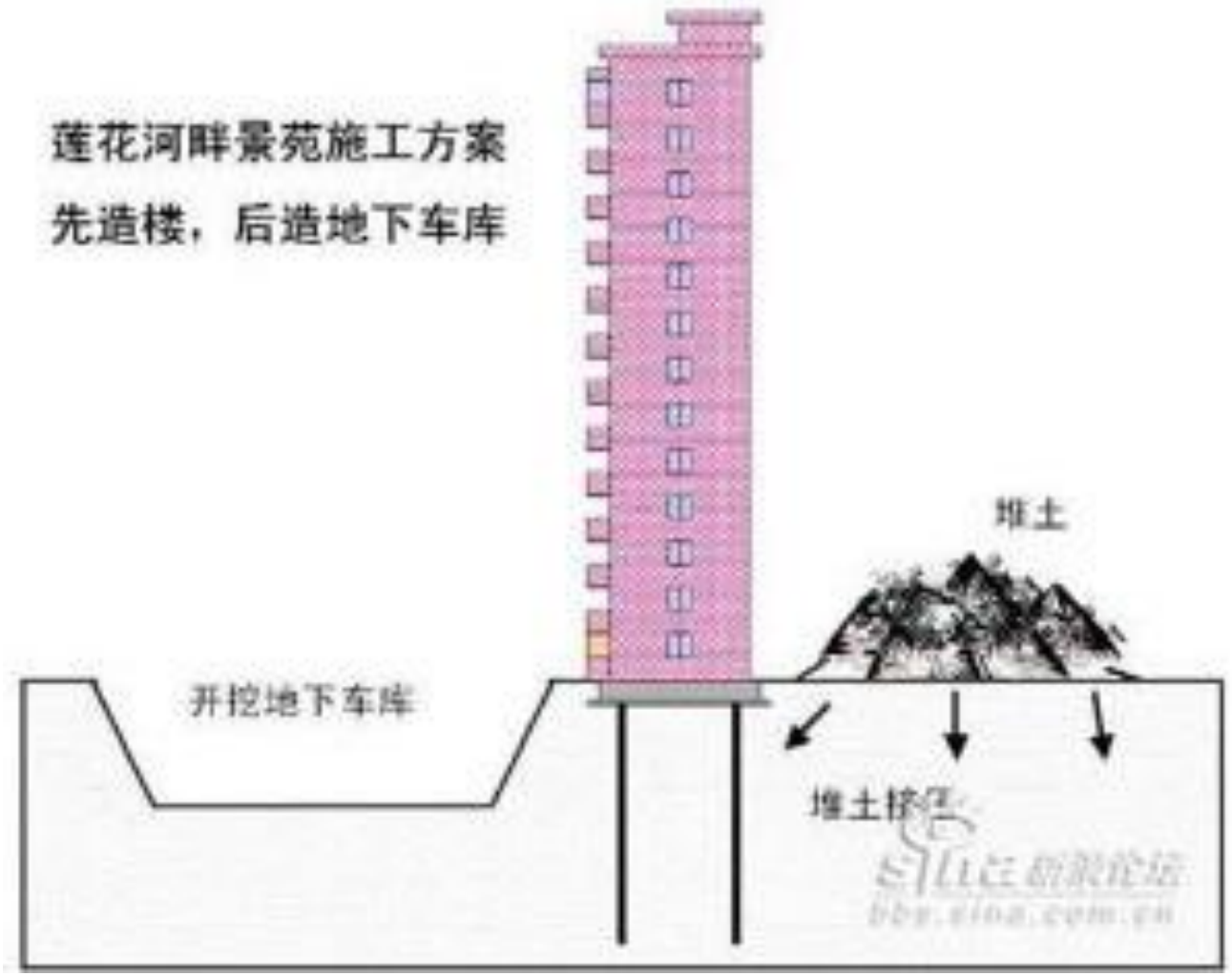
(4) This resulted in a lateral pressure of 3,000 tonnes, which was greater than what the pilings could tolerate.

Thus the building toppled over in the southerly direction.

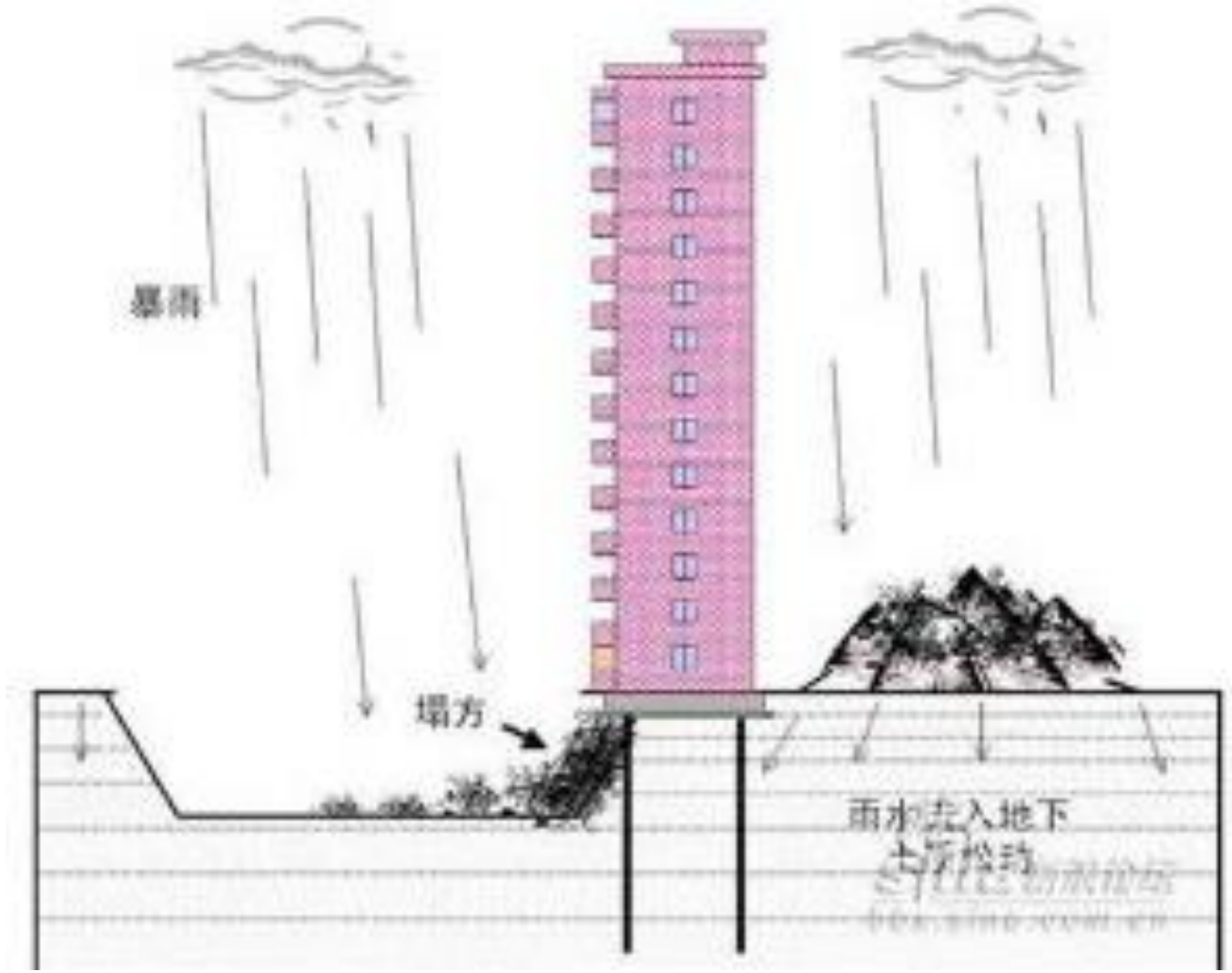
First, the apartment building was constructed

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

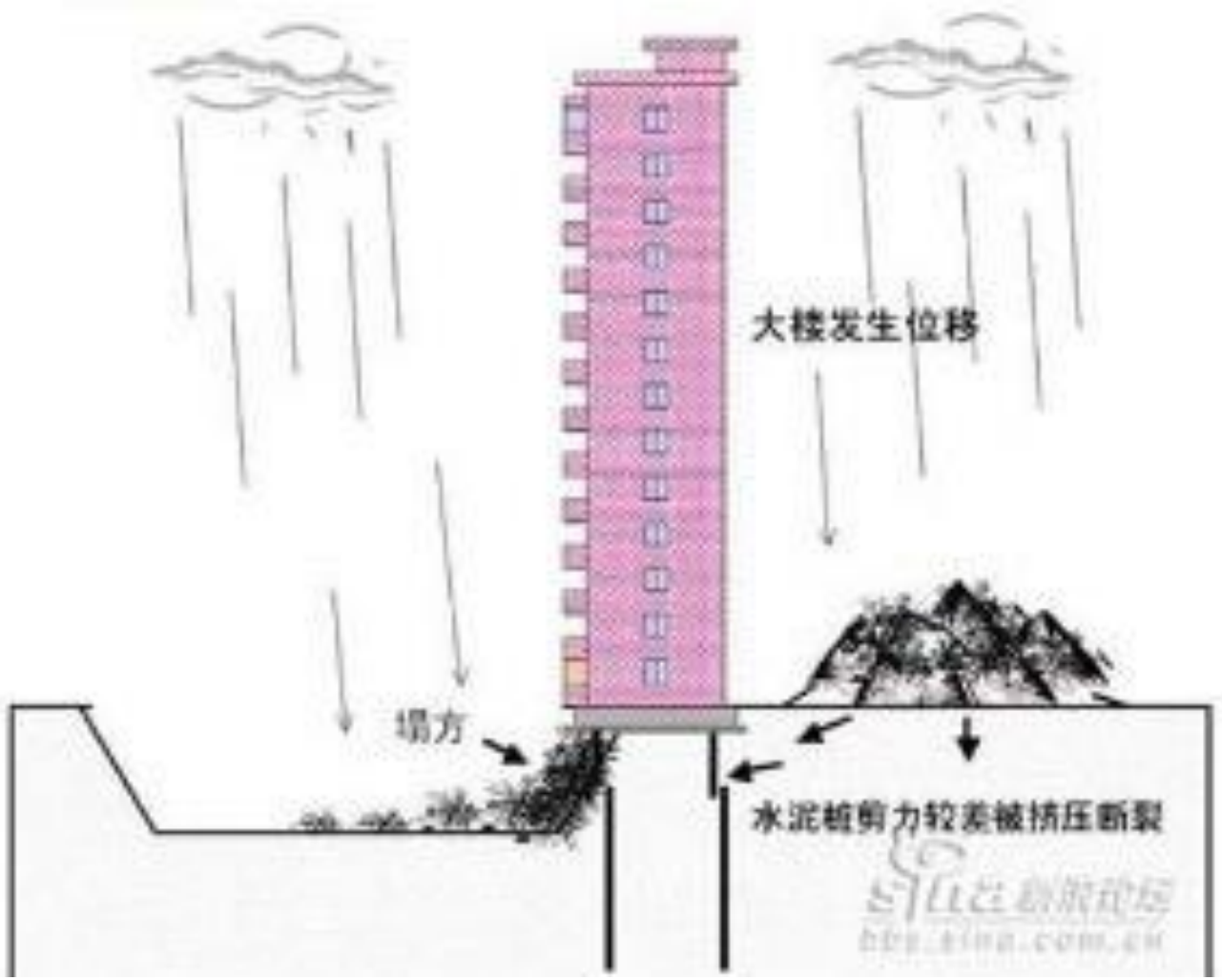


Heavy rains resulted in water seeping into the ground.

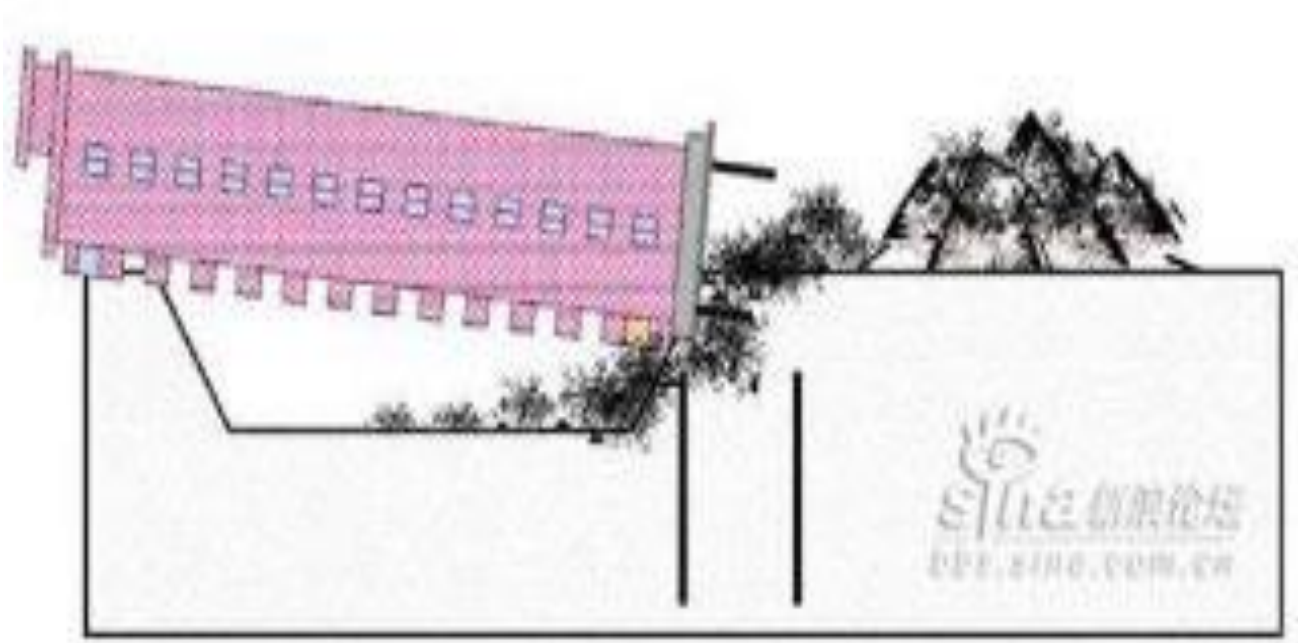


The building began to tilt

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



And thus was born the eighth wonder of the world.



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

الاهتزازات والاسس Vibrations and Foundations:

- الاهتزازات التي تؤثر على المنشأت واسسها ذات مصدرين هما:

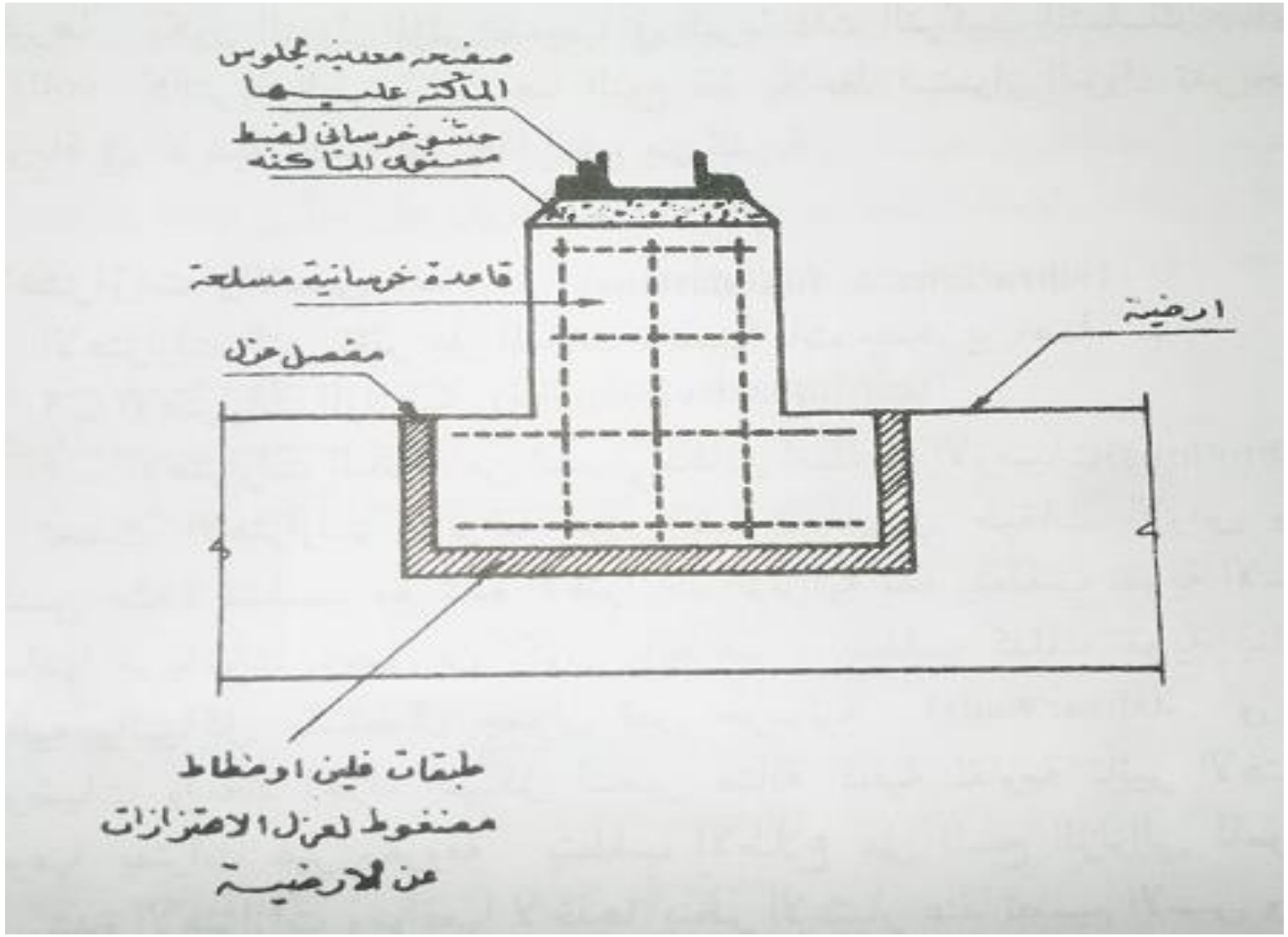
1. **الاهتزازات الزلزالية** : تحدث الاهتزازات الزلزالية قوى افقية تنتقل في طبقات الارض وتؤثر على الاسس بشدة تتناسب مع شدة الاهتزازات مما يتطلب تقوية الاسس وربط اقسامها بأتجاهين.

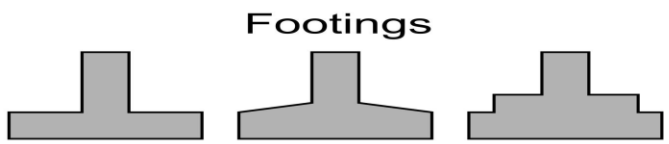
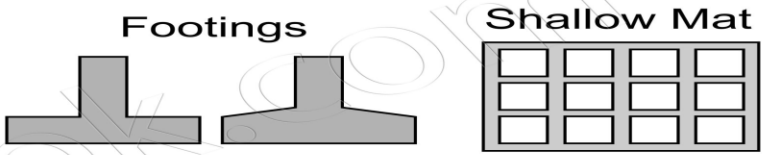
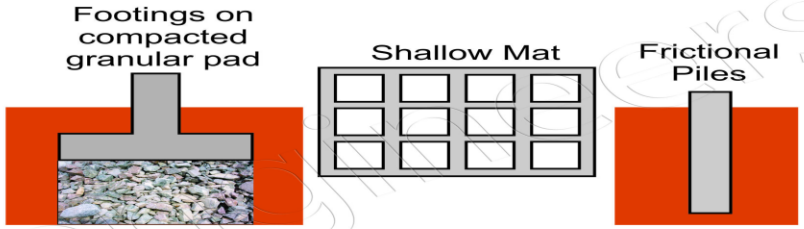
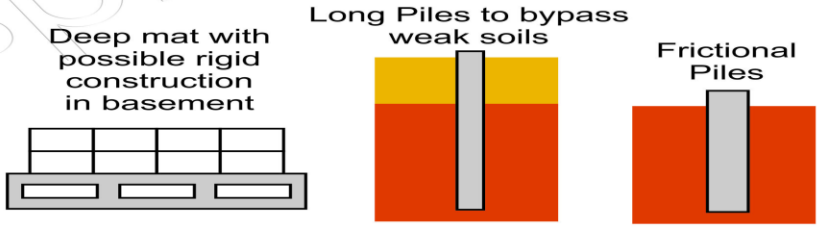
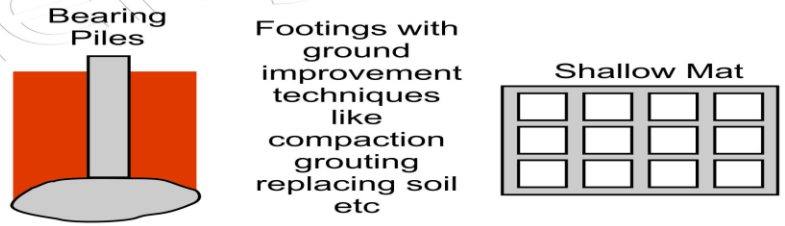
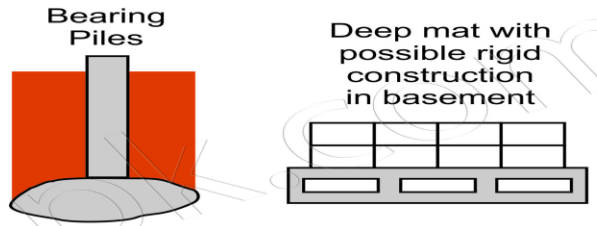
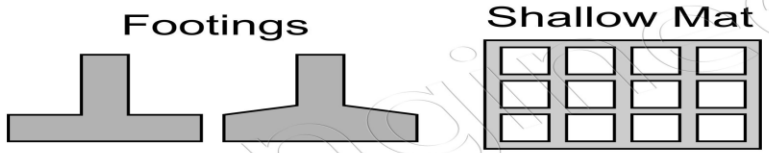
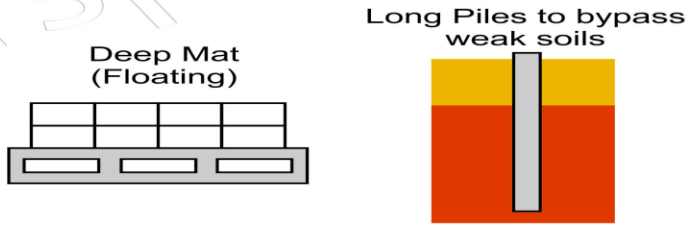
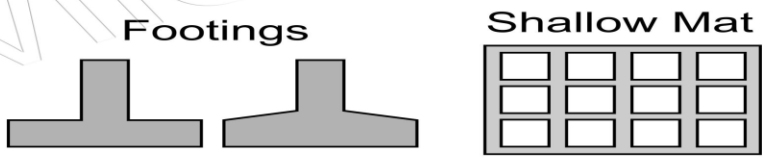
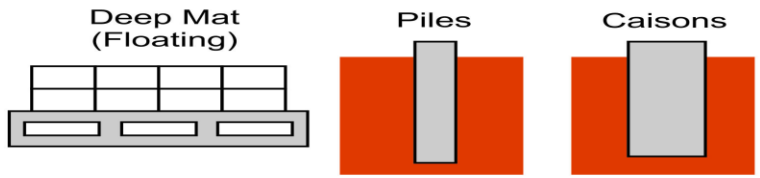
- في المنشئات العالية المعرضة للزلازل يجب كذلك تقوية هياكلها بأستعمال جدران قص خرسانية .

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.


صفحة معدنية لجلوس
الماكنة عليها
حشو خرساني لضبط
مستوى الماكنة
قاعدة خرسانية مسلحة
مفصل عزل
ارضية
طبقات فلين او مطاط
مضغوط لعزل الاهتزازات
عن الارضية

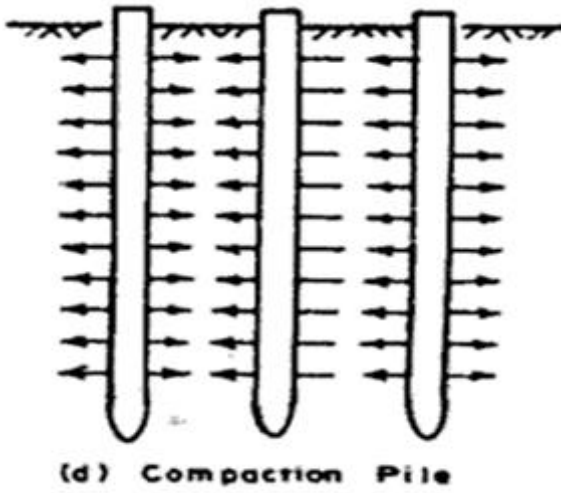
Sub Soil Conditions	Foundation Possibilities	
	Light Flexible Structures	Heavy Rigid Structures
Deep compact or Stiff Soil		
Deep compressible strata		
Soft or loose strata overlying firm strata		
Compact or stiff layer overlying soft deposit		
Alternating soft and stiff layers		

civilengineersbook.com

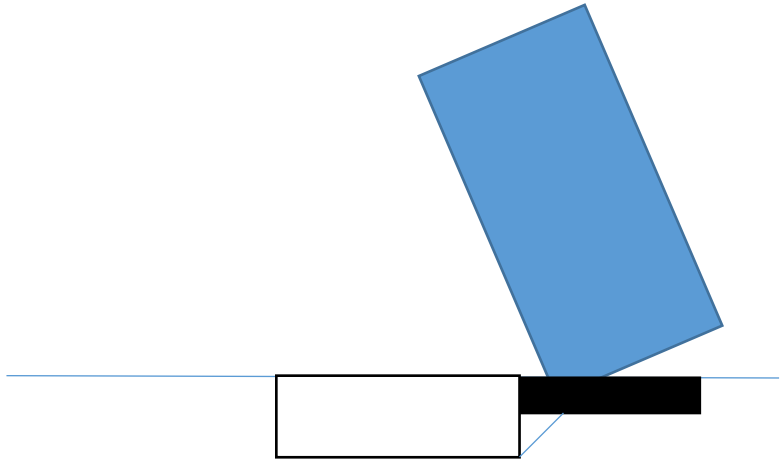
أعمال الركائز
Pile Works

- .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 ورصها.

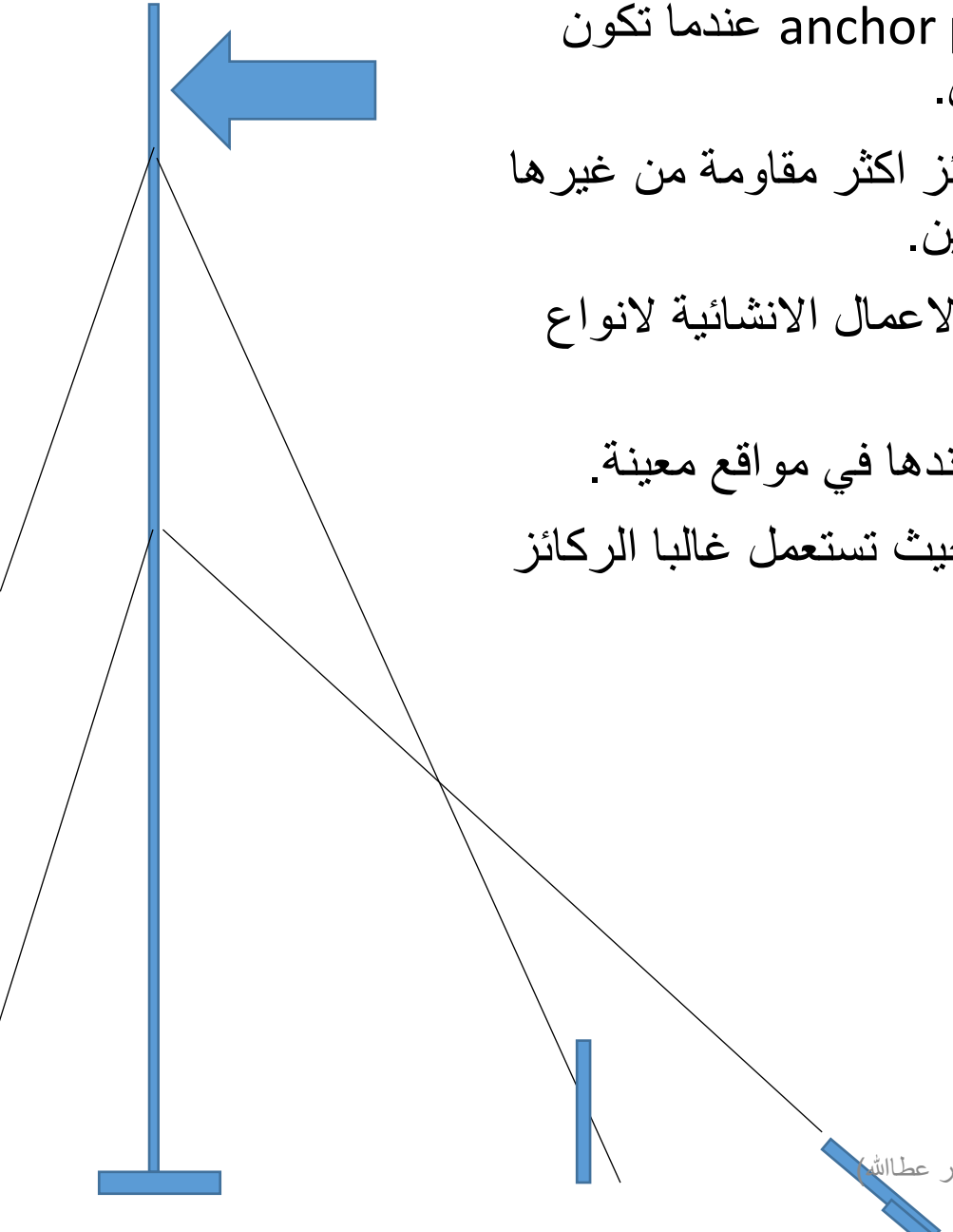


استعمالات الركائز:



- 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 كأرصفة الموانى والجسور 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.



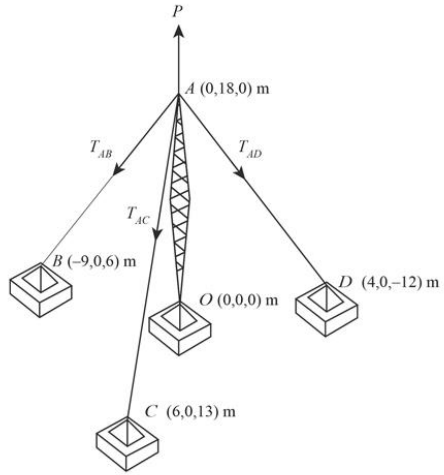
5.عندما يتطلب موازنة قوى شد او دفع جانبي وتسمى بركائز تثبيت anchor piles عندما تكون شاقولية. وتسمى بركائز تثبيت مائلة batter piles عندما تكون بميل معين.

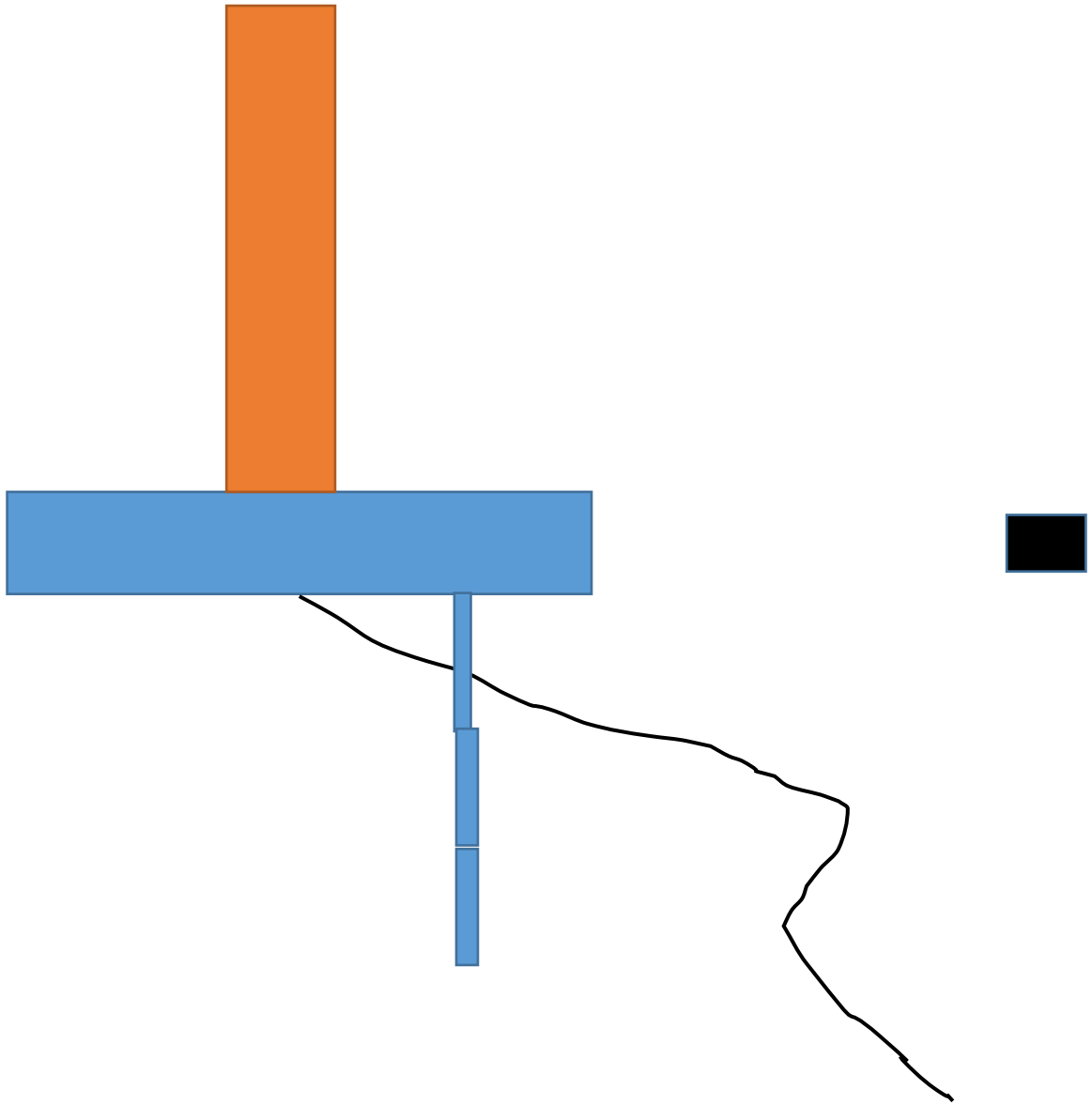
6.في المناطق التي تكثر فيها الزلازل والهزات الارضية حيث تكون الركائز اكثر مقاومة من غيرها وتوزع بمجموعات تتصل مع بعضها برباطات تقوية باتجاه واحد او اتجاهين.

7.عندما يكون مستوى الماء الجوفي مرتفعا مما يصعب معه الحفر 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 الصفيحيه المعدنية sheet piles .





STEEL SHEET PILING

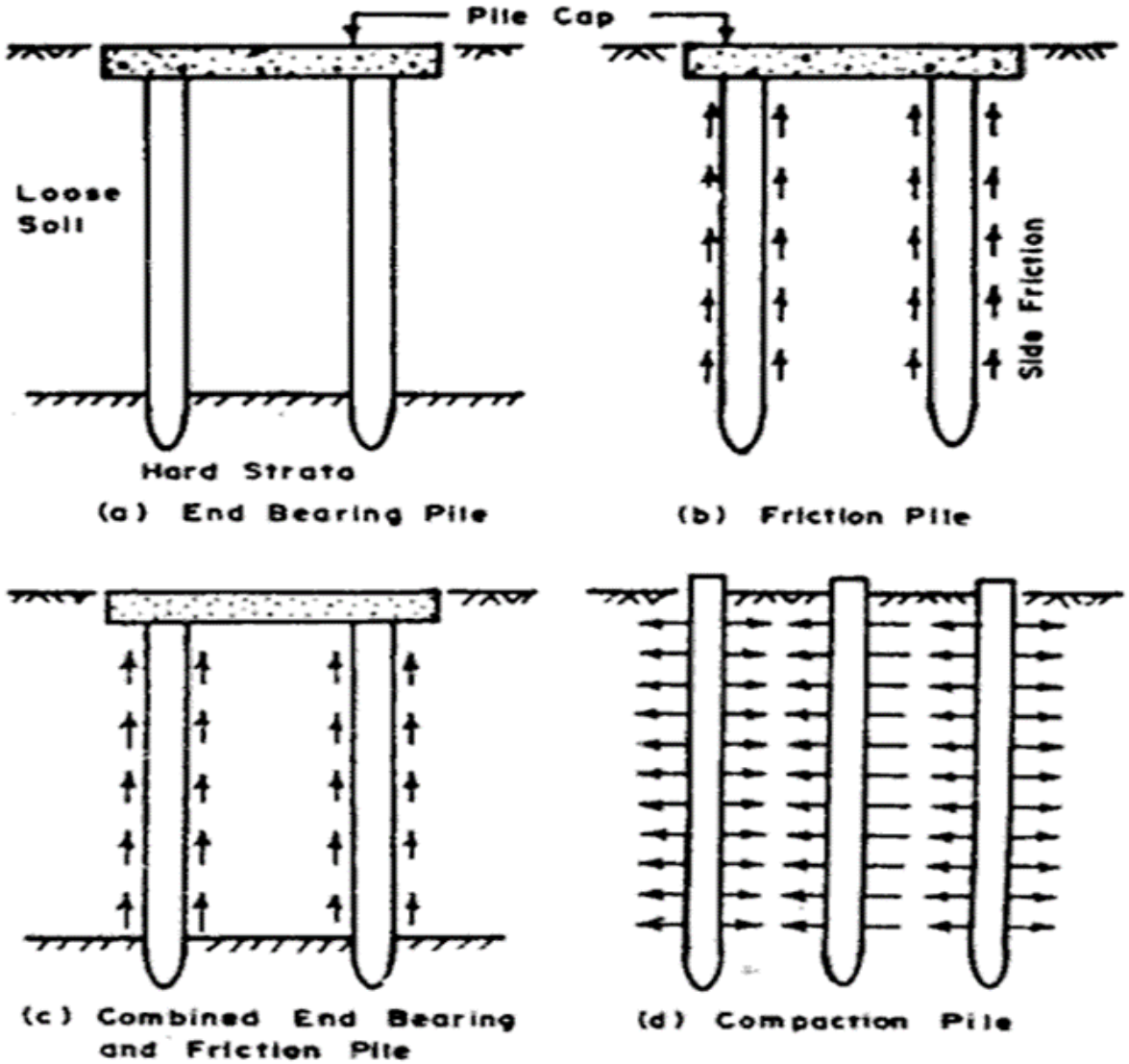
أنواع الركائز:

تصنف الركائز بنوعيات عديدة حسب العوامل التالية:

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

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

ب. ركيزة عمود end 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 المواد التي تصنع منها, واهمها:

أ- الركائز الخشبية Timber Piles.

ب- الركائز الخرسانية Concrete Piles.

ج- الركائز المعدنية Metal Piles.

أ ـ الركائز الخشبية:

- الركائز الخشبية هي اولى انواع الركائز التي استعملت بنطاق واسع منذ القدم
- كانت تصنع من الاخشاب الصلدة وهي ذات مقاومة عالية ان بقيت محاطة بظروف مناخية وجوفية مناسبة
- في حالة كون الظروف البيئية سيئة يجب معالجة الخشب بمستحضرات خاصة لتقويته وزيادة مقاومته للحشرات والتأكل 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 ومتوفره بأطوال مناسبة ويمكن ربط عدة اطوال مع بعضها بمفاصل.
- لعمل ركيزة طويلة يجب 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 صب إعتيادي Precast Piles

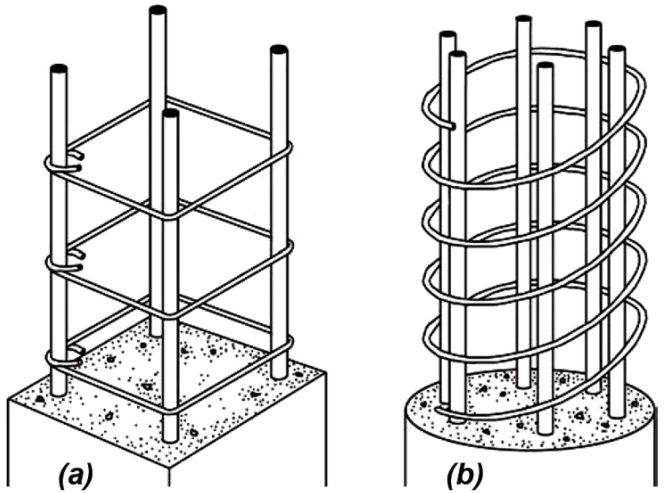
2.مسبقة صب ومسبقة جهد Prestressed – Precast Piles

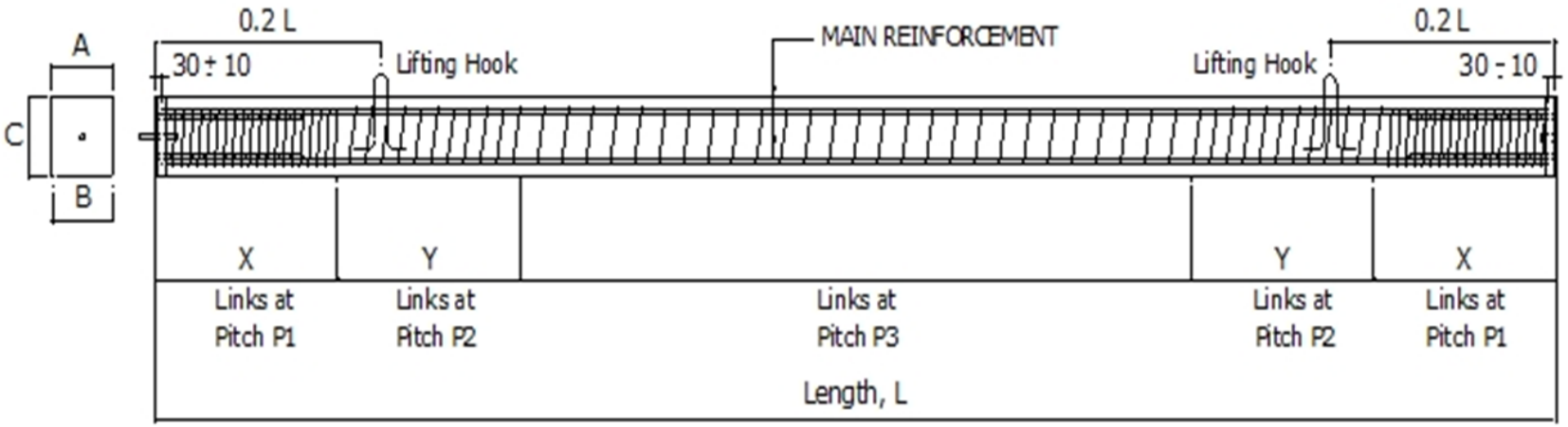
ب) الركائز ذات الصب الموقعي. Cast in Place Piles

أ- الركائز الخرسانية مسبقة الصب:

1- الركائز مسبقة الصب الأعتيادي:

- تصنع الركائز مسبقه 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.





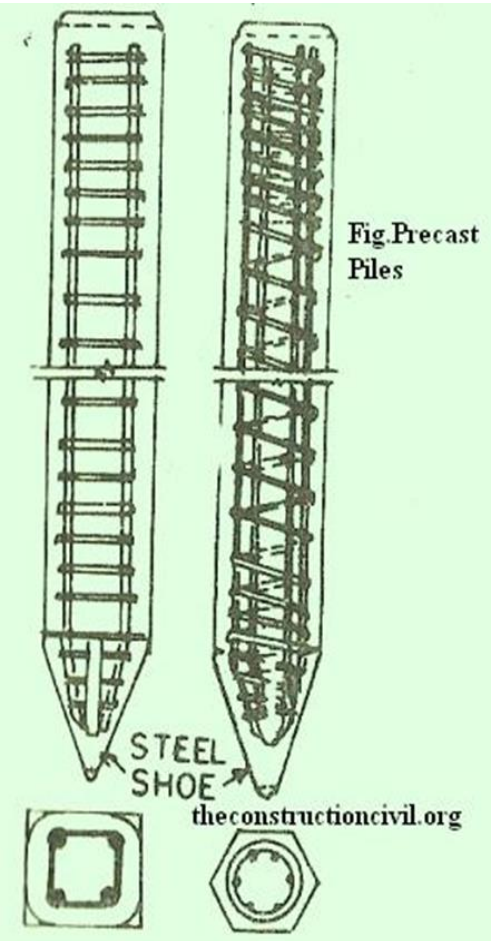
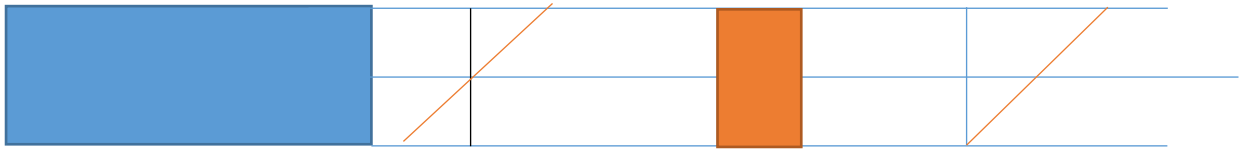


Fig.Precast Piles

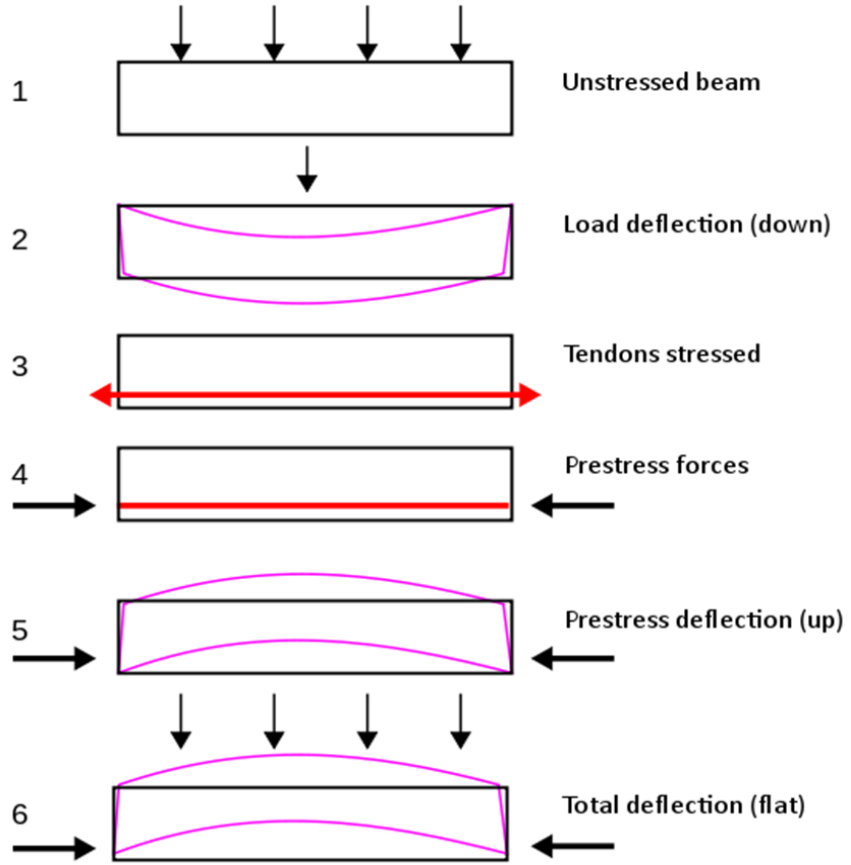
خواص الركائز الخرسانية مسبقة الصب:

1. امكانية 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.. وذلك لكونها ذات مقطع كبير عادة.



2- الركائز مسبقة الصب ومسبقة الجهد:

- مالمقصور بالأجهاد المسبق Pre-stressing ؟
- وهو تسليط قوة ضغط دائمية على المقطع الخرساني وذلك لحذف أو تقليل اجهادات الشد الناتجة عن الأحمال في الموقع.

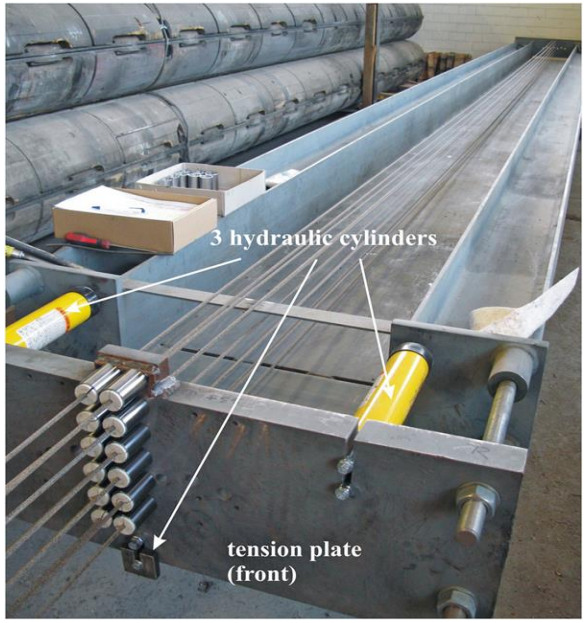


- أين يتم تسليط قوة الضغط ؟
- في معامل الصب الجاهز المتخصصة.
- كيف يتم تسليط قوة الضغط المسبقة والدائمية؟

1) يتم وضع أسلاك فولاذية عالية المقاومة على طول المقطع الخرساني (اجهاد الخضوع بحدود 1200 MPa)
2) يتم تسليط قوة شد عالية على هذه الأسلاك بمكائن خاصة مما يسبب زيادة طول هذه الأسلاك
3) تثبيت الأسلاك بشكل محكم مع المقطع الخرساني
4) فصل الأسلاك عن مكائن السحب, فتحاول هذه الأسلاك إستعادة طولها السابق فتسبب ضغط على المقطع الخرساني

الشد اللاحق post tensioning

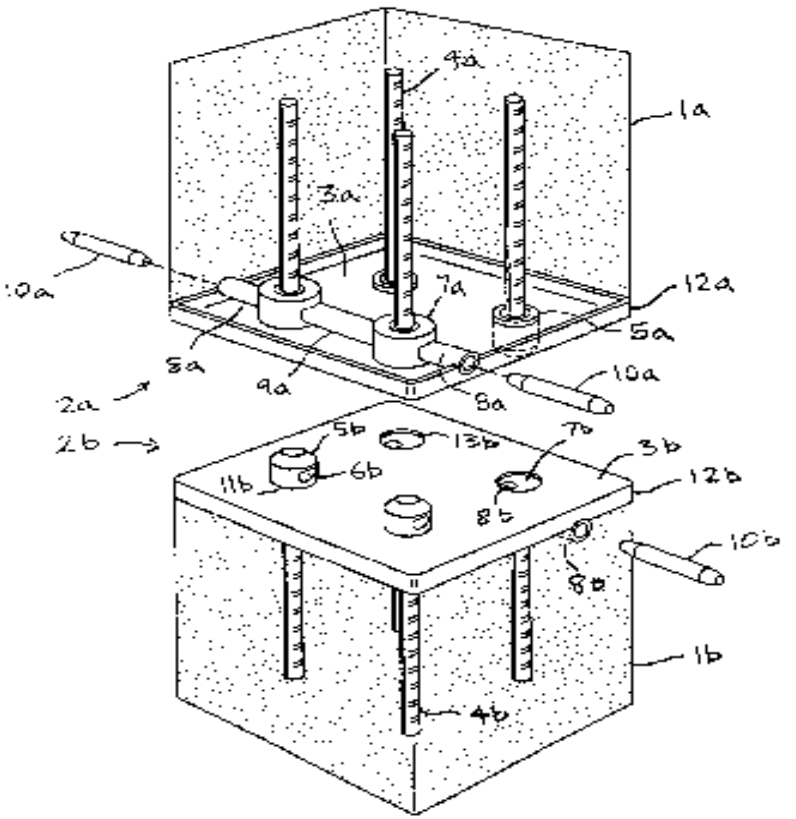
طريقة صنع مقاطع
خرسانية مسبقة الجهد



الشد السابق pre tensioning

- لغرض معالجة سلبيات الركائز مسبقة الصب الأعتيادي يتم عادة استعمال الركائز الخرسانية مسبقة الصب ومسبقة الجهد والتي تصنع باطوال قياسية من 5 متر الى 13 متر للقطعة الواحدة.
- ما هي سلبيات الركائز الخرسانية مسبقة الصب الأعتيادية؟ الجواب ذات مقطع كبير
- لماذا ؟ الجواب لمقاومة إجهادات الشد الناتجة من الدفع الجانبي من التربة أو من العزم الناتج عن عدم كون الحمل متمركز او من عدم شاقولية الركيزة. $\sigma = \frac{M.y}{I}$
- كيف يتم التغلب على هذه السلبيات؟ بإستخدام الركائز مسبقة الجهد (ذات مقطع صغير)
- لأنها معرضة مسبقا لأجهادات ضغط.
- تربط القطع مع بعضها بواسطة اقفال ولحام او وصلات خاصة للحصول على طول الركيزة المطلوب.

طرق الركائز الخرسانية مسبقة الجهد



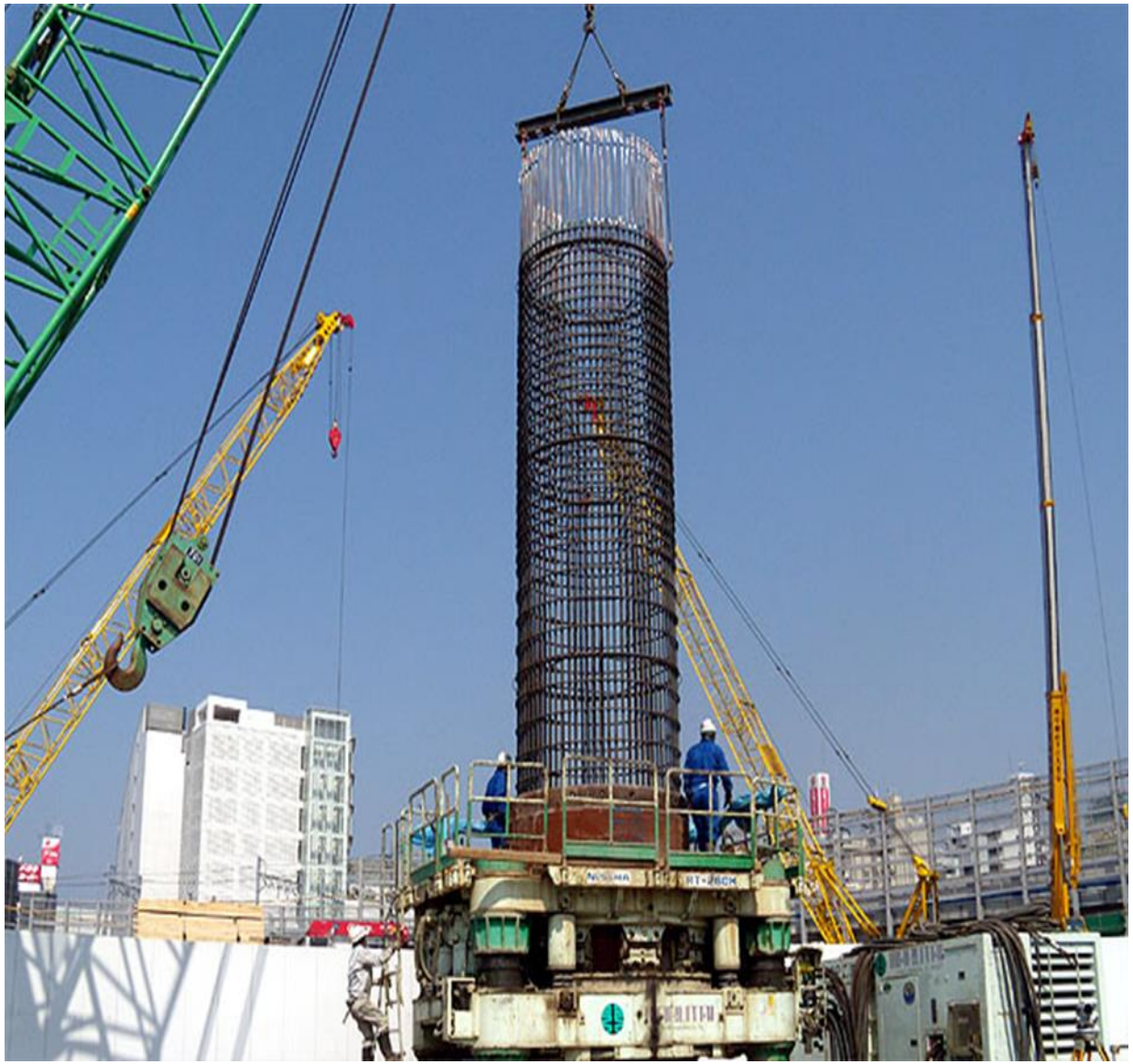
تفاصيل ربط الركائز

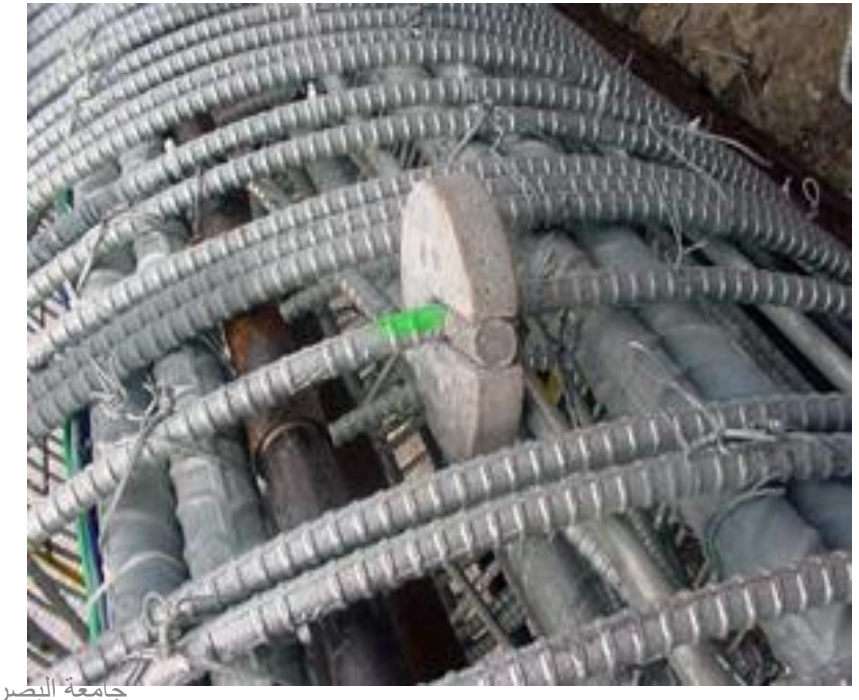
- يتم معالجة الركائز الخرسانية بالطلاء القيري لكامل طول الركيزة او للجزء المعرض للطبقات التي تحتوي على املاح.
- تكون الركائز مسبقة الصب مسبقة الجهد اكثر اقتصادية من الركائز مسبقة الصب الأعتيادية من ناحية:

1) تقليل المواد المستعملة لعمل ركيزة بنفس الكفاءة حيث يكون مقطع الركيزة مسبقة الجهد اصغر مما يسهل عملية اختراقها لطبقات التربة اثناء الدق, سهولة النقل وسهولة الطرق.
2) اكثر مقاومة لقوى الشد وعزوم الأنحناء ان وجدت.

