

# وقائع التنفيذ

المهندس  
عماد بيطار



الجزء الأول : الحفريات و الهيكل للمنشآت البيوتية

وقائع التنفيذ  
١٢٤٠

الطندس عماد و بيطار

# وقائع التنفيذ

الجزء الأول

أكفريات والهيكل للمنشآت البيتونية



# بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة للمؤلف

١٤٢٧ هـ - ٢٠٠٦ م

الكتاب : وقائع التنفيذ - الجزء الأول

المؤلف : عماد بيطار

الناشر : دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع

دمشق - سوريا - شارع بورسعيد

هاتف : ٢٢١١٠٤٨ - ٢٢٤٨٥٩٩ فاكس : ٢٢١١٠٢٢ ص.ب : ٥٣٧٢

البريد الإلكتروني : E-mail:dardimashq@mail.sy

## لمحة عن الكتاب

- وقائع التنفيذ كتاب يبحث في واقع وأساليب تنفيذ المنشآت الهندسية البيتونية ، وهو ليس بكتاب نظريات وأبحاث . وليس من أهدافه اكتشاف شيء جديد أو نقد اكتشاف قديم في العلوم الهندسية ، إنه ببساطة محاولة لنقل الواقع المعاش ضمن ورشات البناء الى سطور وأشكال .

- والهدف من هذا هو اختصار الزمن . . . فإذا كان حصول المهندس على شهادة الهندسة يعطيه الحق في ممارسة هذه المهنة ولكن لا يجعله مهندساً ناجحاً ، وإذا كان لا بد للمهندس أن يمضي أكثر من خمس سنوات ضمن الورشات ليصبح كذلك . فإن هدف كتاب وقائع التنفيذ هو اختصار هذه الفترة ما أمكن ، وتزويد المهندس في بداية نزوله الى الورشات بفكرة مسبقة عن حقيقة ما يجري ضمن هذه الورشات واستكمال الحلقة الناقصة في سلسلة معلوماته الهندسية والناجحة عن قصور في الدراسة الأكاديمية التي لا يمكنها أن تغطي كل شيء عن موضوع له تشعباته الكثيرة .

- فالدراسة الأكاديمية علمتنا كيف نصمم المنشآت المختلفة ولكنها لم تطلعنا على تفاصيل تنفيذها . وأعطينا بعض المعلومات عن الكوفراجات والقوالب ولم توضح لنا أساليب تركيبها ، وأسهبنا لنا في شرح نظريات تصميم البيتون المسلح ولم تفعل ذلك في كيفية نقل التصميم الى الواقع . ورسمت لنا أجزاء المنشأ وأطلقت مصطلحات عديدة ثم تفاجئنا أنها قلما تستخدم في الورشات التي تستخدم أسماء ومصطلحات أخرى ، فمن منا سمع أثناء دراسته بكلمات مثل : «الكومبريسة - الخنزيرة - الشقلة - والشائنة - الثقاله - الشبونة - التشريك -

الترويب . . . الخ» وطبعاً فهذه الأسماء وأخرى كثيرة جداً ليست بأسماء علمية ولكنها الأكثر استعمالاً ضمن الورشات . وإن كان على المرء أن يعيش بين قوم فليتعلم لغتهم .

- وكما سبق وقلت فوقائع التنفيذ كتاب يبحث في واقع التنفيذ الحاصل بحسناته وسيئاته . بشموليته وخصوصيته ، وبذلك يتطلع مهندسي التصميم على هذا الواقع ليأخذوا هذه الأمور بعين الاعتبار أثناء قيامهم بتصاميمهم والتي يجب أن لا يتعد عن واقع الورشات التي سينفذ بها .  
وكما أنه يترك المجال مفتوحاً أمام مهندسي التنفيذ لإختيار مايناسبهم ويناسب ورشاتهم من هذه المعلومات أو استحداث أساليب وطرق جديدة .  
ومعلومات هذا الكتاب جمعت من ورشات مختلفة خلال فترة زمنية تزيد عن الاربع سنوات . وبالاستفادة من خبرة مهندسين لهم باع طويل في هذا المجال ومن حرفيين قضاوا جزء ليس بالصغير من حياتهم في الورشات موضوع هذا الكتاب .  
ولأن مصادر ومراجع المعلومات في هذا الكتاب كانت على الأغلب من الانسان . ولأن الإنسان يخطيء ويصيب فإنني لأعطي لمعلومات هذا الكتاب صفة الدقة والفرادة بشكل مطلق . وإنما يبقى لخبرة ولتجربة الزملاء المهندسين الذاتية مجالاً واسعاً في دفع هذه المعلومات نحو تلك الصفات .

دمشق في ١/٣/١٩٨٩

المهندس عماد بيطار

## مقدمة الجزء الأول

### أعمال الحفريات والهيكل

في أعمال الأبنية والمنشآت البيتونية غالباً ما يُلجأ الى تقسيم العمل لمرحلتين ، الأولى تتضمن أعمال الحفريات والهيكل والذي يعني هنا جميع أعمال البيتون المسلح والعادي والبلوك . بينما تكون أعمال المرحلة الثانية شاملة لكل مايتعلق بالاكساء والإكاملات كالطينة والبلاط وأعمال المنجور والصحية والكهرباء والدهان والتدفئة والتكييف .

والجزء الاول من كتاب وقائع التنفيذ يبحث في المرحلة الأولى من هذه الأعمال أي الحفريات والهيكل . ولقد حاولت اتباع نفس الترتيب الذي تسير عليه الأعمال في الواقع أثناء عرض أبحاث هذا الكتاب قدر الإمكان رغم صعوبة هذا الأمر كون أعمال الهيكل متداخلة فيما بينها بشكل كبير ، وفيما يلي عرض لأبحاث هذا الجزء .

١- البحث الأول : أعمال الحفريات : وهو يبحث في كل مايتعلق بتنفيذ أعمال الحفريات بدءاً من أنواعها ومروراً بأدوات وأساليب وطرق الحفر وانتهاءً بتحليل أسعار أعمال الحفريات وتحديد السعر المناسب لوحدة القياس في أعمال الحفريات .

٢- البحث الثاني : أعمال المساحة والتأسيس : وهنا نلاحظ أن جزء من أعمال المساحة ينفذ قبل أعمال الحفريات والجزء الآخر بعدها ، بينما أعمال التأسيس تأتي بعد الحفريات ، والتأسيس هنا يعني كل مايتعلق بتنزيل المحاور وتعيين مراكز الأساسات والأعمدة والجدران وتحديد مساقطها على الأرض .

٣- البحث الثالث : أعمال الكوفراجات والقوالب : ويستعرض هذا البحث أنواع الكوفراجات الخشبية والمعدنية والمختلطة ويتناول الكوفراجات الخشبية بنوع من التفصيل نظراً لانتشارها الاوسع ضمن ورشاتنا ولعدم وجود نشرات خاصة تبحث في هذا النوع . ثم سنمر على بعض نماذج الكوفراجات المعدنية .

٤- البحث الرابع : أعمال حديد التسليح : يبحث في كل مايتعلق بأعمال تنفيذ القفص الحديدي في البيتون المسلح ابتداءً من تنفيذ الأتربة «الاسورة» وانتهاءً بتسليح البلاطات .

٥- البحث الخامس : أعمال خلط ونقل وصب البيتون : يتناول أساليب تنفيذ الخلطات البيتونية المنتشرة في ورشاتنا مع أساليب نقل الخلطات من مكان الخلط الى مكان الصب ثم يبحث في اسلوب الصب وشروطه وينتقل الى الحديث عن بعض الأعمال المطلوبة ضمن أعمال البيتون وأخيراً يعرض تحليلاً لأسعار أعمال البيتون كلاً حسب نوعه وعيابه .

٦- البحث السادس : أعمال تشكيل وبناء البلوك : من عنوان هذا البحث نستدل على أنه يبحث في أساليب تنفيذ البلوك أو مايدعى بالخفان أو (الحجر الاسمتي) ومن ثم اسلوب بناء البلوك بكافة أنواعه واستعماله في بلاطات الهوردي . وأخيراً يقدم تحليلاً لأسعار أعمال تشكيل وبناء البلوك .

- وأحب أن أذكر هنا أن أساليب وطرق التنفيذ المذكورة ضمن هذه الأبحاث ليست دائماً الوحيدة أو الأكثر دقة ومتانة ولكنها تبقى من الطرق الأكثر انتشاراً . ورغم عدم القناعة ببعض هذه الطرق ، فلقد تم ذكرها مع ذكر مساوئها ليتسنى للمهندس تجنبها ، وإن لم يكن هذا ممكناً . معالجة عيوبها على الأقل .

كما أن بعض المصطلحات المذكورة في هذا الكتاب قد تكون مختلفة عن المصطلحات المستعملة في بعض الورشات ويعود هذا الأمر الى أن هذه المصطلحات هي مصطلحات محلية اطلقت من قبل الحرفيين . لذلك فهي تختلف باختلاف المنطقة الجغرافية . ولقد حاولت قدر الإمكان انتقاء الأكثر انتشاراً منها .



## البحث الأول أعمال الحفريات

إن مانعنيه بالحفريات هنا جميع الأعمال المتعلقة بتغيير معالم الأرض الطبيعية . وبشكل آخر فإنها تشمل أعمال الحفر والنقل والردم والتسوية والرص والدحل .

والحفريات تنفذ في مجالات عديدة نذكر منها :

- ١ - أعمال السدود .
  - ٢ - أعمال استصلاح الأراضي والري .
  - ٣ - أعمال الطرق والمطارات .
  - ٤ - أعمال إضاءة المباني وإقامة وتنظيم المدن .
  - ٥ - أعمال تمديد كوابل الكهرباء والهاتف وقساطل المياه المالحة والحلوة .
  - ٦ - أعمال استخراج الاحضارات من المقالع أو من مناطق الاستعارة .
  - ٧ - أعمال تنظيف أو توسيع مجاري الانهار مشواطىء البحار .
- وإن كنا في هذا البحث سنستعرض هذه الأعمال ووسائل وأساليب تنفيذها بشكل عام إلا أننا سنركز بشكل خاص على أعمال الحفريات المتعلقة بإضاءة المباني والمنشآت . أي مايسمى بالحفريات الانشائية والتي غالباً ماتأخذ ثلاثة أشكال أساسية :

- ١ - أعمال تحضير وتجهيز الموقع العام .
- ٢ - أعمال الحفر للوصول الى منسوب التأسيس للبناء .
- ٣ - أعمال الردم والتسوية والدحل فوق القواعد وخلف الجدران الاستنادية .

وهذه الأعمال يمكن أن تكون حفريات عميقة أو سطحية . كما يمكن أن

تكون حفريات فوق منسوب المياه أو تحته .

وبالنسبة لنوع التربة فالحفريات تقسم الى ثلاثة أنواع :

- ١ - حفريات ترابية .
  - ٢ - حفريات صخرية .
  - ٣ - حفريات مختلطة بين ترابية وصخرية .
- أما وسائل التنفيذ فتقسم أعمال الحفريات الى ثلاثة أقسام أيضاً هي :
- ١ - حفريات بالوسائل الميكانيكية .
  - ٢ - حفريات بالوسائل اليدوية .
  - ٣ - حفريات بواسطة التفجير .

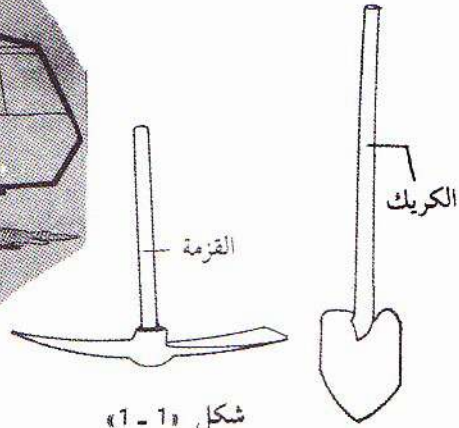
ولأن التنفيذ هو مايمهنا في هذا البحث فإننا سنستعرض وسائل التنفيذ الثلاثة السابقة وكيفية الإستفادة منها .

١- حفريات بالوسائل اليدوية :

يستعمل لتنفيذ الحفريات اليدوية كلاً من المعول «القرزمة» والرفش «الكريك» فيما إذا كانت الأرض ترابية هشة . أما التربة القاسية أو الصخرية فيمكن استعمال وسائل نصف آلية مثل الضواغط الهوائية أو الهيدروليكية ، وفيما يلي شرح لطريقة عمل هذه الضواغط :



الضاغط الهوائي اليدوي  
شكل « 1 - 2 »



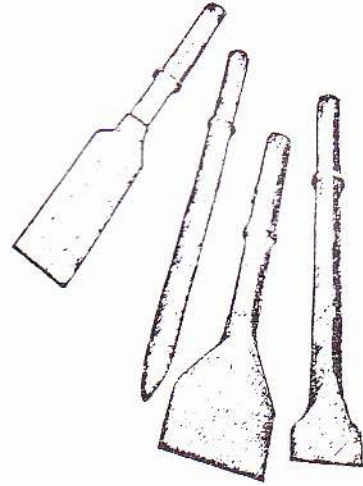
شكل « 1 - 1 »

- ١ - الضاغط عبارة عن آلة تستخدم الهواء المضغوط أو الزيت في عملها ،  
وتتألف عادة من ثلاثة أجزاء :
- أ - الآلة التي تضخ الهواء أو الزيت . «الكومبريسة» .
- ب - خرطوم الهواء أو الزيت «في حالة الزيت يكون الخرطوم مزدوج لإعادة  
الزيت الى الآلة» .
- ج - أداة الحفر «الفرد» وله نوعين «فرد تكسير وفرد ثقب» .
- ٢ - طريقة عمل الضاغط بسيطة جداً . وتعتمد على ضخ الهواء أو الزيت  
من الضاغط الى الفرد عبر الخرطوم ، فإذا كان الفرد فرد تكسير يقوم الهواء بالطرق  
بشكل متناوب على ريشة الفرد «والريشة عدة أشكال أيضاً شكل «3-1» وهذه  
الريشة تقوم بدورها بالطرق على الصخر وتكسره أما إذا كان الفرد فرد تثقيب  
فيكون دور الهواء في هذه الحالة تدوير الريشة التي تدور فوق الصخر وتثقبه شكل  
«4-1» .



استعمال الضاغط في ثقب الصخور

شكل «1 - 4»



بعض أنواع الريش المستخدمة في تكسير الصخر

شكل «1 - 3»

## ٢- الحفريات بالوسائل الميكانيكية :

إن استخدام الوسائل اليدوية السابقة يبقى محصوراً في الأعمال المحدودة والصغيرة جداً وحينما لايسمح مجال العمل باستخدام الآليات الميكانيكية . أما في غير ذلك فإن استعمال هذه الآليات يبقى أمراً ضرورياً من جميع النواحي الفنية والاقتصادية .

وفيما يلي سنتعرف على أهم هذه الآليات مع شرح مبسط لكيفية عملها وبمجال استخدامها :

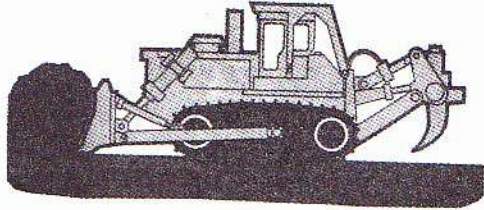
### أ- البلدوزر :

والبلدوزر آلة ضخمة تستعمل للحفر الترابي والصخري وله أحجام مختلفة ويمكن أن يصل وزنه لأكثر من (60) طن والبلدوزر يمكن أن يكون مجنزراً (يسير على جتزر) أو على دواليب مطاطية ويتم الحفر بالبلدوزر بوسيلتين :

١- الحفر بالشفرة الأمامية .

٢- الحفر بالربر الحلفي .

البلدوزر المجنزّر



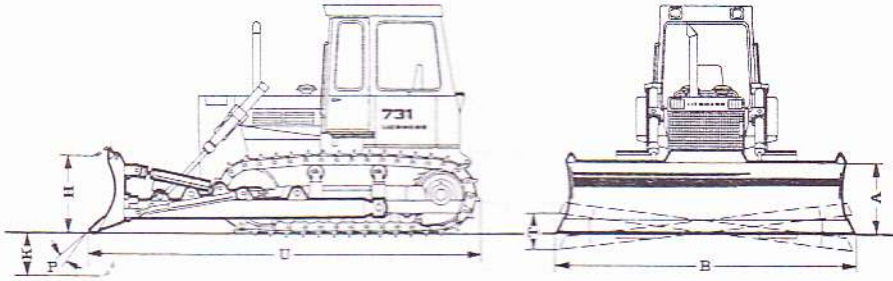
البلدوزر ذو الدواليب المطاطية



شكل « 1 - 5 »

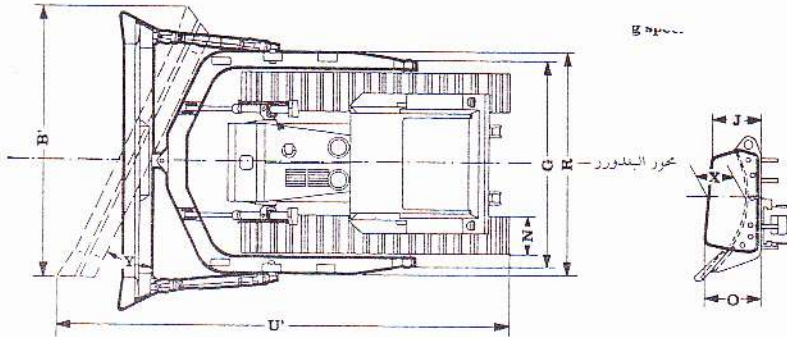
## ١ - الحفر بالشفرة الأمامية :

وتستعمل للحفريات الترابية والصخرية المفتتة ، ويمكن التحكم بالشفرة بتحريكها شاقولياً نحو الأسفل ونحو الأعلى . وذلك بدوران الشفرة مع الذراعين الحاملين لها حول محور أفقي مار من نقطتي إرتكاز الذراعين - «شكل 1-6» - . كما يمكن للشفرة أن تدور نحو اليمين أو نحو اليسار حول محور أفقي عمودي على المحور السابق «محور البلدوزر» شكل «7-1» .  
أيضاً يمكن للشفرة أن تنزل عن وضع التعامد مع محور البلدوزر كما في الشكل «8-1» .



دوران الشفرة نحو اليمين ونحو اليسار  
شكل «6 - 1»

غرز الشفرة ضمن التربة «الحركة الشاقولية»  
شكل «7 - 1»



شكل «8 - 1»

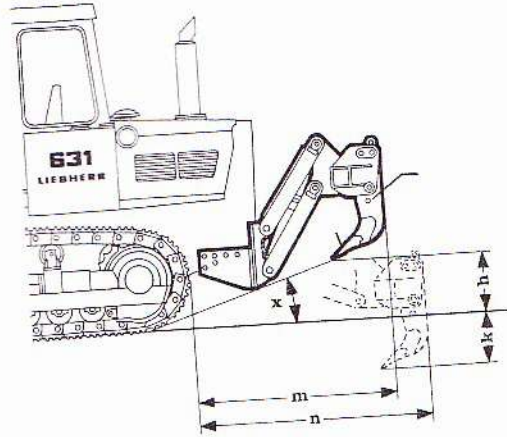
ويمكن الاستفادة من حركات الشفرة الثلاثة السابقة في الحفريات الترابية حيث تغرز الشفرة ضمن التربة على عمق بحدود (10-30) cm ويسير البلدوزر نحو الأمام دافعاً التربة أمامه وبمجال العمل بهذه الطريقة يتراوح ما بين (15—100) m حسب مساحة الموقع وعمق الحفريات .

بالنسبة لحفر الصخور المفتتة فيتم عبر زوايا الشفرة المدعمة بصفائح فولاذية ذات سماكة مناسبة ويمكن استبدالها عند اهترائها . بواسطة هذه الزوايا يتم قلع قطع الصخور المفتتة بسند رأس الصفيحة على الصخرة وتقدم البلدوزر نحو الأمام .

## ٢ - الحفر بالريبر :

والريبر هو عبارة عن ظفر معدني شكل «1-9» يركب خلف البلدوزر ورأسه مزود بغطاء من المعدن السميك القاسي يحميه من الإهتلاك السريع ويسمى هذا الغطاء بالظفر ويمكن استبداله حينها يهترى .

الحفر بالريبر  
شكل «1 - 9»

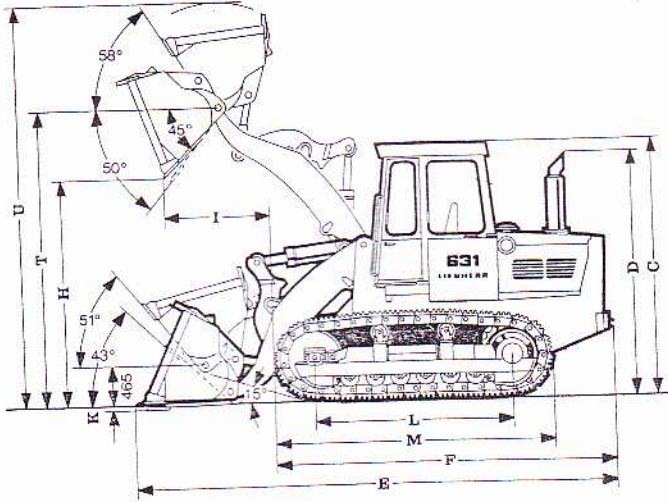


والريبر يستخدم للحفريات الصخرية بطريقة غرزه ضمن الصخر كما في الشكل «1-9» ثم يسير البلدوزر نحو الأمام قالماً الصخر أمامه . ويمكن أن يتم قلع الصخر بدون أن يتحرك البلدوزر نحو الأمام أي وهو واقف في مكانه وذلك

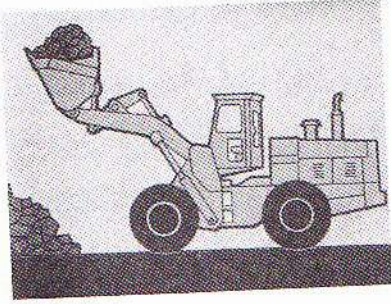
بغرز الريبر قبل قطعة الصخر مباشرة ومن ثم يدور الظفر نحو الأعلى باتجاه عقارب الساعة حول محور أفقي مار من أعلى الظفر وعمودي على محور البلدوزر .  
يمكن أن يستعمل الريبر في حفر الشقوق في الأرض وفي حراثة الأراضي الزراعية أيضاً .

#### ب - التركس :

التركس آلية تشبه البلدوزر الى حد كبير ، مع حرية أكبر في حركة الشفرة الأمامية التي تكون في التركس أكثر تجويفاً وتدعى بالسطل . وهذا السطل يستطيع أن يدور حول نفسه بزاوية يمكن أن تصل الى  $(115^\circ)$  درجة مئوية ويمكنه أن يرتفع نحو الأعلى أو يهبط للأسفل شكل «1-10» مع الذراعين الحاملين له ويستفاد من هذه الناحية في استعمال التركس لتعبئة المخلفات الترابية الناتجة عن عمل البلدوزر شكل «1-11» بالإضافة الى استعماله في أعمال الحفر وأيضاً يمكن استعماله في تسوية مبدئية للأرض .



حركات التركس شكل «1-10»



التركس بدواليب  
شكل «1-12»



استعمال التركس في تعبئة القلابات  
شكل «1-11»

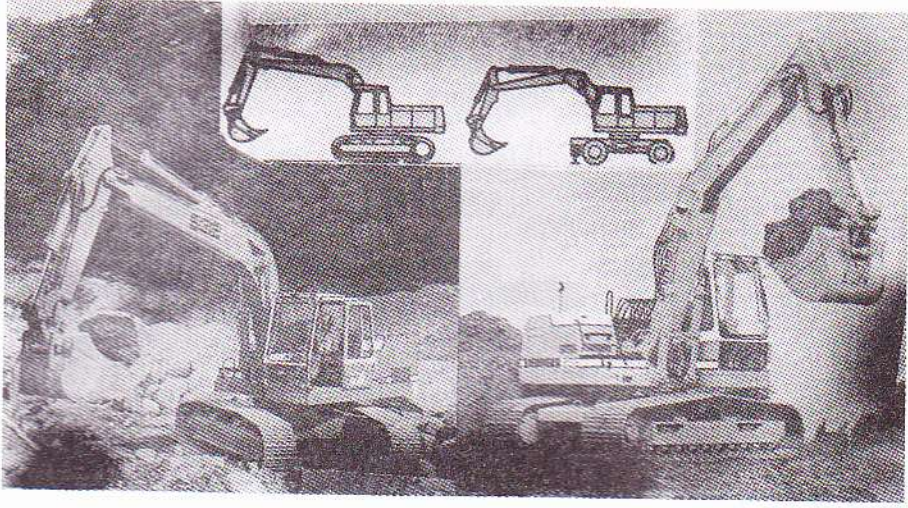
والتركس له نوعين ، الأول مجنزر يستخدم في الأراضي الوعرة والصخرية والطينية والثاني بدواليب مطاطية يستعمل في الأرض الأقل وعورة وعلى الطرقات العامة ، وفي مقالع البحص والرمل والاحضارات - شكل «1-12» - كما ويمكن أن يكون للتركس ريدر خلفي يستفاد منه في قلع الصخور وحفر الخنادق وحرث الأراضي الزراعية .

ح- الباجر : «الحفارة»

للباغر نوعين :

1 - باغر مع سطل خلفي : شكل «1-13» ولهذا الباجر كما هو واضح ذراع أمامية مؤلفة من قسمين أو ثلاثة حسب الشكل «1-13» وفي نهاية الذراع يتم فصل السطل الذي يكون تقعر فتحته نحو الخلف .





الباجر من ذراع بقسمين

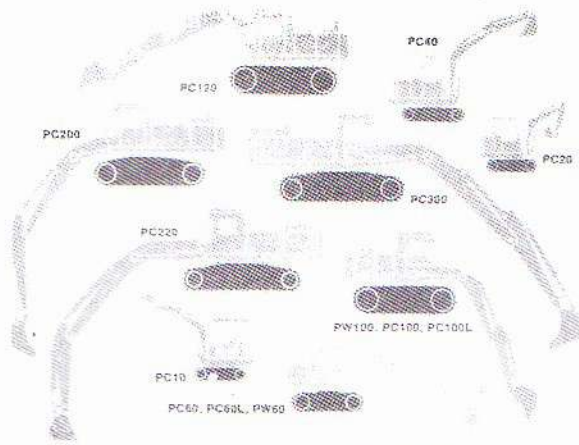
الباجر ذو السطل الخلفي مع ذراع بثلاثة أقسام

شكل « 1 - 13 »

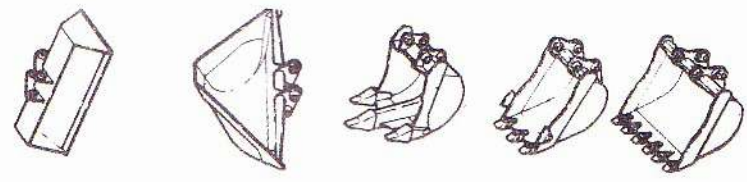
تدور ذراع الباجر حول محاور أفقية (اثنين أو ثلاثة) تُمكن الذراع من تحريك السطل في مستوى شاقولي ، أيضاً يمكن لهذه الذراع أن تدور مع كابين القيادة حول محور شاقولي بحيث يمكن للسطل أن يسمح لجميع زوايا المستوى الأفقي ، ويتم الحفر بالباجر وهو يتراجع نحو الخلف بعكس باقي الآليات . كما يستعمل الباجر للحفر دون منسوب وقوفه والشكل «1-14» يوضح إمكانيات المناورة بذراع الباجر .

وذراع هذا الباجر مجهزة بحيث يمكن استبدال الية الحفر المستخدمة والتي لها عدة أنواع :

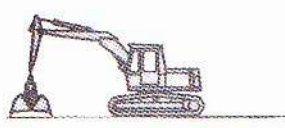
- ١ - السطل العادي المقعر : وهو أيضاً عدة أشكال شكل «1-15» .
- ٢ - السطل المسمى بفك الكهاشة وهو مؤلف من جزئين يمكن أن يطبقا على



المنورة بذراع الباغر  
شكل « 14 - 1 »



شكل « 15 - 1 »



سطل فك الكباشه  
شكل « 16 - 1 »



بعضهما ليحصرا التربة داخلهما. كما ويمكن أن يأخذ أشكال أخرى ويستخدم لأغراض مختلفة شكل «16-1» .

٣ - يمكن أن يركب على ذراع الباغر ريشة هيدروليكية لتكسير الصخور تعمل بنفس طريقة الضاغط الهيدروليكي شكل «17-1» .

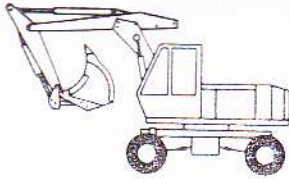
ويمكن أن يركب على الذراع مدقة هيدروليكية تستخدم لرص ودق التربة شكل «18-1» .



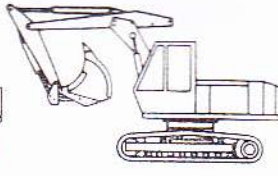
المدقة الهيدروليكية  
شكل «18-1»



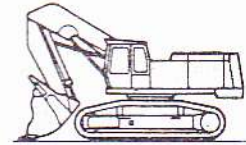
ريشة تكسير الصخور  
شكل «17-1»



الباغر ذو الدواليب



الباغر المجنزور



الباغر ذو السطل الأمامي

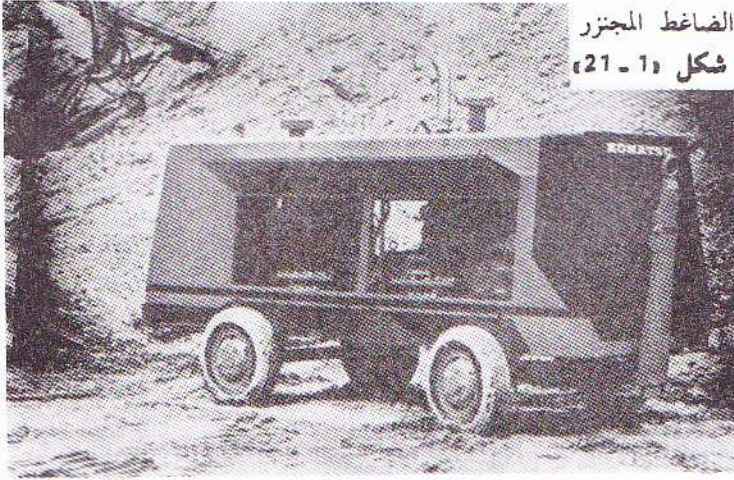
شكل «20-1»

شكل «19-1»

٢ - الباجر ذو السطل الأمامي : شكل «19-1» وذراعه مؤلفة من قسمين فقط وسطله يشبه السطل في النوع السابق غير أن تقعر فتحته نحو الأمام وهذا النوع من البواغر يستعمل في حفر وتعبئة المخلفات الترابية .  
والنوعين السابقين من البواغر يمكن أن تسير على الجزير أو على دواليب مطاطية شكل «20-1» .

#### د- الضاغط المجنزور :

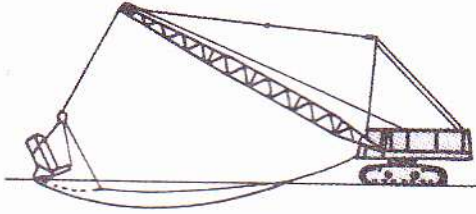
يعمل بنفس طريقة الضاغط اليدوي ولكن يستعاض عن الفرد المحمول يدوياً بفرد آلي يتحرك على جنزير كأى آلية أخرى شكل «1-21» ويمكن لهذا الضاغط أن يتسلق الصخور والمناطق الوعرة حيث يتم التحكم بوضعية الريشة عن طريق لوحة تحكم يدوية . وإنتاجية واستطاعة هذا الضاغط أكبر بكثير من الضاغط اليدوي .



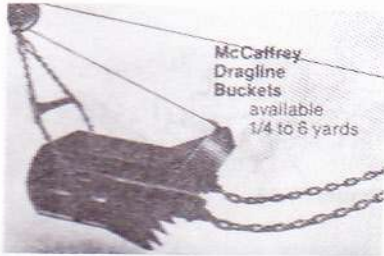
#### و- الحفارة ذات الحبال :

هذه الحفارة عبارة عن آلية لها ذراع معدني (جائر شبكي) وفي نهايته حبل فولاذي علق به سطل الحفر شكل «1-22» يتم العمل بهذه الحفارة برمي السطل على المنطقة المراد حفرها ومن ثم سحبه بواسطة الحبال جارفاً التربة معه . وهناك عدة أنواع من السطول المستخدمة في هذه الحفارات بينها الشكل . شكل «1-23» .

تمتاز هذه الرافعة عن باقي الآليات بمدى الطويل حيث يمكنها أن تحفر مناطق بعيدة عن مكان وقوفها . ولكن لا يمكن استعمالها إلا في حفر التربة والردميات المفتتة والأطيان .



شكل « 1 - 22 »



السطول المستخدمة في الحفارة ذات الحبال شكل « 1 - 23 »

هـ - آليات أخرى مستخدمة في أعمال الحفريات :

إن الآليات المستخدمة في أعمال البناء تنحصر عادة بالآليات المذكورة سابقاً ولكن أحياناً وفي بعض المشاريع الكبيرة وفي بعض الأعمال كأعمال تجهيز الموقع العام يمكن استخدام آليات أخرى نذكر منها :

١ - الكاشطات : أو «الطرنبور» شكل «1-24» يستخدم لحفر ونقل وفرش التربة بأن واحد وهو يستخدم في الأعمال الكبيرة .

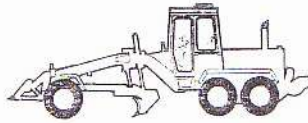
٢ - الغايدر : يستخدم في تمهيد وتسوية التربة شكل «1-25» .

٣ - المدحلة : تستخدم لأعمال الرص والدحي للتربة والاسفلت . أما في مجال المباني فينحصر عملها في رص التربة المردومة فوق منسوب التأسيس . ولأن المدحلة المستخدمة في أعمال الطرق ذات حجم كبير مما يجعل من الصعب استعمالها لأعمال المباني فلقد تم تصميم وتصنيع مداحل بأحجام صغيرة لتفي بهذا الغرض شكل «1-26» .



الطرنبور  
شكل « 1 - 24 »

الغايدر  
شكل « 1 - 25 »



Grader F 205

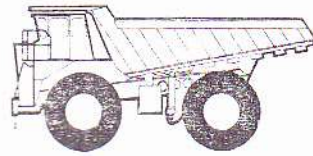


المداحل ذات الحجم الصغير  
شكل « 1 - 26 »

٤ - القلابات : وهي لاتستخدم مباشرة في أعمال الحفر وإنما في أعمال نقل التربة والردميات والاحضارات من وإلى موقع العمل شكل «1-27» .

٥ - الدنبر : وهو عبارة عن قلاب بحجم صغير يستخدم ضمن الورشات متوسطة الحجم أو الكبيرة شكل «1-28» بالنسبة لجميع الآليات المذكورة سابقاً فهناك بعض الشركات المصنعة قامت بإنتاج نماذج مختلطة . كأن يكون الترس يعمل بنفس الوقت كباغر أو الباغر يعمل كترس أو يستعمل الباغر كمقص هيدروليكي لقص القطع المعدنية شكل «1-29» .

القلابات  
شكل «1 - 27»



الدنبر شكل «1 - 28»

شكل «1 - 29»



ثالثاً : الحفريات بواسطة التفجير :

لا يتم اللجوء الى التفجير إلا في حال عجز الوسائل الأخرى عن أداء المطلوب . ويجب قبل اتخاذ قرار استعمال المتفجرات دراسة الأمور التالية :

- ١ - عدم تأثير عملية التفجير على المنشآت القريبة من مكان العمل .
- ٢ - إمكانية اتخاذ إجراءات وقائية لمنع حدوث أي حادثة طارئة .
- ٣ - توفر مادة التفجير مع الصواعق والفتيل وباقي الأجهزة .
- ٤ - عدم تأثير عملية التفجير على استقرار الأرض الطبيعية .
- ٥ - الحصول على موافقة الجهات الأمنية المختصة .
- ٦ - إمكانية الاستعانة بخبير مختص في هذا المجال .

إن مبدأ عمل المتفجرات يقوم على أساس انفجار شحنة ناسفة داخل الثقب المحفور ضمن الصخور مما يؤدي الى توليد طاقة غازية شديدة تتغلغل ضمن شقوق الصخر وتعمل على توسيعها وبالتالي تفتت الصخر خلال فترة قصيرة جداً .

أ- قبل القيام بعملية التفجير هناك خطوات يجب القيام بها أولاً :

- ١ - تكشف المنطقة المراد تفجيرها وتنظف من الأتربة العالقة بها .
- ٢ - تعيين نقاط زرع المتفجرات كما يلي :

في حال كون المنطقة المراد تفجيرها كتلة صخرية تعين هذه النقاط في المناطق الصماء بعيداً عن الشقوق الصخرية وأما التباعد ما بين النقطة والأخرى فيؤخذ بناءً على طبيعة وتركيب الصخر وقساوته وعمق التفجير المطلوب وغالباً ما يؤخذ بحدود (25-50) Cm .

ب- أما في حال كون التفجير يجري على خط مستقيم (كما في حال خنادق تمديدات الكهرباء والمياه) فتحدد نقاط التفجير على محور الخندق بعيداً عن الشقوق . أما التباعد ما بين النقاط فيتعلق بطبيعة الصخر وعمق الحفريات وهو بحدود (25-50) Cm .

٣ - يتم ثقب نقاط التفجير المحددة كما سبق بواسطة الضاغط وفرد الثقيب ويكون الثقب بعمق الطبقة المراد إزالتها وعادةً يكون قطر الثقب بحدود



(1,25) إنش وفيما إذا ظهر أن مكان الثقب هشاً غير مكانه الى نقطة أخرى .  
وبعد الإنتهاء من الخطوات التحضيرية يبدأ العمل بتجهيز المواد اللازمة  
لعملية التفجير والتي تتألف من :

أ - المادة المتفجرة : ولها شكلين إما عجينية على شكل اسطوانات قطرها  
(1,25) إنش تقريباً وطولها بحدود 30 Cm) أو بشكل مسحوق «بودرة» .

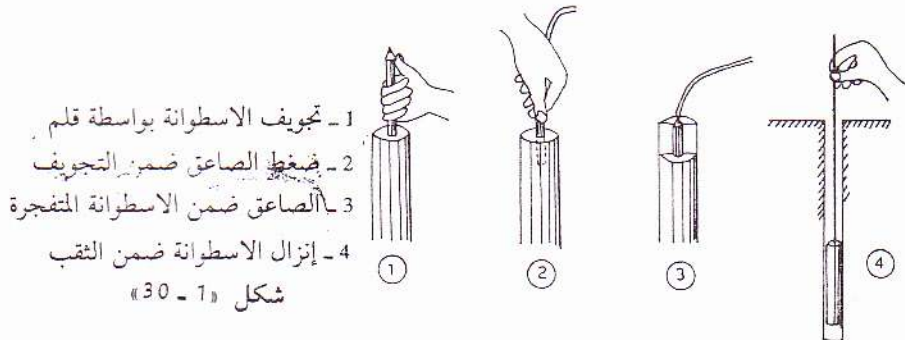
ب - الصاعق : وهو الأداة التي تحدث شرارة التفجير وله نوعين عادي  
وكهربائي :

١ - العادي : يتم تفجيره بواسطة فتيل ناري يتم اشعاله بواسطة عود ثقاب  
يحترق بسرعة معينة ويؤخذ طوله بحيث يكون كافياً للابتعاد عن مكان التفجير .

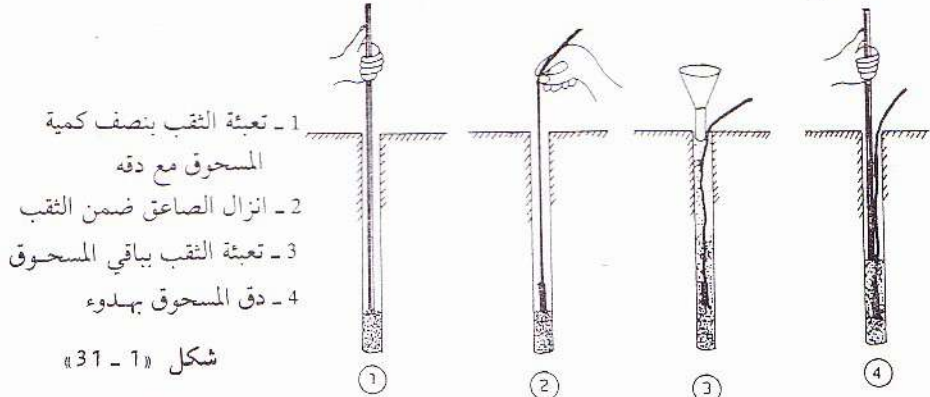
٢ - الكهربائي : يتم تفجيره بواسطة شرارة كهربائية وله سلكين أحدهما  
يمثل القطب الموجب «فاز» والأخر القطب السالب «التر» ويتم توصيل هذين  
السلكين الى المفجر وهو جهاز لتوليد شحنة كهربائية تنتقل عبر الأسلاك لتفجير  
الصواعق وبالتالي تفجير المادة المتفجرة .

تنقل مواد التفجير الى مكان العمل بحرص وهدوء وهناك تبده عملية زرع  
المتفجرات :

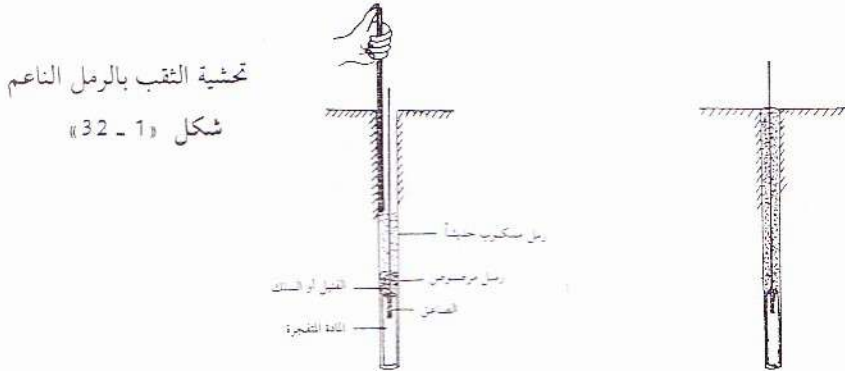
فإذا كانت المادة المتفجرة المستعملة هي اسطوانات عجينية تجوف من أحد  
أطرافها بواسطة قطعة اسطوانية قطرها يماثل قطر الصاعق (قلم رصاص مثلاً)  
شكل «1-30» ويدخل الصاعق ضمن هذا التجويف مع قليل من الضغط عليه  
ليبقى ثابتاً ضمن المادة المتفجرة ثم يتم إنزال الاسطوانة مع الصاعق ضمن الثقب  
على أن يبقى الفتيل أو الأسلاك ظاهرة نحو الأعلى



أما في حال كون المادة المتفجرة بشكل مسحوق فيسكب المسحوق ضمن الثقب بالتدريج ويتم دقه بواسطة اسطوانة خشبية حتى الوصول الى منتصف العمق المراد ملئه بالمتفجرات ثم ينزل الصاعق بهدوء على أن تبقى الأسلاك أو الفتيل ممدودة نحو الأعلى شكل «31-1» وتتابع عملية سكب المسحوق بدون دق وعند الانتهاء من سكب الكمية المطلوبة كلها يجري دقه بلطف بواسطة الاسطوانة الخشبية .



وفي الحالتين السابقتين ولإعطاء التفجير قوة أكبر يمكن املاء القسم المتبقي من الثقب بالتراب الناعم مع الدق شكل «32-1»



بعد الإنتهاء من العمل يصبح الثقب جاهزاً للتفجير والذي يتم حسب الحجم بثلاثة أشكال :

أ- تفجير كل ثقب لوحده :

وتستخدم هذه الطريقة فيما إذا كان المطلوب إجراء تفجيرات بسيطة وصغيرة ، أو إذا كانت الثقوب المطلوب تفجيرها بعيدة عن بعضها بحيث يتعذر وصلها مع بعضها . فإن كان الصاعق بفتيل يتم اختيار طول هذا الفتيل كما يلي :

$$L=(T+V)+A$$

L طول الفتيل «بالسم» .

T الزمن اللازم للابتعاد عن مكان التفجير والاختباء في مكان آمن .  
«بالثواني» .

V سرعة اشتعال الفتيل (Cm/S) .

A طول احتياطي للأمان «Cm» ويؤخذ حسب سرعة اشتعال الفتيل بحيث يكون الزمن اللازم لاحتراقه بحدود - (30S) .

بعد اختيار طول الفتيل يتم اشعاله بواسطة عود ثقاب أو أي وسيلة أخرى وبتبعد الى مكان الإختباء حيث نمكث هناك حتى يحصل الانفجار ونتنظر بعده بحدود (10) ثواني لحين انتهاء تساقط الأحجار المتطايرة ثم نعود لنشعل الثقب التالي .

أما في حالة الصاعق الكهربائي فيتم وصل سلكي هذا الصاعق مع سلكي المفجر واللذين يكون طولهما بمقدار المسافة ما بين نقطة التفجير ومكان الاختباء ومنه يتم الضغط على ذراع المفجر وتوليد الشحنة الكهربائية التي تنتقل عبر الأسلاك لتقوم بعملية التفجير .

ب- تفجير مجموعة من الثقوب دفعة واحدة : وهنا تعترضنا حالتين :

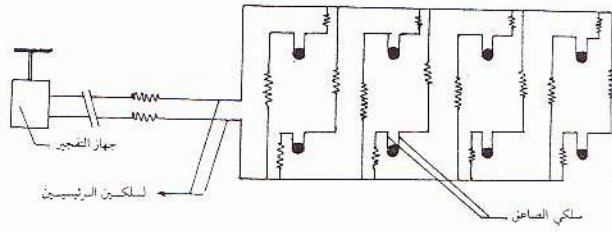
١ - حالة الصواعق الكهربائية :

في حالة استعمال الصواعق الكهربائية يتم وصل الأسلاك مع المفجر

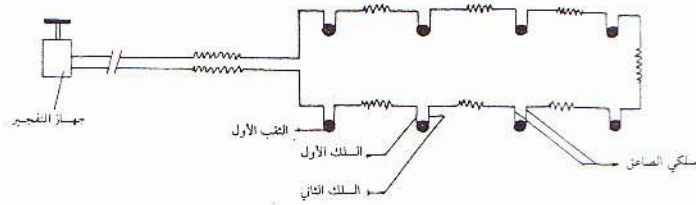
بطريقتين :

- طريقة الوصل بالفرع : وتتم كما في الشكل «1-33» .

- طريقة الوصل بالتسلسل : وتتم كما في الشكل «1-34» .



طريقة وصل المتفجرات على التفرع شكل « 1 - 33 »



طريقة وصل المتفجرات بالتسلسل شكل « 1 - 34 »

وبالطريقة الثانية يمكن تفجير عدد أكبر من الثقوب التي يمكن تفجيرها بطريقة الوصل على التفرع ، بعد الإنتهاء من عملية توصيل الأسلاك يتم الابتعاد حتى مسافة كافية تحددها قوة التفجير المتوقعة ، ويفضل الاختباء في مكان محمي من تساقط الأحجار الناجم عن الانفجار ويتم من خلال هذا المكان الضغط على المفجر ، شكل « 1-35 » .

في حالة الصواعق العادية «الفتيل» :

في هذه الحالة لا يمكن وصل نقاط التفجير مع بعضها ولكن يمكن تفجير أكثر من نقطة دفعة واحدة وذلك بإختيار مناسب لأطوال الفتائل وذلك كما يلي :

1 - الفتيل الذي سيتم اشعاله أولاً :  $L_1 = [(T.V + A) + (N.T' + An)]$  .

$L_1$  - طول الفتيل .

$A, V, T$  - مشروحة سابقاً .

$N$  - عدد الثقوب المراد تفجيرها دفعة واحدة .

$T'$  - الزمن اللازم لأشعال الفتيل والانتقال للذي بعده .

$An$  - طول احتياطي يزداد كلما ازداد العدد .

٢ - الفتيل الثاني :

$$L_n = (T.v + A) + [(n-1)T'] + An - 1$$

٣ - الفتيل رقم n' :

$$L_{n'} = (T.v + A) + [n-(n'-1)]T' + An - (n'-1)$$

٤ - الفتيل رقم (N) والأخير :

$$L_n = (T.v + A) -$$

ملاحظة : يمكن بهذه الطريقة كما أسلفنا تفجير مجموعة من الثقوب دفعة واحدة ولكن ليس بلحظة واحدة كما في طريقة الصاعق الكهربائي . إذ أن سرعة اشتعال الفتيل تتأثر بعوامل كثيرة تؤثر على ثباتها كما أن ازدياد طول الفتيل أو نقصانه بمقدار صغير جداً قد يقدم أو يؤخر عملية تفجير الثقب للحظات .  
تفجير الثقوب على التتابع :

هذه الطريقة يجري تفجير الثقوب دفعة وراء دفعة بالتالي . ويستفاد من هذه الطريقة بجمع مواصفات الطريقتين السابقتين مع بعضهما فالتفجيرات تكون بسيطة وذات حجم صغير . وبنفس الوقت عددها كبير . وباستخدام الصواعق الكهربائية لا يمكن إجراء تفجير على التتابع إذ أن أول انفجار كافٍ لإتلاف جميع الأسلاك القريبة من موقع الانفجار وبالتالي وقف انفجار المراحل التالية من عملية التفجير .