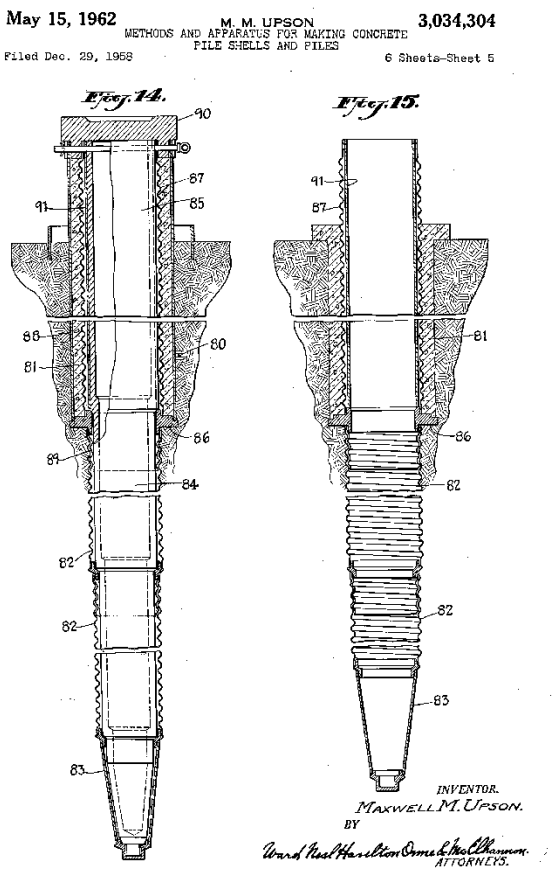
ب. الركائز الخرسانية ذات الصب الموقعي:

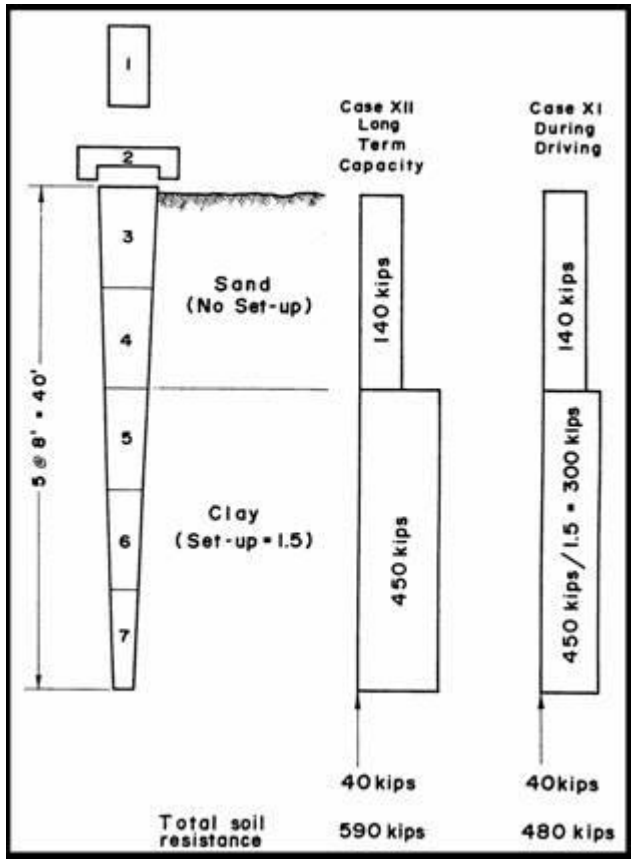
- الركائز الخرسانية ذات الصب الموقعي هي التي يتم صبها داخل حفرة اسطوانية يتم حفرها شاقوليا في التربة في المكان المطلوب تصميميا.
- يمكن اسناد جوانب الحفرة بغرز اسطوانة معدنية قد تبقى في موقعها بعد صب الخرسانة او تسحب اثناء الصب تدريجيا.
- يجب تجنب تسرب المياه الجوفية والتربة الى الفجوات والجيوب في الخرسانة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

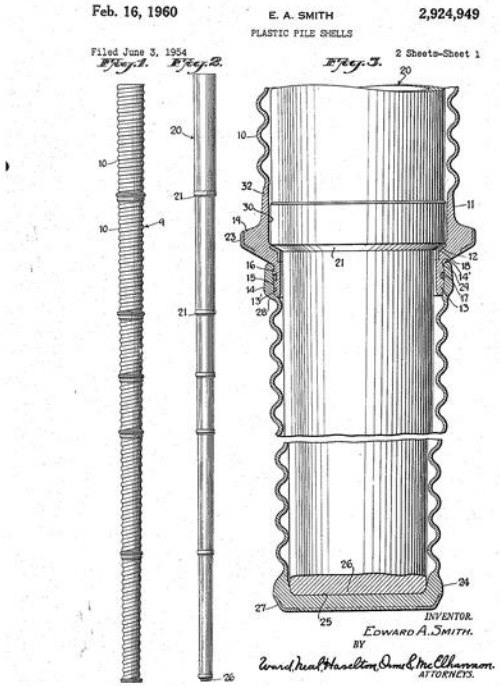


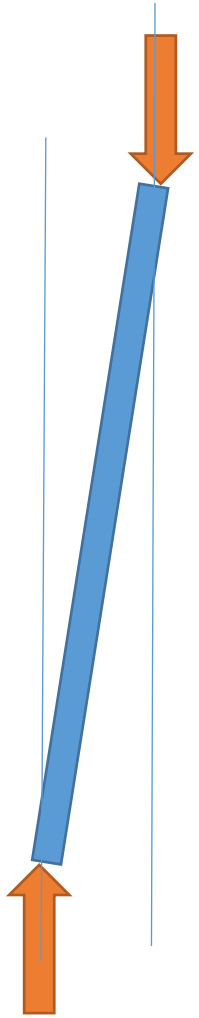


- هناك انواع من الركائز ذات الصب الموقعي تدق فيها اسطوانة معدنية مسلوبة ذات اوجة مضلعة او لولبية لتزيد من مساحتها السطحية ومقاومتها للاحتكاك مع التربة المتلاصقة بها وتترك في التربه.
- تصنع اجزاء الاسطوانة المسلوبة عادة بقطر حوالي 20 سم في الاسفل وتتوسع نحو الاعلى تدريجيا وبأقطار قياسية.
- من انواع هذه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


May 15, 1962
M. M. UPSON
3,034,304
METHODS AND APPARATUS FOR MAKING CONCRETE PILE SHELLS AND PILES
Filed Dec. 29, 1958
6 Sheets-Sheet 5
Fig. 14.
Fig. 15.
INVENTOR.
MAXWELL M. UPSON.
BY
ATTORNEYS.

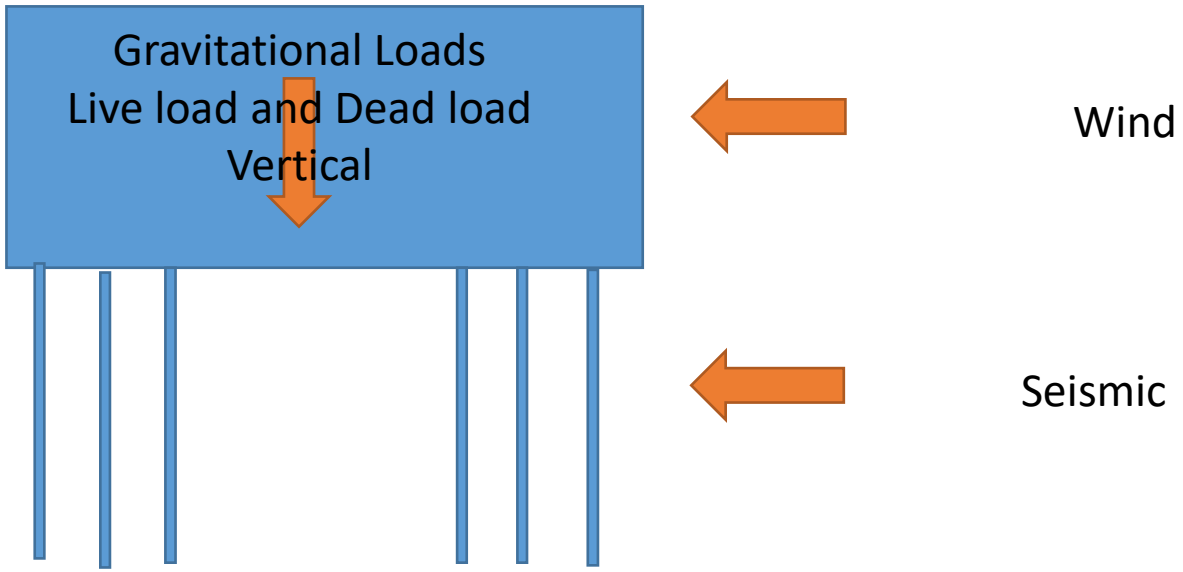

1
2
3
4
5
6
7
5 @ 8' = 40'
Sand
(No Set-up)
Clay
(Set-up = 1.5)
Case XII
Long
Term
Capacity
Case XI
During
Driving
140 kips
450 kips
140 kips
450 kips / 1.5 = 300 kips
40 kips
40 kips
Total soil resistance
590 kips
480 kips


Feb. 16, 1960
E. A. SMITH
2,924,949
PLASTIC PILE SHELLS
Filed June 3, 1954
2 Sheets-Sheet 1
INVENTOR.
EDWARD A. SMITH.
BY
ATTORNEYS.



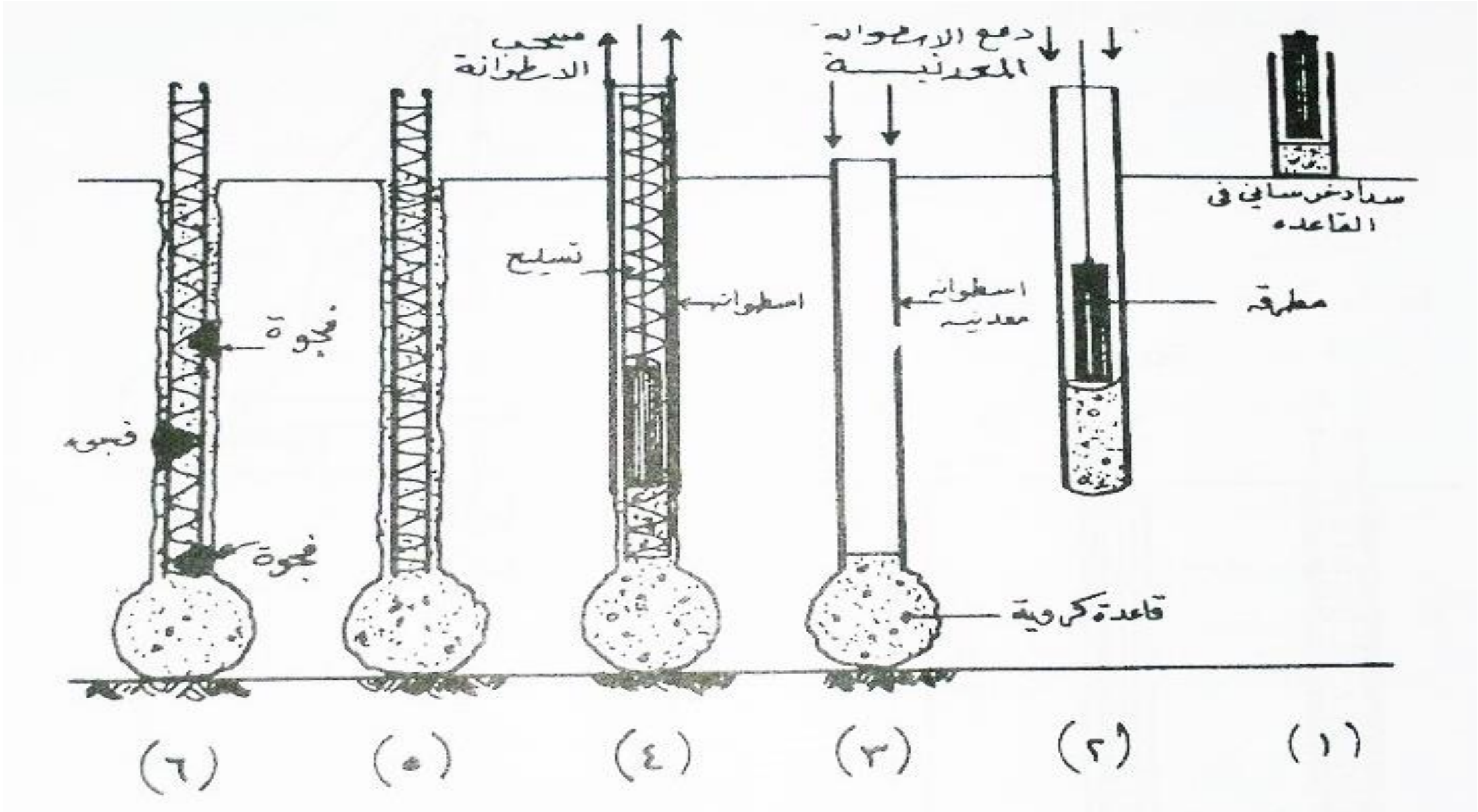
- فوائد تسليح الركائز:

1. مقاومة عزم الانحناء الذي قد ينتج عن 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.

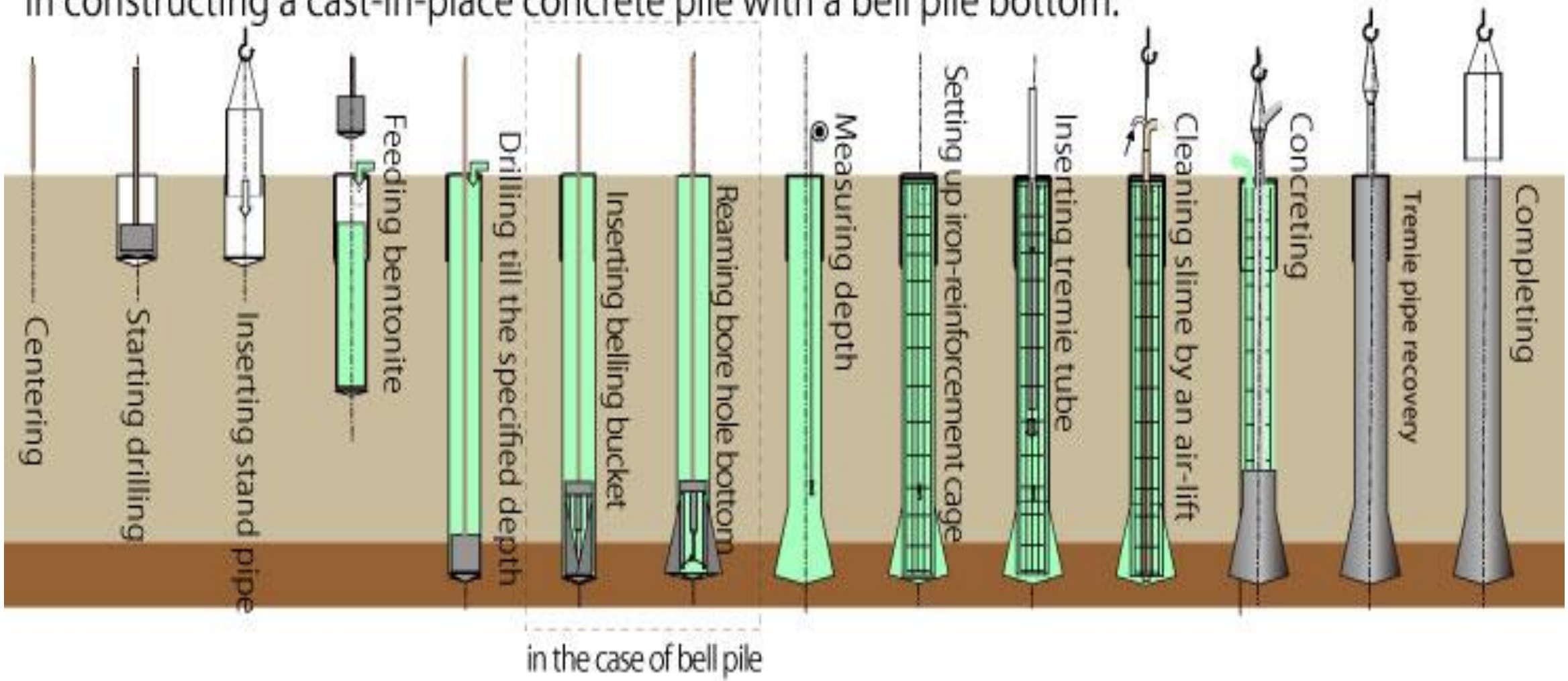

سحب الاسطوانة
دفع الاسطوانة المعدنية
سداد خرساني في القاعده
تسليح
اسطوانه
اسطوانه معدنيه
مطرقه
فجوه
فجوه
قاعدة كروية
(٦)
(٥)
(٤)
(٣)
(٢)
(١)

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.



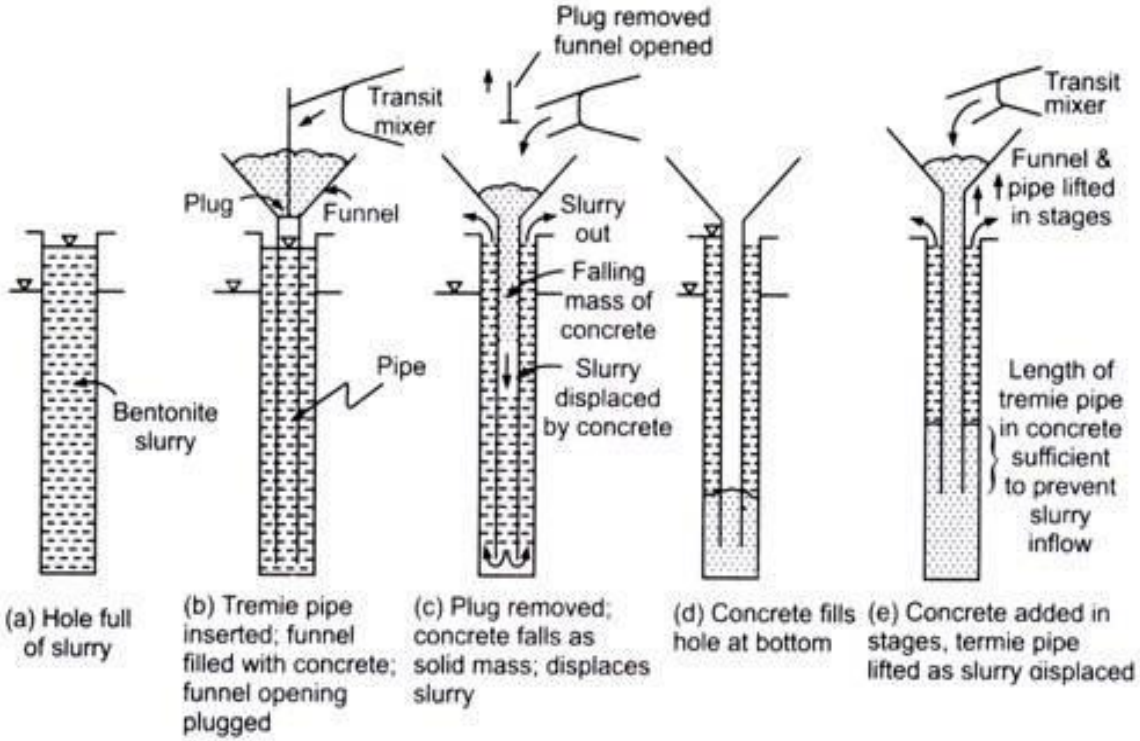


FIG. 11.24 Concreting using tremie pipe

الركائز المعدنية Metal Piles:

تستعمل الركائز المعدنية عندما:

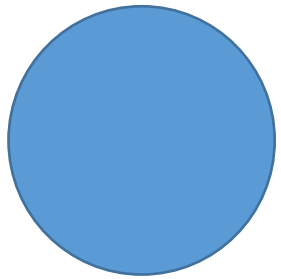
1. يكون عمق الطبقة القوية كبيرا.
2. عندما يراد تجنب مشكلة انجراف.

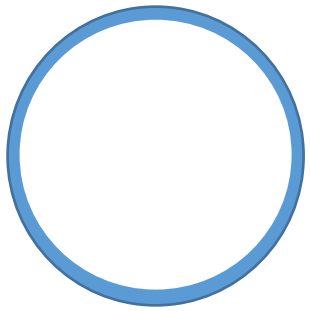
في كلا الحالتين يتطلب الأمر دق الركيزة الى عمق كبير قد لايمكن ايصال الركائز الخرسانية اليه.

- 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 الستعمال في الركائز المعدنية هي:

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





Concrete pile

$A=0.4*0.4=0.16\ m^2$

F= 30*0.16= 4.8 MN=4800000N=4800 kN

L=20 m

Circum=1.6 m

surface area= 32 m^2

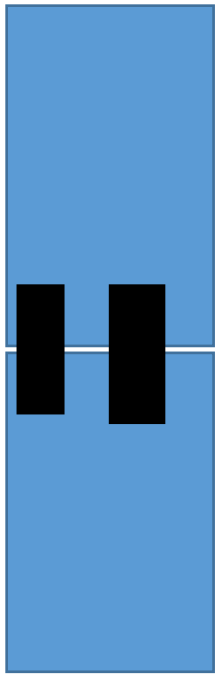
Steel pile

F= 250 MPa

As= 0.0192

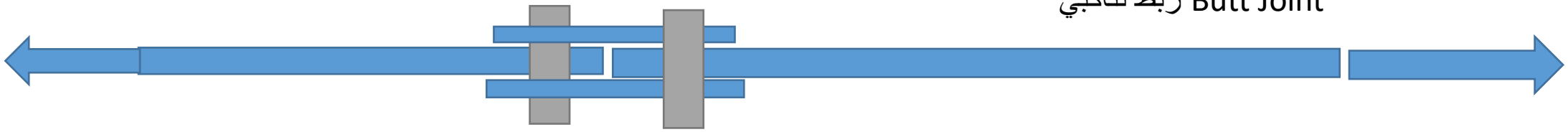
B=0.14

Surface area = $0.14*4*20= 11.2\ m^2$



- 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.

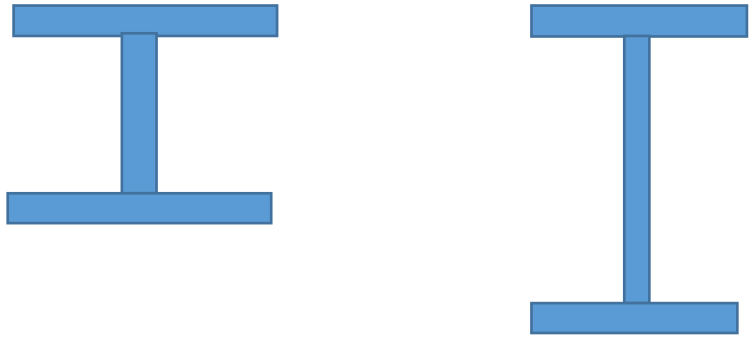
Lap Joint ربط بالتراكب



Butt Joint ربط تناكبي

STEEL PILING

29-013



طرق حماية الركائز المعدنية من التآكل بتاثير 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.

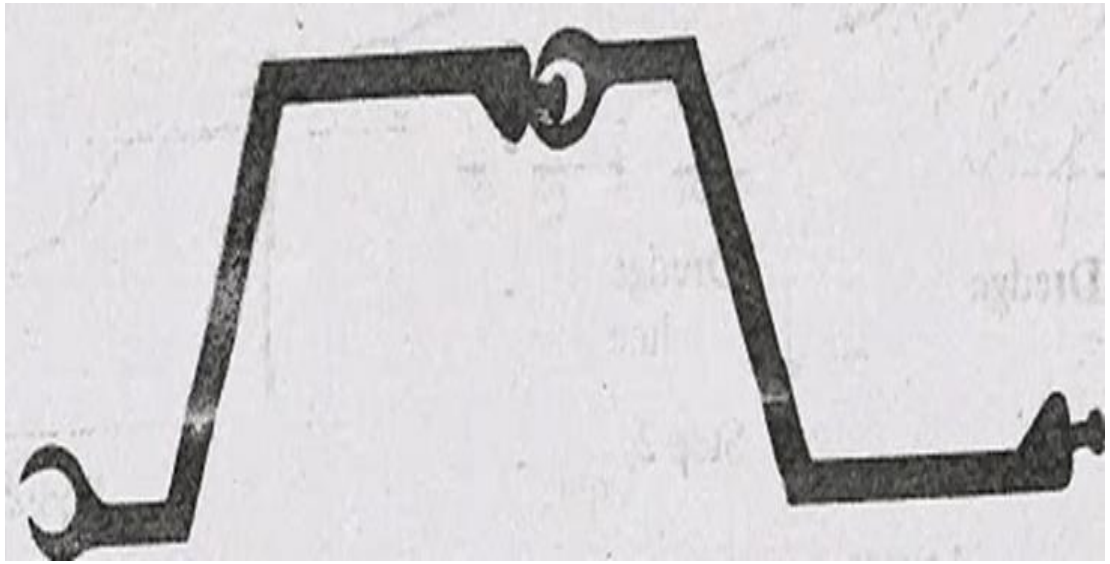
- **ملاحظة:**

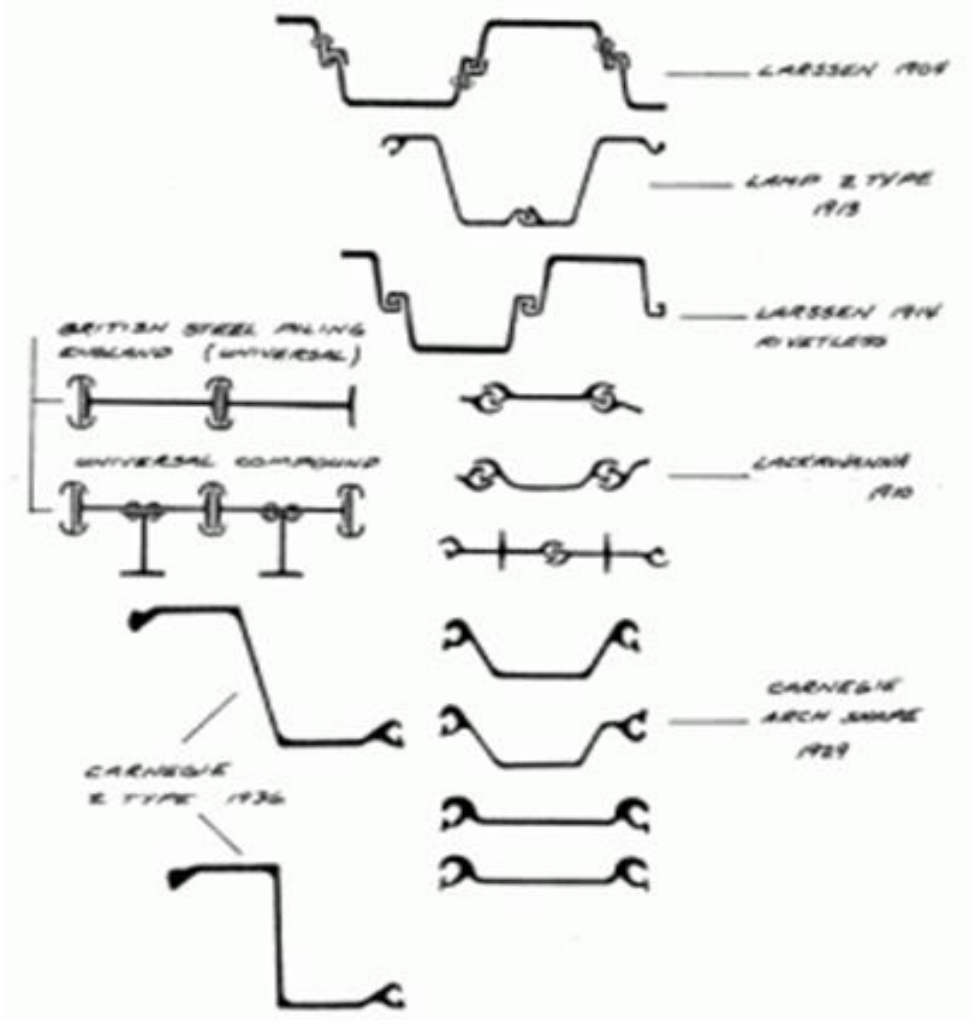
- في حالة استعمال الركائز ذات المقطع الصندوقي او الأنبوبي فأن تآكل اوجه الركيزة من الداخل يمكن تجنبه بغلق فوهة الركيزة من الاعلى لتجنب دخول الهواء.

- 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 حافاتها لتكوين حاجز صندوقي مجوف أو مملوء بالتربة.
- يمكن ايضا استعمال اللحام والبرشمة (rivets) لربط القطع مع بعضها.




LARSSEN 604
LARSSEN AIN
CARNEGIE
CARNEGIE

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 موقعيا بعد اكمال حفرياتها بطرق عديدة اهمها:

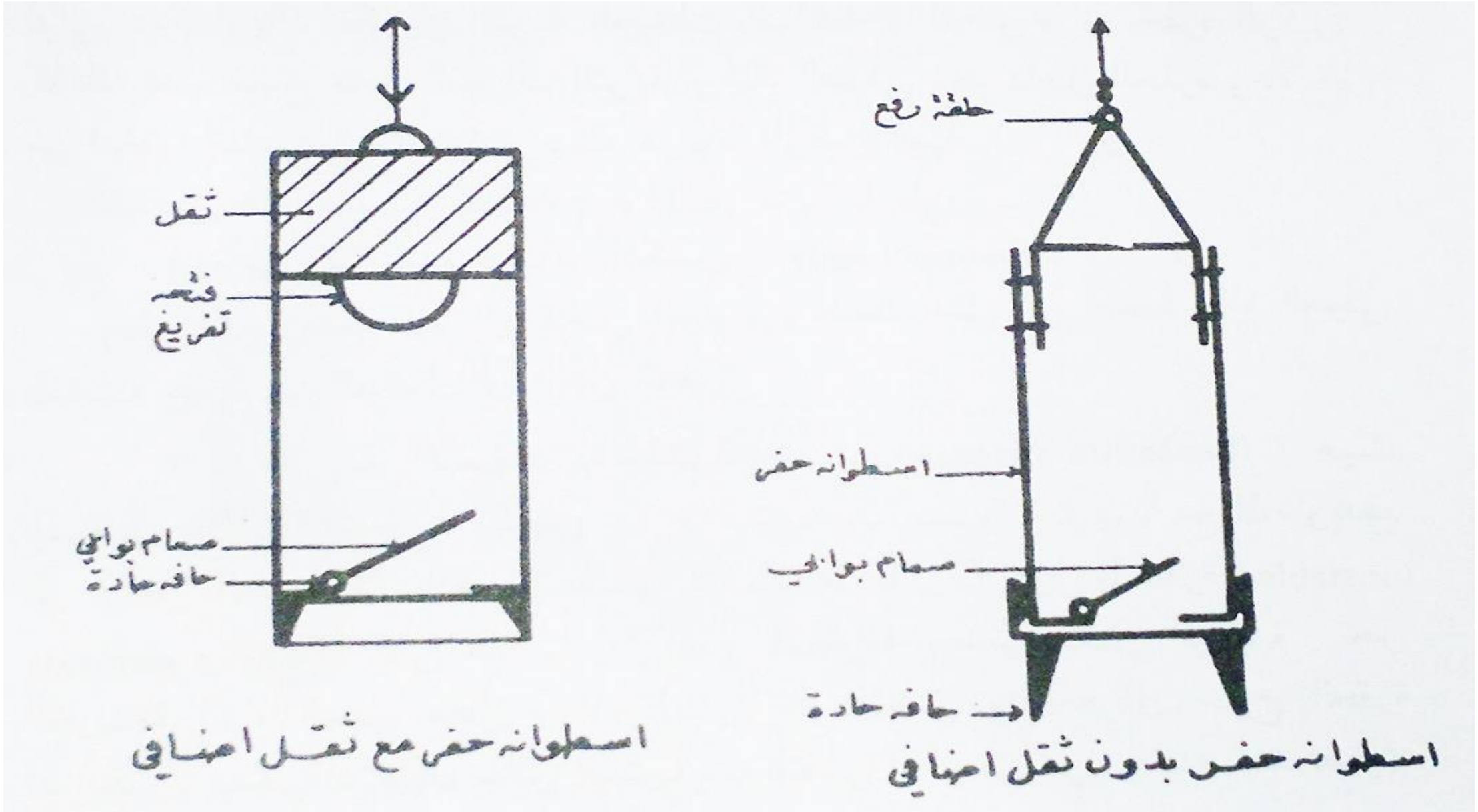
أ- ألحفر المطرقي.

ب- الحفر الدواري.

ج- الحفر الدواري بالهزات.

أ. الحفر المطرقي:

- 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.


حلقة رفع
اسطوانة حفر
صمام بوابي
حافة حادة
اسطوانة حفر بدون ثقل اضافي
ثقل
فتحة تفريغ
صمام بوابي
حافة حادة
اسطوانة حفر مع ثقل اضافي

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 الحفرة في الأسفل بشكل مخروط عن طريق جهاز ملحق ذو زعانف.

ج- الحفر الدواري بالهزات:

- يتم غرز اسطوانة معدنية داخل التربة عن طريق الضغط والأهتزاز.
- يتم استخراج التربة من داخل الأسطوانة بواسطة حفارة لولبية.

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

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

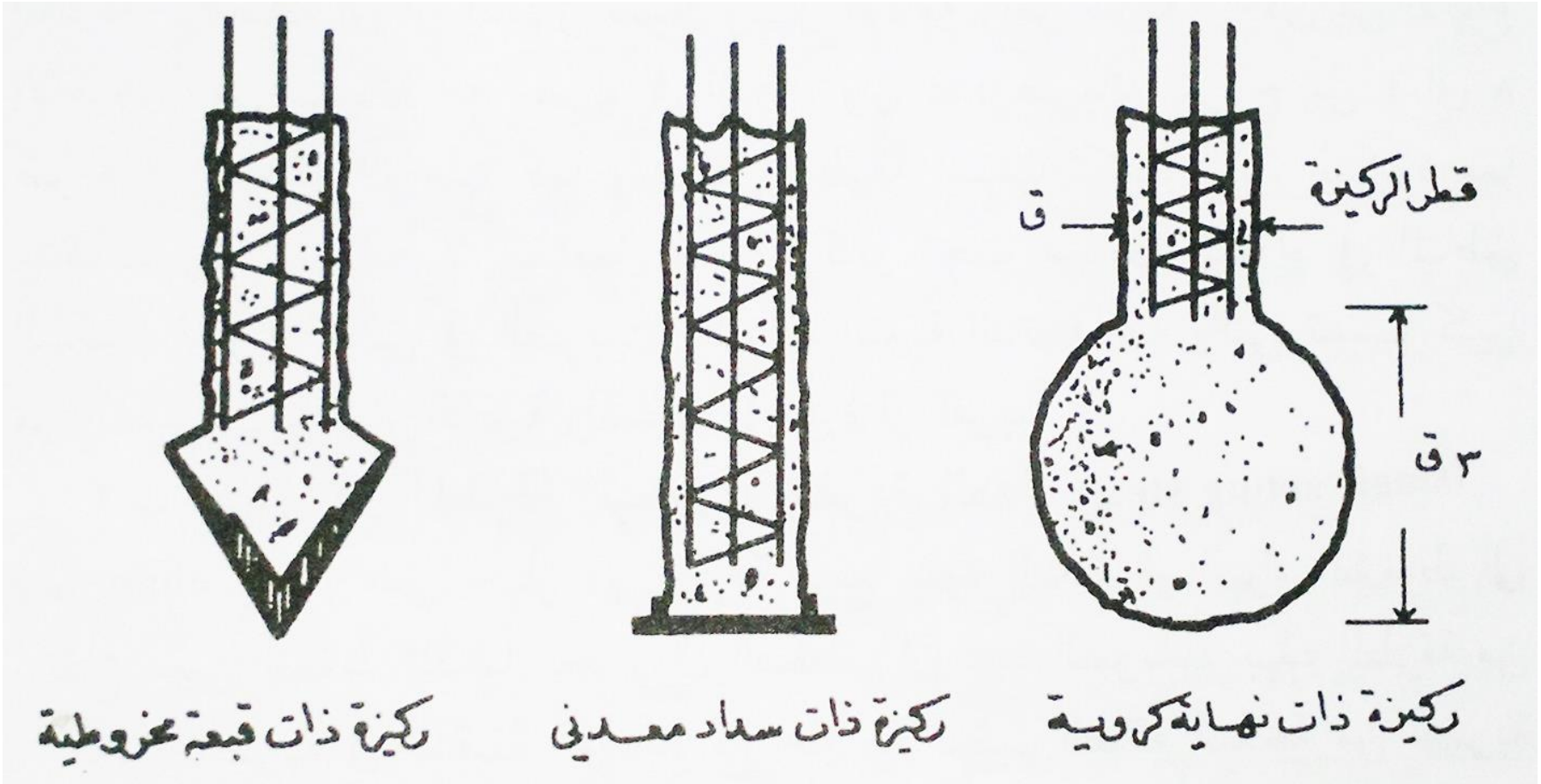
2.طريقة الاسناد بالبنتونايت: يمزج البنتونايت بنسبة وزن 6% مع الماء ويدفع الى داخل الحفرة لاسنادها وتبطينها في طبقات التربة الغير المستقرة وللاعماق التي لا تستعمل فيها اسطوانة معدنية لعمل الركيزة. تحل الخرسانة اثناء الصب محل سائل البنتونايت الثخين وتدفعة الى خارج الحفرة تدريجيا .

- تستعمل ركائز الحفر الدواري في:

1. المناطق التي يتطلب تقليل الهزات والاصوات الناجمة من الطرق الاخرى لعمل ودق الركائز.
2. المناطق التي تجاورها ابنية ومنشأت 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 داخل 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 التربة نحو الجوانب والاسفل اثناء دق الاسطوانة بضربات المطرقه وزخمها.
- يتوجب حمايه راس الركيزة واسطوانتها من صدمات ضربات المطرقة باستعمال وساده او قبعة خاصه (driving head) ترفع بعد الانتهاء من عمليات الدق.


قطر الركيزة
ق
٣ ق
ركيزة ذات نهاية كروية
ركيزة ذات سداد معدني
ركيزة ذات قبعة مخروطية

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 بدلا 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.
- يترواح عدد الضربات بين 4 – 8 ضربات بالدقيقة.

2. جهاز ذو المطرقة 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 ضرباتة 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. اقتصاديتة في التشغيل.
4. ملائمة لدق الركائز تحت سطح الماء.

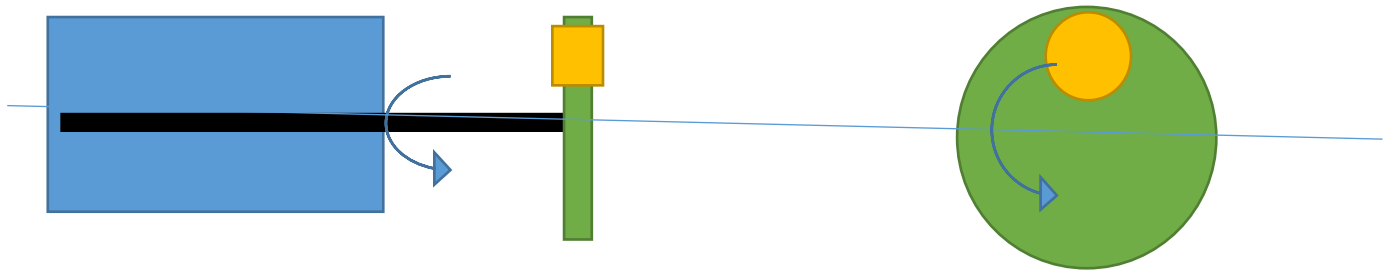
5. جهاز ذو مطرقة الديزل:-

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

1. سهولة الادامة .
2. كونة اقتصادي لانه يعتمد على وقود ثقيل.
3. ذو استعمالات محدودة لقلة ضرباتة.
4. صعوبة تنظيم الطاقة.

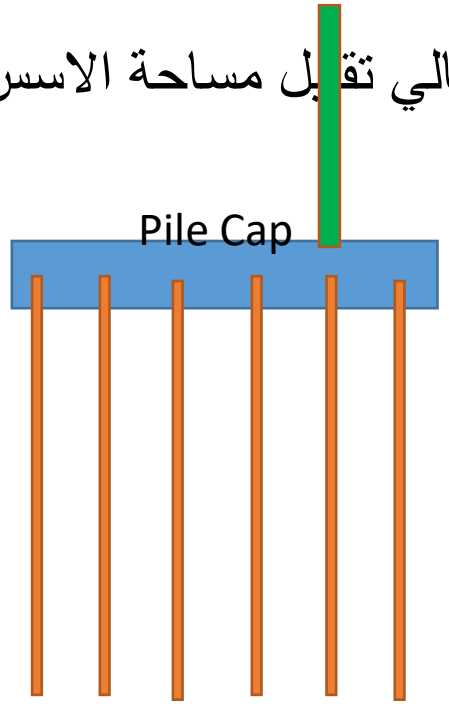
6. اجهزة سوق ركائز اهتزازية:-

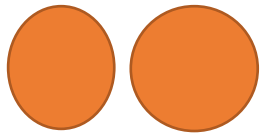
- يحتوي هذا الجهاز على محاور واثقال غير تمركزية تحدث بحركتها التناوبية هزات تنتقل الى الركيزة والتربة الملاصقة لها وتضعف اجهادات الاحتكاك السطحي بينهما وبهذا تساعد على دفع الركيزة بسرعة.
- تستعمل اجهزة الدق الاهتزازية كثيرا في الركائز اللوحية والركائز مسبقة الصب.
- لاتؤثر الأهتزازات في الأبنية المجاورة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

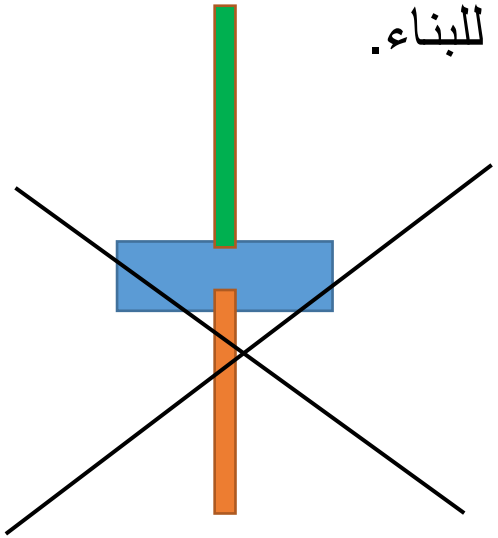


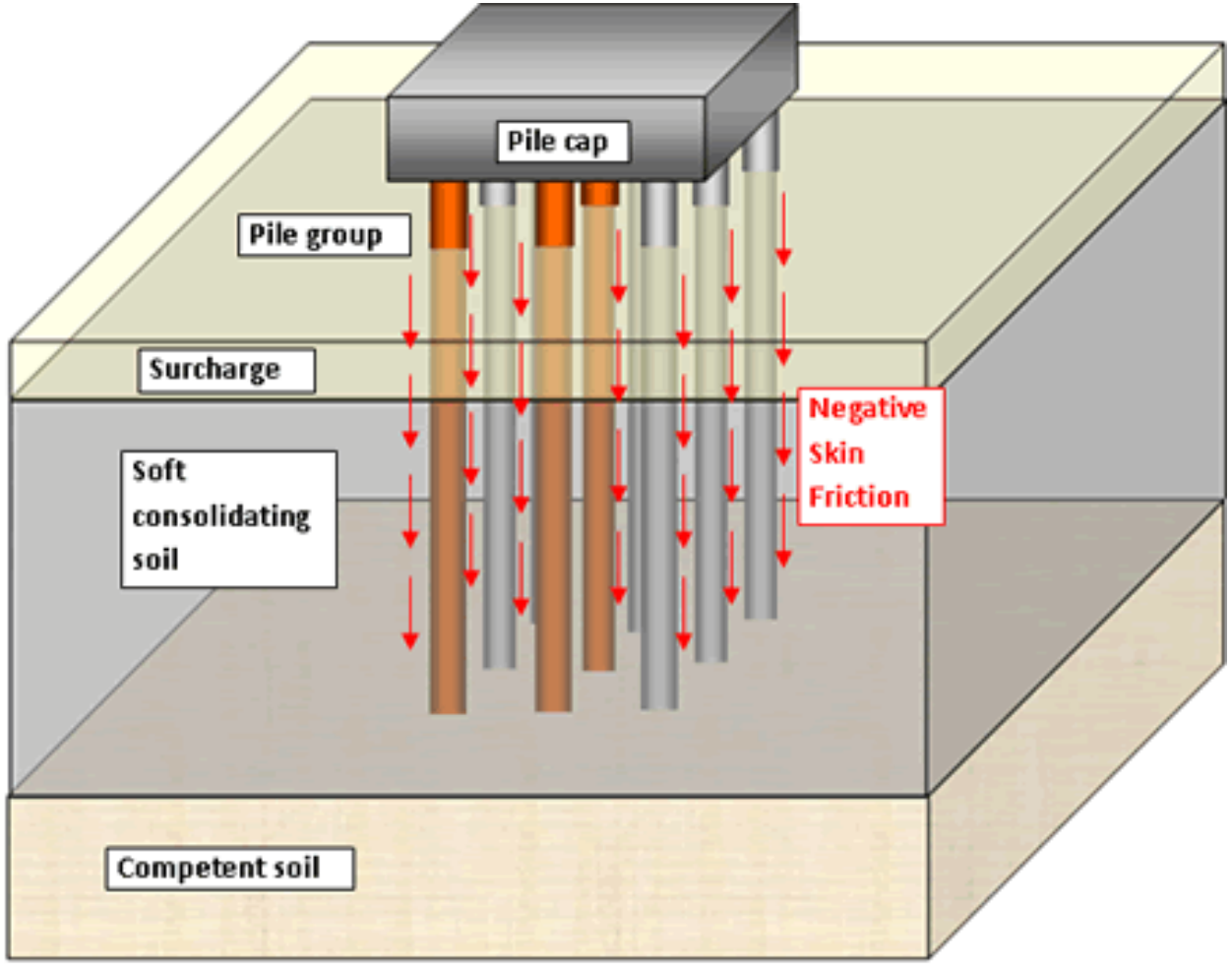
مجموعات الركائز (Pile Groups):

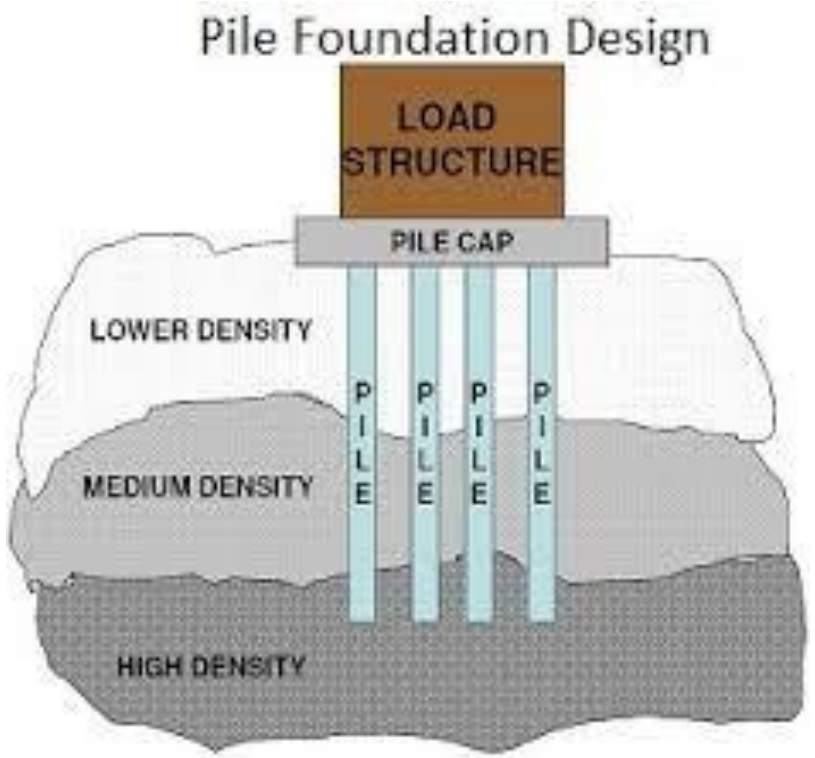
- توزع الركائز بمجموعات مختلفه لتنقل احمال معينه الى التربة تتراوح المسافة بين مراكز الركائز المتجاورة بين 2.5 – 3.5 مرة بقدر قطر الركيزة وتعتمد على عوامل تخص نوعية الركيزة وابعادها وطرق تنفيذها وعملها ومقدار تحمل مجموعة الركائز للاثقال ونوعية التربة التي تدق فيها الركائز.
- يفضل دائما تقليل المسافة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








Pile cap
Pile group
Surcharge
Soft consolidating soil
Negative Skin Friction
Competent soil


Pile Foundation Design
LOAD STRUCTURE
PILE CAP
LOWER DENSITY
MEDIUM DENSITY
HIGH DENSITY
PILE
PILE
PILE
PILE

عامل التنقيص لعمل مجموعة الركائز (كفاءة مجموعة الركائزة):

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

Capacity of one Pile = 40 ton

Capacity of Group of two piles= (1-0.06)*(40+40) = 0.94*80=75.2 ton

Capacity of 9 piles group= (1-0.28)*9*40 =

فحص تحميل الركيزة:-

- ويقصد به فحص قدرة التربة على إسناد 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.(30 يفحص 2, 100 ركيزة 2, 200 يفحص, 250 يفحص 3)
- 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 تصلدها الاولي الفترة اللازمة لمقاومة احمال الفحص.
- يجب عند فحص الركائز توفير المقاييس والشواخص لقراءة النزول واحمال الفحص وان تكون المقاييس مفحوصة 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) :-

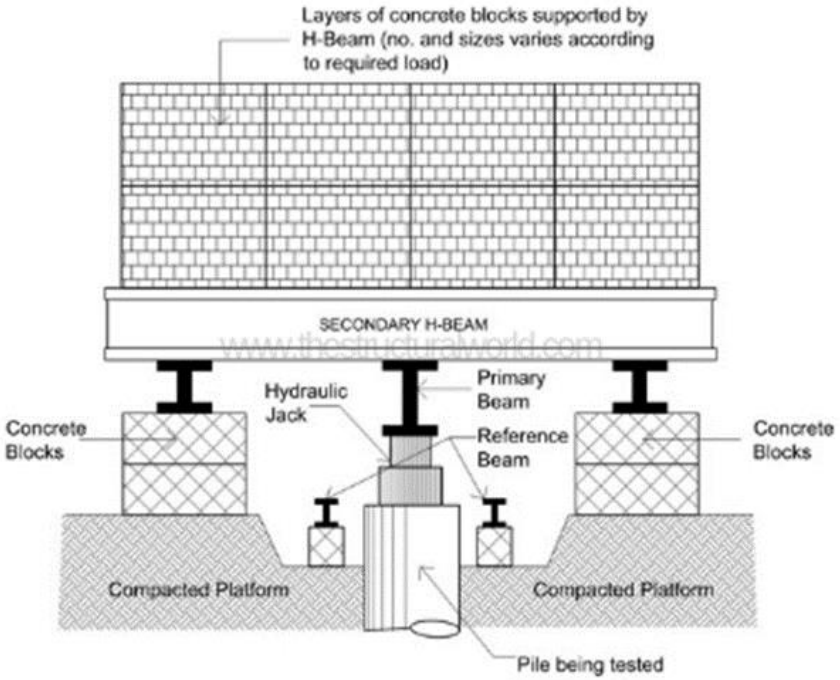
- يتم متابعة ضربات مطرقة جهاز دق ركيزة الفحص وتسجيل مقدار هبوط الضربات.
- يستعمل معدل هبوط من 5 – 10 ضربات الاخيرة من طول الركيزة في معادلة هندسية خاصة تعتمد على طريقة الدق والمطرقة المستعملة ويتم ايجاد تحمل الركيزة بموجبها.
- يستعمل هذا الفحص عادة لتحديد العمق الذي يجب ان تساق فية الركيزة موقعيا لاعطاء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

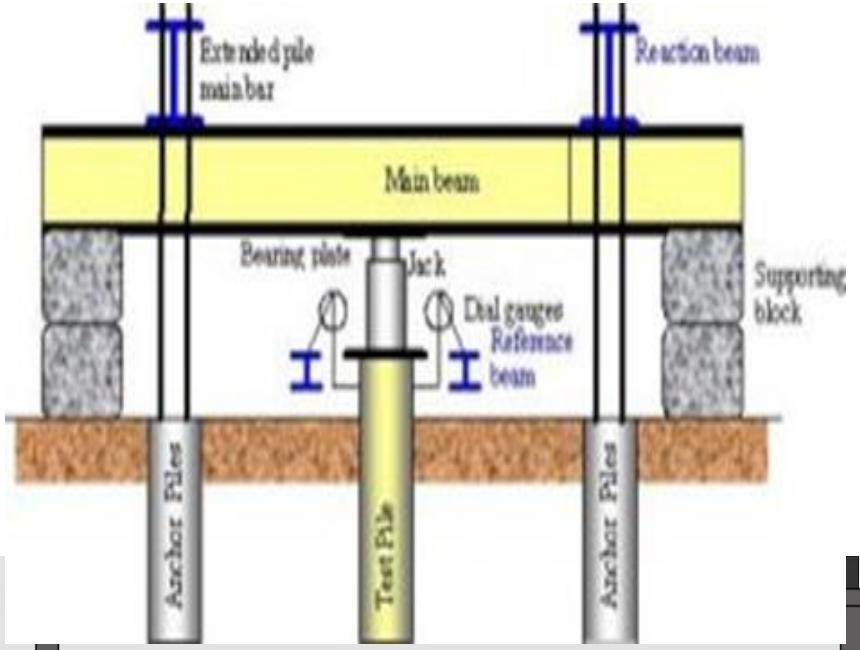
2. فحص التحميل الستاتيكي (الساكن) :-

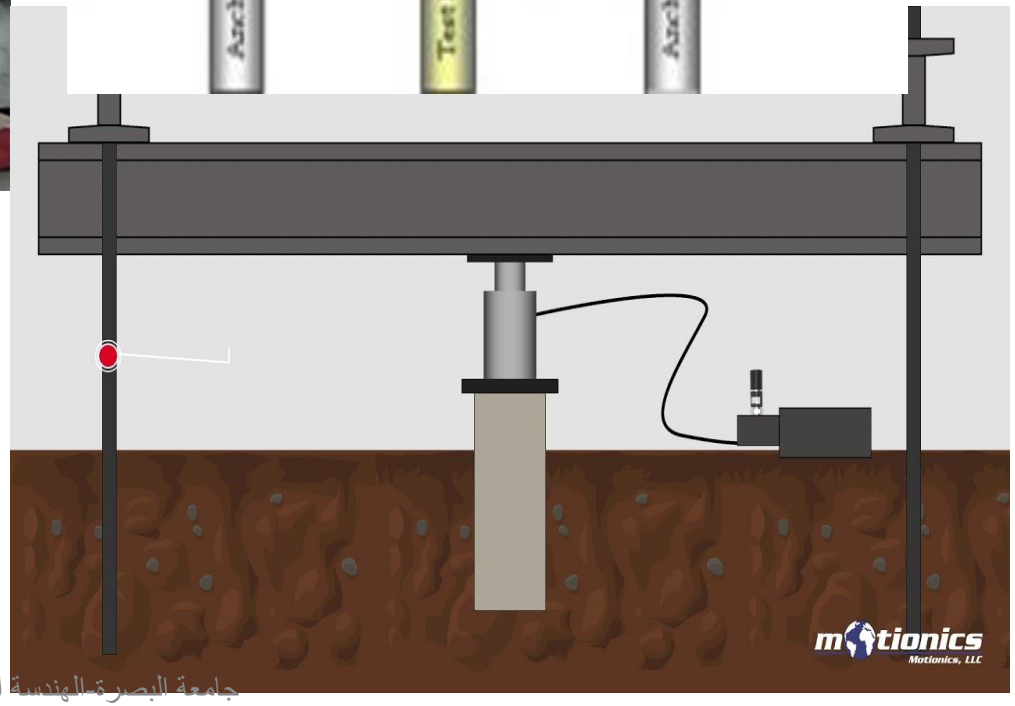
عبارة عن تحميل ركيزة فحص باحمال ويكون بحالات منها:

أ. التحميل الاتلافي Failure (Destructive) 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 عندة بالحمل الاقصى.


Layers of concrete blocks supported by H-Beam (no. and sizes varies according to required load)
SECONDARY H-BEAM
Hydraulic Jack
Primary Beam
Reference Beam
Concrete Blocks
Concrete Blocks
Compacted Platform
Compacted Platform
Pile being tested


Extended pile main bar
Reaction beam
Main beam
Bearing plate
Jack
Dial gauges
Reference beam
Supporting block
Anchor Piles
Test Pile
Anchor Piles


motionics
Motionics, LLC

- 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 المسلطة عليها لفترة زمنية معينة تحدد بساعة واحدة او ساعتين حسب مقدار النزول

Routine Vertical Pile Load Test Step by Step

Static pile test:

Design capacity =30 ton

Test of working pile

Load of test= 1.5*30 = 45 ton

Apply 0.25 (30)= 7.5 ton for 1h measure the settlement (mm)

Apply 15 ton settlement

22.5 ton

30

37.5 ton

45 ton for 24 or 48

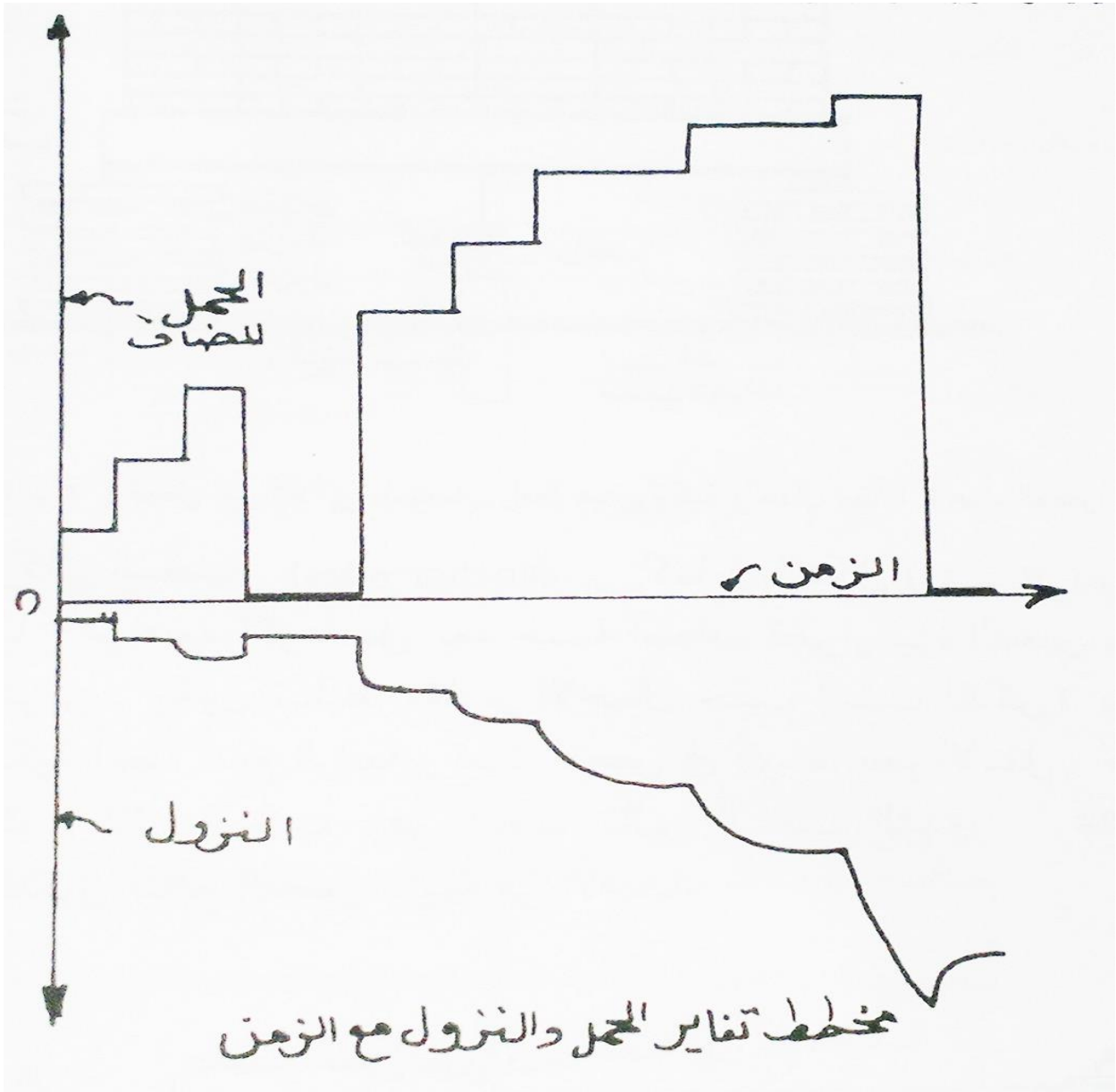
37.5 ton measure the recovery (uplift)

30, 22.5, 15, 7.5, 0

Load increment (Ton)	Applied load (ton)	Increase in settlement (mm)	Total settlement (mm)
0	0	0	0
7.5	7.5	3 after 1 h	3.0
7.5	15.0	4 after 2 h	7.0
7.5	22.5	3.5	10.5
7.5	30	3.5	14.0
7.5	37.5	4.5	18.5
7.5	45	6 after 24 h or 48 h	24.5
-7.5	37.5	-2.5	22.0
-7.5	30.0	-3.0	19.0
-7.5	22.5	-3.5	15.5
-7.5	15	-2.0	13.5
-7.5	7.5	-3.0	10.5
-7.5	0	-2.5	8.0

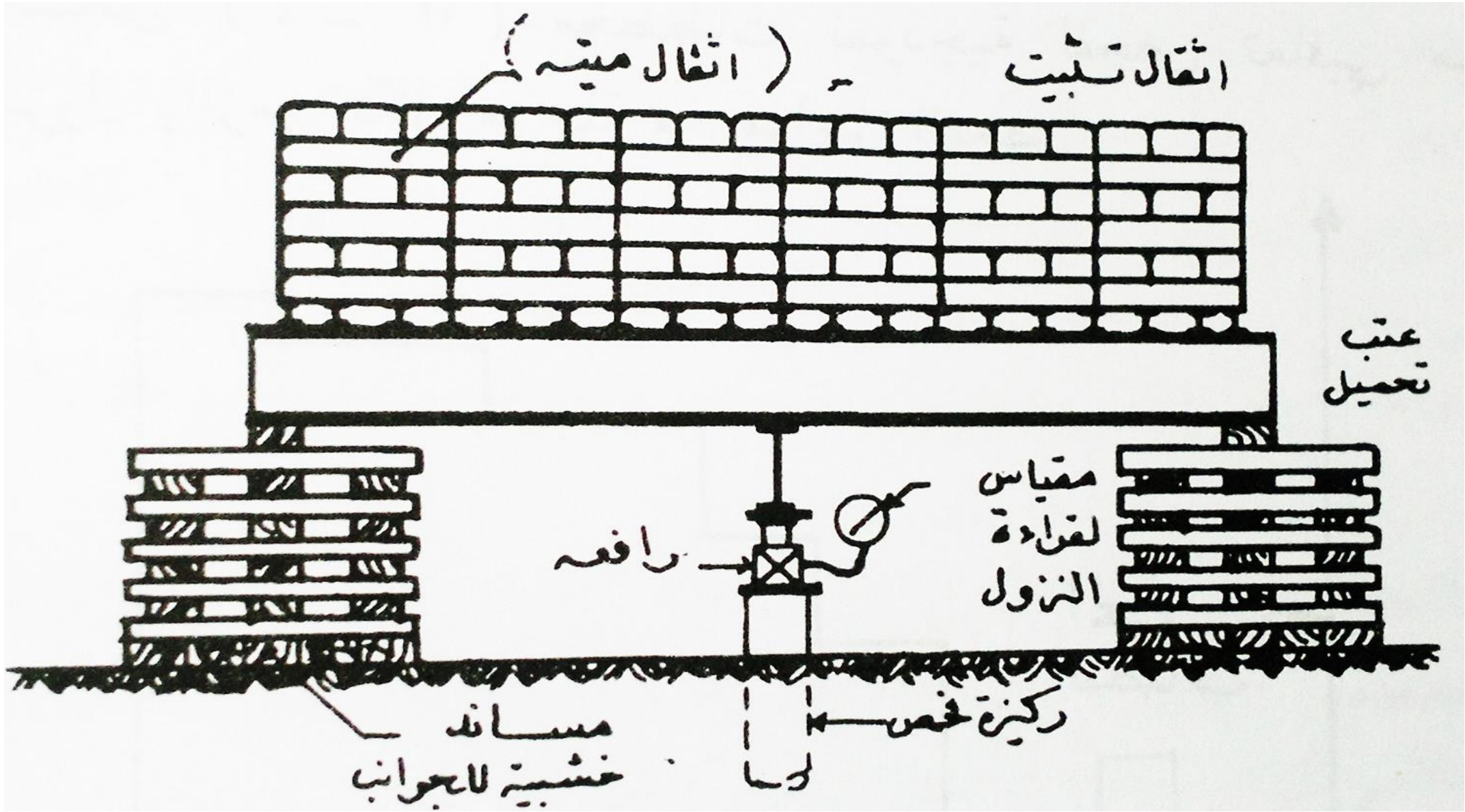
- يبقى الحمل الكلي على الركيزة لمدة تتراوح من 24 الى 48 ساعة حسب مقدار النزول ويسجل النزول النهائي للركيزة.
- تبدأ بعد ذلك عملية رفع الاحمال بنفس نسب التحميل تنازليا ويسجل رجوع الركيزة لكل مرحلة والرجوع النهائي بعد ساعة من رفع الاحمال نهائيا.
- يرسم خط بياني لمقدار الاحمال ونزول ورجوع الركيزة لكل حمل 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.


الحمل
للضاف
الزمن
0
النزول
مخطط تغاير الحمل والنزول مع الزمن

ألأحمال المستعملة في فحص الركائز:

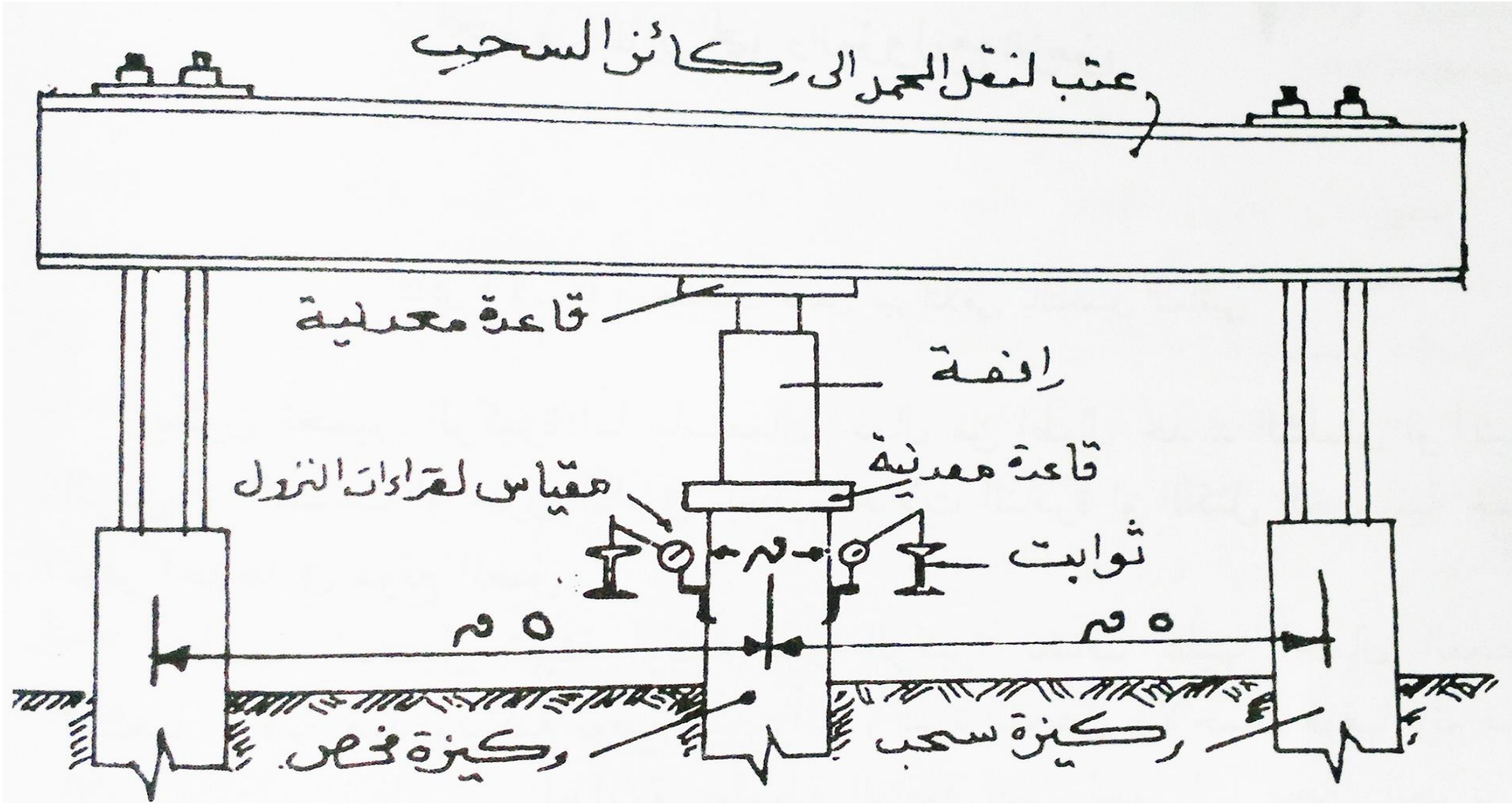
- يكون تحميل الركيزة اما باستعمال احمال من اطوال حديد الشلمان او اكياس الرمل او السمنت او خزن الماء في بعض الحالات النادرة او الكتل الخرسانية حسب توفير احدهما من موقع العمل.
- يتطلب التحميل تهيئة ارضية فوق الركيزة تضاف عليها احمال الفحص.
- تستعمل رافعة هيدروليكية توضع بين رأس ركيزة الفحص والاحمال فوقها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


اثقال تثبيت
(اثقال ميته)
عتب
تحميل
مقياس
لقراءة
النزول
رافعه
ركيزة فحص
مساند
خشبية للجوانب

استعمال ركائز السحب:

- تستعمل ركائز السحب ويكون عددها اعتياديا 2 او 4 او أكثر 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.

BURJ DUBAI
LOAD TEST 60000 TON
MIDDLE EAST
MIDDLE EAST

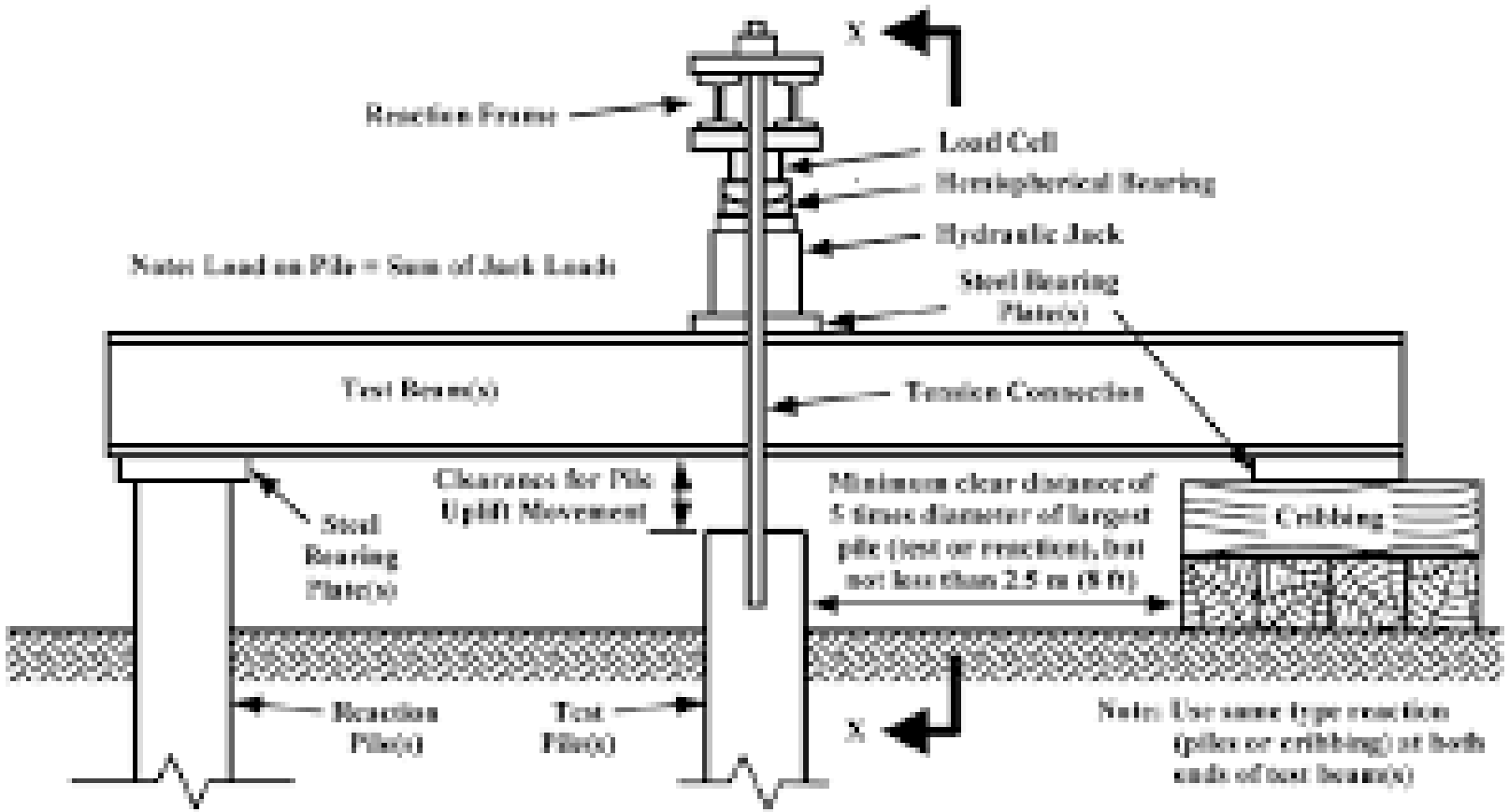

عتب لنقل الحمل الى ركائز السحب
قاعدة معدنية
إسفة
قاعدة معدنية
مقياس لقراءات النزول
ثوابت
٥ م
٥ م
ركيزة فحص
ركيزة سحب

3- فحص بطريقة السحب:

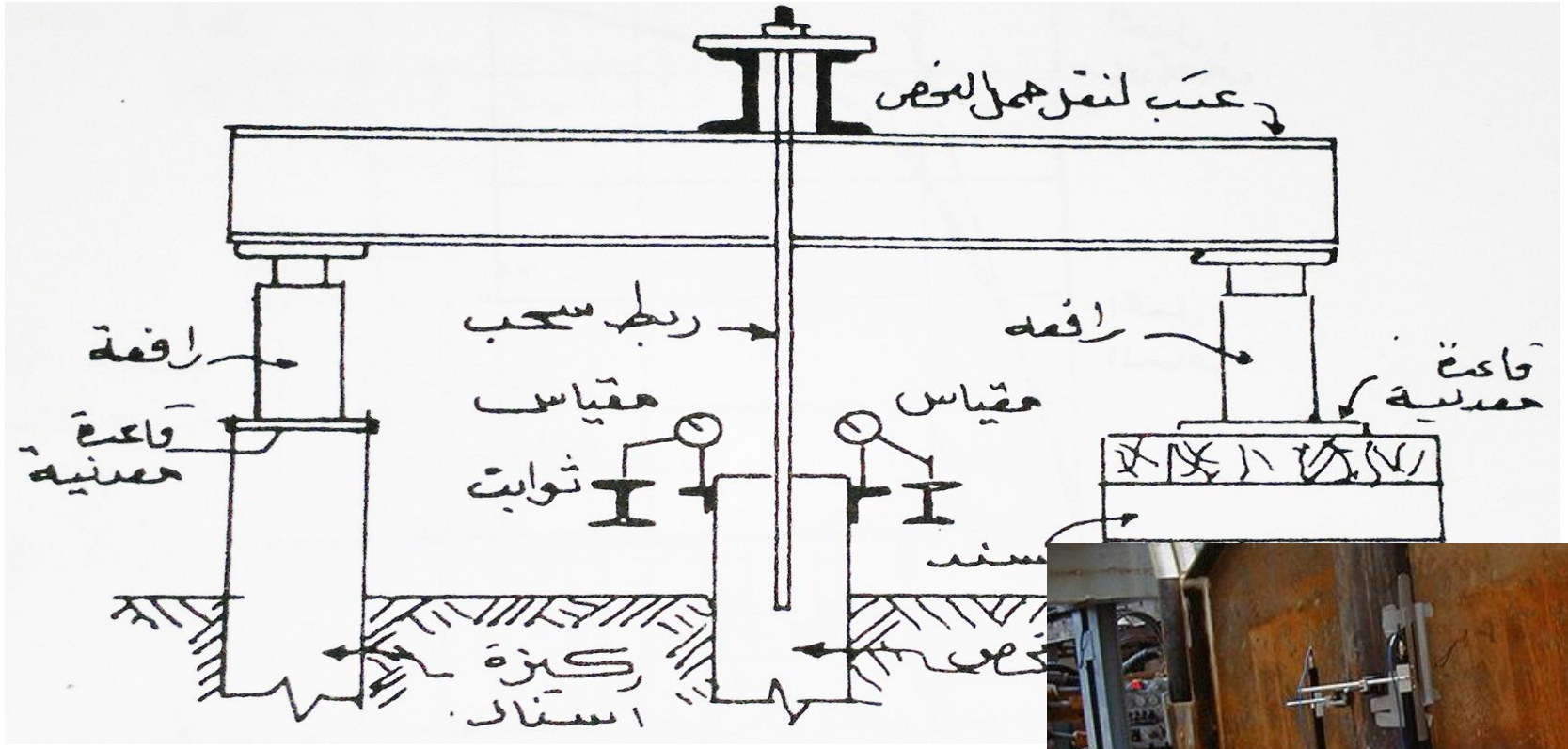
- ويستخدم لفحص الركيزة لتحمل قوى الشد.
- يعتمد هذا الفحص على تسليط حمل في طرف ناتئ من عتب يستند على ركيزة ثابتة تقع على مسافة مناسبة من ركيزة الفحص.

تثبیت

رکیزه فحص شد



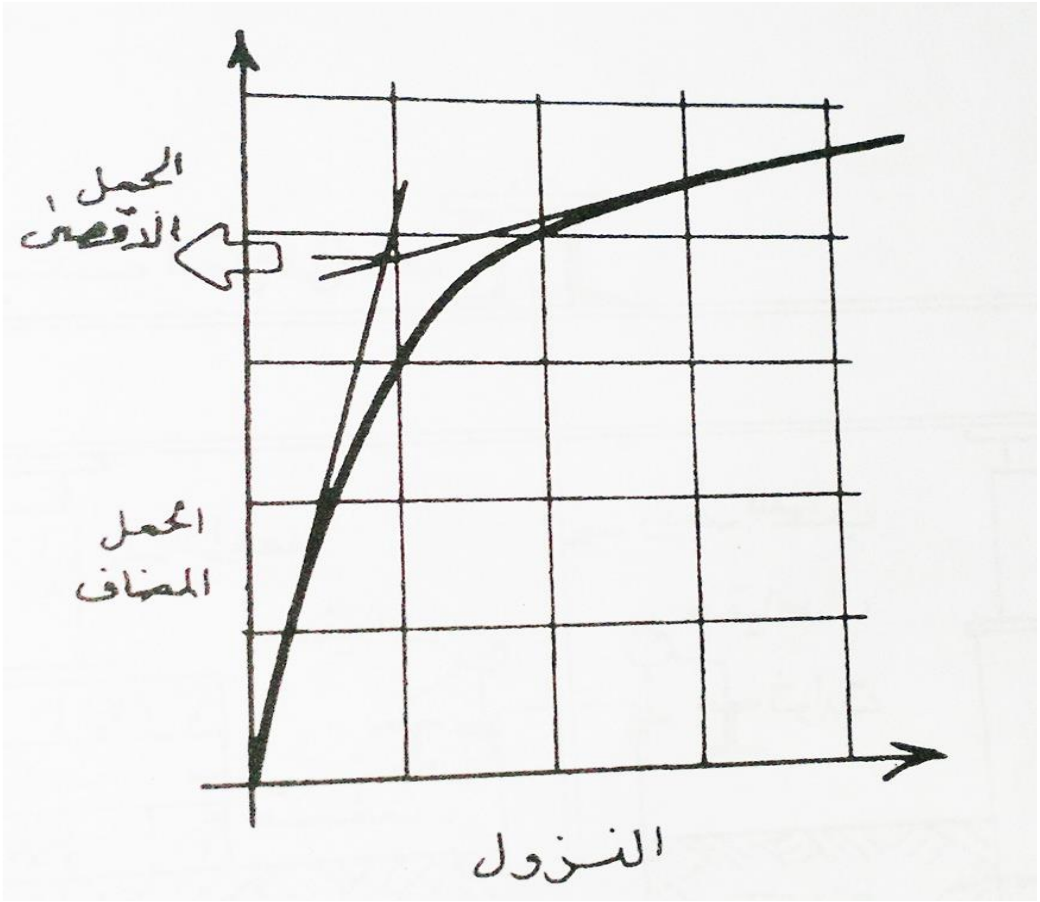
- يمكن أيضا اجراء فحص الشد بأستخدام رافعة وعتب مثبت بركيزة ومسند.



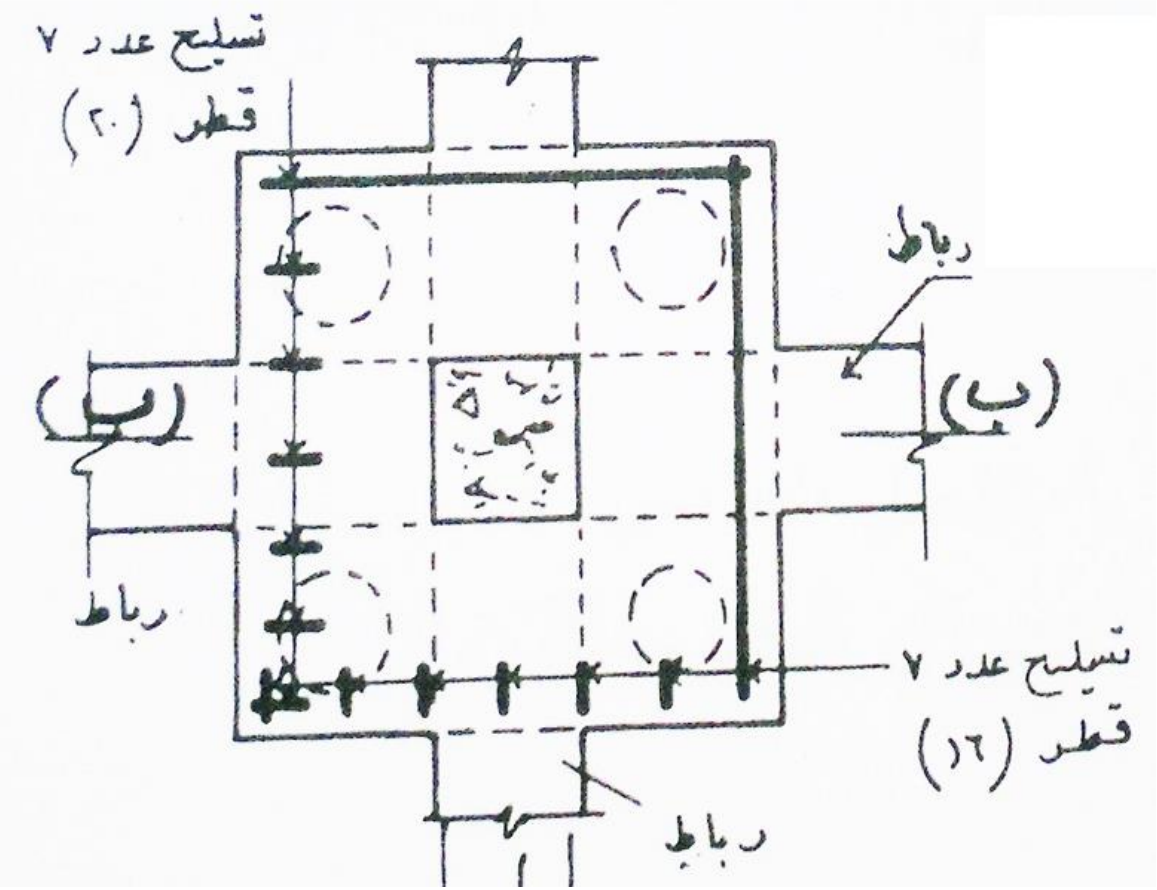
نتائج فحص تحميل الركائز:

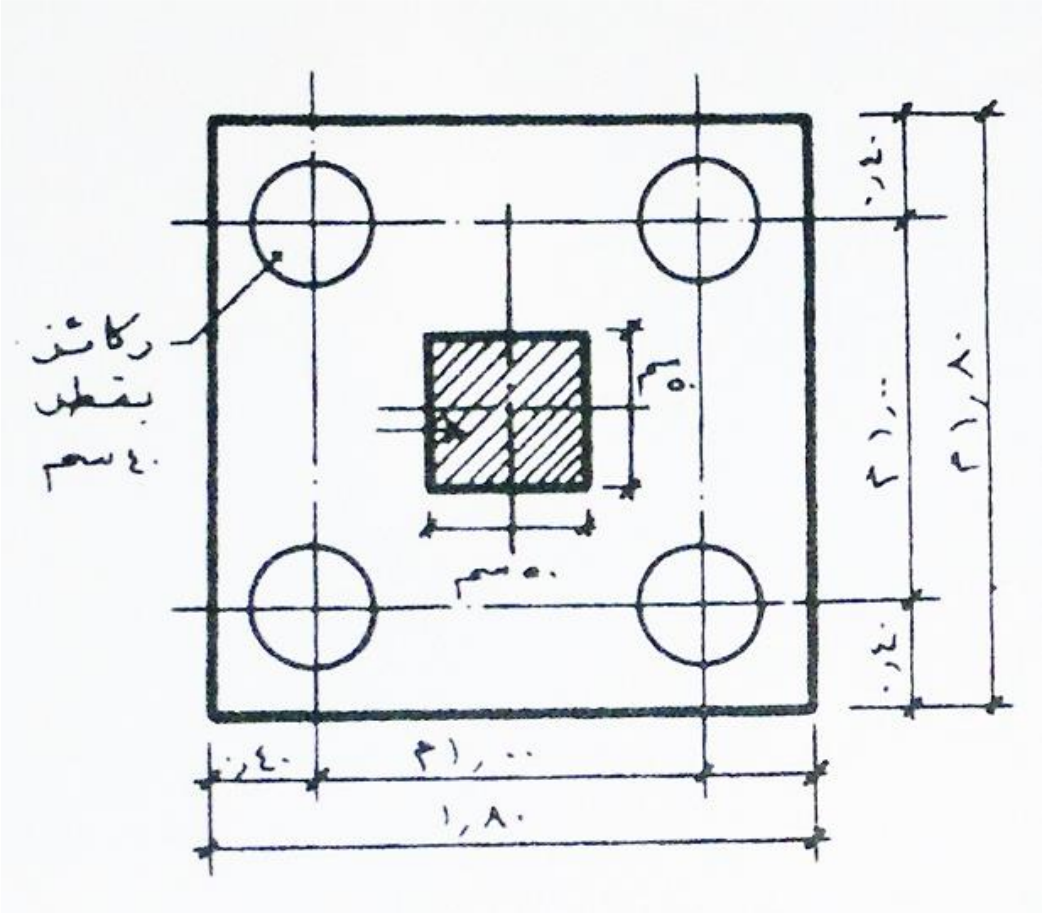
1. تعتبر الركيزة فاشلة اذا كان نزولها الكلي المتبقي بعد طرح مقدار الرجوع بعد 24 ساعة من الفحص يزيد عن 0.025 سم لكل طن تحميل.
2. الحمل التصميمي للركيزة يساوي 50% من حمل نقطة الخضوع ان ظهرت هذه النقطة في مجال المرونة من الخط البياني لفحص التحميل.
3. الحمل التصميمي للركيزة يساوي 50% من احمال الفحص ان لم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

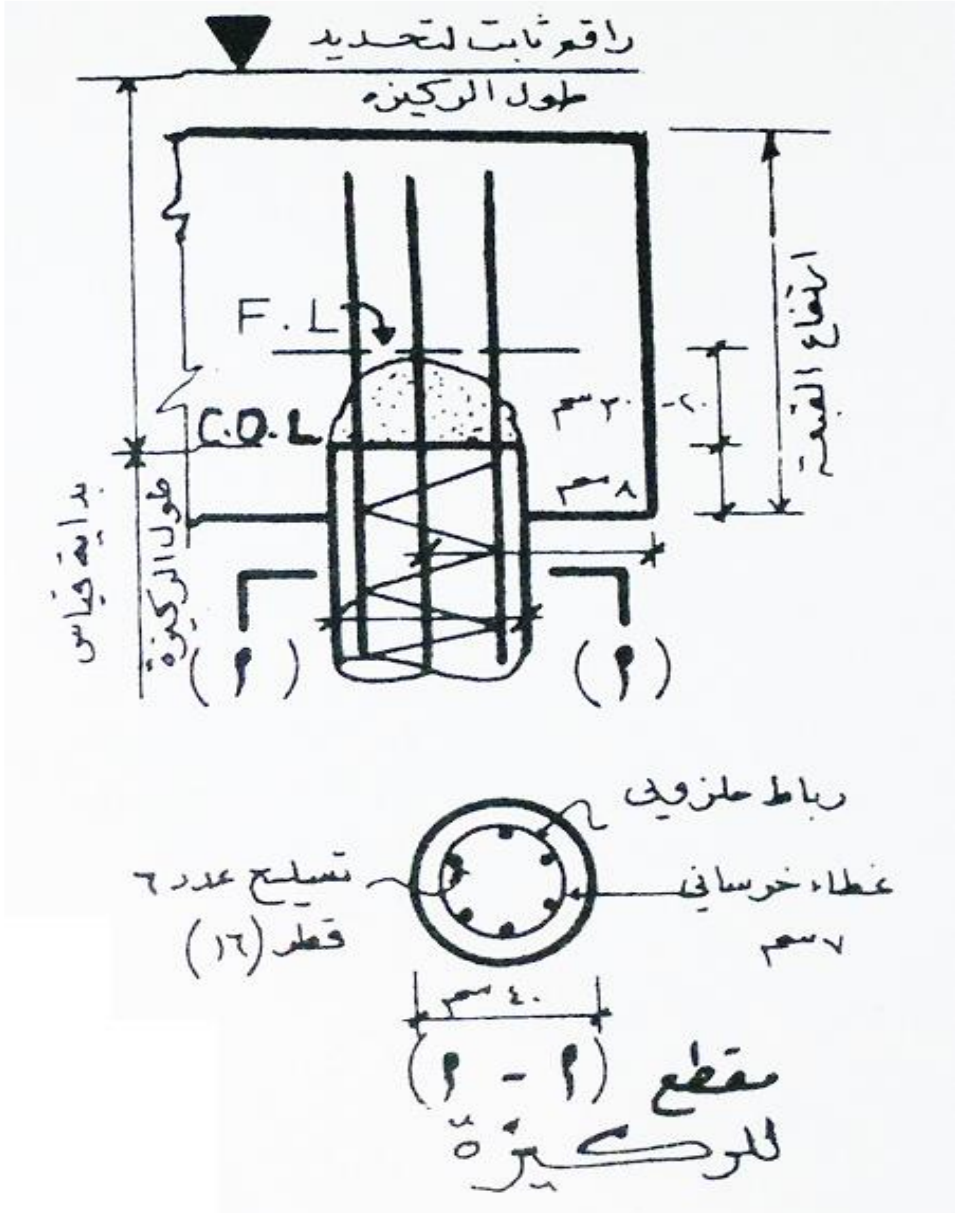
4. يعتبر الحمل التصميمي للركيزة 50% من الحمل الذي يحدد من التقاء مماسين مرسومين من طرفي الخط البياني لفحص التحميل.

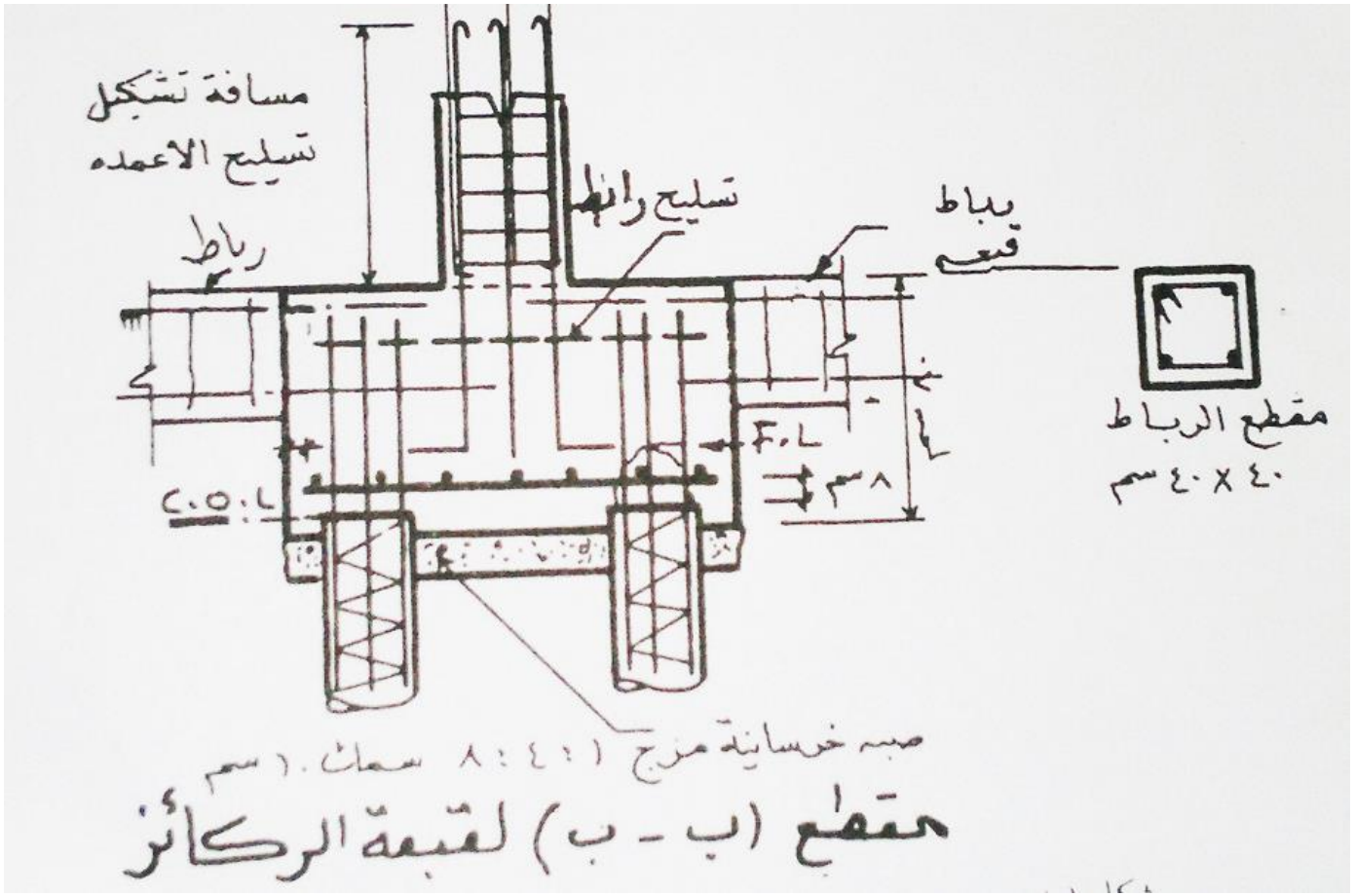


تفاصيل ومخططات الركيزة وقبعتها:-






راقم ثابت لتحديد
طول الركيزة
F.L
C.O.L
ارتفاع القمة
٣٢٠سم
٣٨٠سم
بداية حفاس
طول الركيزة
(أ)
(أ)
رباط حلزوني
تسليح عدد ٦
قطر (١٦)
غطاء خرساني
٧سم
٤٠سم
مقطع (أ - أ)
للركيزة


مسافة تشكيل
تسليح الاعمده
رباط
تسليح رابط
رباط
قبعه
مقطع الرباط
٤٠ X ٤٠ سم
F.L
٣٨ سم
F.L
صبه خرسانية مزج (١ : ٤ : ٨ سمك ١٠ سم
مقطع (ب - ب) لقبعة الركائز

أعمال الخرسانة
Concrete Works

الخرسانة The Concrete:

- هي مادة انشائية تتكون من مزيج من حبيبات صلبة تسمى الركام تشغل نسبة كبيرة من حجمها تترابط 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 (صفات الخرسانة الطرية Fresh concrete)

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:

I. السمنت البورتلاندي.

II. انواع السمنت غير البورتلاندي.

2. الركام:

- وهي حبيبات ذات مقاسات مختلفة, يجب ان تتوفر فيها شروط هي:

1. صلدة
2. قوية
3. خاملة (لاتتفاعل مع السمنت والماء والعوامل الجوية).
4. أن لاتحتوي على مواد ضارة مثل الأملاح الكبريتية والكلوريدات والمواد العضوية.

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

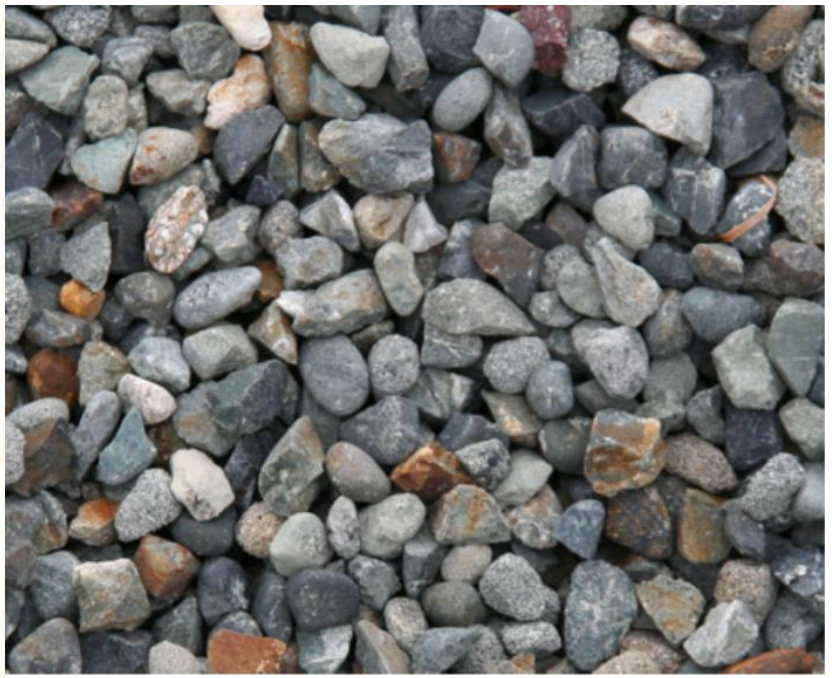
أنواع الركام من حيث المواد التي يتكون منها:

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.

- 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.

مواصفات الركام الصالح لأعمال الخرسانة:

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

أ- المواد الضارة:

1. المواد العضوية: أن لاتكون موجودة بدرجة تؤثر على مقاومة الخرسانة ومتانتها.
2. ثالث اوكسيد الكبريت: يجب أن لاتزيد نسبته عن 0.5%.
3. المواد الخفيفة: يجب أن لاتزيد عن 1%.
4. الكتل القابلة للتفتت: يجب أن لاتزيد عن 1% للركام الناعم و 0.25% للركام الخشن.
5. المواد المارة من منخل 75ميكرون : يجب أن لاتزيد 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: لاتزيد عن 0.5 غم لكل لتر.
2. أملاح الكبريتات: لاتزيد عن 0.3 غم لكل لتر.
3. الأملاح الكلية: لاتزيد عن 2.0 غم لكل لتر.

يكون الماء الصالح للشرب مناسبا لخلط الخرسانة.

- يمكن استعمال الماء غير الصالح للشرب بشرط:

1. أن يكون زمن التماسك الأبتدائي لعينات السمنت الممزوجة بهذا الماء لايزيد 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.

- لايستعمل ماء البحر في انتاج الخرسانة المسلحة ألا انه قد يستعمل في بعض الحالات في الخرسانة الأعتيادية مع زيادة كمية السمنت.

4. المضافات Concrete Additives :

- وهي مواد تضاف الى المزجة الخرسانية عند الرغبة في تعديل خاصية او اكثر من خواص الخرسانة الطرية او المتصلبة.
- يمكن حصر غالبية المضافات المستعملة بالانواع التالية :-
- مضافات معجلة :Acceleratorلتقليل زمن التماسك وزيادة التحمل المبكر.
- مضافات مبطئة :Retarderلزيادة وقت لتماسك لغرض اعطاء وقت اطول لمزج الخرسانة.
- مضافات مانعة او منفرة للرطوبة :Water proofer وتكون أما مواد مالئة للفراغات أو منفرة للماء.
- الخضاب الملون: تستعمل لأعطاء الخرسانة لون معين.
- مضافات محسنة لقابلية التشغيل :Workability admixtureلغرض الحصول على خرسانة متجانسة.
- مضافات مفقعة للهواء :Air entraining admixtureلزيادة مقاومة للأنجماد وتقليل الكثافة.
- المواد البوزولانية: مثل السيليكا وخبث الفرن العالي وتستخدم لتقليل كمية السمنت وتحسين قابلة التشغيل.
- مضافات ربط الخرسانة :Bonding admixtureلربط خرسانة حديثة بخرسانة قديمة.
- مضافات أخرى: مثل مصلدات السطوح او مضافات تمددية او مضافات انضاج الخرسانة.

Concrete Admixtures

- ASTM C 260: Air Entraining Agents
- ASTM C 494: Chemical Admixtures
  - Type A - Water Reducing
  - Type B - Retarding
  - Type C - Accelerating
  - Type D - Water Reducing & Retarding
  - Type E - Water Reducing & Accelerating
  - Type F - High Range Water Reducing
  - Type G - HRWR & Retarding
  - Type S – Specific Performance Based
- ASTM C 1017 (Flowing Concrete)
  - Type I Plasticizing
  - Type II Plasticizing & Retarding

خواص الخرسانة بعد تصلبها:-

1. التحمل او مقاومة الاجهادت المختلفة: الضغط, الشد, الأنثناء, 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 الكيمياوية.

1. التحمل (المقاومة):

- الخرسانة مادة هشة (Brittle) لها تحمل جيد لأجهاد الضغط وقليل نسبيا لبقية ألأجهادات.
- يقسم تحمل الخرسانة تبعا 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

Weight of 1 m3 of concrete = 2400 kg

Cement = 300

Aggregate= 2100

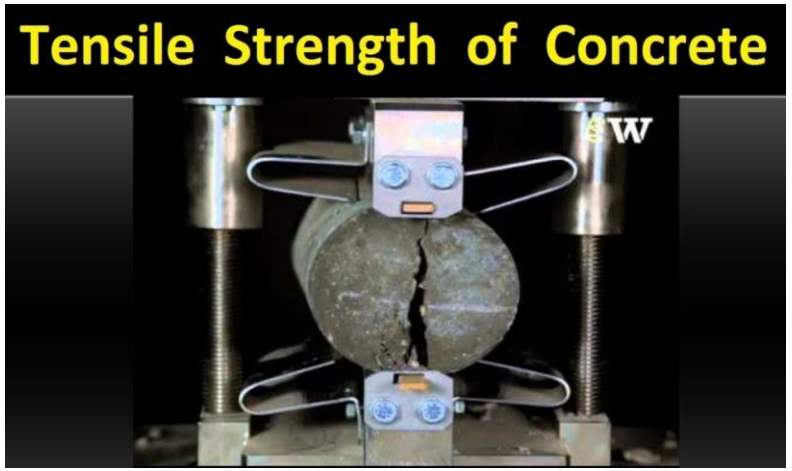
Fine aggregate + coarse agg = 1F + 1 C = 1F + 2 F= 3 F

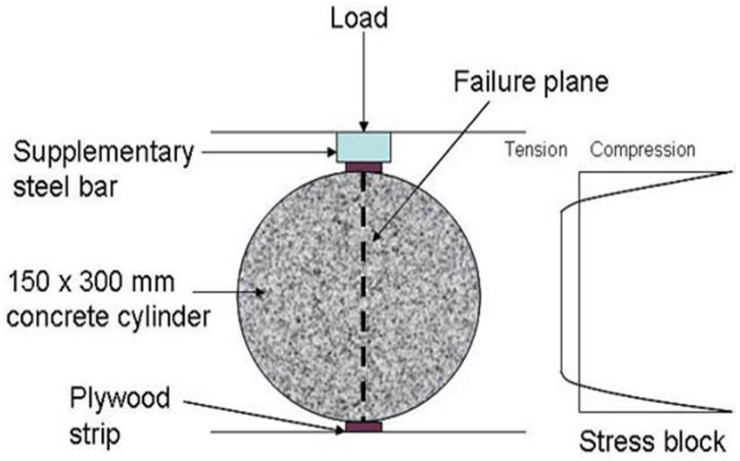
Fine = 700 kg

coarse = 1400 kg

ب- تحمل الشد:

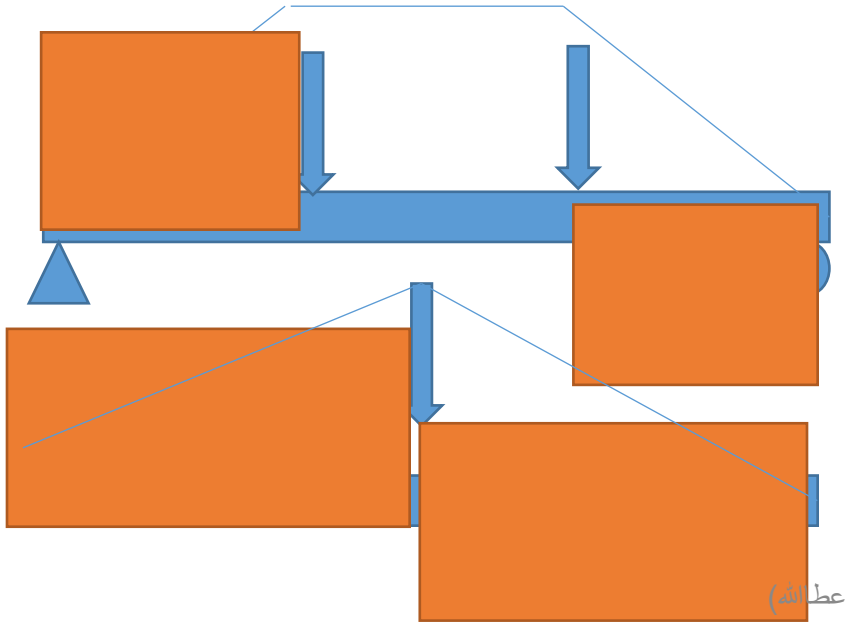
- لاتصمم الخرسانة لمقاومة قوى الشد بسبب ضعف تحملها لأجهادات الشد.
- يستعمل حديد التسليح لتحمل قوى الشد في الخرسانة المسلحة.
- تتراوح مقاومة الشد للخرسانة بين 7% – 11% من مقاومة الأنضغاط.
- يتم قياس مقاومة الشد عن طريق فحص شد الأنفلاق لأسطوانة بقطر 15سم وطول 30 سم.

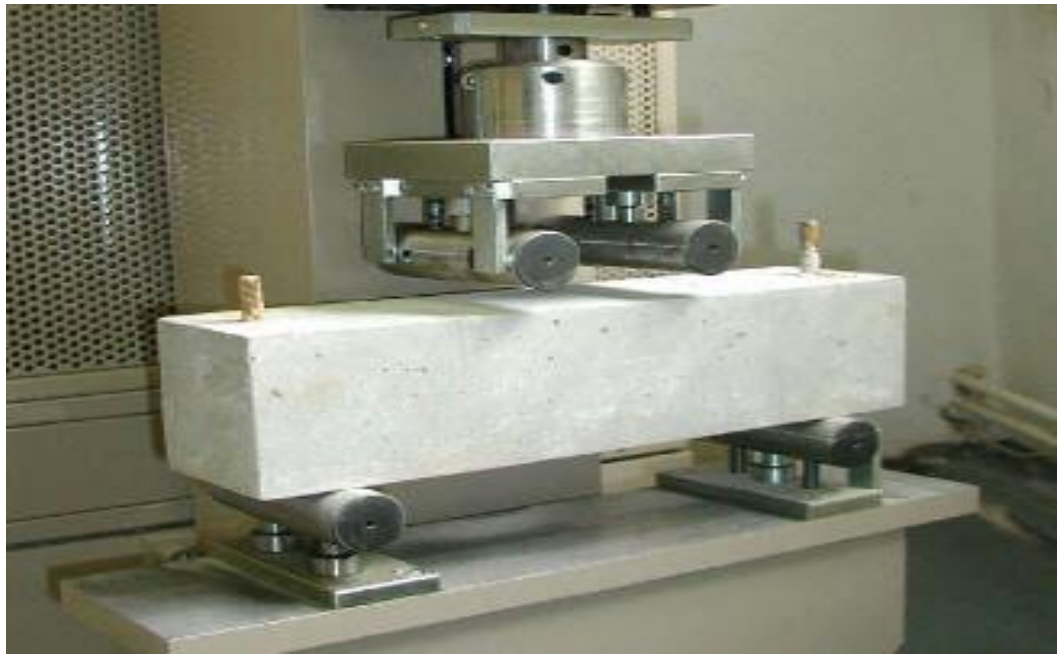


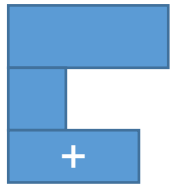


ج- تحمل الأنثناء:

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







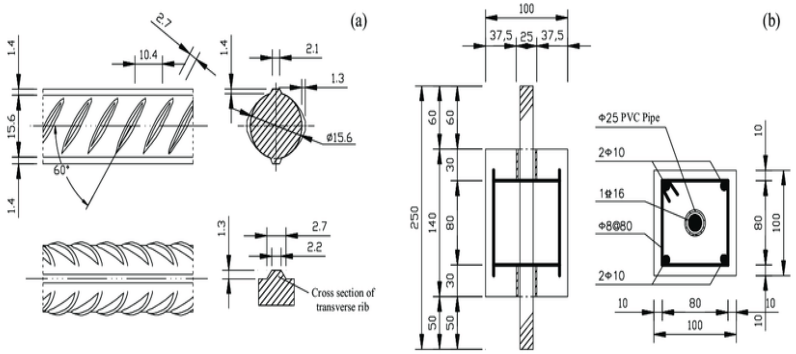
د- تحمل القص:

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

$\sqrt{f_c'}/3$ $\sqrt{f_c'}/6$

هـ- قوة الربط مع قضبان التسليح:

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



2. التبدلات البعدية والحجمية:

وتقسم الى:

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

i. معامل المرونة وقيمته $E= 4700\sqrt{f_c'}$ ميكاباسكال.

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

iii. النسبة المعيارية (Es/Ec) 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).

ج – التبدلات الحجمية بسبب الأنكماش:

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

مقدار الأنكماش الأقصى لخرسانة 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.

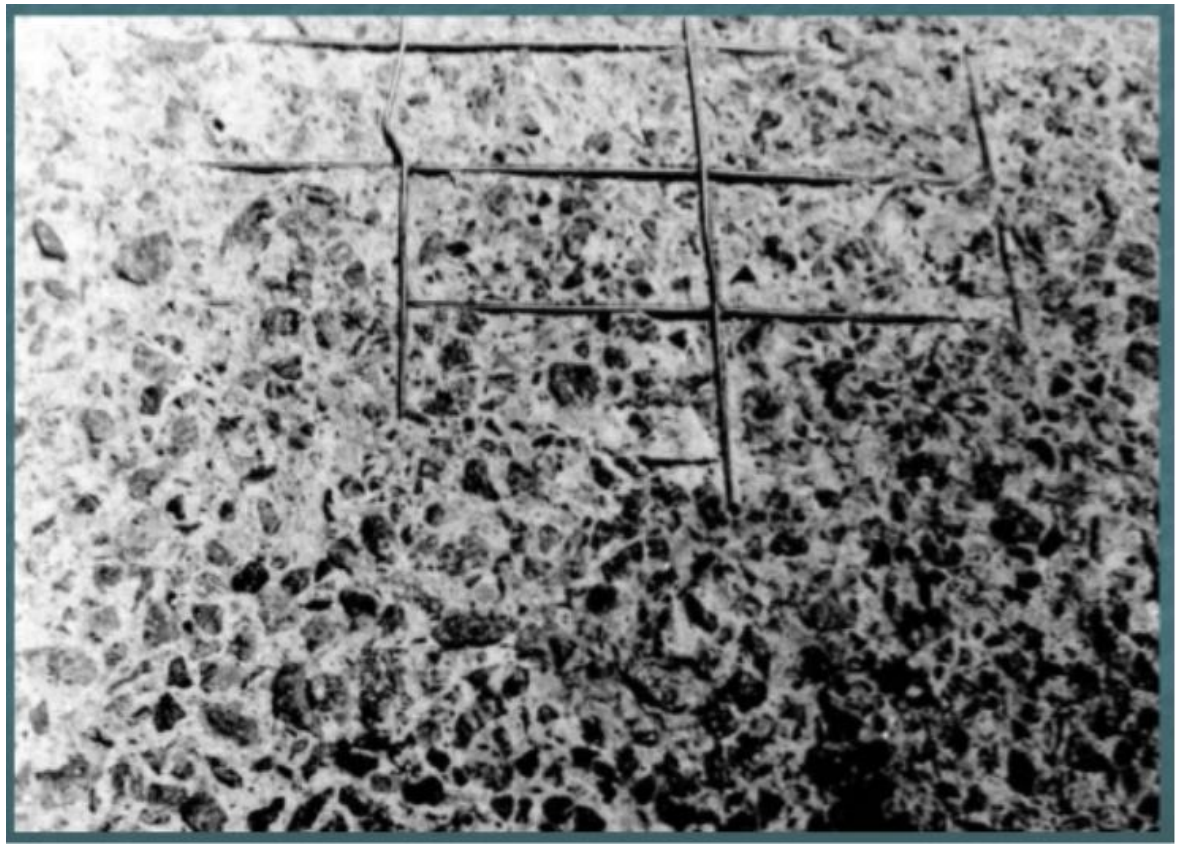
4. **مقاومة الحريق:-** تعتبر الخرسانة من المواد البنائية الجيدة المقاومة للحريق بسبب طبيعة المواد الاولية والناتج النهائي التي تتكون منه الخرسانة.

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.

وجود تشققات – اختراق الرطوبة ووصولها الى حديد التسليح- صدأ حديد التسليح-زيادة عرض التشققات-

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



8- مقاومة تأثير المواد الكيمياوية:

- تتأثر السطوح الخرسانية ببعض المواد االكيمياوية 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 الكيمياوية 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 الكيمياوية.
vii. طلاء السطح بطبقة من مواد واقية.
viii. زيادة سمك الغطاء الخرساني لحديد التسليح ليصل الى 75ملم.

عمل وإنتاج الخرسانة:

- تنتج الخرسانة وفق الخطوات التالية:-

1. تهيئة المواد وخزنها.
2. كيل المواد ومزجها.
3. نقل الخرسانة.
4. وضع الخرسانة ورصها.
5. انهاء سطح الخرسانة ووقايتة بعد الصب.
6. الانضاج او الاسقاء.
7. نزع القالب ورفعة.

1. تهيئة المواد وخزنها:

- أ. السمنت: يخزن السمنت بعيدا عن الرطوبة حيث تستعمل صوامع معدنية لحفظ السمنت الفل (بدون أكياس).
- اما سمنت الاكياس فيخزن في سقائف وعلى ارضية مصبوبة او مرصوفة جافة.

ب. الركام:

- يصنف الركام حسب مقاسة ويخزن بأكداس.
- يجب حمايتة من الاتربة والاطيان.

Heavycherry.com

- مقاسات الركام 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 كالاعتاب 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 وحجمة 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.

3. نقل الخرسانة:-

- عند نقل الخرسانة يجب:-

1. تجنب حصول الانعزال.
2. عدم تلوثها.
3. اكمال نقل ووضع الخرسانة قبل تماسكها.
4. ان تتناسب الكمية المنقولة مع انتاجية الخباطة.
5. استخدام وسائل اقتصادية.

معدات نقل الخرسانة:

1. العربات اليدوية.
2. القلابات الآلية.
3. الشاحنات الخلاطة.
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 بخلطة جافة.
- يضاف الماء من خزان موجود بشاحنة.