وبالنسبة للصواعق العادية فتتم هذه العملية بأخذ أطوال الفتائل كما في حالة تفجير الثقوب دفعة واحدة مع إضافة طول معين لكل مرحلة تالية وذلك كما يلي :

المرحلة الأولى : طول فتائلها :  $L_1$  .

المرحلة الثانية : طول فتائلها :  $L_2 + L_1'$  .

المرحلة الثالثة : طول فتائلها :  $L_3 + 2L_1'$  .

وهكذا يكون طول فتائل المرحلة الأخيرة  $L_n + (n-1)L_1'$  حيث  $L_1'$  الطول

الذي يعطي الفترة الفاصلة بين انفجار مرحلتين و (n) عدد المراحل و  $(L_n - L_2 - L_1)$  محسوبة سابقاً .

## ملاحظات حول عمليات التفجير :

- ١ - في حال الاختباء في أماكن مكشوفة يجب ارتداء قبعات معدنية لحماية الرأس من تساقط الاحجار المتطايرة .
- ٢ - في حال التفجير بالفنائل يجب الانتظار فترة كافية من الزمن بعد الانفجار قبل الاقتراب من مكان الانفجار خوفاً من وجود فتيل لم ينتهي بعد وبالتالي لم تنفجر الشحنة التابعة له .
- ٣ - بعد حدوث الانفجار يقوم الخبير بالكشف على منطقة الانفجار بحذر .  
وحيث اكتشاف وجود نقاط لم تنفجر لعطل ما . يقوم الخبير بأخذ الاحتياطات اللازمة ونزع المادة المتفجرة أو تفجيرها .
- ٤ - في حال عدم الحصول على النتائج المطلوبة من التفجير يمكن إعادة تفجير المناطق التي لم تنفجر بشكل جيد مرة ثانية وثالثة حسب الطلب .
- ٥ - حديثاً وبالاعتماد على الكمبيوتر وعن طريق تزويده بمعلومات كافية عن الصخر وتصاميم الانفجار ، يمكن تصور نتائج التفجير بدقة عن طريق شاشة الكمبيوتر الذي يقوم بتوقع نتائج التفجير وإن لم نحصل على النتائج المتوخاة يتم تعديل التصاميم الموضوعة حتى الوصول الى النتيجة المطلوبة ويعتمد التصميم الأخير وينفذ على الواقع .

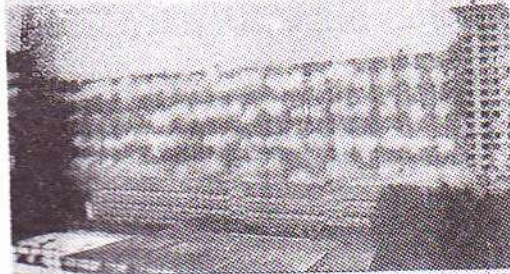
## استعمال المتفجرات في أعمال هدم الخرسانة المسلحة والعادية :

مازال استعمال المتفجرات في هدم الخرسانة قليل الإستعمال في ورشاتنا ، ولكن مستقبلاً لابد من التفكير جدياً بحل مناسب لهدم العديد من المنشآت التي انتهى عمرها التصميمي أو التي انتهى دورها وتوصيفها كمنشأة . وتوجب إعادة بنائها بمواصفات جديدة . وهنا سيرز دور المتفجرات كحل أكثر مناسبة وأشد فاعلية من الحلول الأخرى وسيكون من الضروري آنذاك ظهور مهندسين مختصين بهذا العمل تؤهلهم الخبرة لاجراء التفجير بالصورة المطلوبة بدون الإضرار بالمنشآت المجاورة . والصور التالية توضح بعض عمليات الهدم لبعض الأبنية بواسطة التفجير .

شكل « 1 - 35 »

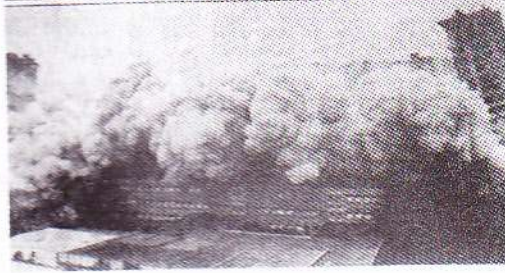


شكل « 1 - 36 »



شكل « 1 - 37 »

هدم الأبنية بالمتفجرات



### تنفيذ أعمال الحفريات :

أولاً : حفريات التسوية وتحضير الموقع :  
هذا النوع من الحفريات غالباً ما يستعمل في تجهيز مواقع المشاريع وتنفيذ الطرقات . وفي هذا النوع من الحفريات يمكن أن نحتاج لجميع أنواع آلات الحفر وغالباً ما نحتاج أيضاً لأدوات المساحة مثل النيفو ، التكيومتر والميرا الخ . . للحصول على المناسيب المطلوبة وفق المخططات . ويمكن أن نحتاج إلى ترحيل المخلفات الناتجة عن الحفر أو نحتاج إلى ردم بعض المناطق . ولهذا نحتاج إلى شاحنات قلابة بأعداد مختلفة حسب حجم المشروع والمسافة ما بين منطقة المشروع ومكان الترحيل ومقالع الردميات وحمولة كل قلاب .

## ثانياً : حفريات عميقة :

هذا النوع من الحفريات يكون لغاية تحضير مواقع الأبنية والوصول إلى منسوب التأسيس لكل بناء ويمكن أن يصادفنا في مشاريع تمديدات المياه والكهرباء والهواتف . وتختلف الوسيلة المستعملة في هذا النوع من الحفريات باختلاف حجم العمل وموقع البناء والإمكانيات المتاحة ونوع التربة . فعندما تكون الأساسات سطحية (على سطح الأرض) نكتفي باستعمال وسائل الحفر البسيطة اليدوية منها أو النصف آلية حسب طبيعة الأرض . فإذا كانت الأرض ترابية نحفر موقع الأساسات بواسطة العول والرفش . أما إذا كانت الأرض صخرية يتم الحفر بواسطة الضاغط ويمكن أن نقوم بالتفجير إن كان هناك إمكانية لذلك . أما إذا كان منسوب التأسيس عميقاً (حالة وجود قبو أو أكثر) يتم الحفر وفق التسلسل التالي :

١ - يتم هدم كافة المنشآت القديمة أو قلع الأشجار فوق منطقة المشروع وترحل المخلفات بعيداً عن أرض المشروع . أما الهدم فيتم بواسطة المهدة اليدوية أو الضاغط للسقف أما الجدران فيمكن هدمها بعدة طرق منها المهدة اليدوية أو بالتركس إذا كانت الجدران أرضية . ويمكن استعمال الروافع لهذا الغرض بأن يعلق بها ثقلاً معدنياً بحبل متين ويتم تحريك ذراع الرافعة بعيداً عن الجدار ثم يعود مقرباً منه فينطلق الثقل ليصطدم بالجدار ويهدمه شكل «1-38» .

كما يمكن الهدم باستخدام المتفجرات إن كان هذا بالإمكان .

٢ - تحدد حدود المنطقة المراد حفرها وفق المخططات «راجع بحث أعمال المساحة والتأسيس» .

٣ - يتم الحفر بواسطة التركس أو الباجر حتى الوصول إلى منسوب التأسيس . وتبقى إحدى زوايا الحفريات بشكل مائل «رمبة» لتأمين هبوط وصعود التركس والقلابات وتزال هذه الرمبة بعد الإنتهاء بواسطة الباجر ويفضل ترك الـ (10Cm) الأخيرة فوق منسوب التأسيس بدون حفر حيث تحفر قبل صب الأساسات بفترة وجيزة .

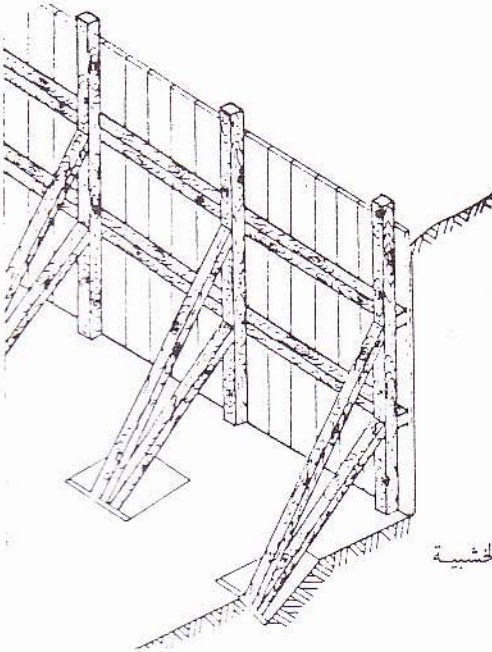
مخلفات الحفر من الأتربة تنقل بعيداً إلا ما هو مطلوب للردم فوق



الأساسات وهذه الكمية تبقى قريبة من الحفرية إلى حين تنفيذ الردم إن أمكن بقاؤها وإلا فترحل كل المخلفات وحين الحاجة لبعضها يتم استجراره من المقالع . وعادةً يتم تمديد مسقط الحفرية زيادة عن مسقط الحفرية المطلوبة للبناء لتسهيل العمل ولنصب الكوفراجات والخنزيرة .

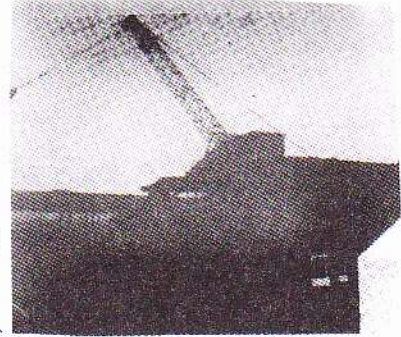
٤ - يتم تدعيم جوانب الحفرية منعاً لإنهيار التربة إذا كانت الضرورة تدعو لذلك ويتم التدعيم إما بمورين وألواح من الخشب تنفذ كما تنفذ جوانب الجدران الاستنادية وتدعم مع الأرض بصورة محكمة شكل «1-39» .

وفي الأعمال المهمة والكبيرة يمكن أن يتم التدعيم بوسائل أخرى منها الصفائح الحديدية شكل «1-40» تدق هذه الصفائح على جوانب الحفريات بألة دق يبنيتها الشكل السابق . أو بنفس الآلية المستخدمة في دق الأوتار في الأرض ، أما إذا كانت التربة متماسكة وفترة العمل في الحفرية قصيرة وفي حالات يمكن تحديدها بالتجربة يمكن الإستغناء عن عملية تدعيم جوانب الحفرية ولكن يبقى من

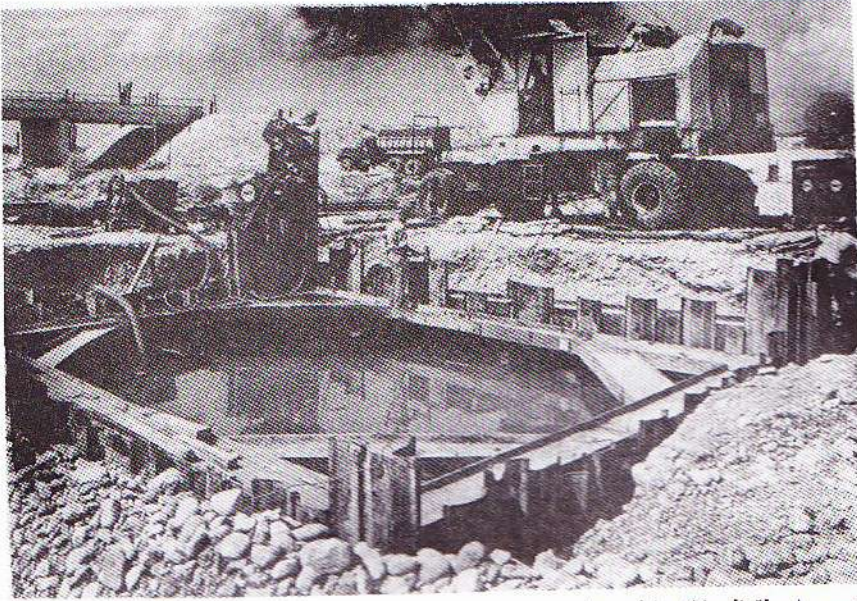


تدعيم الحفريات بالدفوف الخشبية

شكل «1-39»



شكل «1-38»



التدعيم بواسطة الصفائح الحديدية

شكل « 1 - 40 »

الضروري إقامة حاجز خشبي حول جوانب الحفيرة يبعد عن هذه الجوانب بحدود (1,5m) لمنع الحركة فوق هذه الجوانب تجنباً لإنهيارها أو السقوط في الحفرة أثناء الليل . كما يمكن في حالة عدم وجود منشآت مجاورة للحفيرة أن تحفر جوانب الحفيرة بشكل مائل بزاوية مساوية لزاوية احتكاك التربة .

ملاحظات حول أعمال الحفريات :

١ - لتقدير أعمال الحفريات يتم قبل البدء بالحفيرة رفع مناسب الأرض الطبيعية بحيث يمكن تقدير كمية أعمال الحفر بعد الإنتهاء . ويتم هذا العمل بوسائط المساحة .

٢ - قبل الوصول إلى منسوب التأسيس بقليل يتم الحفر بهدوء لكي لا يتم حفر التربة إلى مادون هذا المنسوب ولأن هذا الأمر سيؤدي إلى أمرين غير مرغوب فيهما وهما :

أ- كمية الحفريات الناتجة عن هذا العمق الزائد لن تحسب ضمن الكمية المحفورة وبالتالي لن يعطى مقابلها أي أجر .

ب- يلزم الطرف المنفذ بإعادة ردم العمق الزائد بالرمل أو البيتون وبدون أن تحسب كمية هذا العمل ضمن كميات الردم أو البيتون .

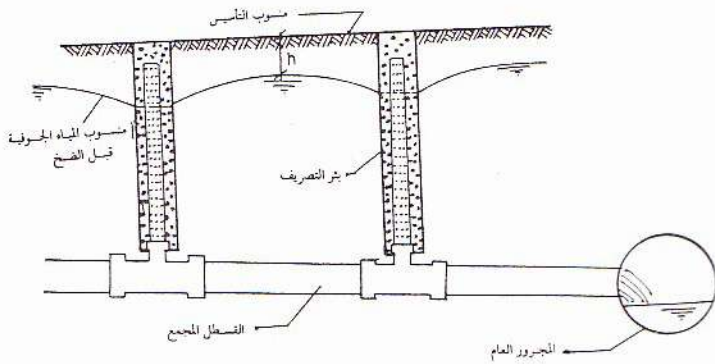
٣- عندما تكون الحفريات واقعة ما بين أبنية مشادة يجب إتخاذ الإحتياطات الضرورية للحفاظ على سلامة هذه الأبنية . حيث يتم حفر المنطقة القريبة من أساسات هذه الأبنية وجدرانها بوسائل يدوية وبهدوء ومن الأفضل الإسراع قدر الإمكان في تنفيذ الأساسات والجدران الإستنادية في تلك المناطق .

٤- فيما إذا كان منسوب التأسيس تحت منسوب المياه الجوفية فهناك طرق عديدة للتخلص من هذه المشكلة . حيث من متطلبات العمل أن تكون الأرض التي يتم العمل فوقها جافة . لذلك فالواجب تصريف المياه إلى منسوب يقع دون منسوب التأسيس بمسافة كافية لجعل التربة في منسوب التأسيس جافة . وهناك طريقتين للوصول إلى هذه الغاية :

أ- إذا تواجدت شبكة تصريف مياه مالحة في منطقة العمل وكان منسوبها أخفض من منسوب المياه الجوفية المطلوب يتم تصريف المياه إلى هذه الشبكة بواسطة القساطل . التي يتم الحفر لها بواسطة الباغر أو يدوياً . وتكون بدايتها عبارة عن آبار عمقها أكبر من عمق المنسوب المطلوب ومجهزة بمصافي وفلتر لمنع تصريف التربة ضمن الشبكة شكل «1-41» .

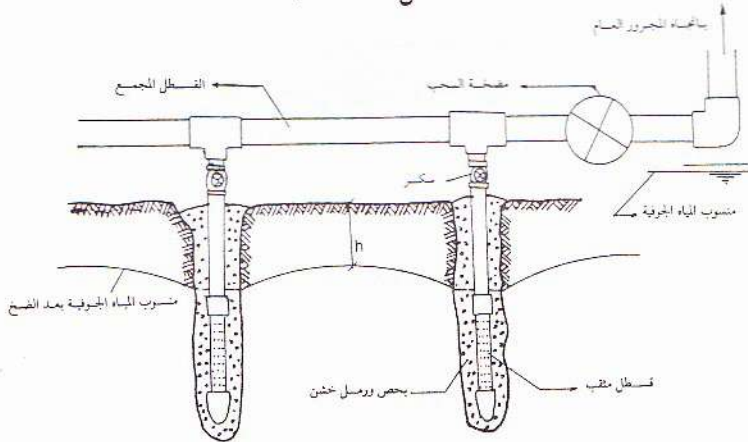
ب- بغير الشروط السابقة لا بد من استعمال المضخات لضخ المياه إلى شبكة التصريف ويتم هذا العمل بعد حساب استطاعة المضخات المطلوبة وعددها والتباعد فيما بينها . وتركب هذه المضخات على آبار تحفر لهذه الغاية يكون عمقها وعددها محققاً لشرط كون منسوب خط الضخ دون المنسوب المطلوب كما هو واضح بالشكل رقم «1-42» .

وتجهز هذه الآبار بجميع متطلبات الضخ المطلوبة من قميص وفلتر وغير ذلك . ومن الضروري مراعاة الإستمرارية في عملية الضخ حتى الإنتهاء من العمل تحت منسوب المياه الجوفية الطبيعي . شكل «1-43» .



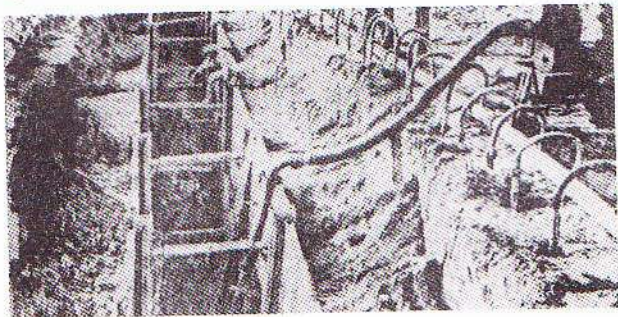
تصريف المياه الجوفية الى المجرور العام بالراحة

شكل « 1 - 41 »



ابار ضخ المياه الجوفية شكل « 1 - 42 »

شكل « 1 - 43 »



## ١- أعمال الردم :

تتم عملية الردم وفق طبقات مختلفة السماكة حسب نوعية العمل والآلية المستخدمة في الدحل وغالباً ما تكون السماكة بحدود (20-30) ويستعمل في الردم تربة جيدة خالية من المواد العضوية والأوساخ والطين . كما أن الردم بالتربة الغضارية غالباً هو أمر مرفوض .

إذا كانت مساحة الردم كبيرة يتم الردم بواسطة الترس أو الكاشطات «الطرنبور» ويمكن استعمال الترسات الصغيرة من أجل المناطق الضيقة ، تسوى الردميات بالترس أولاً بصورة مبدئية ثم الغلايدر ان سمحت مساحة العمل باستعماله وبعدها ترش هذه الطبقة بالماء بصورة كافية ويحيث لاتصل التربة إلى مرحلة السيولة «الطين» ثم يتم الدحل بالمداخل الميكانيكية في المناطق الواسعة أو بالمعدات الهيدروليكية الصغيرة أو المركبة على البواغر انظر الأشكال «1-26» «1-18» أو بالوسائل اليدوية في المناطق الضيقة جداً والتي لايمكن استعمال الوسائل الآلية فيها . وبعد الإنتهاء من طبقة معينة يتم ردم الطبقة التي تليها حتى الوصول للمنسوب المطلوب .

## - تحليل أسعار أعمال الحفريات :

أ- إذا وردت أعمال الحفريات ضمن بند واحد في الكشف التقديري للمشروع . أي بدون النظر إلى نوع التربة أو الحفرية والمياه الجوفية وغير ذلك فإن السعر يحدد لـ  $m^3$  أو لـ متر طولي حسب ما هو وارد بالكشف التقديري للمشروع ويتضمن هذا السعر أعمال الحفر التراي والصخري المستخرجة بالتفجير أو بوسائل أخرى . واستخراج المخلفات وتدعيم جوانب الحفرية وضخ المياه والتحميل ونقل الفائض خارج الورشة إلى أماكن المقالب المرخص لها وجلب الردميات من أماكن الاستعارة بما في ذلك أجور الحفر والتحميل والنقل والتفريغ والردم على طبقات وبالسماكة المطلوبة ورش الماء مع الدق وتجربة تحمل الأساسات إذا دعت الضرورة لذلك كما يتضمن السعر أجور اليد العاملة والأدوات والمواد الضرورية لحسن سير تنفيذ المشروعات إضافة إلى الأرباح والهوالك . كما يتضمن كلفة وضع إشارات ليلاً ونهاراً تدل على وجود الحفرية حيث أن كل عطل أو ضرر ينتج عن هذا الأمر

يتحملة المنفذ .

ب - إذا تم تفصيل أعمال الحفريات كلاً على حدى فيوضع السعر لكل نوع حسب ما يحتاجه من الأعمال المذكورة سابقاً فمثلاً الحفر الترابي يأخذ سعر خاص والحفر الصخري يأخذ سعر خاص والحفر تحت منسوب المياه الجوفية يكون له سعره الخاص أيضاً . وكذلك يكون الردم . ويقدر كل نوع إما بـ  $m^3$  أو بالمتري الطولي أو كسعر مقطوع .

ملاحظات :

١ - في الحالة (أ) ليس من المهم حساب حجم كل نوع على حدى بعكس الحالة الثانية التي تتطلب الفصل ما بين الكميات .

٢ - يتم حساب حجم الحفريات وفق طرق علم حساب الكميات المعروفة . وفي جميع الحالات يجب أن نضع بالحسبان أن الكميات المتوقعة نظرياً لن تكون مطابقة للكميات المحسوبة فعلياً وهذا الأمر تحدده ظروف غير متوقعة كظهور المياه الجوفية أو طبقة صخرية أو أن طبقة التأسيس المطلوبة ذات عمق أكبر أو أقل مما هو متوقع .

## البحث الثاني أعمال المساحة والتأسيس

أولاً : أعمال المساحة :

وما يهمننا من أعمال المساحة في هذا البحث عملية تحديد موقع البناء المراد تشييده. وتنقسم الأبنية وفق هذه الغاية الى ثلاثة أنواع :

الأول : وهو ليس بحاجة الى دقة في تحديد موقعه أو يتم تحديد هذا الموقع عشوائياً . وهذا النوع منتشر في المناطق الزراعية غير المنظمة وفي مناطق المخالفات .

الثاني : وهو المحدد موقعه مسبقاً ، حيث يكون محصوراً بين أبنية مجاورة مقامة مسبقاً ويستفاد من جدران وزوايا هذه الأبنية في تحديد موقع البناء المراد تشييده ونصادف هذا النوع بكثرة ضمن المدن التي تنفذ أبنيتها على مراحل .

الثالث : وهو النوع الذي يتم تحديد موقعه بالإعتماد على النقاط الجيوديزية وباستعمال الأجهزة المساحية ويصادف هذا النوع في المشاريع الحديثة ومناطق التوسع السكاني وحين لا يمكن الاستفادة من أبنية سابقة مجاورة .

بالنسبة للنوع الأول فلا داعي للقيام بأي عمل مساحي لتحديد موقع البناء ، بينما يكون الموقع محدداً مسبقاً في النوع الثاني ، ولذلك فستقتصر في بحثنا على النوع الثالث .

طريقة تحديد مواقع الأبنية من النوع الثالث :

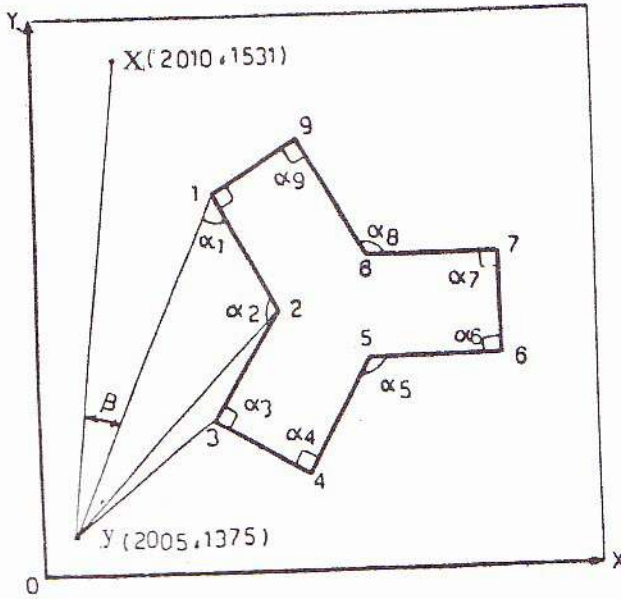
يتطلب هذا العمل وجود نقطتين جيوديزيتين معروفتي الإحداثيات وقرينتين من منطقة المشروع كما يتطلب توفر الأجهزة المساحية التالية :

١ - تاكيو متر مع الحامل .

٢ - ميرا ووتد معدني .

٣ - بكرة قياس .

وسيتم شرح طريقة العمل بالإستعانة بالمثال التالي :  
يطلب تنزيل موقع البناء الميّن بالمخطط الطبوغرافي شكل «1-2» على الأرض  
وبالإعتماد على النقطتين الجيوديزيتين (y-x) المعلوماتي الإحداثيات والمحددتين على  
الأرض بحجري مساحة .



شكل «1-2»

### خطوات العمل :

- ١ - من المخطط الطبوغرافي السابق يتم قياس الزاوية  $\beta$  الموضحة بالشكل (إذا لم يكن قياسها معلوماً) ويتم قياسها بواسطة المنقلة العادية، كما وتقاس المسافة - ما بين النقطة (y) والنقطة (1) بواسطة المسطرة، ثم نحسب المسافة الحقيقية بالاعتماد على المقياس . هذا فيما إذا لم تكن إحداثيات الرؤوس محددة على المخطط السابق (الزوايا « $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_9$ » والمسافات بين النقاط (1, 2, 3, ... 9))
- ٢ - ننتقل الى أرض المشروع ويتم تركيز جهاز التاكيمو متر فوق النقطة (y) ونضبط وضعيته بشكل صحيح .
- ٣ - ترصد النقطة x من y . ثم يصفر مقياس الزوايا ويدور الجهاز باتجاه



النقطة (1) حتى يسجل مقياس الزوايا الزاوية (B) ويثبت على هذه الوضعية  
٤ - بواسطة وتد أو قلم يركز وفق الإتجاه (y-1) ويحرك نحو اليمين واليسار  
حتى يتم رصده من الجهاز المثبت بنفس الإتجاه يتم تحديد الإتجاه (y-1) ويدق وتد  
معدني في أحد نقاط الخط المحدد لهذا الإتجاه بحيث يشكل مع النقطة (y) المستقيم  
المحدد لهذا الإتجاه .

٥ - بواسطة مقياس المسافات في الجهاز وبترجيع وتقديم الميرا نحو الأمام  
والخلف بالإتجاه المحدد سابقاً (y-1) نحصل على وضع نهائي للميرا بحيث تحقق  
الشروط الثلاثة التالية عند رصدها بجهاز التاكوي متر :  
أ - المير تأخذ وضع شاقولي (يحدد بواسطة الزئبقة المثبتة على الميرا) .  
ب - المسافة المقاسة بينها وبين الجهاز تساوي المسافة ما بين النقطة y والنقطة  
(1) .

ج - الزاوية المرصودة بها الميرا مساوية للزاوية (B) .  
وبهذا يكون مسقط محور الميرا على الأرض ممثلاً للنقطة (1) حيث يدق وتد  
معدني في هذه النقطة ثم يجري التأكد بنفس الطريقة من صحة العمل . وتستعمل  
بكرة القياس في التأكد من المسافة بين 1-y فيما إذا كانت هذه المسافة صغيرة وإلا  
فإن استعمالها عندما تكون المسافة كبيرة يعطي نتائج غير دقيقة وخاصة عندما نضطر  
لأن نجري القياس على مراحل طول كل مرحلة يساوي الطول الممكن قياسه  
بالبكرة .

٦ - ينقل الجهاز الى النقطة (1) ويعاد ضبطه فوق هذه النقطة ثم ترصد  
النقطة y من النقطة (1) ويدور الجهاز باتجاه النقطة (2) بزاوية  $\alpha_1$  وبنفس الطريقة  
السابقة نحصل على النقطة (2) .  
٧ - بنفس الطريقة يتم تحديد باقي النقاط ويتم إعادة تحديد موقع النقطة  
(1) من النقطة (9) ويجب أن لا يزيد الفرق بين التحديد الأول والثاني عن القيم  
المسموح بها بدفتر الشروط الفنية .

ملاحظة : إن تحديد نقطتين من رؤوس البناء واقعتين على محور واحد كافٍ  
لتحديد باقي الرؤوس وفق عملية التأكيس التي سنشرحها لاحقاً ، وبشكل عام

يمكن بوسائل المساحة تحديد جميع نقاط رؤوس البناء ومن ثم التأكد من موقعها بواسطة عملية التأكيس .

ثانياً : التأكيس :

التأكيس يعني تحديد محاور البناء الواردة في المخططات على الواقع ويتحدد هذه المحاور يمكن تحديد مواقع الأساسات بدقة إضافة الى توقيع الأعمدة والجدران المختلفة ، وعملية التأكيس من الأعمال المهمة جداً التي تتطلب دقة وحرص شديدين وأكثر الأخطاء انتشاراً في الورشات هي غالباً ناتجة عن خطأ في التأكيس لذلك فعلى المهندس الإلمام بصورة جيدة بالأساليب المتبعة في تنفيذ هذا العمل ليقوم بالإشراف على النجار أثناء قيامه بهذا العمل والتأكد من صحة النتائج التي توصل اليها .

ولقد ابتدع النجارون مع الأيام وسائل بسيطة جداً للقيام بهذه العملية وهذه الوسائل أساسها نظريات علمية رياضية غير معقدة مثل نظرية فيثاغورث والتوازي بين المستقيمت وسقوط الأجسام الحرة وفق خط الشاقول . . . الخ ، وبالطبع فأغلب الحرفيين والتجارين لا يدركوا ماهية هذه النظريات وهم يستعملون نتائجها دون الإلمام بتفاصيلها وهنا يبرز دور المهندس في الإستفادة من هذه النظريات على الوجه الأمثل للوصول الى نتائج دقيقة .

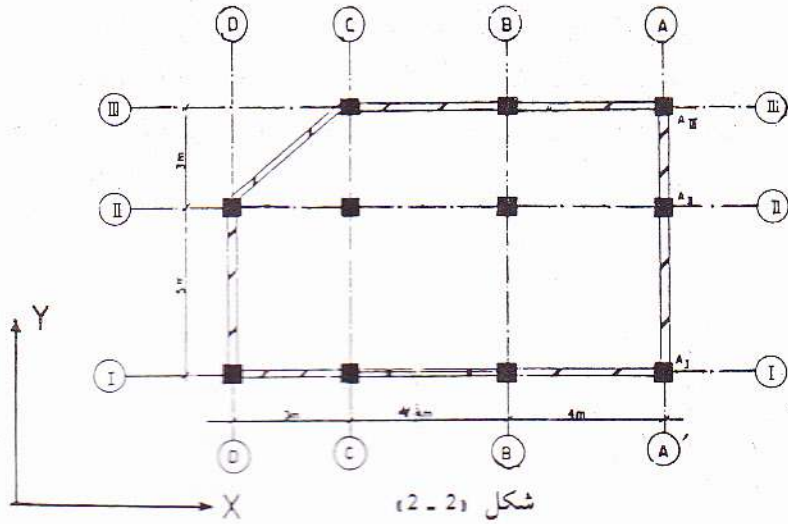
أ - التأكيس وتنزيل المحاور في منسوب التأسيس :

يجري هذا العمل بعد القيام بأعمال الحفر إن وجدت والوصول الى منسوب التأسيس ولتسهيل شرح أسلوب العمل سنستعين بالمثال التالي .

- المطلوب القيام بعملية التأكيس وتنزيل المحاور للبناء الموضح بالشكل «2-2» وتحديد أماكن وقوع الأساسات . علماً أن أبعاد الأساسات ثابت وهو (100×150 cm) .

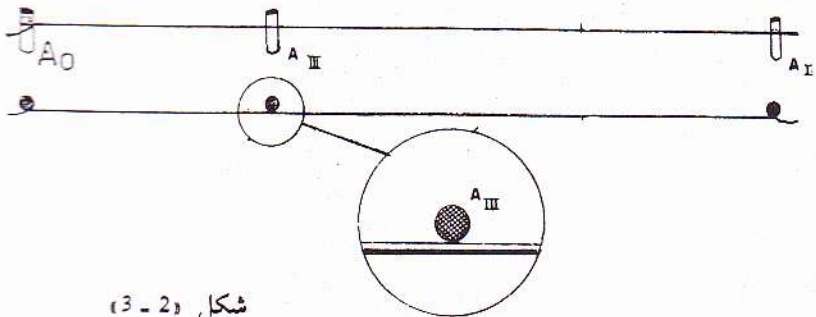
الخطوة الأولى : تركيب الخنزيرة :

والخنزيرة عبارة عن إطار من الخشب يشكل حول مكان وقوع المبنى ويستفاد

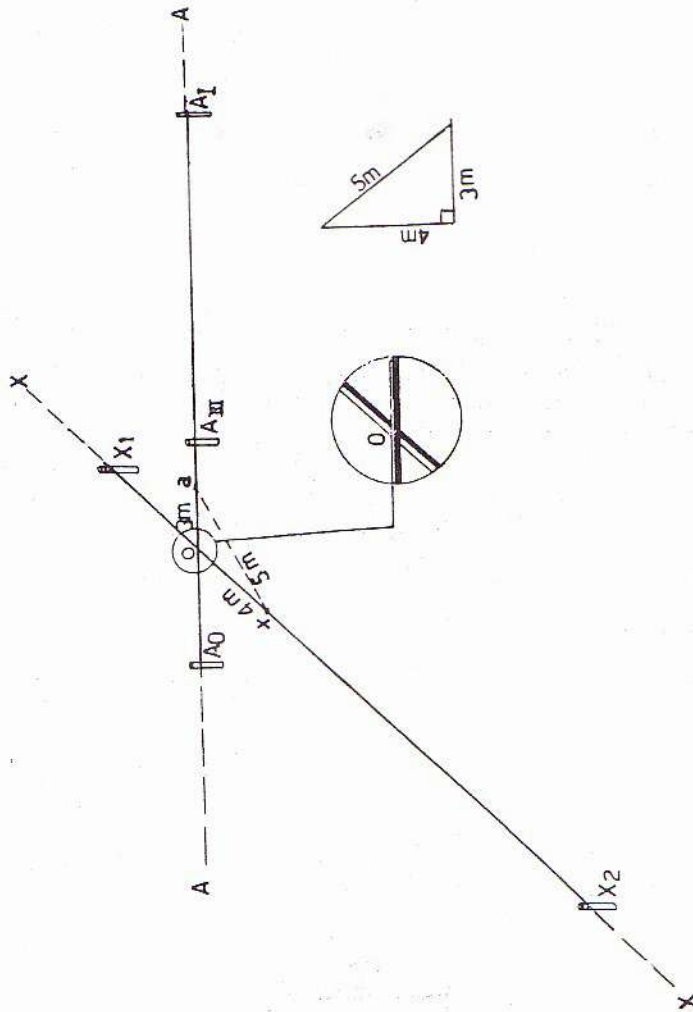


منها في شد خيوط تمثل المحاور الخاصة بالبناء وطريقة تركيبها هي :  
 ١ - وفق ما هو وارد في فقرة «تنزيل النقاط الطبوغرافية» يتم تحديد موقع نقطتين من زوايا البناء لنفرض أنهما  $(A_{III}-A_I)$  وتدق أوتاد معدنية مكان هاتين النقطتين .

- يربط خيط بوتد النقطة  $(A_I)$  ويشد بحيث يلامس محيط الوتد  $(A_{III})$  (الأوتاد لها نفس القطر) ثم يمد الخيط بنفس الإتجاه بعد النقطة  $(A_{III})$  بمسافة مناسبة حسب المجال الممكن ثم يدق وتد عند نهاية هذه المسافة ويربط الخيط به . والخيط يجب أن يبقى مستقيماً وبحيث يحافظ على التلامس مع الوتد  $(A_{III})$  بدون أن يؤثر على إستقامة الخيط - «3-2» -



وبهذا نكون قد حصلنا على أحد محاور البناء وهو المحور (A-A) .  
 ٣ - اعتباراً من مسافة معينة من النقطة (A<sub>III</sub>) شكل «4-2» وبالاتجاه المتعاقد مع اتجاه المحور (A-A) نشد خيطاً ندعوه بـ (X-X) على أن يلامس الخيط (A-A) في نقطة التقاطع .



شكل «4-2»

وللحصول على التعامد بين الخطين فيتم بتطبيق بسيط لنظرية فيثاغورث كما

يلي :

في مثلث قائم قياس أضلاعه (3m) - (4m) على التوالي سيكون طول الوتر يساوي (5m) حيث :

$$(3)^2+(4)^2 = (5)^2$$

$$9+16=25$$

وبناءً عليه فحتى نحصل على زاوية قائمة بين الخطين السابقين فيجب أن نحقق ماسبق اعتباراً من نقطة تلاقي الخطين حيث يثبت خيط المحور (X-X) في شكل «2-4» ويحرك من النقطة X2 يمناً ويسرة حتى نحصل على وضعية بين الخطين بحيث إذا قيست مسافة (3m) اعتباراً من نقطة التلاقي (0) على الخيط الأول (0a) وقيست مسافة (4m) من نقطة التلاقي على الخيط الثاني (0X) كانت المسافة بين (X-a) هي (5m) وتم عملية القياس بواسطة المتر . وبتحقيق التعامد نكون قد حصلنا على مستقيمين متعامدين أحدهما يمثل المحور A والثاني يمثل المحور الذي ستركب بناءً عليه أحد أضلاع الخنزيرة (المحور X-X) .

ملاحظة : إن استعمال الزاوية القائمة في تحديد زاوية قائمة لايعطي نتائج دقيقة كالتنتائج التي تعطيها الطريقة السابقة . لذلك لا يتم استعمالها .

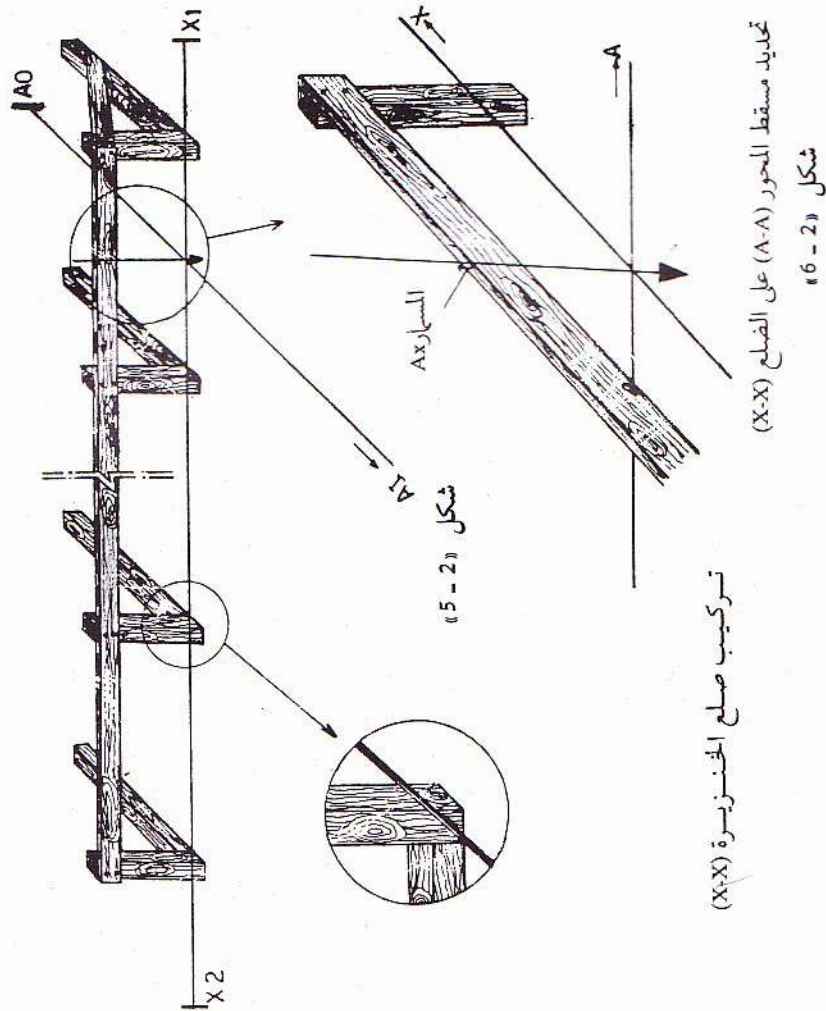
٤ - إذا وبناءً على خيط المحور (X-X) وباستعمال مورين من الخشب بطول (1m) تقريباً ودف بطول (4m) (أو حسب ما هو متوفر) نقوم بإنشاء الضلع الأول للخنزيرة :

١ - يتم نصب المورينات بحيث يلامس أحد سطوحها الخيط (X-X) شكل «5-2» على أن تكون شاقولية ويستعمل البلبل (انظر الصفحة « ٦٣ ») لتحقيق هذا الأمر .

وتثبت هذه المورينات مع الأرض بطريقة التقالة (انظر الصفحة « ٧١ ») .

٢ - على ارتفاع ثابت 1m تقريباً تثبت الألواح الخشبية على المورينات بصورة أفقية باستخدام خرطوم الشقلة (انظر الصفحة « ٦٥ ») .

إن هذه الألواح تمثل أحد أضلاع الخنزيرة والذي ندعوه بالضلع (X-X) شكل «5-2» .



تركيب ضلع الخنزيرة (X-X)

٣- على هذا الضلع يتم تحديد مسقط المحور (A-A) على الواح الدف باستعمال البليل ويعلم بندق مسمار شاقولي يترك بارزاً بحدود (1cm) وسندعو هذا المسمار بـ (AX) شكل «6-2» .

٥ - اعتباراً من المسار (Ax) تقاس مسافة ما بالإتجاه ( $X_1$ ) يفضل أن تكون هذه المسافة مساوية للمسافة بين ( $A_{III}$ ) والمحور X-X ( $1-2m$ ) وفي نهاية هذه المسافة يدق مسار شاقولي في السطح العلوي لل لوح الخشبي ويربط به خيط يشد أفقياً باتجاه النقطة  $A_1$  وموازي للمحور (A-A) ، أي يجب أن يشكل زاوية قائمة مع الضلع (X-X) ومنسوبه من نفس منسوب أعلى الألواح الخشبية ويتم التأكد من ثبات المنسوب بواسطة خرطوم الشقلة .

٦ - وفق هذا الخيط يتم تركيب الضلع الثاني من الخنزيرة بنفس طريقة تركيب الضلع (X-X) . وتدعو هذا الضلع بالضلع (y-y) .

٧ - بنفس الطريقة يتم تشكيل الضلعين الباقيين من الخنزيرة شكل «7-2»

٨ - إن الشروط التي يجب أن تحققها الخنزيرة والتي سيعتمد عليها في عملية التأسيس هي :

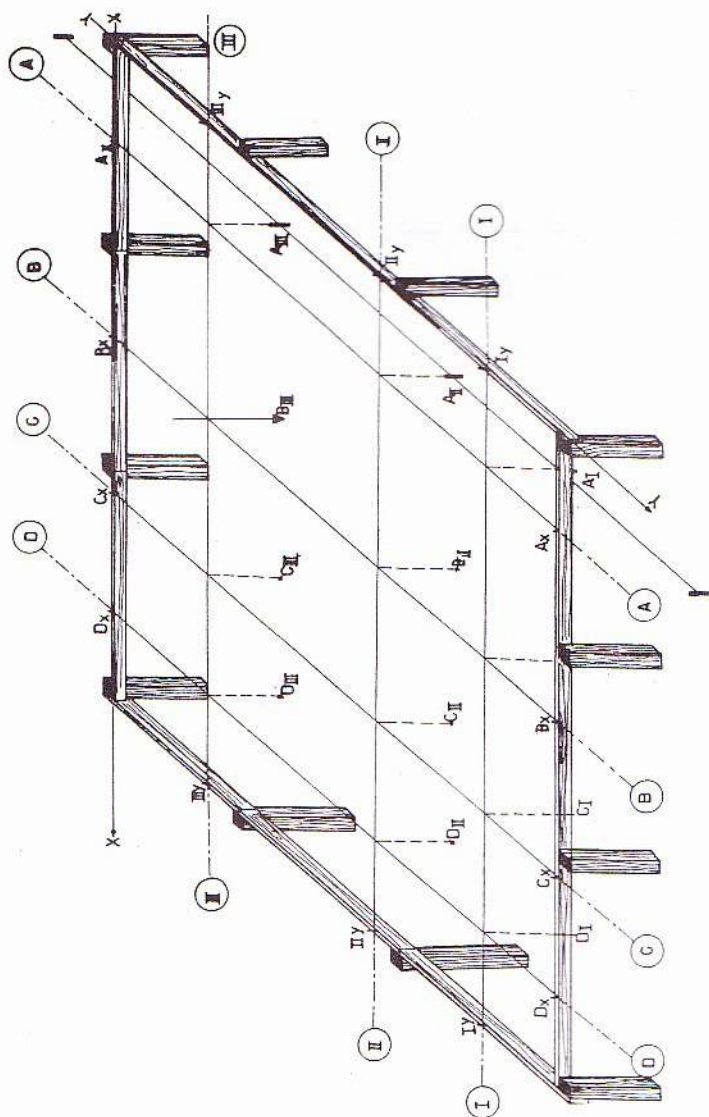
أ - منسوب الحرف العلوي للألواح ثابت على كامل الإطار أي يجب أن تقع كلها في مستوى أفقي واحد .  
ب - أضلاع الخنزيرة موازية تماماً لمحاور البناء .

٢ - الخطوة الثانية : استعمال الخنزيرة في عملية توقيع الأساسات :

١ - اعتباراً من المسار Ax وفق الشكل «7-2» تقاس على الضلع (x-x) وبنفس الاتجاه الموجه به المحور المسافة ما بين المحور (B-A) وهي (4m) ويدق مسار (Bx) الذي يمثل مسقط المحور (B-B) على الضلع (x-x) واعتباراً من Bx وبنفس الاتجاه نقيس المسافة بين المحور (B-B) والمحور (C-C) وهي (4m) وأيضاً ندق المسار (Cx) وبنفس الطريقة المسار (Dx) .

٢ - يكرر نفس العمل على الضلع الموازي للضلع (x-x) .

٣ - من نقطة تلاقي الضلع (x-x) والضلع (y-y) وبنفس الاتجاه الموجه به المحور (y-y) نقيس مسافة تعادل المسافة بين النقطة ( $A_{III}$ ) والمحور (x-x) التي أخذت لأعلى التعيين شكل «7-2» فنحصل على النقطة (IIIy) والتي تمثل مسقط المحور



شکل « 7 - 2 »



(III-III) على الضلع (y-y) واعتباراً من المسار الذي يدق مكان هذه النقطة وباتجاه (y-y) نقيس مسافة (3m) فنحصل على (II<sub>y</sub>) الممثلة لمسقط المحور (II-II) وهكذا نحصل على (I<sub>y</sub>) الممثلة لمسقط المحور (I-I)

٤ - بشد خيوط ما بين المسامير المتقابلة السابقة أي بين ضلعين متقابلين انظر الشكل «7-2» هذه الخيوط المتقاطعة تمثل محاور البناء .