4. الرافعات:-

أ. الرافعات البرجية:-

- ❖تستخدم لنقل الخرسانة افقيا وشاقوليا 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.

MAX 110 T

DEMAG 10t

ج. الرافعات العمودية:

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

. مضخات الخرسانة:-

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

4. وضع الخرسانة ورصها:-

- توضع الخرسانة في محلاتها في القوالب واحيانا 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 جيدة 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 كان 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 نزف 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.

فحص الهطول للخرسانة ذاتية الرص

- 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 الموضوعة في قوالب ضيقة كما في بعض الأعمدة ومانعات الشمس.

❑ رص الخرسانة اليا:-

يتم رص الخرسانة آليا بعدة وسائل هي:

أ- الرص بالهزازات.

ب- الرص بالكبس الهيدروليكي.

ج- الرص بالمطارق الالية.

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 للأهتزاز مثبت في نهايته اسطوانة معدنية متذبذبة.
2. هزازات سطحية: وتستعمل بالأضافة 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.

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 لايمكن استخدام الطرق التقليدية في وضع الخرسانة, لذ يتم استخدام طرق خاصة, منها:

A. الضخ بالهواء المضغوط shotcrete: يستخدم لأصلاح الخرسانة المتضررة وفي اعمال تبطين الأنفاق والقنوات وفي صب خرسانة المنشئات قليلة السمك كالقشريات shells .حيث تضخ الخرسانة داخل خرطوم, ثم تتعرض لضغط هواء حيث تصبح مثل الرذاذ الذي يجري بسرعة وقوة الى السطح المراد وضع الخرسانة عليه.

B. صب الخرسانة بالحقن: ويستخدم ايضا للأصلاح والتبطين وبعض حالات صب الخرسانة تحت الماء. حيث يرص الركام الخشن لوحده في القالب أولا ثم يبلل ثم يتم ضخ مونة السمنت والسليكا والرمل.

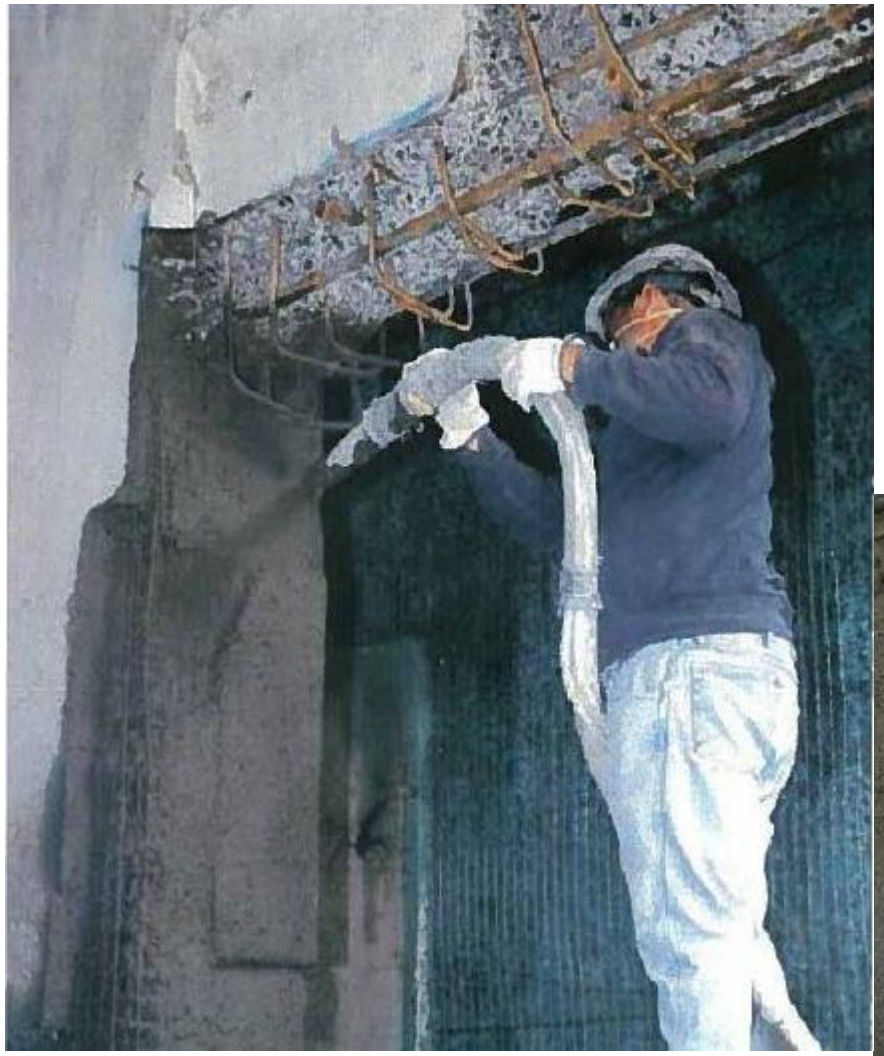
C. صب الخرسانة تحت الماء: يستخدم قمع ذو انبوب طويل تكون نهايته السفلى عند موضع صب الخرسانة وفوهة القمع فوق الماء, حيث توضع الخرسانة في الأعلى لتنزل للأسفل.

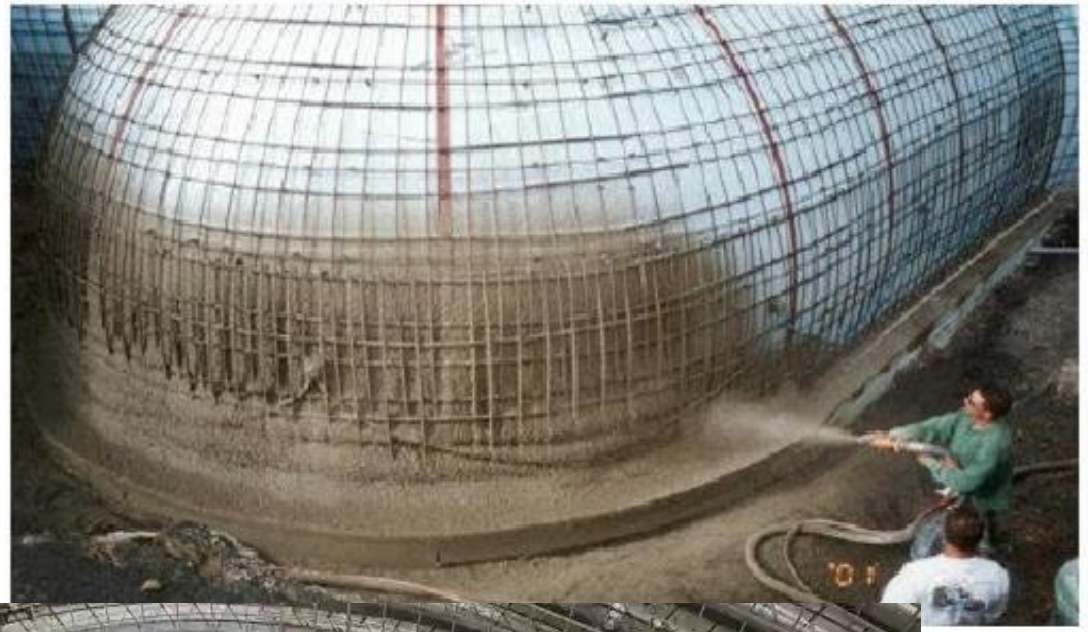
D. صب الخرسانة تحت ضغط مخلخل: يستخدم لصب خرسانة الأرضيات والجدران بسمك قليل. حيث يتم استخدام نسبة ماء/سمنت عالية للحصول على قابلية تشغيل جيدة لملأ القالب, ثم يتم سحب الماء الفائض عن حاجة السمنت بأستخدام مضخة ماصة للهواء.

MEYCO Robojet

5- أنهاء 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 بأستخدام 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 أبتداءا من وقت انتهاء الصب الى الوقت الذي يصبح فيه السطح صلدا بدرجة كافية لبدء الأنضاج.





6- الانضاج:

- هي العملية التي تجري بعد صب الخرسانة ورصها وإنهائها والتي تمكن السمنت من اكمال تفاعلة 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 بأستمرار.

د- **التغليف بالاغطية البلاستيكية:** تبلل السطوح ثم تغطى بطبقة من البلاستك لمنع التبخر.

ه- **التغليف بالقماش الماص:** تغلف الاوجة الخرسانية العمودية بقماش او نسيج ماص للماء ويبلل بأستمرار. تستعمل هذه الطريقة في الجدران والاعمدة.

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

ملاحظات عامة حول الانضاج :-

1. لايجوز البدء بالانضاج قبل تصلب الخرسانة بدرجة كافية.
2. يجب المباشرة بالانضاج بأسرع وقت ممكن بعد التصلب 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 لاتتجاوز درجة حرارة المزجة الخرسانية عن 32 درجة مئوية للصبات الصغيرة والمتوسطة و16 درجة مئوية للصبات الكبيرة.

- هذه التدابير والأحتياطات تتعلق بالفقرات التالية:

1. المواد المستعملة, 2. خلط المواد ومزج الخرسانة

,3. نقل الخرسانة.

4. وضع الخرسانة ورصها, 5. انهاء الخرسانة وانضاجها.

Setting Time of Concrete at Various Temperatures

Temperature	Approximate Setting Time
100 °F (38 °C)	1-⅔ hours
90 °F (32 °C)	2-⅔ hours
80 °F (27 °C)	4 hours
70 °F (21 °C)	6 hours
60 °F (16 °C)	8 hours
50 °F (10 °C)	11 hours
40 °F (4 °C)	14 hours

Table 3.1 – Recommended concrete temperatures

Line	Temperature	Section Size, minimum dimension, in. (mm)			
		< 12 in. (300 mm)	12-36 in. (300-900 mm)	36-72 in. (900-1800 mm)	> 72 in. (1800 mm)
Minimum concrete temperature as placed and maintained					
1	——	55°F (13°C)	50°F (10°C)	45°F (7°C)	40°F (5°C)
Minimum concrete temperature as mixed for indicated air temperature*					
2	Above 30°F (-1°C)	60°F (16°C)	55°F (13°C)	50°F (10°C)	45°F (7°C)
3	0° to 30°F (-18° to -1°C)	65°F (18°C)	60°F (16°C)	55°F (13°C)	50°F (10°C)
4	0° to 30°F (-18° to -1°C)	70°F (21°C)	65°F (18°C)	60°F (16°C)	55°F (13°C)
Maximum allowable gradual temperature drop in first 24 hr after end of protection					
5	——	50°F (28°C)	40°F (22°C)	30°F (17°C)	20°F (11°C)

* For colder weather a greater margin in temperature is provided between concrete as mixed and required minimum temperature of fresh concrete in place.

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 مئويتين.
- 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 اماهة السمنت تؤدي الى رفع حرارة المزجة لذا يجب اختيار نوع السمنت المناسب.

ج- المضافات:

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

د- الركام:

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

TABLE 1 Physical Requirements[A]

	Type A, Water Reducing	Type B, Retarding	Type C, Accelerating	Type D, Water Reducing and Retarding	Type E, Water Reducing and Accelerating	Type F, Water Reducing, High Range	Type G, Water Reducing, High Range and Retarding
Water content, max, % of control	95	...	...	95	95	88	88
Time of setting, allowable deviation from control, h:min:							
Initial: at least	...	1:00 later	1:00 earlier	1:00 later	1:00 earlier	...	1:00 later
not more than	1:00 earlier nor 1:30 later	3:30 later	3:30 earlier	3:30 later	3:30 earlier	1:00 earlier nor 1:30 later	3:30 later
Final: at least	...	...	1:00 earlier	...	1:00 earlier	...	...
not more than	1:00 earlier nor 1:30 later	3:30 later	...	3:30 later	...	1:00 earlier nor 1:30 later	3:30 later
Compressive strength, min, % of control:[B]							
1 day	...	...	...	...	...	140	125
3 days	110	90	125	110	125	125	125
7 days	110	90	100	110	110	115	115
28 days	110 (120)[C]	90	100	110 (120)[C]	110	110 (120)[C]	110 (120)[C]
90 days	(117)[C]	n/a	n/a	(117)[C]	n/a	(117)[C]	(117)[C]
6 months	100 (113)[C]	90	90	100 (113)[C]	100	100 (113)[C]	100 (113)[C]
1 year	100	90	90	100	100	100	100
Flexural strength, min, % control:[B]							
3 days	100	90	110	100	110	110	110
7 days	100	90	100	100	100	100	100
28 days	100	90	90	100	100	100	100
Length change, max shrinkage (alternative requirements):[D]							
Percent of control	135	135	135	135	135	135	135
Increase over control	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Relative durability factor, min[E]	80	80	80	80	80	80	80

[A] The values in the table include allowance for normal variation in test results. The object of the 90 % compressive strength requirement for a Type-B admixture is to require a level of performance comparable to that of the reference concrete.

[B] The compressive and flexural strength of the concrete containing the admixture under test at any test age shall be not less than 90 % of that attained at any previous test age. The objective of this limit is to require that the compressive or flexural strength of the concrete containing the admixture under test shall not decrease with age.

[C] Alternative requirement. If any of the measured relative strengths are greater than the requirement in parentheses, the admixture shall be considered provisionally qualified until the 1-year strength test results are obtained.

[D] Alternative requirements, see 17.1.4, % of control limit applies when length change of control is 0.030 % or greater; increase over control limit applies when length change of control is less than 0.030 %.

[E] This requirement is applicable only when the admixture is to be used in air-entrained concrete which may be exposed to freezing and thawing while wet.

2. خلط المواد ومزج الخرسانة:

- يمكن طلاء وعاء خلط الخرسانة من الخارج بلون ابيض ورشة بالماء بأستمرار لتبريدة.
- 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 البلاستك قبل وبعد الانهاء.

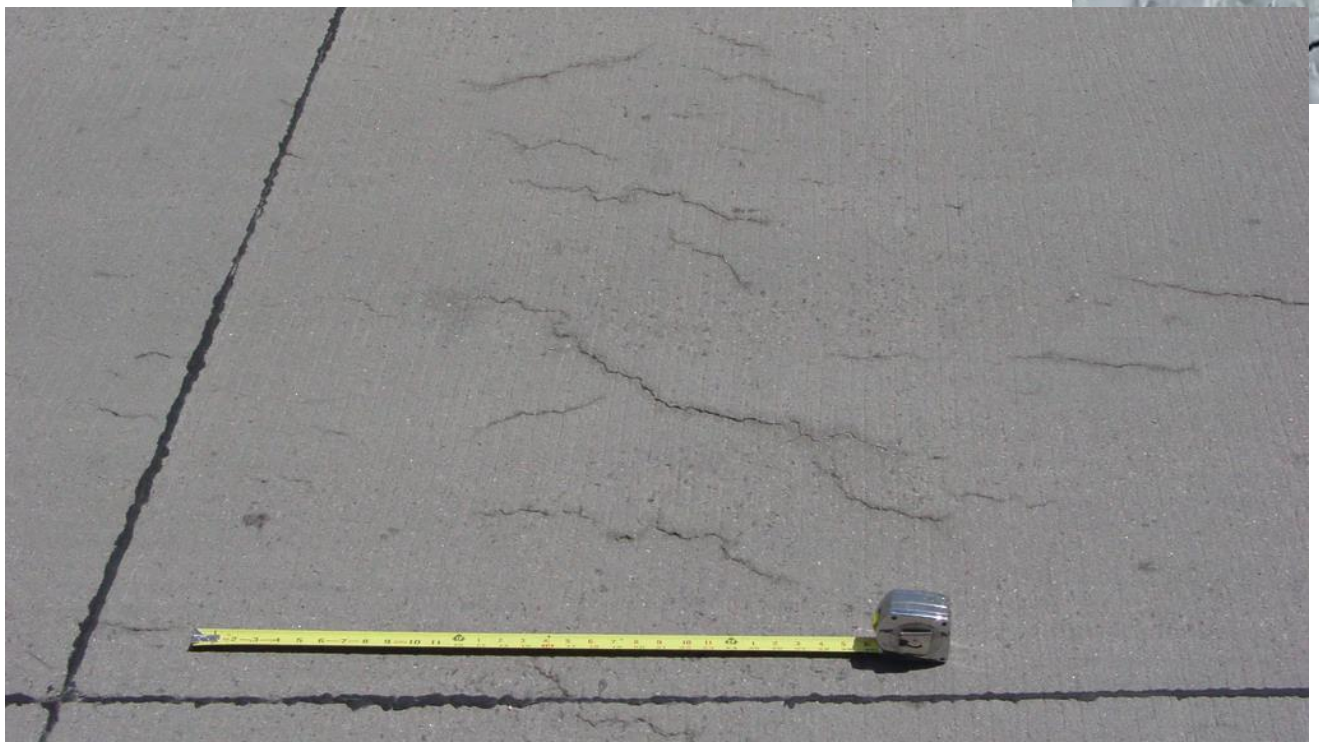
ب- لمنع حصول شقوق شعرية في سطح الخرسانة بسبب الانكماش اللدن قبل الانهاء يمكن رج الطبقة السطحية في الصبات الضخمة قبل انهاءها.

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.

ه- ابقاء القوالب مبللة.

civilead.com



انواع الخرسانة:

- تقسم الخرسانة بعدة اساليب:

أ- حسب وجود التسليح ونوعيتة.

ب- حسب الكثافة.

ج- حسب اسلوب التنفيذ.

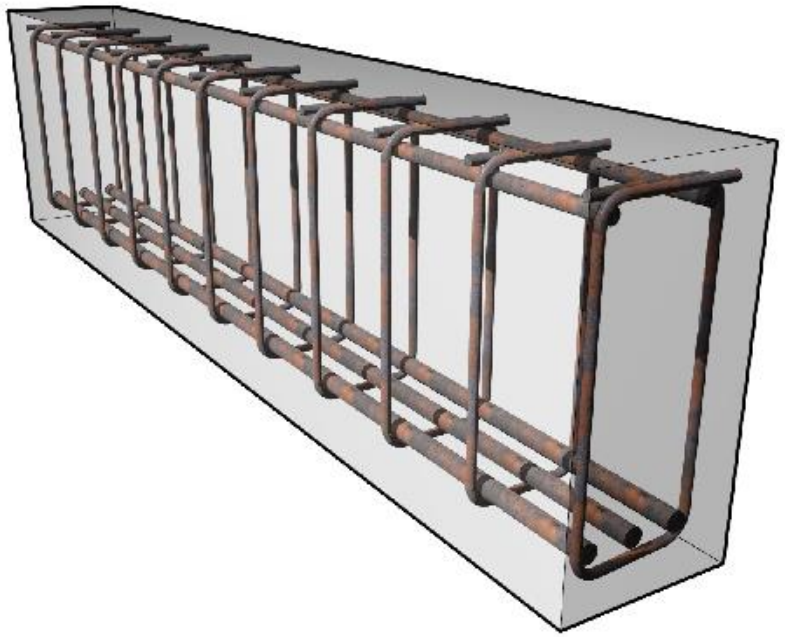
✓ أ. انواع الخرسانة حسب التسليح:

- 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 والقص 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 نهايتاها 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 normal density : 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 مترمكعب.

- 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 تنخفض 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 المنشأت تحت الماء وللجدران العازلة للاشعة الذرية وغرف الاشعة.
- يستعمل ركام خشن ذو وزن نوعي اعلى من 4 مثل كتل الحديد وغيره من المعادن التى 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 :-

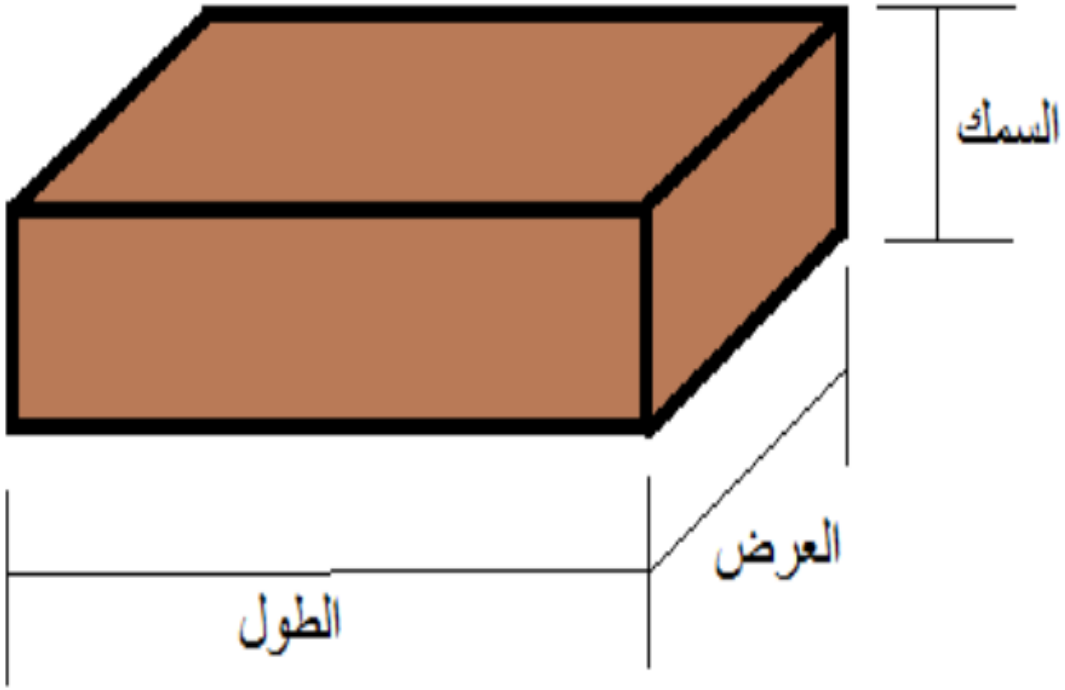
1. توفر المواد الاولية.
2. خواصها الهندسية المتعددة الجيدة.
3. امكانية التحكم في خواصها.
4. امكانية انتاجها بالابعاد والاشكال المطلوبة وبالانهاء المطلوب.
5. امكانية التنفيذ بأساليب متعددة تلائم طبيعة المشروع.
6. كونها اقتصادية مقارنة بالبدائل الاخرى.

أعمال الطابوق والكتل
Brickwork and Blockworks

I. 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 فأن اكبر ابعاد للطابوق 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 مم.

- أنواع الطابوق حسب المادة المصنوع منها:

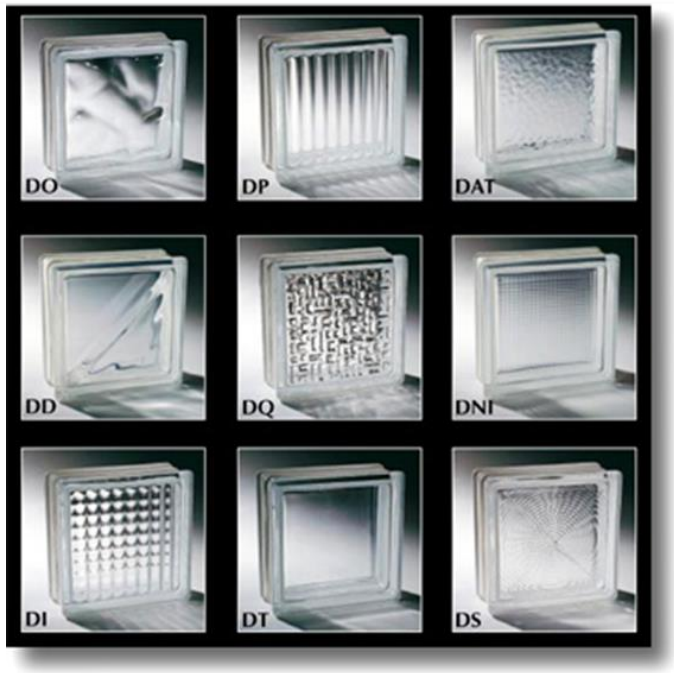
1. الطابوق الطيني.
2. الطابوق الجيري.
3. الطابوق الخرساني.
4. الطابوق الزجاجي.

الطابوق الطينِي

- الطابوق الجيري:

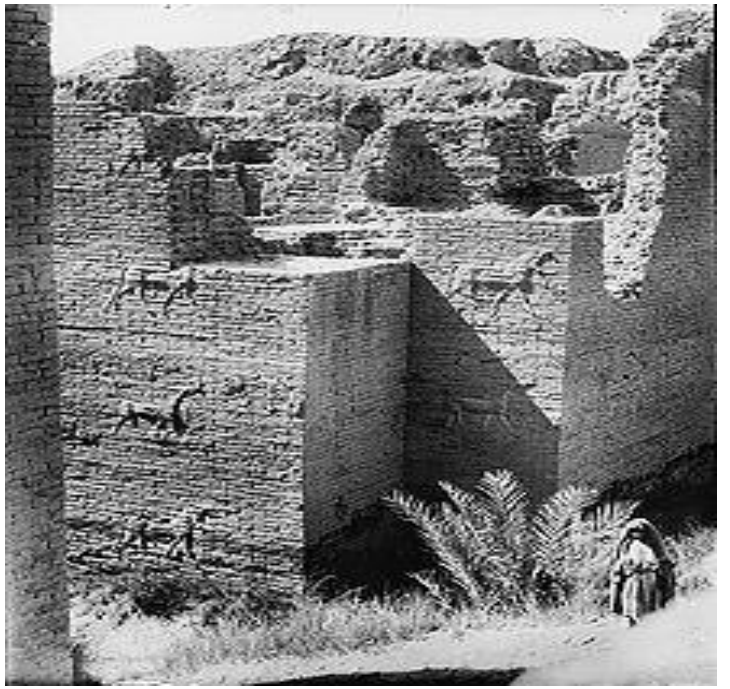
- الطابوق الخرساني:

- الطابوق الزجاجي:



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 ايضا 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 الطينى:**

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

1. اللبن:

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.
- لايستعمل 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

جامعة البصرة-الهندسة المدنية-الصف اللثاني 2022(د عبدالأمير عطاالله)

- **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 × عرضها او عرض الطابوقة × 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.

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 المنتوج.
2. المسامية
3. التحمل
4. امتصاص الماء
5. وجود الأملاح القابلة للذوبان والتزهر
6. العزل الحراري
7. مقاومة الحريق

1. الشكل والأبعاد ونوع المنتوج:

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

- ينتج الطابوق بأنواع هي:

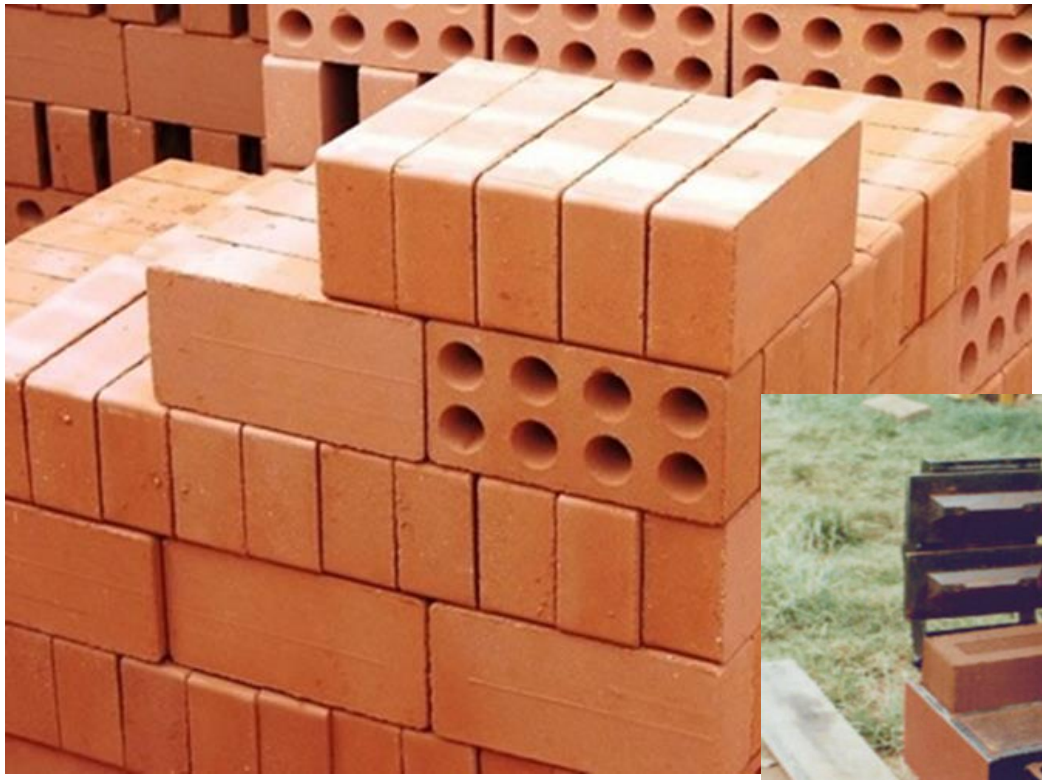
أ- المصمت Solid: لاتزيد نسبة الثقوب النافذة وغير النافذة عن 25% من حجمه, ويكون تحمله اكبر من بقية الأنواع لذا يستعمل في الأسس والجدران التي تحتاج الى تحمل عالي.

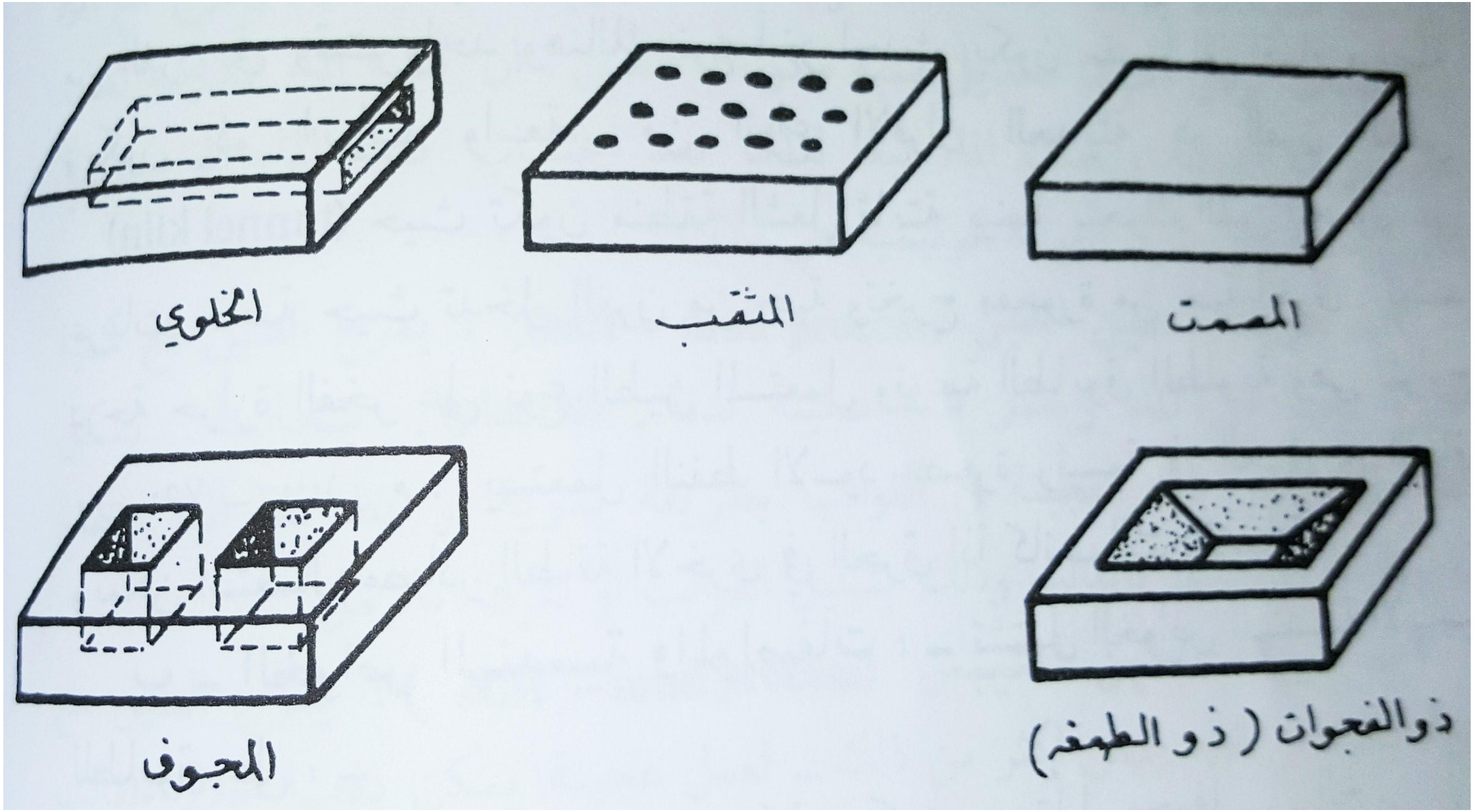
ب- المثقب Perforated: وهو الذي تزيد نسبة الثقوب فيه عن 25% من حجمه وتكون قوة تحمله اقل من المصمت لذا يستعمل في بناء القواطع والأسيجة.

ج- المجوف Hollow: يحتوي على تجاويف كبيرة يزيد مقدارها عن 25% من حجمه, ويكون تحمله واطئ 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.

ه- 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.




المصمت
المثقب
الخلوي
ذو النجوات (ذو الطعم)
المجوف

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 في العزل الحراري
  - ث- زيادة إمتصاص الماء
- 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 الأنشاءات والأسس المحملة بالأثقال والمعرضة للتآكل الشديد بفعل العوامل الطبيعية والجوية.
- **صنف ب**: يستعمل هذا الطابوق بدرجتيه 1و2 في بناء الأنشاءات المحملة بالأثقال وغير المعرضة للتآكل. مثل الجدران التي يتم وقايتها من نفوذ الماء بأستخدام طبقة مانع رطوبة.
- **صنف ج**: يستخدم هذا الطابوق بدرجتيه 1و2 في بناء الأنشاءات غير المحملة بالأثقال وغير المعرضة للتآكل الشديد, مثل القواطع.

متطلبات تحمل الضغط في الطابوق الطيني

صنف الطابوق	الدرجة	الحد الأدنى لمقاومة الأنضغاط (معدل مقاومة انضغاط 10 طابوقات) (ميكاباسكال)
أ	1	18
	2	16
ب	1	13
	2	11
ج	1	9
	2	7

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 فأن 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 ألأعلى المسموح لنسب الأملاح القابلة للذوبان في الطابوق الطيني

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	-	-	-	-	-

حدود التزهر المسموح بها في الطابوق الطيني

صنف الطابوق	قابلية التزهر
ا	معدوم – خفيف
ب	خفيف – متوسط
ج	---

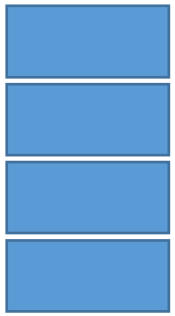
تحمل الضغط وإمتصاص الماء والتزهر للطابوق حسب المواصفة العراقية رقم 25 لسنة 1988 وتعديلاتها لسنة 1993

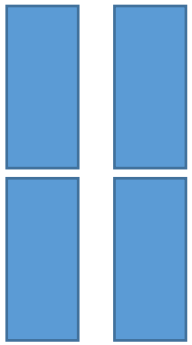
الصنف	الحد الأدنى لتحمل الضغط (N/mm^2)		الحد الأعلى للأمتصاص (%)		التزهر (الحد الأعلى)
	معدل 10 طابوقات	تحمل طابوقة واحدة	معدل 10 طابوقات	إمتصاص طابوقة واحدة	
صنف أ	18	16	20	22	خفيف
صنف ب	13	11	24	26	متوسط
صنف ج	9	7	26	28	--

22, 23, 25, 19 , 22, 21, 20 , 25, 19, 18. 17, 15.5

6. العزل الحراري:

- لايعتبر الطابوق من المواد العازلة الجيدة.
- في حين 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% سيليكا.

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

5. الطابوق المزجج:

- وهوالطابوق الطيني الذي يكون فية 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 الاوجة 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 (250 × 250 × 50) ملم وكان يستعمل في تطبيق السطوح.
- الطابوق الفرشي بأبعاد (280 × 280 × 60) ملم الى (300 × 300 × 70) 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 تعريضه الى بخار تحت ضغط وحرارة.
- ينتج عادة بأبعاد مماثلة للطابوق الطيني او بأي أبعاد مطلوبة.
- يتميز بشكله المنتظم وأوجهه المستوية وحافاته 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%. وحددت مقدار الأنكماش بما لايزيدعن 0.035% من طول الطابوق الرطب. 2, 14, 26
- قسمت المواصفات الأمريكية الطابوق الجيري الى نوعين بمقاومتين هما 31 و17 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.

جـ . 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 اوباستخدام معدات آلية التحكم.
- حددت المواصفات البريطانية 6 اصناف من الطابوق الخرساني ذات حد ادنى لمقاومة الأنضغاط بين,7-40 MPa وحددت 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 ومنتظم الشكل, وقطعه متساوية القياسات مما يجعل البناء منتظما.
2. يمكن التحكم بمقدار تحمله من خلال تغيير نسب الخلط, عادة (1 سمنت: 5-8 ركام).
3. يمكن انتاجه بألوان متعددة.
4. يكون انكماش الجفاف عاليا لذا لايتم استعماله قبل مرور فترة كافية بحدود شهر واحد.
5. ذو كثافة عالية بحدود 2300 كغم/متر مكعب, إلا اذا استعمل الركام الخفيف.
6. لايعتبر عازل حراري جيد اذا استعمل الركام الطبيعي في انتاجه.
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.
- الابعاد الشائعة هي 146× 146ملم, 197× 197ملم, 197× 95 ملم وسمك 80 -120 ملم.
- تكون جوانب الطابوقة خشنة وذات بروز او نتوء طولي لضمان التماسك مع المادة الرابطة.
- يستعمل الطابوق الزجاجي لأغراض معمارية في الزخرفة وألأضاءة 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 مالئة 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 فأنه يثبت بين اضلاع خرسانية مسلحة تصمم كأعتاب بأتجاه واحد او بأتجاهين متعامدين.

الكتل البنائية Building Blocks:

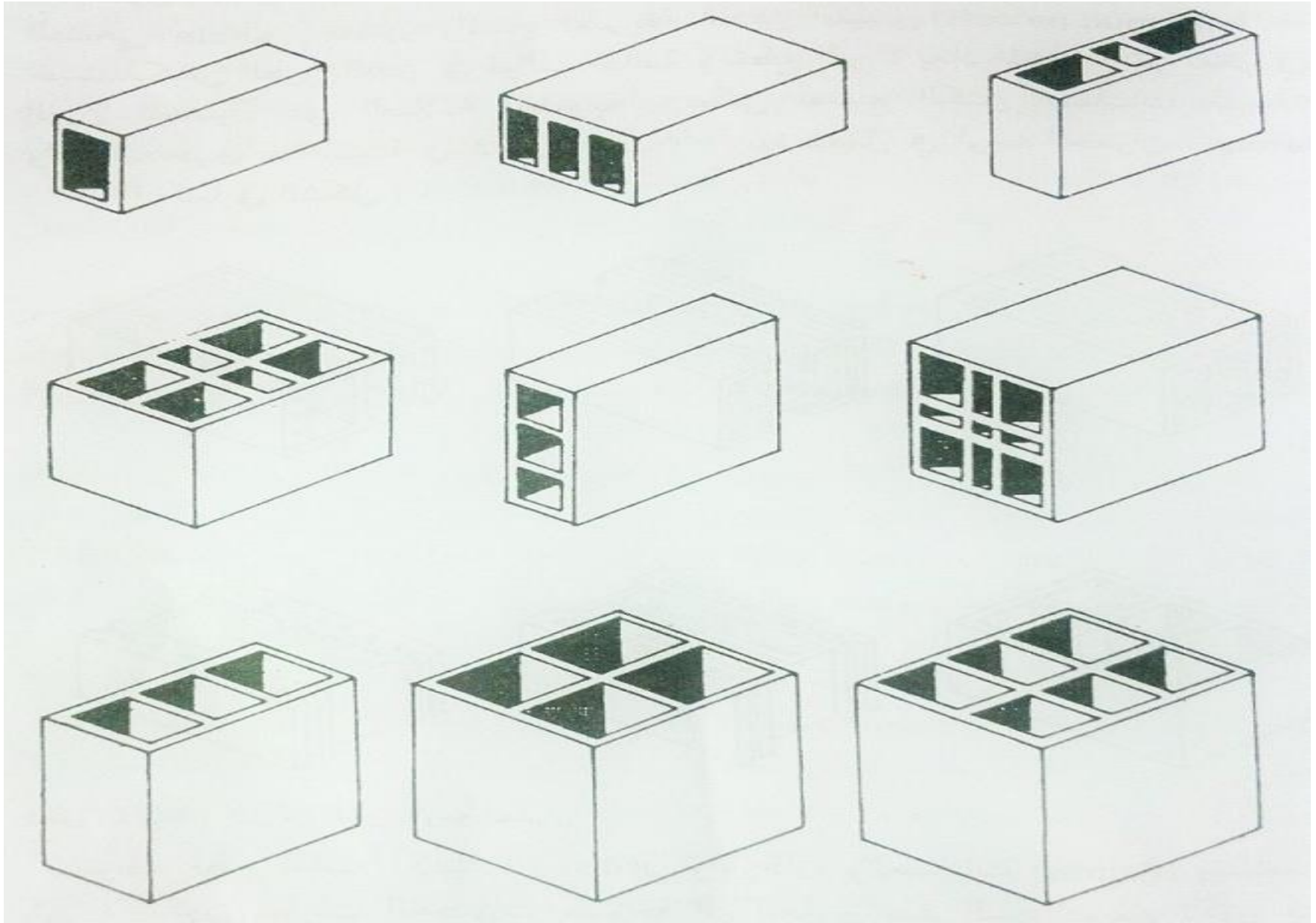
- تصنف الكتل البنائية حسب المواد التي تصنع منها الى:

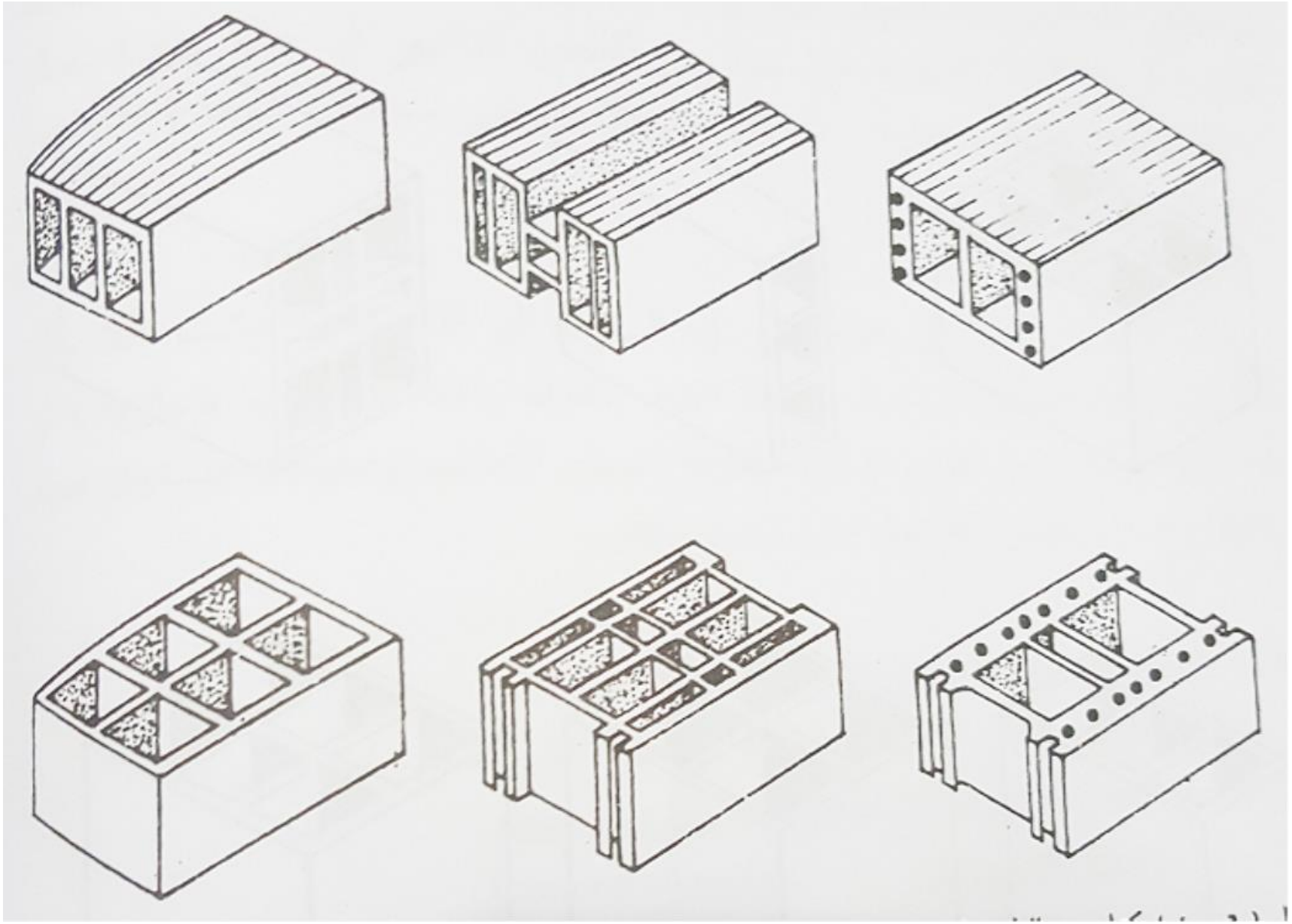
1. الكتل المصنوعة من الطين
2. الكتل الخرسانية
3. الكتل الزجاجية
4. الكتل المصنوعة من الجص

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 لاتكون نهايات التجاويف 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 غير مرغوبة لكونها ثقيلة ورديئة العزل الحراري.
- يتم خلط الخرسانة بإستخدام حصى ذا مقاس صغير (10 ملم).
- تستخدم نسبة ماء/سمنت واطئة لإعطاء 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 لايتم التحكم في رطوبتها وليس لها متطلبات للأمتصاص والأنكماش.

وزن الكتل الخرسانية:

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

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

وتنتج بأستخدام الركام السيليكي كالحصى والرمل وكذلك الحجر المكسر.

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

وتنتج بإستخدام الخرسانة المهواة بأستعمال الركام الأعتيادي أو الحجر المكسر.

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

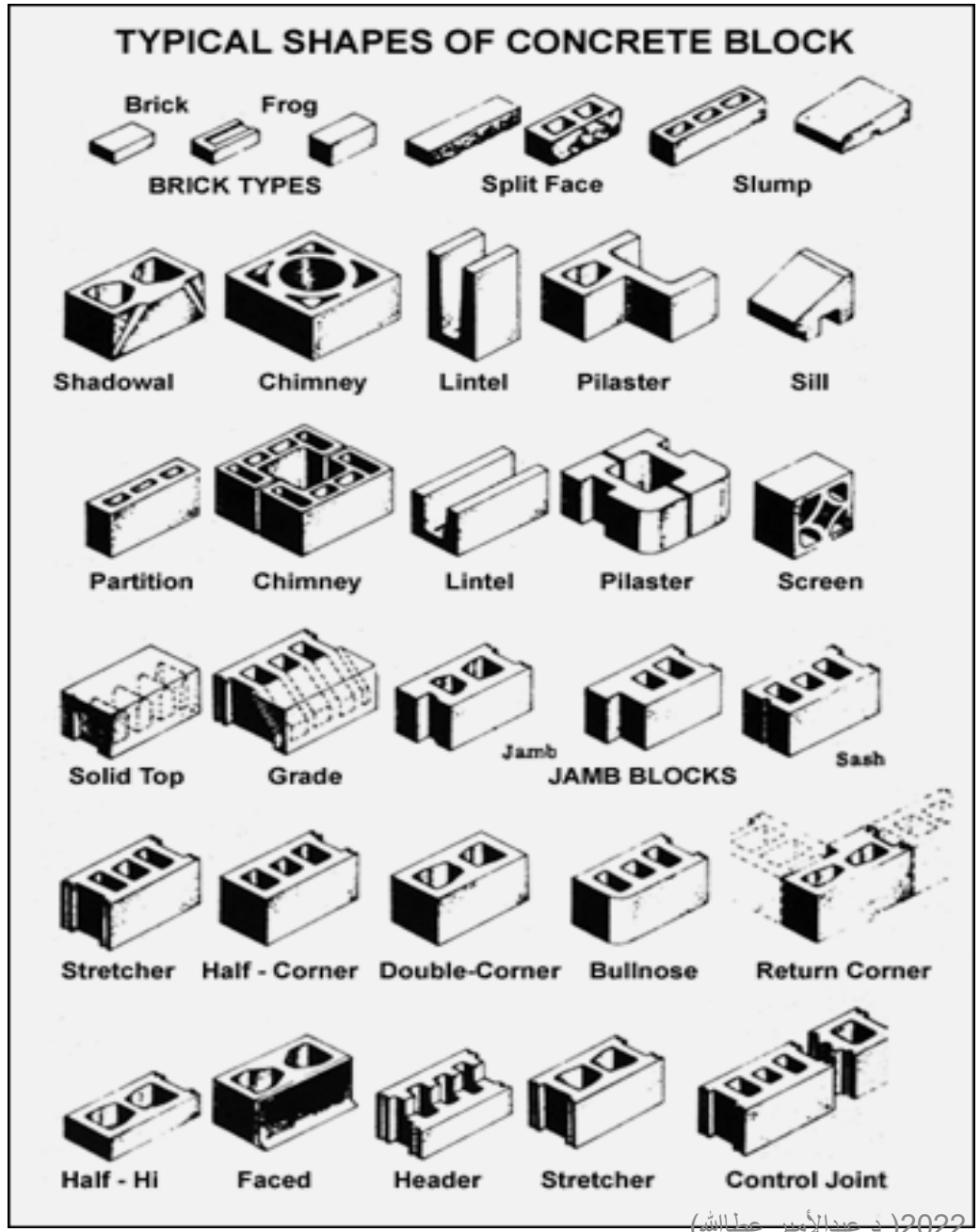
وتنتج بأستخدام الركام الخفيف مثل الطين والطين المنفوخ والخبث والركام البركاني الخفيف.

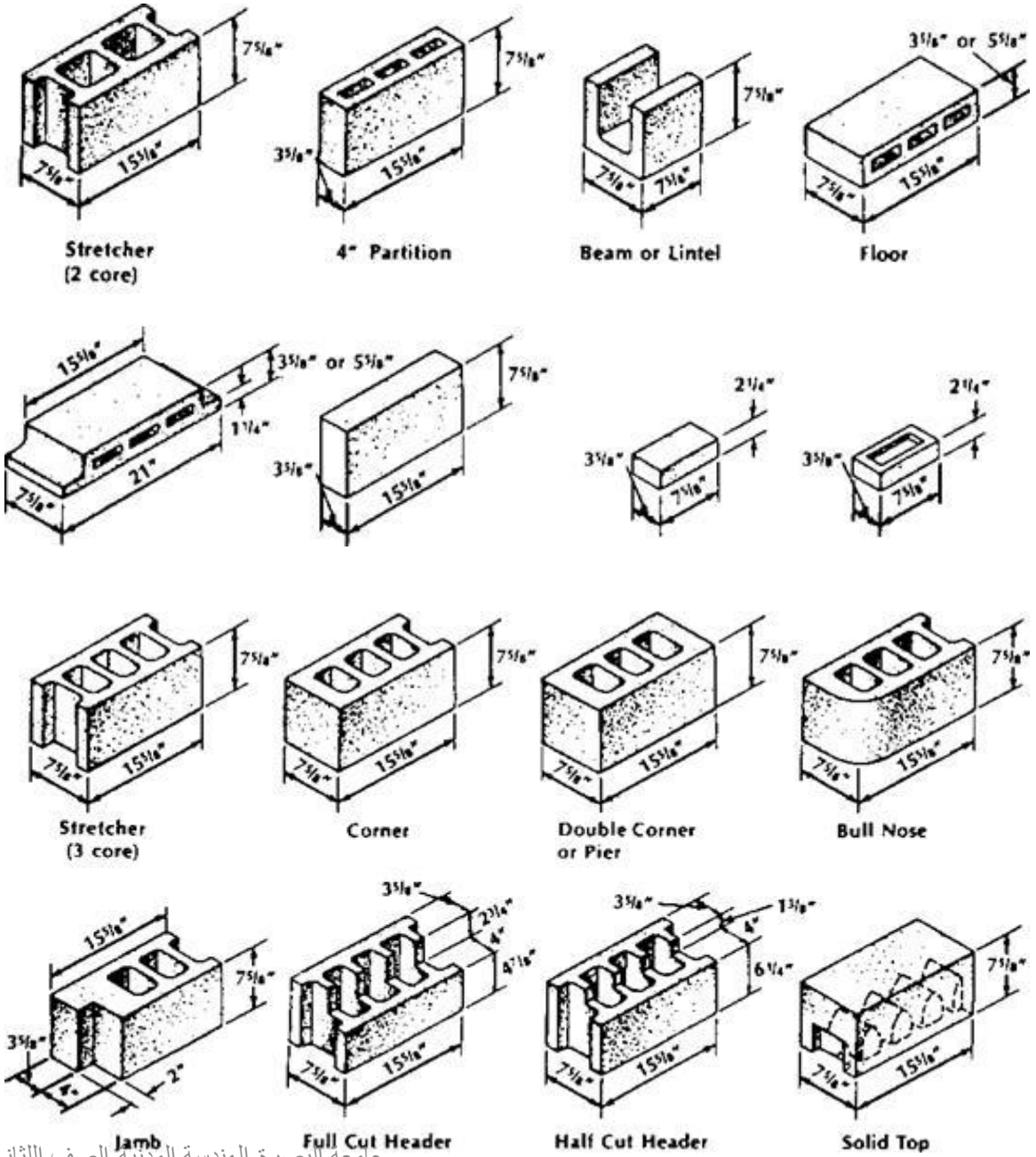
مقاسات وأشكال الكتل الخرسانية:

- 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
Brick
Frog
BRICK TYPES
Split Face
Slump
Shadowal
Chimney
Lintel
Pilaster
Sill
Partition
Chimney
Lintel
Pilaster
Screen
Solid Top
Grade
Jamb
JAMB BLOCKS
Sash
Stretcher
Half - Corner
Double-Corner
Bullnose
Return Corner
Half - Hi
Faced
Header
Stretcher
Control Joint


Stretcher
(2 core)
4" Partition
Beam or Lintel
Floor
Stretcher
(3 core)
Corner
Double Corner
or Pier
Bull Nose
Jamb
Full Cut Header
Half Cut Header
Solid Top

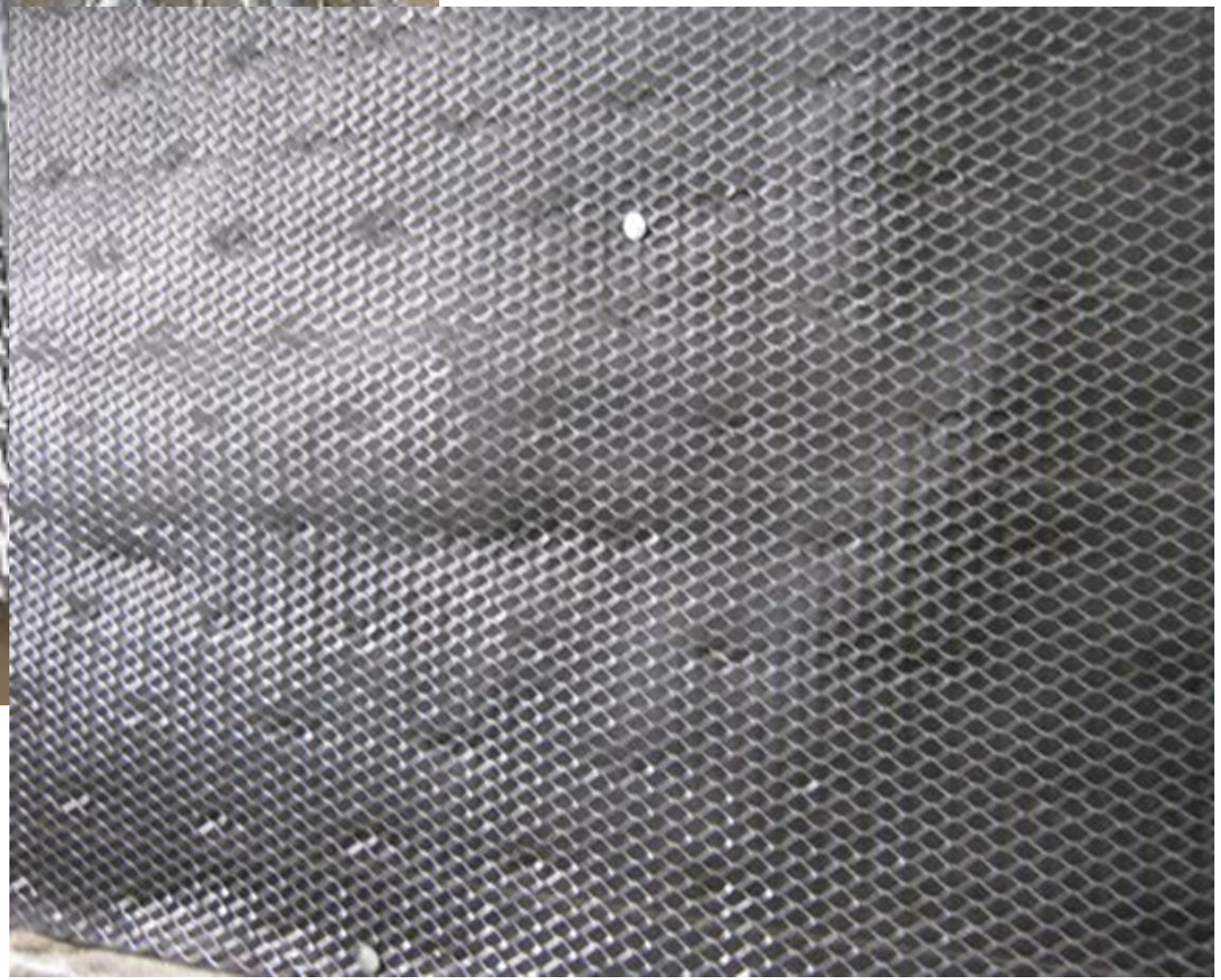
3. الكتل الزجاجية: وهي مشابهة للطابوق الزجاجي.

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 المنشئات لزيادة مقاومتها للحريق.
- لا تستعمل في المواقع المعرضة للرطوبة.
- يتم البناء بهذه الكتل بإستخدام مونة الجص فقط.
- يتم انهاء أوجه الجدران المبنيه 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.



البناء بالطابوق Brickwork

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

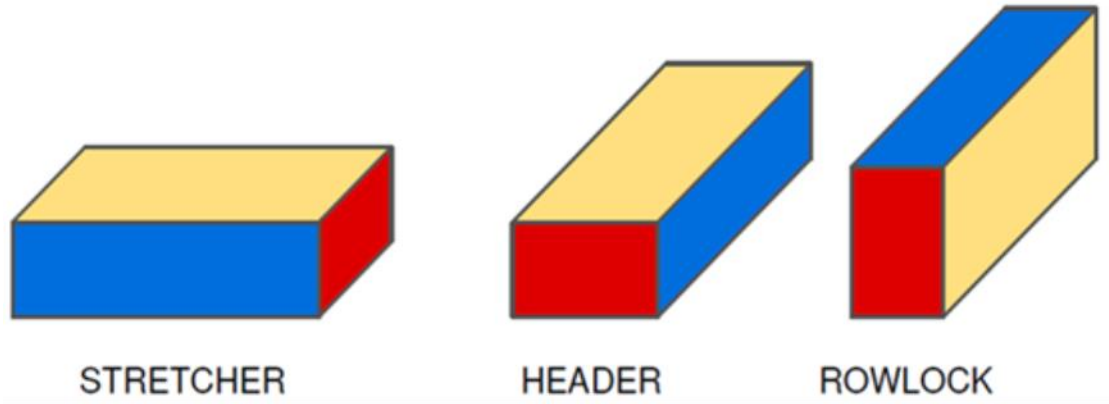
- إصطلاحات بنائية Construction Terminology:
- الطمغة Frog: وهي فجوة ضحلة تعمل في وجه واحد او وجهين من الطابوق المصمت.
- وتكون ذات مقطع مستطيل أومثلث أوشبه منحرف.
- لايمكن عمل الطمغة في الطابوق المقطع بسلك (الطين المتيبس), بل في الطابوق المكبوس بالقوالب (الكبس الجاف).
- ان الطمغة تزيد في ربط الطابوق مع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

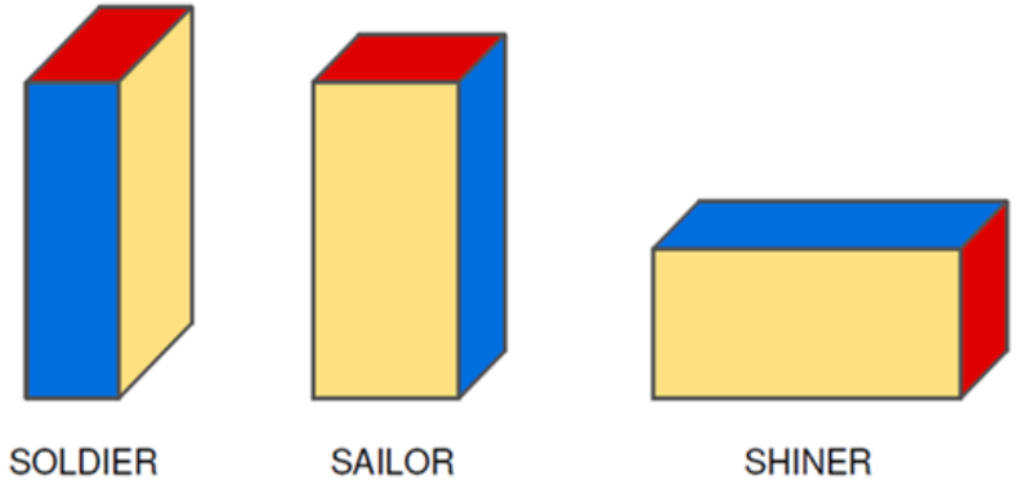
dioramadebris.co.uk

LONDON

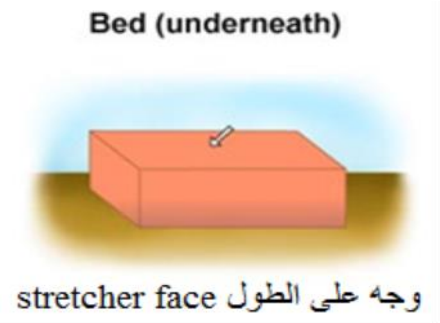
- <u>شكل وضع الطابوقة في الجدار:</u>
- من الممكن ان يكون وضع الطابوقة في الجدار بواحد من الأشكال التالية:

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



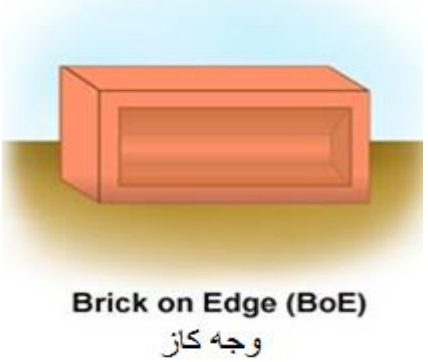


• الوجه Face: وهو أحد سطوح الطابوقة الظاهرة من وجه الجدار ويمكن ان يكون:

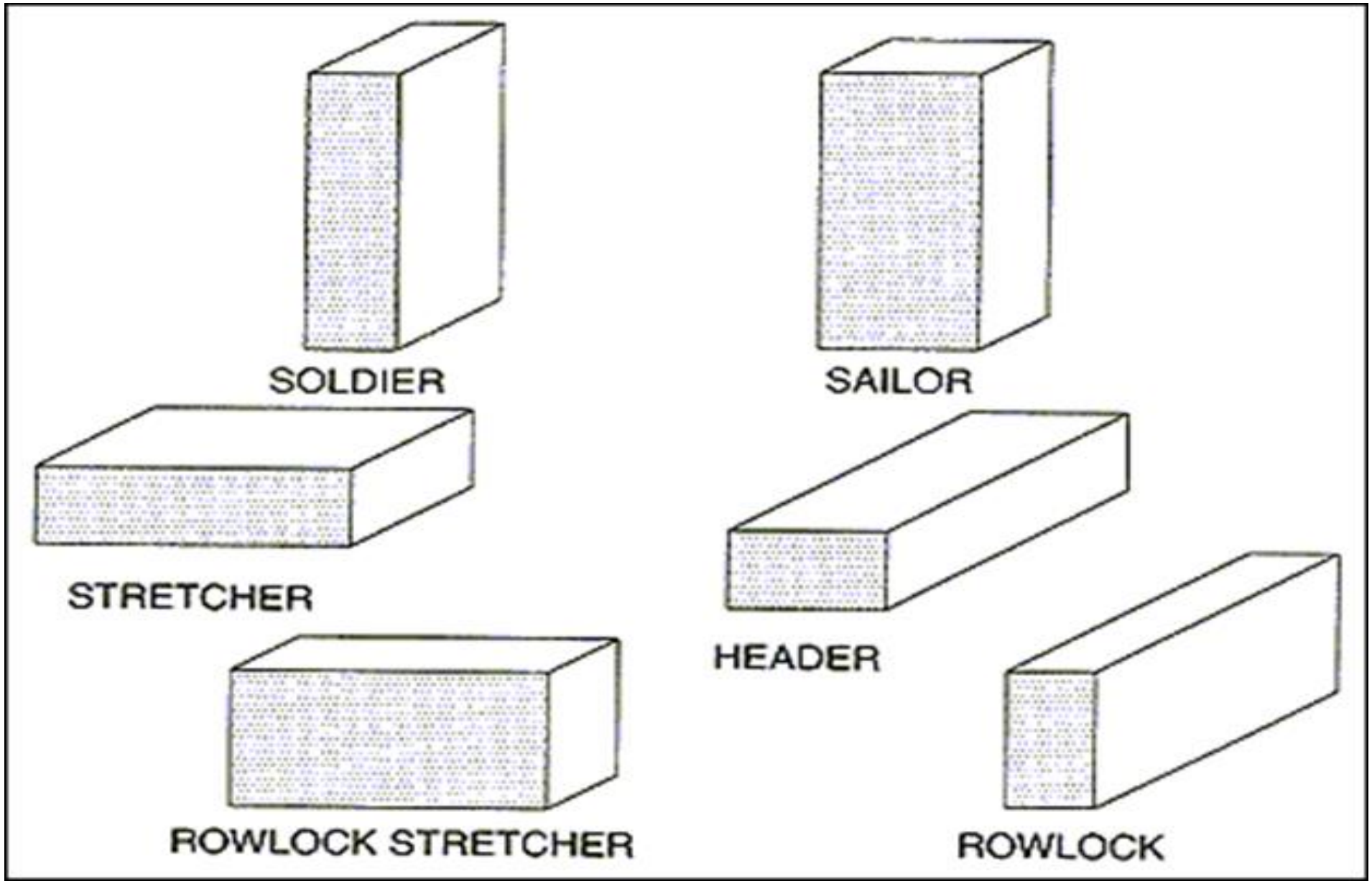


أ- وجه طول (stretcher face): وتكون ابعاده 240×80 ملم.

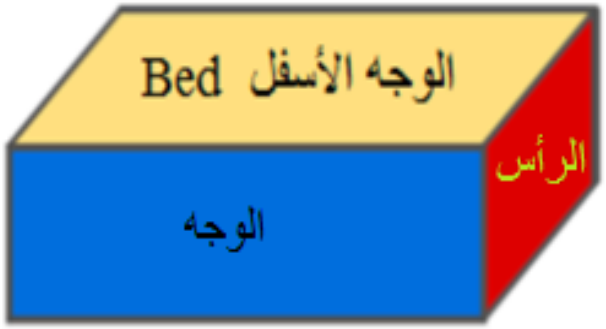
ب- وجه رأس (header face): وتكون ابعاده 115×80 ملم.



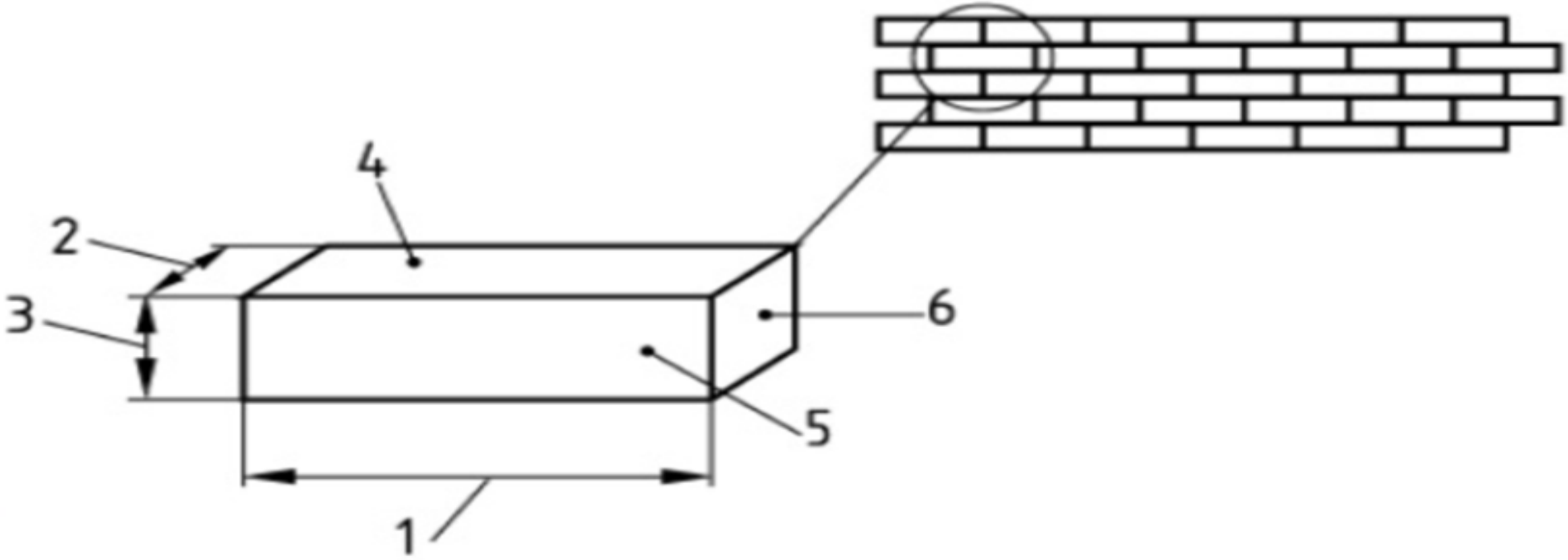
ت- وجه كاز (brick on edge): وتكون ابعاده 240×115 ملم.


SOLDIER
SAILOR
STRETCHER
HEADER
ROWLOCK STRETCHER
ROWLOCK

- بسبب ان الوضع الأكثر استخداما للطابوقة في الجدار هو أن يكون الوجه ذي الأبعاد 240×115ملم هو الأفقي, فأن التسميات التالية هي المتفق عليها:
- الوجه الأسفل او الفرشة (bed): وهو الوجه الأفقي ذو الأبعاد 240×115ملم عندما تكون الطابوقة كما في الشكل.



- الوجه (face): وهو الوجه الشاقولي ذو الأبعاد 240×80 ملم الذي يكون غالبا ظاهرا في وجه الجدار.
- الرأس (header):وهوالوجه الشاقولي ذو الأبعاد 115×80ملم الذي يكون غالبا غيرظاهرا 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.

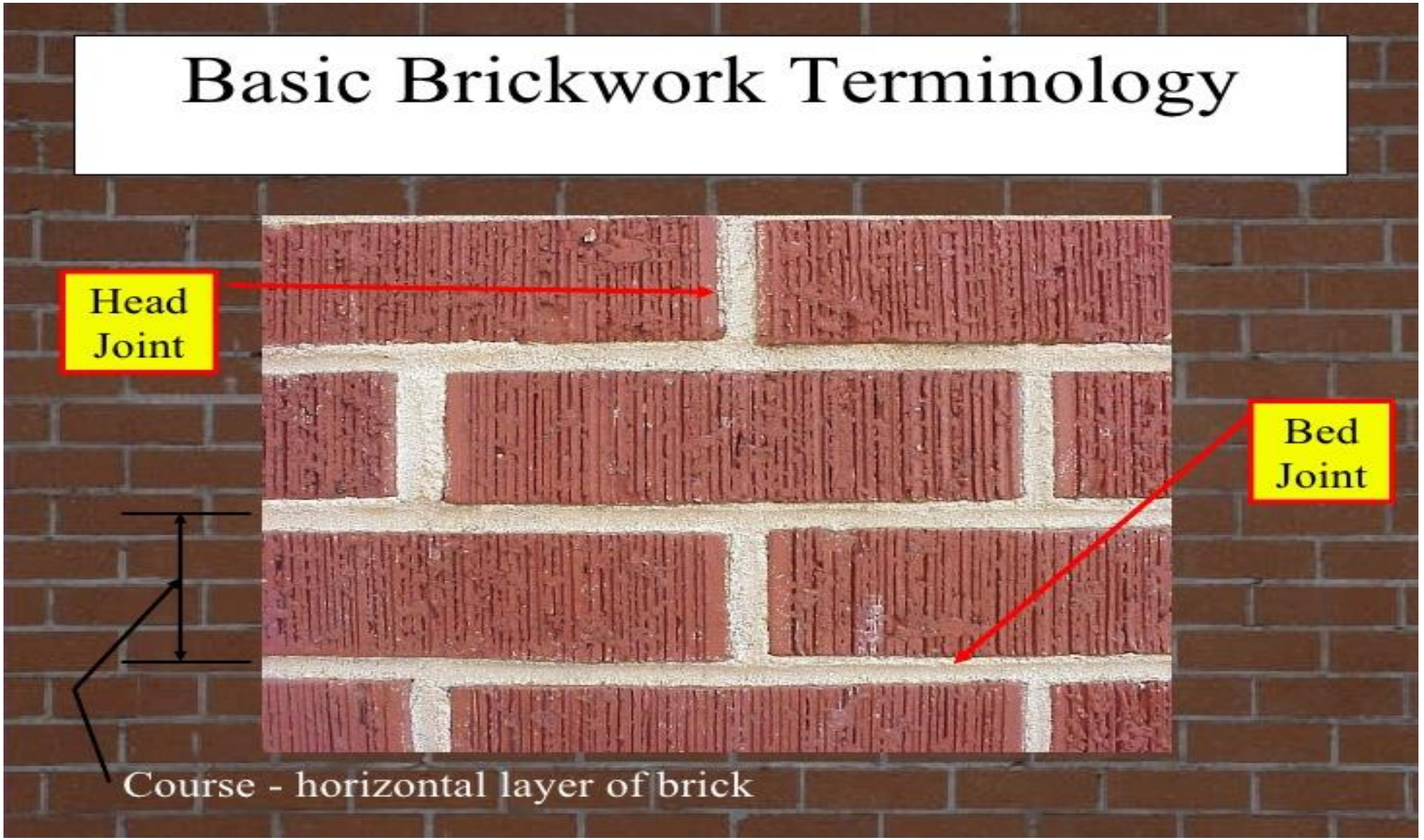
Dimensions and surfaces

- 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.

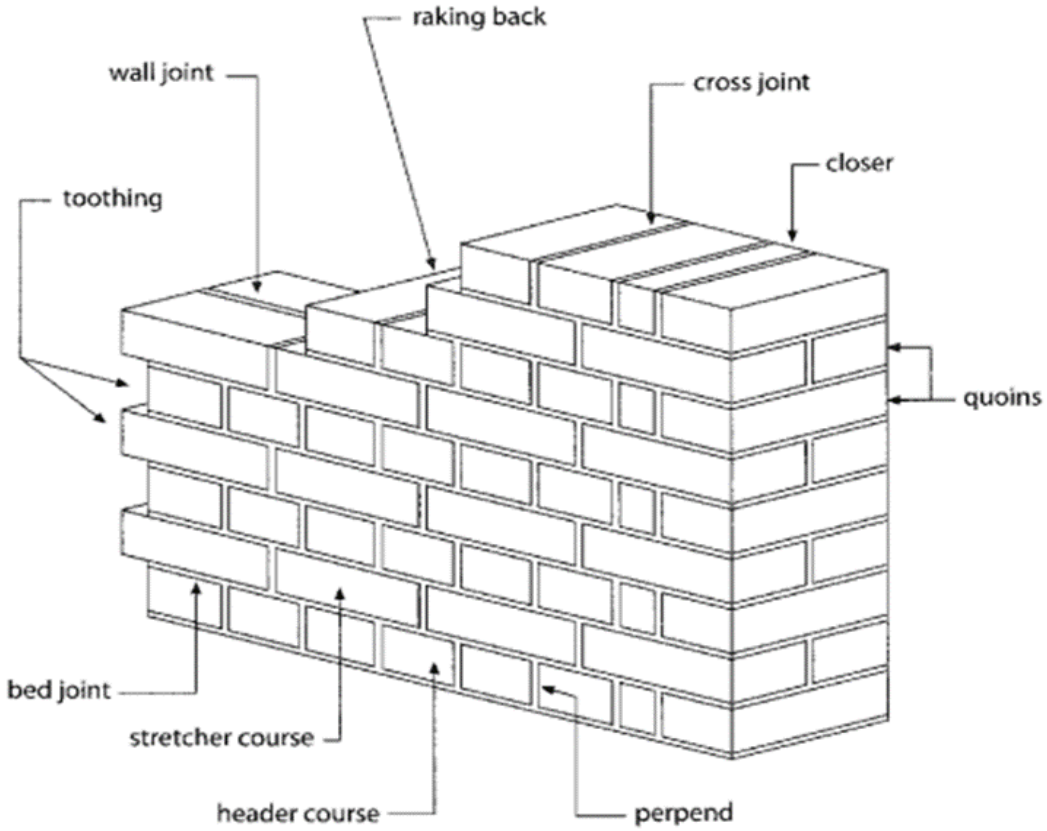
2. مفصل بنده (المفصل الرأسي head or perpend joint): هو مفصل المادة الرابطة الشاقولي في وجه الجدار. في البناء الجيد فأن المفاصل الرأسية في السوف المتناوبة تكون على إستقامة واحدة.

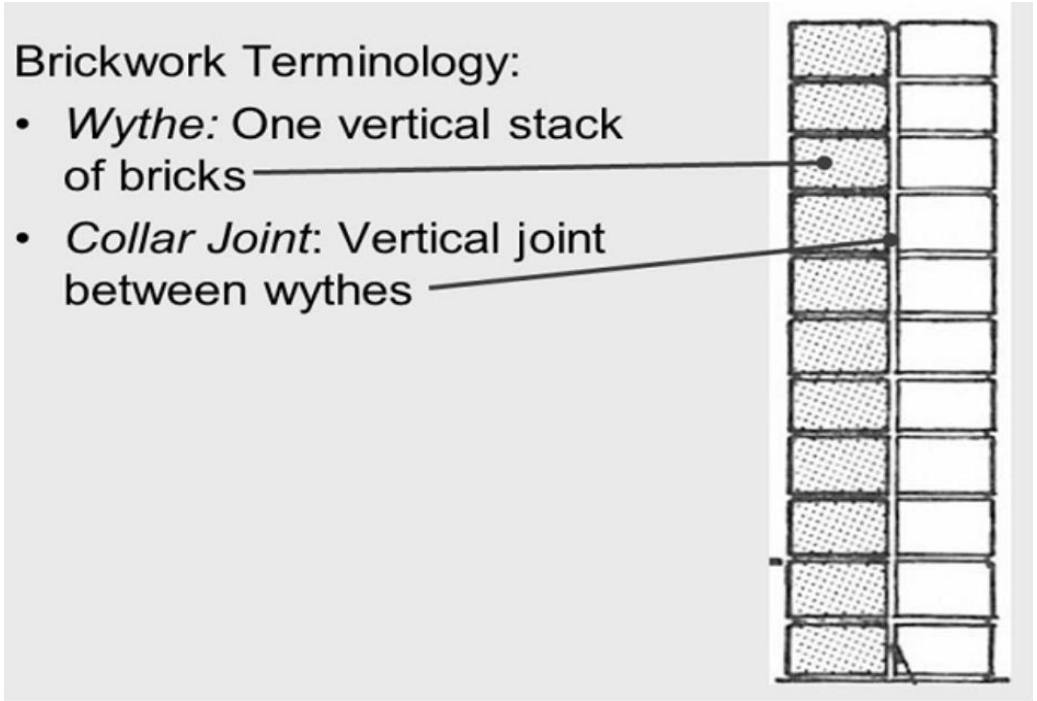
Basic Brickwork Terminology



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

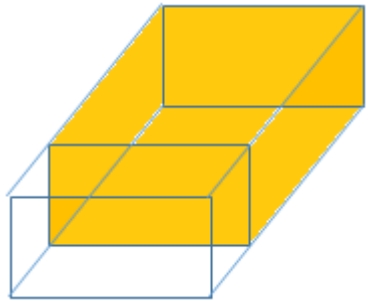
4. مفصل جداري wall or collar joint: وهو مفصل بين طبقات الجدار ويكون موازي لمستوي الجدار.

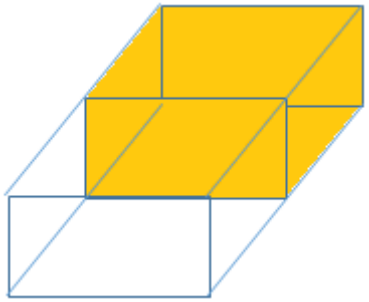


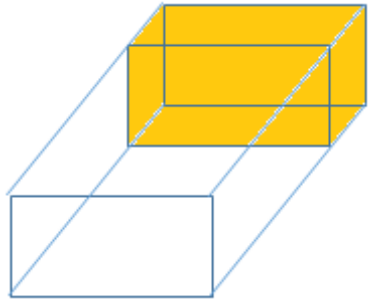


❑ أجزاء قطع الطابوقة:

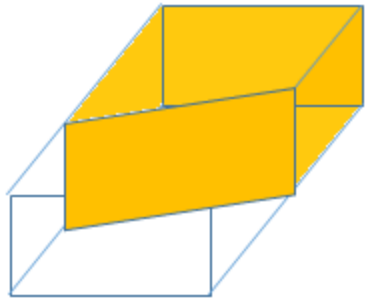
- الشظية (شكفة bat): وهي جزء من الطابوقة يكون القطع فيها خلال عرض الطابوقة.
- وتسمى بالنسبة الى حجمها بالمقارنة بحجم الطابوقة الكاملة, مثل نصف و ثلاث ارباع.





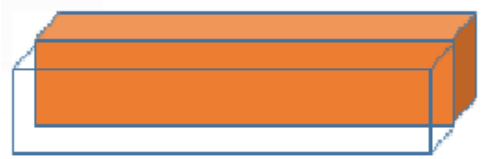


- قد يكون قطع الشظية بمستوى مائل فتسمى (مشطوفة beveled).

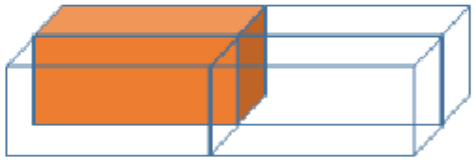


- الخاتمة Closer: جزء من طابوقة يكون القطع فيها طوليا. ويمكن أن تكون بأشكال منها:

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

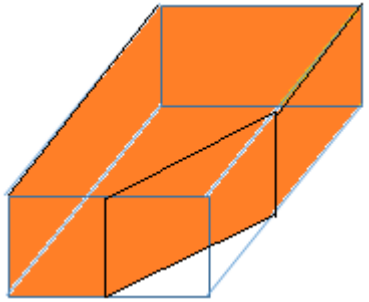


وتوضع عادة مجاورة لأول طابوقة في الساف على الرأس.



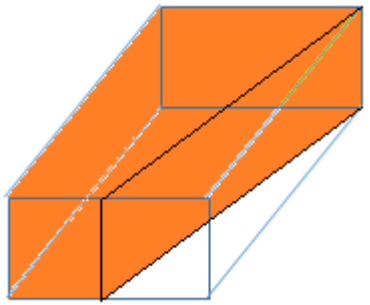
ب- وقد تكون بأقل من الطول الكامل فتسمى ربع إذا كان طولها بمقدار النصف.

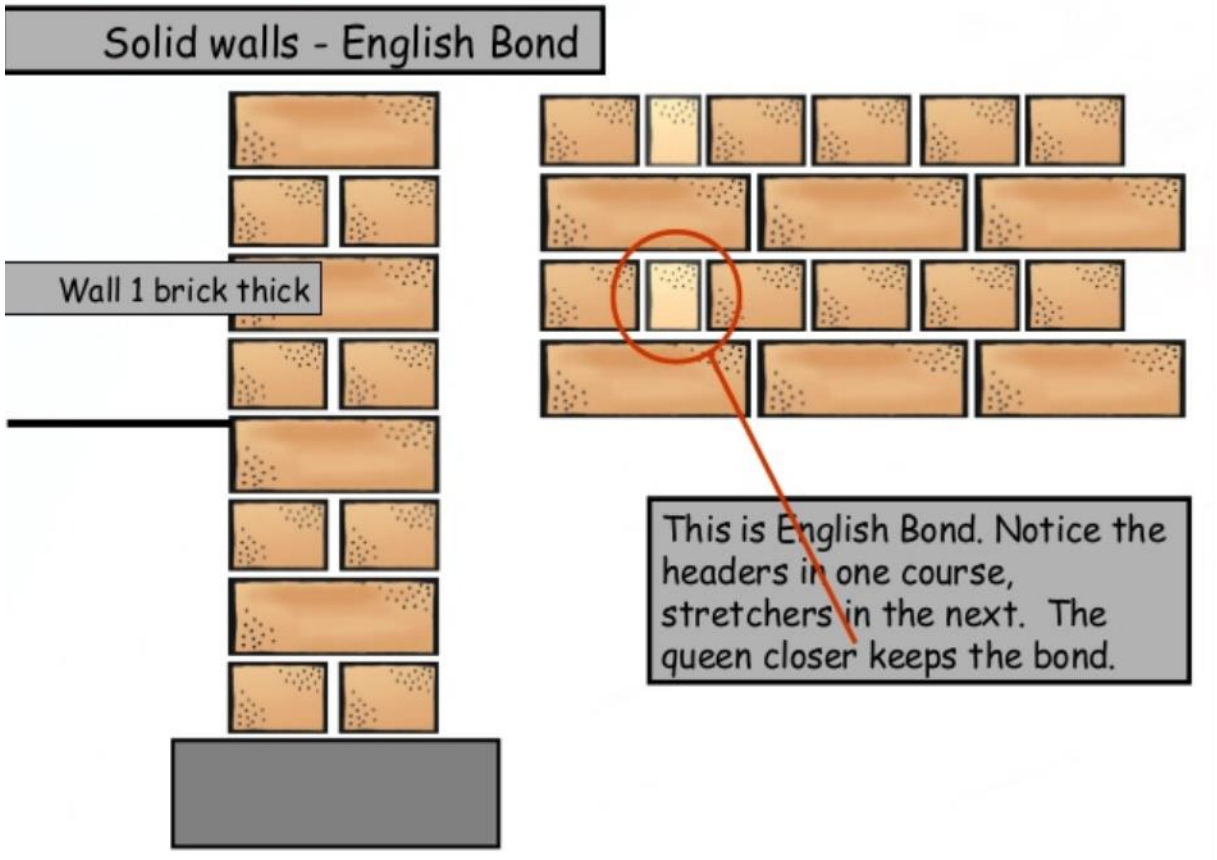
ج- وقد تكون بزاوية مقطوعة فتسمى المشيكة king closer

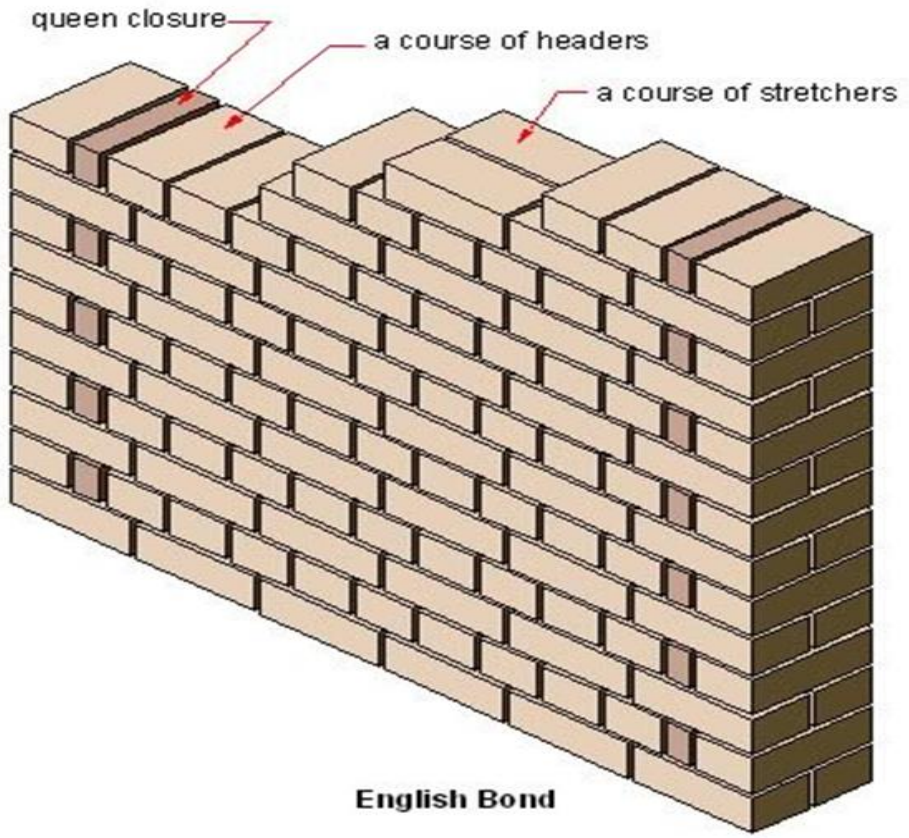


حيث يمر مستوي القطع بنصف الطول ونصف العرض.

د- الخاتمة المشطوفة

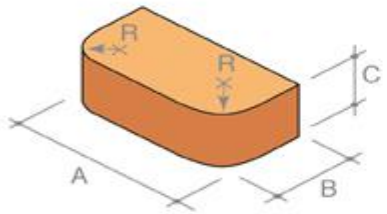


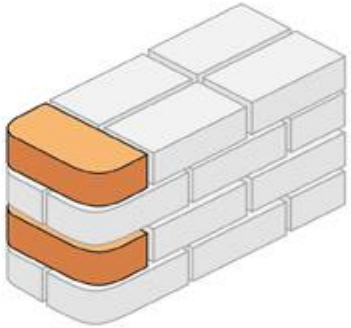

Solid walls - English Bond
Wall 1 brick thick
This is English Bond. Notice the headers in one course, stretchers in the next. The queen closer keeps the bond.


queen closure
a course of headers
a course of stretchers
English Bond

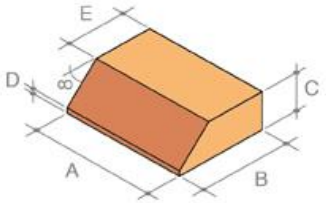
- تستعمل قطع ختم أخرى تشكل عند صنع الطابوق, أي لايتم تكوينها بقطع الطابوق الأعتيادي كما في الأنواع السابق.
- هذه القطع تستخدم عندما يراد ترك وجه الجدار المبني بالطابوق نظيفا بدون إنهاء.
- لايوجد داعي لأستعمال هذه القطع في أعمال الأعتيادية للبناء بالطابوق والذي يغطى بمواد الأنهاء كاللبخ والبياض.
- هذه القطع تشمل:

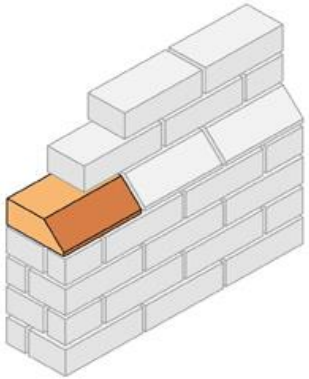
1. المدورة bullnose: تستعمل في أغطية قبعات الأسيجة أو الأركان المدورة.
2. المفلطحة splayed: تستعمل في بناء الساف الأخير الذي يقلص فوقه سمك الجدار.
3. ساق الكلب dog leg: تستعمل لربط البناء في الأركان عندما لاتكون الزاوية قائمة.



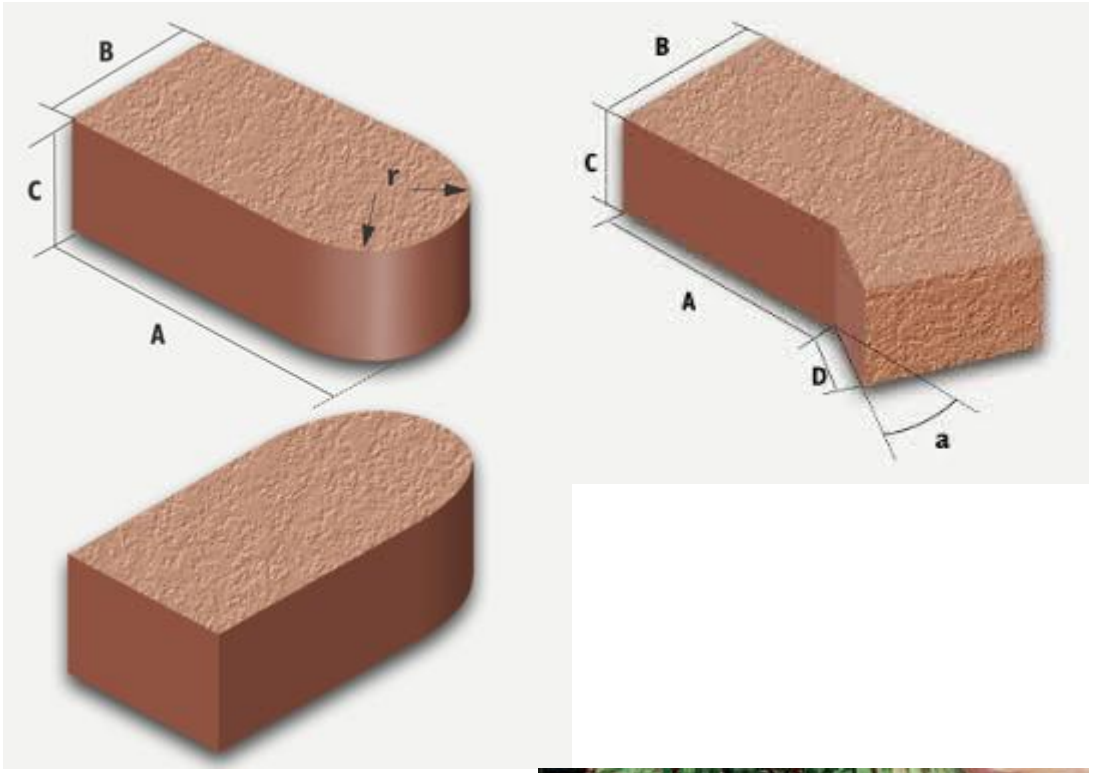


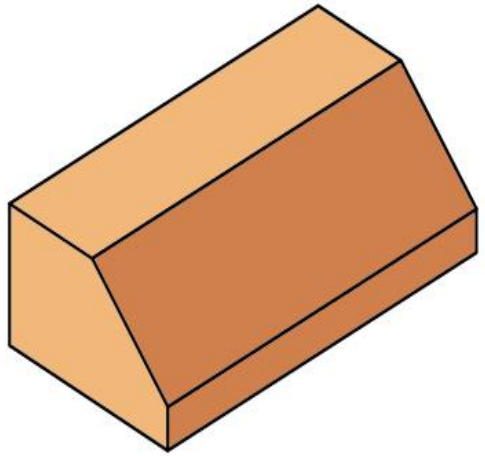
Type	A	B	C	R
BN.2.1	215	102	65	25
BN.2.2	215	102	65	51

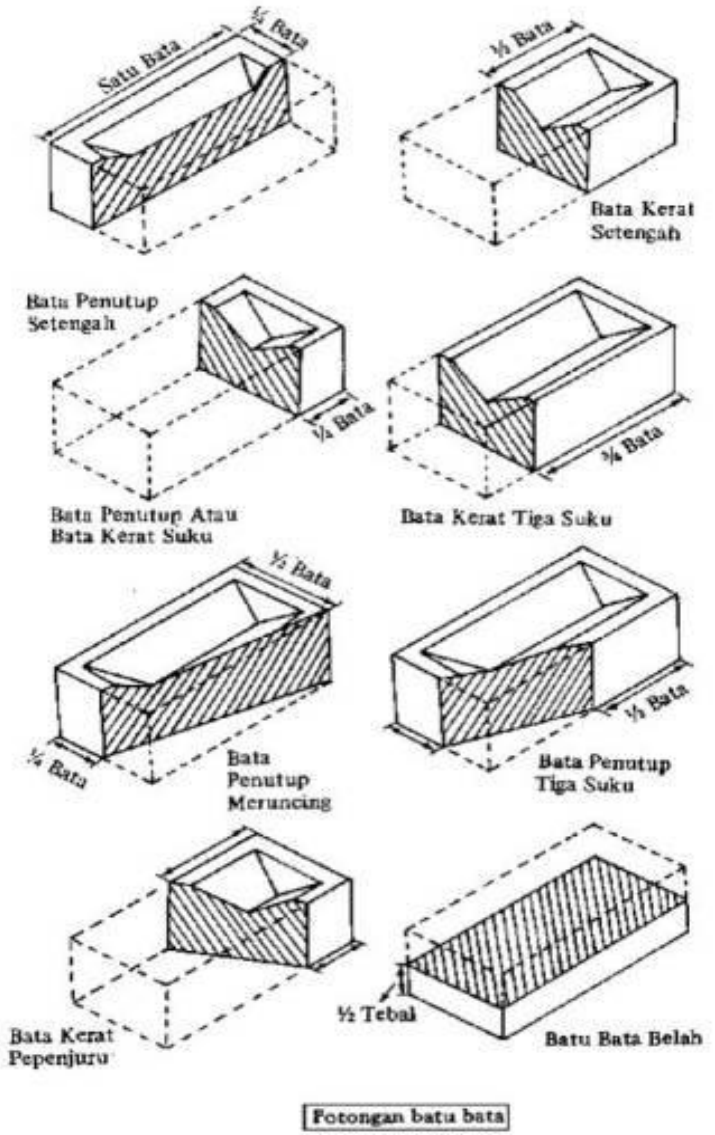




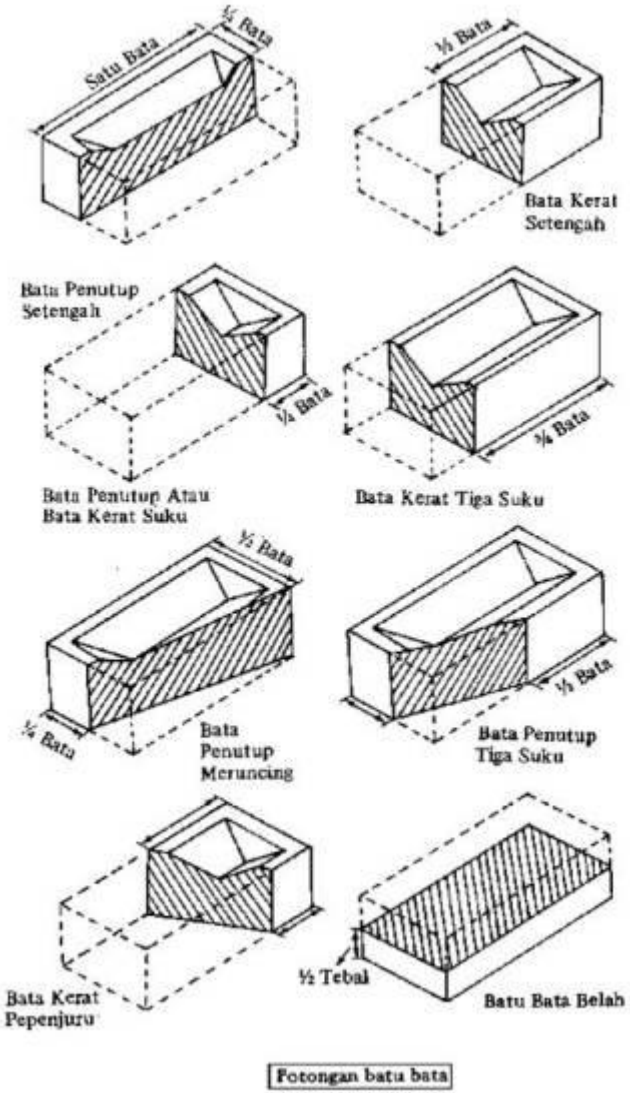
Type	A	B	C	D	E	∞
PL.3.1.1	215	158	65	9	102	45°



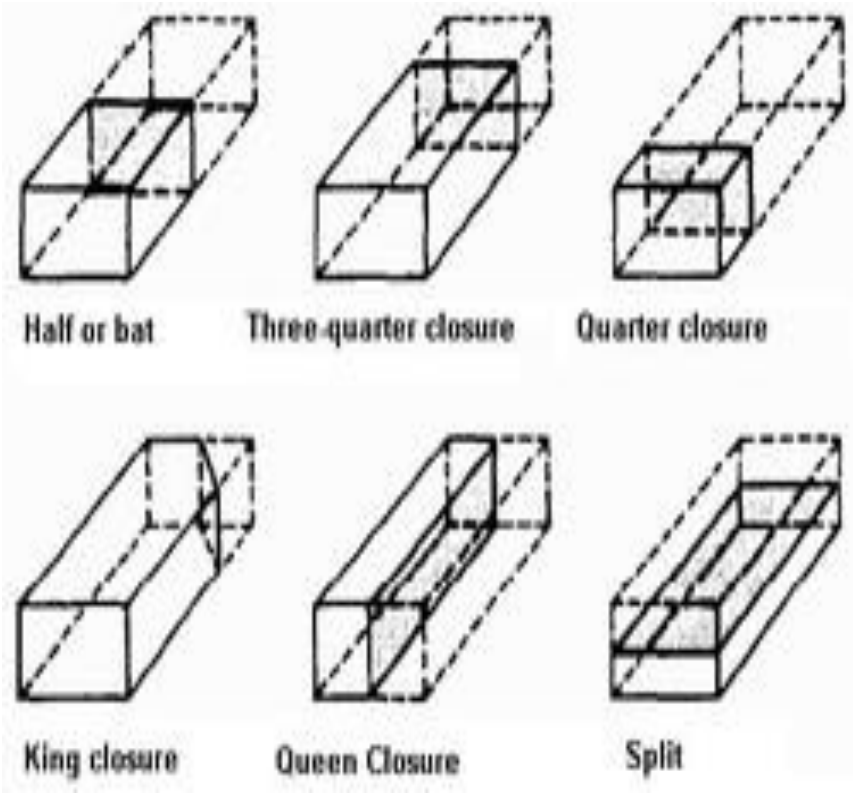




Potongan batu bata



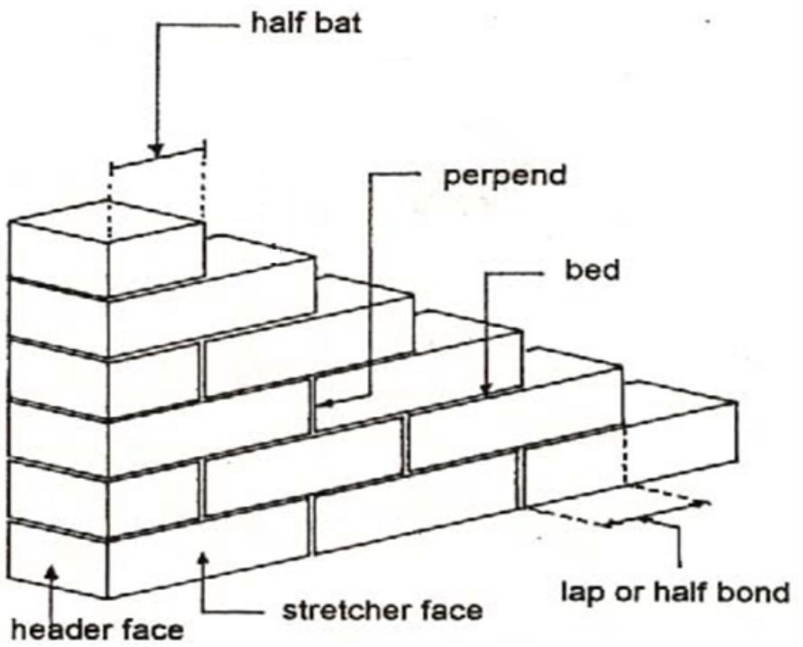
Potongan batu bata

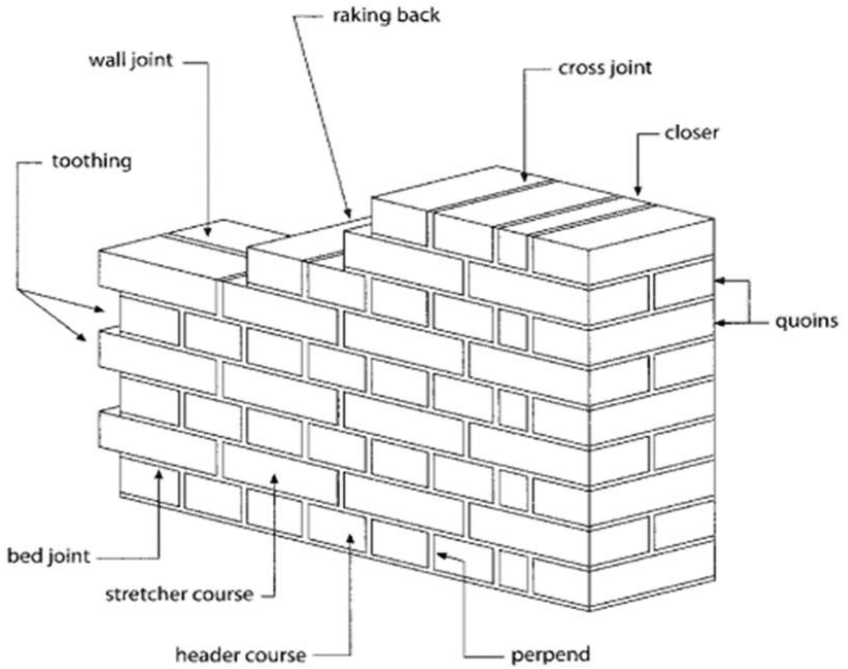


- مسافة الحل Lap: وهي المسافة الأفقية بين مفصلين رأسيين (بندتين) في سافين متتاليين.
- تكون هذه المسافة مساوية الى:

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.

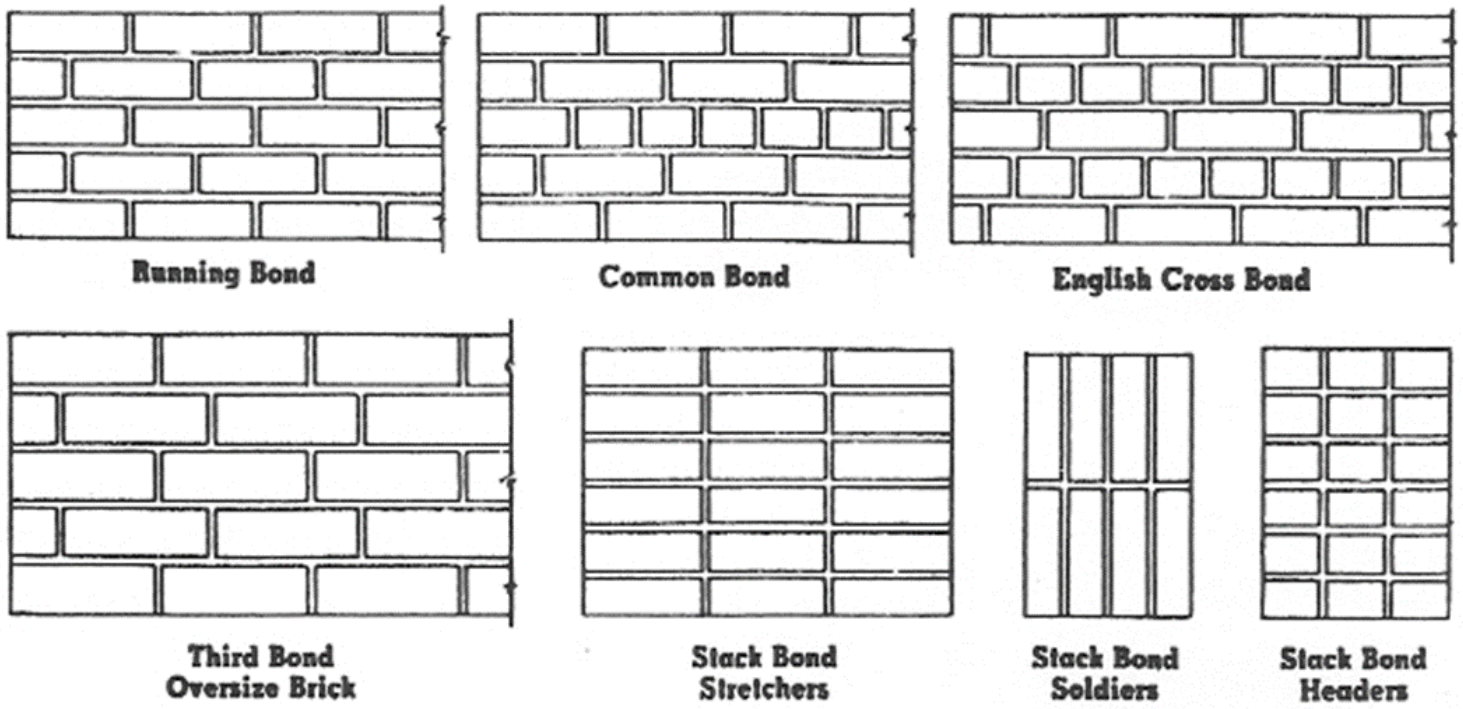
5. الربط الألماني .Flemish bond

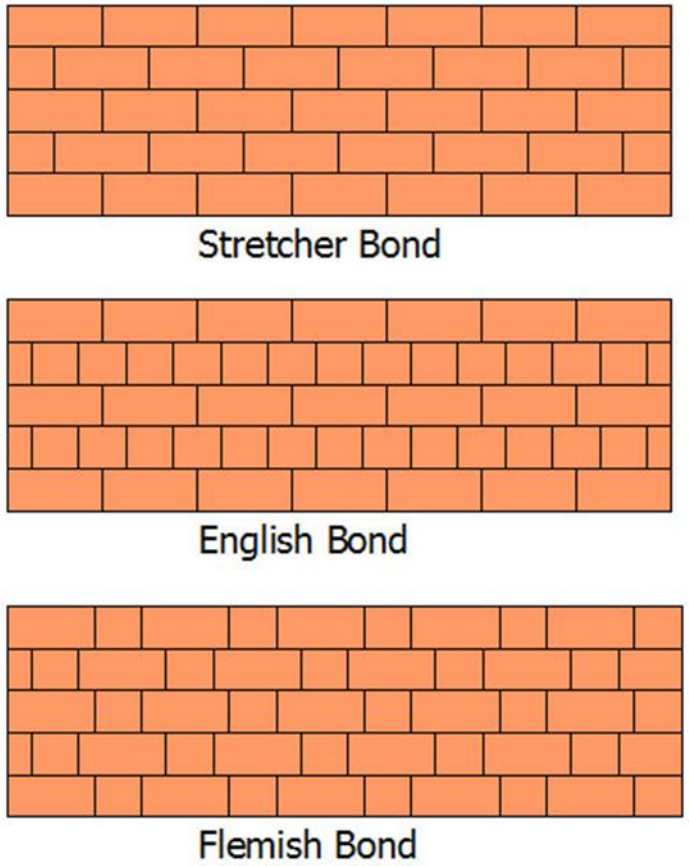
6. الربط على الكاز Bull stretcher bond.

7. الربط المجوف Hollow bond.

8. ربط سياج الحديقة Garden wall bond.

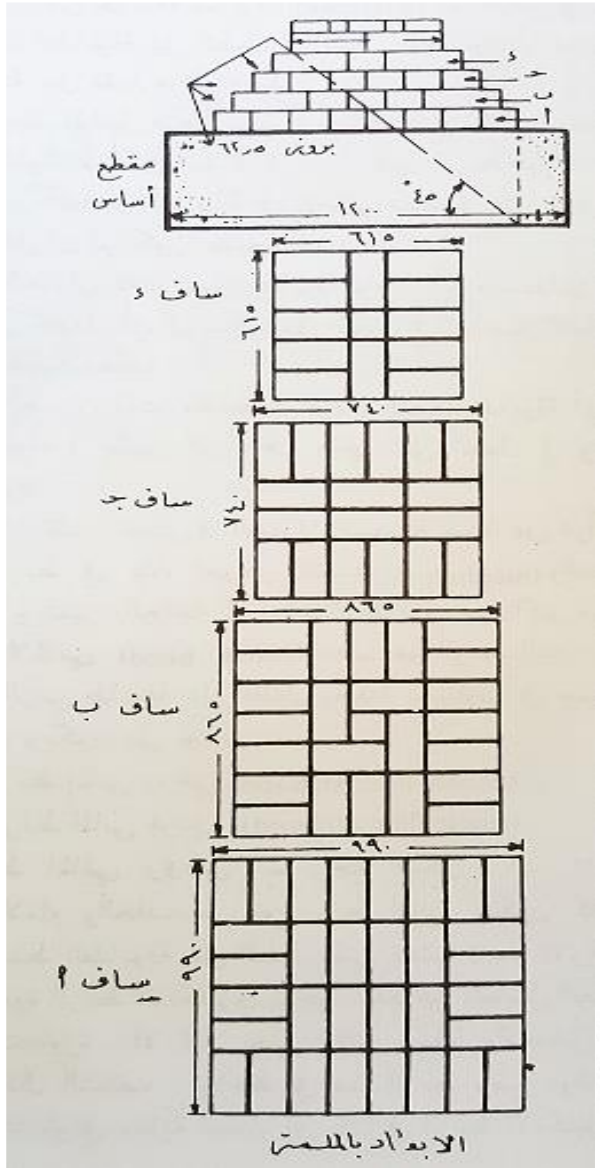
9. ربط النقش Pattern bond.


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

Screencast-O-Matic.com



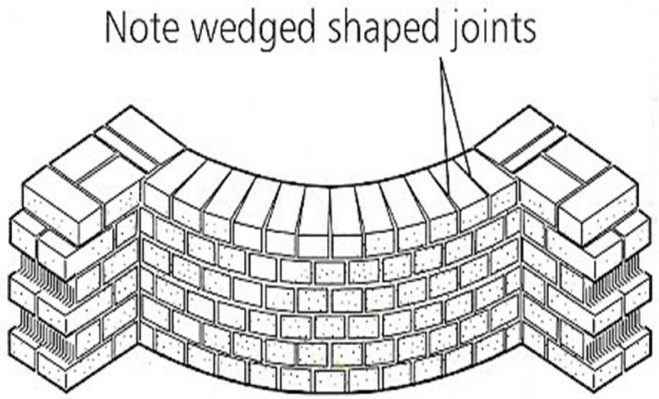
1. الربط على الرأس Header Bond:

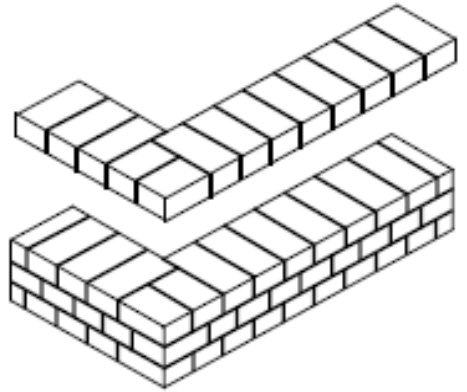
- وهو الربط الذي تكون فيه جميع السوف مبنية بطابوق

على الرأس.

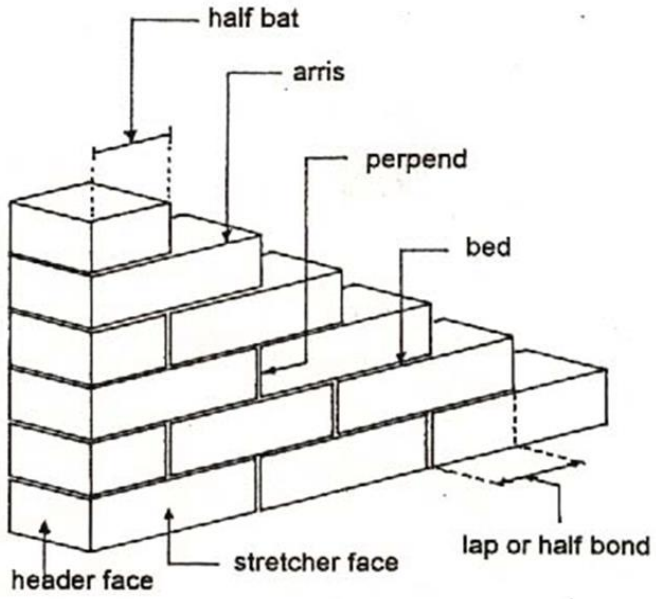
- يستخدم هذا النوع في بناء الأسس والجدران ذات التقوس الحاد,
- حيث لايمكن وضع الطابوق على الطول لأنه يجعل الحافات

مضلعة وليست مقوسة.