٥ - يمكن التأكد من دقة تنفيذ الخنزيرة وتحقيق شرطها السابقين بما يلي :

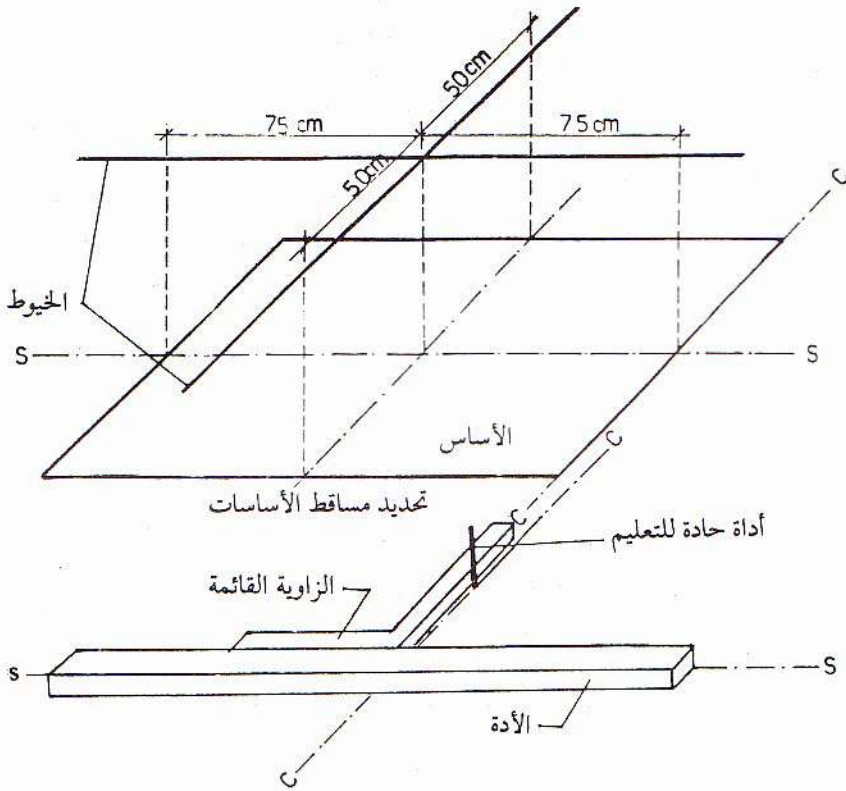
أ - جميع الخيوط تقع في مستوي واحد أي تتلامس عند التلاقي .  
ب - المسافات التي تشكلها الخيوط فيما بينها تساوي المسافات التي تشكلها محاور البناء فيما بينها على المخطط .

ج - مركز العمود (A<sub>I</sub>) والمحدد طبوغرافياً يقع على خط شاقولي واحد مع تقاطع الخيطين المتقاطعين المشدودين من المسار (Ax) - (Iy) على التوالي . ويتم التأكد من هذا بواسطة البلبل . وكذلك يجب أن تحقق النقطة (A<sub>III</sub>) نفس الشرط .

٦ - باستعمال البلبل يتم اسقاط نقاط تلاقي الخيوط على الأرض وتدق أوتاد معدنية في الأرض لتدل عليها .

٧ - لتوقيع مساقط الأساسات نحدد على الخيوط المتقاطعة أبعاد الأساسات وتسقط هذه النقاط على الأرض . بعد ذلك وباستعمال الأداة والزاوية القائمة يرسم شكل الأساس على الأرض بواسطة أداة حادة أو بواسطة الرمل الأبيض ، شكل «8-2» .

تفك الخيوط وينصب كوفراج بيتون النظافة بإضافة (10 cm) على أبعاد الأساس (انظر صفحة « ٦٨ ») ويصب ، وبعد جفافه ينصب كوفراج الأساس ويركب القفص الحديدي للأساس وللأعمدة (أو حديد التشريك للعمود) ويعاد شد الخيوط للتأكد من دقة تنفيذ الكوفراجات في مكانها . وبعدها يتم صب الأساس .



استعمال الأداة والزاوية القائمة في تعليم مسقط الأساس

شكل « 2 - 8 »

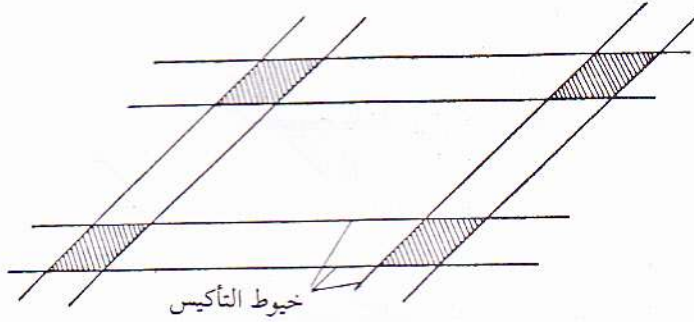
ج- الخطوة الثالثة : استعمال الخنزيرة في توقيع الأعمدة :

بعد صب الأساسات والرقبات والشيناجات تأتي الخطوة الأكثر أهمية وهي توقيع الأعمدة ، فإذا فرضنا في المثال السابق أن أبعاد الأعمدة ثابت وهو مثلاً (40×40cm) فإن طريقة العمل تجري وفق الخطوات التالية :

١ - نعود للمسار (Ax) على الضلع (X-X) من الخنزيرة ، وندق مسامير على يمينه ويساره لتحديد قياس يساوي (نصف بعد العמוד T) حيث T هي سماكة الدف المستعمل في تشكيل الكوفراج وهي غالباً ما تكون (2,5cm) :

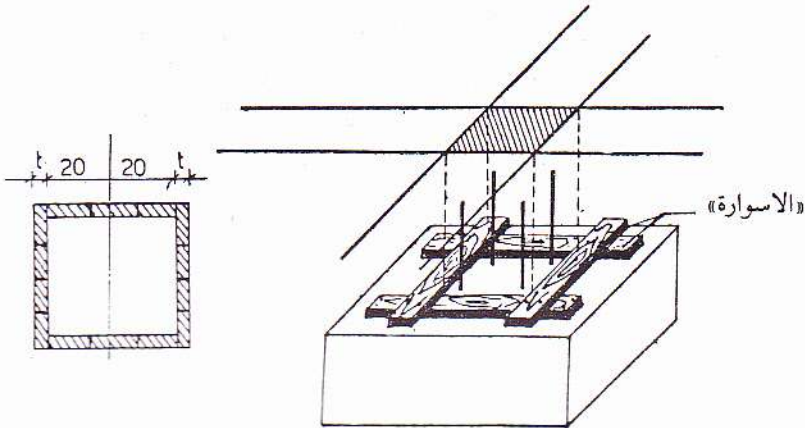
$$40/2+2,5=22,5\text{cm}$$

وهذا العمل يكرر على كل النقاط المحددة على محيط الخنزيرة .  
 ٢ - تشد خيوط بين النقاط المحددة المتقابلة فنحصل على شبكة من الخيوط  
 تتقاطع في مربعات تمثل تقاطع الأعمدة مع مستوى الخيوط الأفقي شكل «10-2» .



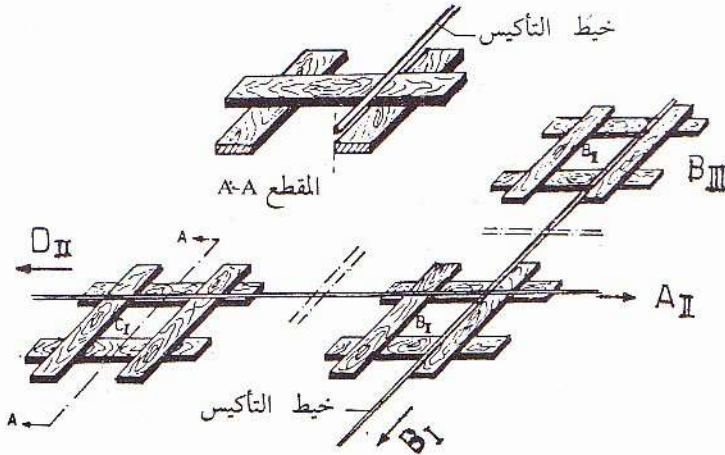
تقاطع خيوط التأكيس يحدد موقع كوفراج الأعمدة شكل «10-2»

٣ - المربعات الخاصة بالأعمدة المحيطة (  $A_{II}, A_{III}, B_{III}, C_{III}, D_{II}, D_I, C_I$  ) تسقط نقاط زوايا هذه المربعات فوق الشيناج وتشكل اسواره كوفراج  
 العمود وفق هذه النقاط (انظر الصفحة « ٧٩ » ) .



- توضع العمود على الأساس شكل «11-2»

٤ - بالنسبة للأعمدة الداخلية مثل العمود (C<sub>II</sub>) - (B<sub>II</sub>) فيتم تحديد مكان تركيب أساورهما إما بالطريقة السابقة أو بشد خيط ملاس وموازي لضلعي إسوارتي العمودين (A<sub>II</sub>) - (D<sub>II</sub>) بالإتجاه (X-X) شكل «2-12» وخيطين متعامدين مع الخيط الأول وموازيين لضلعي إسوارتي العمودين (B<sub>I</sub>) - (B<sub>III</sub>) والعمودين (C<sub>I</sub>) - (C<sub>III</sub>) بالإتجاه (y-y) .



شكل «2-12»

٥ - بعد تشكيل كافة الأساور تفك الخيوط وينصب كوفراج العمود (انظر الصفحة « ٨٠ ») ثم يعاد شد الخيوط ويجب أن تكون سطوح الكوفراج ملاسة للخيوط دون أن تغير في استقامته .

#### ملاحظات :

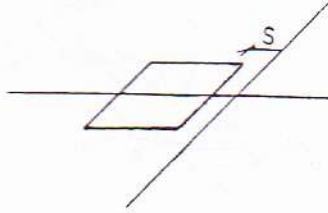
١ - الأعمال السابقة تأخذ وقتاً ليس بالقليل وخلالها يمكن أن تتعرض الخنزيرة لبعض الصدمات التي تؤثر على تحقيقها لشرطها الأساسيين لذلك من الواجب أولاً حماية الخنزيرة من الإنزاحات بثبيتها جيداً ويتجنب الحركة حولها . وثانياً التأكد من محافظتها على شرطها بين الحين والآخر لحين انتهاء وظيفتها بعد صب الأعمدة .

٢ - في حالة الحفريات العميقة وحيث لايتوفر مجال كافي لنصب الخنزيرة بعيداً عن حدود موقع البناء لذلك يتم تثبيت الألواح الخشبية الأفقية على جدران الحفرية مع المحافظة على شرطها الأساسيين .

٣ - بشكل عام يكون ارتفاع الخنزيرة بحدود (1m) فيما إذا كان منسوب التأسيس ثابت أما إذا كان منسوب التأسيس متغير فيجب أن يكون منسوب الخنزيرة أعلى بما لا يقل عن (30cm) من أعلى منسوب للأساسات .

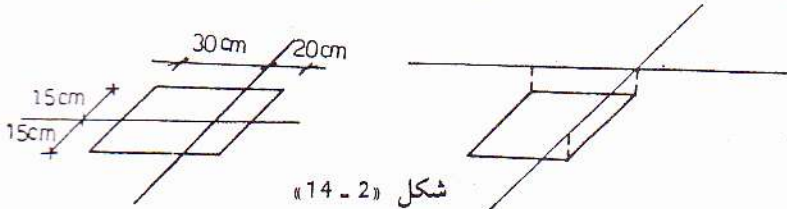
٤ - بالنسبة لتأسيس الجدران والأساسات المستمرة تبقى الطريقة نفسها مع اعتبار هذه الجدران أعمدة مستطيلة أحد أضلاعها طويل ، وكذلك الأساسات .

٥ - في حال كون أبعاد الأعمدة الواقعة على محور واحد مختلفة يتم انتقاء العمود ذو البعد الأكبر لتشدد الخيطان وفق أضلاعه ومن ثم وحين تحديد مواقع أساور الأعمدة الأخرى يتم طرح قيمة الفرق بين أبعاد هذا العمود والعمود الذي أخذ كمقياس شكل «2-13» .



شكل «2 - 13» طرف العمود يبعد عن نقطة التلاقي بمسافة (S)

٦ - ليس من الضروري أن يكون محور العمود أو الأساس واقع في نقطة تلاقي الخيطان ويتم التعامل مع هذه الحالات حسب نوعها شكل «2-14»

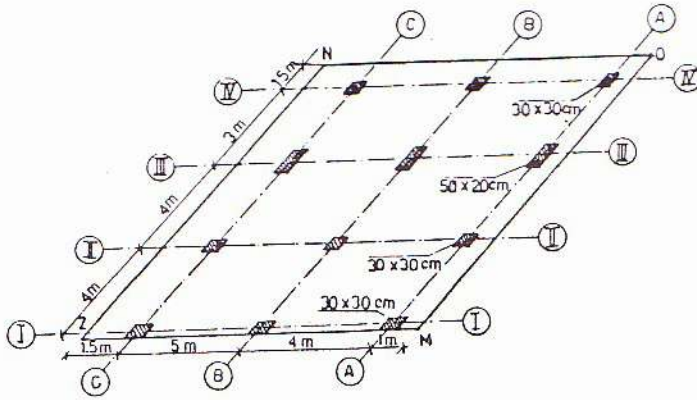


شكل «2 - 14»

تقاطع الخيوط لايقع في منتصف العمود      تقاطع الخيوط في زاوية العامود

## ب - التأكيس وتنزيل المحاور في منسوب الطوابق المتكررة :

إن الأسلوب المتبع في توقيع الأعمدة باستخدام الخنزيره يبقى نفسه مع بعض التغيرات الناتجة عن عدم إمكانية الإستفادة من الخنزيرة في المناسيب فوق منسوب التأسيس وبالتالي ليس هناك نقاط طبوغرافية يمكن الإستفادة منها ، ولهذا يتم الإستفادة من زوايا البلاطات أو النقاط المميزة فيها لهذا الغرض فالمخططات الهندسية عادة ما توضح علاقة مراكز الأعمدة مع هذه الزوايا والتباعد بينها والشكل «2-15» يوضح لنا مخطط لبلاطة متكررة موضح عليها مساقط المحاور والأبعاد المختلفة .



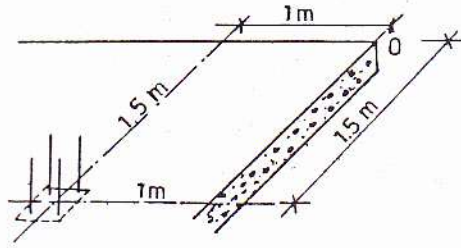
مسقط البلاطة شكل «2 - 15»

١ - من المخطط السابق وبالإعتماد على الزاوية (0) والزاوية (M) يمكن أن نحصل على مراكز العمودين (A<sub>I</sub>) - (A<sub>IV</sub>) وذلك كما يلي :

١' - اعتباراً من الزاوية (0) وبالإتجاه (A-A) نقيس مسافة (1,5m) وبالإتجاه (IV-IV) مسافة (1m) .

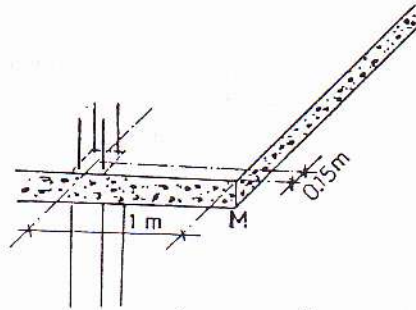
٢' - من النقطتين الناتجتين لدينا نشد خيطان وفق الإتجاهين (A-A) - (IV-IV) يتقاطع هذان الخيطان في نقطة تمثل مركز العمود ونحصل على هذه النقطة بتحريك الخيطين يمنة ويسرة حتى تصبح المسافات قبل نقطة التقاطع

مساوية لـ (1,5m) - (1m) على التوالي .



العمود A<sub>IV</sub> شكل « 2 - 16 »

٣ - يكرر نفس العمل بالنسبة للعمود (A<sub>I</sub>) شكل « 2-17 » .



العمود A<sub>I</sub> شكل « 2 - 17 »

٢ - بواسطة الزاوية القائمة والخيطين السابقين يتم توقيع مسقط العمود مع إضافة (2,5cm) سبابة الخشب المستعمل (أو سبابة الكوفراج المعدني) من كل جهة .

٣ - بناءً على الخطوط المحددة لموقع كوفراج العمود يتم تشكيل إسورة العمود . ومن الزاوية (S) شكل « 2-18 » من زوايا العمود A<sub>IV</sub> يتم شد خيط الى الزاوية (C) من إسورة العمود (A<sub>I</sub>) .

٤ - اعتباراً من (S) وعلى الخيط (s-c) نحدد القياسات التالية :

١ - (300cm+15cm+t) للحصول على المحور (III-III) : t سبابة

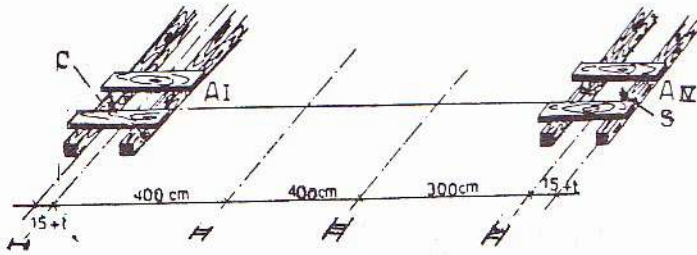
الكوفراج .

٢ - 400 cm للحصول على المحور (II-II) .

٣ - 400 cm للحصول على المحور (I-I) .

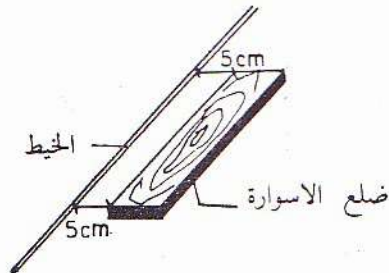
وإذا كان عملنا دقيقاً يجب أن تبقى مسافة مساوية الى (15+T) حتى الوصول الى النقطة (C) وإن لم تكن كذلك يجب إعادة العمل حتى الوصول الى مكان الخطأ وتصحيحه .

ملاحظة : تسمح الكودات والشروط الفنية بنسبة للخطأ تحددها الدقة المطلوبة في التنفيذ .



شكل « 2 - 18 »

٥ - يتم تركيب أساور الأعمدة (A<sub>III</sub>) - (A<sub>II</sub>) وفقاً لهذا الخيط مع الإلتباه الى أن ضلع الإسورة الموازي للخيط في العمود (A<sub>III</sub>) يجب أن يكون بعيداً عن هذا الخيط بمسافة مساوية الى ((30-20/2=5 cm))



شكل « 2 - 19 »

بينما يكون هذا الضلع في العمود (A<sub>II</sub>) ملاصقاً للخيط .



٦ - من المسار المثبت في النقطة (S) نشد خيطاً آخر عمودياً على الخيط الأول ونحصل على التعامد بنفس طريقة المثلث القائم ذو الأضلاع (4m,3m,5m) المشروحة في الصفحة « ٤٤ » .

٧ - هذا الخيط يكون موازياً للمحور (III-III) وبنفس الطريقة السابقة نستطيع تركيب الأساور للأعمدة (C<sub>IV</sub> - B<sub>IV</sub>) .

٨ - بنفس الطريقة يشد خيط من زاوية العمود (A<sub>III</sub>) موازي للمحور (III-III) وبالتالي تركيب الأساور للأعمدة (B<sub>III</sub>) - (C<sub>III</sub>) .

٩ - وهكذا يتم شد باقي الخيوط وتركيب باقي الأساور .

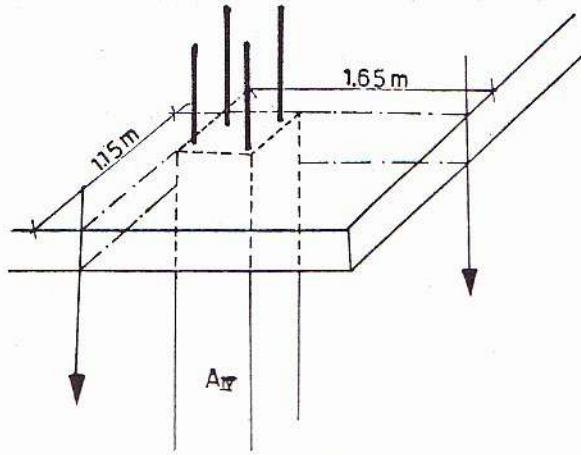
١٠ - في النهاية يجب إعادة قياس المسافات بين الخيوط والتي يجب أن تكون مساوية للمسافات الواردة في المخططات . ويخطأ لا يتجاوز الخطأ المسموح به وإلا وجب إعادة عملية التأكيس وتصحيح الخطأ .

١١ - بعد نصب الأعمدة يعاد شد الخيطين للتأكد من عدم إنزياح أحد الأعمدة أثناء العمل .

#### ملاحظات :

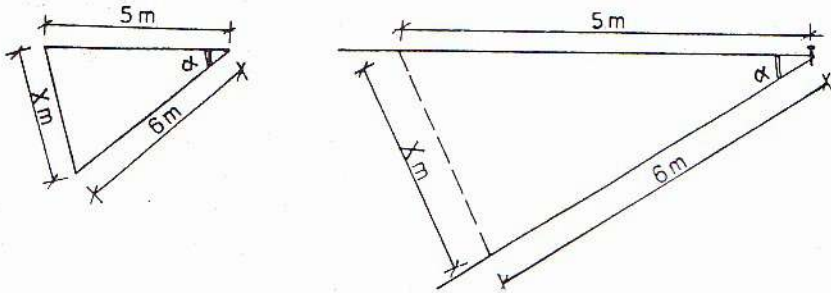
١ - يستفاد من زوايا البناء Z-N شكل (2-15) في التأكد من صحة العمل حيث يتم إعتباراً منها تحديد مراكز الأعمدة (C<sub>I</sub> - C<sub>IV</sub>) والتي يجب أن تنطبق على المراكز التي حصلنا عليها وفق التأكيس السابق مع السماح بنسبة الخطأ المسموح به .

٢ - نقاط الزوايا (Z,N,M,0) التي يستفاد منها في عملية التأكيس يجب أن يكون موقعها صحيح وفق المخططات وأي خطأ في تنفيذها سيؤدي حتماً الى خطأ في التأكيس لذلك يتم أحياناً التأكد من موقعها بأجهزة المساحة إن توفرت وإلا بواسطة اعمدة الطابق الأسفل كما في الشكل «2-20» .



شكل « 2 - 20 »

٣ - للحصول على زاوية غير الزاوية القائمة نقوم وبواسطة المنقلة برسم هذه الزاوية على ورقة ثم نقيس على ضلعها قياسين لا على التعيين ونصل بينهم ونقيس طول الضلع الناتج . وينقل هذا العمل الى الورشة واعتباراً من نقطة تلاقي الخيطين الذي يمثل رأس الزاوية يمكن أن نحصل على الزاوية المطلوبة بعد تعيين أحد أضلاعها كما في الشكل « 21-2 » .



توقيع الزوايا غير القائمة شكل « 2 - 21 »

## البحث الثالث

# أعمال الكوفراجات والقوالب

إن ما ستعرض له خلال هذا البحث يمثل ببساطة اللغة التي تُترجم بواسطتها المخططات الهندسية إلى وقائع . فمن أشكال وخطوط الى أساسات وأعمدة وبلاطات وهياكل ومنشآت كاملة . ولأن على المهندس أن يتابع تنفيذ تصميمه وخروجه إلى الواقع كما خطط وصمم ، فيجب عليه أولاً أن يكون مدركاً وملماً بطرق ووسائل التنفيذ ومطلعاً على معاني المصطلحات والأسماء التي يستخدمها النجارون فيما يتعلق بعملهم ليكون قريباً منهم وقادراً على التفاهم معهم وإيصال وجهات نظره إليهم وتفهم وجهات نظرهم وتقدير إمكانياتهم .

إن أنواع الكوفراجات المستخدمة في أعمال الهيكل هي :

١ - الكوفراجات الخشبية ؛ وتتألف من جزئين أساسيين يتفرع عنهما تركيبات مختلفة تغطي كافة مفردات أجزاء المنشأ وهذين الجزئين هما المورين والدف .

٢ - الكوفراجات المعدنية : أجزاؤها من المعدن « صفائح وعوارض وقساطل » غالباً ما يكون لكل نوع من أجزاء المنشأ كوفراجه الخاص فللممود كوفراجه وكذلك للبلاطة والجدران . ونادراً ما يكون هناك تداخل بين كوفراج أجزاء المنشأ ، إذ لا يمكن استعمال أجزاء من كوفراج ما « كوفراج عمود مثلاً » في كفرة جزء آخر « بلاطة مثلاً » ولهذا يجب أن يتواجد في الورشة كافة الأشكال المختلفة من الكوفراجات بحيث تغطي كافة الاحتياجات المطلوبة . وهذا الأمر جعل الكثير من الورشات الصغيرة تعزف عن استعمال هذا النوع من الكوفراجات حتى الآن ضمن أعمالها رغم أنه من الناحية الفنية تعتبر أفضل وأمتن من الكوفراجات الخشبية إضافة إلى أن ديمومتها أكبر بكثير .

٣ - الكوفراجات المختلطة : يمكن في أحيان كثيرة الخلط بين أنواع الكوفراجات إذ يمكن أن يستعمل لكوفراج البلاطة مثلاً الكوفراج الخشبي ، وذلك للسطح الملامس للبيتون بينما يجري التدعيم بدعائم معدنية . كما ويمكن استخدام الانابيب المطاطية المملوءة بالهواء مع الكوفراجات المعدنية والخشبية وخاصة عند الحاجة الى سطوح منحنية ، وتستعمل هذه الطرق عند توفر الوسائل المطلوبة وعندما تتحقق الجدوى الاقتصادية والفنية .  
إن جدول المقارنة التالي يوضح محاسن ومساوئ النوعين الخشبي والمعدني وحالات استعمالهما . «الصفحة التالية»

وفي هذا البحث سنركز بشيء من التفصيل على كل ما يتعلق بالكوفراجات الخشبية مع الشرح والرسم إضافة إلى التعرض للمصطلحات والأسماء المتعارف عليها في الورشات والتي تطلق على أجزاء الكوفراج المختلفة . بينما سنكتفي باستعراض موجز للكوفراجات المعدنية . وذلك لسببين أولهما هو أن الكوفراجات الخشبية هي الأكثر انتشاراً ضمن ورشاتنا المحلية وثانيهما عدم وجود أي نشرات فنية توضح طريقة تنفيذ الكوفراجات الخشبية حتى الآن . بعكس الكوفراجات المعدنية التي تقوم الشركات المصنعة لها بإعداد كتالوجات ونشرات مصورة توضح طريقة استعمال هذه الكوفراجات في إقامة المنشآت .

ونلفت النظر هنا إلى أن الطرق التي سنتعرض لها ليست غالباً الطرق الوحيدة المتبعة ولكننا حاولنا عرض أكثرها انتشاراً ويبقى لأسلوب عمل النجار ولطبيعة المنشأة ولجغرافية مكان وقوع الورشة إضافة إلى الوسائل المستخدمة مجالاً واسعاً للتغيير في هذه الطرق واستحداث طرق جديدة قد تكون أكثر متانة وفعالية ولكنها ستبقى ضمن الخطوط العريضة للطرق التي سنستعرضها .  
وبالنسبة للكوفراجات المعدنية فسنمر على بعض النماذج لبعض أجزاء المنشأ حيث لا يمكن حصر جميع الأنواع لتعدد الشركات التي تقوم بصناعة وتطوير صناعة هذه الكوفراجات كما سنستعرض بعض الكوفراجات المختلطة ضمن سياق الحديث عن الكوفراجات الخشبية والكوفراجات المعدنية .

## جدول المقارنة بين الكوفراجات الخشبية والمعدنية

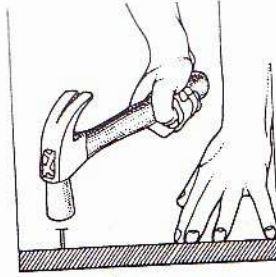
نوع المقارنة	الكوفراج الخشبي	الكوفراج المعدني
الأجزاء المركبة للكوفراج	يتألف الكوفراج الخشبي من جزئين أساسيين هما الدف والمورين ويمكن من خلالها تشكيل جميع أجزاء الكوفراج المطلوبة في المنشأ	عادة ما يكون لكل جزء من أجزاء المنشأ كوفراجه الخاص . والذي يتألف من صفائح معدنية مدعمة بعوارض ودعائم على شكل قساطل بالإضافة إلى أدوات تثبيت .
عملية تركيب الكوفراج	يمكن تركيب الكوفراج الخشبي بواسطة عمال مخصين «نجارين» وبدون الحاجة الماسة إلى آليات .	غالباً ما نحتاج إلى روافع لحمل أجزاء الكوفراج التي تكون ثقيلة نوعاً ما ، وعملية تركيب القوالب المعدنية غالباً تأخذ وقتاً أقل من الكوفراجات الخشبية .
مجال استخدام الكوفراج	يمكن استخدامها بدءاً من أصغر الورشات وانتهاءً بأكبرها ويكثر استخدامها في الورشات الصغيرة والمتوسطة .	إن استخدامها في الورشات الصغيرة أمر غير اقتصادي حتىً ولكنها تصحح الأفضل اقتصادياً كلما كبرت الورشة وتوحدت نماذجها .
من الناحية الفنية	تخضع لمهارة النجار وظروف كثيرة أثناء الصب وبعده وبشكل عام يجب العناية بمتانة القالب والحرص عليه من أي تأثير يؤثر على متانته وقياسته .	التصاميم الموضوعة للقوالب المعدنية تأخذ بعين الاعتبار الحصول من القالب المعدني على أفضل المواصفات الفنية ولا يبقى لعامل التركيب إلا تأثير بسيط في هذا المجال ، كما أن متانة هذه القوالب أفضل بكثير من القوالب الخشبية .
سطوح البيتون	سطوح البيتون التي نحصل عليها من القوالب الخشبية هي سطوح خشنة محززة بخطوط تمثل حواف ألواح الخشب . ويمكن تنفيذ الورقة الاسمنتية بدون أي أعمال تحضيرية .	يعطي سطوح ملساء ناعمة يمكن بقليل من العناية بها الاستغناء عن أعمال الورقة الاسمنتية «الطينة» وألا يجب تنقير هذه السطوح بواسطة الإزميل لتحقيق التلاحم مع الورقة الاسمنتية . ويمكن الحصول على سطوح بتواءات نظامية .
الديمومة	ديمومة القوالب الخشبية ضعيفة ونسبة اهتلاك القالب مرتفعة .	ديمومته أكبر بكثير من القوالب الخشبية ويمكن أن تصمد لفترة طويلة جداً إذا تم العناية بالقالب أثناء استخدامه وتخزينه .

## النوع الأول : الكوفراجات الخشبية :

نتكلم في البداية عن الأدوات التي يستعملها الحرفيون لتنفيذ أعمال الكوفراج الخشبي مع شرح طريقة استعمال كل أداة . وإن كان هذا الأمر ظاهرياً لا يعني المهندس المنفذ، إنما تبقى معرفته أمراً ضرورياً لمعرفة كيفية تنفيذ الأعمال . وبالطبع لن نتعرض للأجهزة المعقدة كالأجهزة المساحية مثلاً نظراً لتعرض أي مهندس لدراستها أثناء الدراسة الأكاديمية ، لذلك سنقتصر بدراستنا على الأدوات البسيطة .

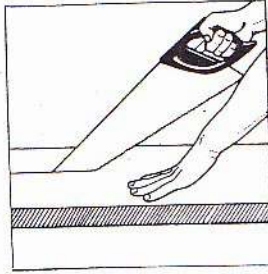
أ - الشاكوش : تستعمل الشاكوش لغرضين أولهما هو دق المسامير داخل الخشب بواسطة الكتلة الأمامية الصماء وثانيهما قلع المسامير بواسطة الجزء الخلفي والذي يكون على شكل حرف V .

« الشاكوش »



٢ - المنشار : وهو يستخدم كما هو معروف لنشر القطع الخشبية .

المنشار



شكل « 3 - 1 »

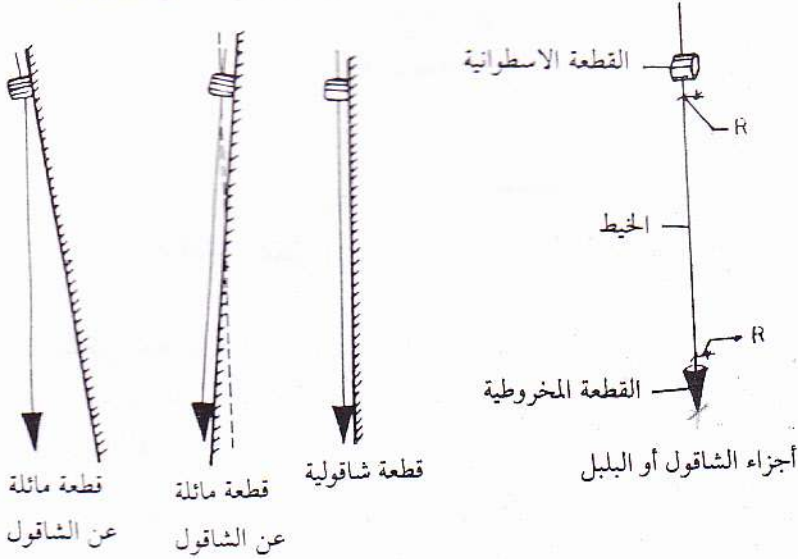
٣ - المتر المعدني : يستعمل لقياس الأطوال وله عدة أطوال تتراوح من 2m إلى 5m وأحياناً أكثر .

٤ - المتر القماشى « البكرة » : وهو عبارة عن متر قماشى على شكل بكرة ويستعمل لقياس المسافات الطويلة .

٥ - الخيط : وهو إما أن يكون خيطاً قطنياً أو من النايلون يستعمل للحصول على خط مستقيم سواءً أكان خطأً أفقياً أو شاقولياً .

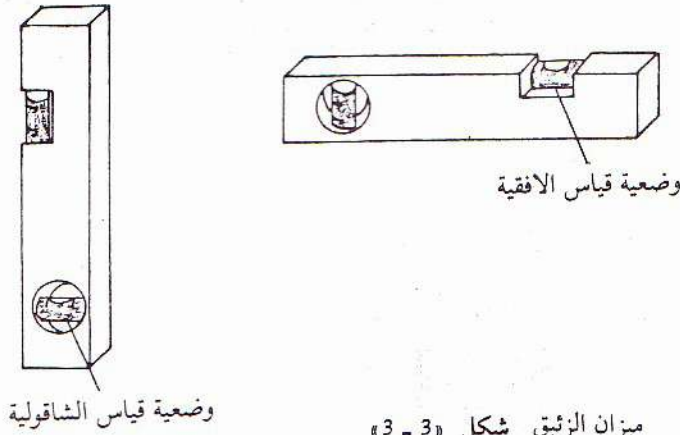
٦ - الشاقول « البلبل » : يتألف من قطعتين الأولى معدنية وزنها بحدود نصف كغ لها شكل مخروطى والثانية غالباً ما تكون خشبية أو بلاستيكية بشكل أسطوانة ويربط ما بين القطعتين خيط قطني يثبت في منتصف قاعدة المخروط للكتلة الأولى ويمر من منتصف الاسطوانة التي يكون ارتفاعها مساوي لقطر المخروط ، ويستعمل الشاقول لقياس مدى شاقولية جزء ما من البناء وذلك كما هو مبين في الشكل التالي :

الشاقول أو البلبل شكل « 3 - 2 »



ويمكن ان يستعمل البلبل بدون استعمال الاسطوانة العلوية وذلك كما ورد في أعمال التأكيس واسقاط النقاط . ورأس المخروط في هذه الحالة يجب ان يكون مديباً لتحديد نقطة السقوط بدقة .

٧- ميزان الزئبق: يستعمل لقياس الشاقولية والأفقية وهو عبارة عن قطعة معدنية أو خشبية بشكل متوازي أضلاع يشترط بقاعدته أن تكون غاية في الاستقامة دون أي نتوءات أو تشوهات. ويحتوي متوازي المستطيلات على اسطوانتين زجاجيتين متعامدتين « شكل 3-3 » تحتويان على الزئبق السائل مع فقاعة هوائية واحدة هاتين الاسطوانتين موازية للطول الكبير للميزان وتستخدم في قياس أفقية الأشياء والثانية عمودية على الطول الكبير وتستخدم لقياس الشاقولية. عند الحصول على الوضع الأفقي أو الشاقولي يجب أن تكون الفقاعة الهوائية محصورة ضمن خطين موجودين على الاسطوانة الزجاجية .

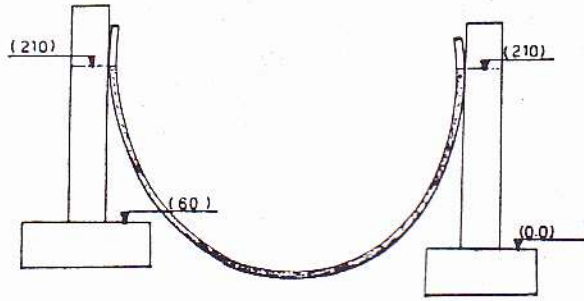


ميزان الزئبق شكل « 3 - 3 »

بشكل عام فإن الشاقول يستعمل لقياس شاقولية الأشياء ذات الارتفاع الكبير أما ميزان الزئبق فيستعمل لقياس شاقولية الأجزاء ذات الارتفاعات الصغيرة إضافة إلى الأفقية .

٨ - خرطوم الشقطة : وهو عبارة عن خرطوم ماء شفاف مملوء بماء عادي أو مع صبغة ويستعمل لقياس ما يسمى بتحديد الشقطة « منسوب معين ثابت » ويعمل على مبدأ قانون الأواني المستطرقة ذو المبدأ القائل: إن منسوب المياه في اسطوانتين متصلتين مع بعضهما هو نفسه ، وهذا ما يوضحه الشكل رقم «3-4» .

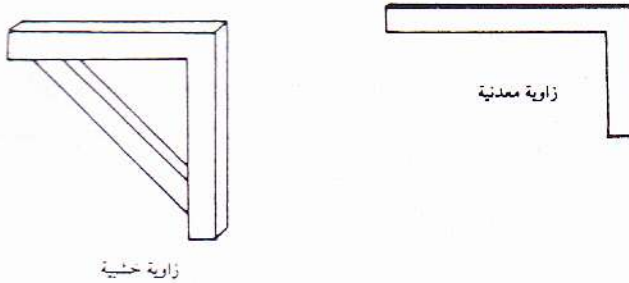




استعمال خرطوم الشقلة في الحصول على منسوب ثابت شكل «3 - 4»

يجب الانتباه أثناء استخدام خرطوم الشقلة إلى عدم وجود فقاعات هوائية داخل الخرطوم وعدم تعرضه إلى التواءات قاسية .

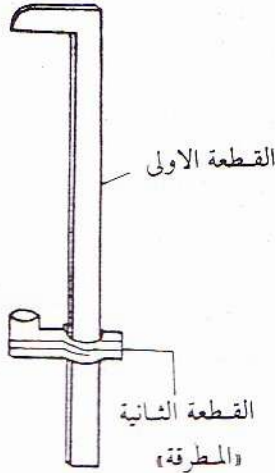
٩ - الزاوية القائمة : وهي عبارة عن قطعتين متعامدتين مع بعضهما طول كل واحدة منها يتجاوز الـ 30cm وعرضها يتراوح ما بين 3-5cm ويمكن أن تكون من المعدن أو من الخشب ، وتستعمل للحصول على زاوية قائمة بين خطين شكل «3-5» .



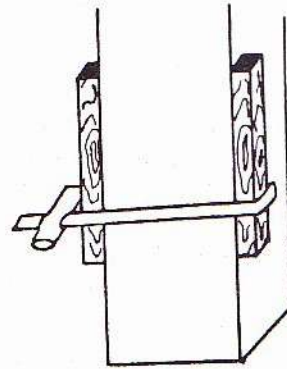
الزاوية القائمة شكل «3 - 5»

١٠ - القارص المعدني : قطعة معدنية لها رأس مدبب تستعمل عند فك القالب الخشبي وذلك لفصل الواح الخشب عن البتون المصبوب ، كما يمكن استعمالها لرفع حديد التسليح أثناء الصب بمقدار سماكة التغطية .

الملقط أو الملمزة الحديدية : تتألف من قطعتين معدنيتين واحدة بشكل زاوية قائمة لها ذراع قصير وآخر طويل والقطعة الثانية «المطرقة» لها تجويف يمر من خلاله الذراع الطويل للقطعة الأولى ويستفاد من الملمزة بشد الألواح أو القطع الخشبية بعضها إلى بعض .



شكل «3-7»

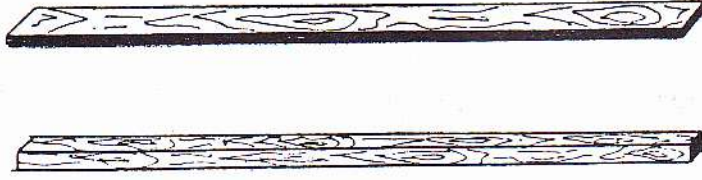


شكل «3-6»

١٢ - الوزرة : عبارة عن حقيبة توضع حول الخصر يستعملها النجارون لوضع المسامير فيها .

- مفردات الأجزاء المؤلفة للكوفراج الخشبي :

١ - الدف : وهو غالباً من خشب الشوح المسطح يستعمل في تشكيل السطوح الملاصقة للبيتون وسماكته 2.5 cm على الأغلب أما عرضه فغالباً ما يكون ( 8 - 10 - 12 - 15 - 20 ) cm ويندر أن يقل أو يزيد عن ذلك إلا لأغراض خاصة ، أما طوله النظامي فهو 4m ويمكن أن يتواجد بأطوال أقل ، كما يمكن أن يتواجد بسماكات أقل أو أكثر من 2.5 cm .



شكل « 3 - 8 »

٢ - المورين : وهو غالباً ما يكون من خشب الشوح أيضاً ويؤلف الجزء الداعم والحامل للكوفراج الخشبي ، مقطعه بشكل مربع على الأغلب يتراوح طول ضلعه ما بين (6.5-10)cm أما طوله النظامي فهو (4) أمتار ويتواجد ضمن الورشات بأطوال أقل من أربعة أمتار .

ويعتبر الدف والمورين هما الجزئين الأساسيين في الكوفراج الخشبي ويتفرع عنهما :

٣ - الطبخش : قطع صغيرة من الدف بطول أقل من متر ويستعمل في الترقيع والتوصيل والربط وفي الأساور الخشبية .

٤ - كعب المورين : قطع صغيرة من المورين بطول أقل من متر تستعمل للأجناب وللتوصيل . ويتفرع عن الأجزاء الأربعة السابقة أجزاء مركبة أو مفردة سيتم عرضها لاحقاً . ويمكن استخدام ألواح من الخشب المعاكس تدعى بالـ «بولي ود» وسطوح هذه الألواح مكسية بمادة مقاومة لتأثيرات المياه والبيتون تأخذ أشكالاً مستطيلة أو مربعة أبعادها تختلف حسب الغرض ، وتستعمل بدل الدف في مد الكوفراج الخشبي وخاصة في المساحات الكبيرة .

فيما يلي سيتم شرح كيفية إنشاء أجزاء الكوفراج الخشبي المختلفة ابتداءً بكوفراج بيتون النظافة والأساسات والشيناجات ثم الأعمدة والأسقف والأدراج وجميع الأجزاء المؤلفة لكوفراج الأبنية العادية بجميع أشكالها ومن ثم سوف نمر على بعض الكوفراجات لبعض المنشآت الخاصة .

أولاً : كوفراج بيتون النظافة للأساسات :

لشرح طريقة تحضير كوفراج النظافة سنستعين بهذا المثال .

مثال : المطلوب تنفيذ كوفراج خشبي لنظافة أساس مفرد أبعاده

$150 \times 100$  cm علماً أن سماكة بيتون النظافة المطلوبة هي  $10$  cm .

مراحل العمل :

١ - يتم تحديد أبعاد الكوفراج المطلوب من الداخل وذلك بإضافة  $10$  cm الى

كل ضلع من محيط الأساس أي  $20$  cm للضلع الواحد وبذلك تصبح أبعاد

الكوفراج كما يلي :

$$100 + (2 \times 10) = 100 + 20 = 120 \text{ cm}$$

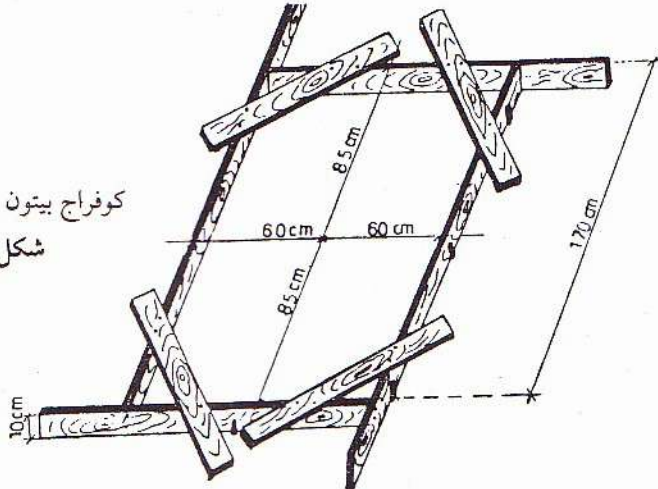
$$150 + (2 \times 10) = 150 + 20 = 170 \text{ cm}$$

٢ - تتم عملية توقيع محاور الأساسات كما هو وارد في بحث التأسيس وتشد

الخيطان المحددة لهذه المحاور .

٣ - وفق هذه الخيوط يتم تحديد الأبعاد بالقدة والزاوية والمتر ويتم تشكيل

الكوفراج كما هو واضح بالشكل :



كوفراج بيتون النظافة لاساس مفرد

شكل « 3 - 9 »

عند تثبيت الخشب يجب الأخذ بعين الاعتبار ما يلي :

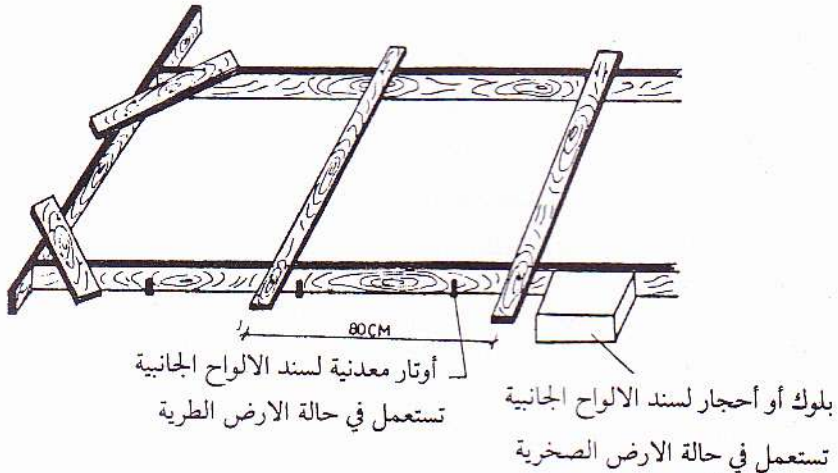
١ - نحصل على الزوايا القائمة بين خشب الدف بواسطة الزاوية القائمة المعدنية أو الخشبية .

٢ - يستعمل لنفس السماكة (10cm) خشب دف بسماكة (10)cm .

٣ - تثبت الدفات مع بعضها البعض بما لا يقل عن مسارين ويربط كل ضلعين متعامدين بطبشة عند الزوايا للحفاظ على التعامد ويجب ان تقع كل السطوح العلوية للدفات في مستوى أفقي واحد .

٤- عند صب البيتون يجب الانتباه إلى عدم تحريك القالب وذلك بسند أطراف القالب بقطع من البلوك أو الحجارة أو بدق أوتاد معدنية إذا كانت الأرض تسمح بذلك .

ملاحظة : في حال الأساسات المستمرة يتم التنفيذ بنفس الطريقة ولكن بضلعين بدل أربعة أضلاع والضلعين الباقيين يتم تنفيذهما في نهايتي الأساس ويتم الوصل بين الضلعين الطويلين كما هو واضح بالشكل رقم «3-10» .



كوفراج بيتون النظافة لأساس مستمر شكل «3-10»

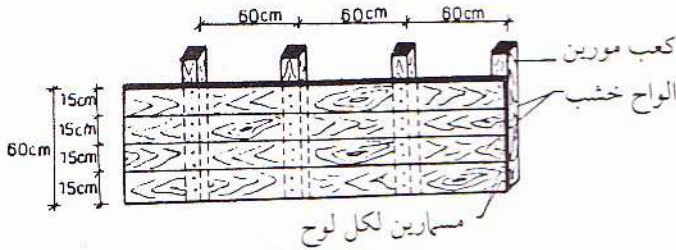
## ثانياً - كوفراجات الأساسات :

مثال : المطلوب تشكيل كوفراج لأساس بالأبعاد (100 × 150) cm بارتفاع

60cm .