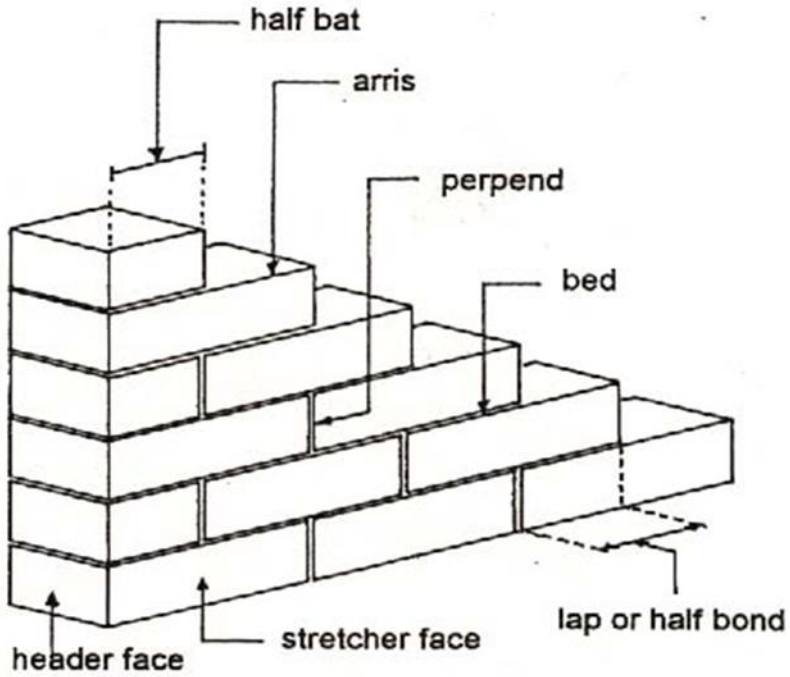


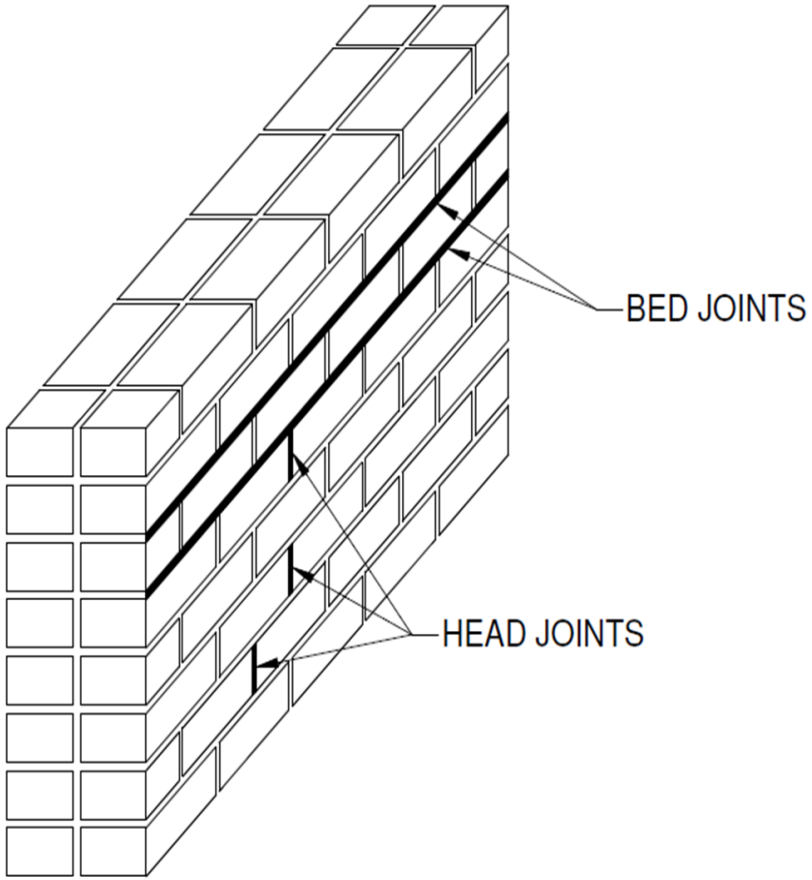


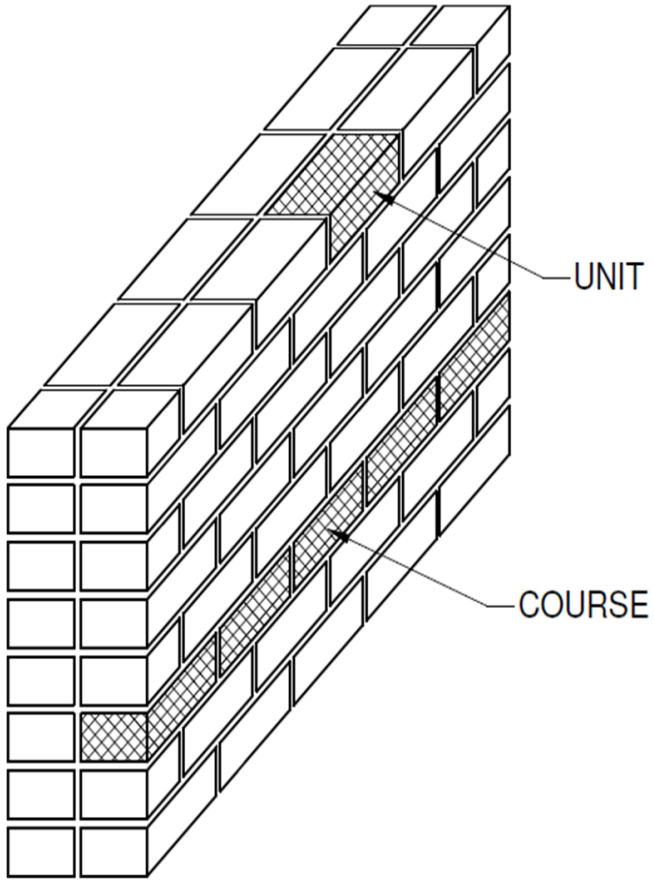
2. الربط على الطول Stretching Bond:

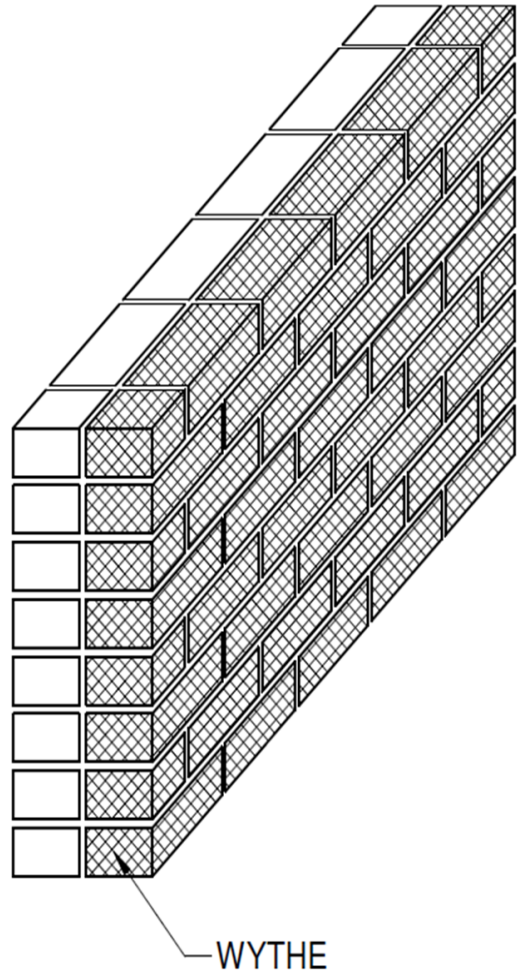


- وتكون فيه جميع السوف مبنية بطابوق على الطول.
- يتم وضع نصف طابوقة (شكفة نصف half bat) في بداية الساف بين ساف وآخر.
- سبب ذلك لتجنب أن تكون المفاصل الرأسية للسوف المتعاقبة واقعة على استقامة واحدة.
- مسافة الحل تكون مساوية الى نصف الطول ناقص نصف عرض المفصل الرأسي.
- يستعمل هذا الربط في القواطع بسمك نصف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


half bat
arris
perpend
bed
lap or half bond
stretcher face
header face

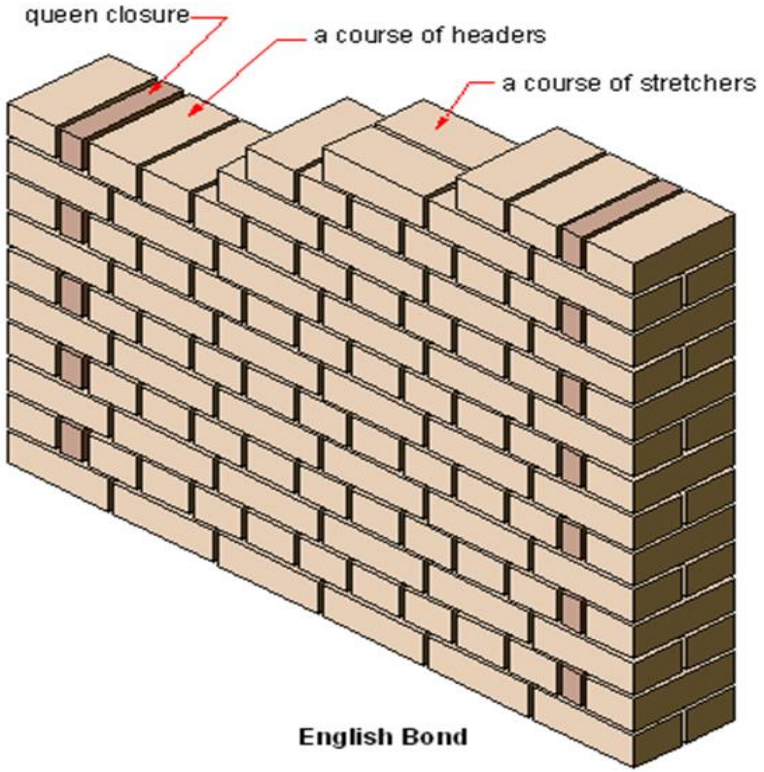

BED JOINTS
HEAD JOINTS


UNIT
COURSE


WYTHE

3. الربط الأنكليزي English Bond:

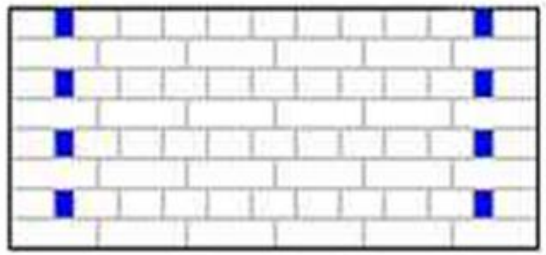
- يكون وضع الطابوق في الجدارعلى الطول في ساف وعلى الرأس في الساف الذي يليه.
- أي أن البناء يكون بنوعين من السوف كل نوع فوق ساف من النوع الآخر.



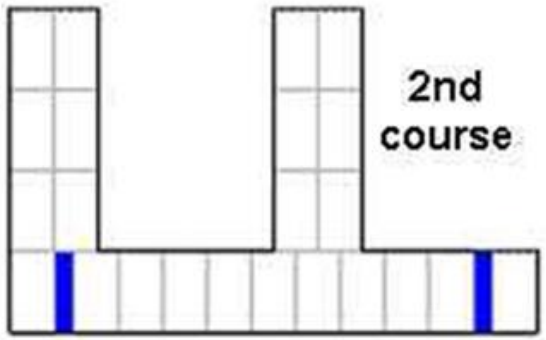
One brick thick, English bond, corner detail

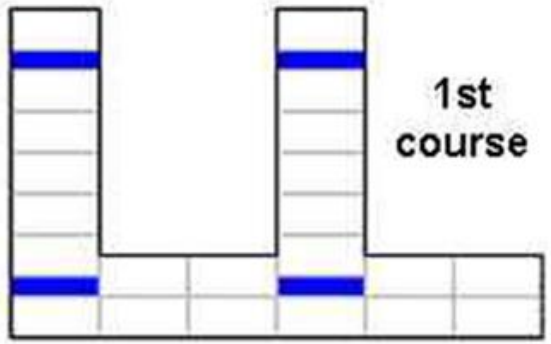
- مواصفات الربط االأنكليزي:

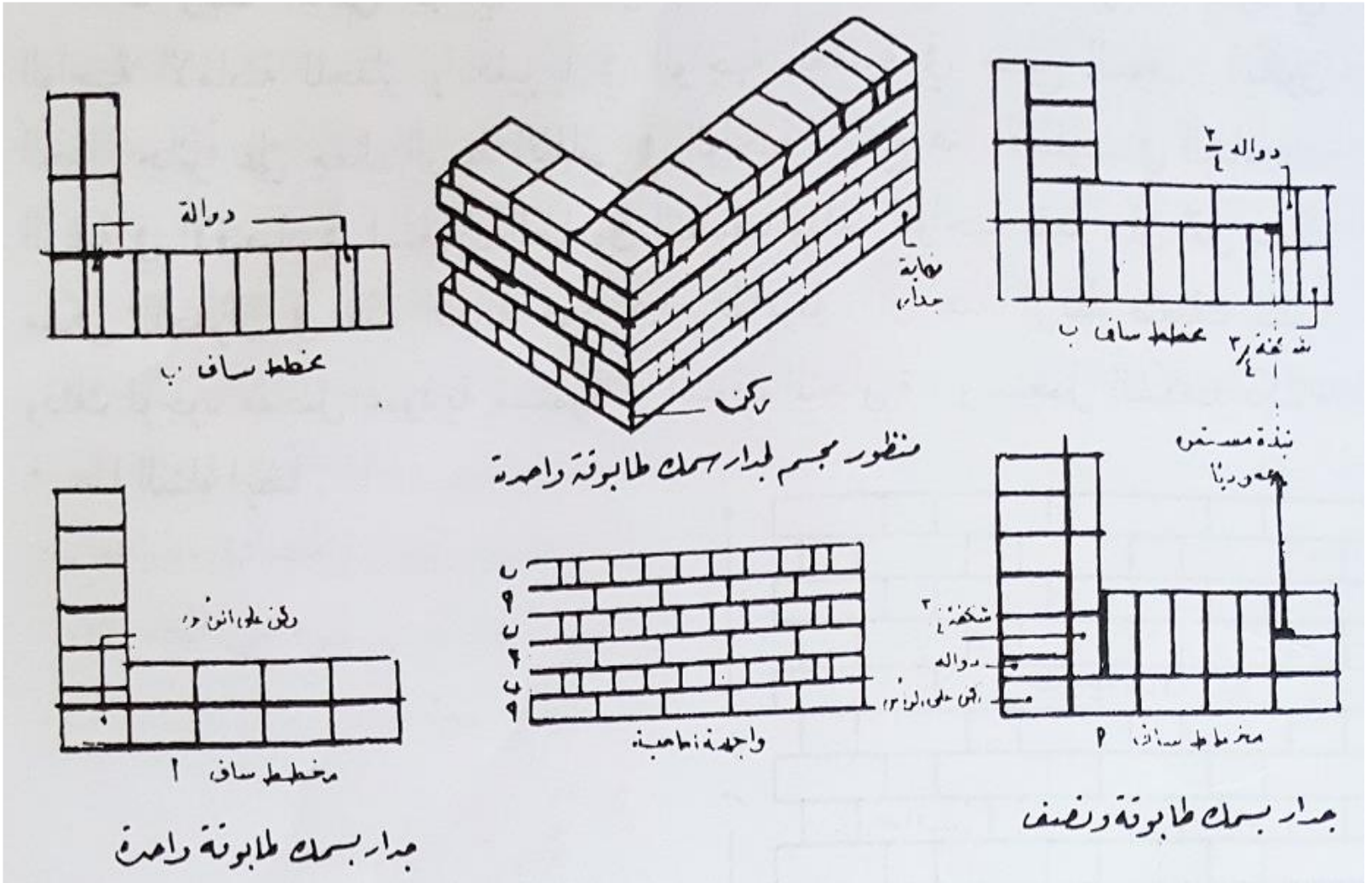
1. في كل ساف على الرأس توضع خاتمة بعد أول طابوقة على الرأس في بداية الساف.
2. في ساف معين على الرأس تكون الطابوقات المتناوبة (بين طابوقة وأخرى) متمركزة مع طابوقة على الطول في الساف فوق او تحت ذلك الساف بمسافة حل مقدارها 52.5ملم.
3. في الجدران ذات سمك طابوقة واحدة أو مضاعفاتها يكون الجدار بنفس المظهر 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 2.5 , 1.5 طابوقة يظهر كل ساف مبني على الطول في الواجهة الأمامية بشكل ساف مبنيا على الرأس في الواجهة الخلفية.
5. يكون قلب الجدران السميكة مبنيا 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

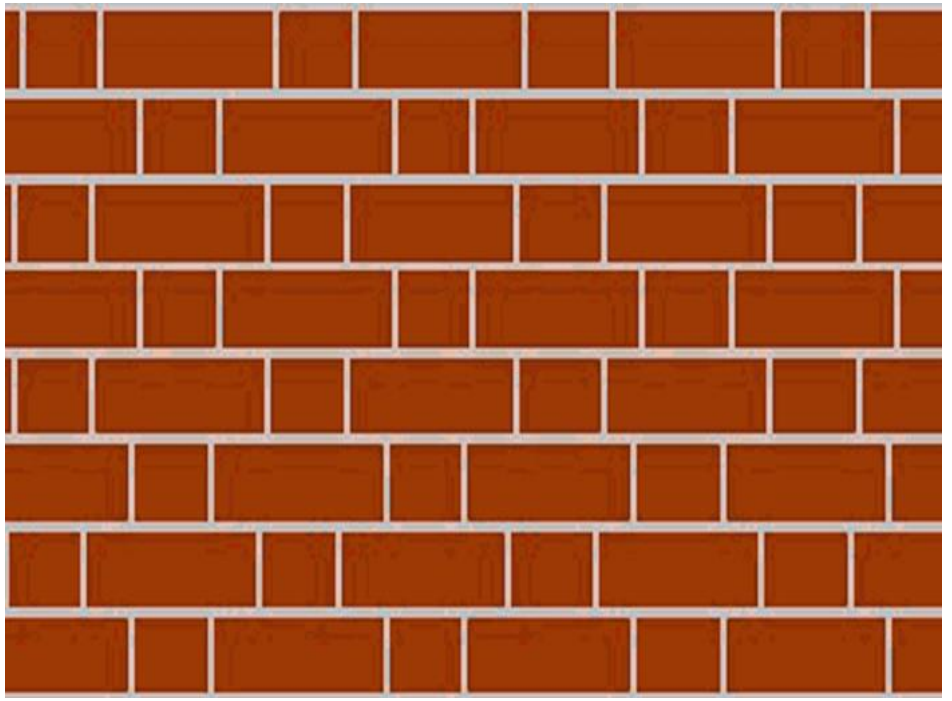

2nd
course

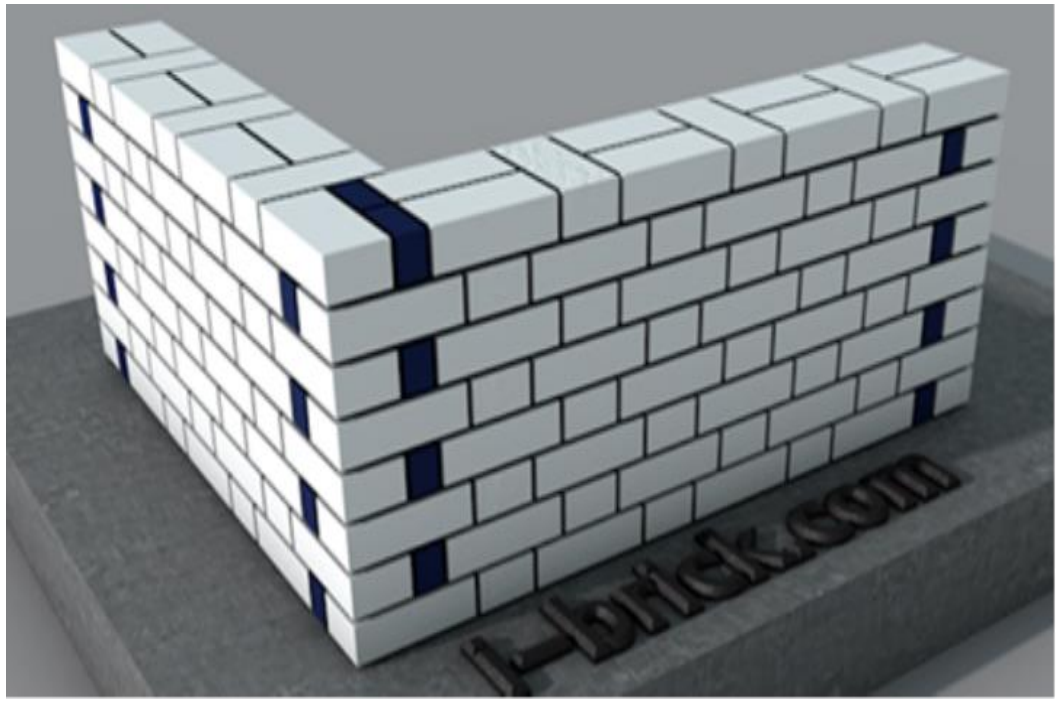

1st
course


دوالة
مخطط ساف ب
ركن
منظور مجسم لجدار سمك طابوقة واحدة
دوالة
مخطط ساف ب
مخطط ساف أ
جدار بسمك طابوقة واحدة
واجهة أمامية
جدار بسمك طابوقة ونصف

4. الربط االألماني Flemish bond:

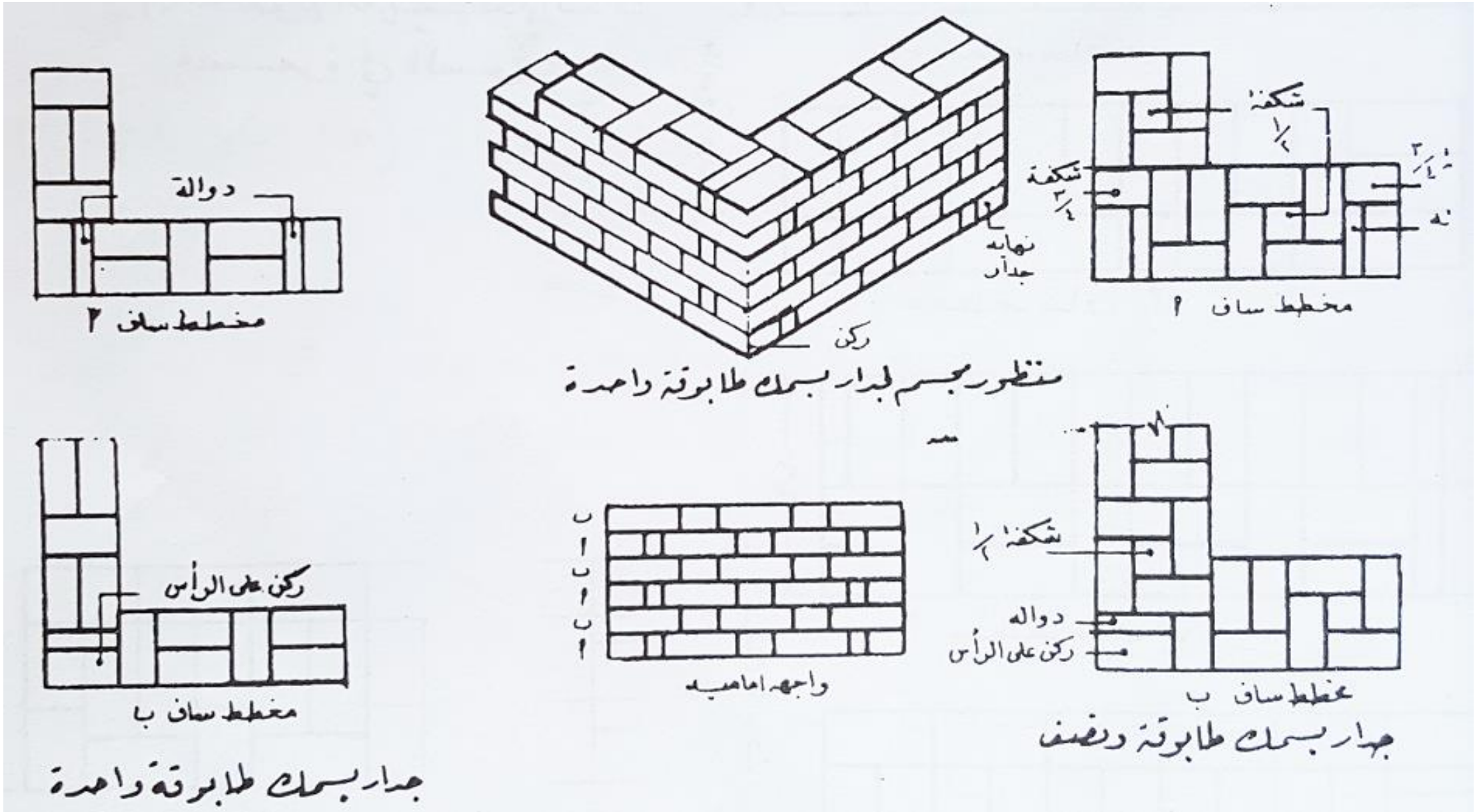
- وهو ربط يكون فيه بجوار كل طابوقة على الرأس طابوقة على الطول بالتناوب لجميع السوف.
- يكون الربط الألماني على نوعين: A. ربط ألماني زوجي و B. ربط ألماني فردي.





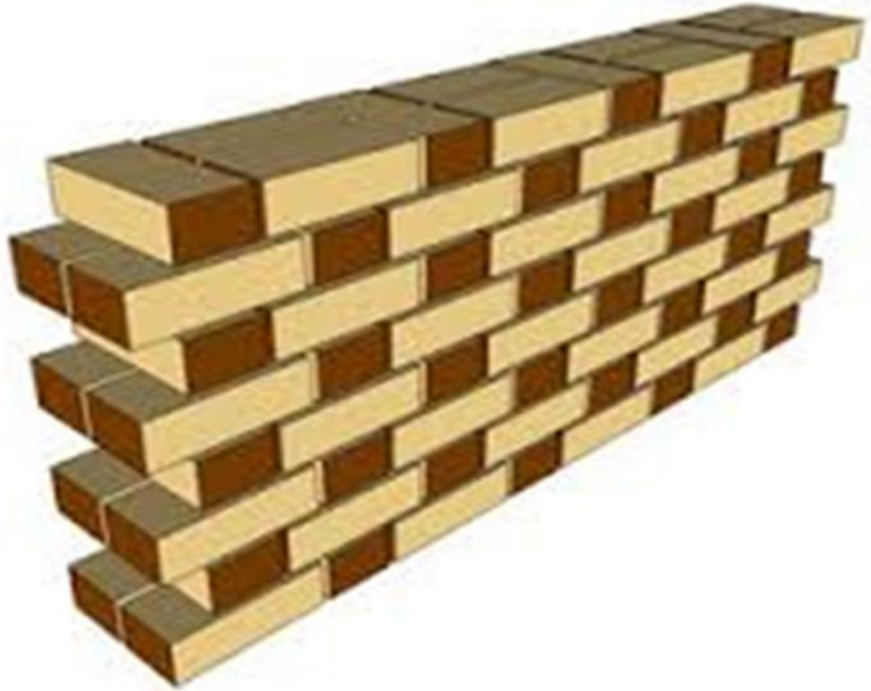
A. الربط الألماني الزوجي Double Flemish bond:

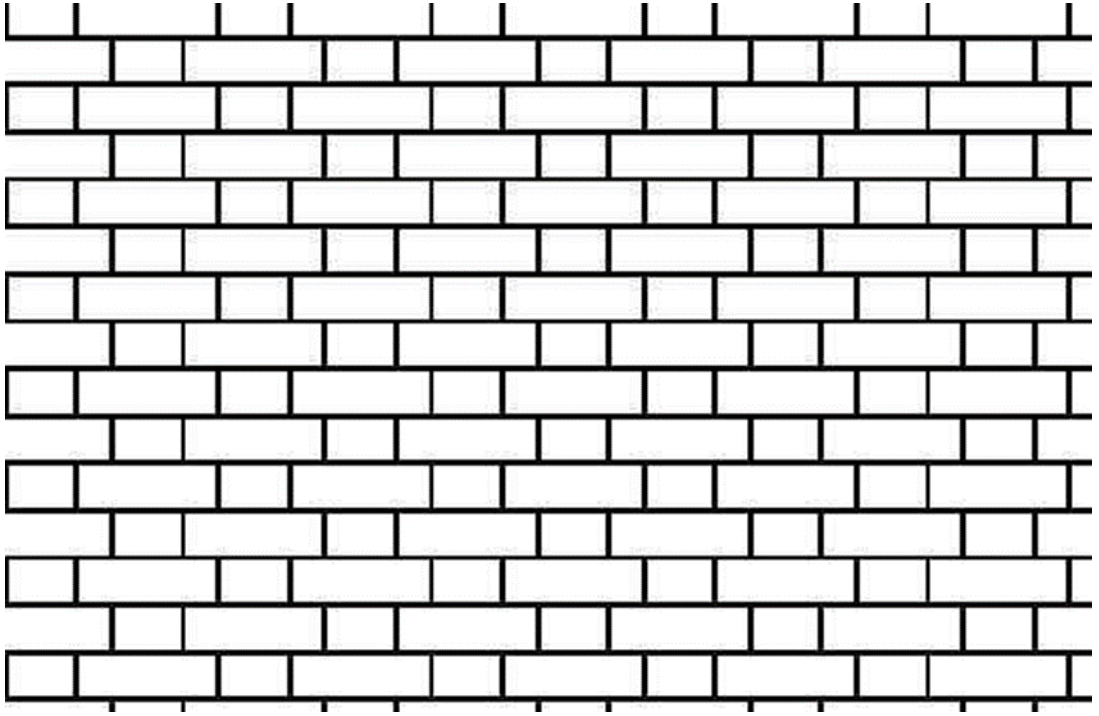
1. يكون مظهر الجدار من الأمام والخلف من نوع الربط االألماني.
2. تكون كل طابوقة على الرأس موضوعة في وسط الطابوقة على الطول التي تحتها عدا الأركان.
3. يتم وضع خاتمة (دوالة) بعد أول طابوق على الرأس في بداية الجدار لضمان مسافة الحل.
4. ذو مظهر اكثر جمالا من الربط الأنكليزي.
5. يكون إقتصاديا أكثر من الربط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

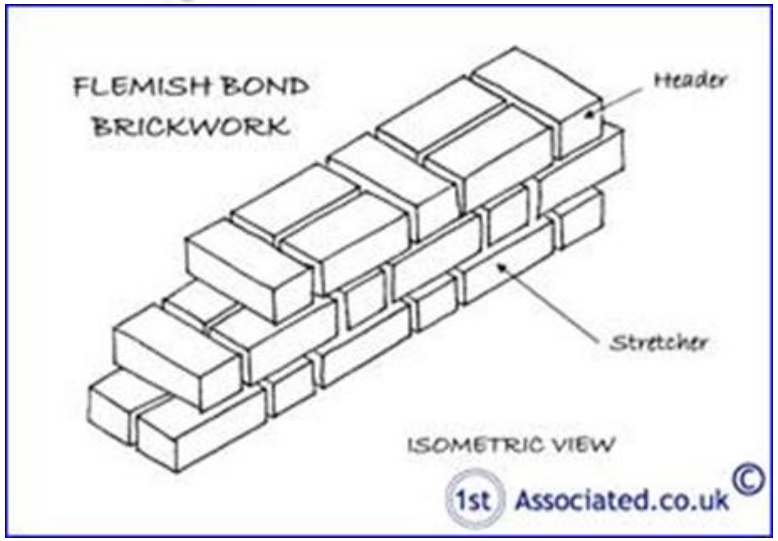

دوالة
مخطط ساف ٢
ركن
نهاية جدار
منظور مجسم لجدار بسمك طابوقة واحدة
شكفة ١/٤
شكفة ٣/٤
مخطط ساف ٢
ركن على الرأس
مخطط ساف ب
واجهة امامية
شكفة ١/٤
دواله
ركن على الرأس
مخطط ساف ب
جدار بسمك طابوقة ونصف
جدار بسمك طابوقة واحدة

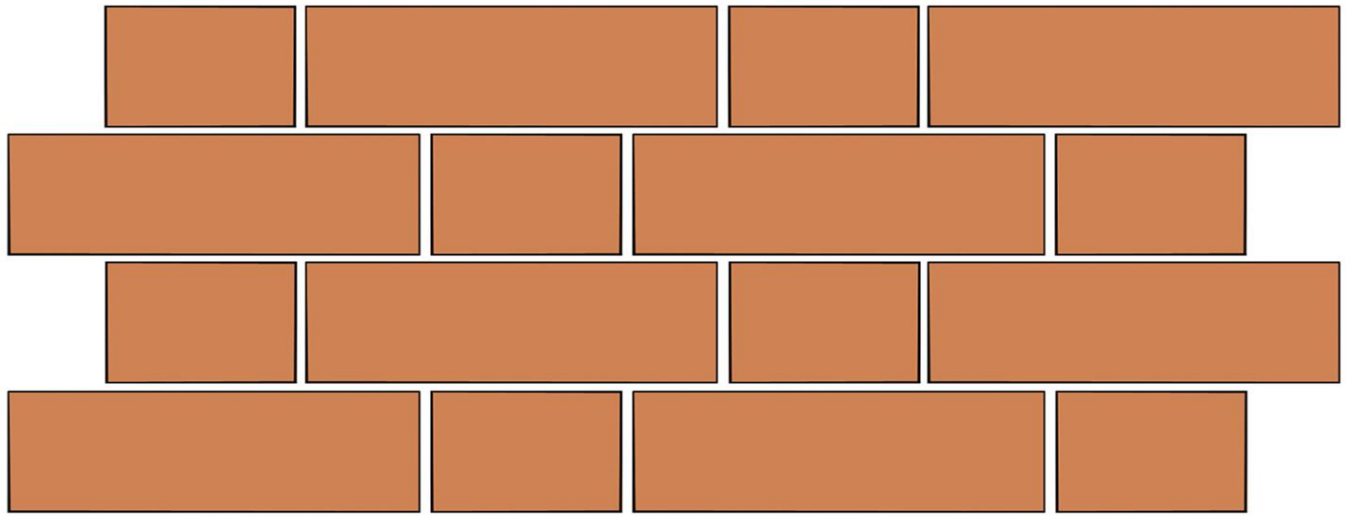
A. الربط الألماني الفردي Single Flemish bond:

1. يكون الربط في الواجهة الامامية المانيا وفي الخلفية انكليزيا في جميع السقوف.
2. الجدار حائزعلى جمال الربط الالماني في الواجهة.
3. كونة اقتصاديا في استعمال الطابوق النظيف فقط للواجهة عند الرغبة واستعمال الشكف لكثرتها في هذا البناء.
4. أقل سمك للبناء بهذا الربط هو1.5 طابوقة.
5. يعتبر هذا الربط ضعيف نسبيا وذلك لوجود مفاصل عمودية مستمرة في السوف المتجاوره.

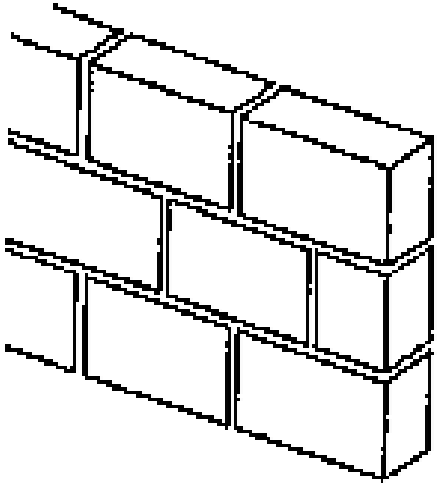





FLEMISH BOND
BRICKWORK
Header
Stretcher
ISOMETRIC VIEW
1st Associated.co.uk
©



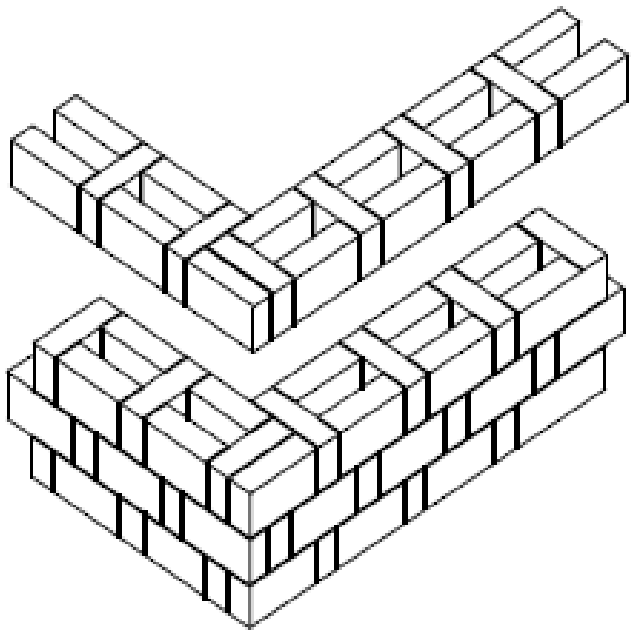
5. الربط على الكاز : Bull stretcher bond:



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

6. الربط المجوف Hollow bond:

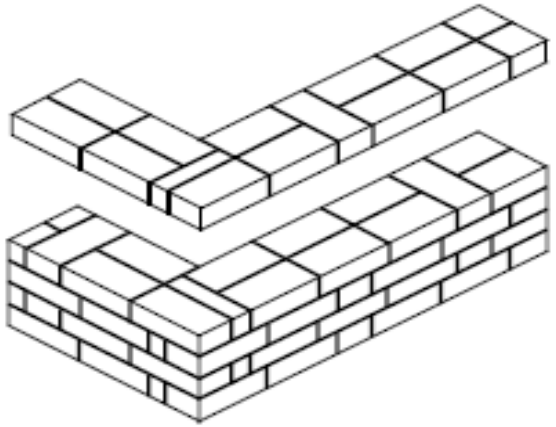
ويسمى أيضا rowlock wall أو rat-trap bond.

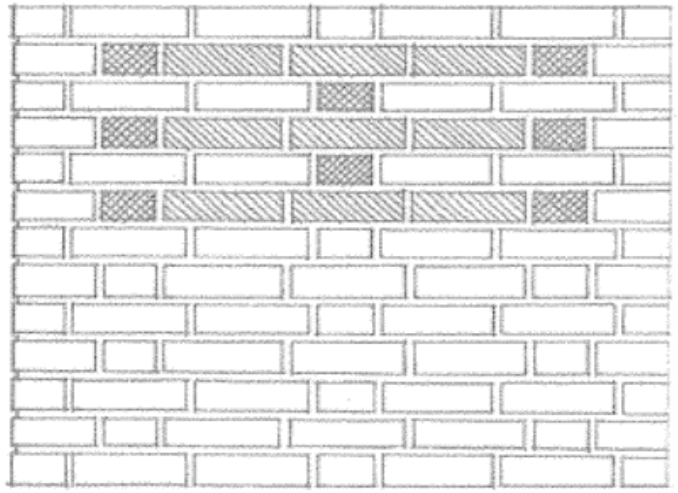


1. يستعمل لبناء الجدران المجوفة بسمك طابوقة واحدة أي 240 ملم.
2. يكون الساف طابوقة سكة ثم تليها طابوقة على الكاز بصورة متناوبة.
3. يمتاز بكونه عازل جيد للحرارة.
4. يكون خفيف الوزن.
5. اقتصادي.
6. يستعمل في القواطع
7. ينهى الجدار المعرض للخارج بلبخ السمنت أوغيره لأن سمكه قليل لايقوم نفاذ الماء.

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.





- 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 Garden Wall Bond

- يكون الجدار بسمك طابوقة واحدة.
- يوجد نوعين من ربط سياج الحديقة:

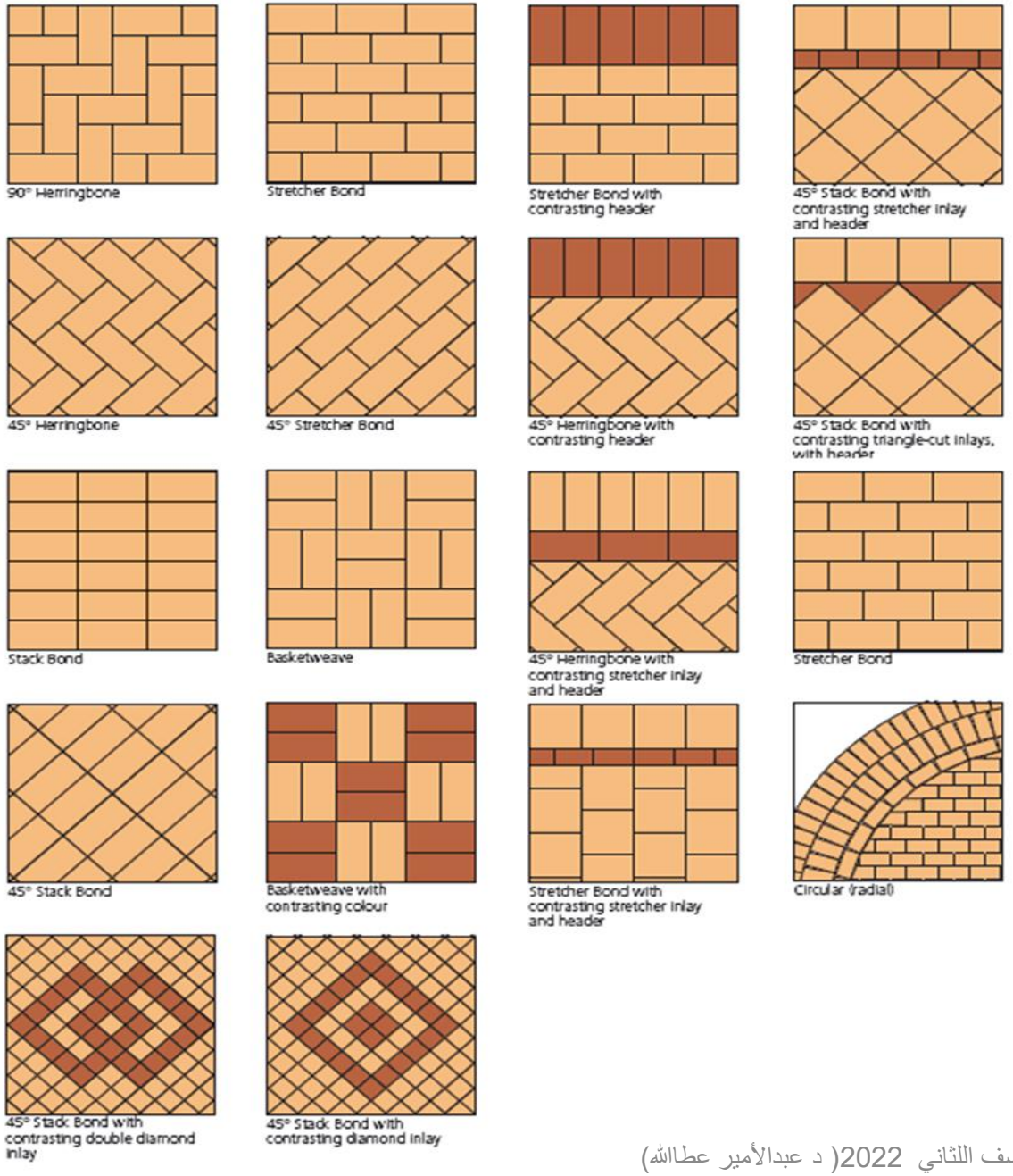
أ. ربط جدار حديقة إنكليزي: ثلاث سوف على الطول والساف الرابع على الرأس.

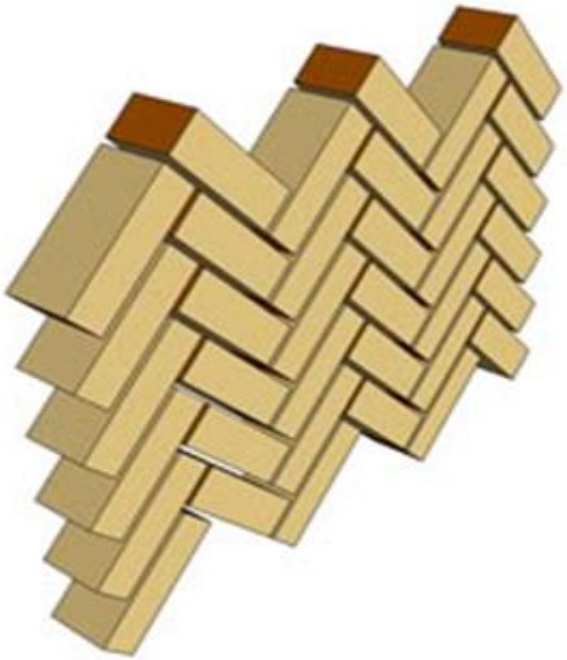
ب. ربط جدار حديقة الماني: في الساف الواحد ثلاث طابوقات على الطول والطابوقة الرابعة على الرأس وهكذا.

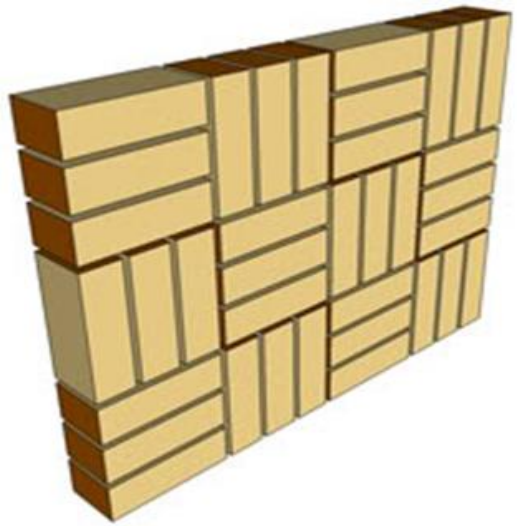
8. ربط نقش Pattern Bond:

- 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 الأستفادة من اختلاف الألوان للأوجه المختلفة للطابوق.
- يتم ربط النقشات مع الجدار االأصلي بواسطة رباطات معدنية غير قابلة للصدأ.
- من أنواع النقشات:

1. الربط القطري
2. ربط عظم السمك
3. ربط حياكة السلة

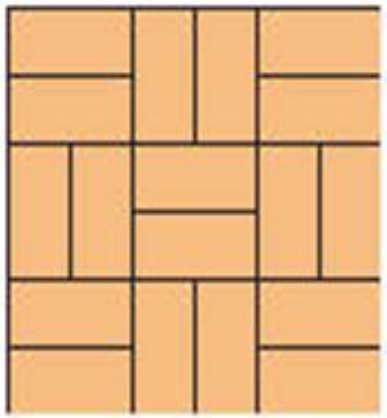

90° Herringbone
Stretcher Bond
Stretcher Bond with contrasting header
45° Stack Bond with contrasting stretcher inlay and header
45° Herringbone
45° Stretcher Bond
45° Herringbone with contrasting header
45° Stack Bond with contrasting triangle-cut inlays, with header
Stack Bond
Basketweave
45° Herringbone 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

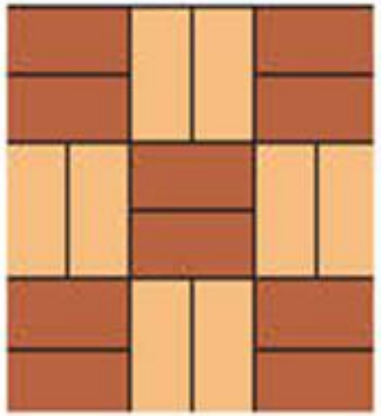


BASKETWEAVE

STRETCHER

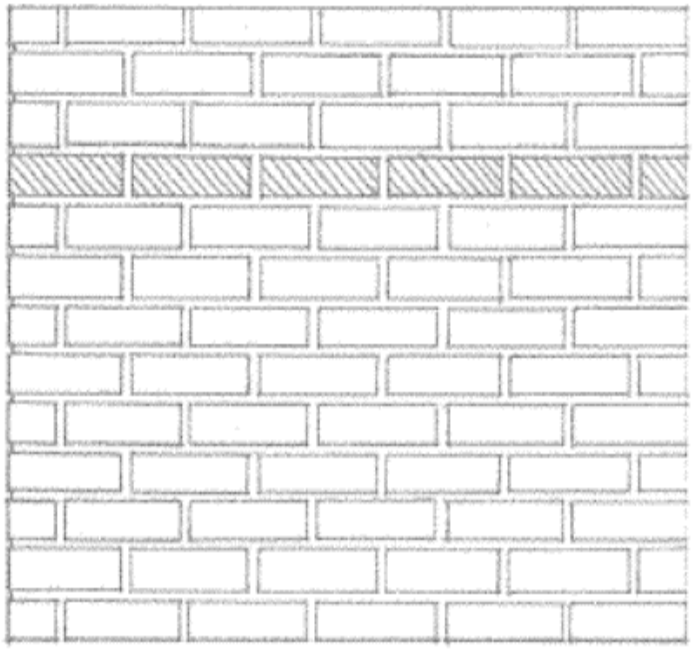
BORDERS

BORDER

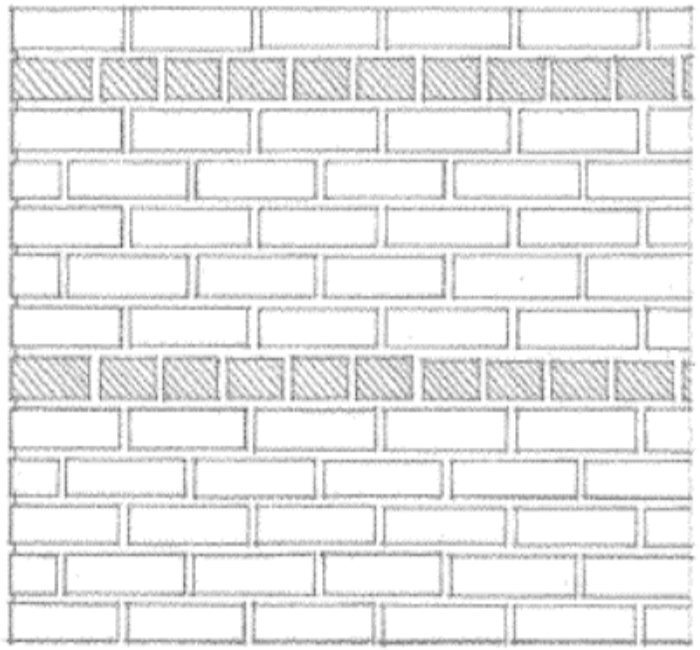


MIXED COLOURS

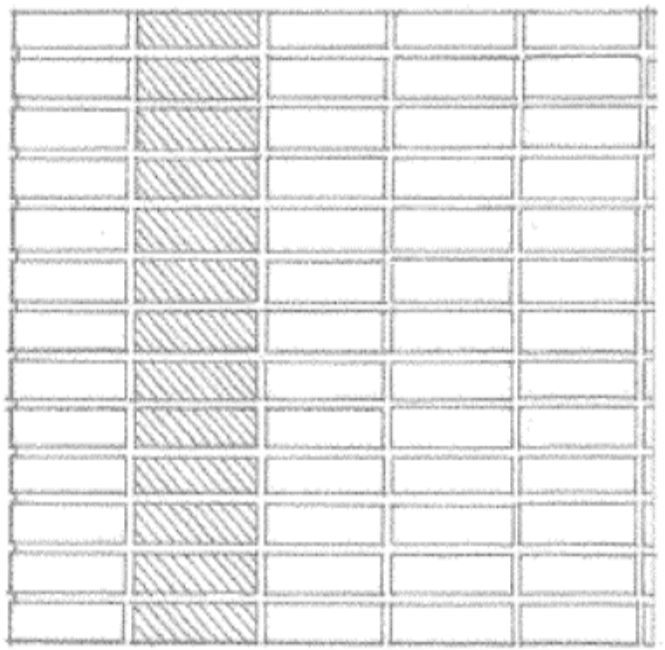
DIAMOND



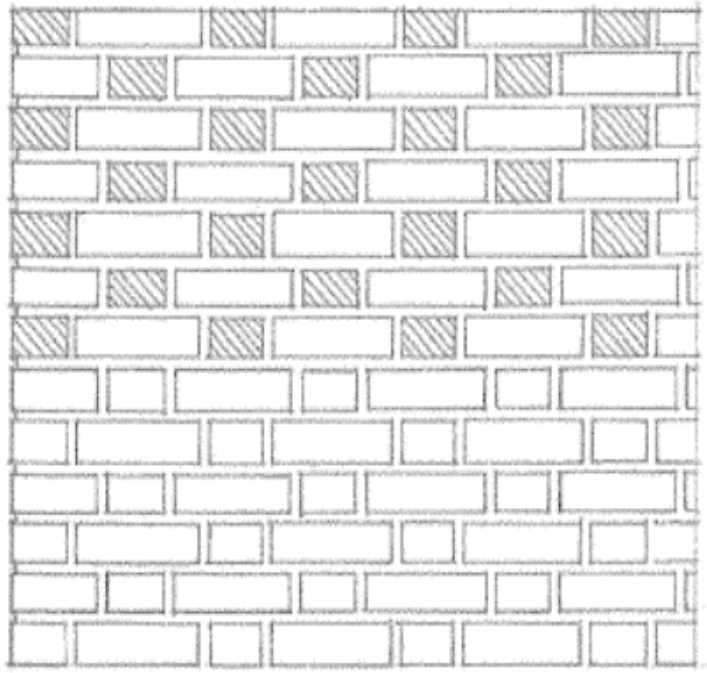
- Running bond, commonly used for cavity and veneer walls, is composed of overlapping stretchers.



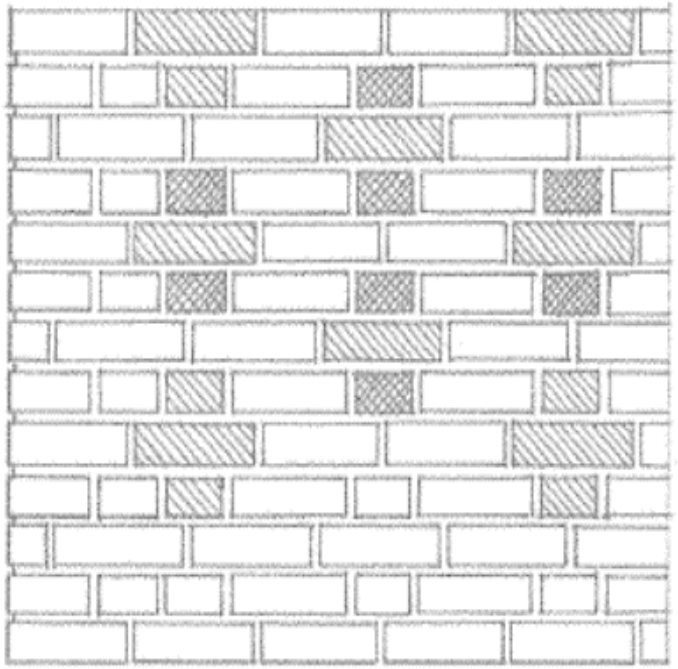
- Common bond has a course of headers between every five or six courses of stretchers; also known as American bond.



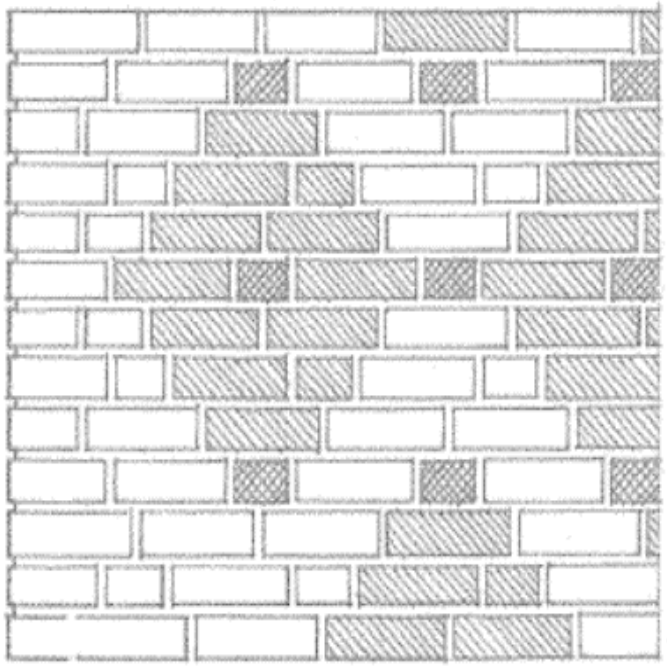
- Stack bond has successive courses of stretchers with all head joints aligned vertically. Because units do not overlap, horizontal joint reinforcement is required @ 16" (405) o.c. in unreinforced walls.



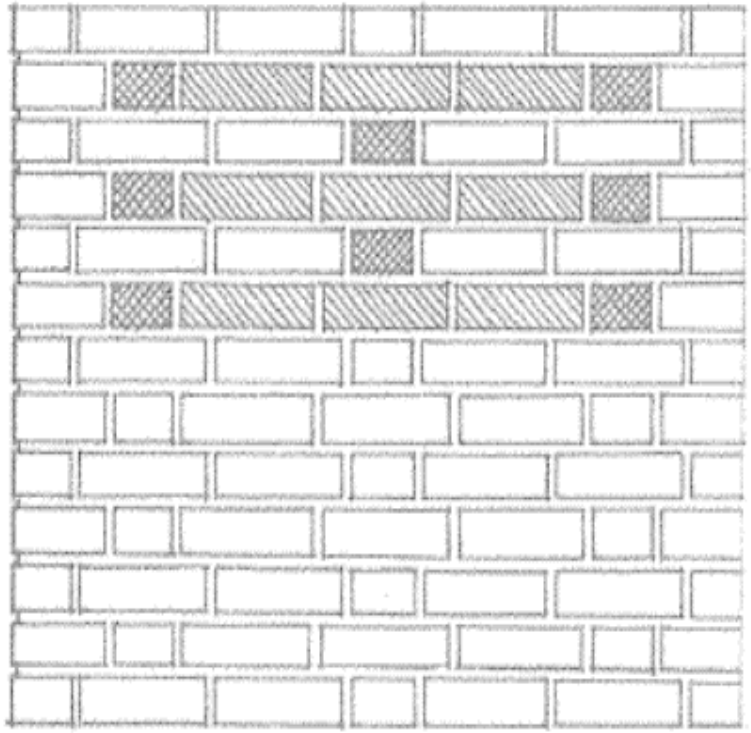
- Flemish bond has alternating headers and stretchers in each course, each header being centered above and below a stretcher. Flare headers with darker ends are often exposed in patterned brickwork.