١ - لتشكيل أجناب الأساس يمكن أن نختار دف بالعرض التالي

( 4 × 15 = 60cm ) أو ( 6 × 10 = 60 cm ) أو ( 2 × 15 + 3 × 10 = 60cm )



تشكيل احد أجناب الأساس المفرد شكل (3- 11)

ويتم وصل الألواح بواسطة كعب المورين حيث تدق الألواح بشكل متعامد مع كعب المورين بمعدل كعب لكل 70cm على الأكثر (تقل المسافة عند زيادة الارتفاع) مع ضرورة وجود كعب في كل زاوية . أما أطوال الألواح فتؤخذ بنفس أبعاد الأساس المطلوب أو بطول أكبر إن لم يتواجد دف بنفس الطول ويتم تثبيت الأجناب مع الأرض بشكل جيد بحيث نتجنب أي إنزياح لها أثناء الصب وذلك بواسطة ما يسمى بالتريعة الخشبية أو الثقالة وهي تنفذ بالشكل التالي :

١ - بعد نصب الجنب في مكانه يتم وضع كعب مورين على الأرض ملاصق

لكل كعب مورين شاقولي «المورين رقم 2 في الشكل «3-12»»

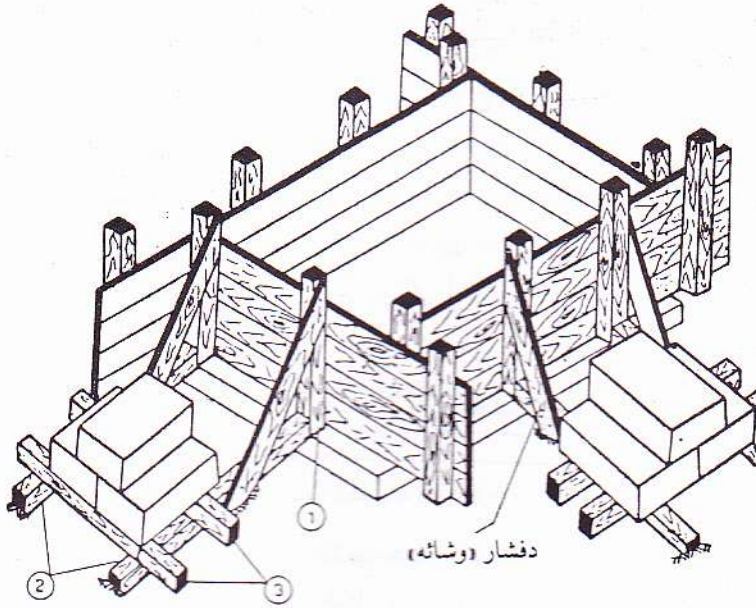
٢ - يمد فوق الكعبين رقم «1» كعبين آخرين عموديين عليهما «المورين رقم

« 3 »

٣ - توضع أثقال ( أحجار - بلوك - أكياس مملوءة بالتراب ) فوق المورين

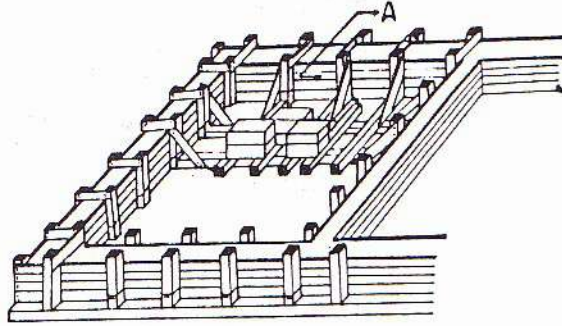
رقم «3» كما هو واضح بالشكل لمنع إنزياح الجنب .

٤ - يدق لوح من الخشب « دفشار » بشكل مائل ما بين الكعبين رقم 1 ورقم 2 ويفضل أن يستند هذا الدفشار على الأرض من الخلف ليشكل نوع من المسند ويثبت مع المورين بمسارين من كل طرف .

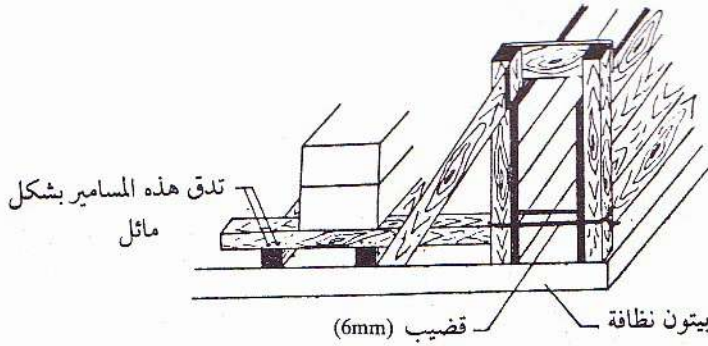


كوفراج اساس مفرد مع الثقالة شكل «3-12»

- وتستعمل هذه التريبعة « الثقالة » في الأساسات المنفردة والمستمرة والحصائر وفي جميع الكوفراجات الأرضية وكوفراجات الجدران .  
- في حال الأساسات الوتدية تنفذ طبقة حماية وتحميل للأوتاد سباحتها لا تقل عن قطر أو ضلع الوتد ، ويكون كوفراجها مماثل لكوفراج الأساسات السابقة .  
- في حالة الأساسات للجدران الحاملة أو الجدران الحجرية تنفذ كوفراجاتها كما هو واضح بالشكل :



كوفراج الاساسات المستمرة «جدران حاملة»



مقطع A-A

شكل (3 - 13)

ثالثاً : كوفراجات الشيناجات :

إن أنواع كوفراج الشيناجات تتنوع حسب طبيعة عمل الشيناج كأن يكون شيناجاً حاملاً أو شيناج ربط أو كليهما ، وعليه فيمكن أن يكون الشيناج من البيتون المسلح أو من البيتون المغموس ، فإذا كانت التربة جيدة وحمولة الجدار صغيرة وبحالة عدم الحاجة إلى شيناج ربط يمكن أن ينفذ الشيناج بالبيتون المغموس وتكون طريقة كوفراجه كما هو في كوفراجات أساسات الجدران الحاملة وتبقى هذه



الطريقة مناسبة في حالة الشيناجات من البيتون المسلح والتي تعمل بنفس الوقت كأساسات أي بدون وجود قواعد للأعمدة ( حالة الجدران الحاملة ، شكل « 13-3 » ) .

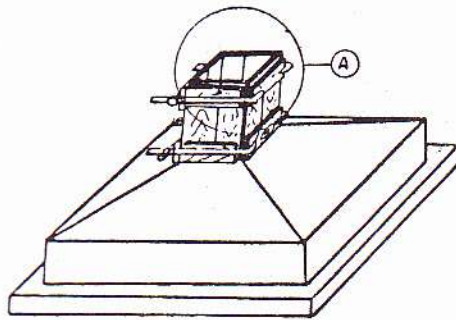
أما الشيناجات المسلحة والمحمولة على قواعد الأعمدة فإن كوفراجها ينفذ كالتالي :

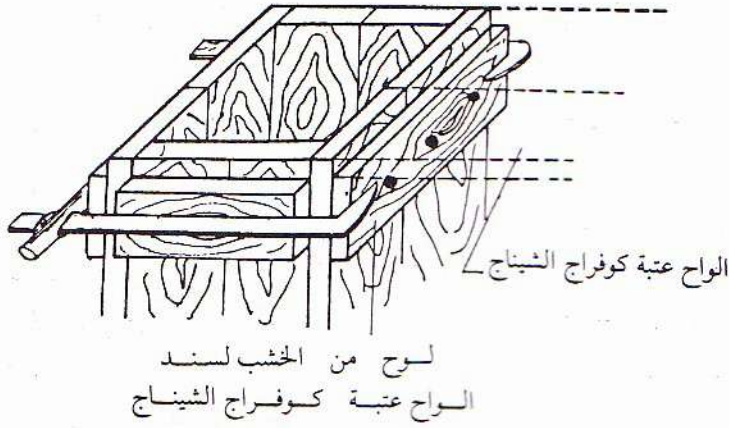
أ - إذا كان منسوب سطح الأساسات واحد يحدد ارتفاع ثابت للرقبة ( وهي الجزء الواقع ما بين سطح القاعدة وأسفل الشيناج ) إما إذا كانت المناسيب مختلفة ( منسوب التأسيس غير ثابت أو سماكة الأساس متغيرة ) . فيؤخذ الأساس ذو المنسوب الأعلى ويحدد بالنسبة له منسوب أسفل الشيناج وينقل هذا المنسوب إلى باقي القواعد بواسطة الشقلة ( خرطوم الماء ) هذا إذا كان ارتفاع جميع الشيناجات ثابت أما إذا كانت الشيناجات بإرتفاعات مختلفة يحدد المنسوب لكل قاعدة على حدى شرط أن يكون منسوب أعلى الشيناجات ثابت للجميع فيما إذا كان التصميم يقتضي ذلك .

بعد تنفيذ ما سبق نكون قد حصلنا على أطوال الرقيات لكل قاعدة على حدى .

ب - تنفذ الرقيات بواسطة طبشات من الخشب الدف كما هو واضح بالشكل هذا فيما إذا كان طول الرقبة صغير أما في غير ذلك فتتخذ الرقيات كما تنفذ الأعمدة .

كوفراج الرقيات  
شكل ( 3 - 14 )





التفصيلية «A»

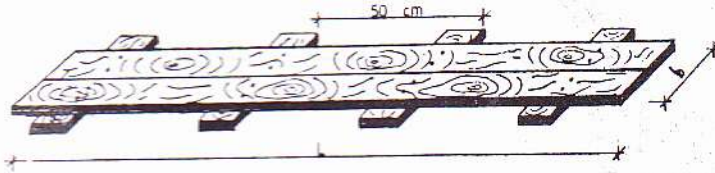
هناك طرق أخرى في تنفيذ كوفراج الرقبات تختلف بحسب طبيعة الأساس وأسلوب عمل النجار ، ولكن الشيء الثابت في جميع الأساليب هو وجود طبشة من الخشب في الاتجاه العمودي على اتجاه الشيناج ، هذه الطبشة تشكل مسنداً لحمل عتبة كوفراج الشيناجات ( الاسورة ) .

جـ - يتم تشكيل جسم كوفراج الشيناجات على مرحلتين الأولى تتضمن العتبة وأحد الأجناب بشكل زاوية قائمة والثانية تنفذ بعد تنفيذ شبكة التسليح وتتضمن الجنب الثاني وأعمال التدعيم والتلزيم .

ملاحظة : يمكن تنفيذ الكوفراج دفعة واحدة ومن ثم يتم تنفيذ شبكة التسليح فوق الكوفراج وتنزيلها ضمن الكوفراج بعد الانتهاء ( كما في تنفيذ حديد تسليح جسور البلاطة صفحة « ١٥١ » ) .

١ - المرحلة الأولى : تنفذ العتبة ( قاعدة كوفراج الشيناج ) بعرض الشيناج

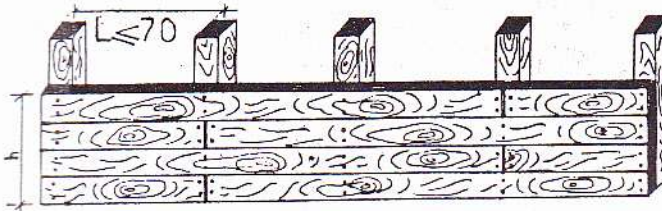
تماماً فمثلاً إذا كان عرض الشيناج 30 cm نستخدم للقاعدة لوحين من الدف كل واحد منها 15 cm أو ثلاثة ألواح 10 cm يتم الوصل بين الألواح بواسطة طبشات من الخشب بتباعد 50 cm ما بين الطبشة والأخرى شكل «4-15» أما طول العتبة فيجب أن يكون مساوياً تماماً للتباعد بين وجه الرقبة في العمود الأول ووجه الرقبة



$L =$  مسافة الضوء ما بين العمودين - (5cm)  
 $b =$  عرض الشيناج

عتبة كوفراج الشيناج شكل «3-15»

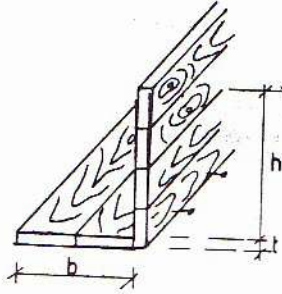
في العمود الثاني مطروحاً منه ضعف سكاكة الخشب المستعمل في كفرجة الرقبة «5 cm» وفي حال الحاجة لتوصيل الألواح يجب أن لا يتم التوصيل لجميع الألواح في مكان واحد ، وإنما يتم التوصيل بالتناوب كما في الشكل «3-16» ويدق كل لوح مع الطبشة بمسارين على الأقل وتترك مسافة بين اللوح والآخر بمقدار (1-2mm) لترك المجال أمام الخشب للتمدد بعد رشه بالماء ، أما الجنب فيؤخذ ارتفاعه مساوياً إلى



$h =$  ارتفاع الشيناج التصميمي  $h' + 2,5cm$

جنب كوفراج الشيناج شكل «3-16»

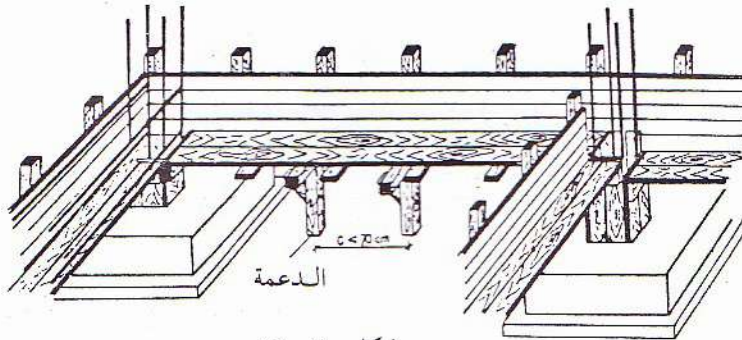
ارتفاع الشيناج التصميمي مضافاً إليه 2.5 cm مسافة التراكب مع العتبة ويتم الوصل بين الألواح بواسطة أكعاب المورين بنفس الطريقة المستعملة في العتبة .  
يتم ربط العتبة مع الجنب بصورة قائمة وذلك بدق مسامير عند نقطة التراكب بينهما كما في الشكل :



$h'$  = ارتفاع الشيناج التصميمي  
 $t$  = مسافة التراكب (بمقدار سماكة الخشب المستعمل)  
 $b$  = عرض الشيناج

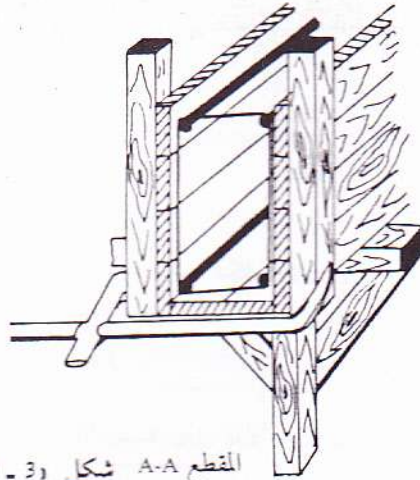
طريقة وصل الأجناب مع العتبة شكل « 3 - 17 »

ينقل الهيكل السابق إلى منطقة التركيب ويوضع ما بين القاعدتين (الاساسين) بسند العتبة على المسندين المركبين على الرقبة « كما هو موضح بالشكل 3-18 » ويدعم أسفل العتبة مع الأرض بما يدعى بالدعامة والتباعد بين الدعامة والأخرى 60 cm . ويجب أن ننسى التأكد من الشاقولية والأفقية لكل من العتبة والجنب مع وجوب رفع منسوب العتبة في المنتصف بما يتناسب مع سهم الهبوط المتوقع .



شكل « 3 - 18 »

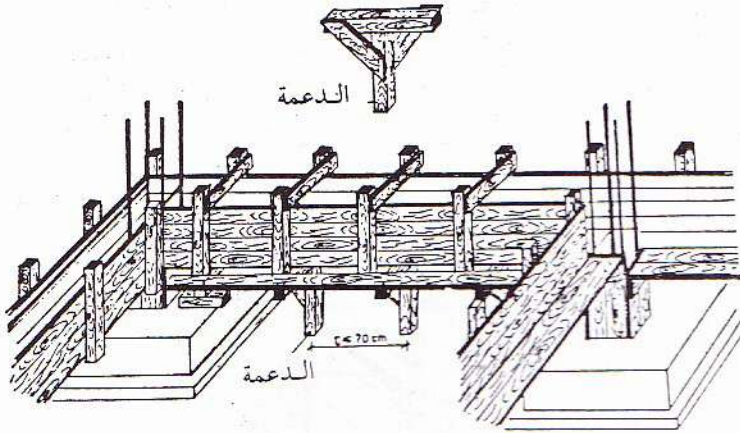
بعد تنفيذ شبكة حديد التسليح يركب الجنب الثاني المجهز سابقاً بنفس أسلوب الجنب الأول مع ضرورة الانتباه إلى ضرورة تطابق « تقابل » مكان وجود كعب المورين المستعمل في الوصل في الجنبين ويتم ذلك عند تحضير الجنبين في الورشة بأن يحضر الاثنان فوق بعضهما . بعد ذلك يتم تلزيم الجنبين من الأسفل بواسطة الملازم كما في الشكل :



المقطع A-A شكل (3-19)

أما من الأعلى وتجنباً لأي فتح في الاجناب يتم الربط ما بين الجنبين بواسطة طيشات من الخشب ( أو بواسطة ربطهم بالأسلاك ) بتباعد 60 cm بين الربطة والأخرى كما يتم تدعيم الشيناج كاملاً مع الأرض بواسطة الثقالة التي شرحناها سابقاً لمنع الشيناج من الانزياح أفقياً ، وبذلك يصبح الكوفراج جاهزاً للصب . شكل رقم «20-3» .

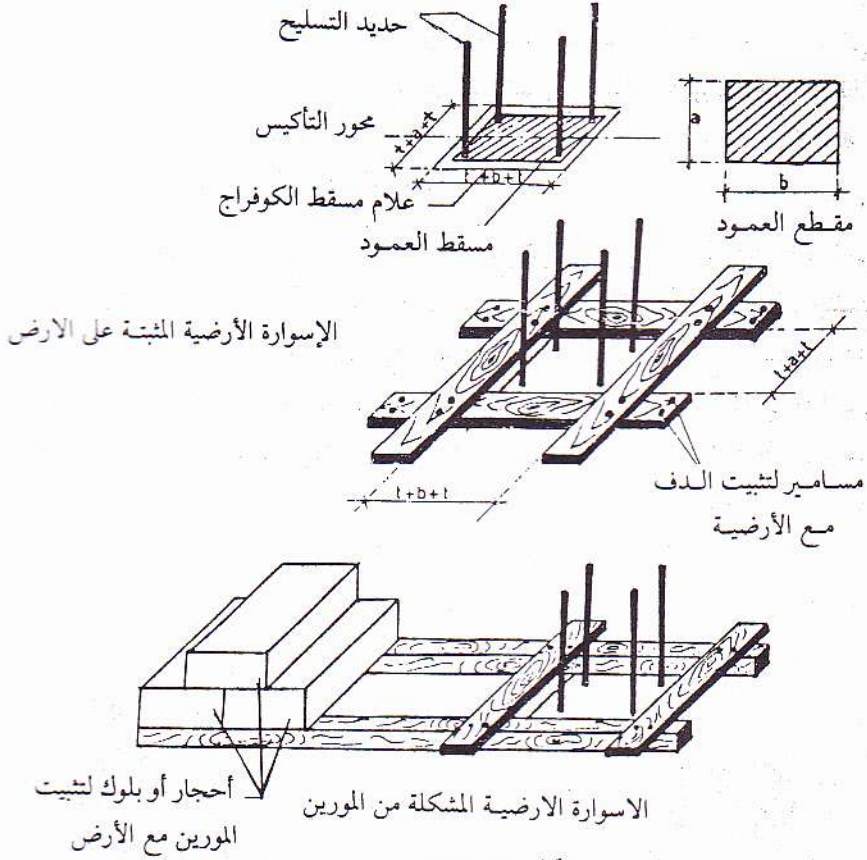
ملاحظة : في بعض الحالات يتم حفر الشيناج في الأرض ( الشيناج من البيتون المغموس ) في هذه الحالة لا داعي لعمل كوفراج خشبي فيما إذا كانت التربة جيدة ومقطع الحفر مستقر ، ولكن يجب زيادة العرض والعمق بحدود 10 cm لأن البيتون الملاصق للحفرية يكون ضعيفاً لاختلاطه مع بعض التربة ولكونه متخلخلاً إذ من الصعب رجه عند تلك المنطقة .



تركيب كوفراج الشيناجات شكل (3 - 20)

#### رابعاً : كوفراج الأعمدة :

يبدأ بتركيب كوفراج الأعمدة بعد فك أجناب الشيناج ( ولاداعي لفك العتبة ) ومرور عدة أيام حتى يصل بيتون الشيناج ( أو البلاطة في حالة الأعمدة فوق البلاطات ) إلى مرحلة مناسبة من القساوة (4-7) أيام على الأقل .  
 بادئ ذي بدء نقوم بعملية التأكيس كما هو وارد ببحث التأكيس ثم يحدد محيط العمود ويعلم بأداة حادة على الشيناج أو البلاطة مع زيادة 2.5 cm على أبعاد هذا المحيط من كل جنب فمثلاً إذا كانت أبعاد العمود 30 × 40 cm يكون التعليم بالأبعاد 35 × 45 cm ثم تدق طبشبات من الخشب تكون حافتها الداخلية مطابقة للعلام وتثبت مع الأرضية بواسطة مسامير فولاذية تدق داخل البيتون المصبوب سابقاً والذي غالباً ما يكون ذا قساوة قليلة كونه متصلب حديثاً ، أو بمد مورين عدد (2) بشكل متوازي بحيث تأخذ هاتان الموريتتان مكان طبشتين متوازيتين كما هو مبين بالشكل (3-21) ويسمى هذا التركيب المحدد لعلام العمود ( بالاسواره الأرضية ) .

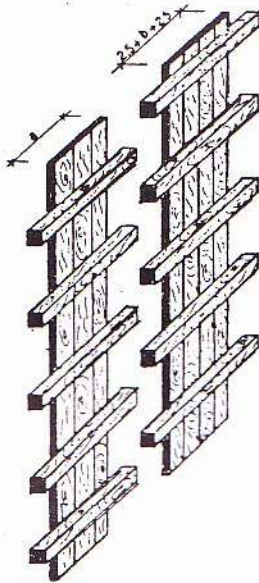


شكل « 21 - 3 »

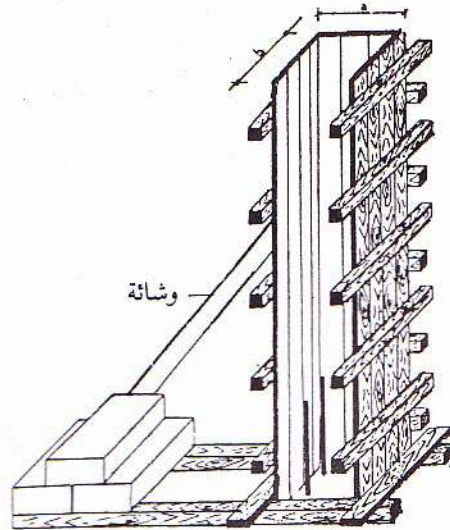
- إن تشكيل أجناب كوفراج العمود تتم بطريقتين :
- أ - الأجناب ذات البعد الأكبر (b) « شكل رقم 21-3 » يأخذ عرضها كالتالي :
- $2.5 + b + 2.5 = b + 5 \text{ cm}$  أي يتم زيادة 2.5 cm من كل طرف لضرورة التراكب مع الجنيين الآخرين . ويتم وصل ألواح هذه الجوانب عرضياً بواسطة كعب مورين طولها يساوي أو يزيد عن  $b + 5 \text{ cm}$  ويكون التباعد فيما بينها بحدود 50 cm ويجب أن يكون هناك تقابل بين كعبي المورين في الجنيين المتقابلين ، شكل « 22-3 » .

ب - الأجناب ذات البعد الصغير (a) يأخذ عرضها كما هو (a) بدون أي زيادة ويتم وصلها عرضياً بواسطة أكعاب من المورين بتباعد لا يزيد عن (50cm) وبحيث لا يتم التقاء أكعاب المورين في الأجناب b مع أكعاب المورين في الأجناب b أثناء تطبيق أجناب العمود مع بعضها .

بعد الانتهاء من تجميع الأجناب يتم جمع ثلاثة منها (مثلاً « اثنان b وواحد a ») . بحيث يكون التراكم على حساب الجنب b (شكل رقم 3-23) ) وتثبت الأجناب مع بعضها بواسطة المسامير ثم ينقل هذا التركيب إلى موقع العمود وينزل داخل الأسورة المعدة مسبقاً ( بحيث يترك الجنب غير المركب من الجانب المناسب للعمل في تركيب حديد التسليح للعمود) ويثبت مع الشيناج أو البلاطة بواسطة لوح من الخشب بشكل مائل يدعى ( الوشائه ) يتم تثبيت الوشائه مع الشيناج أو البلاطة بواسطة مسمار يدق مع المورين المشكل للأسورة



تشكيل أجناب العمود  
شكل « 3 - 22 »



تركيب اجناب العمود الثلاثة  
شكل « 3 - 23 »



يتم بعد ذلك تركيب حديد التسليح إن لم يكن مركب سابقاً ، وبعدها يثبت الضلع الرابع ويدق بالمسامير في منطقة التراكب ويصبح العمود جاهزاً لعملية الوزن «الشقلة» .

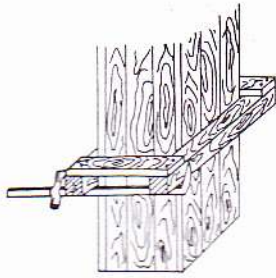
### شقل الأعمدة :

يتم شقل العمود بواسطة الشاقول حصراً . حيث أن الشقل بواسطة ميزان

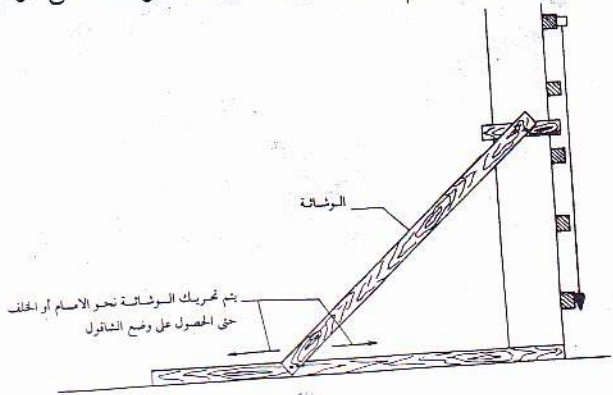
الزئبق يعطي نتائج غير دقيقة .

ويتم الشقل بالاتجاهين a و b وذلك كما يلي :

توضع قاعدة الشاقول في أعلى العمود على سطح كعب مورين علوي ، ويترك المخروط يسقط للأسفل حيث يتم تطويل وتقشير الخيط حتى يصبح بمحاذاة كعب مورين سفلي «شكل رقم 3-24» فإذا كلنت حافة قاعدة المخروط بعيدة عن الكعب أو محتكة به ( مستندة عليه ) يتم فك الوشائة في الاتجاه المتعاقد مع الاتجاه المقاس ويتم تحريكها نحو الخلف أو الأمام حسب الحاجة حتى تصبح حافة قاعدة المخروط ملاسمة للكعب السفلي بدون احتكاك مباشر . عندها يتم تثبيت الوشائة مع المورين بصورة نهائية بعناية لكي لا يتم إنزياح العمود عن وضع الشاقول المثبت عليه حيث يتم التأكد بعد تثبيت الوشائة من وضع الشاقول مرة أخرى .



شكل (3 - 25)

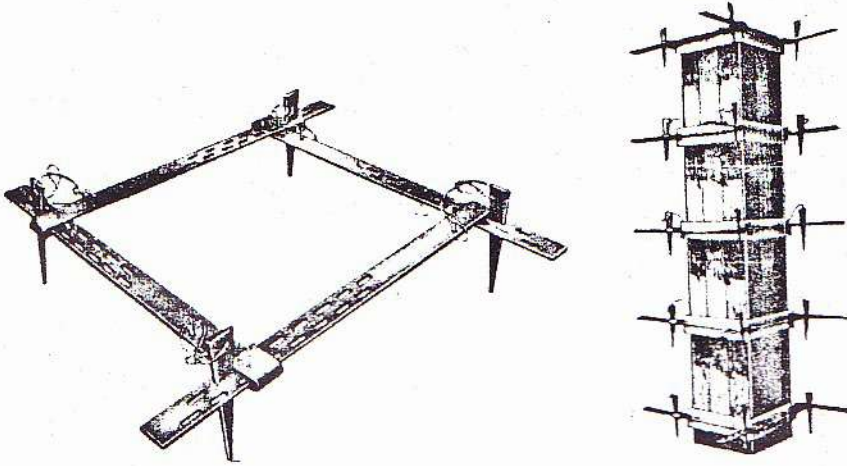


وزن العمود شاقولياً (شقل الأعمدة)

شكل (3 - 24)

وبنفس الطريقة يجري العمل في الاتجاه الثاني حتى الحصول على وضع الشاقول ويتم تثبيت وشاة بالاتجاه المتعامد مع الاتجاه المقاس حيث من الضرورة تثبيت الكوفراج باتجاهين متعامدين مع بعضهما .

بهذا يصبح العمود جاهزاً للصب ولكن قبل ذلك يتم تلزيم العمود بالملازم بالاتجاهين بين كل كعبين لتجنب انفتاح الأجناب أثناء الصب « شكل رقم 25-3 » وفي حال عدم توفر عدد كافي من الملازم يتم تلزيم الجنب في منطقة معينة بالملزمة ثم يدق بين كعبي المورين الملزمين بالملزمة طبشة خشبية وتثبت بالمسامير ، وتفك الملزمة بعدها « شكل رقم 25-3 » وتكرر هذه العملية على باقي المناطق، لكن لا يفضل استعمال هذه الطريقة وخاصة في أسفل العمود . كما يمكن استعمال الأداة المبينة بالشكل « 26-3 » لغرض تلزيم الأعمدة .

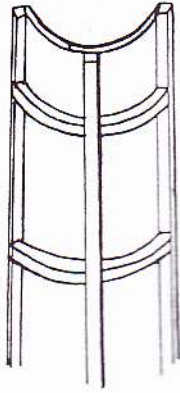


شكل « 26 - 3 »

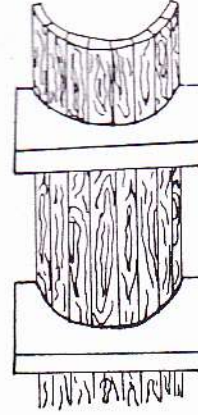
- بعد تلزيم العمود يصبح جاهزاً للصب .

## كوفراج الاعمدة ذات المقطع الدائري :

لتركيب كوفراج الاعمدة ذات المقطع الدائري نستخدم قوالب جاهزة خشبية أو معدنية ، وحسب قطر العمود المطلوب ومؤلفة من قسمين . كل قسم يمثل نصف كوفراج العمود . ويطبق هذين القسمين مع بعضهما في موقع العمود وأما طريقة التثبيت وشغل العمود فتبقى نفسها المستخدمة في الاعمدة العادية ويبين الشكل «3-27» نوعين من كوفراج الاعمدة الدائرية أحدهما خشبي والثاني معدني كما ويبين طريقة تطبيق قسمي العمود وتثبيتها مع بعضها بواسطة الملزمة وتثبيت العمود مع الأرض بواسطة وشائه .

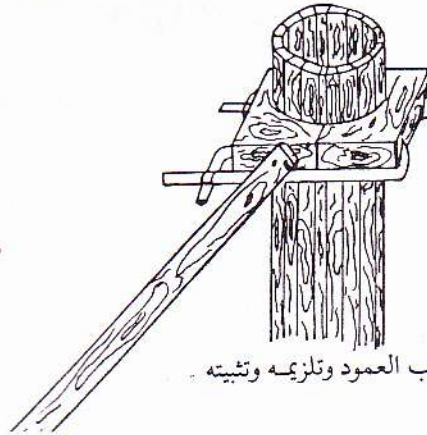


القالب المعدني



القالب الخشبي

شكل (3 - 27)

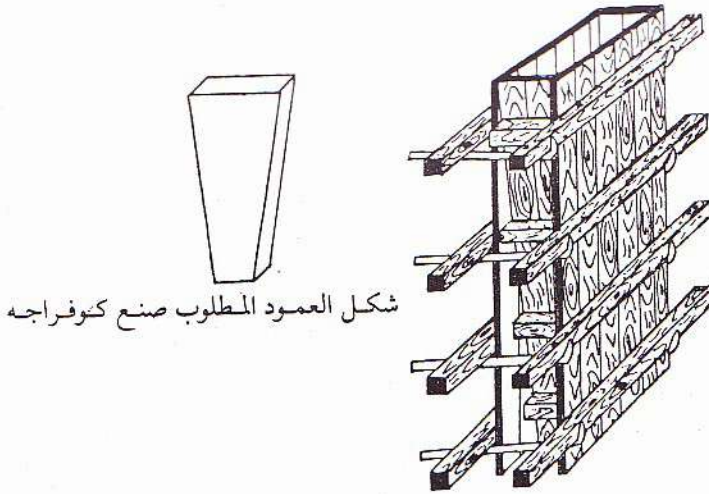


تركيب العمود وتلزمه وتثيبته

## - كوفراج الأعمدة متغيرة العطالة :

توجد طرق عديدة لتنفيذ كوفراج الأعمدة متغيرة العطالة حسب شكل مقطع العمود المتغير ولكنها جميعاً تنطلق من نفس مبدأ تركيب الأعمدة ذات المقطع الثابت مع تغيرات طفيفة . ويوضح الشكل «3-28» طريقة تنفيذ عمود متغير العطالة واسع الانتشار ضمن ورشاتنا .

ملاحظة : إذا كان تغير مقطع العمود يجري وفق خط منحنى فيتم استخدام ألواح الدف ذات السماكة الصغيرة بعد نقعها بالماء لتشكيل الأجناب المنحنية « انظر الصفحة



شكل العمود المطلوب صنع كوفراجه

كوفراج عمود متغير العطالة شكل «3 - 28»

خامساً : تركيب كوفراج البلاطات :

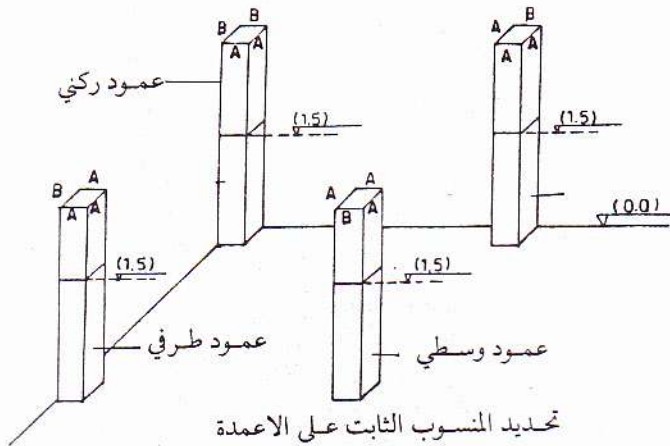
أ- البلاطة الجائزية ( باتجاهين أو باتجاه واحد ) :

بعد فك الأعمدة ووصولها إلى مرحلة مناسبة من القساوة ( سبعة أيام على الأقل ) يمكن ان نبدأ بتركيب كوفراج البلاطات ويتم ذلك وفق الخطوات التالية :

## ١ - تركيب الأساور على الأعمدة :

والإسواره عبارة عن مضلع من الدف وكعب المورين تأخذ شكل مقطع العمود وتحيط بالعمود ولها عمليتين . الأولى تحديد منسوب أسفل جوائز البلاطة على الأعمدة والثاني استعمالها كمسند لحمل كوفراج الجسور في بداية تركيبه وتنفيذ كما يلي :

يحدد منسوب ثابت على جميع الأعمدة بارتفاع (مثلاً 1.5 m) عن الشيناج أو البلاطة ، وذلك بواسطة خرطوم الشقلة ولا يؤخذ هذا المنسوب مساوياً لمنسوب أسفل البلاطة لأنه من الممكن أن يكون العمود أقصر مما هو مطلوب ويصح من المتعذر وضع علامة المنسوب عليه حتى ولو كان العمود بطول مناسب ووضع العلام على منسوب أسفل البلاطة فهذا العلام سوف يغطيه خشب كوفراج البلاطة . لذلك يحدد المنسوب الثابت على ارتفاع أقل ومن ثم وبالإستعانة بهذا المنسوب يتم تحديد منسوب البلاطة ( وهذا لايعني أنه لا يمكن تحديد منسوب البلاطة مباشرة دون اللجوء إلى هذا الاسلوب ) يعلم المنسوب السابق بخطوط مستقيمة وقائمة على زوايا العمود وعلى محيط العمود كله ويتم التعليم بواسطة مسمار حاد أو أي أداة حادة شكل رقم «3-29» .



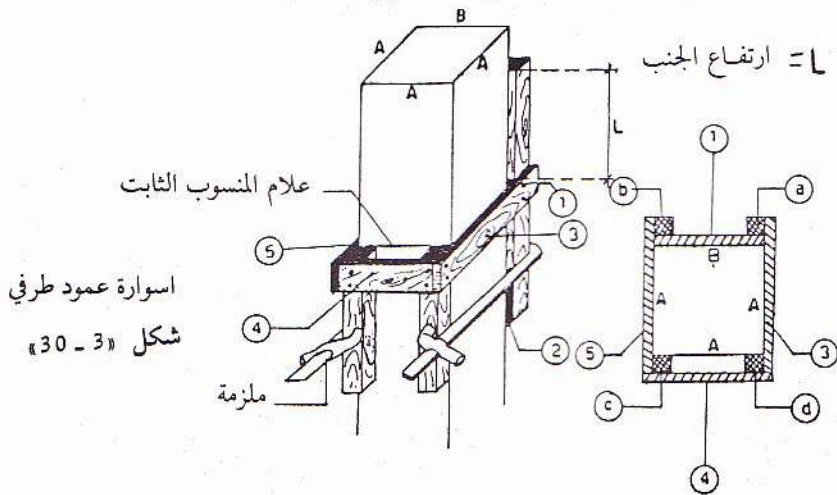
تحديد المنسوب الثابت على الأعمدة

شكل «3 - 29»

تركب الاساور على الأعمدة بعدة طرق حسب مكان وجود العمود سواء أكان العمود طرفي أو ركني أو وسطي .

### أ - حالة عمود طرفي :

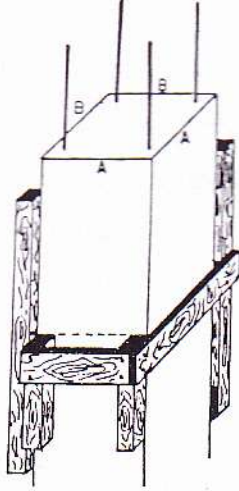
في حالة عمود طرفي هناك ثلاثة أضلاع للعمود سيركب عليها جسور نسميها بالوجه A ووجه رابع خارجي نسميه الوجه B شكل رقم «30-3» .  
 نبدأ من الوجه B حيث نضع طبشتين بصورة موازية للضلع B من المقطع (أفقياً) توضع الأولى بحيث ينطبق حرفها العلوي على علام المنسوب والثانية تبعد بحدود 30 cm نحو الأسفل «الطبشتين 1 و 2 في الشكل «30-3»» تثبت هاتين الطبشتين بصورة مؤقتة باليد ثم نضع فوقهما وبصورة عمودية «شاقولياً» كعب مورين (b,a) كما في الشكل . تكون نهايتهما أعلى من الطبشة العلوية (1) بطول أكبر أو يساوي ارتفاع جنب البلاطة مع الجائز ، ويوضع بصورة موازية لهما وعلى الوجه المقابل للوجه B كعينين بحيث ينطبق حرف قاعدة الكعب العليا على علام المنسوب (الكعين c,d) ثم يتم تثبيت الأكعاب (c,b,d,a) مع بعضها بواسطة الملازم بصورة مؤقتة ثم تدق طبشات من الخشب حول الإطار المشكل وذلك على الوجه A (الطبشات 3,4,5) بحيث ينطبق حرفها العلوي على علام المنسوب كما في الشكل «30-3» إن الطبشات (3,4,5) تشكل ما يدعى بالاسوارة .



ب - حالة العمود الوسطي : تكون هذه الطبقات على جميع الوجوه أي لا يكون هناك وجه B . شكل رقم « 31-3 » .

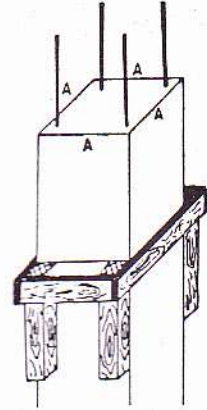
ج - حالة عمود ركني : يكون هناك وجهين B والاسواره موضحة بالشكل

« 32-3 » .



اسواره عمود ركني

شكل « 32 - 3 »



اسواره عمود وسطي

شكل « 31 - 3 »

بعد الانتهاء من تركيب الأساور تفك الملازم وترفع الاسواره الى منسوب يقل عن منسوب اسفل الجسر بمقدار (2.5cm) ويقاس هذا المنسوب اعتباراً من المنسوب المأخوذ على العمود حيث ترفع الاسواره مسافة تساوي فرق المنسوين ويتم قياسه بواسطة المتر العادي . فمثلاً إذا كان منسوب أسفل الجسر هو (320) كان المنسوب المأخوذ على العمود هو (150cm) فيتم رفع الاسواره بمقدار  $(320 - 150 - 2.5 = 167.5 \text{ cm})$  نحو الاعلى ثم تلزم الاسواره بصورة محكمة ونهائية .

٢ - تركيب كوفراج الجوائز « الجسور » :

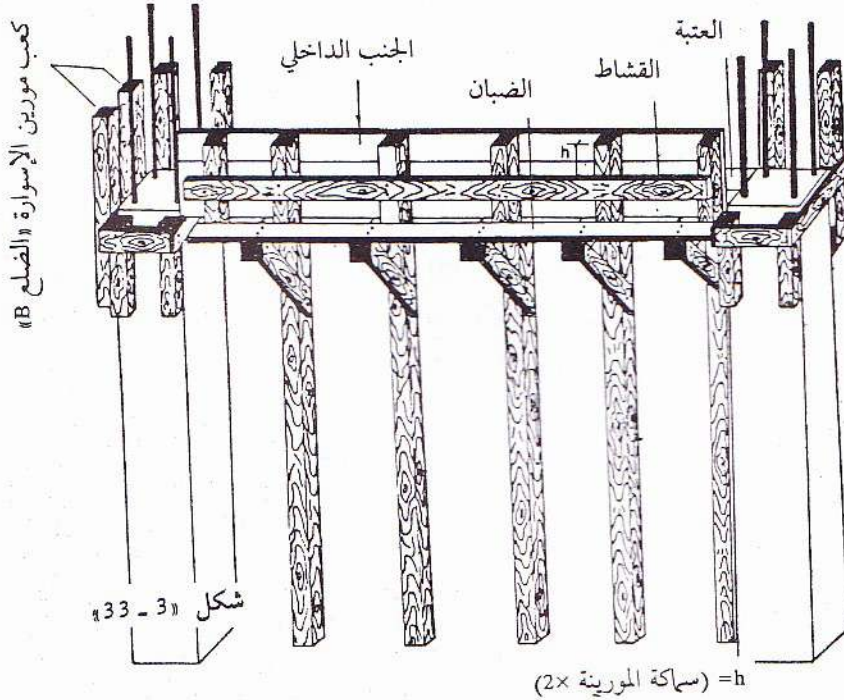
يتألف كوفراج الجسر من ثلاثة أقسام :

١ - العتبة وهي قاعدة الجسر وعرضها يؤخذ مساوياً الى عرض الجسر تماماً .

٢ - الجنب الداخلي ويؤخذ ارتفاعه مساوياً الى ارتفاع الجسر مطروحاً منه سماكة البلاطة ومضافاً إليه T سماكة الخشب المستعمل .

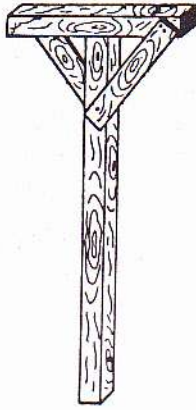
٣ - الجنب الخارجي ويؤخذ ارتفاعه مساوياً الى ارتفاع الجسر + ( T سماكة الخشب) هذا في حالة الجسور المحيطة أما في حالة الجسور الداخلية فلا يوجد جنب خارجي ويكون الجنبين داخليين .

تنفذ هذه الاجزاء الثلاثة بنفس طريقة تنفيذها في الشيناجات بفرق واحد هو أن القاعدة العلوية لكعب المورين المركب على الجنب الداخلي يجب ان تقع في مستوى واحد مع حرف لوح الدف الاعلى من الجنب ، بعد تنفيذ هذه الاجزاء تثبت العتبة مع الجنب الداخلي بواسطة المسامير ويركب هذين الجزئين ما بين ضلعي الاسوارتين المركبتين على العمودين الحاملين لهذا الجسر شكل «33-3» .



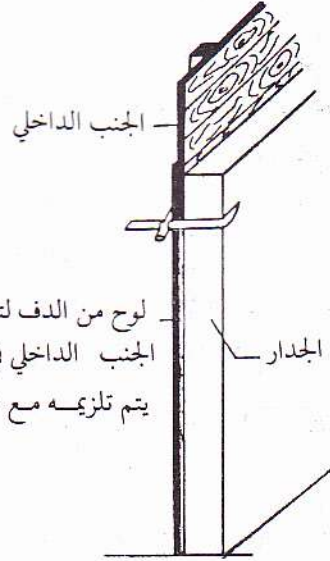


ملاحظة : في حالة استناد كوفراج الجسر على جدار لاجابة للعبء إلا فوق النوافذ والأبواب ويتم تثبيت الجنب الداخلي مع الجدار بواسطة الملازم ولوح من الدف .



الدعامة

شكل «3-35»



الجنب الداخلي  
لوح من الدف لتثبيت  
الجنب الداخلي في مكانه ريشها  
يتم تلميمه مع الجدار

حالة تركيب الجنب الداخلي على جدار

شكل «3-34»

بعد تركيب القسم السابق من الجسر يتم تدعيمه بواسطة ما يسمى بالدعامة شكل «3-35» . ويؤخذ ارتفاعها مساوياً أو أقل من المسافة ما بين الأرض وأسفل الجسر . وذلك بحسب المورين المتوفر فإذا كانت المورينة أقصر يتم وضع بعض الطبشات أو كعب مورين تحتها بحيث يتم تثبيتها مع الأرض بشكل محكم . أما التباعد بين الدعومات فيؤخذ حسب أبعاد الجسر ووزنه وغالباً ما يكون أقل من 70cm أما الجنب الخارجي فيؤجل تركيبه حتى الانتهاء من تركيب كوفراج البلاطة كلها .

### ٣- تركيب كوفراج البلاطة :

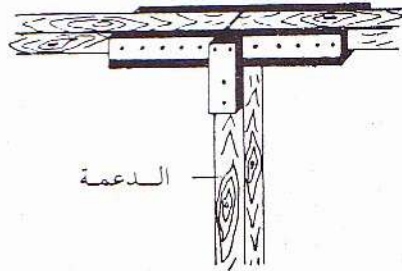
بعد تركيب جميع العتبات والاجناب الداخلية للجسور وتدعيمها يتم البدء بتركيب كوفراج البلاطة .

نبدأ أولاً بتركيب القشاط . والقشاط عبارة عن لوح من الدف حرفه الاعلى مستقيم يدق على كعب مورين الجنب الداخلي للجسر بصورة موازية لسطح البلاطة السفلي فإذا كان السطح مائلاً بنسبة 2% يؤخذ هذا القشاط مائلاً بنفس النسبة . أي يجب ان يكون موازياً لحرف الجنب الداخلي للجسر الذي يكون مائلاً أيضاً بنفس النسبة . ويثبت هذا القشاط على بعد يساوي سماكة موريتين من أعلى الجنب الداخلي فإذا كانت سماكة المورين المستعمل هي 8cm فالقشاط يثبت على بعد يساوي  $8 + 8 = 16\text{cm}$  من الجنب الداخلي . شكل «33-3» .

يتم تركيب هذا القشاط على جنبين داخليين متقابلين يتم اختيارهما بحيث يحققا مايلي :

١ - يجب ان يكون هذين الجنبين متعامدين مع الاتجاه الامثل لفرش الدف والذي غالباً ما يكون طوله (4) أمتار أو أقل والجدول التالي يوضح بعض الحالات مع الاختيارات المفضلة لها .

٢ - يجب ان يكون البعد بين الجنبين مناسباً لأطوال المورين وهو (4 m) أو أقل . وفيما إذا تعذر اختيار جنبين يكون البعد بينهما مساوي أو أقل من أربع أمتار يتم اللجوء الى وصل المورين بالطريقة التي يوضحها الشكل «36-3» .



وصل مورين الفرس مع بعضه وتدعيمه

شكل «36 - 3»

الجانبان المختاران لتركيب القشاط عليهما	أبعاد البلاطة	شكل البلاطة
في هذه الحالات لافرق بين الجانبين A-B ويتم اختيار احدهما	A=4m B=4m	
يختار الجانبان B لتركيب القشاط عليهما ويتم فرش المورين باتجاه A	A=4m B=5m	
في هذه الحالة يتم اختيار الجانبان اللذان تم تركيب القشاط عليهما حسب أطوال المورين المتواجد في الورشة فإن تواجد بأطوال 2,5m تركيب القشاط على الأجناب B وإذا تواجد بأطوال 3,5m تركيب القشاط على الأجناب A وإذا تواجد بالطولين ينظر الى أطوال خشب الدف المتوفر فإذا كان 3,5m متر يختار الجنب A لتركيب القشاط وإذا تواجد 2,5m يختار الجنب B	A=2,5m B=3,5m	
في هذه الحالة تركيب القشاط على الأجناب B ويفرش المورين موازي للاتجاه A ويمكن في حالة عدم توفر مورين بالطول A وعدم الرغبة في نشر المورين ان تركيب القشاط على الأجناب A ويوصل المورين مع بعضه ويفرش بالاتجاه B	A=3m B>4m	
في هذه الحالة لا بد من وصل المورين مع بعضه فإن توفر مورين كاف بطول 1m يتم وصله مع مورين بطول 4m ويختار الجنب B وفي حالة توفر مورين 2m يختار الجنب A لتركيب القشاط	A=5m B=6	
يتم اختيار الأجناب التي سيركب عليها الأقساط في الحالات الباقية بناءً على الحالات السابقة حسب الحالة		باقي الحالات

جدول الاختيارات

بعد تثبيت القشطين يتم فرش مورين بينهما طول هذه المورينات يساوي تماماً التباعد بين الجنين وبحيث ترتكز اطرافها على القشطين وتسمى هذه المورينات بالفرس والتباعد بين الفرس والاخر يؤخذ غالباً بحدود (60 cm) . وبعد الانتهاء من فرش الافراس يتم تدعيمها مع الارض بواسطة دعائم ( بالطريقة الموضحة بالشكل «3-35» ) ويكون التباعد بين الدعمة والاخرى متعلقاً بالحمولة المتوقعة ( سماكة البلاطة - طريقة الصب - ابعاد مقطع الدعمة ) ويؤخذ في حالة البلاطات العادية مع استعمال مورين (8 × 8 cm) بحدود (70 cm) وسيتم شرح طريقة الدعم لاحقاً .

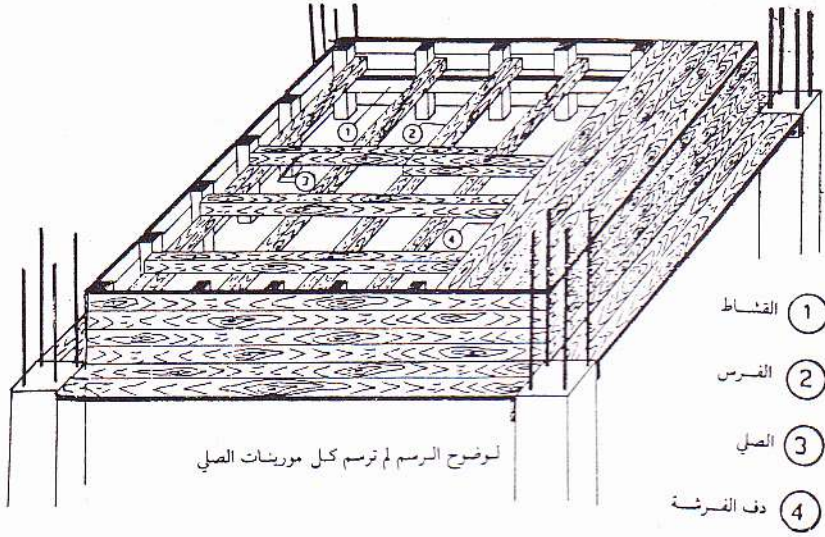
ملاحظة : إذا تم اللجوء الى وصل مورين الفرس يجب وضع دعمة تحت منطقة الوصل مباشرة كما في الشكل «3-36» .

بعد ذلك يتم مد مورين بالاتجاه المتعامد مع اتجاه الفرس وفوق مورين الفرس بتباعد (50cm) (يدعى هذا المورين بمورين الفرشة أو الصلي ) ولا داعي هنا لأن يكون طول المورينة بنفس طول الجنب الموازية له حيث يسمح بأن تتراكب المورينات في المستوي الأفقي شكل «3-37» .



تراكب مورين الفرشة شكل «3-37»

بعد الانتهاء من مد الصلي يأتي دور فرش خشب الدف على مورين الصلي وعمودياً عليه وتثبت الالواح بالمسامير بحيث يتم تغطية كل المسافة ما بين الاجناب الداخلية (شكل 3-38) .



كوفراج بلاطة جائزة شكل «3 - 38»

«ملاحظة : يمكن احياناً الاستعاضة عن الدف بقطع معدنية أو خشبية - «بولي ود» - ذات ابعاد محددة بساكة (2.5cm) ثم تكمل الفراغات الباقية بالدف .

وهذا يصبح السطح الافقي للبلاطة جاهزاً ويبقى تركيب الاجناب الخارجية . والتي تجهز مسبقاً وتنفذ بأطوال مختلفة حسب طول الدف المتوفر إذ يمكن أن تشترك غرفتين متجاورتين بجانب خارجي واحد ، ويتم التوصيل بطريقتين فيما إذا كان طول الجنب المطلوب أطول من طول الدف المتوفر .

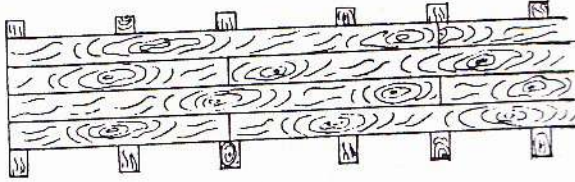
آ - طريقة وصل الدف : كما في الشكل رقم «3-39»

ب - طريقة وصل الاجناب كما في الشكل «3-40»

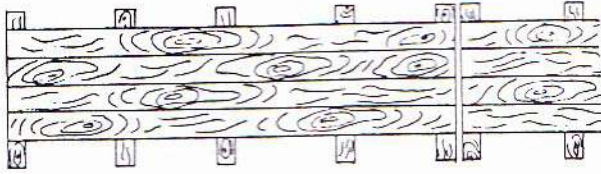
كما يمكن ان نستعمل الطريقتين بنفس الوقت .

يؤخذ ارتفاع الاجناب الخارجية مساوياً الى ارتفاع الجسر مع البلاطة مضافاً إليه (2.5cm) تراكب مع العتبة ، وبعد تحضير الجنب ينقل الى مكان التركيب

ويوضع مكانه على العتبة وبحيث ينطبق سطحه الخارجي مع السطح الداخلي  
لكعبي مورين الاسورة (a, b في الشكل «30-3»).

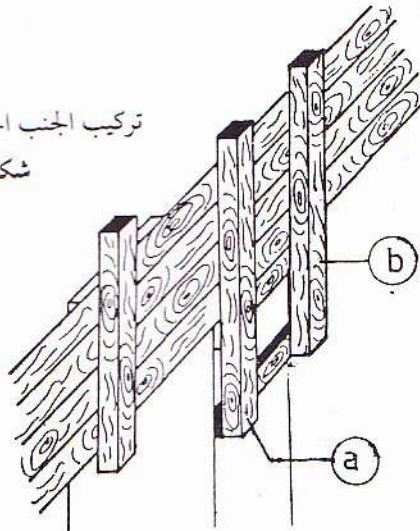


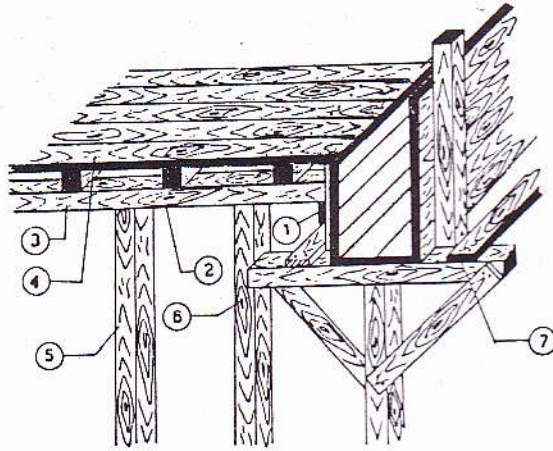
تشكيل الاجناب بوصول الدف شكل «39-3»



تشكيل الاجناب بطريقة وصل الاجناب الجزئية شكل «40-3»

تركيب الجنب الخارجي على اسورة العمود  
شكل «41-3»

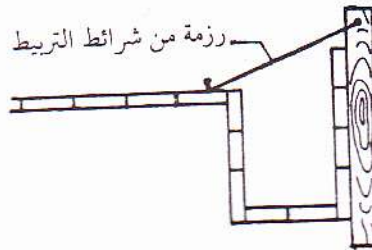




- ① القشاط
- ② الفرس
- ③ مورين الصلي
- ④ دف الفرشة
- ⑤ الدعائم الارضية
- ⑥ الضبان الداخلي
- ⑦ الضبان الخارجي

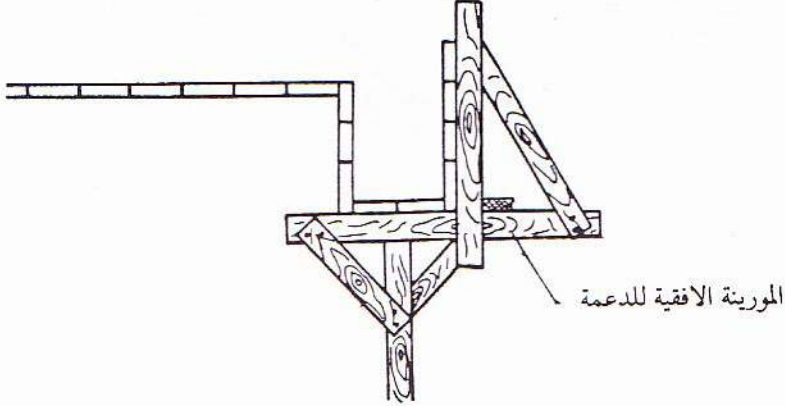
مقطع في الكوفراج شكل «3-42»

بعد تركيب الجنب في مكانه يدق في منطقة التراكب بالمسامير . (30cm)  
 بين المسامير والآخر ثم يثبت بواسطة لوح من الدف يدق على بروز مورين الدعامة  
 السفلية ويدعى هذا اللوح بالضبان شكل «3-42»  
 يغنينا هذا الامر عن عملية تلزيم الجنب الخارجي مع الداخلي بواسطة  
 الملازم . أما من الأعلى فيتم ربط الجنب الخارجي مع السطح الافقي للبلاطة  
 بواسطة خزمة اسلاك التريبط ( اربعة على الأقل ) تربط على مسامير مدقوق على  
 كعب مورين الجنب وتشد وتربط مع مسامير آخر مثبت على السطح الافقي كما في  
 الشكل «3-43»



ربط الجنب الخارجي مع كوفراج البلاطة شكل «3-43»

طبعاً هذه العملية تنفذ بعد تركيب حديد التسليح للجسور والبلاطة ويكون التباعد بين هذه الاسلاك مماثلاً للتباعد بين اكعاب المورين للجنب ، ويمكن تثبيت الجنب الخارجي مع المورينة الافقية للعتبة كما في الشكل ؛



ربط الجنب الخارجي مع المورينة الأفقية في الدعامة شكل « 3 - 44 »

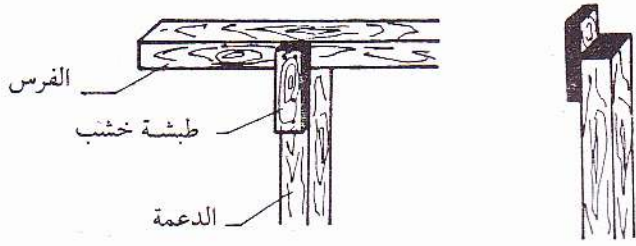
#### ٤ - تدعيم كوفراج البلاطة :

يمكن ان يتم تدعيم الكوفراج مع الأرض بعدة طرق حسب الوسائل المتوفرة وستعرض هذه الطرق كلاً على حدا .

#### ١ - التدعيم بالمورين :

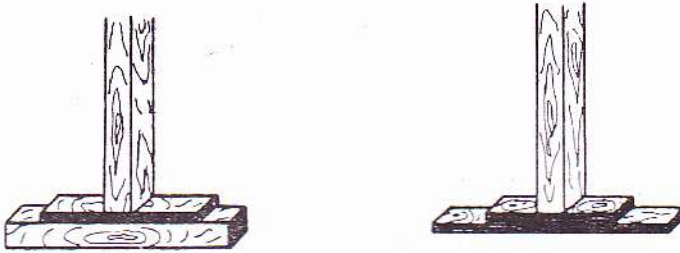
بجميع الطرق يجب ان يتم التدعيم بالترافق مع عملية تركيب الافراس والصلي والفرشة ، ويتم التدعيم بواسطة مورين تكون اطواله قريبة من المسافة ما بين اسفل الفرس والارض حيث تؤخذ المورينة ويثبت في اعلاها طبشة من الخشب على الشكل التالي :



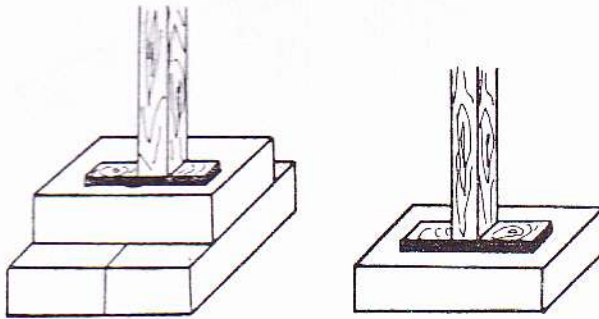


تثبيت الدعامة على الفرس شكل «3 - 45»

توضع هذه المورينة في مكانها على الفرس وتثبت بدق مسمار أو اثنين بين الطبشة والفرس فتصبح كما في الشكل «3-45»  
بعدها يتم تثبيت الدعامة مع الارض بصورة شاقولية بوضع طبشات من الخشب تحتها وتحصرها بصورة محكمة مع الارض الشكل «3-46»



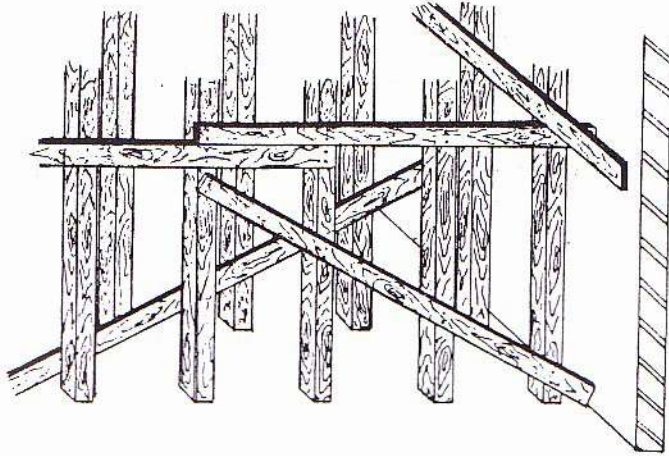
تثبيت الدعامة مع الارض بواسطة طبش من الخشب وأكعاب المورين شكل «3 - 46»



استعمال البلوك أو الحجر في تثبيت الدعامة شكل «3 - 47»

وفي حال كون المسافة ما بين قاعدة الدعمة والارض اكثر من (10cm) يتم التخلص من هذا الفراغ بواسطة البلوك الاسمتي بوضع واحدة أو أكثر حسب الضرورة تحت الدعمة ثم يتم تثبيت الدعمة فوقها الشكل رقم «3-47»

بعد اتمام عملية التدعيم لكافة أجزاء البلاطة تربط الدعمت مع بعضها بصورة أفقية في المستوي العمودي على الدعمت وذلك بواسطة الواح من الدف تثبت على الدعائم الواقعة على صف واحد وذلك في منتصف المسافة الفاصلة ما بين البلاطة والارض إذا كانت هذه المسافة لا تزيد عن أربعة أمتار أما إذا كانت المسافة أكبر من (4m) فيتم التريبط على مستويين أو أكثر بحيث لا تزيد المسافة ما بين مستوى التريبط والارض أو السقف أو المستوي الآخر عن طول التحنيط للمورينات وبشكل عام ان لا يزيد عن (2.5cm) ، شكل رقم «3-48» .  
أيضاً يتم تثبيت بعض الربطات بصورة مائلة عن الافق بحيث تستند في طرفها السفلي على الأرض .



شكل «3-48»

ملاحظة (1) :يراعى أثناء التريبط ان يستند طرف لوح الربط من ناحية العمود أو الجدار على العمود والجدار

ملاحظة (٢) : بواسطة التريبط تعمل الدعائم كلها كجسم واحد ويستفاد من هذه الناحية في مقاومة التحنيب في اعمدة التدعيم .

## ٢ - التدعيم بجذوع الأشجار :

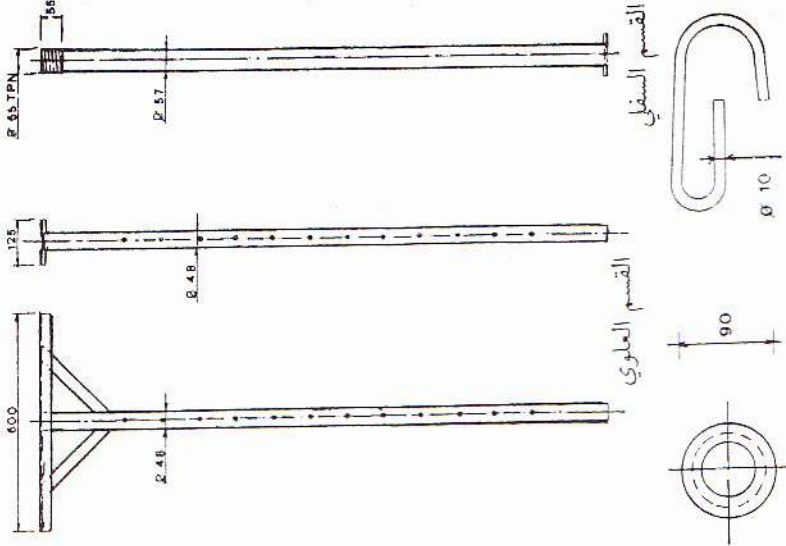
يستعمل في هذه الطريقة جذوع أشجار الحور أو أية أشجار تتوفر في جذوعها الاستقامة والمتانة ويجب ان تتوفر الشروط التالية في الجذوع المستعملة في هذه الطريقة :

- ١ - ان لا يقل قطر الجذع في أرفع منطقة عن (8cm) .
  - ٢ - أن لا يكون قطر الجذع متفاوت بشكل كبير .
  - ٣ - يجب ان يكون الجذع مستقيماً قدر الامكان .
  - ٤ - ان لا يكون الجذع مأخوذاً من شجرة مصابة بالتعفن أو الأمراض التي تضعف المتانة .
  - ٥ - ان تكون قشرة الجذع منزوعة .
  - ٦ - يجب ان تكون قواعده مقصوصة بصورة عمودية على محوره .
- يتم التدعيم بالجذوع بنفس طريقة التدعيم بالمورين . ولكن وبصورة عامة فهي طريقة لا يفضل استعمالها إلا في حالة الضرورة وفي حال عدم توفر المورين أو الوسائل الأخرى .

## ٣ - التدعيم بالقواعد المعدنية :

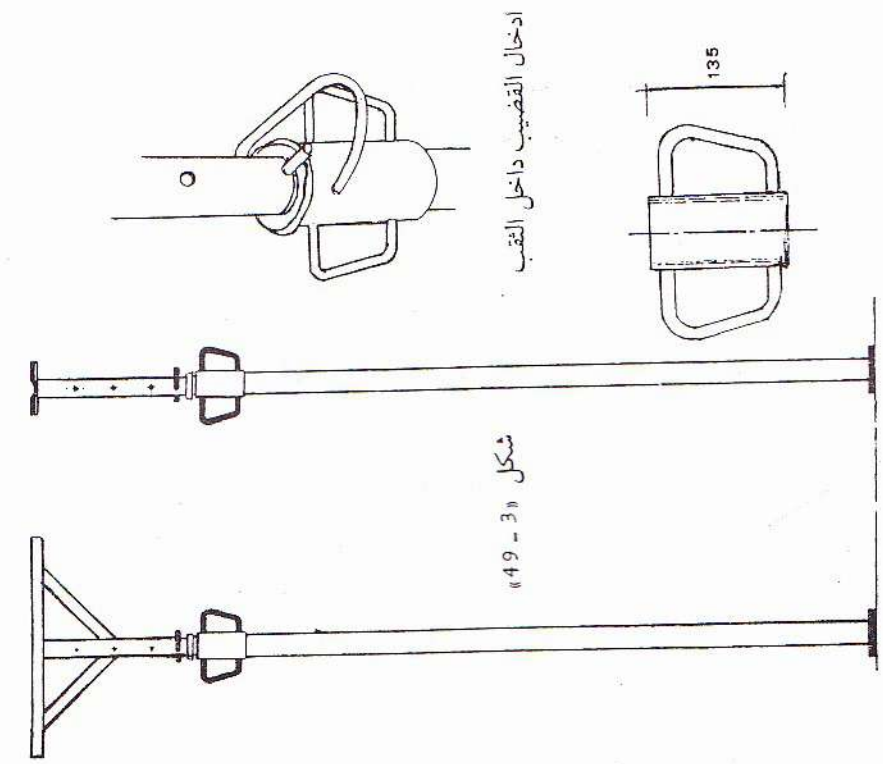
يستعمل في هذه الطريقة قواعد معدنية . وهي عبارة عن قساطل حديدية مؤلفة من قسمين :

أ - القسم السفلي ويكون عادة قسطل قطره بحدود (2) انش وقاعدته عبارة عن صفيحة معدنية ( كما في الشكل «3-50» ) ومن الأعلى تكون نهايته على شكل قلاوظ يركب عليه اكره اسطوانية طولها بحدود (14cm) لها اذنين وهي موضحة بالشكل .



القضيب المعدني

شكل « 3 - 50 »



ادخال القضيب داخل القبة

شكل « 3 - 49 »

ب - القسم الاعلى ( مبين بالشكل «3-50» ) وهو قسطل بقطر يساوي القطر الداخلي للجزء السفلي ويحتوي على ثقب متقابلة التباعد فيما بينها (10cm) ويمكن ادخال قضيب معدني داخل الثقب يكون طوله أكبر من قطر الاسطوانة السفلية . ويحتوي هذا القسم في نهايته على صفيحة معدنية ترتكز مورينة الفرس عليها وهذه الصفيحة يمكن ان تأخذ شكل حرف (U) ويمكن أن تأخذ شكل الدعمة .

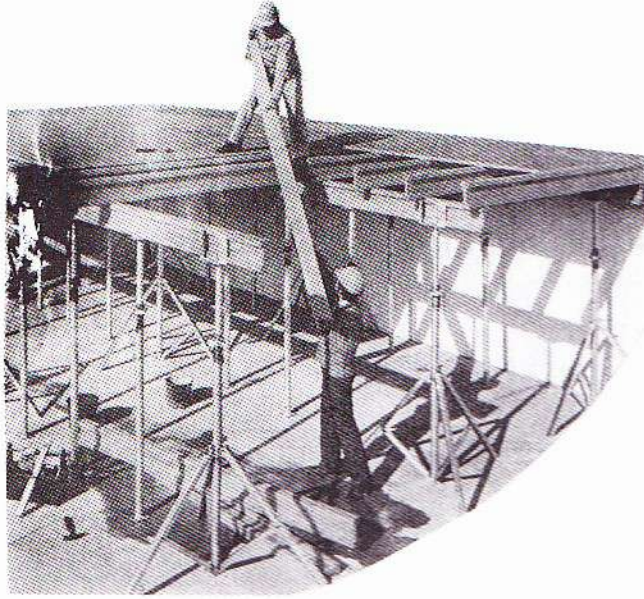


شكل «3 - 51»

أما طريقة العمل بهذه الطريقة فهي :

بعد الانتهاء من مد مورين الفرس ، تحضر القاعدة المعدنية بأن تتركب الاكراه ذات الاذنتين على القسم السفلي وتلك الاسطوانة العلوية ضمن الاسطوانة السفلية ويتم ادخال القضيب المعدني في الثقب الذي يحقق أفضل طول للقاعدة وبحيث يكون هذا الطول قريب من الطول المطلوب أي أن لا يتجاوز الفرق بين الطولين (14cm) . حيث يتم التخلص من هذا الفرق بتدوير الاكراه ذات الاذنتين نحو اليمين أو اليسار وبذلك يتم رفع أو تنزيل القسم العلوي حتى نحصل على الطول المطلوب والشكل رقم «3-52» يوضح طريقة استعمال هذه الطريقة .

يفضل استعمال هذه الطريقة عن الطرق السابقة نظراً لمتانتها وسهولة وسرعة استعمالها وعدم الحاجة الى التوصيل أو النشر كما ان فكها اسهل بكثير من فك الدعمت في الطرق الاخرى .



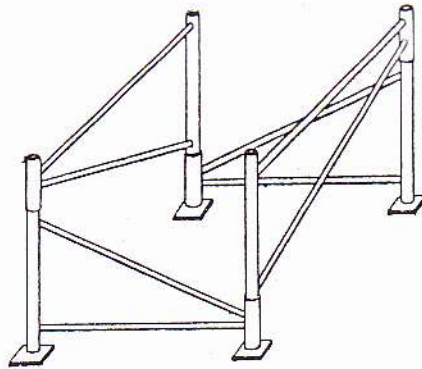
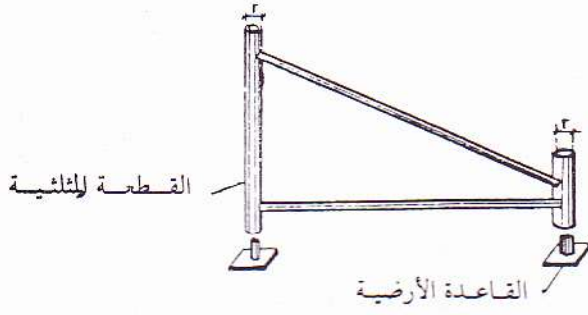
نلاحظ أن باستعمال هذه الدعامات يمكن الإستغناء عن القشاط المستعمل في حالة الدعامات الخشبية كما ويمكن الاستغناء عن الإسوارة في بلاطات الهوردي . كما ويستغنى عن تريبط الدعامات مع بعضها أيضاً .

شكل «3-52»

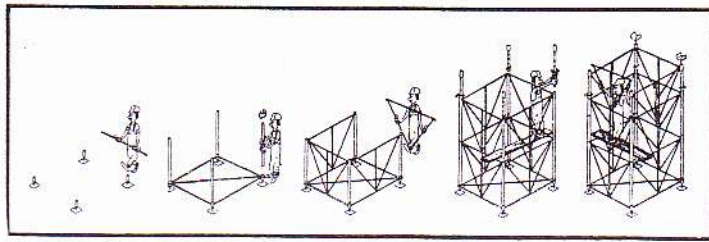
#### ملاحظة :

من أجل السقوف ذات الحمولات الذاتية الكبيرة أو ذات الارتفاعات الكبيرة حيث يصبح توصيل الدعامات امراً مستحيلاً . ( مباني الصالات مثلاً ) يستعمل في هذه الحالات جوائز معدنية مصنوعة من قساطل معدنية على شكل مثلثات . شكل «3-53» .

تركب فوق بعضها بطريقة الذكر والانثى . والقسم الأعلى منها اضلاعه الأربعة تعمل بنفس طريقة الدعام المعدنية السابقة (الأكره ذات الأذنتين) أو بطرق أخرى تختلف حسب الشركة الصانعة ، ويبين الشكل «3-54» نوع آخر من هذه الدعام .



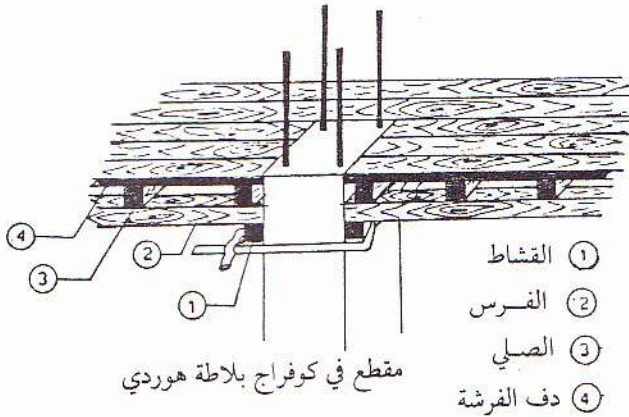
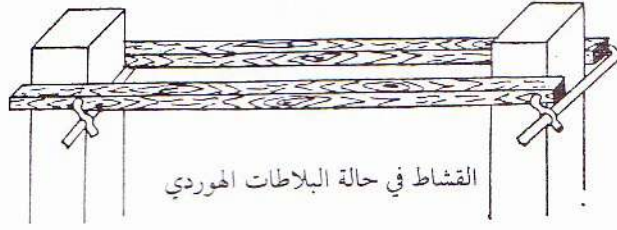
تركيب القطع مع بعضها لتشكل السقالة شكل «3 - 53»



شكل «3 - 54»

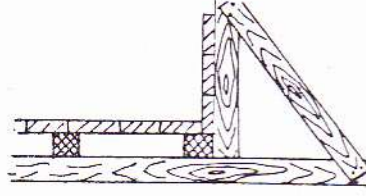
## ب - كوفراج بلاطات الهوردي :

الاختلاف الوحيد ما بين كوفراج البلاطات الجائزية وبلاطات الهوردي هو عدم وجود جسور ساقطة في اغلب الحالات في حالة البلاطات الهوردي وبناءً على هذا فلا داعي لوجود كوفراج لهذه الجسور وهنا يتم الاستعاضة عن القشط المركبة على الجنب الداخلي بمورين يثبت بين كل عمودين متقابلين يدعم هذا المورين بشكل جيد ويتم فرش الافراس فوقه بنفس طريقة البلاطة الجائزية ومن ثم مورين الصلي ، وبعدها يتم فرش خشب الدف ثم الأجناب الخارجية أما التدعيم فيتم بنفس الطريقة المستعملة في البلاطات الجائزية .



شكل « 3 - 55 »

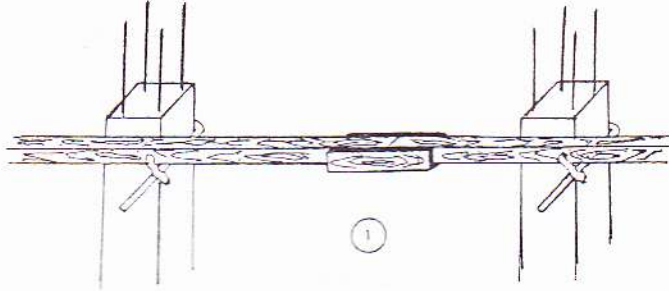




تثبيت الاجناب الخارجية في الهوردي شكل « 3 - 56 »

يمكن بتوصيل مورينات الفرس مع بعضها البعض إتباع طريقة أسهل من الطريقة السابقة وهي تتم وفق المراحل التالية :

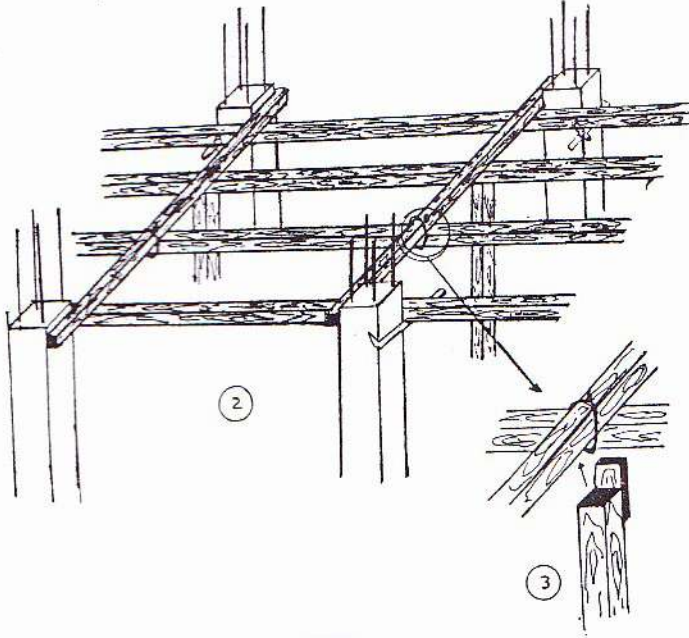
١ - يركب مورين الفرس في مكانه على العمود (أي يكون منسوب سطحه العلوي يقل عن منسوب سطح البلاطة بمقدار ارتفاع مورينات الصلي + سماكة خشب الدف) ويثبت الفرس على العمود وبواسطة الملزمة .



٢ - فوق فرسين متوازيين (أي بين صفين من الأعمدة) يمد مورين صلي قريب قدر الإمكان من العمودين المتقابلين . ويؤخذ طوله مساوياً أو يزيد عن المسافة بين الفرسين المتوازيين .

٣ - لتركيب باقي مورينات الفرس . يتم ربط هذه الأفراس بشكل مؤقت مع موينتي الصلي المركبتين في المرحلة الثانية . ويتم الربط بواسطة حبل محكم ومن

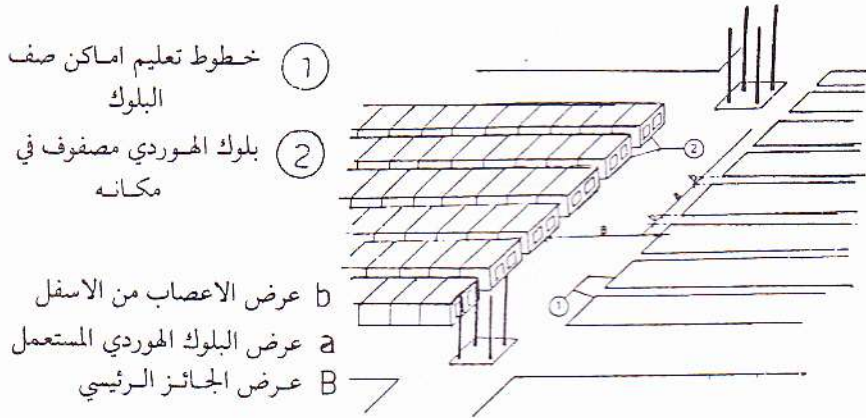
ثم يتم تدعيم هذه المورينات وفق المنسوب الصحيح . ويتم الوصل بين مورينات الفرس الواحد بواسطة طبشات من الخشب ، ويدعم أسفل الوصلة كما في الشكل «3-45» .



٤ - ينفذ هذا العمل لجميع أفراس البلاطة ، حيث يتم بعدها فرش باقي مورينات الصلي . وليس من الضروري هنا أن يكون طولها مساوي للمسافة بين الأعمدة . حيث يسمح بالتراكب بين المورينات كما في البلاطات الجائزية .

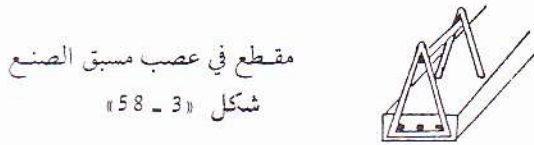
٥ - في المرحلة الخامسة يتم فرش خشب الدف وتركيب الأجناب الخارجية كما في الطريقة السابقة .

بعد الانتهاء من الكوفراج تحدد عليه مساقط خطوط البلوك ومساقط الجسور  
والاعصاب ويصف البلوك وفق هذه الخطوط كما في الشكل «3-57»  
وتغلق فجوات البلوك قبل الصب بقطع البلوك المكسر والمونة الاسمنتية .



شكل «3 - 57» صف بلوك الهوردي فوق الكوفراج

ملاحظة (1) أحياناً تستخدم أعصاب مسبقة الصنع توضع مباشرة بين  
صفوف البلوك وتتألف هذه الأعصاب من حديد تسليح العصب وقاعدة بيتونية  
محيطة بالتسليح للعصب وهذه الأعصاب تستخدم مع اعتبار الأعصاب جوائز  
بسيطة بدون استمرار ويبين الشكل التالي مقطع في أحد هذه الأعصاب .

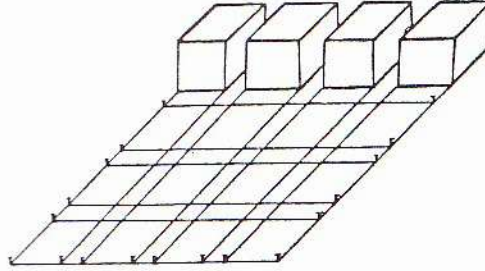


ملاحظة (2) يمكن باستعمال الدعائم المعدنية الاستغناء عن تنفيذ الاسواره  
على العمود وعن مورين القشاط ويتم في هذه الحالة تثبيت الفرس على الدعائم  
مباشرة وهذا ما يوضحه الشكل «3-52» .

## جـ- كوفراج البلاطات المعصبة :

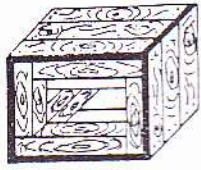
ان العقبة الكبرى في تنفيذ كوفراج البلاطات المعصبة هو تشكيل الفجوات الموجودة في هذه البلاطات ويتم تجاوز هذه العقبة بأن يتم تنفيذ كوفراج البلاطة كما في حالة البلاطة الهوردي بحيث يكون منسوب سطح الكوفراج مساوياً لمنسوب اسفل جسر البلاطة المعصبة وبعدها يتم تحديد أماكن وجود الفجوات بالطريقة التالية :

- 1- بواسطة المتر والاعتداد على المخططات ، يحدد على المسافة الفاصلة بين عمودين ابعاد تعاقب الفجوات مع الجسور حيث يدق مسمار في كل نقطة ويشد خيط بين كل مسارين متقابلين - شكل رقم «3-59» - ويعلم مكان وجود الخيط على الكوفراج .  
وتنفذ هذه العملية بالاتجاهين فنحصل على شبكة من الخطوط تحدد مساقط الجسور والفجوات .

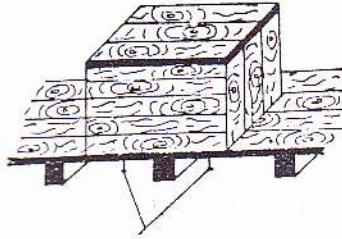


طريقة صف الفجوات فوق كوفراج البلاطة المعصبة شكل «3 - 59»

- 2- نقوم بعد ذلك بصف مكعبات أو متوازي مستطيلات يمكن أن تكون بلاستيكية أو معدنية جاهزة مسبقاً ولها أبعاد نموذجية ثابتة تراعى أثناء التصميم أو أن تكون خشبية تشكل بالورشة حسب الأبعاد المطلوبة وهي موضحة بالشكل «3-60» .



المكعب المصنوع من أكواب المورين والدف



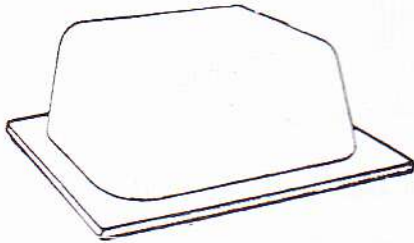
مسامير التثبيت

تثبيت المكعبات الخشبية مع القالب شكل «3-60»

ويلاحظ من الشكل أنه يجب تثبيت كعب مورين على محيط هذه القوالب من أجل تثبيت هذه القوالب مع سطح الكوفراج المركب سابقاً وذلك بدقها بالمسامير من الأسفل أي من السطح السفلي للكوفراج .

٣- بعد تثبيت جميع القوالب تركيب الأجناب الخارجية ويصبح الكوفراج جاهزاً للتحديد ومن ثم للصب .

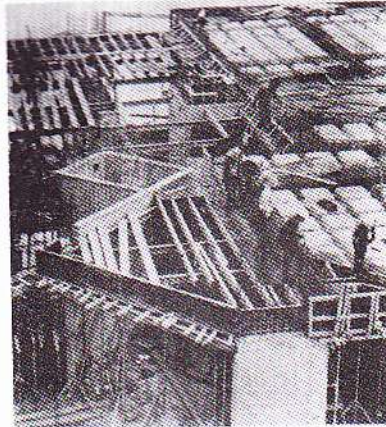
في حال استعمال الفجوات البلاستيكية أو المعدنية أو من الفيبركلاس شكل «3-61» لا داعي لفرش كل مساحة البلاطة بالدف ونكتفي بفرش الدف تحت الجسور فقط بينما تقوم الفجوات البلاستيكية أو المعدنية بهذه المهمة في باقي المناطق .



استخدام الفجوات البلاستيكية

في البلاطة المعصبة .

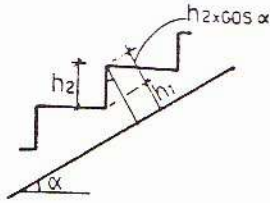
شكل «3-61»



سادساً : تركيب بعض الكوفراجات الخاصة :

### أ- كوفراج الأدرج :

يوضح الشكل «3-62» طريقة كوفراج السطح السفلي للدرج وذلك بعد تحديد مناسيب الميدة السفلية والعلوية بواسطة النيفو أو خرطوم الشقلة والمتر ، وتحدد أبعادها ومن ثم ينفذ كوفراج الجزء المائل ( كوفراج الشاخص ) المؤلف من دعائم وأفراس ومورين صلي ودف فرش . ويجب الانتباه إلى أن كوفراج جنب الشاخص يجب أن يكون ارتفاعه لا يقل عن القيمة الموضحة بالشكل «3-62» .

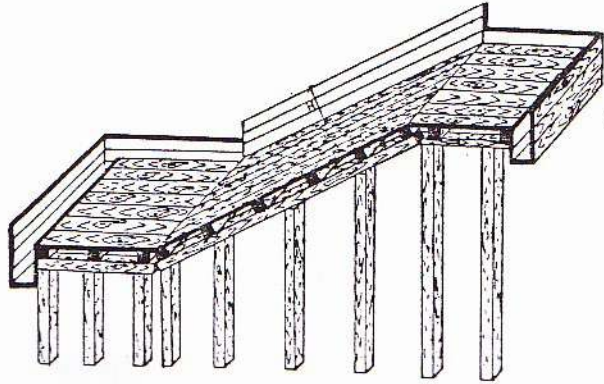


$$H = h_1 + h_2 \cos \alpha + T$$

سماكة الشاخص :  $h_1$

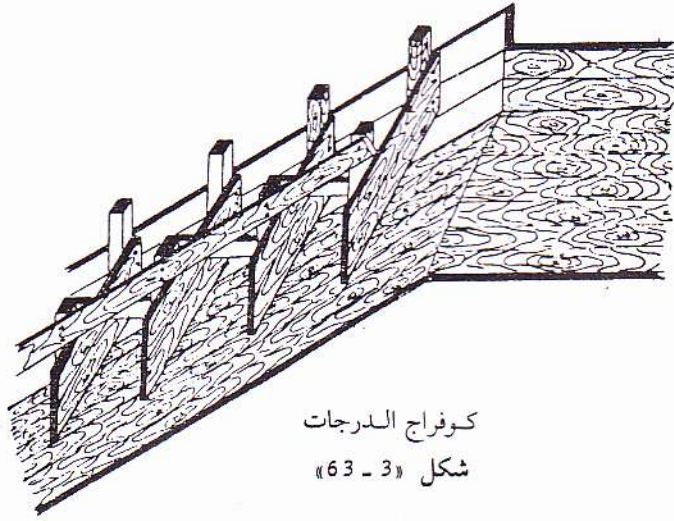
ارتفاع الدرجة :  $h_2$

سماكة الدف المستخدم :  $T$



كوفراج الدرج بدون كوفراج الدرجات شكل «3 - 62»

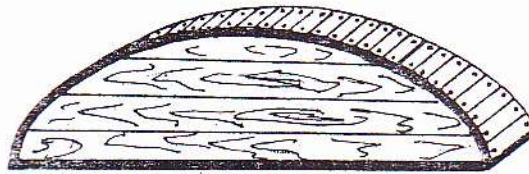
أما كوفراج الدرجات فيوضحه الشكل «3-63» وهو مؤلف من أجناب من الخشب طول الألواح فيه مساوية لطول الدرجة وارتفاع الجنب مساوي لارتفاع الدرجة ، تثبت هذه الألواح على أجناب الشاخص بالمسامير من الجنبين بحيث يرتفع حرفها السفلي عن سطح كوفراج الشاخص بما يساوي سماكة الشاخص الشاقولية وتدعم مع بعضها البعض وفق ما هو واضح بالشكل :



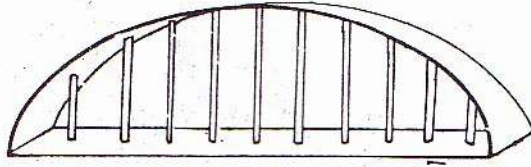
ب - الأقواس : يلجأ المعمارون في كثير من الأحيان إلى الإعتماد على الأقواس كجزء تزييني بحت أو كجزء تزييني فوق العتبات يكون حاملاً لما فوق العتبة من حمولات ، أما أسلوب تنفيذ الأقواس فيختلف باختلاف النجار المنفذ وطبيعة القوس ( شكله وفتحته ) ونوع المادة المستعملة في بناء القوس ( بيتون مسلح - مغموس - حجر ) ونوع الوسائل المستعملة في تشكيل الكوفراج ( خشب - معدن ) .

١ - الطريقة الأولى : طريقة الأقواس الجاهزة :

نستعمل في هذه الطريقة أقواساً خشبية أو معدنية منقذة مسبقاً بالورشة لها أبعاد ثابتة ويكون لها الشكل التالي :



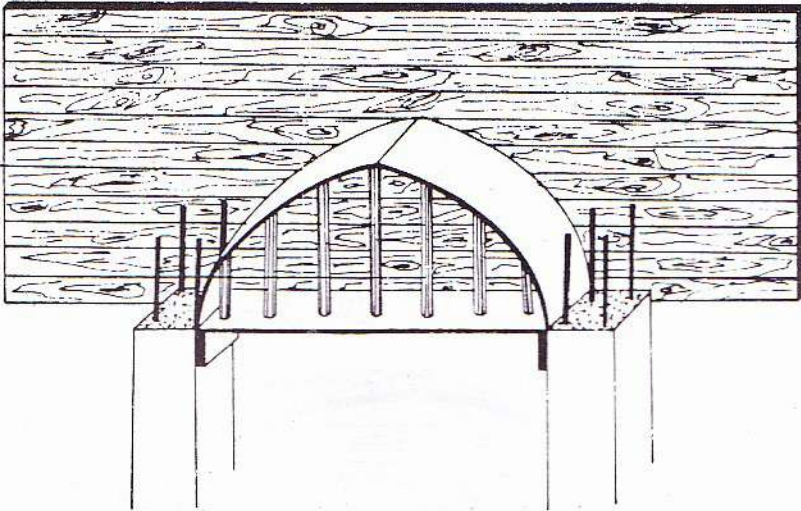
القوس الخشبي المسبق الصنع شكل « 3 - 64 »



القوس المعدني المسبق الصنع

أما أسلوب العمل بهذه الأقواس فيجري وفق الخطوات التالية :

- ١ - يتم تركيب أحد أجناب الجزء المراد تنفيذ الأقواس فيه شكل «3-65» .
- ٢ - يوضع القوس في مكانه المحدد ويثبت مع الجنب المركب كما هو واضح بالشكل «3-65» ويراعى أن يكون طول القوس المراد إنشاؤه بطول القوس المستعمل فإن لم يكن هذا الطول مساوياً لفتحة الضوء ما بين العمودين يجب انشاء عتبة ما بين العمودين (أو الجدارين) ومن ثم يوضع القوس فوق العتبة -



استعمال الأقواس الجاهزة في الكوفراج شكل «3 - 65»



٣ - في المرحلة الثالثة يتم تنفيذ شبكة حديد التسليح فيما إذا كان القوس من البيتون المسلح .

٤ - أخيراً يتم تركيب الجنب الثاني ويثبت باحكام مع الجنب الأول ويصبح الكوفراج جاهزاً .

تستعمل هذه الطريقة في حال كون القوس من البيتون المسلح أو المغموس وفي حال ثبات شكل وأبعاد القوس المنفذ لعدة مرات .

#### ٢ - الطريقة الثانية : طريقة الصفيحة الحديدية :

في هذه الطريقة نستعمل صفيحة معدنية بسماكة (1 mm) عرضها . يساوي عرض القوس المراد تنفيذه يثبت على هذه الصفيحة عرضياً قطع اسطوانية خشبية مستقيمة طولها يساوي عرض الصفيحة . ويتم التثبيت بالمسامير بعد ثقب الصفيحة والبعد بين القطعة والأخرى لا يتجاوز (15 cm) شكل رقم «3-66» .

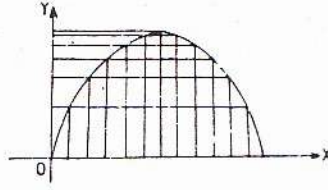


شكل «3 - 66»

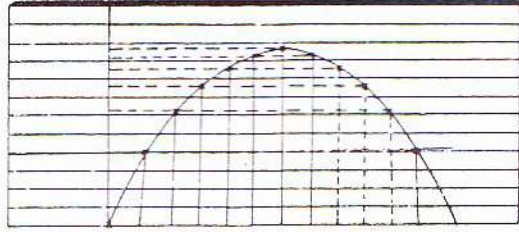
#### طريقة التنفيذ :

١ - يركب الجنب الأول كما في الطريقة السابقة مع العتبات بين الأعمدة شكل رقم «3-67» .