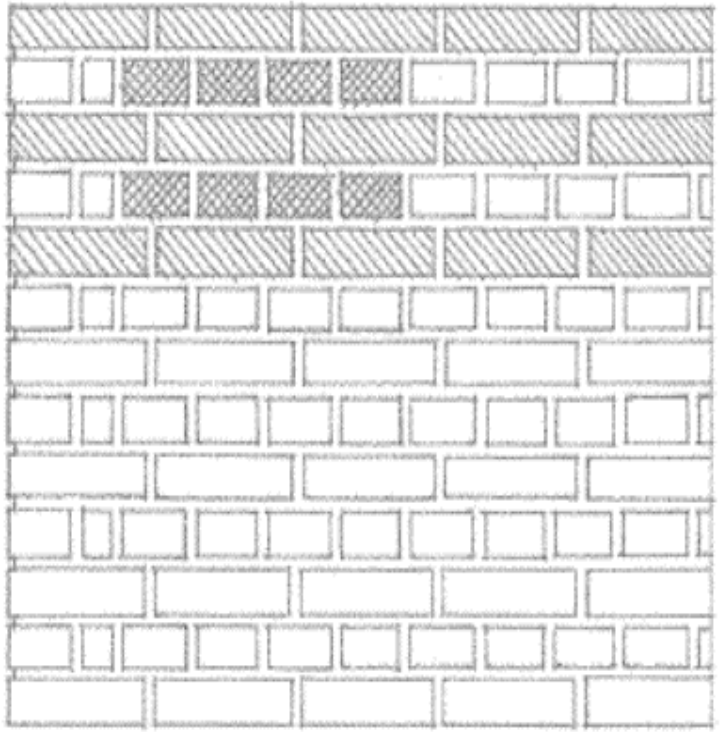
- Flemish cross bond is a modified Flemish bond in which courses of alternate headers and stretchers alternate with stretching courses.



- 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.

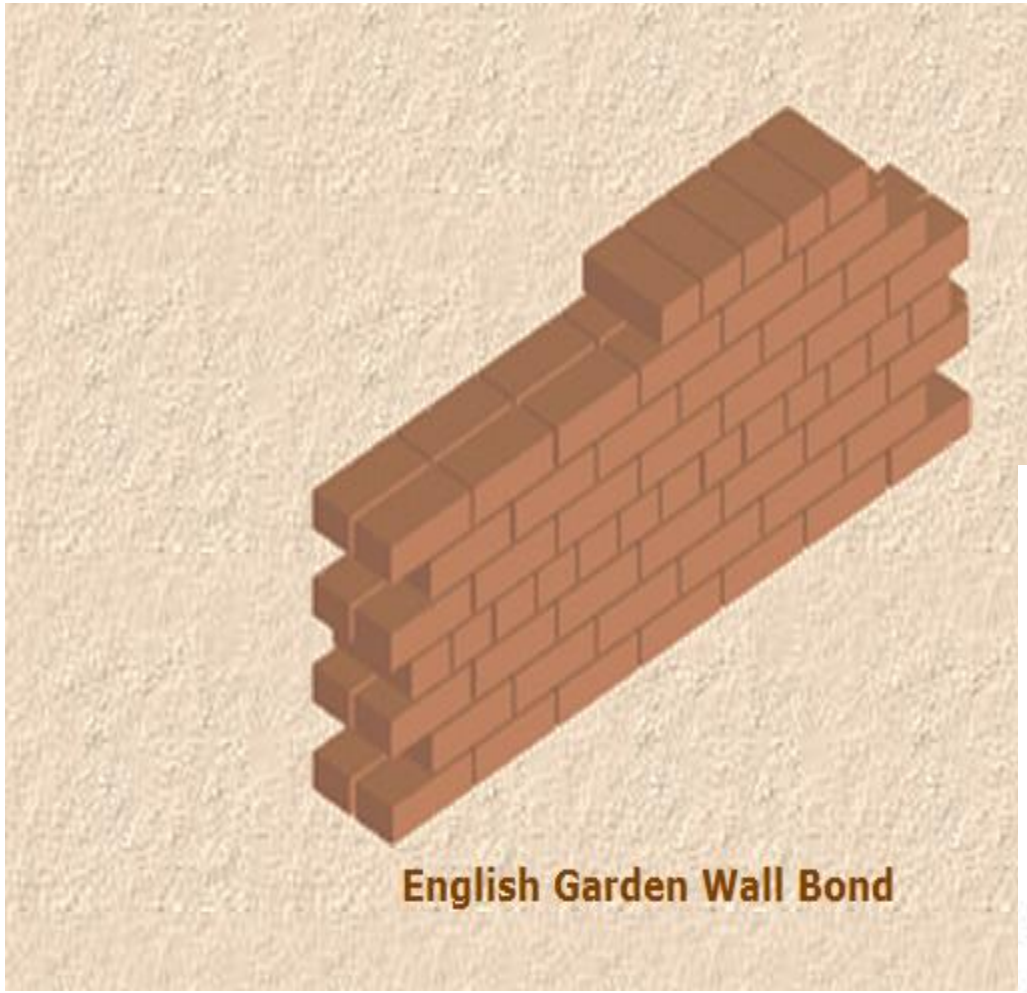
- To minimize the cutting of brick and enhancing the appearance of bonding patterns, the major dimensions of masonry walls should be based on the size of the modular units used.

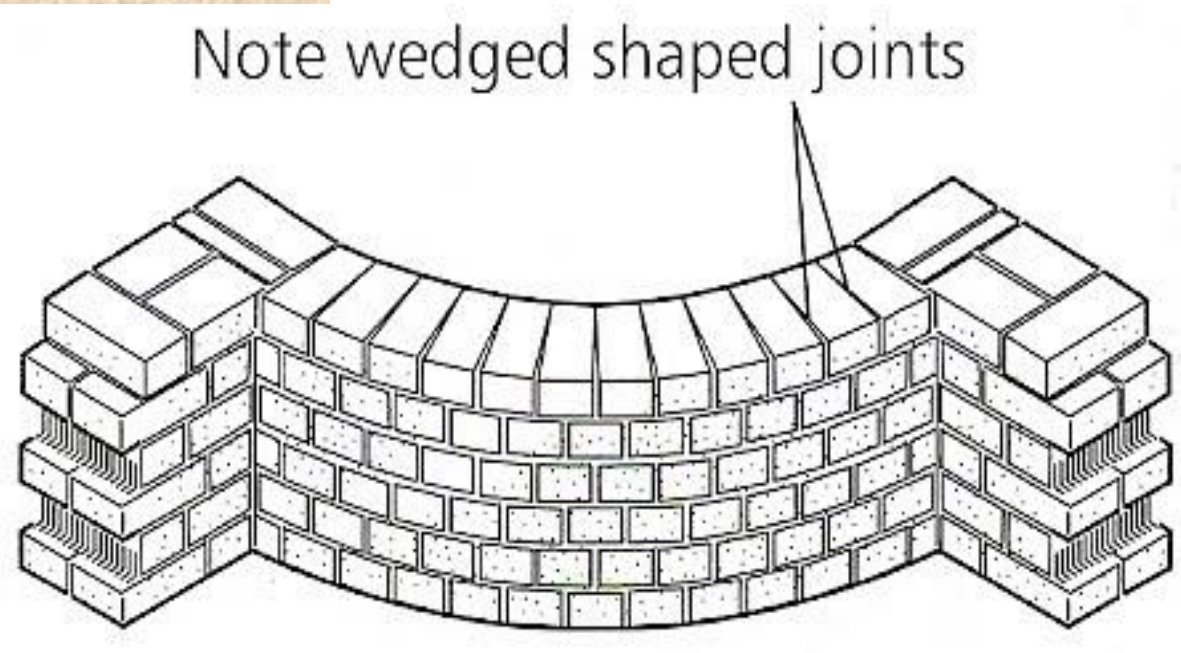
إكمال وتوصيل الجدران:

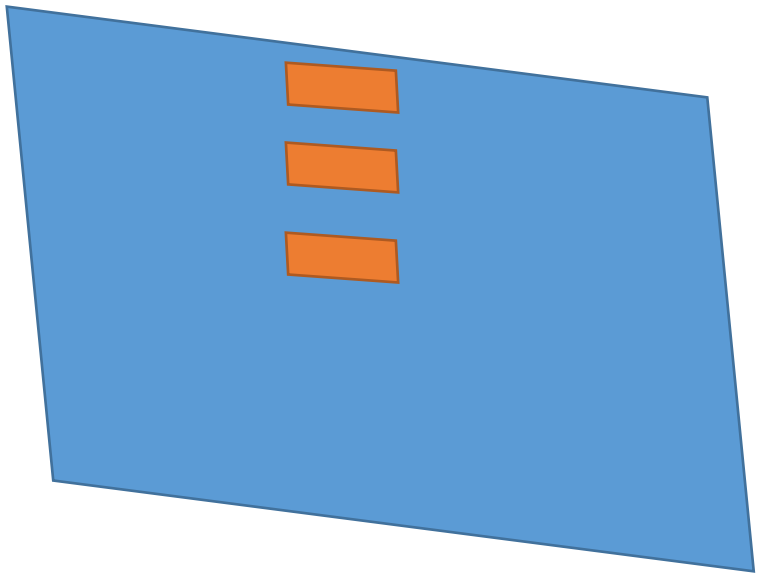
- لتكملة بناء جدار متروك أو ربط جدار يراد إنشاؤه بجدار مشيد سابقا يتم إتباع مايلي:

1. التمشيط Toothing:

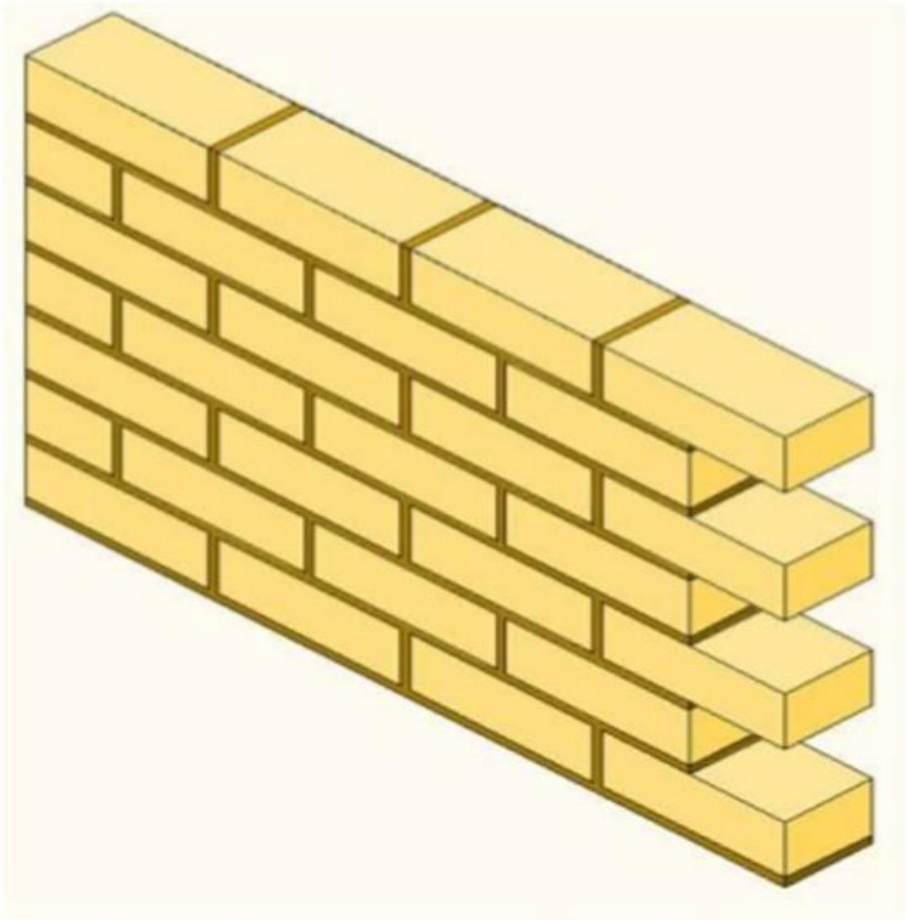
- عندما يترك الجدار قبل إتمام بنائه فيتم جعل كل طابوقة على الطول تبرز بمقدار ربع طولها عن الطابوقة على الرأس في الساف الذي تحتها.
- في هذه الحالة تكون نهاية الجدار شاقولية ومسننة لزيادة قوة الربط مع الجدار الجديد.
- تتبع هذه الطريقة عندما يكون الجدار الجديد بنفس إستقامة الجدار المبني.
- عندما يراد بناء 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



Toothing



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. التدريج Racking:

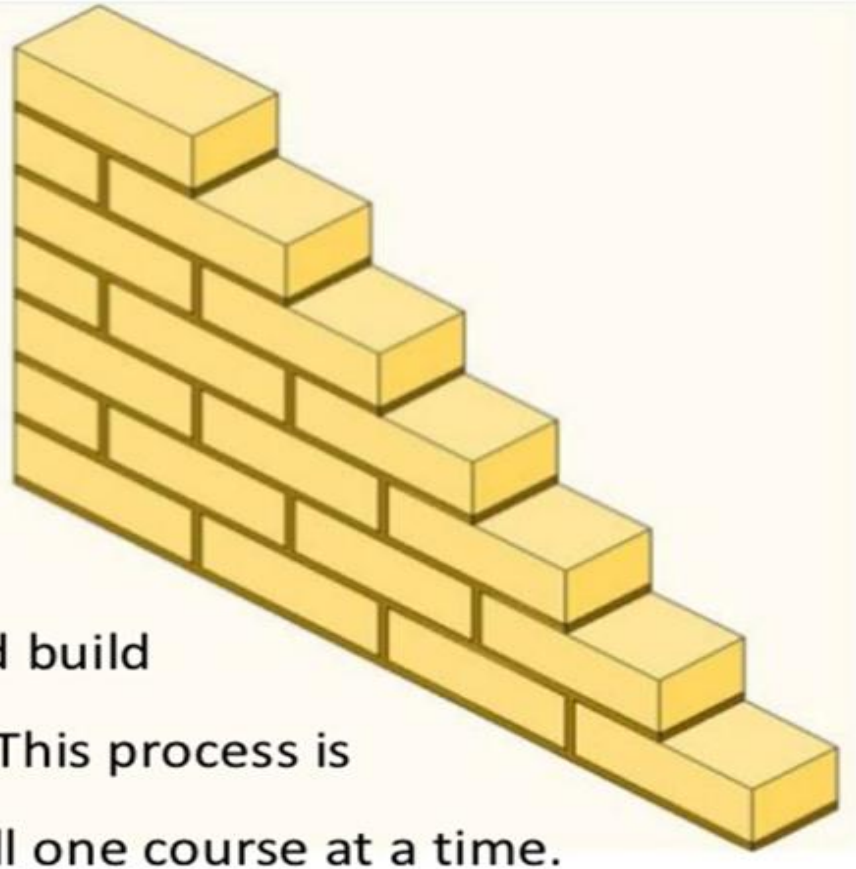
- وهو أسلوب ترك حافة الجدار بصورة مدرجة عندما يراد تركه بدون اكمال بناءه.
- يكون كل ساف مرتدا عن الساف الذي تحته بمقدار ربع أو نصف طابوقة.
- يتبع هذا الأسلوب عند الرغبة في تجنب التشقق الذي قد يحصل في حالة ترك حافة الجدار بصورة شاقولية غير مدرجة إذ يحصل التشقق نتيجة كون الهبوط غير منتظم.
- إن جعل حافة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

Racking Back and Stopped Ends

CITY OF GLASGOW COLLEGE

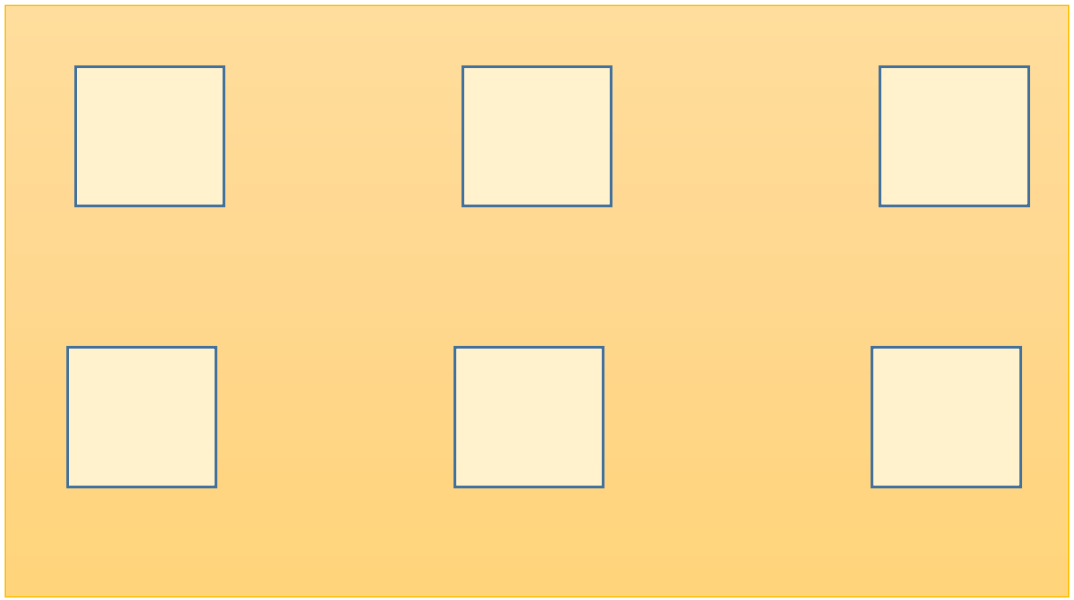
The image on this slide shows a half brick wall with a **stop end** and **racking back**.

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 انخفاضات (خسفات) بأبعاد (2×2×0.5) طابوقة لكل متر مربع من وجه الجدار.
- يتم ملئ هذه الانخفاضات بالبناء الحديث بالسمك المطلوب.



الجدران وبناؤها:

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 والبصري 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:

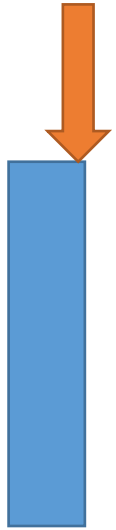
1. جدران محملة.
2. جدران غير محملة.

1. الجدران المحملة Load Bearing Walls:

- وهي الجدران التي تصمم لمقاومة أحمال خارجية بالإضافة الى وزنها.
- تشمل تلك الأحمال:
- أوزان السقوف والأرضيات والجدران التي تسندها.
- الأحمال الميتة الأخرى المسلطة على تلك السقوف والأرضيات (البلاطات و طبقات التسطيح)
- الأحمال الحية المسلطة على تلك السقوف والأرضيات (طلاب, موظفين, سكان بالأضافة للأثاث, الكتب مواد غذائية, أجهزة وغيرها)
- الأحمال الجانبية للمياه والتربة 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 أيضا لأغراض العزل الحراري والصوتي والبصري.
- وتصمم الجدران في هذه الحالة بناءا 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. ابعاد الجدار (الارتفاع والطول).
4. نوع ارتباط الجدار بالسقوف والأرضيات والجدران العمودية والأعمدة والدعامات.

التصميم الأنشائي لجدران الطابوق
Structural Design of Brick Walls

- يوجد العديد من المواصفات القياسية والمدونات التي يمكن اعتمادها في تصميم المنشئات المبنية من الطابوق.
- من تلك المواصفات:

1. مدونة الممارسة البريطانية: توصيات إنشائية للجدران الحاملة للأثقال.

(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

BS 5628-1: 1992

Incorporating Amendment No.1

Code of practice for

Use of masonry —

Part 1: Structural use of unreinforced masonry

NO COPYING WITHOUT BSI PERMISSION EXCEPT AS PERMITTED BY COPYRIGHT LAW

BSI

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)

THE MASONRY SOCIETY
Advancing the knowledge of masonry

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

aci
American Concrete Institute®
Advancing concrete knowledge

American Concrete Institute
P.O. Box 9094
Farmington Hills, MI 48333
www.concrete.org

SEI ASCE
STRUCTURAL ENGINEERING INSTITUTE

Structural Engineering Institute
of the
American Society of Civil Engineers
1801 Alexander Bell Drive
Reston, VA 20191
www.seinstitute.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^2)
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

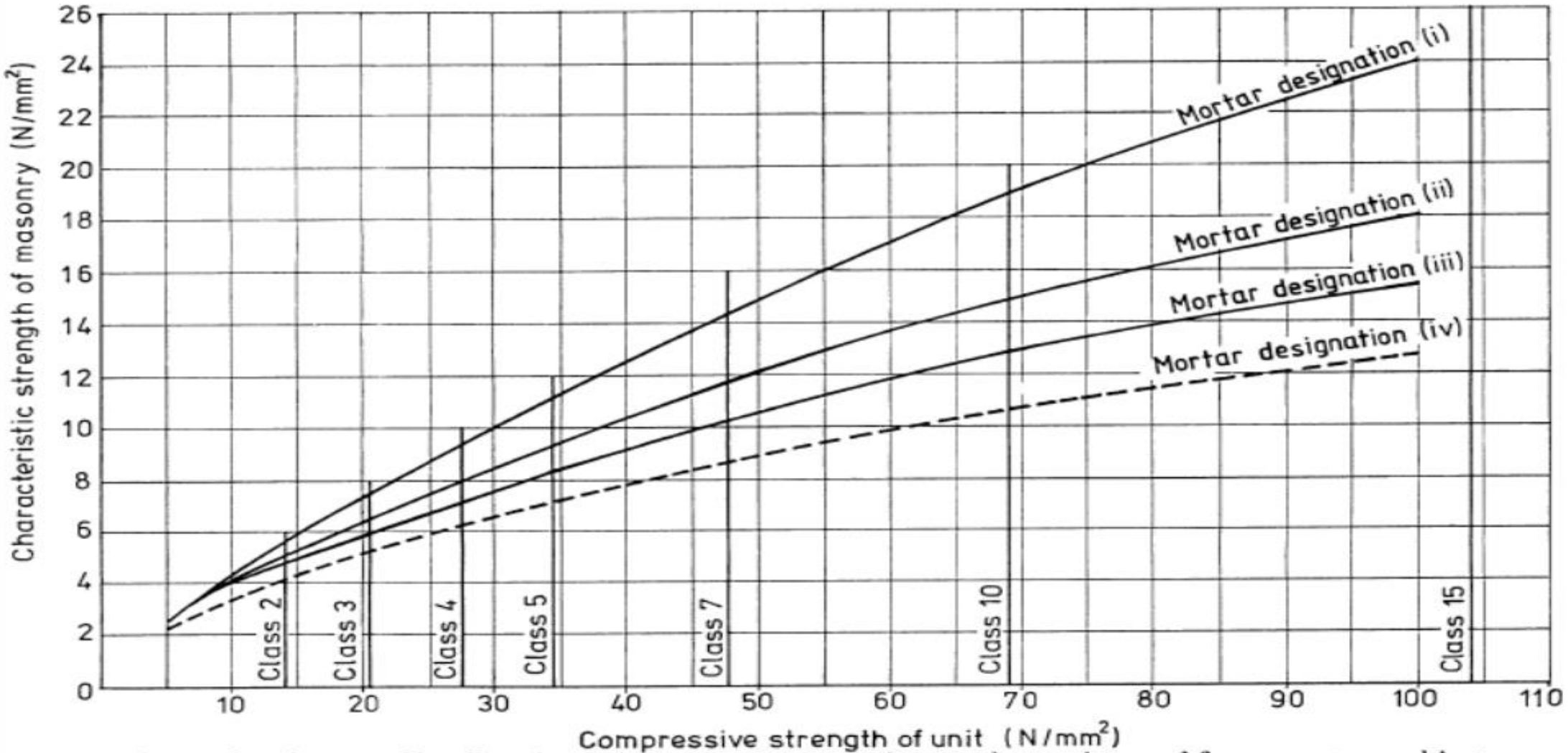
2. تحديد نوع ومقاومة الانضغاط للمادة الرابطة:

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 ↓					N/mm^2	N/mm^2
	(i)	1: 0 to ¼ : 3	–	–	16.0	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
Direction of change in properties is shown by the arrows		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^2)								
	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. تحديد قيمة معامل الأمان الجزئي الذي يحسب من الجدول:

تعتمد قيمة هذا المعامل على:

1. كفاءة السيطرة النوعية لا نتاج المواد و 2. كفاءة الأشراف على تنفيذ العمل.

Table 4. Partial safety factors for material strength, γ_m			
		Category of construction control	
		Special	Normal
Category of manufacturing control of structural units	Special	2.5	3.1
	Normal	2.8	3.5

5. حساب السمك المؤثر للجدار (أو العمود):

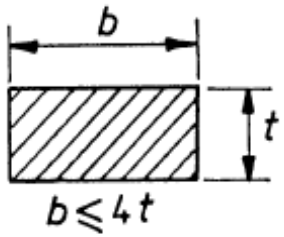
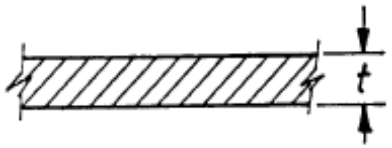
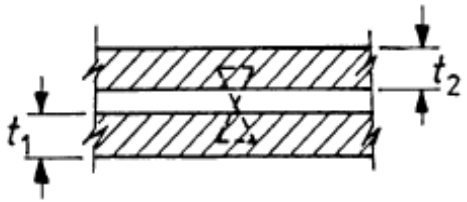
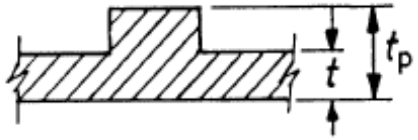
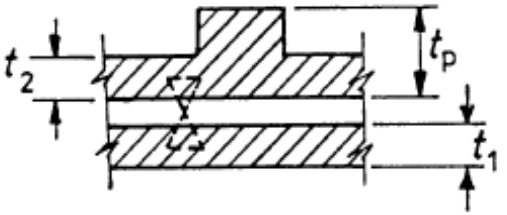
Column	Single-leaf wall	Cavity wall	Walls stiffened by piers	
			Single-leaf	Cavity
Plan shapes				
				
Effective thickness				
t or b, depending on direction of bending	t	the greatest of (a) $2/3\ (t_1 + t_2)$ or (b) t_1 or (c) t_2	$t \times k$	the greatest of (a) $2/3\ (t_1 + Kt_2)$ or (b) t_1 or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

Figure 3 — Effective thickness of columns and walls

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

Table 5. Stiffness coefficient for walls stiffened by piers

Ratio of pier spacing (centre to centre) to pier width	**Ratio t_p/t of pier thickness to actual thickness of wall to which it is bonded**		
	1	2	3
6	1.0	1.4	2.0
10	1.0	1.2	1.4
20	1.0	1.0	1.0
NOTE. Linear interpolation between the values given in table 5 is permissible, but not extrapolation outside the limits given.			

6. حساب الارتفاع المؤثر:

أ- للجدران:

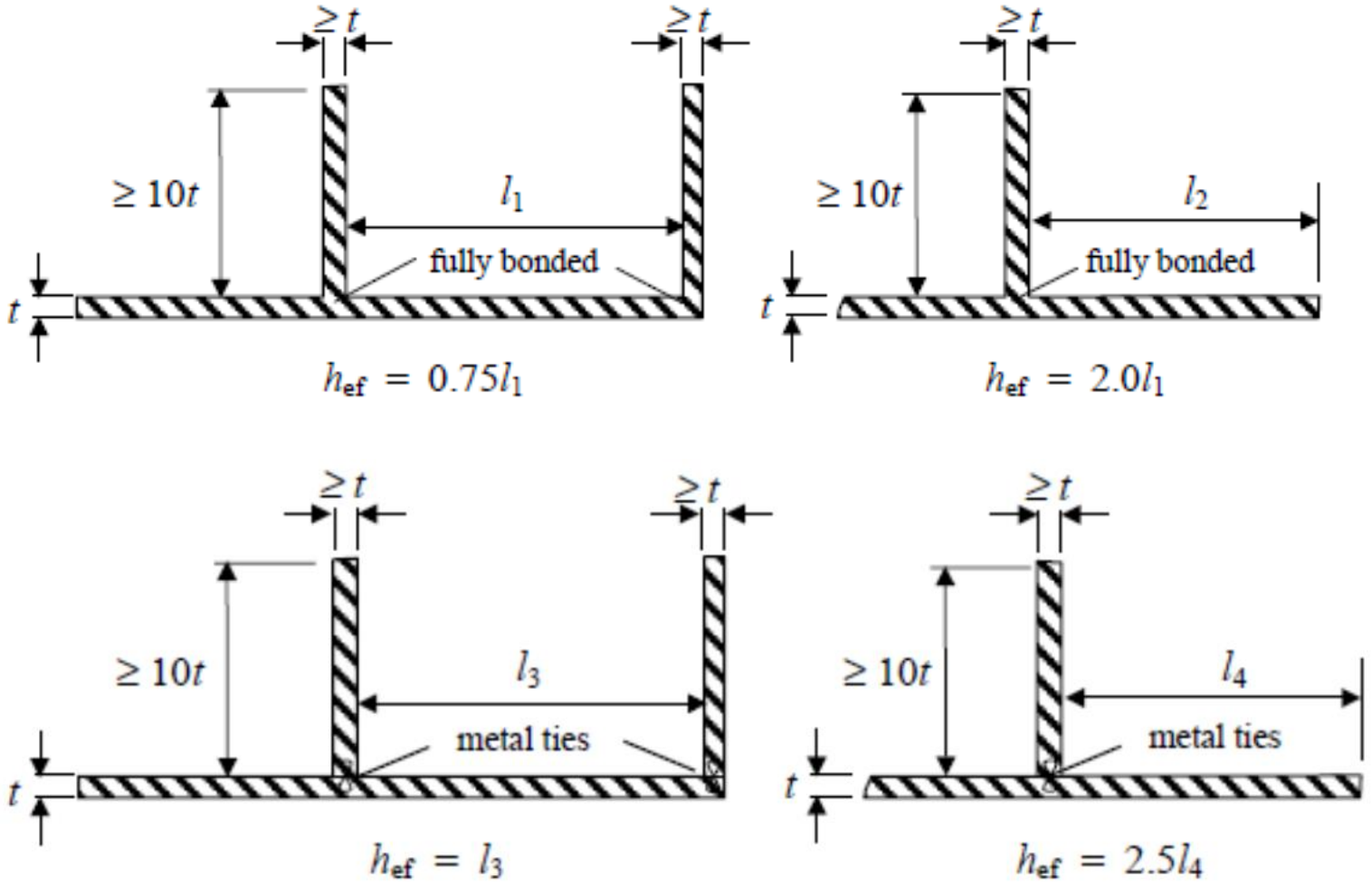
1. الارتفاع المؤثر = 0.75 من المسافة الصافية بين المساند الجانبية التي تحسن مقاومة الحركة الجانبية.
2. الارتفاع المؤثر = المسافة الصافية بين المساند الجانبية التي توفر إسناد بسيط.

ب- للأعمدة:

الارتفاع المؤثر= المسافة بين المساند الجانبية, أو

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

7. الطول المؤثر:



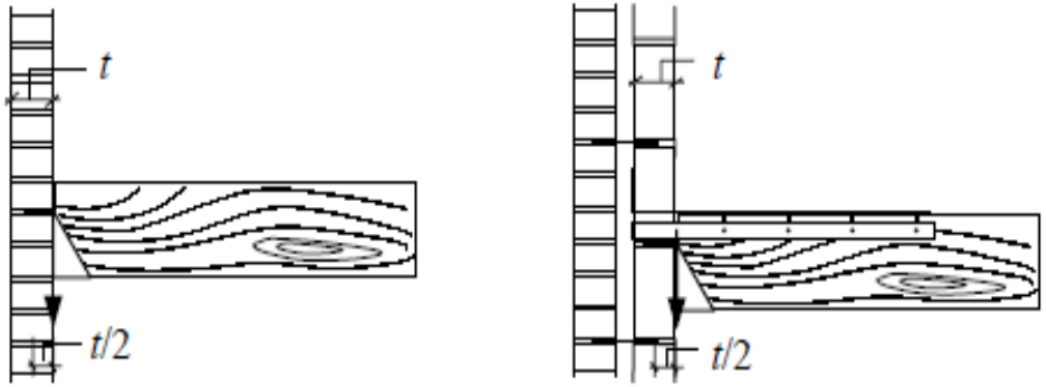
8. حساب نسبة النحافة slenderness ratio:

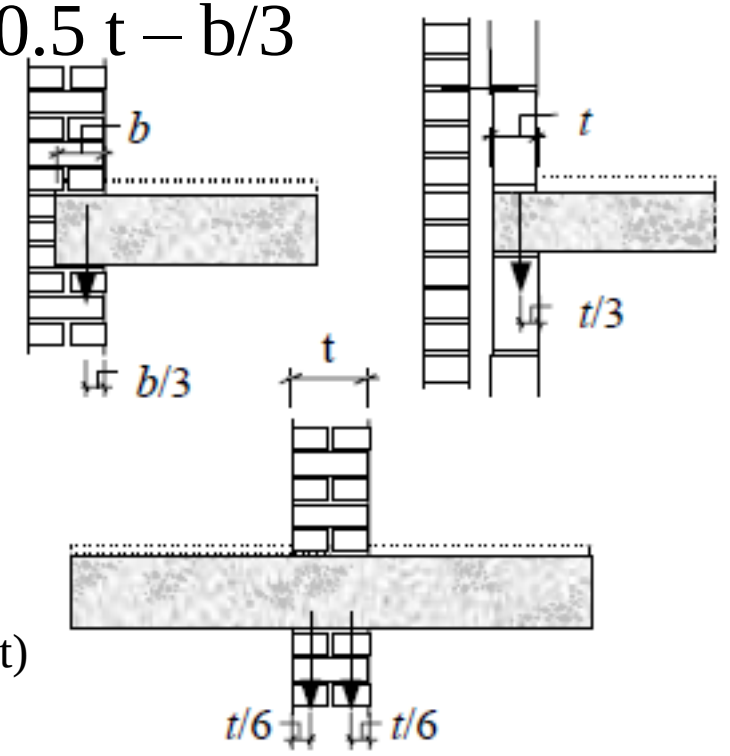
- نسبة النحافة هي النسبة بين الارتفاع المؤثر أو الطول المؤثر (القيمة الأكبر) للجدار (أو العمود) الى السمك المؤثر له.
- حسب المواصفة BS 5628 فأن نسبة النحافة يجب أن لا تتجاوز 27, اما في الجدران بسمك 90 ملم وللبناء بطابقين فيجب أن لا تتجاوز 20.

9. حساب اللامركزية للحمل المسلط:

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

$$e = 0.5\,t - b/3$$





e(left)= t/2– t/6= t/3

e(right)= t/2– t/6= t/3

M(Resultant)= P(left)* e(left)-P(right)*e(right)

e(of wall)= M(resultant)/[P(left)+p(right)]

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

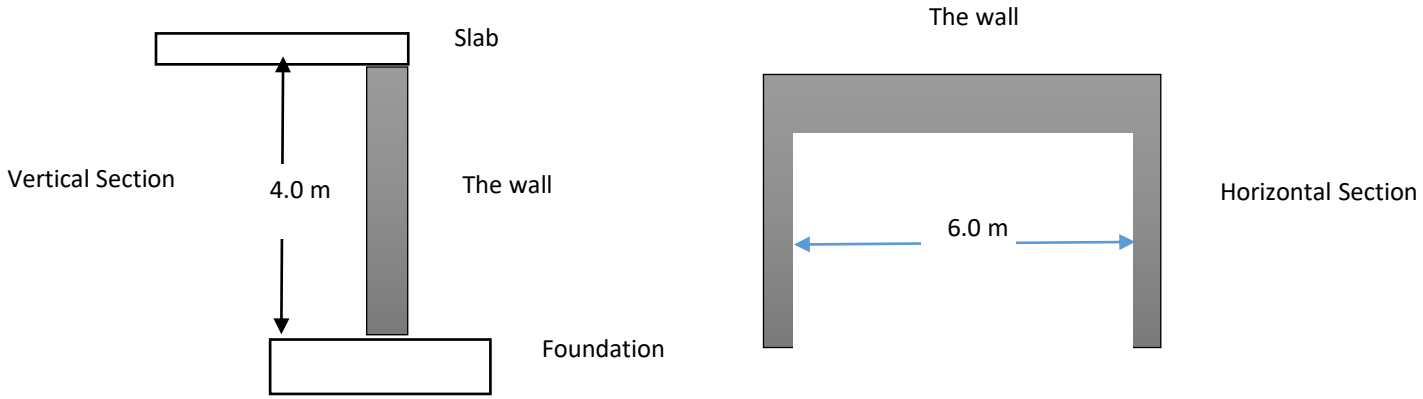
Table 7. Capacity reduction factor, β

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 β 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
- γ_m معامل خفض المقاومة
- يجب أن يكون الحمل المسلط لكل متر من طول الجدار (مضروبا بمعاملات الأمان) أقل من التحمل التصميمي للجدار.

- مثال: جد الحمل التصميمي الذي يمكن ينقل من السقف الى الجدار المبين في الشكل ادناه. علما أن مقاومة الانضغاط للطابوق هي $15kN/m^2$ والمادة الرابطة هي مونة السمنت والرمل وان سمك الجدار هو 24 سم. افترض ان السقف والأساس يوفران اسناد بسيط للجدار.



- الحل:

1) من جدول (1) نوع المادة الرابطة هو i
2) مقاومة انضغاط البناء تحسب باستخدام مقاومة انضغاط الطابوق ونوع المادة الرابطة ومن جدول (2) وهي:

- f_k = 6.0 Mpa

3) معامل الأمان الجزئي لجودة المواد والعمل هو $\gamma_m = 3.5$ (جدول (3))
4) السمك المؤثر للجدار هو t= 240 mm (جدول (4))
5) الارتفاع المؤثر للجدار (المساند الجانبية توقر اسناد بسيط) لذا $h_{eff} = 1.0 * H = 1.0 * 4.0 = 4.0$ m
6) الطول المؤثر للجدار (من شكل رقم (1)) هو $l_{eff} = 0.75\ L = 0.75 * 6.0 = 4.5$m
7) نسبة النحافة = (الارتفاع المؤثر او الطول المؤثر ايهما أكبر)/ (السمك المؤثر)

- نسبة النحافة = 4500 /240 = 18.75 (وهي ضمن الحد المسموح حسب المواصفة البريطانية BS5628)

8) حساب اللامركزية للحمل المنقول من السقف الى الجدار (من شكل (2)) $e = t/2 – b/3$

- حيث أن السقف يستند على كامل سمك الجدار لذا $b = t = 240$ mm,

- e = 240/2 – 240/3 = 40mm

9) معامل خفض المقاومة نتيجة تأثير اللامركزية ونسبة النحافة β (من جدول (6))

- نسبة النحافة = 18.75
- اللامركزية = 40mm (كنسبة من سمك الجدار t) 240* 0.167 = 240 * (40/240) =e = 0.17t
- من جدول (6) نسبة النحافة تقع بين 18 و 20 و اللامركزية تقع بين 0.1 t و 0.2 t
- لذا يجب استخدام الاستكمال الخطي (Interpolation)

أ- الاستكمال لنسبة النحافة:

i. لحالة (0.1 t) , β(18) = 0.7 , β(20) = 0.64 لذا

- $\beta(18.75) = 0.7 + \frac{(0.64-0.70)}{(20-18)} \times (18.75 - 18) = 0.7 - 0.0225 = 0.6775$

i. لحالة (0.2 t) , β(18) = 0.57 , β(20) = 0.51 لذا

- $\beta(18.75) = 0.57 + \frac{(0.51-0.57)}{(20-18)} \times (18.75 - 18) = 0.57 - 0.0225 = 0.5475$

أ- الاستكمال للامركزية:

- β(18.75, 0.1t) = 0.6775 and β(18.75, 0.2t) = 0.5475
- β(18.75, 0.17t) = 0.6775 + $\frac{(0.5475-0.6775)}{(0.2t-0.1t)}$ × (0.17t – 0.1t) = 0.6775 – 0.091
- β(18.75, 0.17t) = 0.5865

10) الحمل التصميمي لكل متر طول من الجدار هو

- P = $\frac{\beta \times t \times f_k}{\gamma_m}$ = $\frac{0.5865 \times 240 \times 6.0}{3.5}$
- P = 241.3 N/mm = 241.3 kN/m

11) حيث أن طول الجدار يساوي 6 متر لذا الحمل التميمي الذي يمكن ان ينقل من السقف الى الجدار هو

- Q = 241.3 × 6.0 = 1447.8 kN

تحمل الشد للجدران:

- لا يتم أخذ مقاومة الشد للجدران غير المسلحة بنظر الاعتبار, لأن مقامة 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:

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

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:

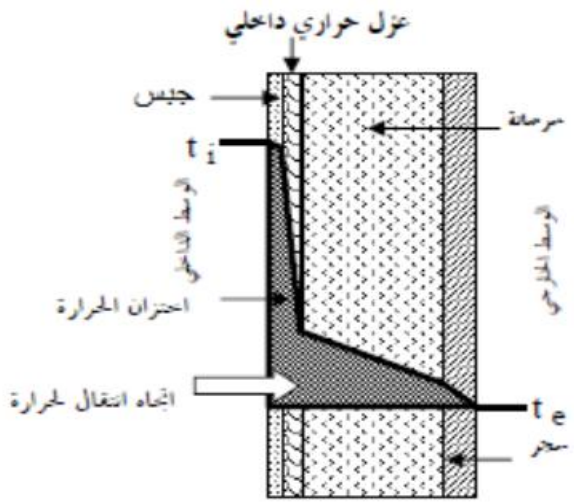
1. العزل الحراري.
2. مقاومة الحريق.
3. العزل الصوتي.
4. اختراق الرطوبة.

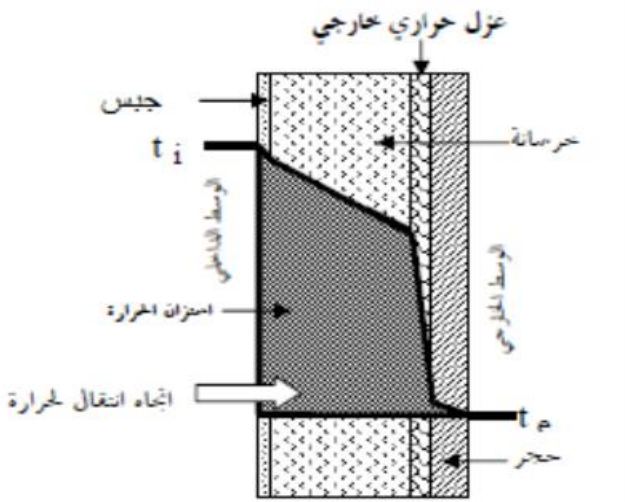
1. العزل الحراري:

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

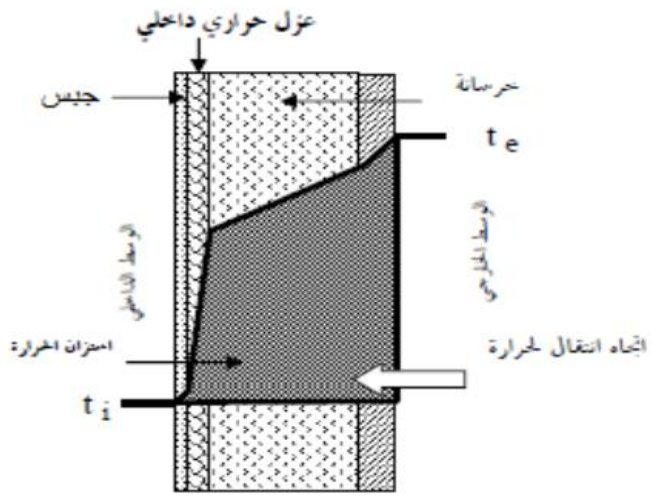
1. تقليل تسرب الحرارة الى خارج الأبنية عند تدفئتها.
2. تقليل تسرب الحرارة الى داخل الأبنية عند تبريدها.
3. منع تكثيف البخار داخل الأبنية.
4. تقليل تمدد وتقلص المنشئات.

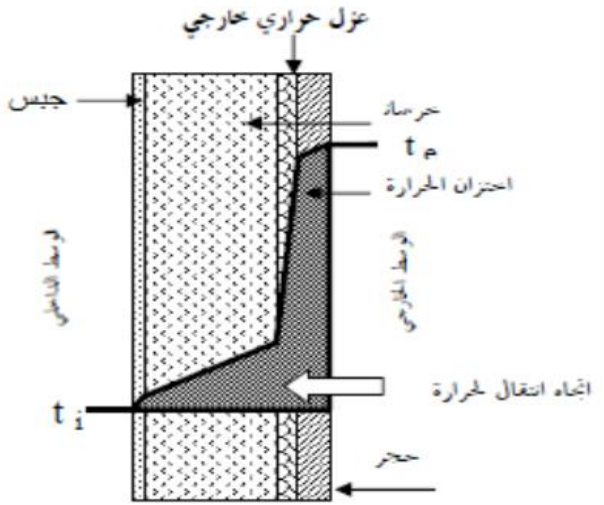
شتاءاً (حالة التدفئة)





صيفاً (حالة التكييف)





- إن مقياس العزل الحراري يسمى معامل النقل الحراري (Thermal transmittance) U 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 ΔT: 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 طابوقة 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 طابوقة 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 معمل 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 فأن قيمة U تزداد أيضا.
- أن قيمة معمل التوصيل الحراري K لمادة ما تتأثر برطوبة ومسامية وكثافة ودرجة حرارة تلك المادة.
- وحيث أن قيمة U تعتمد على قيمة K فأنها 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 (1) pg 6-184	0.0262
Ethanol (1) pg 6-186	0.167
Aluminum alloy 360 (1) pg 12-211	150
Brick (2) table 2-382	0.72
Carbon Dioxide (1) pg 6-184	0.0168
Copper (1) pg 12-21	390
Cotton (2) table 2-382	0.06
Diamond (2) table 2-382	2300
Glass wool (1) pg 12-203	0.005
Granite (2) table 2-382	2.79
Ice (1) pg 12-202	2.2
Lead (1) pg 12-198	35.3
Limestone or Marble (1) pg 12-204	1.0
Paper (2) table 2-382	0.011
Rubber (2) table 2-382	0.2
Salt (2) table 2-382	7.1
Sawdust (1) pg 12-204	0.06
Silica (2) table 2-382	1.3
Sand (1) pg 12-204	.33
Soil (dry) (2) table 2-382	0.52
Steel (stainless) (1) pg 12-211	15
Water (1) pg 6-2	0.6

TYPICAL THERMAL CONDUCTIVITY OF BUILDING MATERIALS: STRUCTURAL AND FINISHING MATERIALS (Always check manufacturer's details – variation will occur depending on product and nature of materials).	THERMAL CONDUCTIVITY (W/mK)
Acoustic plasterboard	0.25
Aerated concrete slab (500kg/m3)	0.16
Aluminium	237
Asphalt (1700kg/m3)	0.50
Bitumen-impregnated fibreboard	0.05
Brickwork (outer leaf 1700kg/m3)	0.84
Brickwork (inner leaf 1700kg/m3)	0.62
Dense aggregate concrete block 1800 kg/m3 (exposed)	1.21
Dense aggregate concrete block 1800 kg/m3 (protected)	1.13
Calcium silicate board (600 kg/m3)	0.17
Concrete general	1.28
Cast concrete (heavyweight 2300 kg/m3)	1.63
Cast concrete (dense 2100 kg/m3 typical floor)	1.40
Cast concrete (dense 2000 kg/m3 typical floor)	1.13
Cast concrete (medium 1400 kg/m3)	0.51
Cast concrete (lightweight 1200 kg/m3)	0.38
Cast concrete (lightweight 600 kg/m3)	0.19
Concrete slab (aerated 500kg/m3)	0.16
Copper	390
External render sand/cement finish	1.00
External render (1300 kg/m3)	0.50
Felt - Bitumen layers (1700kg/m3)	0.50
Fibreboard (300 kg/m3)	0.06
Glass	0.93
Marble	3
Metal tray used in wriggly tin concrete floors (7800 kg/m3)	50.00
Mortar (1750 kg/m3)	0.80
Oriented strand board	0.13
Outer leaf brick	0.77
Plasterboard	0.21
Plaster dense (1300 kg/m3)	0.50
Plaster lightweight (600 kg/m3)	0.16
Plywood (950 kg/m3)	0.16
Prefabricated timber wall panels (check manufacturer)	0.12
Screed (1200kg/m3)	0.41
Stone chippings (1800 kg/m3)	0.96
Tile hanging (1900 kg/m3)	0.84
Timber (650 kg/m3)	0.14
Timber flooring (650 kg/m3)	0.14
Timber rafters	0.13
Timber roof or floor joists	0.13
Roof tile (1900kg/m3)	0.84
Timber blocks (650 kg/m3)	0.14
Web of I stud timber	0.15
Wood wool slab (500kg/m3)	0.10
Cellular glass	0.038-0.050
Expanded polystyrene	0.030-0.038
Expanded polystyrene slab (25 kg/m3)	0.035
Extruded polystyrene	0.029-0.039
Glass mineral wool	0.031-0.044
Mineral quilt (12 kg/m3)	0.040
Mineral wool slab (25 kg/m3)	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

جامعة البصرة-الهندسة المدنية-الصف الثاني 2022(د عبدالأمير عطاالله)

كمية الحرارة المتحررة عن جسم الإنسان حسب نوع النشاط المبذول

نوع النشاط	كمية الحرارة المتحررة (واط/شخص)
النوم	٧٠
الجلوس مع حركة خفيفة	١٣٠-١٦٠
الوقوف مع عمل خفيف	١٦٠-١٩٠
الجلوس مع حركة كثيفة	١٩٠-٢٣٠
الوقوف مع عمل معتدل وحركة خفيفة	٢٣٠-٢٩٠
المشي مع حمل أو رفع أشياء خفيفة	٢٩٠-٤١٠
عمل كثيف متقطع	٤٤٠-٥٨٠
عمل شاق محتمل	٥٨٠-٧٠٠
عمل شاق بأقصى حد لمدة ٣٠ دقيقة	١١٠٠
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 لاتزيد عن 3 طوابق مقاومة للحريق لاتقل 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:

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

- 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 فأن خفض الصوت يكون بمقدار 10 ديسيبل فقط.

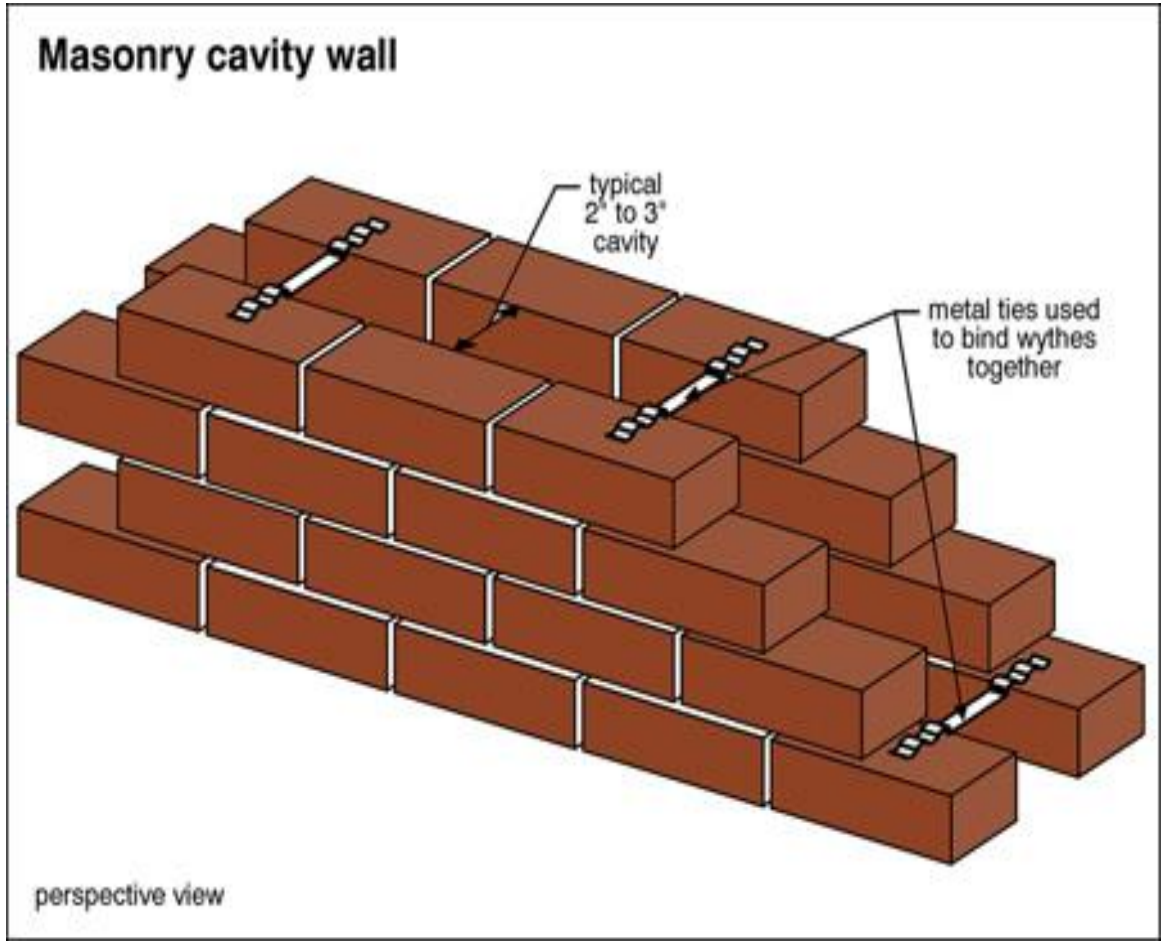
- الجدران الفاصلة المشتركة بين الغرف بسمك طابوقة واحدة مع إنهاء وجهي الجدار بحيث يكون وزن الجدار مع الأنهاء 425 كغم/متر مكعب على الأقل يعتبر تعتبر عازل مناسب.
- القواطع الداخلية الداخلية المنفذة من الواح البياض ذات لب خلوي او الواح بياض مركبة على جهتي هيكل مجوف ذو سمك 50 – 75 ملم تكون غير مناسبة للعزل الصوتي بين الغرف لأنها تخفض الصوت بحدود 30 ديسيبل.
- القواطع المنفذة من الطابوق او الكتل المنهاة من الوجهين وتزن 75 – 150 كغن/متر مكعب توفر خفض بالصوت 35 – 40 ديسيبل لذا تكون مناسبة أكثر.
- يعتبر تغليف الجدران احد طرق زيادة العزل الصوتي.
- تزداد كفاء 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 لسمك الجدار تأثير على حركة الرطوبة.
2. يمكن للرطوبة أيضا أن تخترق الجدار جانبيا من الخارج الى الداخل أثناء الأمطار, وفي هذه الحالة فأن لسمك الجدار ونوعيته تأثير على مقدار هذه الرطوبة. وتكون الجدران الخارجية المواجهة للرياح السائدة معرضة أكثر من غيرها لإختراق الرطوبة.
3. التنفيذ الخاطئ 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.

- 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.


Masonry cavity wall
typical
2" to 3"
cavity
metal ties used
to bind wythes
together
perspective view

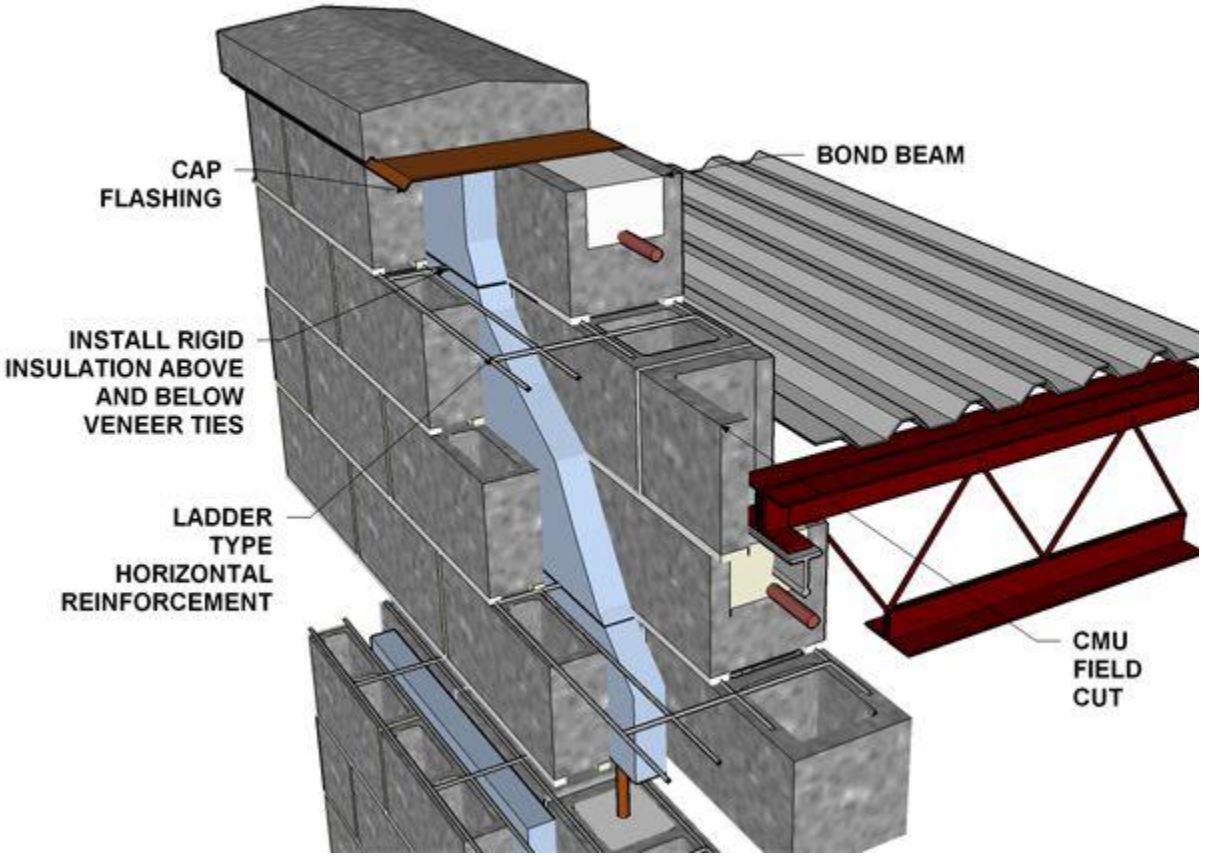
الجدران المجوفة Hollow or Cavity Walls :

- تستعمل الجدران المجوفة في الحالات التالية:

1. لتحسين العزل الحراري.
2. زيادة مقاومة الجدار لنفاذ مياه الأمطار.

- يتكون الجدار المجوف من الورقتين خارجية (القشرة) وداخلية, تفصل بينهما مسافة تكون أما فارغة أو تملأ بمادة عازلة.
- يفضل أن تترك المسافة الفاصلة بدون ملئ وذلك لكون الهواء ذو كفاءة جيدة في العزل الحراري ولإعاقه إنتقال الرطوبة بين الورقين.
- تربط الرقة الخارجية مع الورقة الداخلية برباطات معدنية غير قابلة للصدأ من الفولاذ المغلون او غير القابل للصدأ او من البروبلين (بلاستك), وقد يكون الربط بالطابوق.