٢ - يرسم شكل القوس على هذا الجنب ويعلم بقلم رصاص أو بأداة حادة فإذا كان القوس دائرياً نحدد مركزه وندق مسمار فيه ثم نربط به خيطاً طوله يساوي نصف القطر ومن الطرف الآخر للخيط نربط القلم أو أداة التعليم ويتم التعليم بشد الخيط وتدويره حول المسمار فينتج الشكل المطلوب . أما إذا كان القوس له شكل غير دائري فيرسم شكله بطرق عديدة مثل طريقة الاحداثيات الموضحة بالشكل رقم «3-67» .

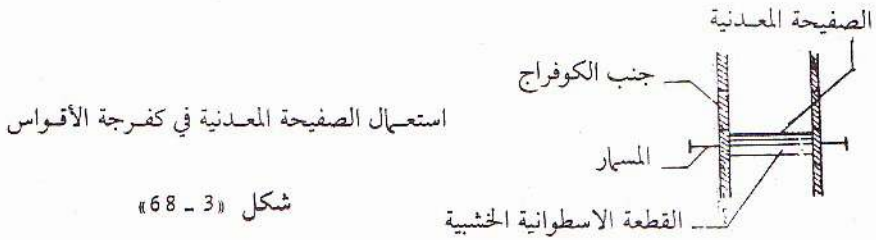
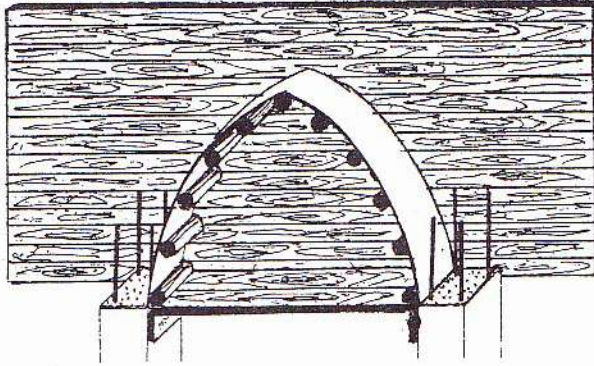


١- رسم شكل القوس على ورقة مليمترية وحساب احداثيات بعض نقاطه



٢- نقل الاحداثيات على جنب الكوفراج الذي سيشكل عليه القوس

شكل « 3 - 67 »



٣ - بعد تعليم شكل القوس يتم تثبيت أول قطعة خشبية في بداية المنحني ثم تثبت القطعة الثانية وهكذا دواليك حتى النهاية ، ويتم التثبيت بدق مسمار ما بين الجنب المركب و سطح القطعة الملاصق له وبحيث تكون الصفيحة المعدنية من الأعلى انظر الشكل «3-67» .

٤ - بعد ذلك تنفذ شبكة التسليح فيما لو كان القوس مسلحاً .

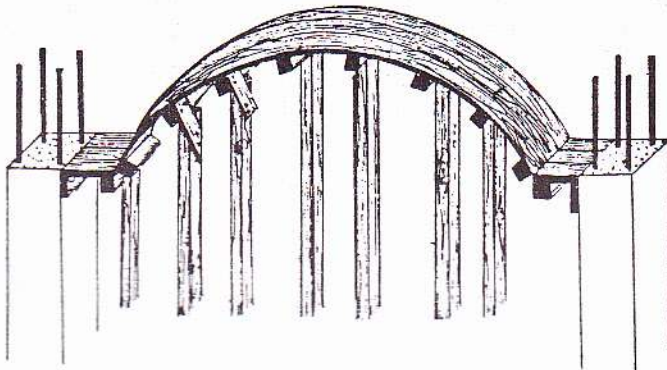
٥ - يثبت الجنب الثاني ويثبت الطرف الثاني للقطعة الخشبية الاسطوانية مع هذا الجنب بواسطة المسامير ويصبح القالب جاهزاً للصب ، ويمكن تركيب الجنب الثاني تدريجياً بالتوافق مع تركيب الصفيحة .

ملاحظة : يمكن بهذه الطريقة تنفيذ أية نوع من الأقواس . وبأي شكل كان ( دائري - قطعي - منحني غير نظامي ) .

٣ - الطريقة الثالثة : طريقة الكوفراج الخشبي العادي :

تستعمل هذه الطريقة في حالة الأقواس ذات الفتحات الكبيرة المسلحة منها والحجرية حيث يتم تنفيذها بنفس طريقة الكوفراج العادي ووفق المراحل التالية :

١ - يثبت في فتحة القوس وبصورة شاقولية دعائم على شكل حرف T بأطوال مختلفة تتناسب مع احداثيات القوس الشاقولية في نقطة وجود الدعمة شكل «3-69» .



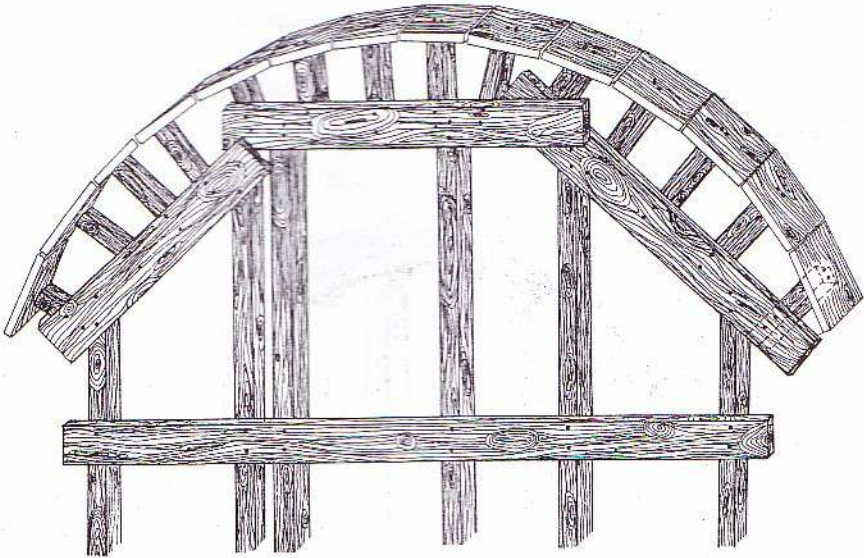
الكوفراج الخشبي العادي للأقواس شكل «3-69»

- ٢ - فوق الكعب الأفقي للدعائم يتم فرش دف بسماكة (1 cm) أو أقل حسب فتحة القوس بعد نقهه بالماء لمدة ٢٤ ساعة (راجع فقرة الخزانات الاسطوانية) وبحيث يستند على الدعائم ويأخذ شكل القوس انظر الشكل .
- ٣ - في حال كون القوس من البيتون المسلح يتم تنفيذ الأجناب والتسليح ويصبح الكوفراج جاهزاً .
- ٤ - إذا كان القوس من الحجر يتم بناء الحجر فوق الكوفراج وحين الانتهاء يتم فك الكوفراج .

الطريقة الرابعة : طريقة تقسيم القوس الى أوتار صغيرة :

هذه الطريقة غالباً ما تستعمل إذا ما أريد تنفيذ قوس كبير على جدار لغاية تزيينية يتم العمل في هذه الطريقة وفق ما يلي :

- ١ - يتم رسم القوس على الجدار أو القالب المراد إنشاء القوس عليه



شكل (3 - 70)

- ٢ - يتم تقسيم محيط القوس إلى أوتار يكون طولها متناسب مع الدقة المطلوبة ومع حجم القوس .
- ٣ - يتم نشر قطع من الدف بطول الأوتار وعرضها بنفس عرض القوس المطلوب .
- ٤ - تتركب هذه القطع مع بعضها وفق ما هو واضح بالشكل «3-70» .
- ٥ - ينفذ حديد التسليح بعد ذلك ويركب الجنب الخارجي ومن ثم يجري الصب .

#### ملاحظات حول طرق تنفيذ الأقواس :

- ١ - هذه الطرق ممكن أن تنفذ لأقواس مسلحة لها عمل إنشائي أو لأقواس تزيينية .
- ٢ - هناك طرق أخرى عديدة غير هذه الطرق . وهنا استعرضنا أهم الطرق وأكثرها انتشاراً .
- ٣ - يمكن أن تستعمل هذه الطرق لأعمال غير الأقواس مثل تنفيذ فتحات ضمن الجدران أو السقوف .

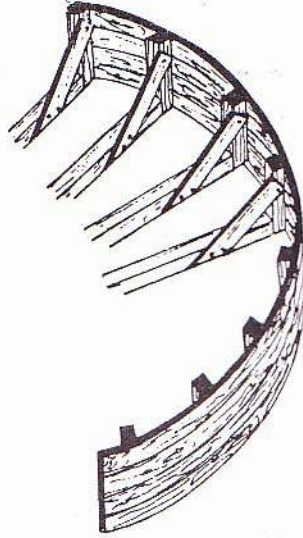
#### ج- المنشآت الاسطوانية : « خزانات المياه الدائرية »

الكوفراجات الاسطوانية يكثر استعمالها لخزانات المياه وللبرك التزيينية وللفتحات الدائرية في بعض المنشآت الخاصة ، ويستعمل في تنفيذ كوفراجها ، دف رقيق بسماكة لا تتجاوز (1cm) . ويتم العمل كمايلي :

١ - يحدد مركز مسقط الاسطوانة الافقي ويدق مسار فيه ويربط خيط في هذا المسار طوله يساوي نصف القطر ويعلم المحيط الداخلي والخارجي للاسطوانة .

٢ - نبدأ بتركيب احد الاجناب المحيطية للاسطوانة ويتحدد الجنب الواجب البدء فيه بالوضع الانسب لتركيب حديد التسليح « في الخزانات غالباً ما نبدأ بالمحيط الخارجي » والخطوة الاولى في عملية التركيب هي تحديد نقاط على المحيط

التباعد بينها نصف متر تقريباً على الاقل ويتم فوقها تثبيت مورينات شاقولية تبعد عن المحيط بمقدار سماكة خشب الدف وتثبت مع الارض بواسطة دفشارات وثقالات « الشكل 71-3 » .



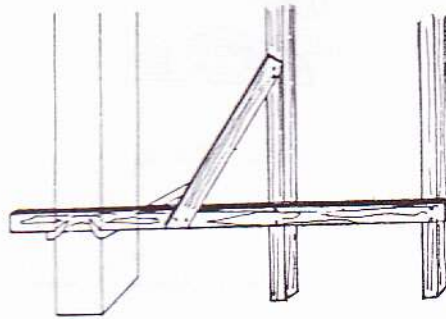
تركيب الجنب الداخلي  
شكل « 3 - 71 »

٣ - بعد نقع الدف الرقيق في المياه لمدة كافية (24) ساعة على الاقل بحيث يصل الى الليونة المناسبة يثبت على المورينات الشاقولية بواسطة المسامير حتى نصل الى الارتفاع المطلوب .

٤ - بعد الانتهاء من عملية تشكيل هيكل التسليح نبدأ بتنفيذ الجنب الثاني بنفس الطريقة ويتم التأكد من ثبات المسافة بينها ( بقدر سماكة الجدار ) بواسطة قطعة خشبية لها نفس سماكة الجدار تدعى بالقفل تقاس بها المسافة بين الجنبين في النقاط المراد التأكد من صحة السماكة عندها .

٥ - فيما اذا كان بالإمكان تدعيم الجنب الثاني مع الارض يتم التدعيم بواسطة الدفشارات والثقالات ( حالة الخزانات الارضية ) أما في غير ذلك ( الاجناب الخارجية لخزانات المياه العالية ) فيتم تدعيم هذا الجنب مع شبكة محيطية من المورين والدف تحيط بالخزان وترتكز على الارض وتمتد حتى اعلى الخزان

ويتم إنشاؤها بالتوافق مع عملية انشاء الخزان. تتألف هذه الشبكة من مورين شاقولي محيط بالخزان وفق محيطين يزيد احدهما عن الثاني بحدود ( ١ ) متر وتربط هذه المورينات مع بعضها البعض بواسطة الواح من الدف بشكل افقي ومائل كما تربط الشبكة كلها مع اعمدة الخزان بواسطة الواح من الخشب مدقوقة ومربوطة مع الشبكة ومثبتة مع الاعمدة بواسطة الملازم «شكل 3-72» بحيث تحقق لهذه الشبكة المتانة الكافية لتدعيم الجنب الخارجي للخزان الذي غالباً ما يكون ارتفاعه كبيراً. كما يستفاد منها كسقالة تفيد في عملية تركيب الكوفراج.



شكـل ( 3 - 72 ) تثبيت دعائم السقالة مع اعمدة الخزان

- يتم ربط الجنين مع بعضها البعض بربط المورينات الشاقولية المتقابلة مع بعضها بواسطة قضبان ملساء من الحديد قطر (6cm) تتوضع على ارتفاعات مختلفة .

ملاحظة : في حال كون الخزان بارتفاع كبير جداً وفي حال توفر الامكانيات يستعاض عن الشبكة الخشبية بشبكة معدنية تنفذ بنفس طريقة التدعيم بالقواعد الحديدية متوازية المستطيلات

طريقة ثانية لتنفيذ كوفراج المنشآت الاسطوانية :

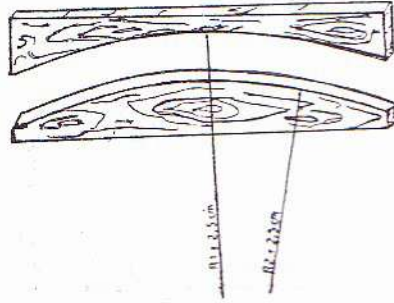
وهي طريقة أفضل فنياً من الطريقة السابقة ولكنها أكثر كلفة وتحتاج لتجهيزات لا يمكن استخدامها إلا لقطر معين أي أننا نحتاج لتجهيز خاص لكل

قطر من أقطار هذه المنشآت الاسطوانية .

هذه التجهيزات هي عبارة عن قطع خشبية أحد حوافها مستقيم والثاني مقعر أو محدب حسب مايلي :

أ - بالنسبة للقطع المستعملة في الجنب الخارجي للمنشأة تكون مقعرة وقطر التقرع يساوي القطر الخارجي للمنشأة مضافاً اليه (2.5) سماكة الخشب المستعمل شكل «74-3» .

$R_1$  القطر الخارجي  
 $R_2$  : القطر الداخلي

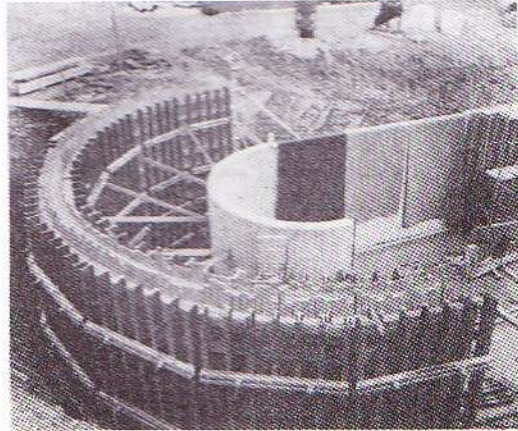


شكل «74-3»

ب - بالنسبة للقطع المستعملة في الجنب الداخلي للمنشأة تكون محدبة وقطر التحدب يساوي القطر الداخلي للمنشأة مطروحاً منه (2.5cm) سماكة الخشب المستعمل شكل «74-3» . ويبين الشكل (75-3) طريقة استعمال هذه القطع في كفجرة المنشآت الاسطوانية .

طريقة الثانية في كفجرة  
القطع الاسطوانية

شكل «75-3»





## د- كوفراج القبة الكروية :

من النادر ان يمر على المهندس تنفيذ قبة أو قوس في حياته العملية رغم ان هذين المنشأين يمتازان بمزايا هامة جداً تجعل من واجب المهندس التفكير جدياً باستعمالهما في تصاميمه ، فهما يعتبران مظهراً هاماً من مظاهر فن العمارة العربي ، اضافة الى ذلك اقتصاديتهما ، فهما إما أن ينفذان من الحجر أو الآجر أو أنهما يستهلكان القليل من حديد التسليح فيما إذا تمت مقارنتهما بالمنشآت الأخرى . أيضاً فهما يكسبان البناء جمالية خاصة . ورغم ذلك فالكثير من المهندسين يجمعون عنهما بسبب صعوبة تنفيذهما والتقنية العالية المطلوبة لهذا الأمر . وهنا سنشرح بعض الاساليب العملية البسيطة المستخدمة في تنفيذ قبة بوسائط غاية في البساطة والاقتصادية .

### ١- الاسلوب الاول : تنفيذ القبة على مراحل : مرحلة التحضير :

١ - يتم انشاء الكوفراج للبلاطة التي تحمل القبة ( حالة قبة منفذة فوق بلاطة ) مع تنفيذ كوفراج الاجزاء الحاملة للقبة ( جسر دائري ساقط أو مخفي - اعمدة ) .

٢ - في حال كون الجسر مخفي يعلم المحيط الداخلي للقبة على كوفراج البلاطة وعلى هذا العلام ينفذ جنب على شكل مسقط للقبة ويكون ارتفاع هذا الجنب مساوياً لسماكة البلاطة أو الجائر المخفي ، أما في حال وجود جسر ساقط فيرفع الجنب الداخلي للجسر ( الجنب المقابل للسطح الداخلي للقبة ) بمقدار سماكة البلاطة .

ملاحظة : يتم تغطية المنطقة الداخلية التي يحصرها هذا الجسر بالخشب للوقوف عليها اثناء العمل وفي حال عدم وجود بلاطة محيطة بالقبة يتم نصب سقالة محيطة تستخدم أثناء العمل .

٣ - ينفذ حديد تسليح البلاطة والجسور ويجب رفع حديد تسليح القبة المشترك مع البلاطة والجسور نحو الاعلى بطول لا يقل عن طول التماسك المطلوب .

٤ - يجري صب البلاطة والجسور وفق الطرق المعروفة ، ويجب ترك المنطقة المشتركة بين البلاطة والقبة بخشونة مناسبة حتى يتم التلاصق مع بيتون القبة بشكل جيد .

- مرحلة التنفيذ :

بعد وصول بيتون البلاطة والجسور الى قساوة مناسبة ( اربعة ايام على الاقل ) يبدأ العمل بمرحلة تنفيذ القبة وفق الخطوات التالية :

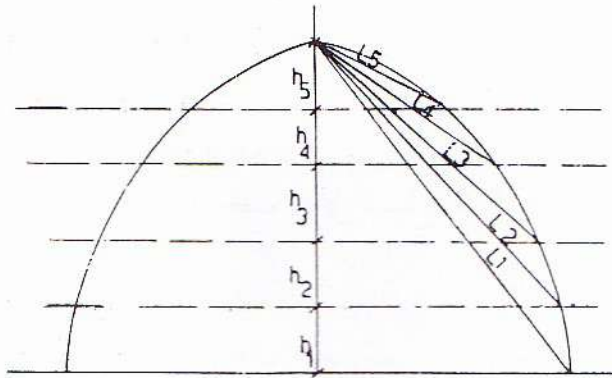
١ - على ورقة خارجية ( بيانية ) يتم رسم مقطع شاقولي للقبة مار من قمته بقياس معين ، وعلى هذا المقطع يتم تقسيم سهم القبة ( ارتفاعها ) الى أقسام تصغر كلما اقتربنا من القمة والعوامل التي تحدد ابعاد هذه الاقسام هي :

١ - حجم القبة المطلوب .

٢ - الدقة المطلوبة .

٣ - المواد المستعملة ( حجر - بيتون مسلح - آجر ) .

فقط القسم الأخير يكون ارتفاعه ثابتاً ومساوياً لارتفاع القبة الخشبية أو المعدنية المسبقة الصنع والتي تستعمل لكفرجة ما يدعى بالقفل أي قمة القبة .



الرسم البياني للقبة شكل « 3 - 76 »

- من نهاية هذه الاقسام تنشأ مستقيمت أفقية تتقاطع مع المنحني المحدد

لمقطع القبة الشاقولي وتقاس المسافة ما بين قمة القبة ونقطة التقاطع (الاطوال) :  
 $L_3 - L_2 - L_1$  . . . ) وتكتب على الشكل .

٢ - ننتقل الى مكان العمل . وننصب مورينة مكان محور العتبة بشكل شاقولي وبطول يساوي الارتفاع الداخلي للقبة . ونركز في رأسها مسمار يربط به خيوط ( تدعى هذه المورينة بالدليل ) .

بواسطة هذا الخيوط وبعد تحديد الطول  $L_1$  عليه وتدويره حول المسمار ، نحصل على منحني يمثل مسقط القبة الأفقي (المحيط الذي يحدده الطول  $L_1$ ) .

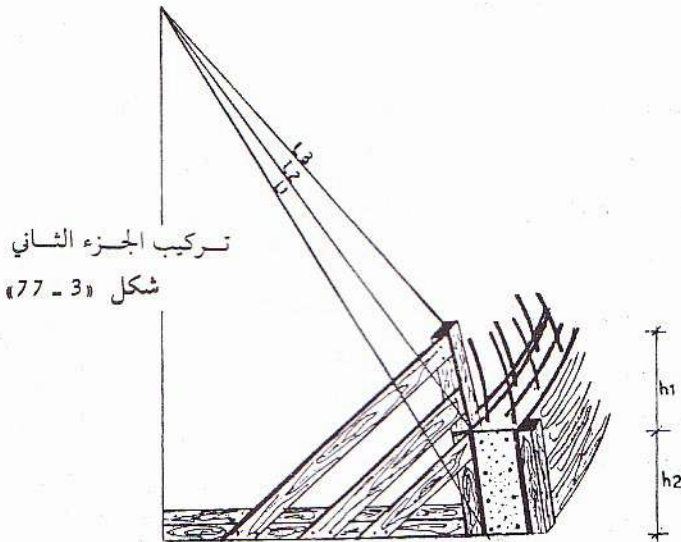
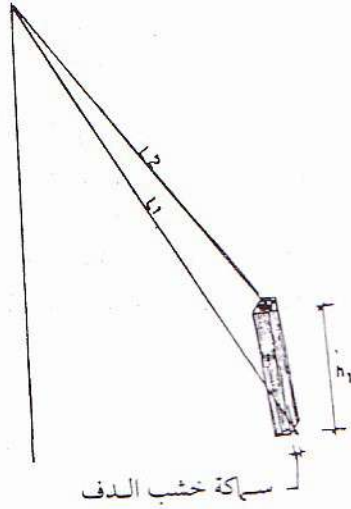
٣ - على المحيط الذي يحدده الطول  $L_1$  نقوم بتركيز اكعاب مورين طوها يساوي الارتفاع  $h_1$  (أو أكبر) الحرف السفلي للوجه الخارجي لكل كعب ( الوجه الملامس للسطح الداخلي للقبة ) هذا الوجه يتوضع على بعد يساوي سماكة خشب الدف من المحيط الذي يحدده الطول  $L_1$  . أما على ارتفاع  $h_1$  من اسفل هذا الوجه فيكون متوضع على المحيط الذي يحدده الطول  $L_2$  (يحدد هذا المحيط بقياس طول  $L_2$  على الخيوط وتدويره حول المسمار) أيضاً يكون حرف كعب المورين على بعد يساوي سماكة خشب الدف المستعمل شكل «3-76» .

تثبت الاكعاب على هذا الشكل بالطرق المعروفة « مثلاً التقاليد والدفشارات » ثم وبمقابل كل كعب وعلى بعد يساوي سماكة جدران القبة يثبت كعب مورين آخر يوازي المورين الأول « إذا كانت سماكة القبة ثابتة » هذا الكعب يستعمل لتشكيل الجنب الخارجي لجدار القبة .

٤ - ألواح الخشب المستعملة في تشكيل الاجناب تؤخذ بسماكة صغيرة (1cm) على الاكثر وتنقع بالماء لمدة لاتقل عن 24 ساعة لتحصل على ليونة كافية تؤخذ بعدها وتثبت على مورين الجنب الداخلي والخارجي بحيث يتنج لدينا في النهاية كوفراج مماثل لكوفراج المنشآت الاسطوانية ولكنه يميل عن الشاقول قليلاً .

٥ - بعد تنفيذ شبكة التسليح المطلوبة يجري صب هذا القسم ويجب رفع حديد التسليح المشترك مع الاقسام العلوية للاعلى .

٦ - كوفراج الارتفاع الثاني  $h_2$  ينفذ بعد صب الجزء  $h_1$  وبدون فكه واما طريقة التنفيذ فتبقى نفسها في الجزء ( $h_1$ ). الحرف الاسفل للوجه الداخلي لكعب

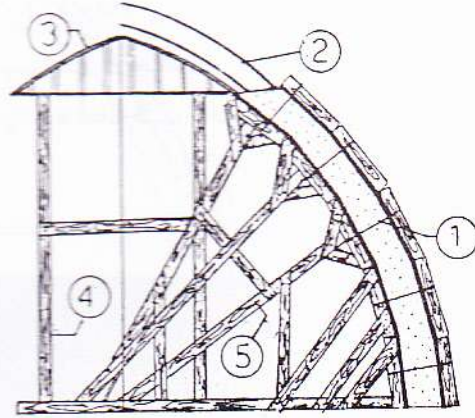


المورين يثبت على المحيط ( $L_2$ ) وعلى بعد يساوي سماكة الخشب وعلى ارتفاع ( $h_2$ ) يكون هذا الوجه متوضعاً على المحيط الذي يحده  $L_3$  وعلى بعد منه يساوي سماكة الخشب أيضاً كما ينفذ جنب خارجي موازي له وعلى بعد يساوي سماكة القبة .

٧ - تكرر العملية على الاجزاء  $h_3 - h_4 - h_5 \dots$  بنفس الطريقة حتى نصل الى القسم الاخير - القفل - ويجب الانتباه على عدم فك الكوفراج الداخلي في هذه الاقسام .

٨ - ينفذ القفل بتهيئة كوفراج الجاهز في مكانه بشكل جيد « شكل 3-78 » ونتمم شبكة التسليح ثم تجري عملية الصب بدون استعمال جنب خارجي وذلك بالاعتماد على بيتون ذو سيولة قليلة .

- ① قضبان (6mm) لربط الجنبين مع بعضهما
- ② قضبان تسليح القبة
- ③ كوفراج قمة القبة المجهز مسبقاً «القفل»
- ④ دعائم القفل
- ⑤ دعائم الجنب الداخلي



شكل « 3 - 78 »

ملاحظة : من الممكن تنفيذ الجنب الداخلي للقبة دفعة واحدة بنفس الطريقة المشروحة أما الجنب الخارجي فيجزأ على مراحل بحيث تنفذ المرحلة ( $h_2$ ) مثلاً بعد صب المرحلة ( $h_1$ ) أما المرحلة ( $h_3$ ) فتصب مع المرحلة ( $h_5$ ) دفعة واحدة حيث لا داعي لتنفيذ جنب خارجي للمرحلة  $h_5$  (القفل) .

## الاسلوب الثاني :

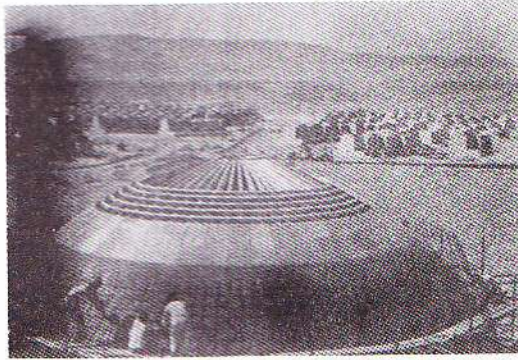
يعطي استخدام هذا الاسلوب نتائج أفضل ولكنه يحتاج لتحضيرات خاصة مؤلفة من قطع خشبية منحنية وهي عدة أنواع :

١ - الفرس : وهي قطع منحنية شكلها مماثل لنصف المنحني لمقطع رئيسي للقبة . وشكلها ثابت على كل محيط القبة .

٢ - الصلية : قطع خشبية دائرية ذات أقطار مختلفة تزداد من قطر مسقط القبة الافقي مطروحاً منه سماكة الخشب المستعمل ) حتى تصبح دوائر صغيرة توضع في أعلى كوفراج القبة .

٣ - خشب الفرشة : ويمكن ان يكون ألواح من خشب الشوح ذات سماكة صغيرة أو من القطع الخشبية المسماة «بولي وُد» .

يبين الشكل «3-79» طريقة تركيب هذه الاجزاء مع بعضها لتشكيل كوفراج الجنب الداخلي للقبة الذي ينفذ دفعة واحدة أما الجنب الخارجي فينفذ على مراحل كما في الاسلوب الأول .



شكل «3 - 79»

## ٢- الاسلوب الثالث : طريقة نصف المنحني المتمفصل :

تستعمل هذه الطريقة لبناء القبة من الحجر أو الآجر وهي غالباً ما تكون ذات أحجام صغيرة .

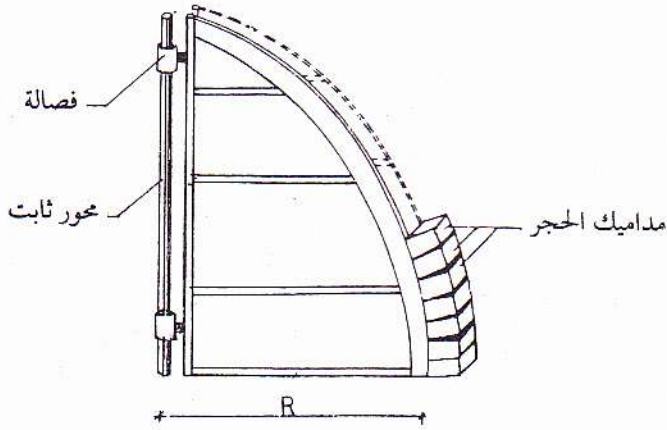
وفي هذه الطريقة نستعمل التركيب المبين بالشكل «3-80» والمؤلف من :

آ - محور معدني اسطواني يثبت في محور القبة المراد انشاؤها وبصورة محكمة .

ب - قطعة منحنية متمفصلة مع المحور السابق سطحها الخارجي يأخذ

شكل نصف المنحني الداخلي للقبة ويمكن أن يدور حول المحور المعدني

بزاوية  $360^\circ$



R : نصف قطر قاعدة القبة من الداخل

طريقة نصف المنحني المتمفصل شكل «3 - 80»

طريقة العمل بهذه الطريقة :

١ - بعد تثبيت المحور في مكانه يتم البدء ببناء المدامك الأول الذي يلامس

بمحيطه الداخلي الحرف الخارجي لربع المنحني . وعند الانتهاء من تثبيت أحد

الأحجار يتم تدوير المنحني ليلامس الحجر الذي يتم تثبيته بدوره .

٢ - بعد انتهاء المدماك الأول نتقل للمدماك الثاني وينفس الطريقة وهكذا حتى نصل الى نهاية القبة حتى يركب حجر القفل .

#### الاسلوب الرابع :

يستخدم هذا الاسلوب لتنفيذ سقوف الافران من الاجر حين لا يكون للشكل الخارجي للقبة الناتجة تأثير كبير وهي تنفذ كما يلي :

١ - تثبت أكعاب مورين بشكل شاقولي في مسقط القبة تؤخذ أطوالها بحيث تشكل حوافها العلوية شكل قريب من السطح الداخلي للقبة شكل «3-82» .

٢ - تدق على رؤوس هذه الأكعاب طبشات من الدف بجميع الاتجاهات

٣ - فوق هذه الأكعاب والطبشات يمد شادر أو أكياس خيش وتثبت مع الأكعاب ثم يضاف الرمل فوق هذا الشادر ويفرش بحيث يأخذ سطح شكل القبة المطلوب بناؤها .

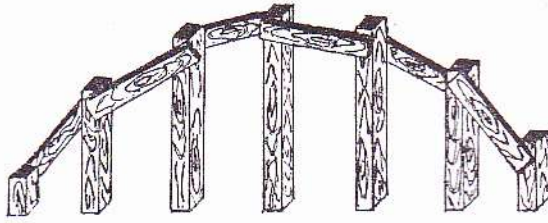
٤ - فوق القبة الرملية هذه يبني الأجر ويستخدم لهذا الأمر آجر خاص ويصب فوق طبقة الأجر هذه طبقة من المونة الاسمنتية بسماكة (8-10cm) .

٥ - بعد جفاف المونة وتصلبها تفكك الاكعاب الخشبية الطبشات والشادر ويرحل الرمل من داخل القبة .

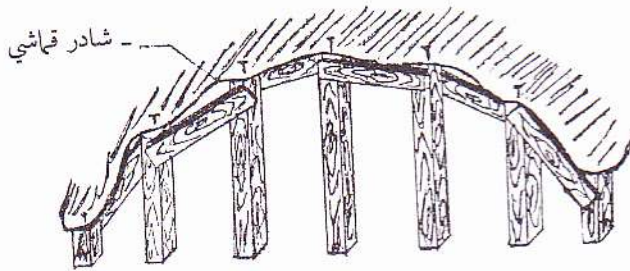
٦ - عادة يغطي السطح الخارجي لهذه القبة بالرمل والملح لحفظ الحرارة .

ملاحظة : هناك طرق أخرى عديدة تختلف بحسب اختلاف القبة والوسائل المتوفرة .

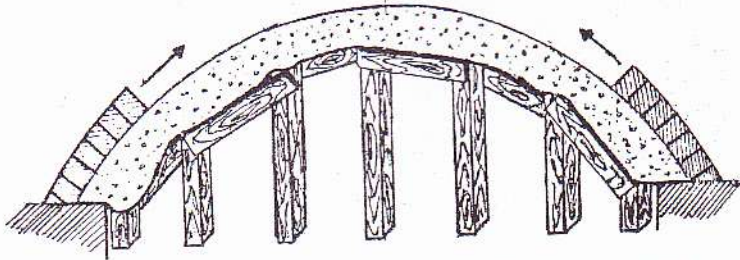




المرحلة الأولى : تركيب أكتعاب المورين والطيش



المرحلة الثانية : مد الشادر



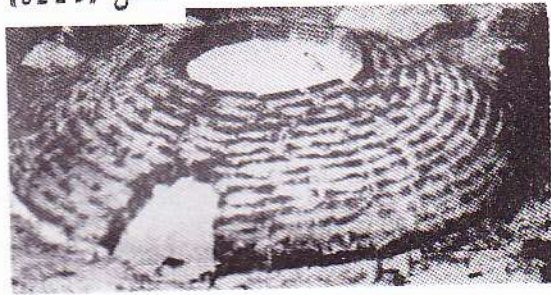
المرحلة الثالثة : استخدام الرمل في تشكيل السطح الداخلي للقبة

شكل « 3 - 82 »

المرحلة الرابعة :

بناء جسم القبة

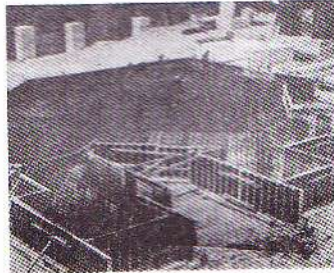
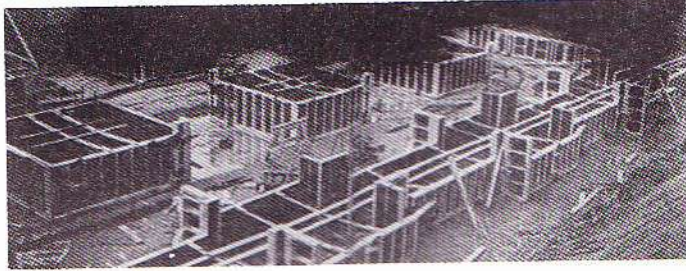
شكل « 3 - 83 »



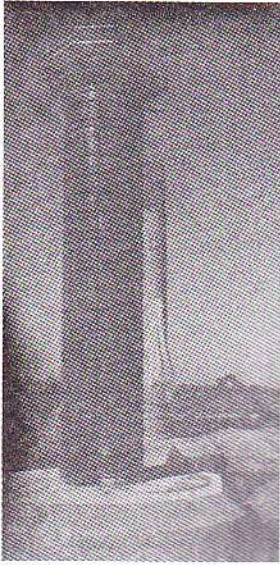
## النوع الثاني : الكوفراجات المعدنية

تتألف مفردات الكوفراجات المعدنية من صفائح حديدية عولجت سطوحها الداخلية بحيث تقاوم تأثير الماء والبيتون والتلاصق مع البيتون ودعمت سطوحها الخارجية بعوارض معدنية لتكسيبها المتانة الكافية وتحتوي هذه العوارض على ثقب لتثبيت القطع مع بعضها البعض ولتثبيت أجزاء تدعيم الكوفراج والمؤلف من قساطل تتم فصل مع قطع الكوفراج عن طريق مفاصل ثابتة ، ويمكن التحكم بأطوال هذه القساطل عن طريق قلاوظ أو بطريقة هيدروليكية .

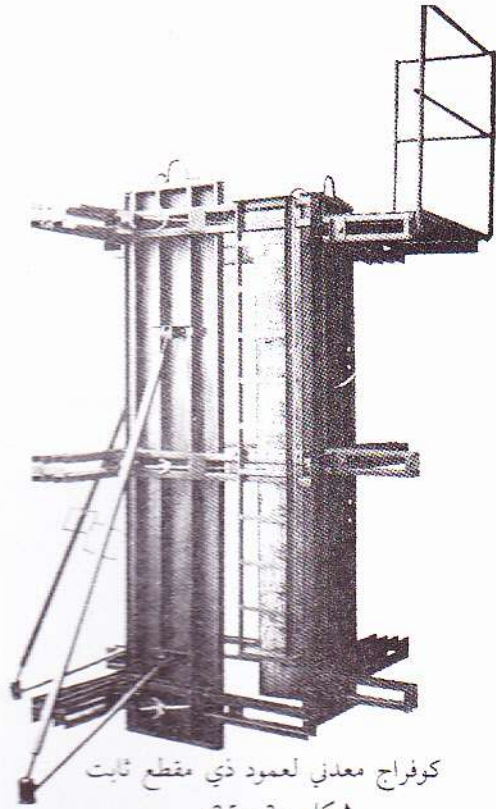
على كل حال لا يمكن حصر مواصفات عامة للقوالب المعدنية إذ أن تعدد الشركات التي تعمل في حقل صناعة وتطوير هذه القوالب أدى الى تعدد الاساليب والمواصفات لهذه القوالب بشكل كبير بحيث يصعب حصرها ، وبالتالي سنكتفي في هذا البحث باستعراض بعض النماذج لبعض أجزاء المنشأ دون شرح طريقة عملها إذ أن الأشكال تتحدث عن نفسها .



كوفراج اساسات مفردة ومستمرة وحصيرة مسلحة شكل (3- 84)



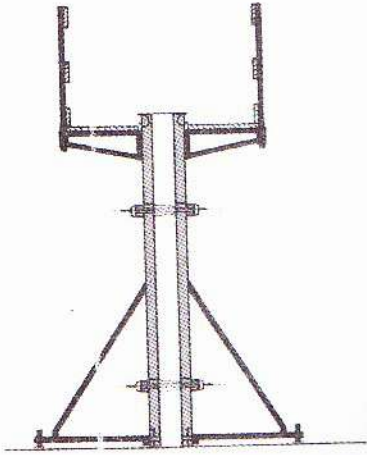
كوفراج معدني لعمود دائري  
شكل « 3 - 86 »



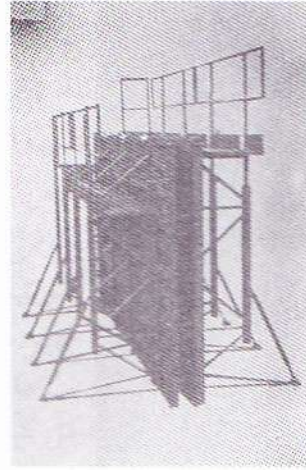
كوفراج معدني لعمود ذي مقطع ثابت  
شكل « 3 - 85 »

كوفراج معدني لعمود متغير العظالة  
شكل « 3 - 87 »



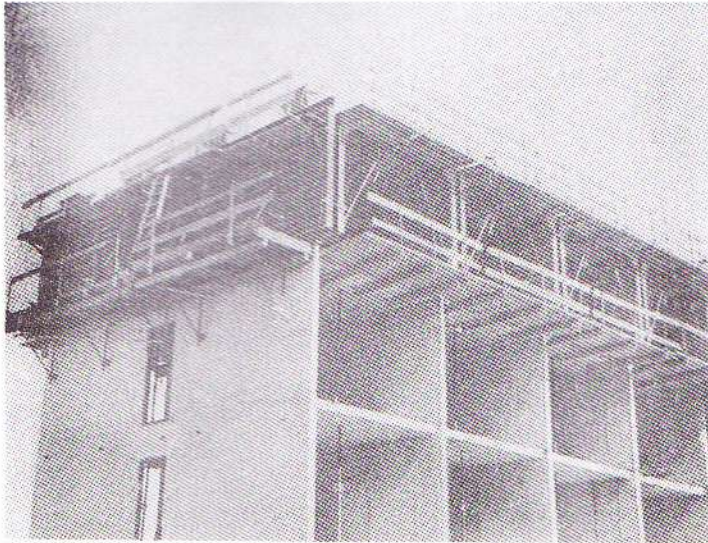


مقطع في كوفراج معدني لجدار

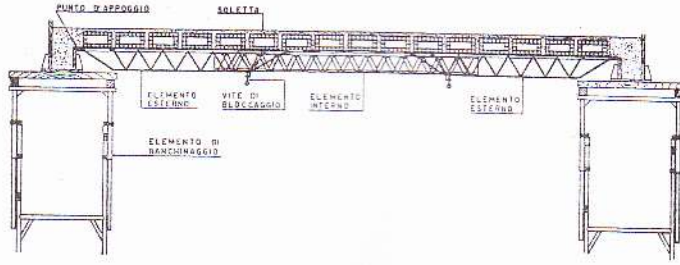


كوفراج معدني لجدار

شكل (3 - 88)



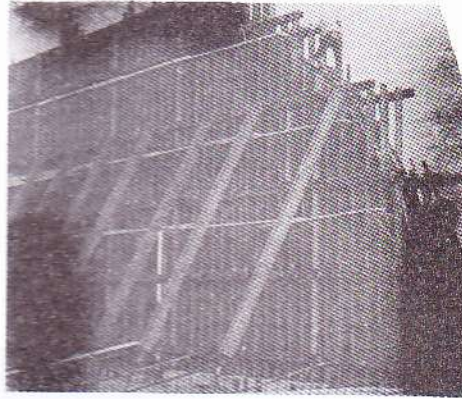
كوفراج معدني لبلطة جائزية مع جدرانها شكل (3 - 89)



كوفراج معدني لبلاطة هوردي شكل «3-90»

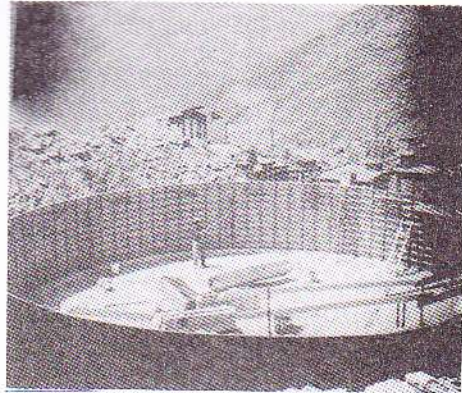
كوفراج معدني لقوس

شكل «3-91»



كوفراج معدني خزان أرضي دائري

شكل «3-92»

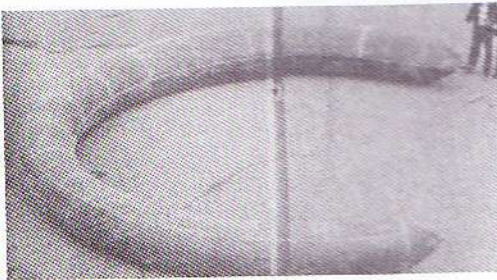




كوفراج قبة اسطوانية مع استخدام  
الواح خشبية لسطح الكوفراجات  
«كوفراج مختلط»  
شكل «3 - 93»

كوفراج منزلق (مختلط)

شكل «3 - 94»



استعمال الانابيب المطاطية المملؤة بالهواء  
للحصول على سطوح منحنية (كوفراج مختلط)

شكل «3 - 95»



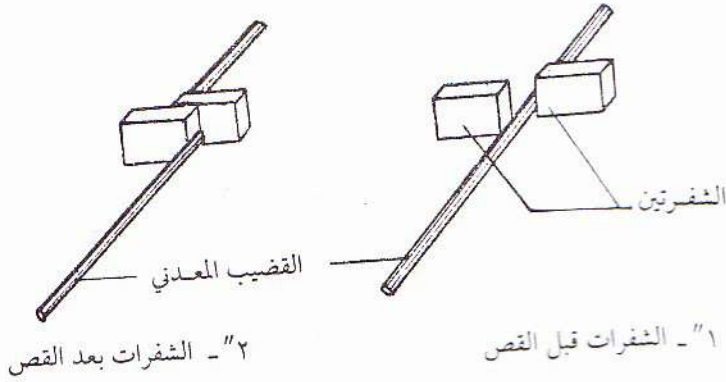
## البحث الرابع

### أعمال حديد التسليح

إن مهنة حداد البيتون المسلح مهنة دقيقة وفنية لدرجة كبيرة ، والحداد يعتبر بحق المنفذ الحقيقي لمخططات وتصاميم المهندسين الانشائيين على الواقع . ويقدر ما يكون الحداد متفهماً لعمله بقدر ما يكون تنفيذ التصميم صحيحاً . ويقدر ما يكون المهندس الإنشائي متفهماً لطبيعة عمل الحداد وحدود إمكانيات العمل بقدر ما يكون التصميم واقعياً ، فالتعامل مع الحديد هو فن قائم بذاته ومن الواجب على المهندس أن يكون إطلاعاً على هذا الفن وثيقاً ، لكي لا يتعد بتصميمه عن الواقع ولمتابعة عملية تنفيذ التصميم أثناء العمل .  
وضمن هذا البحث سيطلع المهندس على أهم الوسائل والطرق المتبعة في معالجة حديد التسليح .

أولاً : الأدوات والعدة التي يستخدمها الحدادون في أعمال البيتون المسلح :

١ - مقص حديد التسليح : وهو جهاز يتألف من ذراع معدني طويل ينتهي بمسنة معدني وقطعتين من الفولاذ القاسي تدعى بالشفرات تتحركان في مستوى أفقي بشكل متعاكس بحيث أنه إذا تم الضغط على الذراع المعدني نحو الأسفل والمتفصل مع المسنة يقوم المسنة بتحريك القطعتين باتجاه بعضها وبمحيط يتلامس الوجهان المتقابلان منها وهذا يجعلها يقطعان أي شيء يعترض طريقهما وهكذا يتم قص القضيب المعدني الموضوع بينهما كما في الشكل «1-4» .

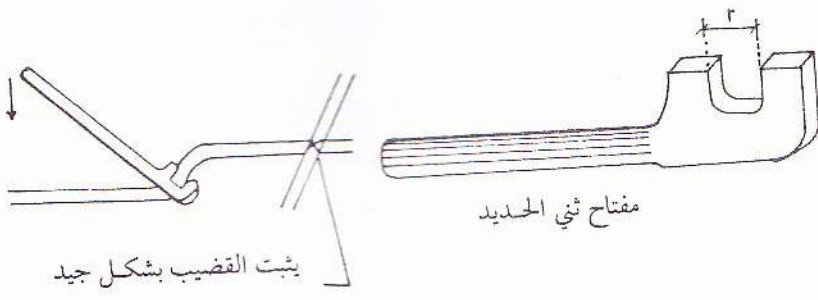


شكل «4-1»

بشكل عام فالقص هذا يعمل بنفس طريقة عمل مقص الأقمشة المعروف . ويستعمل لقص القضبان ذات الأقطار الصغيرة ، أما بالنسبة للأقطار الكبيرة فوق (16mm) فغالباً يتم قصها بواسطة مقص الجليخ أو بواسطة مقصات كهربائية أو بواسطة اللحام (القوس الكهربائي) .

٢ - مفتاح الشق لثني الحديد :

وهو الأداة المستعملة في ثني وتكسيح حديد التسليح ذو الأقطار الصغيرة حتى (16mm) وهو مبين بالشكل «4-2» الذي يبين طريقة العمل بمفتاح الشق .

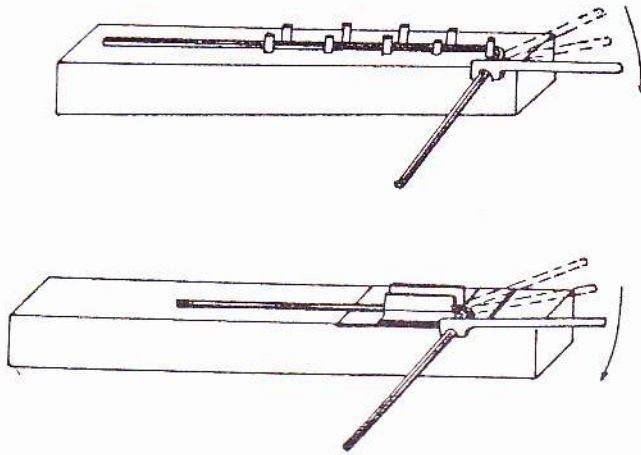


شكل «4-2»



٣- القطاعة : أداة تشبه البانسة تستعمل لترابط حديد التسليح بواسطة شريط التريبط .

٤- الطعاجة اليدوية : وهي عبارة عن مورين من الخشب ثبت عليها وبصورة عمودية قطع من قضبان التسليح قطر «10mm» (على الأغلب ، على صفيين ، التباعد بينهما يساوي قطر حديد التسليح المراد ثنيه وطريقة عملها موضحة بالشكل «3-4» .

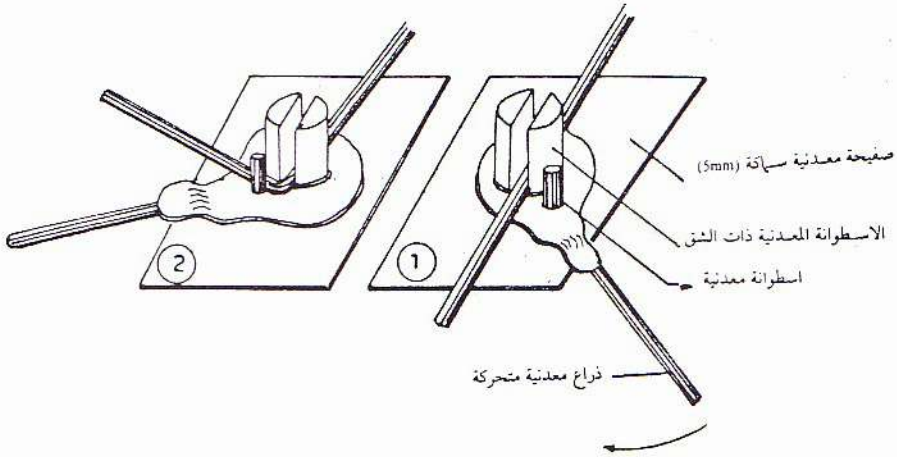


شكل «3-4» الطعاجة اليدوية

ويمكن أن تصنع هذه الطعاجة باستبدال قطع القضبان بزوايتين من الحديد شكل «3-4» .

الطعاجة ذات الذراع المتحرك « اللفافة » : تتألف من صفيحة معدنية بسماكة (5mm) ثبت في منتصفها وبصورة شاقولية اسطوانة معدنية مصممة قطرها يتراوح ما بين (5cm-10cm) لها شق طولي شاقولي في منتصفها ، عرضه مماثل لأقطار حديد التسليح المراد ثنيه ويتداخل مع هذه الإسطوانة صفيحة معدنية على شكل

مضرب ريشة لها ذراع لتدويرها حول الإسطوانة وعلى بعد معين من الإسطوانة ثبت على هذه الصفيحة اسطوانة أخرى صغيرة . وبين الشكل «4-4» طريقة عمل هذه الطعاجة .



الطعاجة ذات الذراع المتحرك شكل «4 - 4»

بالنسبة للأقطار الكبيرة والتي لا يمكن ثنيها يدوياً فيتم ثنيها بواسطة آلة الثني الكهربائية والتي تستطيع ثني حديد التسليح بأي زاوية كانت . كما ويمكن استخدام جهاز ثني القساطل المعدنية الهيدروليكي في ثني القضبان . وفي حالات خاصة يستخدم الشلمون في ثني حديد التسليح .

الشلمون : وهو نفسه جهاز لحام الأكسجين ويمكن الإستعاضة عن الأكسجين بالغاز الطبيعي . يستعمل هذا الجهاز لثني حديد التسليح ذي الأقطار الكبيرة والتي لا يمكن ثنيها يدوياً . ويتم ذلك بتسخين المنطقة المراد اجراء الثني عندها حتى مرحلة الإحمرار «التوهج» ومن ثم ثنيها بالفتاح أو يدوياً . وهذه الطريقة لا تستعمل في حال كون حديد التسليح في منطقة الثني تسليحاً فعالاً وخاصة إذا كان الحديد معامل على الساخن (حديد عالي المقاومة) إلا إذا أخذ بعين الإعتبار انخفاض مقاومة حديد التسليح في منطقة التسخين .

## ثانياً : أعمال استلام وتخزين حديد التسليح في الورشة :

١ - يورد حديد التسليح الى الورشة بشكلين ، إما على شكل بكرات للحديد الأملس ذو الأقطار الصغيرة (6-8-10mm) أو على شكل رزم من القضبان يتراوح طولها ما بين (10-14m) والطول الغالب هو (12m) .

٢ - يراعى أثناء تنزيل وتخزين الحديد في الورشة عدم استنادها بشكل مباشر على الأرض وإنما يفضل وضع مورينات من الخشب تحتها لعزلها عن تأثير الرطوبة والمياه والإتساخ بالطين ويجب أن تسمح طريقة وضعها باستعمال البكرة أو الرزمة دون الحاجة الى روافع لحملها أو تفريدها أي يجب أن نتجنب تراكم الرزم فوق بعضها البعض وأن تكون قضبان الرزمة الواحدة مستقيمة ودون أي قتل .

٣ - إن تحديد قطر القضيب بالنظر المباشر يتم بالممارسة ولن يجد المهندس بعد فترة وجيزة من وجوده في الورشة صعوبة في التمييز ما بين الأقطار المختلفة ولحين ذلك يمكنه استعمال أداة خاصة تستعمل لهذا الغرض .

٤ - يجب المحافظة على نظافة حديد التسليح وإبعاده عن الأتياح وحمائته من التعرض للمياه والصدأ . بتغطيته أثناء الفصول الماطرة . وفي حال اتساخ حديد التسليح فيجب تنظيف الحديد قبل الإستعمال بفرشاة من الفولاذ .

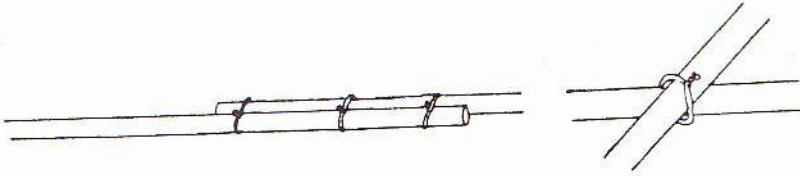
٥ - لسهولة العمل يتم تجهيز طاولة خشبية لاستعمالها في العمل «تجهيز الأتاري - وتطعيم الحديد» وتغطي المنطقة فوق هذه الطاولة بألواح من الخشب أو التوتياء لحماية الحداد من تقلبات الجو .

### ثالثاً : الربطات المستخدمة في ربط قضبان التسليح مع بعضها :

إن تربيط قضبان التسليح المتقاطعة أو المتراكبة مع بعضها البعض يتم بواسطة أسلاك حديدية بقطر (0,5mm) والتي تكون على شكل بكرات وزن كل بكرة منها بحدود (25Kg) . تقطع هذه البكرات على شكل رزم يختلف طولها حسب نوع الربطة و قطر قضبان التسليح المربوطة . ولا يتم الربط عادة بسلك

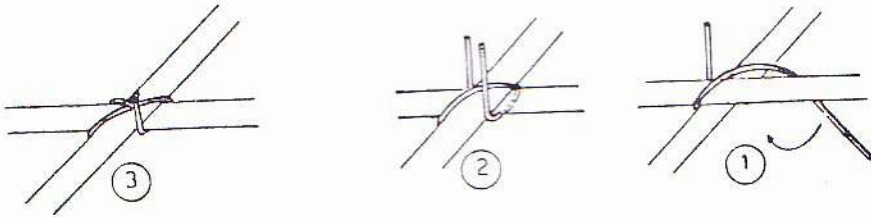
واحد إنما بعدة أسلاك دفعة واحدة «إثنان أو ثلاثة أو أربعة أو أكثر أحياناً»  
والربطات الأكثر استعمالاً في هذا المجال هي :

أ - الربطة المفردة العادية : شكل «5-4» تستعمل في حال ربط القضبان المتقاطعة عمودياً مع بعضها البعض وحين لا تكون القضبان معرضة لقوى تؤثر على مكان توضعها كما في قضبان التوزيع المتعامدة في البلاطات والجدران . وعند ربط القضبان المتوازية في منطقة التماسك .



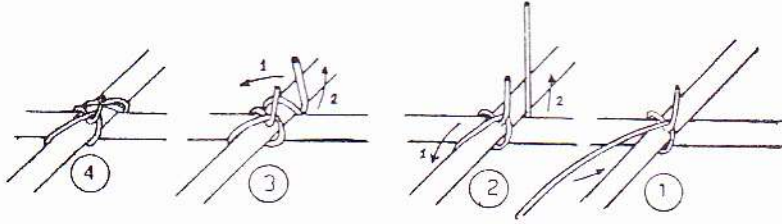
الربطة المفردة شكل «4 - 5»

ب - الربطة المتقاطعة «المتصالبة» : شكل «6-4» تستعمل في حال تعرض القضبان المتقاطعة لقوى تؤثر على توضعها كما في المناطق قبل وبعد التكميح في البلاطات . كما تستعمل لربط القضبان الوسطية (غير الركنية) مع الاتاري في الأعمدة والجسور . وهذه الربطة أقوى وأمتن من الربطة العادية .



ربطة التقاطع «المصالبة» شكل «4 - 6»

جـ - ربطة الجمل : شكل «7-4» تستعمل في حالات ضرورة شد القضيبين الى بعضهما البعض بصورة محكمة . كما في القضبان الركنية في الأعمدة والجسور والتي يجب أن تشد الى زاوية الأثرية بشكل جيد . وهذه الربطة عموماً هي أقوى الربطات .



شكل « 4 - 7 » ربطة الجمل

رابعاً : تنفيذ الأساور «الأتاري أو الكانات» :

لا يخلو أي بناء أو تصميم من وجود أساور سواء أكان في الأعمدة أو الجوائز «الكمرات أو الجسور» ولهذا فالأسورة تعتبر من أهم مفردات حديد التسليح وأكثرها استعمالاً ويتم تنفيذها وفق الخطوات التالية :

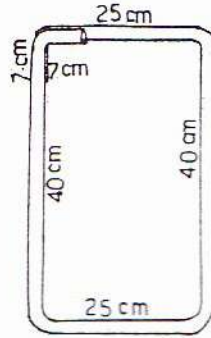
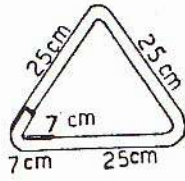
١ - يؤخذ طول قضيب الأثرية من التصميم فوق الشكل المرافق يكون طول الأثرية المستطيلة هو :

$$(25 \times 2) + (40 \times 2) + (7 \times 2) = 144 \text{Cm}$$

أما الأثرية المثلثة فطولها :

$$(3 \times 25) + (2 \times 7) = 89 \text{cm}$$

وبعد أخذ أطوال الأتاري تقص بواسطة المنص وفق الطول المحسوب سابقاً .

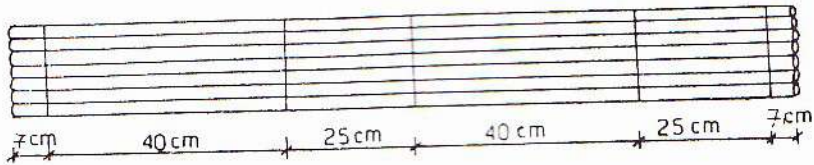


شكل « 4 - 8 »

٢ - تجمع قضبان الأتاري المتماثلة على مستوي أفقي بحيث تكون بدايتها ونهايتها متطابقة وتحدد عليها الأطوال التالية على الترتيب :

- ١ - طول العكفة 7cm «تختلف حسب القطر» .
- ٢ - طول الضلع الصغير 25cm .
- ٣ - طول الضلع الكبير 40cm .
- ٤ - طول الضلع الصغير 25cm .
- ٥ - طول الضلع الكبير 40cm .
- ٦ - طول العكفة 7cm .

ثم يسطر هذا العلام بواسطة الطيشورة العادية على جميع القضبان المصفوفة :



شكل « 4 - 9 »

- ٣ - يؤخذ القضيب الأول ويثبت بين صفيحتين حديدتين ملحومتين على صفيحة حديدية أفقية شكل «3-4» وهذه الصفيحة مثبتة على طاولة خشبية . ويرز القضيب عن حرفي الصفيحة بمقدار 7cm وهو العلام الأول .
- ٤ - باستعمال مفتاح الحديد المناسب (حسب القطر المستخدم) وبإدخال شق المفتاح عمودياً على القضيب وعلى بعد من طرفي صفيحة التثبيت بحدود  $(\phi : 30)$  قطر القضيب) الشكل «3-4» ثم يدور المفتاح بإتجاه عقارب الساعة فنحصل على العكفة الأولى بزاوية قائمة أو بأي زاوية أخرى حسب التصميم .
- ٥ - يكرر العمل على باقي العلامات فنحصل على الأثرية المطلوبة . تستعمل هذه الطريقة لصناعة الأتاري ذات الأقطار (6-8-10mm) وأحياناً 12mm .

#### خامساً : تنفيذ حديد الأساسات :

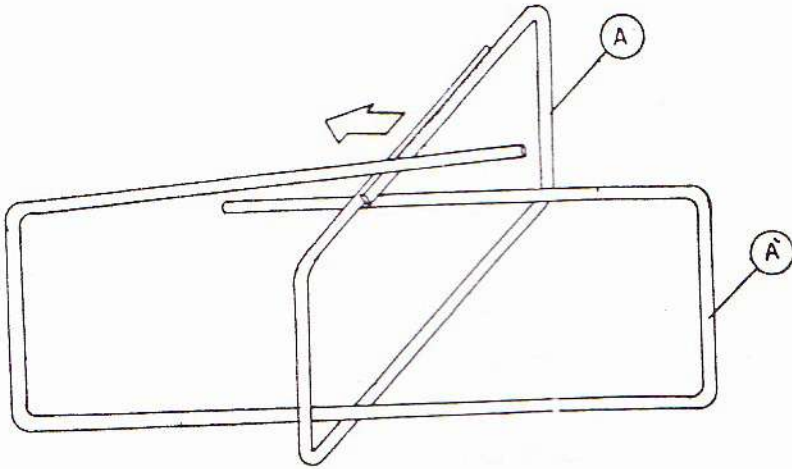
##### أ - الأساسات المفردة :

لدينا التصميم التالي لأخذ الأساسات المفردة أبعاده  $(150 \times 100 \times 60 \text{cm})$  تسليحه بالإتجاه الطويل  $(9\phi 16/m)$  و  $(6\phi 16/m)$  بالإتجاه القصير . وتسليح العمود  $(6\phi 14)$  المطلوب تنفيذ تسليح هذا الأساس .

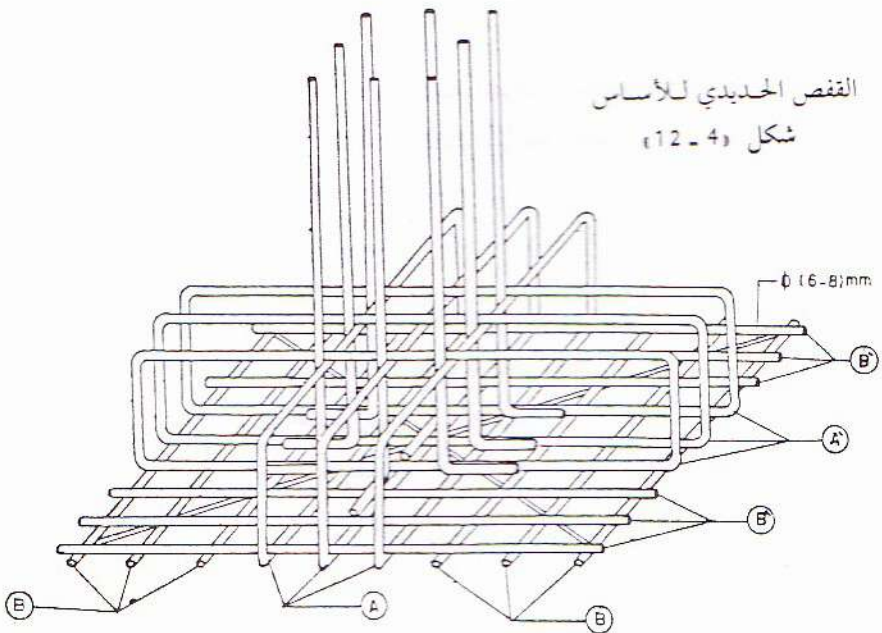
##### خطوات العمل :

١ - إن أسلوب العمل متماثل بالإتجاهين الطويل والقصير . حيث أن التسليح بأي اتجاه مؤلف من نوعين الأول مرفوع نحو الأعلى يدعى بالشقة يستفاد منه كتسليح علوي وفي تثبيت حديد العمود . وطريقة صنع الشقات تشبه طريقة صنع الأثرية بفرق أن طول العكفة يساوي طول التماسك المطلوب للقطر المستعمل كما أن مكان توضعها يفضل أن يكون في منطقة ربط العمود . أما عدد الشقات في كل اتجاه فتؤخذ حسب التصميم وهو هنا ثلاثة في كل اتجاه .

النوع الثاني هو قضبان عادية تفرش في أرض الأساس ويؤخذ طولها من التصميم . وتدعى بقضبان الفرشة .



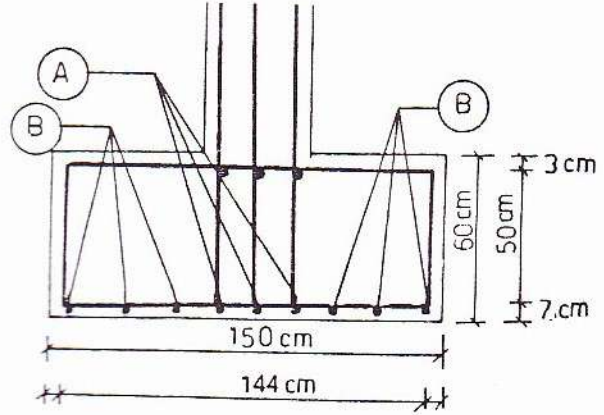
شکل « 4 - 11 » تداخل الشقات مع بعضها



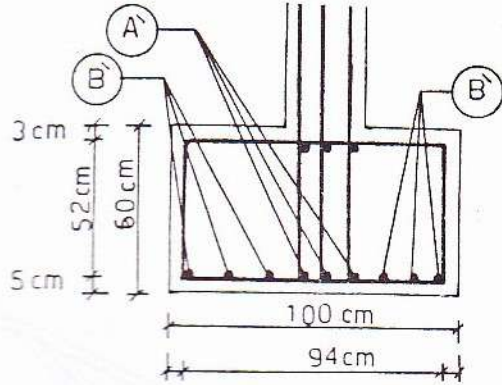
القفس الحديدي للأساس

شکل « 4 - 12 »





شكل (4 - 10)



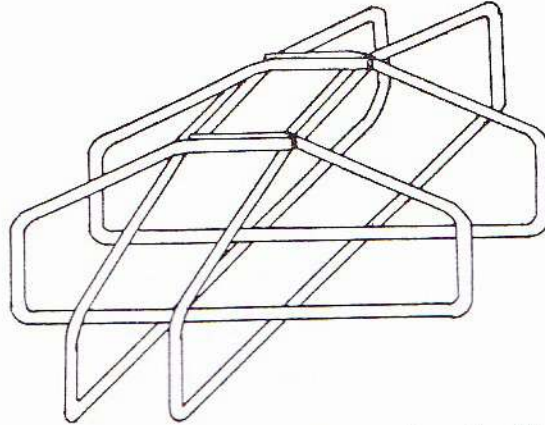
٢ - بعد تجهيز الشقات وقص قضبان الفرشة بالإتجاهين نبدأ بتجميعها كما

يلي :

- أ - تدخل الشقات بالإتجاهين مع بعضها كما مبين بالشكل «4-11» .
- ب - تربط الشقات مع بعضها ثم تركيب قضبان الفرشة بالإتجاهين وفق ما هو وارد بالتصميم ويفضل وضع قضيبين متقاطعين في مركز الأساس بقطر (6-8mm) يستفاد منها في المحافظة على شكل القفص أثناء نقله .
- ج - هكذا يصبح حديد تسليح الأساس منتهياً ويبقى تركيب العمود أو تشريك العمود (يجب أن يكون طول التشريك البارز مساوياً لطول التماسك) شكل «4-12» .

د - بعدها يثبت الأساس في مكانه ، وفي حال كون قفص حديد العمود مثبت عليه بطوله الكامل يجري سند هذا القفص مع الأرض أو المنشآت المجاورة بواسطة المورين الى حين صب الأساس .  
ملاحظات :

- ١ - من الممكن تثبيت الأساس الحديدي في مكانه بدقة ومن ثم ينفذ الكوفراج الخشبي أو ينفذ الكوفراج في مكانه المحدد بالتأكيس ومن ثم ينزل القفص الحديدي للأساس ضمن القالب .
- ٢ - إذا كان من الممكن عدم تركيب حديد العمود مباشرة مع الأساس والإكتفاء بالتشريك يجب أن يكون حديد التشريك مائلاً لحديد العمود ولكن بطول بارز يساوي طول التماسك فقط . ولكن في حالات خاصة لا يمكن إلا أن يركب العمود مباشرة مع الأساس (مثل حالات المفصل الموثوق) حيث يتداخل حديد تسليح العمود مع حديد تسليح الأساسات) .
- ٣ - يمكن أن يكون لقفص الأساس الشكل التالي والذي يدعى بالنجاسة .

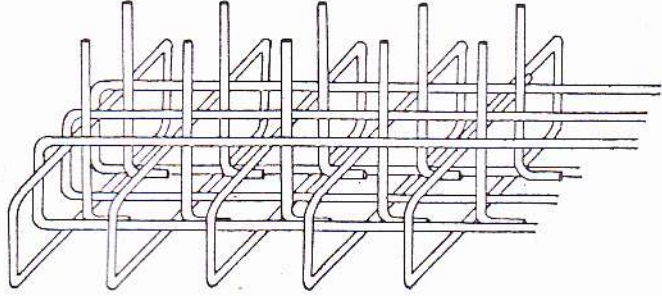


القبضان من النوع (B'-B) تنفذ بنفس طريقة الأساسات العادية

الشقات في أساس النجاسة

شكل « 4 - 13 »

ب- الأساس المستمر : «أساسات الجدران»  
 يختلف الأساس المستمر عن الأساس المفرد في أن الشقات بالأساس المستمر  
 تكون مستمرة على طول الإتجاه الطويل بالأساس بينما تكون محدودة العدد في  
 الإتجاه الثاني ويثبت حديد تسليح الجدران وفق ما هو مبين بالشكل .

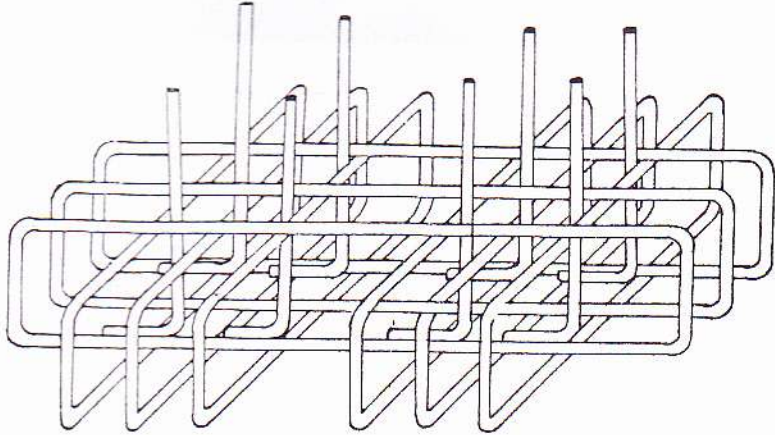


الشقات في الاساس المستمر

شكل «4 - 14»

وصلات الشقات باتجاه الترسيم في منطقة تقاطع الشقات العلوية  
 كما هو واضح بالشكل والشقة الأخيرة وبالنسبة للشقات بالاتجاه الطويل  
 يتم الوصل في أي مكان وطول يساوي طول التماسك للفسان

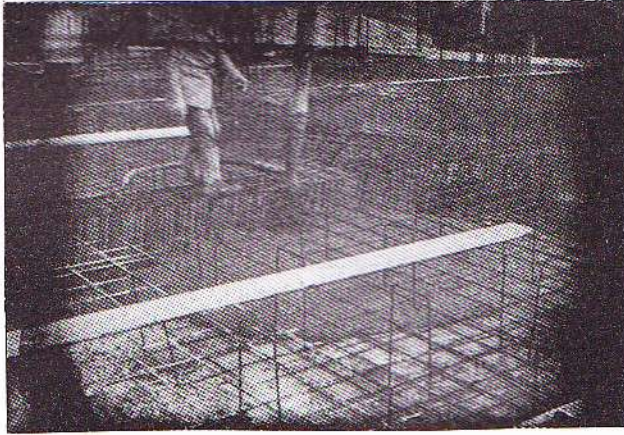
ج- الأساس المشترك : الشكل التالي يوضح أحد نماذج تسليح أساس  
 مشترك شكل «4-15» . «الشقات فقط»



حديد تسليح الاساس المشترك شكل «4 - 15»

#### د - الحصيرة المسلحة :

إن تسليح الحصائر المسلحة يختلف باختلاف التصميم ويتداخل في أسلوب تسليح الحصائر نظام تنفيذ تسليح الأساسات ونظام تسليح البلاطات العادية ويمكن بالإعتماد على هذين النظامين وبالإعتماد على المخططات التصميمية للتسليح تنفيذ هذه الحصائر .



تسليح الحصائر

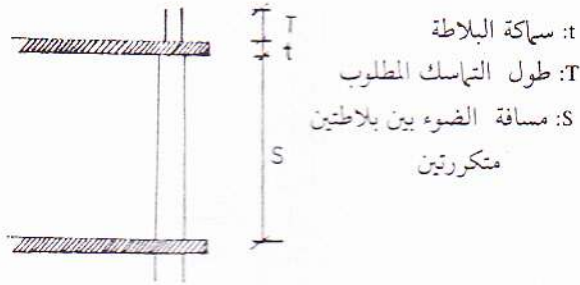
شكل « 4 - 16 »

#### سادساً : تنفيذ حديد تسليح الأعمدة :

تنفذ أقفاص الحديد للأعمدة على سببة من الحديد مؤلفة من قضيبين حديدين قطر (16-18mm) - انظر الشكل «4-18» - .  
مثال : يطلب تنفيذ القفص الحديدي للعمود ذو المقطع المين بالشكل وبطول يساوي 5m .

ملاحظة : يؤخذ طول القضبان الطولية للعمود مساوية الى :  
المسافة ما بين بلاطتين متتاليتين + سماكة الجائز والبلاطة + طول التماسك  
للعמוד في الطابق التالي (التشريك) + طول العكفات إن وجدت .  
ووفق المثال السابق يكون الطول 5m عبارة عن :  
420 cm المسافة بين البلاطتين .  
30 cm إرتفاع الجائز مع البلاطة .  
48#50cm طول التماسك لقضبان 12mm .  
500 cm .

شكل «4 - 17»



مراحل العمل :

تنفذ الأتاري بالأبعاد (25-2s) (80-2s) حيث s هي سماكة التغطية . وبحسب العدد المطلوب من الأتاري بالعلاقة :

$$L/A=N$$

N : عدد الأتاري المطلوب للعمود .

L : مسافة الضوء للعمود . (L=420)

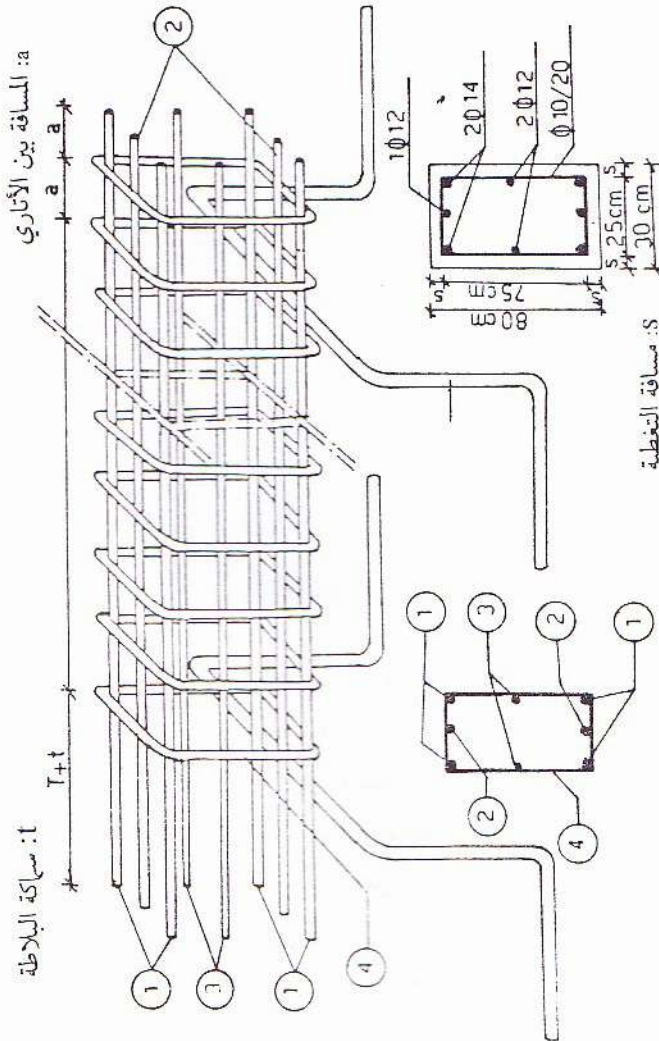
A : التباعد ما بين الأتاري وسنفرض في مثالنا أن التباعد بين الأتاري 20m

$$420/20=21 \text{ «أترية»}$$

٢ - تقص قضبان التسليح وفق الطول المطلوب (5m في هذه الحالة) وتوضع فوق الطاولة ويدخل عدد الأتاري المطلوب داخلها .

٣ - على أحد القضبان الركنية يحدد مكان الأترية الأولى (القضيب (1) في الشكل «4-18») وترتبط معه . ثم تربط الأترية الثانية والثالثة حتى الأترية رقم (21)

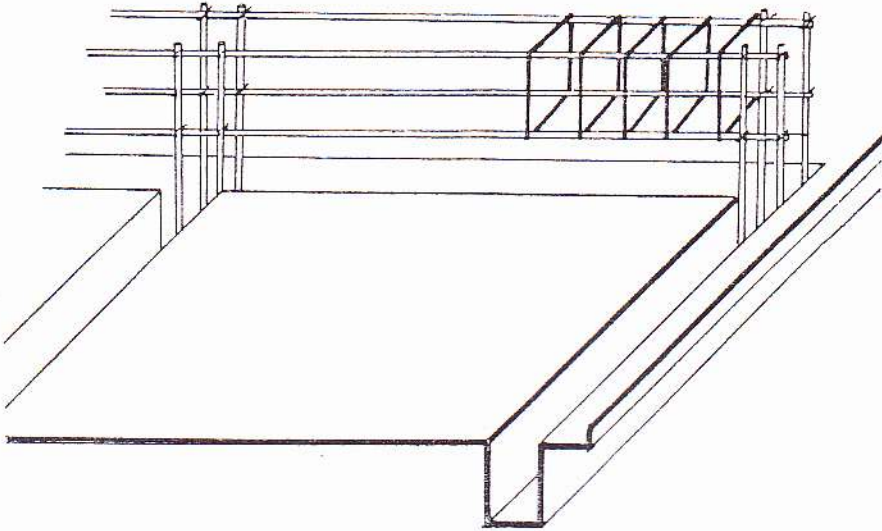
ثم يثبت قضيب الزاوية المقابلة «رقم 1» ثم «رقم 2». بعدها يقلب القفص ويعاد العمل نفسه بالنسبة للقضبان (1-2) وبعدها تثبت القضبان (3) في مكانها في منتصف الأترية ويصبح قفص التسليح جاهزاً



تشكيل حديد تسليح الأعمدة شكل «18-4»

٤ - يحمل القفص بلطف وينقل الى مكان التثبيت ضمن القالب الخشبي حيث يركب من الجنب المفتوح ويربط مع تشريك العمود السابق أو تشريك الأساس ثم يغلق الجنب المفتوح للعمود .

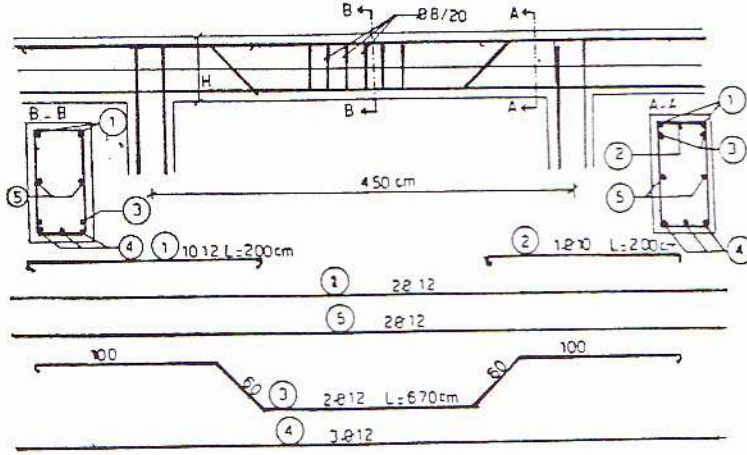
سابعاً : تنفيذ حديد تسليح الشيناجات والجسور :  
بعد الإنتهاء من تنفيذ الكوفراج الخشبي للجسور أو الشيناجات يتم البدء بتنفيذ حديد التسليح . ويستفاد من حديد تشريك الأعمدة الظاهر فوق الكوفراج شكل «4-19» كطاولة حمل القفص الحديدي للجسر أو الشيناج أثناء تحضيره وذلك بربط القضبان الطويلة العلوية (إثنان فقط) مع حديد الأعمدة الظاهرة «التشريك» وعلى ارتفاع مناسب فوق كوفراج الجسر . ويتم هذا الأمر بجميع الجسور بأن واحد ، بمعنى آخر إنه يتم تنفيذ حديد الجسور فوق مكانها الحقيقي مباشرة . وحين الإنتهاء يتم إنزائها في مكانها .



تنفيذ تسليح الجوائز فوق موقعها مباشرة

شكل «4 - 19»

مثال : المطلوب تنفيذ تسليح الجسر المبين في الشكل : «20-4»



شكل « 4 - 20 »

### خطوات العمل :

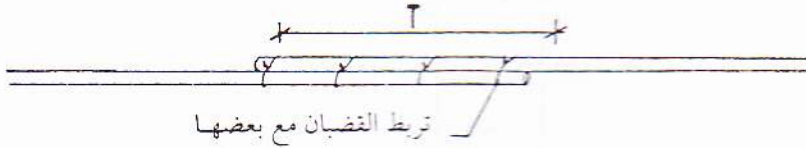
- ١ - تقص القضبان الطويلة وفق الأقطار المطلوبة والأطوال المناسبة (تؤخذ الأطوال من المخططات) كما يحسب طول الأتاري المطلوبة وعددها وتجهز مسبقاً .  
وتثنى العكفات في القضبان إذا كان الحديد أملس .
- ٢ - يدخل العدد المطلوب من الأتاري ضمن القضيبين الركنيين (1) اللذين يربطان مع حديد الأعمدة الظاهر .
- ٣ - تحدد أماكن وجود الأتاري على هذين القضيبين ويتم ربطهما مع هذين القضيبين .
- ٤ - يدكك القضيبين الركنيين (4) ضمن الأتاري ويجري ربطهما مع الأتاري بالتناظر مع القضيبين (1) .



٥ - تدكك باقي القضبان (2,3,5) ضمن الأتاري (من أحد أطراف الجسر) ويربط كل في مكانه .

٦ - ينفذ هذا العمل على جميع الجسور دفعة واحدة . سواء أكانت الجسور على خط واحد أو متقاطعة وبعد الإنتهاء تفك القضبان (1) من التشريك وينزل الجسر بهدوء في مكانه .

ملاحظة : إذا كانت القضبان أقصر مما هو مطلوب يتم وصل القضبان مع بعضها بحيث لا يقل طول التراكب عن طول التماسك المطلوب المأخوذ من الكود المعتمد في التصميم . ويتم الوصل في المناطق التي يسمح الكود بالوصل فيها .



T: طول التماسك لنوع القضبان المستعمل شكل « 4 - 21 »

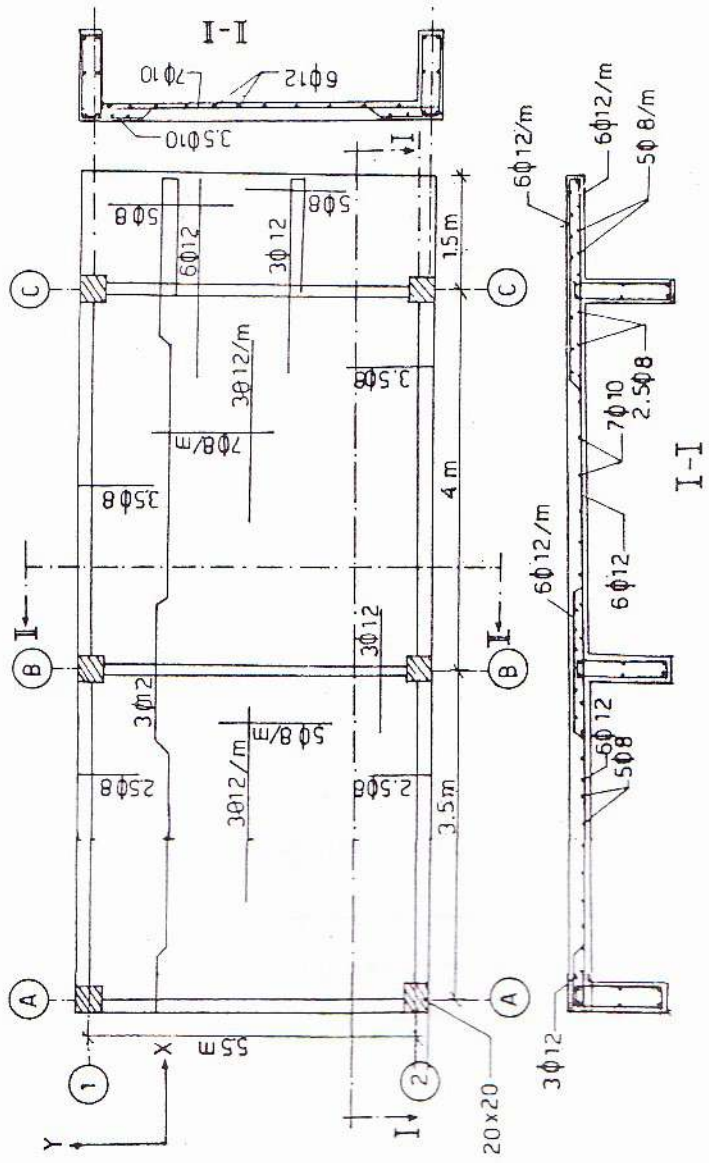
#### ثامناً : حديد تسليح البلاطات الجائزية :

وتسليح البلاطات الجائزية يمكن أن ينفذ بأسلوبين الأول مع استخدام عملية تكسيح حديد التسليح والثاني بدون تكسيح .

أ - الأسلوب الأول : وفيه يتم رفع نصف حديد التسليح الموجب بزاوية  $45^\circ$  نحو منطقة التسليح السالب وفي منطقة تبعد (1/4-1/5) أكبر المجازين المجاورين للمسند . وتستعمل هذه الطريقة في البلاطات المستمرة التي لا تختلف مجازتها بنسبة تزيد عن 20% .

وسندرس طريقة العمل بهذا الأسلوب بالإستعانة بالمثال التالي :

مثال : يطلب تنفيذ شبكة التسليح للبلاطة الميئة بالشكل « 4-22 » .



شکل « 22 - 4 »

خطوات العمل :

- ١ - ينفذ حديد التسليح للجسور وفق الفقرة السابقة مع الإلتباه الى أن حديد الجسور يبرز فوق سطح الكوفراج الخشبي للبلاطة بمقدار سماكة البلاطة مطروحاً منه (قطر حديد التسليح السالب + سماكة التغطية) شكل «4-24» .
- ٢ - يتم حساب عدد وطول القضبان لكل اتجاه وفق مايلي :

١ - في الإتجاه :  $y$

أ - ما بين المحورين B-A :

التسليح الموجب بالإتجاه :  $y$  هو  $(5\phi 8/m)$  ويكون التباعد بين القضيب والآخر هو  $(20cm)$  وبما أن التباعد بين المحورين هو  $2m$  يكون عدد القضبان المطلوب هو  $200/20=10$

ويكون لهذا النوع من القضبان شكلين : الأول بدون تكسيح ندعوه بـ  $(y_1)$

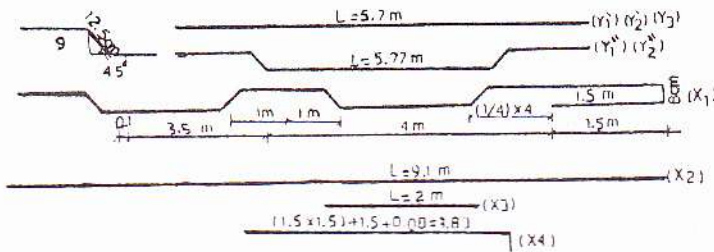
شكل «4-23» ويكون طوله يساوي :  $5,5+2(0,1)=5,7$

والثاني مع تكسيح  $y_2$  ويكون طوله :  $5,7+2(12,5-9)=5,77cm$

ب - ما بين المحورين C-B :

التسليح بين المحورين بالاتجاه  $y$  وهو  $(7\phi 10/m)$  أي أن التباعد بين القضيب والآخر هو  $100/7\#14cm$  ويكون العدد المطلوب من القضبان هو  $400/14\#29$

قضيب وهي نوعين أيضاً :  $(y_2)$  وطوله  $(5,7)$  و  $(y_2')$  وطوله  $5,77m$



شكل «4 - 23»

ج- التسليح فوق بلاطة البرندا :

التسليح فوق البرندا بالإتجاه y هو (5Ø8/m) أي أن التباعد بين القضيب والآخر هو 20cm ويكون عدد القضبان المطلوب هو :

$$150/20=7,5\#8$$

ويكون لهذه القضبان الطول 5,7m وسندعو نصفها بـ y/3 والآخر y/3 .

٢ - الإتجاه : x

أ- فوق المحور A-A : التسليح فوق المحور A-A هو تسليح سالب ولأن المحور هنا هو مسند بسيط فالتسليح هو تسليح إنشائي . ويؤخذ العزم المطلوب مقاومته بهذا التسليح من الكود المعتمد بالتصميم وغالباً ما يكتفى فوق هذا النوع من المساند بتكسيح نصف الحديد الطولي بالإتجاه X نحو الأعلى (أي يكسح قضيب ويترك قضيب بالتناوب) هذا فيما إذا كان التسليح (وهو في مثالنا 2,5 Ø12/m) كافٍ لمقاومة العزم السالب الإنشائي وإلا فيجب إضافة عدد من القضبان بحيث نغطي مساحة التسليح المطلوبة ، ويتم تكسيح الحديد في منطقة تبعد عن المحور بمقدار يساوي  $(\frac{1}{5} - \frac{1}{4})$  المجاز المجاور للمسند ، أما طريقة التكسيح فنشرحها لاحقاً .

ب- التسليح الموجب في منتصف البلاطة : وهو هنا (6Ø12/m) ولأن نصف التسليح مستمر على كامل المحور x أي (3Ø12/m) فنأخذ طول هذه القضبان مساوياً الى كامل المسافة بالإتجاه X :

$$3,5+4+1,5+0,1=9,1m$$

وبإضافة العكفة الموجودة في نهاية البرندا بطول 1,58 وإضافة طول التكسيح ويساوي هنا حسب الشكل «23-4»  $(12,5-9=3,5cm)$  يكون الطول النهائي للقضيب

$$9,1+1,58+4(0,035)=10,82$$

ملاحظة : سنعتبر في مثالنا أن الحديد محلزن ولا داعي لوجود العكفات التي يضاف طولها في حالة حديد التسليح الأملس .

ويكون عدد القضبان المطلوب من هذا النوع باعتبار أن المسافة بين القضيب والآخر هي  $100/3 \# 33\text{cm}$  تقريباً ( $550/33 \# 17\text{cm}$  قضيب) سندعو هذه القضبان بـ X2. النصف الآخر من هذا التسليح ( $3\phi 12/m$ ) يؤخذ بدون تكسيح ويكون طوله مساوياً إلى 9,1 وعدد القضبان من هذا النوع هو نفسه أي 17 قضيب سندعو هذه القضبان بـ X1.

ج- التسليح السالب فوق المحور B-B: تدعى قضبان هذا التسليح بالشبويات أما طولها فيؤخذ من العلاقة التالية:

$$L = 2 \left( \frac{1}{5} - \frac{1}{4} \right) L_{\max}$$

=L طول الشبويه .

1/5-1/4 خمس أو ربع المجاز وفق ما هو معتمد بالتصميم .

$L_{\max}$  - المجاز الأكبر من المجازين المجاورين للمسند B .

وبما أن هذا التسليح هو ( $3\phi 12/m$ ) سيكون عددها باعتبار أن التباعد بين القضيب والآخر هو ( $100/3 \# 33\text{cm}$ ) وبالتالي فإن العدد المطلوب هو «قضيب»  $550/33 \# 17$  وإذا اعتمدنا نسبة ( $1/4$ ) فإن طول هذه القضبان هو « $2(1/4 \times 4) = 2\text{m}$ » وسندعوها بالقضبان  $X_3$  .

د- التسليح السالب فوق المحور C-C والبرندا : وهو ( $3\phi 12/m$ ) وله الشكل التالي المبين بالشكل «23-4»: القضيب  $X_c$  .

نحسب طول هذه القضبان مع اعتبار أن تسليح الظفر يجب أن يتداخل مع تسليح البلاطة بمقدار لا يقل عن مرة ونصف طول الظفر :

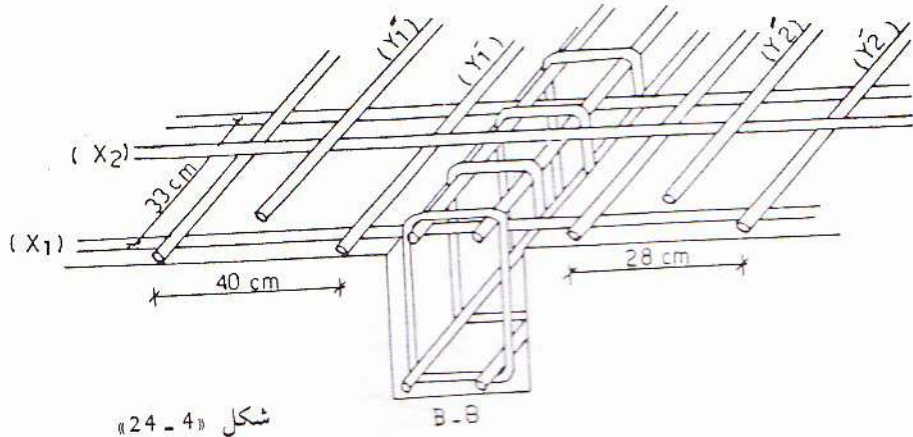
$$(1,5 \times 1,5) + 1,5 + 0,08 = 3,83\text{m}$$

٣- بعد الإنتهاء من حساب عدد كل نوع من القضبان وأطواها يتم قصها وفق هذه الأطوال وتثنى العكفات إن وجدت .

٤- فرش الحديد : ويتم وفق المراحل التالية :

أ- نبدأ أولاً بفرش القضبان الواردة بالتصميم في الأسفل . فوق المقطع I-I

من الشكل «22-4» نجد أن القضبان بالإتجاه X هي السفلى لذلك يتم البدء بفرشها أولاً . وبالأحرى يجب أن نبدء بفرش القضبان من النوع (X1) والتي يجب أن تدخل من أسفل التسليح العلوي للجسور C-C, B-B, A-A كما في الشكل «24-4» .