Construction
Photography


CAP
FLASHING
BOND BEAM
INSTALL RIGID
INSULATION ABOVE
AND BELOW
VENEER TIES
LADDER
TYPE
HORIZONTAL
REINFORCEMENT
CMU
FIELD
CUT

- تنقل الأحمال في الجدران المجوفة بإحدى الحالتين:

1. بواسطة كلتا ورقتي الجدار, وفي هذه الحالة يجب أن يكون سمك كل منهما مناسبا.
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 بنائية لا يقل عن 100ملم.
- يفصل بين الورقتين فراغ يتراوح عرضه بين 50 – 75 ملم.
- تربط الورقتين بواسطة رباطات توضع بمسافات لا تزيد عن 450 ملم عموديا ولا تزيد عن 900 ملم أفقيا.
- تخفض المسافات الأفقية الى 450 ملم عندما يكون عرض الفراغ 100-150 ملم.
- يكون السافان العلويان في الجدران المجوفة بناءا 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 البندات 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.

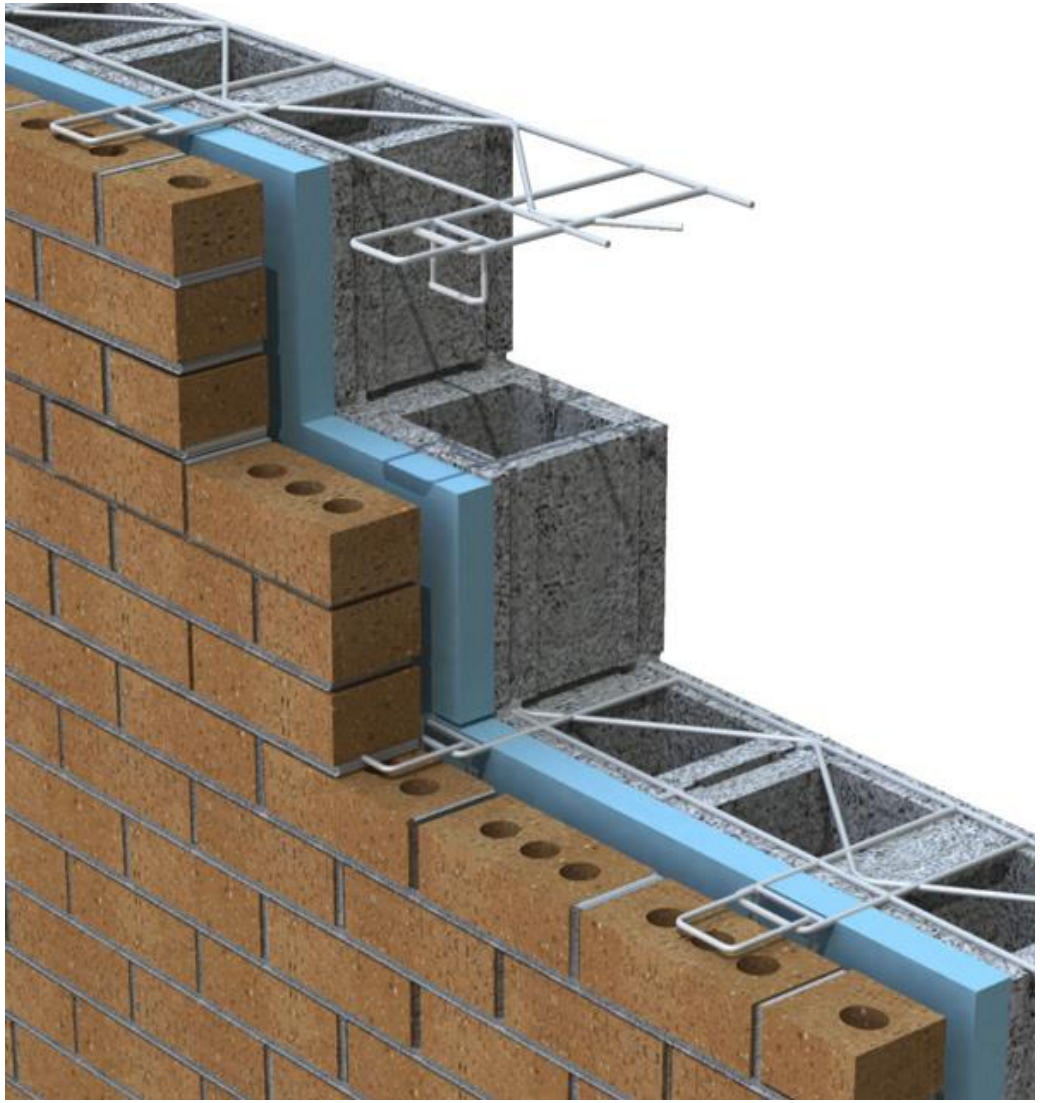
الجدران الطابوقية المكساة بالطابوق:

- 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 الجداران المجوفة. يجب ان لاتزيد المسافة بين رباط وآخر عن 30سم عموديا و 60 سم افقيا. في هذه الحالة يكون الربط ضعيف لذا لايتم 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 لاتقل عن 0.5% ولا تزيد عن 4% من مساحة مقطع العمود التي يتم عملها بين الطابوق ويتم حقنه بالمونة السائلة grout. يجب ان لايقل عدد القضبان عن 4 بقطر 12ملم. 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 الحقين grout.
3. يجب ان لايقل عرض المفصل العمودي الذي يوضع فيه التسليح عن 18 ملم.
4. يملأ المفصل بالحقين كلما أرتفع البناء مسافة لاتزيد عن 300 ملم.
5. يجب رج ورص الحقين 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 الأنفجارات 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 و2. 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 ويبنى 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:

- يبنى 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:

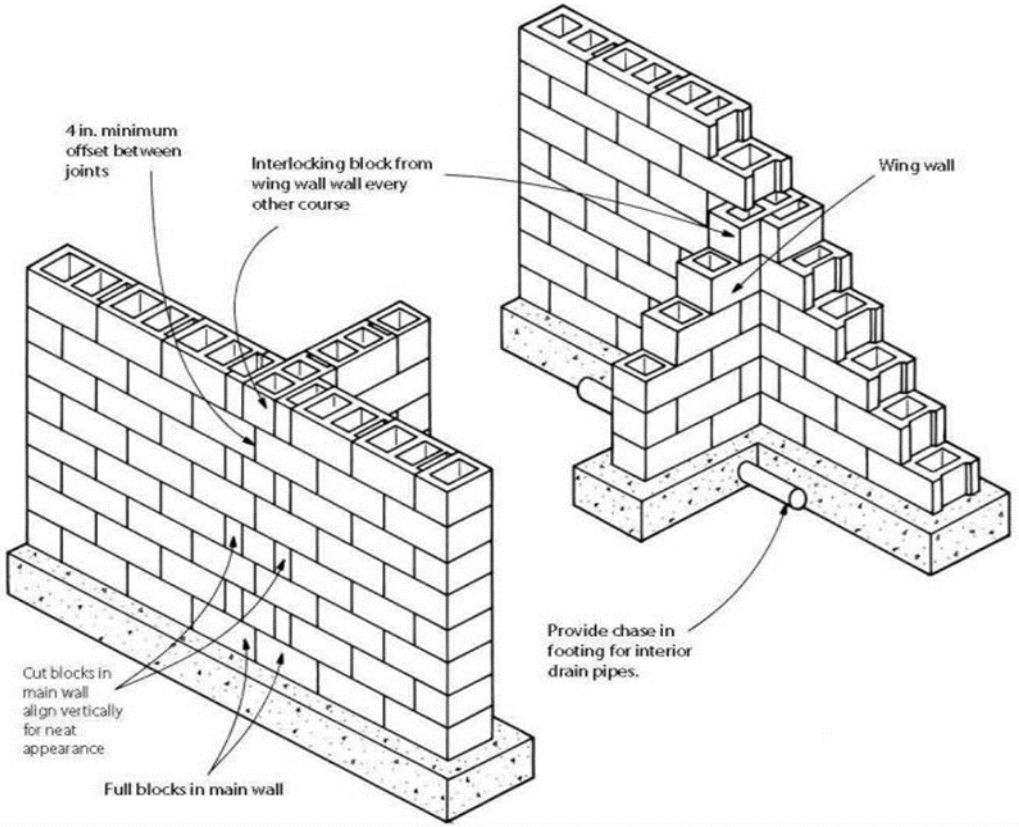
الارتفاع أو الطول (متر)	لغاية 2.4	3.0	3.6	4.5	6.0	7.5
الحد الأدنى للسمك (ملم)	50	65	75	100	150	220

- 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.

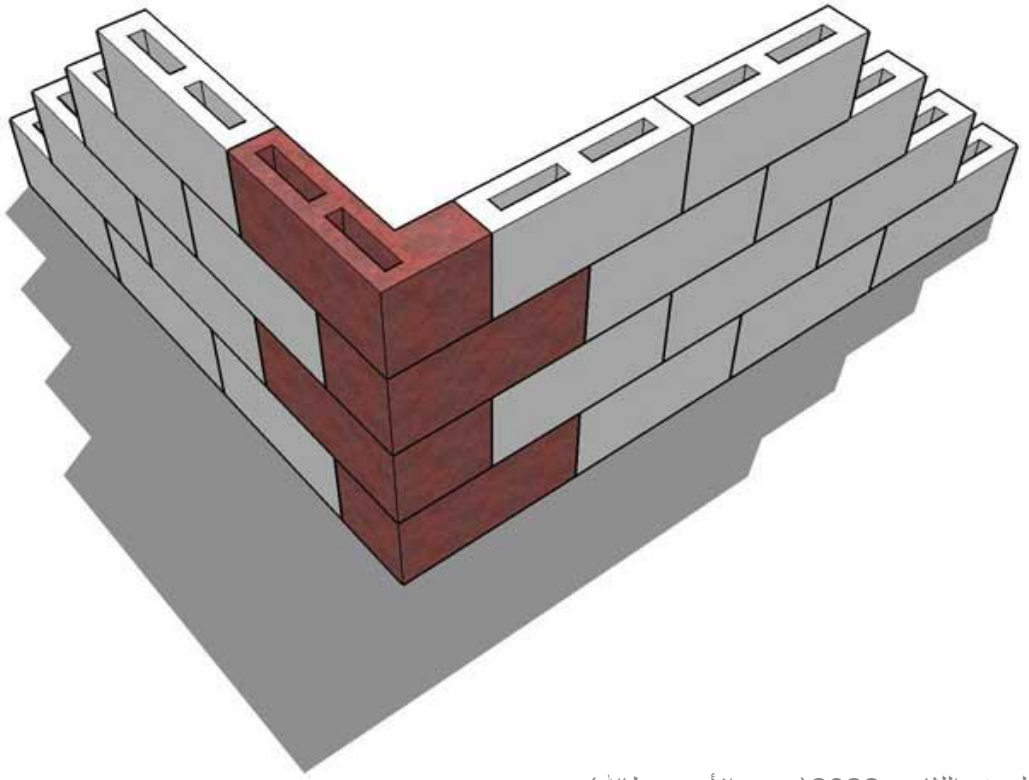
- عندما يكون سمك الجدار أكبر من عرض كتلة واحدة فيتم استخدام كتلتين مختلفتي العرض.
- فمثلا عندما يكون سمك الجدار 30 سم فتستخدم كتلتين الأولى بعرض 10 سم و الثانية بعرض 20 سم وبنفس الطول والارتفاع.
- يبنى الساف الأول بوضع احداهما على الطول في وجه الجدار والثانية على الطول في ظهر الجدار, وفي الساف الثاني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

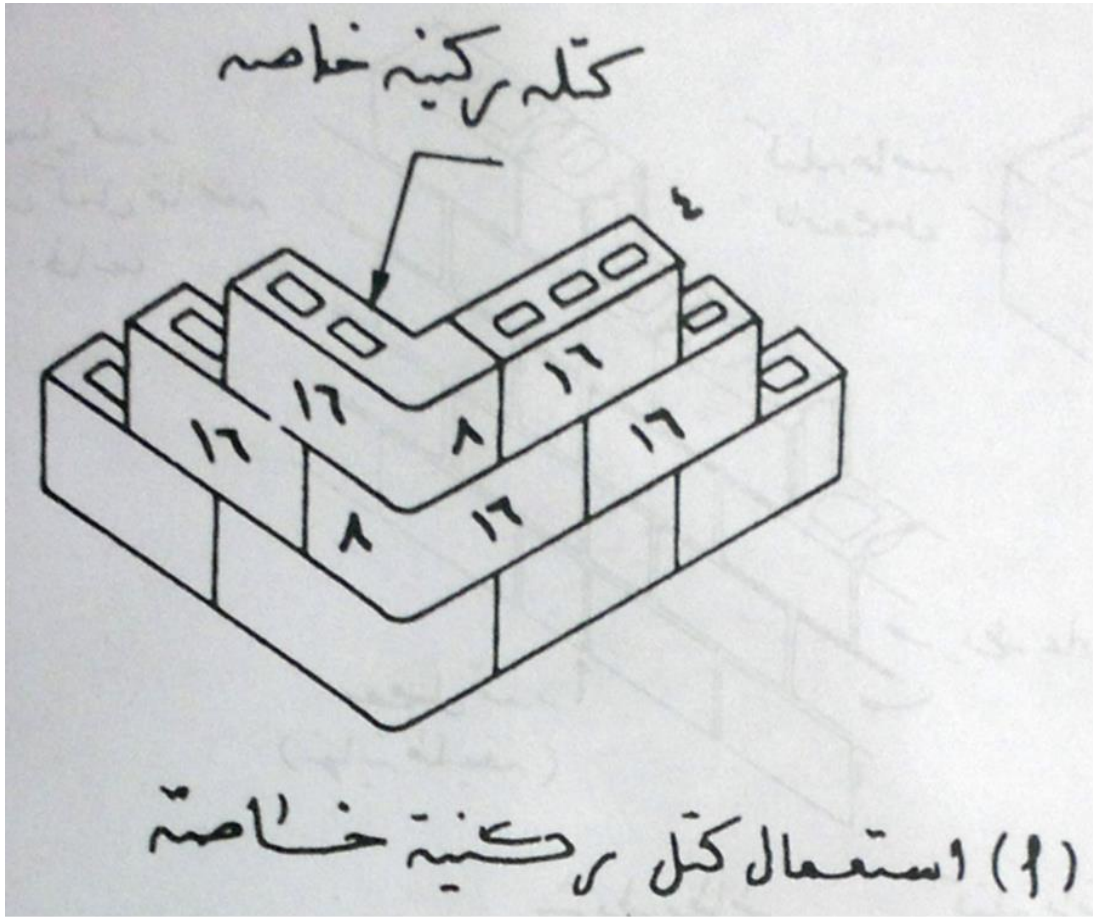
2. الربط:

- 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.

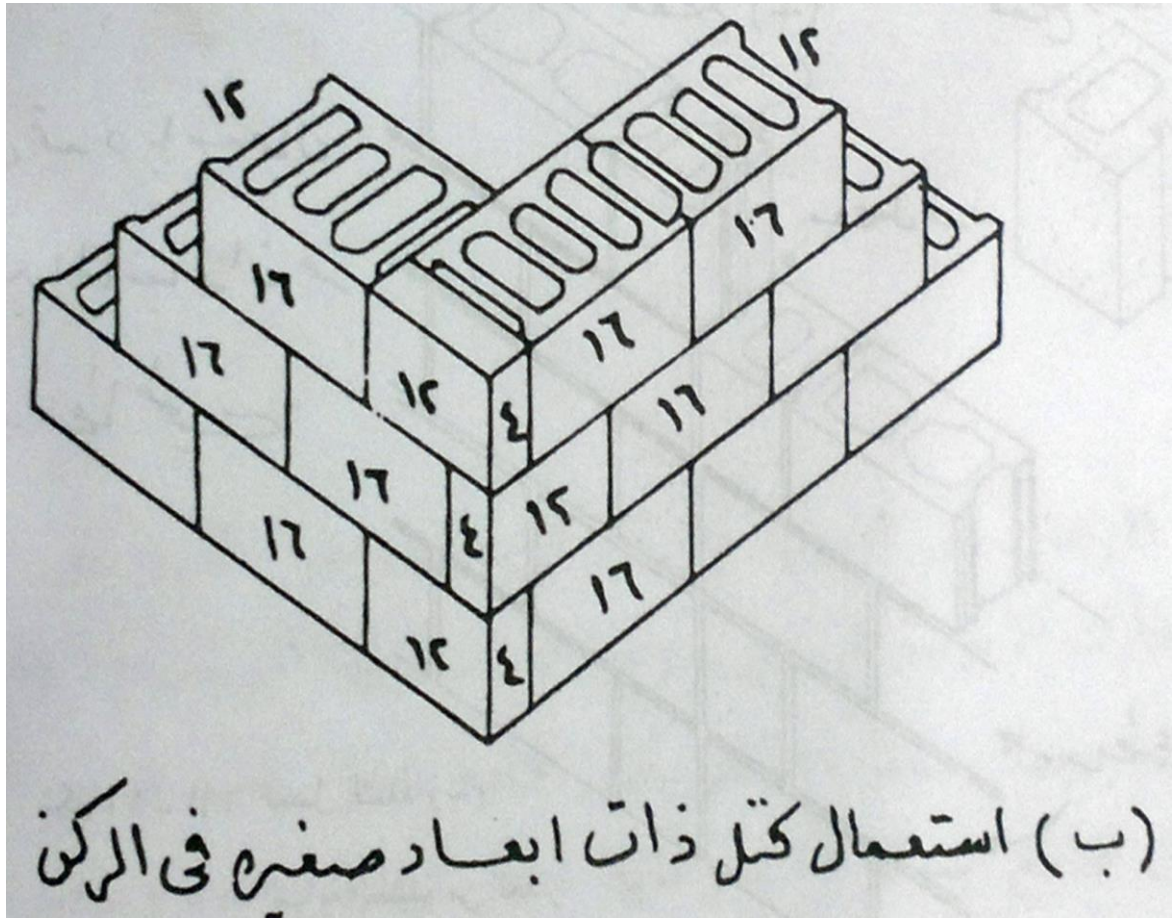


- عند التقاء جدارين بزاوية قائمة توضع كتلة على الطول في الساف الأول وأخرى على الرأس في الساف التالي وهكذا عندما يكون سمك الجدار بعرض كتلة واحدة ويساوي نصف الطول الإسمي للكتلة.
- إذا كان عرض الجدار خلاف ذلك تستخدم في الأركان قطع خاصة تسمى الكتل الركنية.



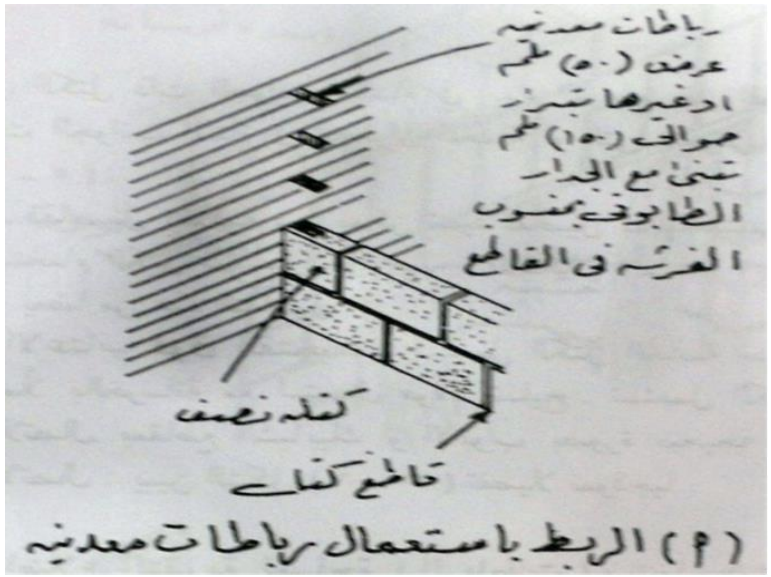


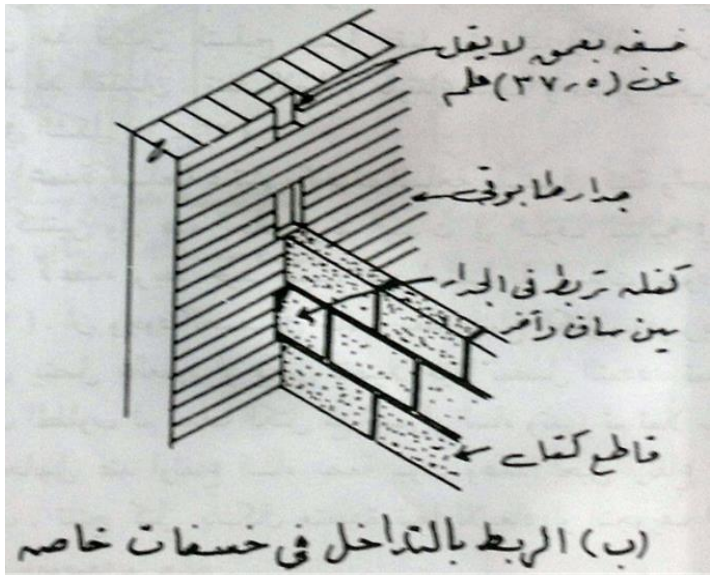
(أ) استعمال كتل ركنية خاصة

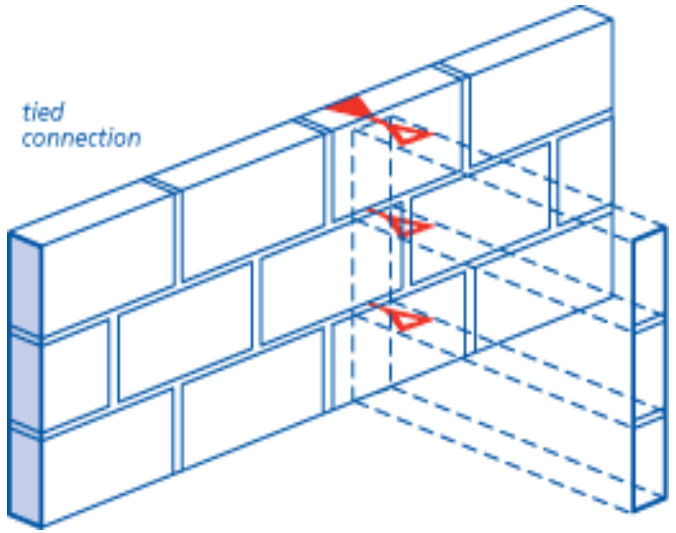


(ب) استعمال كتل ذات ابعاد صغيرة في الركن

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





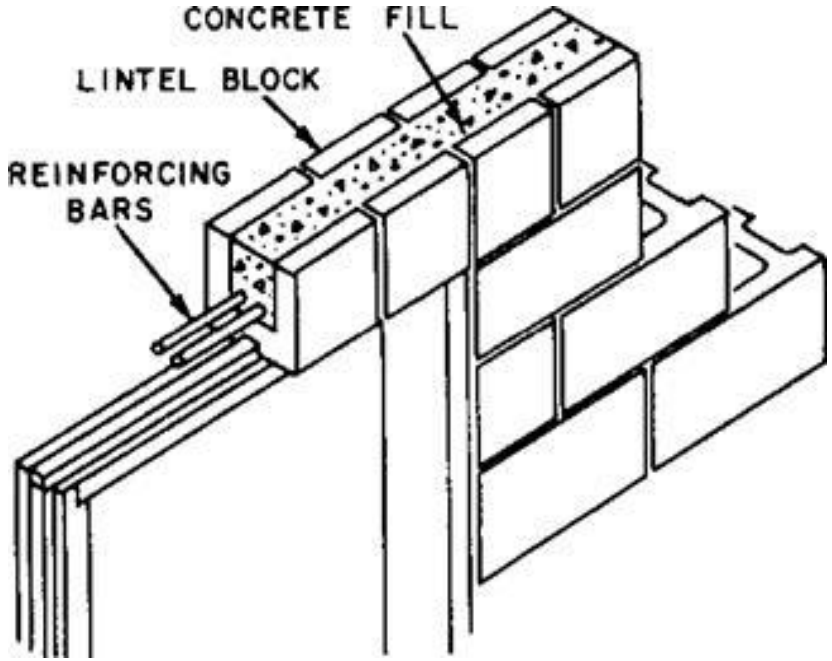


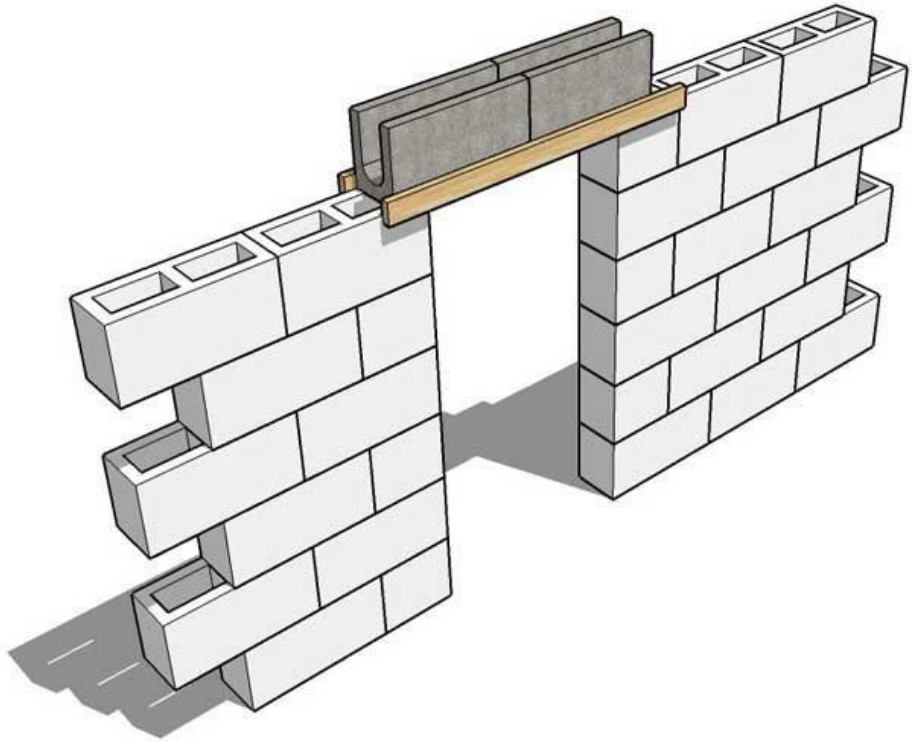
3. تفاصيل بنائية:

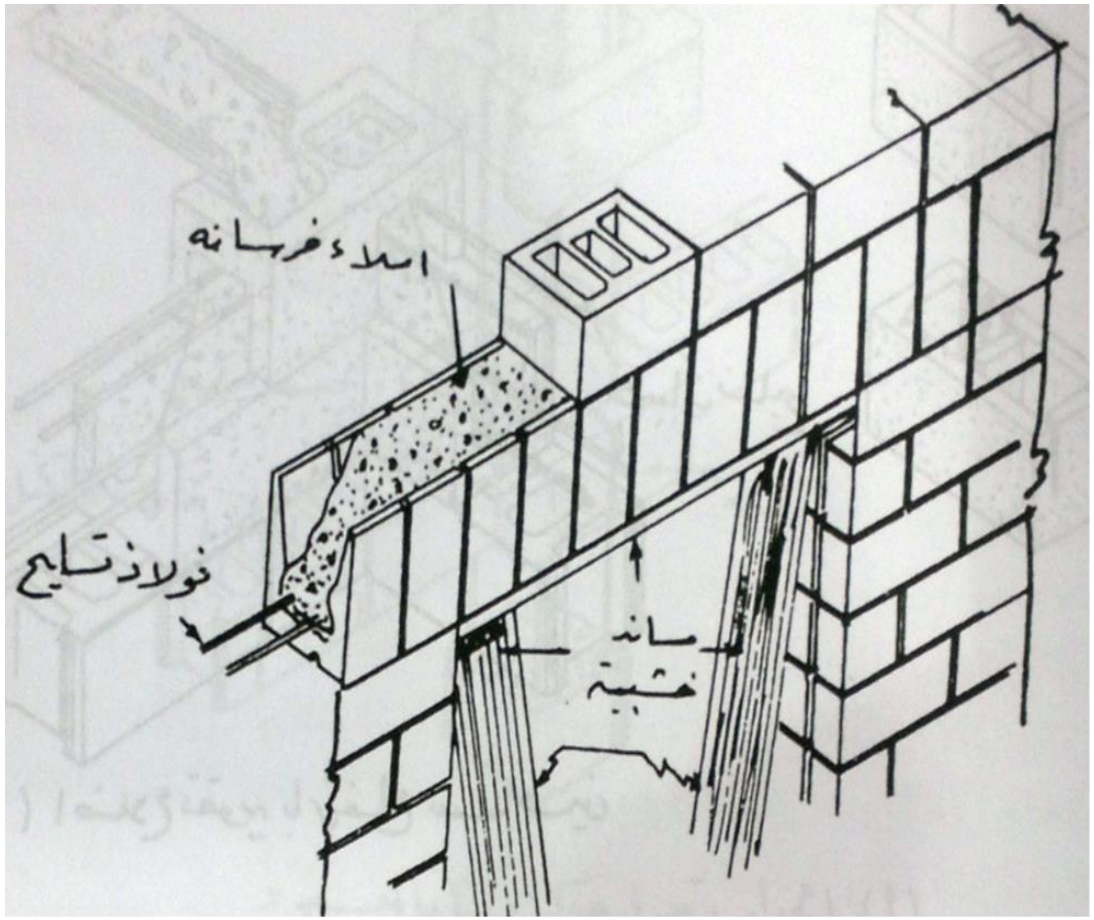
- يمكن تنفيذ تفاصيل بنائية متعددة باستخدام نوع الكتلة المناسب لكل تفصيل, مثل:

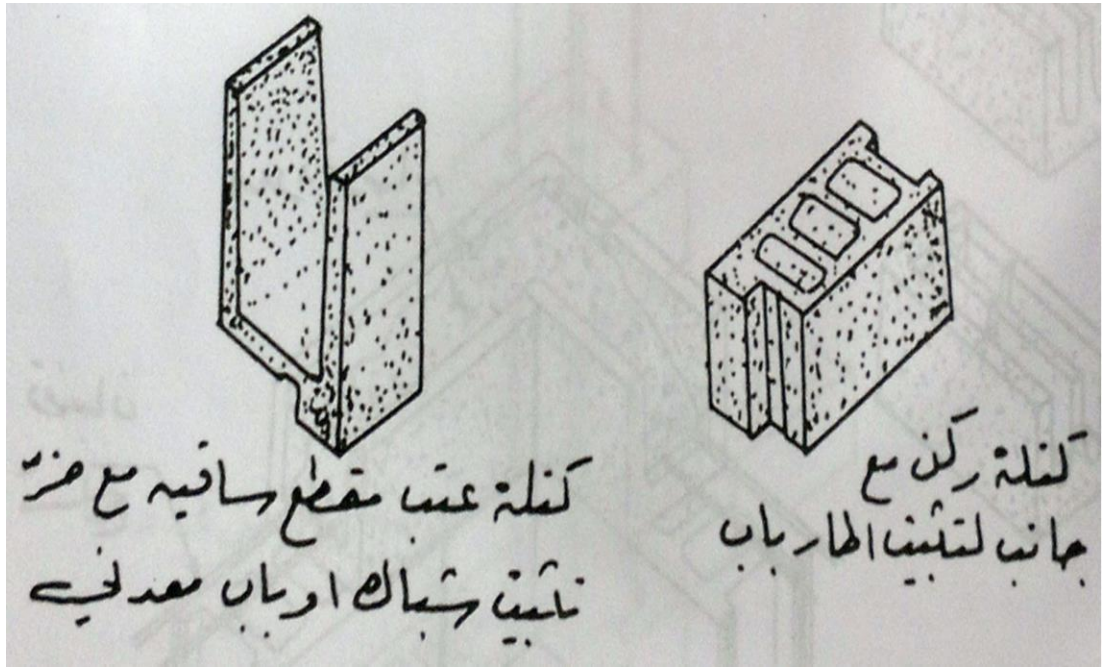
a) الأعتاب فوق الفتحات:

تستعمل كتل خاصة ترصف وتسلح وتملأ بالخرسانة.



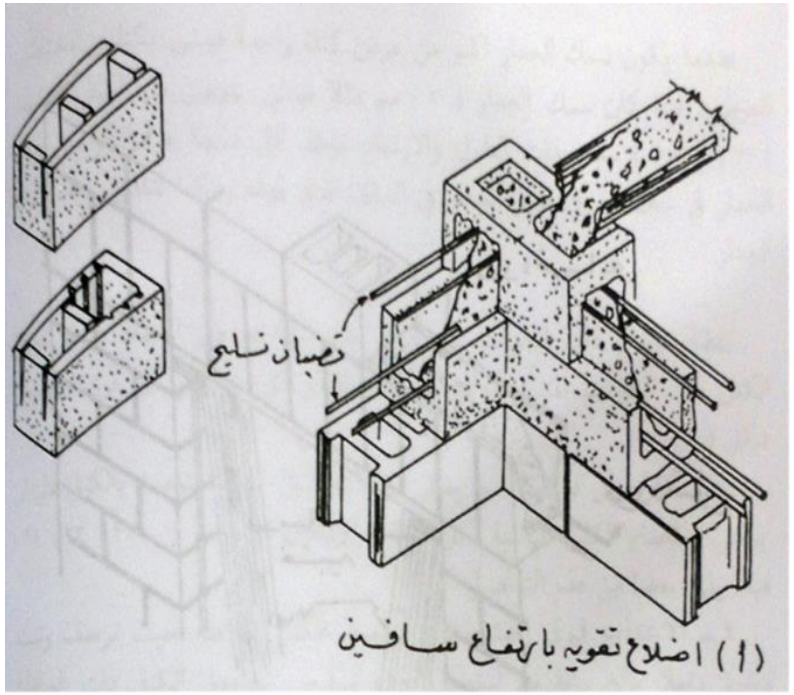


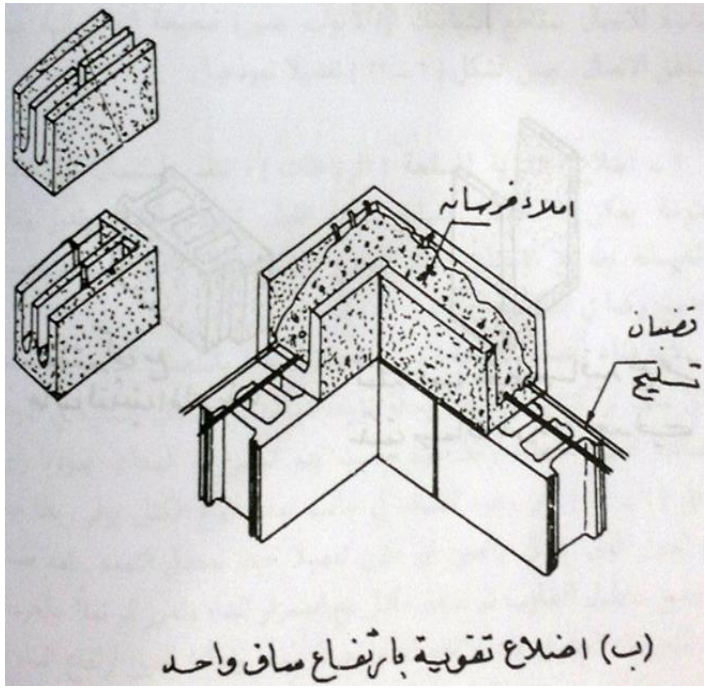

اسلاء فرسانه
فولاذ تسليح
ساند
خشبية

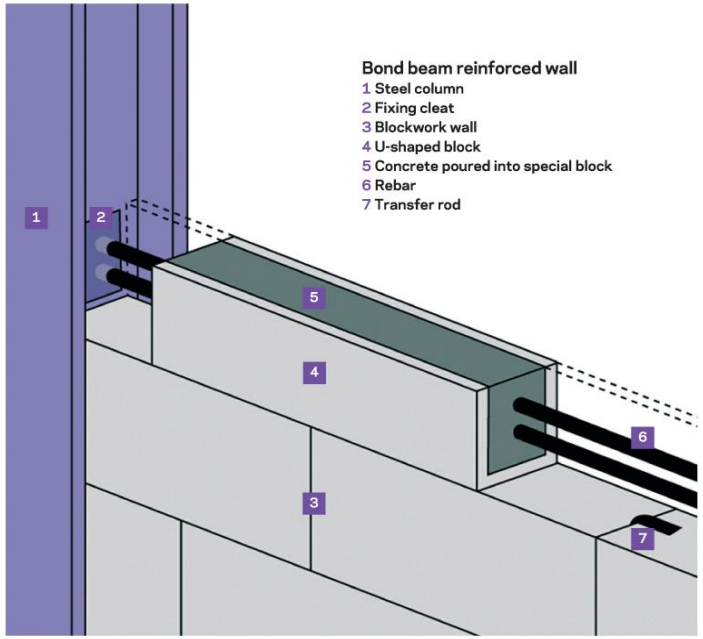

كتلة ركن مع
جانب لتثبيت الهاربان
كتلة عتب مقطع جانبية مع حز
تثبيت شباك او باب معدني

b) أضلاع التقوية المسلحة (الرباط):

تنفذ بإستعمال كتل خاصة مفتوحة يمكن مد التسليح فيها افقيا.

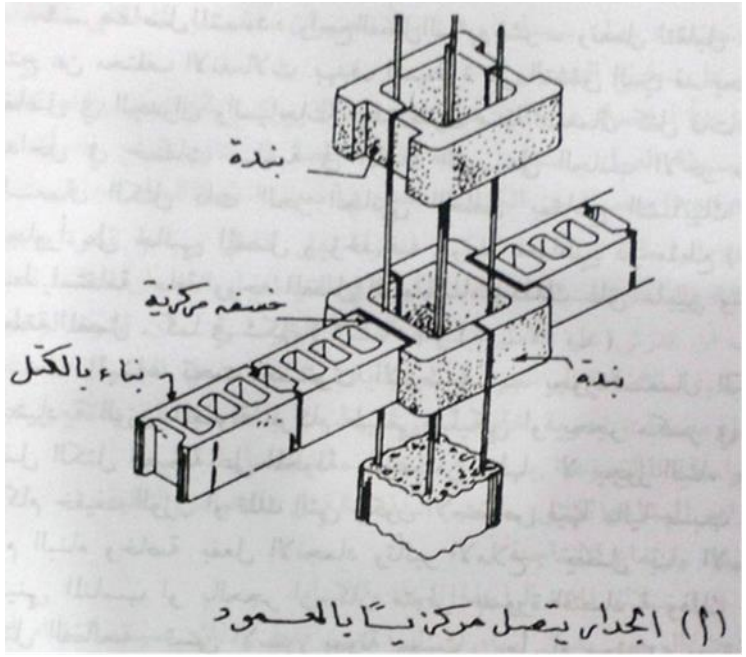


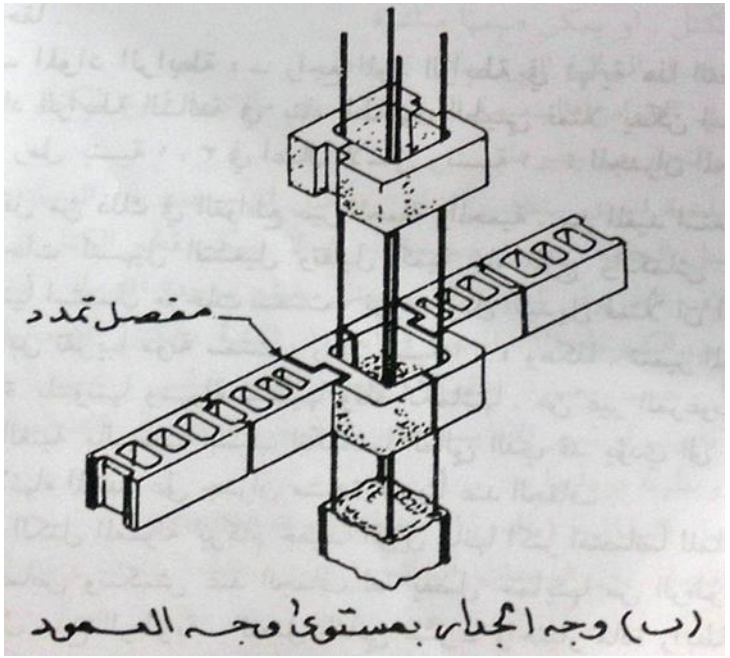


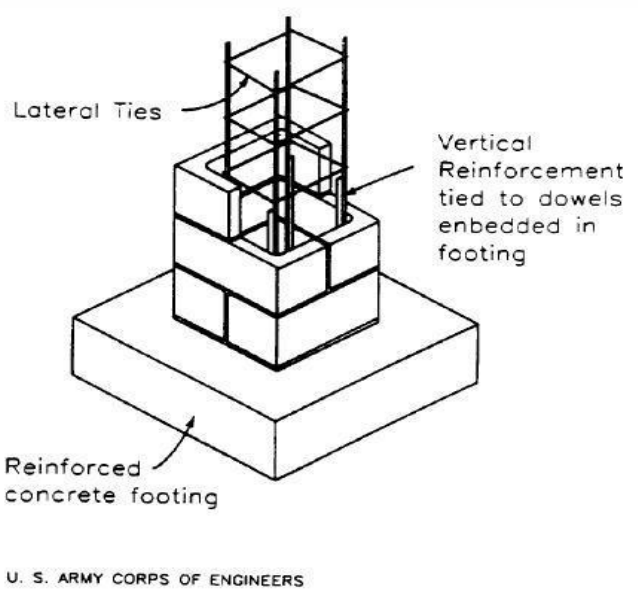


c) الأعمدة المسلحة:

- 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.







5. البناء تحت مستوى الأرضية:

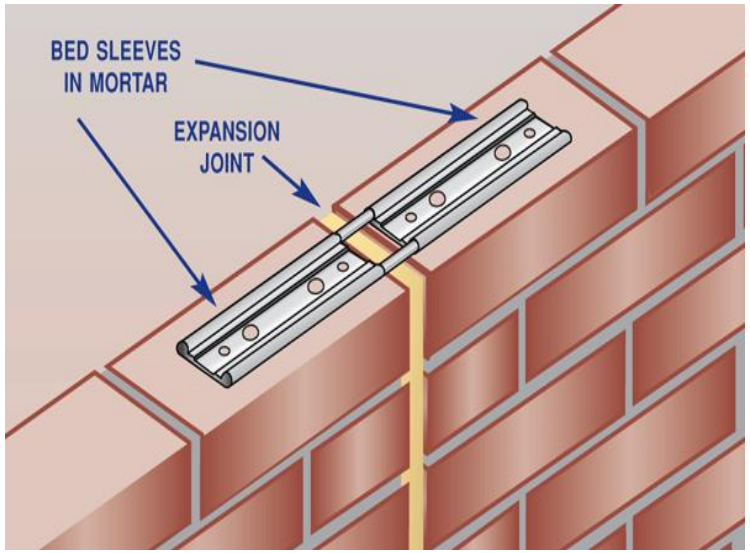
- يمكن إستعمال كتل إعتيادية الوزن معمولة بركام طبيعي أو بحجر مكسر في بناء الأسس.
- يفضل أستعمال الكتل المصمتة على المجوفة.
- لا يجوز البناء بكتل مصنوعة بركام خفيف الوزن أو كتل يكون أمتصاصها عاليا بسبب تأثير ذلك على دوام البناء بفعل الأنجماد وتأثير الأملاح.
- يفضل بناء الأسس بالطابوق الطيني المفخور أو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

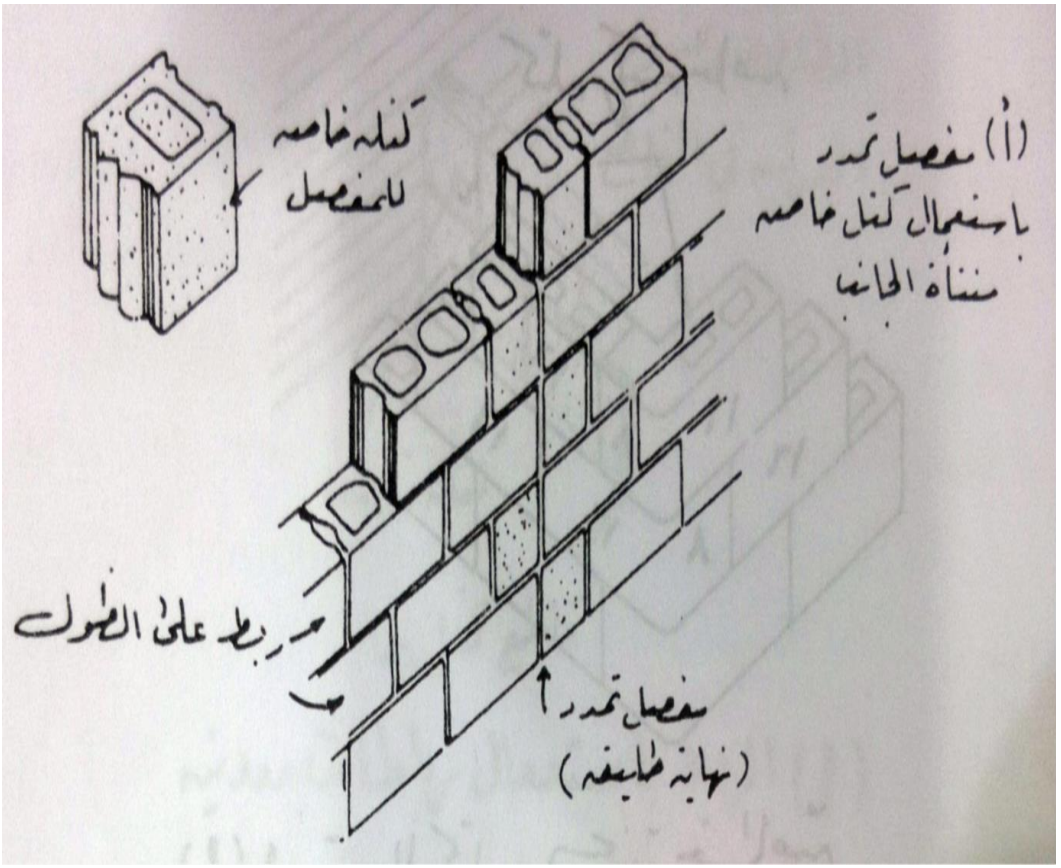
5. مفاصل التمدد:

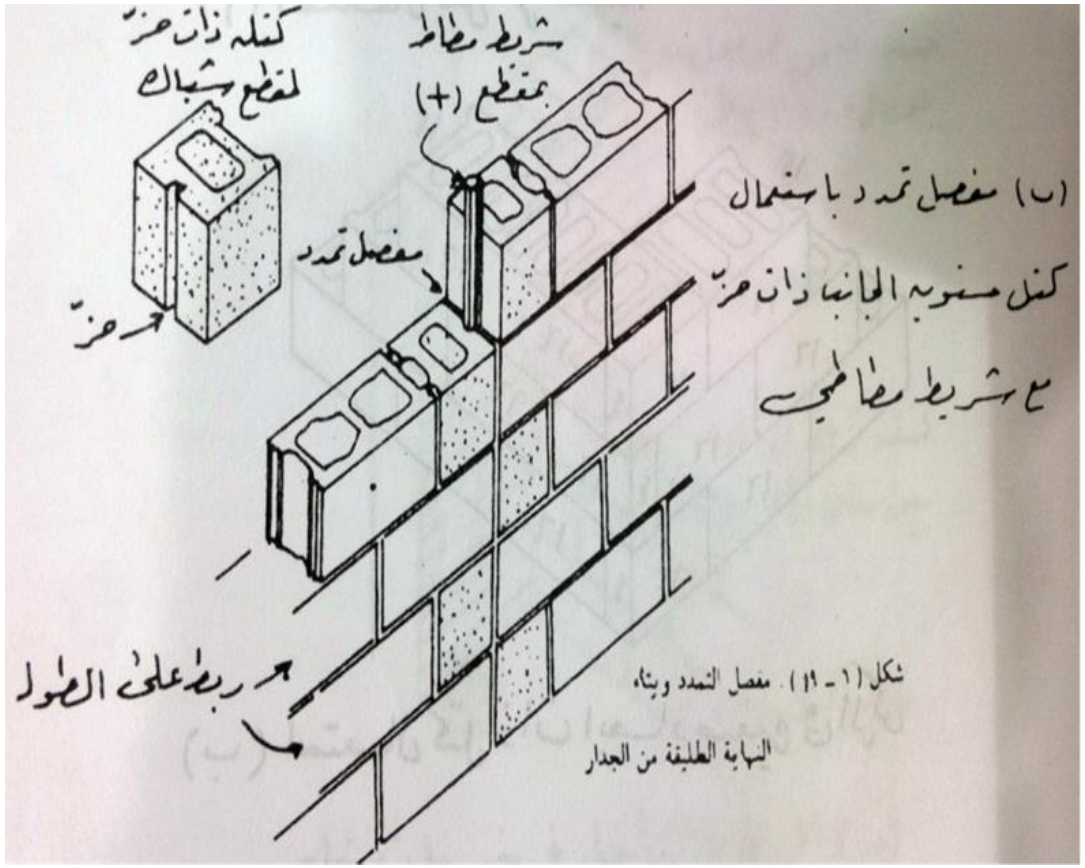
- يتم عملها لتقليل الأجهادات التي تنتج عن مختلف الأنفعالات بهدف السيطرة على التشققات.
- تنفذ بأستخدام:

i. كتل ذات نتوءات جانبية تتداخل في خسفات مع الكتل في الجانب الثاني من المفصل.

ii. كتل الحز الجانبي الخاص بمقاطع الشبابيك بحيث يكون متجاورا على جانبي المفصل. ويوضع فيه شريط مطاطي بمقطع بشكل (+) لضبط إستقامة الحافة وغلق وجهي المفصل.




(أ) مفصل تمدد
باستعمال كتل خاصه
منتهاة الجانب
كتله خاصه
للمفصل
ربط على الطول
مفصل تمدد
(نهاية طليقه)


(ب) مفصل تمدد باستعمال
كتل مستويه الجانبا ذات حزّ
مع شريط مطاطي
كتله ذات حزّ
لمقطع شباك
شريط مطاط
بمقطع (+)
مفصل تمدد
حزّ
ربط على الطول
شكل (١ - ١٩) . مفصل التمدد وبناء
النهاية الطليقة من الجدار

5. المواد الرابطة:

- تستعمل نفس المواد الرابطة الشائعة في البناء بالطابوق الطيني.
- فمثلا تستعمل مزجة 1 سمنت : 3 رمل في أعمال الأسس و بنسبة 4:1 للجدران.
- من المفيد استعمال مزجة سمنت : نورة : رمل لكونها تتميز بلدونتها وقلة انكماشها.
- من غير المرغوب استعمال المزجات ذات محتوى سمنت عالي بسبب الانكماش.
- تتميز الكتل المصنوعة من الركام الخفيف بأنها اكثر امتصاصا للماء وتتمدد قليلا عند امتصاصها للماء وتنكمش 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.

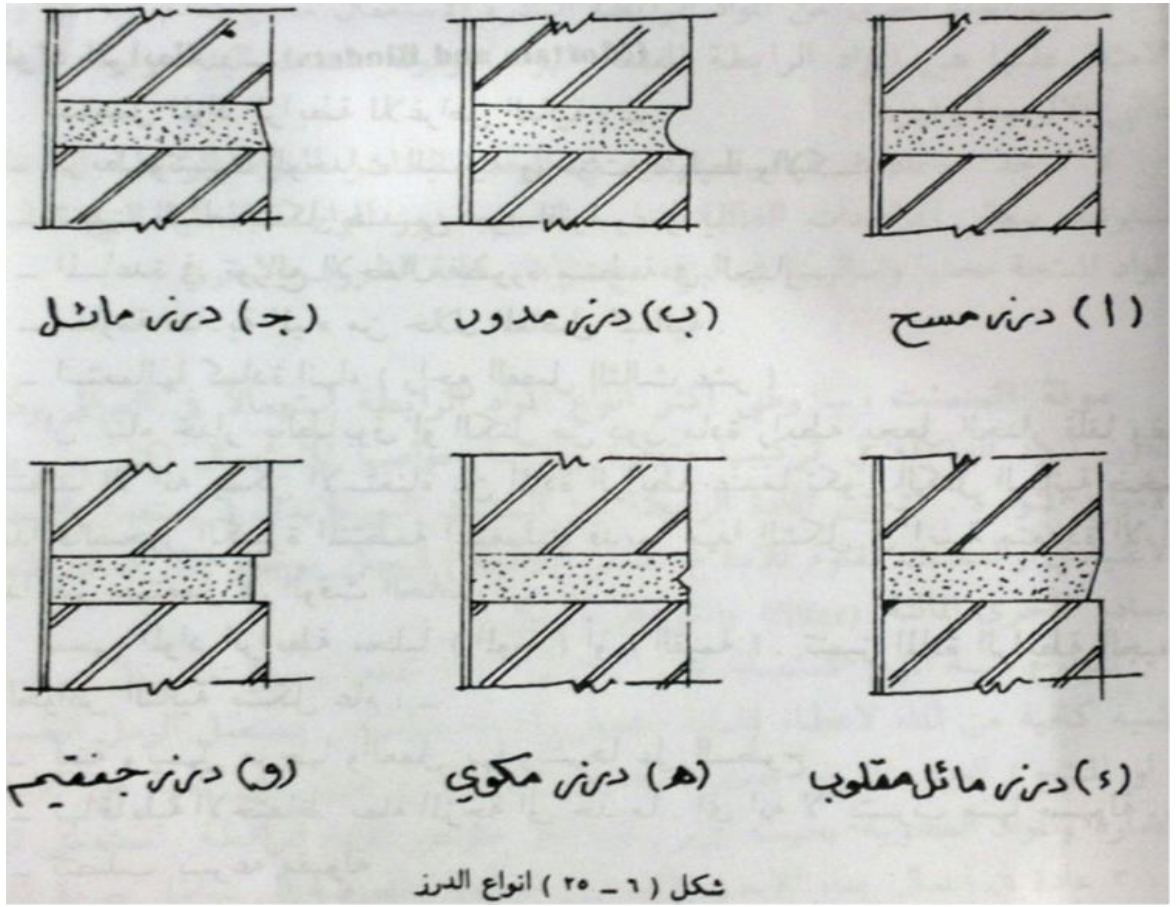
vii. صعوبة امرار مسارات انابيب الماء والكهرباء في الجدران المبنية بالكتل, لذا قد تستعمل كتل بأشكال غير قياسية تحوي خسفات لهذا الغرض.

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, لماذ ؟
- 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.



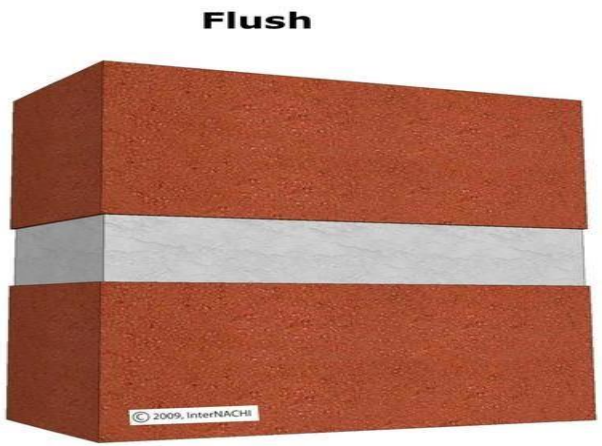
شكل (٦ ـ ٢٥) انواع الدرز

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 بالجمجة 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 بوسطة 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 فأن 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 استعمالا في العراق وذلك لكون المواد الداخلة في تركيبها متوفرة, ولملائمة خواصها للاستعمال أكثر من بقية الأنواع.
- تتكون مونة السمنت من السمنت البورتلاندي (الاعتيادي أو المقاوم) للأملاح ليعمل كمادة لاصقة للمادة المالئة (filler) وهي الرمل.
- تتراوح نسب المزج بين 1 : 3 الى 1 : 4 حجما ويمكن استعمال نسب أخرى أيضا.
- يتم إضافة كمية مناسبة من الماء لإماهة 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 او الحصى او 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[1]

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 (ϵ) 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-µm	(No. 30)	40 to 75	40 to 75
300-µm	(No. 50)	10 to 35	20 to 40
150-µm	(No. 100)	2 to 15	10 to 25
75-µm	(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-µm (No. 50) and the 150-µm (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 تأثرها 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 الما 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 أوكسيد الكربون لتتحول الى أوكسيد الكالسيوم او النورة الحية (CaO).
- يستعمل حجر الكلس (limestone) للحصول على النورة ولكنه يحتوي على مواد أخرى أيضا مثل كربونات المغنيسيوم وأوكسيد المغنيسيوم والسليكا والألومينا وأكاسيد الحديد.

❑ أنواع النورة: تقسم النورة تبعا لنسب أوكسيد الكالسيوم واوكسيد المغنيسيوم الى:

1. نورة عالية الكالسيوم: تحتوي ما لايقل عن 75% أوكسيد الكالسيوم وعند اطفائها تعطي النورة الدهنية (fat lime).
2. نورة مغنيسية: تحتوي على 25 – 40% أوكسيد المغنيسيوم.
3. نورة عالية المغنيسيوم الدولوماتية: تحتوي على نسبة عالية من أوكسيد 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.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

- يحصل تفاعل مشابه بالنسبة لهيدروكسيد المغنيسيوم.
- هذا التفاعب بنوعيه يكون بطيئا جدا وإذا لم يتفاعل الهيدروكسيد مع CO_2 (كما في بعض الجدران السميكة) فقد لا يكتمل التفاعل أبدا.
- لاتستعمل مونة النورة الرمل في الوقت الحاضر بسبب بطئ تصلبها وضعف تحملها.
- إن الماء الناتج من التفاعل يساعد على إستمرار تصلب السمنت المستخدم في المزجة.
- إذ إحتوت النورة عل أكاسيد أخرى قابلة للتصلب بفعل الماء تسمى نورة هيددروليكية 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 $CaSO_4.1/2H_2O$
- يصنع بحرق كبريتات الكالسيوم المائية $CaSO_4.2H_2O$ بدرجة 170 °C.
- إذا ارتفعت درجة الحرارة لأكثر من 205 °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 ثانية 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 الأنهاء ولكن سرعة تماسكه تجعله غير مفضل.

الصنف ب: وهو مشابه للصنف أ مع بعض المضافات المؤخرة للتماسك ويستعمل للأنهاء.

الصنف ج: ويشمل كبريتات الكالسيوم اللامائية, وهي تتميز ببطيء التماسك وقد تستعمل المضافات 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 الأنهاء الأخيرة وفي عمل الزوايا والأركان.

- تستعمل ألأصناف 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 فأنه لا يمزج مع الرمل كما في باقي الدول.

تصنيف الجص حسب المواصفة العراقية رقم 28 لسنة 1988:

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

ملاحظات حول استخدام الجص كمادة رابطة:

1. يجب خزنه في مكان جاف وعدم 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 الخلاطة.
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 لأنهاء الجدران او التسطيح بعد خلطه بالألياف أو التبن والتي تعمل كتسليح يقلل من تشقق الطين.

5. مونة مفقعة الهواء:

- تستخدم مضافات مفقعة للهواء من نوع الملدنات لتسهيل 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 الالومينا في المونة عند الحاجة الى مونة ذات تصلب ابتدائي عالي وذات مقاومة عالية لتأثير الكبريتات.