شكل «24-4»

ويكون التباعد بين القضيب والآخر (33cm) .  
 ب- بعد ذلك وعمودياً على القضيب X1 نقوم بفرش القضبان التالية :  
 - ما بين المحور B-A نفرش القضبان من النوع (y1) بحيث يكون التباعد بين القضيب والآخر يساوي ضعف المسافة المحسوبة ما بين القضبان y1 أي  
 . (2×20=40cm)

- ما بين المحورين C-B نفرش القضبان من النوع (y2) أيضاً يكون التباعد بين القضيب والآخر ضعف المسافة المحسوبة بين القضبان y2 أي  
 . (2×14=28cm)

- فوق الظفر نفرش نصف الحديد من y3 بتباعد بين القضيب والآخر  
 . (40cm)

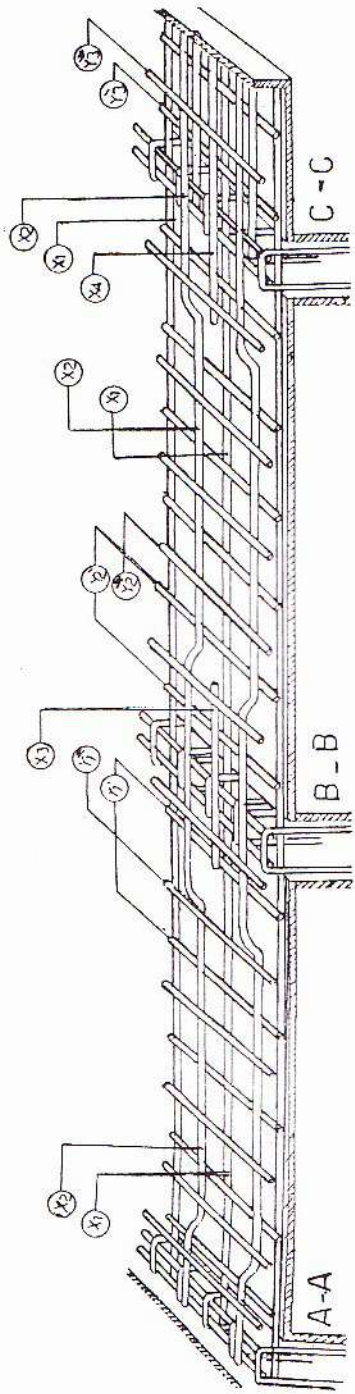
ج- نعود للإتجاه X ونفرش القضبان من النوع X2 بحيث يأخذ كل قضيب مكانه في منتصف المسافة ما بين قضيبين من النوع X1 على أن تمر قضبان هذا النوع

من فوق التسليح العلوي للجسور C-C,B-B,A-A شكل «24-2» .  
 د - بعد الإنتهاء من (ج) وعمودياً على القضبان بالإتجاه (X) أي بالإتجاه y  
 نقوم بفرش القضبان التالية :  
 - ما بين المحورين (B-A) القضبان ( $y_1'$ ) بحيث يكون القضيب في منتصف  
 المسافة ما بين قضيبين من النوع ( $y_1$ ) .  
 - ما بين المحورين C-B القضبان ( $y_2'$ ) بنفس طريقة ( $y_1$ ) .  
 - فوق الظفر نفرش النصف الباقي من القضبان  $y_3$  بحيث يكون كل قضيب  
 بين قضيبين من النوع  $y_3$  المفروشين سابقاً .  
 والشكل «25-4» يوضح كيفية التوزيع النهائية للقضبان لشريحة بالإتجاه X  
 . بعرض (1m) .  
 هـ - الخطوة الخامسة يمكن أن تأخذ شكلين :

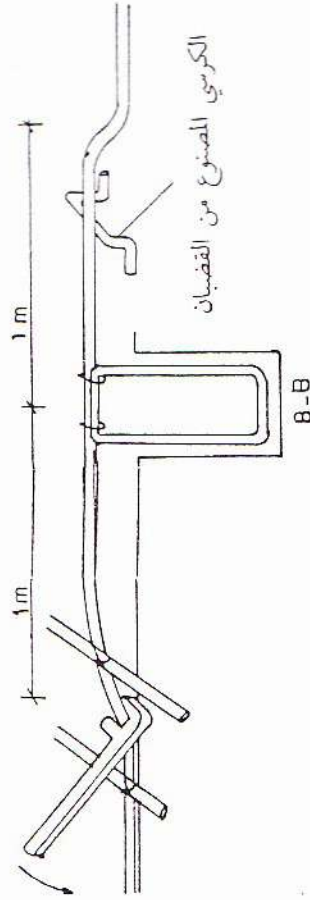
أ - فيما إذا كانت قضبان التسليح ذات التكميخ ( $x_2, y_1', y_2'$ ) مكسحة ومجهزة  
 مسبقاً قبل الفرش في هذه الحالة يتم فرش قضبان الشبويات فوق المحور B-B «3x»  
 و شبويات المحور C-C والظفر ( $X_4$ ) على أن يكون كل قضيب من هذه القضبان  
 فوق الحديد العلوي للجسر «على منسوب القضبان  $X_2$ » وعلى أن يقع كل قضيب  
 من هذه القضبان فوق قضيب من النوع  $X_1$  والمار من أسفل حديد التسليح  
 العلوي للجسر أي في منطقة التسليح الموجب شكل «25-4» .

عند الإنتهاء من الفرش تصبح القضبان جاهزة للتربيط حيث يربط كل  
 قضيبين متقاطعين مع بعضهما بربطة التقاطع المفردة وسيكون لدينا هنا مستويين  
 تتواجد فيهما قضبان متقاطعة الأول مستوى حديد التسليح الموجب وهو مستمر على  
 كامل سطح الكوفراج والثاني مستوى حديد التسليح السالب ويقتصر وجوده فوق  
 المحاور «الجسور» .

يجب أيضاً تربيط القضبان المتقاطعة مع الجسور مع الحديد العلوي لهذه  
 الجسور كما في الشكل «26-4» . بهذا تصبح شبكة التسليح المنفذة مطابقة للشبكة  
 المطلوبة للتصميم ، وتصبح البلاطة جاهزة للصب بعد أن يتم رفع حديد التسليح



شكل «25 - 4»



شكل «26 - 4»



السفلي عن أرض الكوفراج بمقدار يساوي سائة التغطية المطلوبة ويتم هذا بوضع قطع من القضبان تحت قضبان هذه الشبكة وتكون أقطارها مساوية للسائة المطلوبة .

ب - فيما لو كانت القضبان  $(y_2, y_1, X_2)$  غير مكسحة (عدا نهاية  $X_1$  عند المحور C والتي يجب أن تكون جاهزة مسبقاً) في هذه الحالة يتم العمل كما يلي .  
١ - يُعلم على هذه القضبان مكان بداية ونهاية التسيحة ويتم التعليم بواسطة الطيشور العادي .

٢ - يتم تربيط القضبان المتقاطعة مع بعضها مع ملاحظة عدم تربيط القضبان المتقاطعة التالية مع بعضها في منطقة وجود التسيحة  $(X_2)$  مع  $y_1$  فوق المحور A-A  $(X_2)$  مع  $y_1$  فوق المحور B-B من اليسار  $(X_2)$  مع  $y_2$  فوق المحور B-B من اليمين  $(X_2)$  مع  $y_2$  فوق المحور C-C من اليسار  $(X_2)$  مع قضبان  $y_3$  العلوية فوق البرنذة  $(X_2)$  مع  $y_3$  فوق المحور I-I و II-II  $(X_2)$  مع  $y_2'$  فوق المحور I-I و II-II .

ويتم التربيط بربطة مفردة لكل القضبان المتقاطعة عدا القضبان المتقاطعة قبل علام بداية التسيحة مباشرة حيث تربط بربطة تصالب .

٣ - بعد الإنتهاء من التربيط وبواسطة مفتاح الحديد المناسب لأقطار القضبان المطلوب تسيحها يتم تسيح القضبان وفق ما يبينه الشكل «4-26» .

٤ - بعد الإنتهاء من تسيح القضبان المطلوب تسيحها  $(y_2, y_1, X_2)$  يتم فرش الشبويات  $X_3, X_4$  بنفس الطريقة المذكورة سابقاً ثم يتم تربيطها مع القضبان المتقاطعة معها .

ملاحظة (١) : في هذه الطريقة نلاحظ أن القضبان  $X_2$  الواقعة فوق المحورين (I-I و II-II) وعلى مسافة 1/4 المجاز لاداعي لتسيحها حيث ستبقى هذه القضبان في مستوى التسيح (السالب) وهذا الأمر يجب ملاحظته في الطريقة السابقة (طريقة التسيح المسبق) أي يجب ترك هذه القضبان بدون تسيح مسبق .

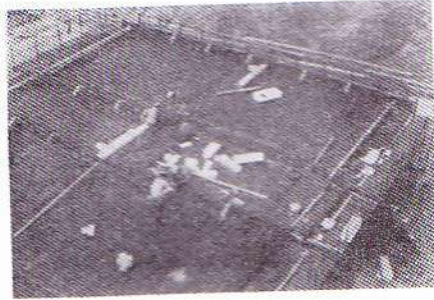
ملاحظة (٢) : من الناحية الفنية تبقى الطريقة الأولى أي التكريح المسبق أفضل من الطريقة الثانية ولكن من الناحية العملية فالطريقة الثانية أسهل وأسرع .

ملاحظة (٣) : يجب التأكد من إرتفاع مستوى شبكة التكريح العلوية والتأكد من تطابق هذا الإرتفاع مع الإرتفاع الوارد بالتصميم .

ملاحظة (٤) : بالنسبة لحديد التكريح العلوي غير المستند على الحديد العلوي للجسور ولمنعه من الهبوط عن مستواه يتم سندها على قضبان تُصنع بالشكل المبين بالشكل «26-4» وتدعى بالكروسي ويمكن أن تكون هذه الكراسي من البيتون المسبق الصنع كما هو واضح بالشكل «27-4» .

استخدام الكراسي البيتونية المسبقة  
الصنع في تثبيت -حديد التسليح

شكل « 4 - 27 »



ب - الأسلوب الثاني : وفي هذا الأسلوب يتم تنفيذ كل من شبكتي حديد التسليح العلوية والسفلية على حدة وبدون وجود قضبان مشتركة بين الشبكتين وطريقة تنفيذ هاتين الشبكتين أبسط بكثير من الطريقة السابقة . حيث يتم البدء بالشبكة السفلية . إذ يتم فرش جميع القضبان السفلية في هذه الشبكة دفعة واحدة وتمر هذه القضبان من أسفل حديد التسليح العلوي للجسور . ثم عمودياً على هذه القضبان تفرش القضبان العلوية للشبكة وتربط القضبان المتقاطعة مع بعضها البعض .

بعد الإنتهاء من تنفيذ الشبكة السفلية تنفذ الشبكة العلوية بنفس الطريقة فوق حديد التكريح العلوي للجسور وتسد على كراسي من الحديد أو من البيتون المسبق الصنع كما في الشكل «27-4» .

تستعمل هذه الطريقة عندما يكون إختلاف المجازات في البلاطة يتجاوز نسبة الـ 20% وعندما يكون التسليح السفلي مختلفاً عن التسليح العلوي بشكل كبير .

ملاحظات : وفق الكود العربي يجب الأخذ بالملاحظات التالية أثناء تنفيذ تسليح البلاطات :

- ١ - يجب أن لا تقل نسبة قضبان التسليح الممتدة الى المسند عن ثلث التسليح اللازم لمقاومة العزم الموجب .
- ٢ - يجب أن لا تقل مساحة التسليح الثانوي أو تسليح التوزيع في الإتجاه المتعامد مع الإتجاه الرئيسي عن ربع مقطع التسليح الرئيسي وعن 4 قضبان بالمتر .
- ٣ - أصغر قطر للقضبان الرئيسية المستقيمة 6mm والمكسحة 8mm .
- ٤ - يجب أن لا يتم وصل القضبان مع بعضها البعض لأكثر من ثلث عدد القضبان في المقطع الواحد .
- ٥ - يجب استعمال قضبان تقلص طولية في الجسور التي يزيد إرتفاعها عن 70cm .

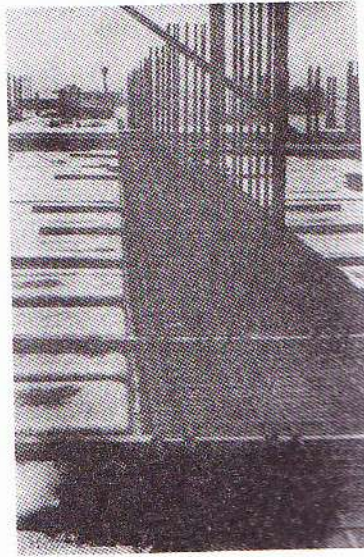
٦ - الحديد المكسح في الجسور لتأمين العزم السالب لا يدخل في حساب التكسيح العرضي إلا إذا وضعت له دراسة خاصة و جهزت له التفاصيل التنفيذية .

٧ - يمنع إستعمال القضبان لتوصيل أي تيار كهربائي .

- تاسعاً : حديد تسليح البلاطات الهوردي :

بعد الإنتهاء من الكوفراج الخشبي للبلاطة . نقوم بصف بلوك الهوردي في أماكن تواجده والمأخوذة من المخطط وبنفس طريقة صف قوالب البلاطات المعصبة . ثم تبدأ عملية تنفيذ حديد التسليح .

١ - تسليح الجسور والتي غالباً ماتكون جسوراً مخفية يتم تنفيذها بنفس الإسلوب المتبع في البلاطات الجائزية .



شكل « 4 - 28 »

٢ - تسليح الأعصاب يتم بنفس طريقة الجسور . حيث يوضع في كل عصب عدد الأتاري المطلوب ويدكك التسليح الطولي للعصب ضمن الأتاري وداخل الجسور فيما إذا كان العصب مستمراً . ثم تربط الأتاري مع القضبان وفق ما هو وارد بالمخططات .

٣ - شبكة تسليح بلاطة التغطية بسيطة لا يحتاج العمل بها إلا لفرش الحديد بالعدد والطول المطلوبين . وتربط القضبان في نقاط التقاطع بربطة تقاطع مفردة .  
ملاحظة : يمكن أن تكون شبكة تسليح بلاطة التغطية مسبقة الصنع حيث تكون مؤلفة من شبكات جزئية بأبعاد مختلفة (3×4-4×5....) تركيب هذه الشبكات فوق الجسور والأعصاب والبلوك بحيث تتراكب الشبكات مع بعضها بمقدار طول التماسك المطلوب كما يمكن أن يكون تسليح الأعصاب محضر مسبقاً . في هذه الحالة يجب أن تكون الأعصاب مصممة كجائر بسيط بدون استمرار .

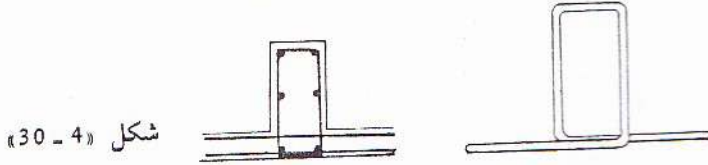
عاشراً : حديد التسليح للبلاطة المعصبة :

لا يختلف أسلوب تنفيذ البلاطات المعصبة عن البلاطات الهوردي إلا بأبعاد الأعصاب وعدد تقاطعاتها ويبقى الأسلوب هو نفسه .



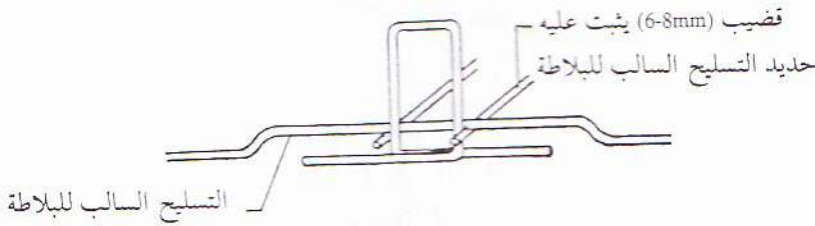
فيها البلاطات بعد تنفيذ حديد التسليح لها وللجسور والتي تكون بدون كوفراج وفي المرحلة الثانية تكفرج الجسور وتصب . لذلك أثناء تنفيذ تسليح مثل هذه البلاطات يجب ملاحظة ما يلي :

أ- يفضل أن تأخذ أترية الجسر الشكل التالي :



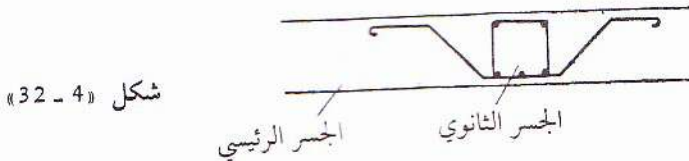
شكل « 4 - 30 »

ب- يربط قضيب حديد قطره (8-10mm) على أتاري الجسر المقلوب من الخارج ويرتفع عن أرضية الكوفراج بمقدار ارتفاع التسليح السالب للبلاطة من أجل أن يرتكز عليه حديد التسليح السالب للبلاطة . كما في الشكل « 4-31 » .



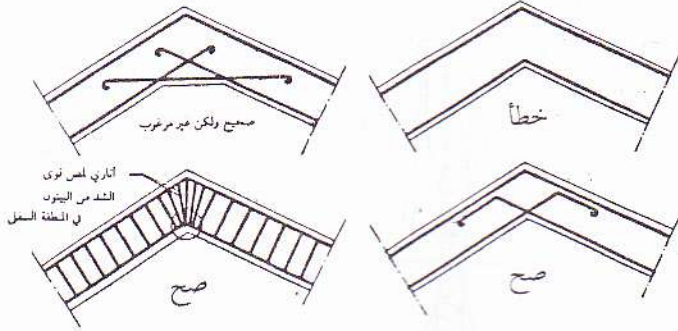
شكل ( 4 - 31 )

٤ - عند إلتقاء جسر ثانوي مع جسر رئيسي : يفضل تنفيذ كراسي حديدية كما في الشكل « 4-32 » .



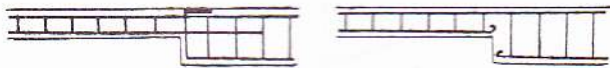
شكل « 4 - 32 »

٥ - في الزوايا البيتونية المسلحة : «رأس إطار جملوني بلاطات مثنية .. الخ» ينفذ حديد تسليح هذه الزوايا وفق ما يلي :



شكل «4 - 34» تسليح رأس الجملون

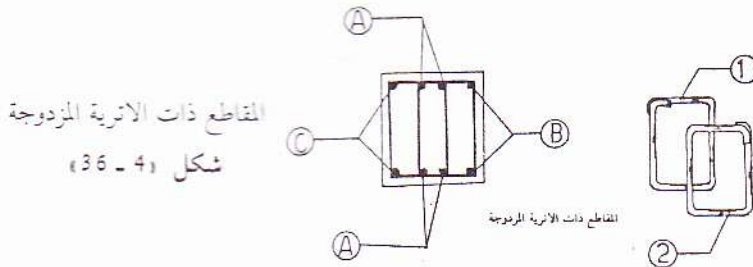
٦ - عند تغير مقطع الجسر أو سماكة البلاطة : يتم تنفيذ التسليح كما يلي :



شكل «4 - 35» الطريقة الصحيحة

طريقة خاطئة

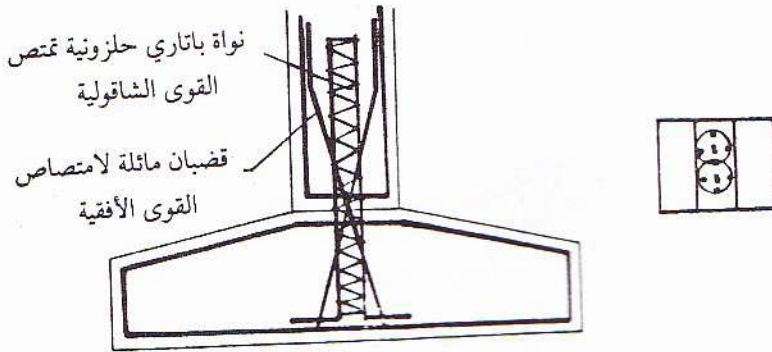
٧ - في حال احتواء المقطع على أكثر من أترية واحدة : كما في الشكل «36-4» مثلاً . يتم تدكك القضبان (A) ضمن الأترتين معاً وبنفس الوقت . ثم تدكك القضبان (c) في الأترية 1 و (B) في 2 وتربط بعد ذلك .



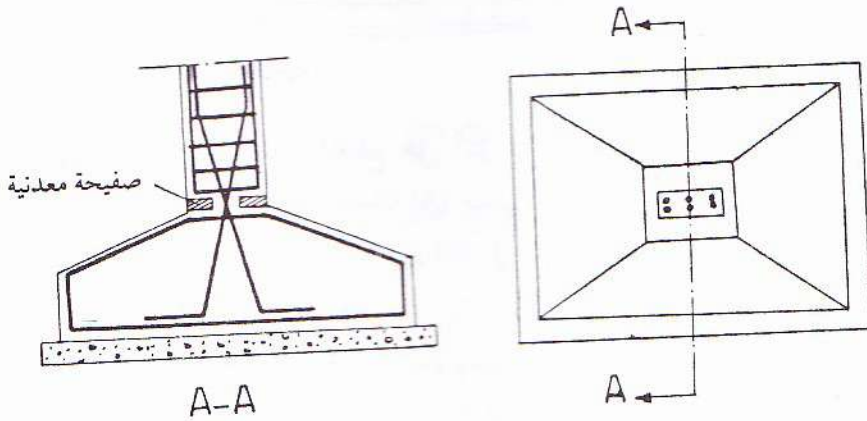
شكل «4 - 36»

المقاطع ذات الأترية المزدوجة

٨- تفاصيل تسليح إلتقاء الأساسات مع الأعمدة:  
 أ- الإلتقاء المفصلي : يأخذ التسليح الشكل التالي :



مفصل مع نواة «اعتبارية» يستعمل عندما تكون الحمولة الشاقولية كبيرة  
 شكل (٤ - ٣٧)



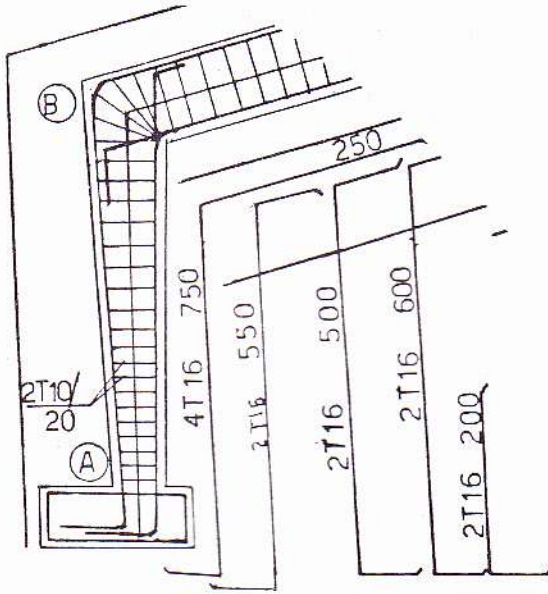
مفصل مسنجر  
 شكل (٤ - ٣٨)



اسلوب التنفيذ لكلا المفصلين يتطلب بعض التقنية لكن لاشيء جديد بالنسبة للتسليح . انما يجب تنفيذ كل من القضبان المائلة والنواة قبل تنفيذ العمود . وبالنسبة للاتاري ذات الشكل الحلزوني يمكن أن تنفذ على قسطل قطره الخارجي يساوي القطر الداخلي للنواة تلف عليه الأتربة فيما إذا كان قطر قضبانها صغير . وفي غير ذلك تنفذ النواة بواسطة الآلات التي تصنع النواض المعدنية .

#### ب - المفصل الموثوق :

يبين الشكل «4-39» أساس مرتبط بشكل موثوق ومنه نرى أنه من الضروري تنفيذ تسليح العمود مع الأساس وربطهما مع بعض قبل صب الأساس حيث لايفضل الإعتماد على التشريك (بروز حديد تسليح العمود بطول يساوي طول التماسك) في هذه الحالة .

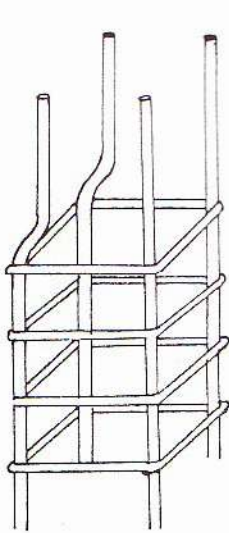


شكل «4-39»

ملاحظة : بعد تنفيذ القفص الحديدي لكل من العمود والأساس يركز في مكانه ويؤكس ثم يثبت العمود بمكانه بمورينات من الخشب بجميع الإتجاهات حتى لايقبله الهواء الى حين يتم صب الأساس .

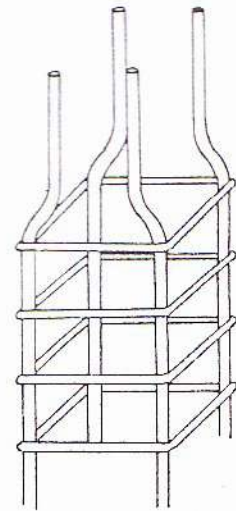
٩ - تنفيذ الحديد المكسح في الجسور والأعمدة : يتم تنفيذ القضبان المكسحة مسبقاً وخاصة فيما إذا كانت ذات أقطار كبيرة حيث لا يمكن ثني القضبان ذات القطر (16mm) وما فوق بالوسائل اليدوية ويفضل القيام بهذا العمل بالاستعانة بآلة الثني الكهربائية التي يمكن بها ثني الحديد بالزاوية المطلوبة أو تستعمل الطعاجة اليدوية الهيدروليكية المستعملة في ثني القساطل . وهناك طريقة ثالثة تستعمل لثني الحديد فيما إذا كان الحديد منخفض المقاومة وغير معاملة على البارد ( $f_y=2400\text{kg/cm}$ ) وذلك بواسطة الشلمون حيث يسخن القضيب حتى الإحمرار ثم يتم ثنيه بسهولة . ويمكن استعمال هذه الطريقة في حالة الحديد عالي المقاومة وذلك فيما لو كان القضيب المراد ثنيه قضيب تعليق غير فعال . أو فيما لو أخذ بعين الإعتبار انخفاض حد المرونة لهذا النوع من الحديد .

١٠ - في حالة اختلاف مقطع الأعمدة بين طابق وآخر : كأن يتم تصغير المقطع في الطوابق العلوية ويتم تصغير المقطع لحديد التسليح وفق الشكل «4-4» .



عمود طرفي

تصغير مقطع العمود في  
الطوابق المتكررة  
شكل «4 - 4»

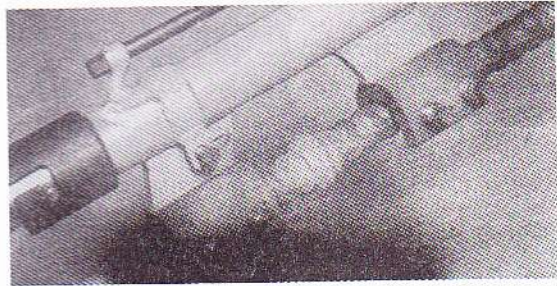
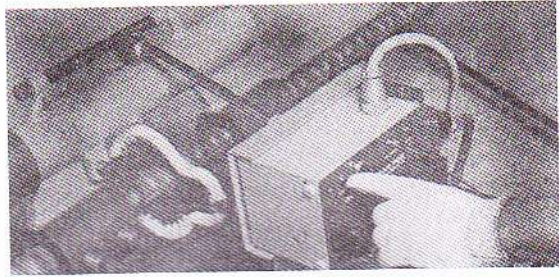


عمود وسطي

وفي حالة العمود الطرفي يتم تصغير مقطع العمود من طرف واحد «الطرف الداخلي» فيما إذا كنا مضطرين للحفاظ على مستوى واحد لواجهة البناء . ويجب في هذه الحالة التأكد من أن العمود ما زال يعمل كعمود مركزي وإلا يتم التصميم وفق قوانين اللامركزية .

#### ١١ - وصل قضبان التسليح باللحام او بالسن والعزقة :

يسمح بوصل قضبان التسليح بواسطة اللحام عندما لا يكون هذا الحديد معاملاً على البارد أثناء التصنيع (إلا إذا أخذ إنخفاض مقاومته بالاعتبار) . ويتم عملية اللحام بواسطة القوس الكهربائي حصراً شكل «4-41» مع المحافظة على استقامة محوري القضيبين الملحومين . وإذا اضطر الى تقوية منطقة الوصل باللحام تستعمل قطع من قضبان التسليح تثبت باللحام كما في الشكل «4-41» .

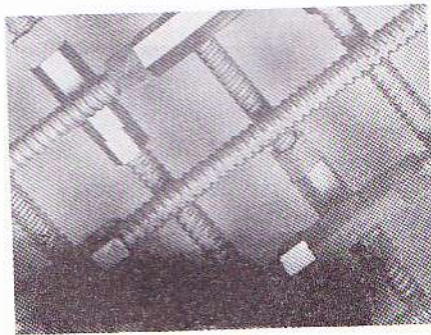
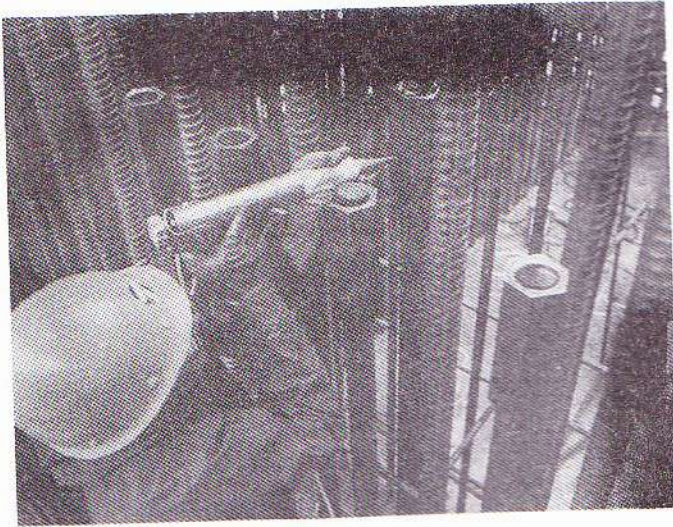


تدعيم الوصلة بقطع من  
قضبان التسليح

شكل «4 - 41»

استخدام القوس الكهربائي في وصل قضبان التسليح

تخضع القضبان الموصولة باللحام الى تجارب لتحديد مدى تحملها ومثانتها  
اما وصل قضبان التسليح بواسطة السن والغزقة «الركابات أو الجلب المقلوطة» فلا  
يمكن اتباعه إلا لأنواع خاصة من قضبان التسليح له حلزونه خاصة تسمح لقلوطة  
الركابه بالتراكب معها - شكل «4-42» - ويؤخذ طول الركابات حسب قطر القضبان  
والقوى المعرض لها. كما وتعتبر مساحة قلب القضيب «بدون السن» هي المقطع  
الفعال للقضيب أثناء التصميم .



استخدام الركابات في وصل قضبان التسليح شكل «4 - 42»

إثنا عشر : تثبيت قساطل تمديد الاسلاك الكهربائية على الكوفراج  
«التيب الكهربائي» :

وقساطل تمديد الاسلاك الكهربائية او ما يدعى بتيب الكهرباء هي عبارة  
عن قساطل معدنية أو بلاستيكية أو من البرغمان «صنائح معدنية معزولة داخلياً»  
وهذه القساطل تستخدم لتمديد كوابل الكهرباء ضمنها داخل البيتون او الجدران  
الاسمنتية والحجرية وتتصل هذه القساطل مع علب توزيع يمكن أن تكون أيضاً  
من المعدن أو البلاستيك أو من البرغمان . حيث يستفاد من هذه العلب كنقاط  
توزيع وتفرع للأسلاك أو للمساعدة في تمديد الأسلاك الكهربائية أو في نهاية خط  
السلك عند المآخذ او النقطة الضوئية .

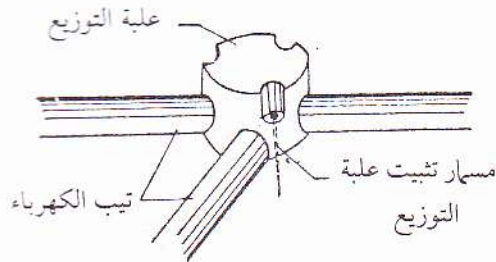
ملاحظة : الشرح المفصل للموضوع السابق سنتناوله بأبحاث الجزء الثاني من هذا  
الكتاب وما يهمننا في هذا البحث هو طريقة تثبيت هذه القساطل والعلب في قوالب  
البيتون المسلح قبل اجراء الصب .

إن أعمال تمديد التيب الكهربائي يمكن أن تتم قبل أعمال حديد التسليح أو  
بعده حسب الحالة وحسب طريقة تركيب الكوفراج ونوعه ونوع المنشأ المار منه تيب  
الكهرباء . وفي كلا الحالتين تبقى طريقة التمديد واحدة وتتألف من المراحل  
التالية :

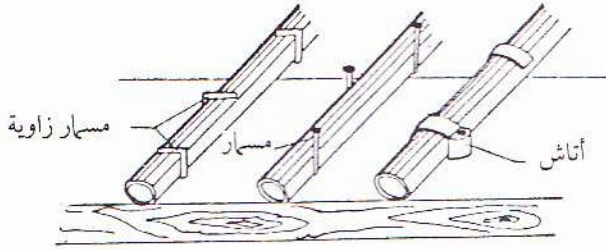
- ١ - تحديد مسارات تيب الكهرباء ومكان وجود علب التوزيع والتفرع  
الكهربائية وفق ما هو وارد بالمخططات الكهربائية .
- ٢ - تثبيت علب التوزيع في مكانها بواسطة مسامير تدق في أفاريز خاصة على  
محيط العلبه .

تثبيت علبه التوزيع على  
الكوفراج الخشبي

شكل « 4 - 43 »

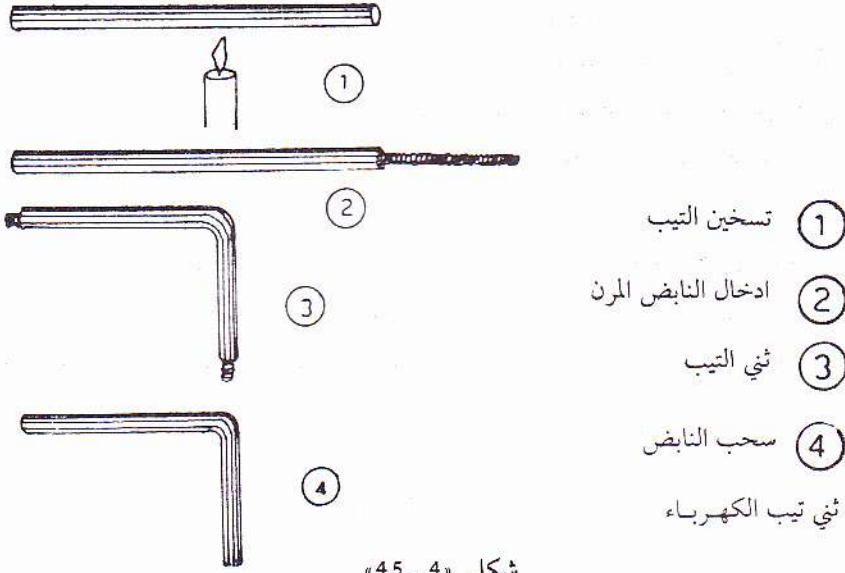


٣- من الفوهات الموجودة على محيط علب التوزيع ينطلق تيب الكهرباء وفق المسار المحدد له ويثبت مع الكوفراج الخشبي بواسطة إحدى الطرق المبينة بالشكل «44-4»



تثبيت تيب الكهرباء مع الكوفراج الخشبي  
شكل «4 - 4»

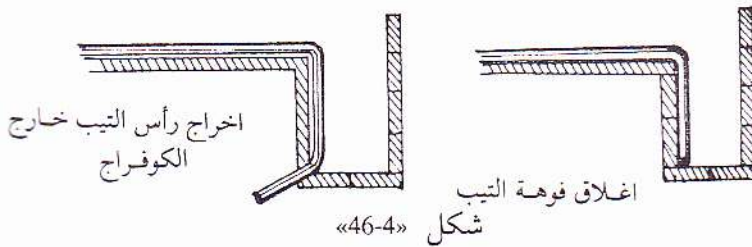
٤- عند الحاجة الى ثني تيب الكهرباء «نقاط الزوايا» لا يتم ثني التيب يدوياً فهذا سيؤدي الى التصاق جدران التيب ببعضها عند نقطة الإنشاء ، وبالتالي إغلاق مجرى الاسلاك الكهربائية ولذلك فالثني يتم بوسائل مناسبة تحافظ على القطر الداخلي للتيب ، فإذا كان التيب من المعدن القاسي فيتم اجراء الثني بواسطة آلة ثني القساطل المعدنية الهيدروليكية. أما إذا كان من البلاستيك فيسخن التيب في منطقة الثني على نار هادئة «شمعة مثلاً» حتى يصل الى مرحلة الليونة ثم يدكك داخله نابض معدني «اوخرطوم بلاستيك لين» قطره الخارجي اقل بقليل من القطر الداخلي للتيب ونقوم بعدها بثني التيب يدوياً وبعد أن يبرد التيب نسحب النابض من داخل التيب .



شكل «4 - 4»

#### ملاحظات حول تمديد التيب :

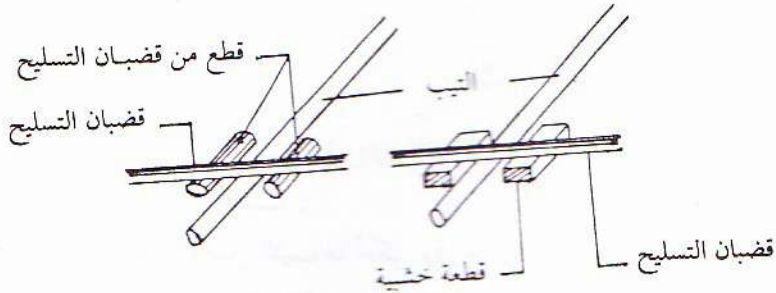
- ١ - يجب تجنب وصل التيب ما أمكن وفي حالات الضرورة يتم وصل التيب المعدني القاسي (القساطل المعدنية) مع بعضها بواسطة الإكزة (سن وعزقة) أما التيب البلاستيكي فيتم وصل جزئيه بتسخين احد الاطراف على نار هادئة ومن ثم يدكك الطرف الاخر ضمن الاول (بنفس إتجاه مد الأسلاك المتوقع) .
- ٢ - عند وجود جسور ساقطة للبلطات يستمر التيب ضمنها كما في الشكل «46-4» ويجب إغلاق فوهة التيب في نقطة النهاية وبحيث تبقى ظاهرة للعيان بعد فك القالب . أو يتم إخراجها خارج الكوفراج من أحد الثقوب .



٣ - يجب الإنتباه جيداً الى عدم إحتواء التيب على أية شقوق أو إنكسارات تؤدي الى دخول البيتون داخل التيب أثناء الصب وبالتالي إغلاق مجرى الأسلاك الكهربائية مما يدفعنا الى تكسير البيتون لنزع التيب واستبداله بتيب سليم آخر .

٤ - في بلاطات الهوردي يستفاد من ثقب البلوك الهوردي لتمديد تيب الكهرباء .

٥ - غالباً وفي الأحوال العادية يمدد التيب فوق حديد التسليح في البلاطات ولكن في حالات خاصة يمكن أن يمدد التيب تحت حديد التسليح في هذه الحالة يجب تجنب وضع حديد التسليح فوق التيب مباشرة بل تفصل بينهما بوضع قطع خشبية أو معدنية كما في الشكل «47-4» .



شكل «47-4»



## . البحث الخامس .

### أعمال خلط الببتون والصب

تعتبر عملية خلط الببتون وصبه من أهم الأعمال التنفيذية وهي تتطلب قدراً من الخبرة والإطلاع وتتطلب بالإضافة الى ذلك أن يكون المهندس مديراً ناجحاً لمجموعات مختلفة من الورشات تتضافر جهودها لإنجاز هذا العمل الذي يجب أن يحافظ على شروط ومواصفات لا يمكن الإخلال بها . وصعوبة هذه المهمة تنحصر في أن جميع أقسام هذه الورشات يطلب منها العمل بنفس الوقت وأن يتوفر فيها بينها التناسق والإنسجام اعتباراً من ورشة المجبل المركزي ومروراً بالجباله المتنقلة ومضخات الببتون أو الروافع - البرجية منها أو الجسرية - وانتهاءً بورشة الصب والتي تتواجد في مكان الصب .

ولا يمكن أن يتحقق ما سبق إلا بوجود مهندس أو أكثر له من الخبرة في إدارة مثل هذه الأعمال ما يؤهله للسير بعملية صب الببتون الى مراحلها النهائية بأمان مع المحافظة على الشروط والمواصفات المحددة بالتصميم ويدفتر الشروط الفنية العامة .

سيتم في هذا الفصل التعرض الى جميع المعلومات المتعلقة في هذا العمل مع لفت النظر الى أن الكثير من النواحي المتعلقة بعملية الصب تختلف من ورشة لأخرى . ولكن هذا لا يعني أبداً عدم وجود خطوط عريضة يمكنها أن تحدد الأسلوب العام المتبع في مثل هذه الأعمال .

ولن نتعرض في هذا البحث للأمور الفنية المتعلقة بالخلطات الببتونية ومواصفاتها حيث يوجد الكثير من المراجع تبحث في هذه الأمور وإنما سنكتفي بما يتعلق بالأمور التنفيذية فقط .

أولاً : أعمال تحضير الإحضرارات في الورشة :

كما هو معلوم فالمواد الداخلة في خلطات البيتون هي :

- ١ - البحص      ٢ - الرمل      ٣ - الإسمنت      ٤ - الماء  
٥ - مواد إضافية .

أ - البحص :

نحصل على البحص من مصدرين :

١- " عن طريق تكسير صخور (كلسية أو بازلتية) ذات قساوة مناسبة بواسطة الكسارات ولهذا النوع زوايا حادة .

٢- " من ضفاف ودلتا الأنهار وغالباً ما يكون مستديراً وأملساً .

بالنسبة للحجم فهناك نوعين من البحص يمكن أن نصادفهما في الورشات . النوع الأول يدعى بالبحص الفولي ويتراوح أقطار حبيباته ما بين 0,5-2,5cm ويمكن أن تصل الى أكثر من ذلك (4,5cm) فيما لو كان البحص مستعملاً لصب البيتون ذو الأحجام الكبيرة «قواعد الأساسات مثلاً» يستعمل هذا البحص أي البحص الفولي في كافة أعمال البيتون بمختلف العيارات .

النوع الثاني هو البحص العدسي . حبيباته أصغر من حبيبات البحص الفولي (بحدود 0,5cm) ويستعمل هذا النوع في أعمال صب البلوك وبيتون الميول . وأحياناً كطبقة ميول تحت البلاط . مهما كان نوع البحص فيجب قبل الموافقة عليه وإستلامه التحقق مما يلي :

١- مطابقته للمواصفات من حيث القساوة والتدرج الحبيبي ويكون المصدر المتبع في هذا الأمر هو دفتر الشروط الفنية الخاص للمشروع إن وجد وإلا فدفتر الشروط الفنية العامة .

٢ - خالي من الأوساخ والمواد الغضارية ومغسول من الغبار .

٣ - حبيباته قريبة للتكور والتكعيب ونسبة الحبيبات الرقيقة منخفضة .

٤ - الكميات مطابقة لما هو متعاقد عليه .

ب - الرمل :

الرمل المتواجد في الورشات غالباً ثلاثة أنواع :

١ - رمل صلب : ناتج عن تكسير وطحن صخور قاسية (كلسية أو بازلتية) وتستعمل في أعمال البيتون بجميع أنواعه .

٢ - رمل الطينة الأبيض : ناتج عن تكسير وطحن صخور كلسية ويستعمل في أعمال الإكساء (طينة - بلاط - بلوك - الخ) يتصف هذا النوع من الرمل بأن تلاصق خلطاته مع الأشياء المحيطة أفضل بكثير من رمل الصب .

٣ - الرمل البحري : يستحصل عليه من شواطئ البحار أو من مقالع كانت قديماً شواطئ بحار يستخدم جميع أنواع البيتون بمختلف العيارات وفي أعمال الإكساءات .

ج - الإسمنت :

كما هو معروف فالإسمنت المتوفر في الورشات مؤلف من نوعين أساسيين :

١ - الإسمنت البورتلندي الأسمر : له عدة أنواع جزئية منها الإسمنت العادي - والسريع التصلب والمقاوم للكبريتات ... الخ .

٢ - الإسمنت الأبيض : تتميز خلطاته بمقاومة أكبر من خلطات الإسمنت الأسمر ، كما يمكن إعطاؤها أي لون نشاء بواسطة الأصبغة ، لذلك يستفاد منه في أعمال الإكساء (أعمال البلاط - الرشة التيرولية - الموزايك) .

- يجب مراعاة الأمور التالية أثناء توريد أي نوع من الإسمنت الى الورشة :

١ - "ماعداء المجابل المركزية التي يتم احضار الإسمنت إليها أحياناً بواسطة صهاريج خاصة «سيلوهات» بطريقة الدوكما . فيما عدا ذلك يتم احضار الإسمنت الى الورشة بأكياس ورقية سعة 50Kg .

٢- نخزن الإسمنت بمستودعات مهواة بشكل جيد بعيداً عن الرطوبة وترفع الأكياس عن الأرض بما لا يقل عن 10cm حيث يوضع تحتها مورينات والواح من الخشب .

٣- يجب التأكد من صلاحية الاسمنت المورد وعدم انتهاء فترة صلاحيته المحددة عادة بثلاثة أشهر . كما يجب الإنتباه الى عدم توريد كمية من الاسمنت تزيد عن الكمية التي تستهلكها الورشة خلال الفترة الباقية لانتهاء صلاحية الإسمنت .

٤- يجب أن يحقق الإسمنت المواصفات الواردة بدفتر الشروط الفنية الخاص بالمشروع .

د - الماء :

للماء في الورشة استعمالات عديدة فعدا عن كونه أحد المكونات الرئيسية لخلطات الببتون فهو ضروري جداً لأعمال السقاية والشرب والغسيل . والشروط التي يجب أن يحققها الماء المستعمل في الورشات تنحصر في خلوه من الأملاح والمركبات الضارة بالببتون وحديد التسليح وأن يكون متوفراً بالكمية المطلوبة أثناء الحاجة إليه وخاصة أثناء عملية الصب . لهذا فمن الضروري تحضير خزانات المياه مسبقاً في حال عدم وجود تمديدات مياه يمكنها توفير الماء بالكمية المطلوبة . وتجهز هذه الخزانات بالمضخات والتمديدات التي تكفل إيصال المياه إلى المكان المطلوب في الزمن المطلوب .

و- المواد الإضافية :

تستعمل لأغراض خاصة لاعطاء الخلطة الببتونية ميزة مطلوبة كالأصبغة ومسرعات ومبطئات التصلب (جصين مثلاً) وموانع الرشح ... الخ .

ثانياً : تحضير الخلطات الببتونية :

أ- الطريقة الأولى «الطريقة اليدوية» :

تستعمل في هذه الطريقة وسائل بدائية في تنفيذ الخلطة البيتونية «جبله البيتون» وتعتمد بصورة رئيسية على القوة العضلية البشرية في خلط البحص مع الرمل والاسمنت والماء حتى الحصول على خلطة ممزوجة بشكل جيد لها لون متجانس . يجري العمل في هذه الطريقة فوق أرض صلبة ونظيفة خالية من الأتربة والأطيان والأوساخ ، ولشرح هذه الطريقة سنستعين بالمثال التالي .

مثال :

المطلوب تشكيل خلطة بيتونية حجمها  $1m^3$  وعيارها  $350Kg/m^3$  نسبة الرطوبة فيها  $W/S=0,55$  .

خطوات العمل :

١ - ان خلطة متر مكعب تحتاج كما هو معروف لـ  $1,2m^3$  من الرمل والبحص ، وبما أن كمية البحص تكون عادة ضعف كمية الرمل لذا فالكميات المطلوبة لهذه الخلطة هي :

$$1,2 \times 2/3 = 0,8m^3 \quad \text{١ - البحص :}$$

$$1,2 \times 1/3 = 0,4m^3 \quad \text{٢ - الرمل :}$$

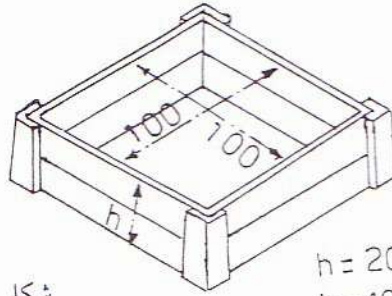
$$350/50 = 7 \times 1,1 = 8 \quad \text{٣ - الإسمنت (كيس)}$$

حيث تزداد نسبة الإسمنت  $10\%$  في الجبل اليدوي .

$$50 \times 8 \times 0,55/1 \approx 200L \quad \text{٤ - الماء :}$$

يمكن تقدير كمية البحص والرمل بواسطة وعاء خشبي مقطعه الأفقي مربع طول ضلعه (100cm) وارتفاعه (20cm) وهي طريقة دقيقة أما الطرق الأخرى غير الدقيقة فتعتمد على الخبرة في تقدير الكميات أو على قياس الكميات بأعداد من الرفوش سواء من البحص أو من الرمل حيث يمكن بصورة تقريبية وبناءً على التجربة أن نقول بأن متراً مكعباً من الرمل الناشف يمكن أن نحصل عليه بـ 240 رفش من الرمل بينما متراً مكعباً من البحص يمكن أن نحصل عليه بـ 300 رفش من البحص ، وتبقى هذه الأرقام أرقاماً تقريبية تختلف عن الحقيقة باختلاف نوع

البحص والرمل والرفش وباختلاف العامل الذي يقوم بعملية التعبئة والعد .  
 ملاحظة : يمكن استخدام الطريقة الدقيقة (وعاء الخشب) والتقريبية بأن  
 واحد باستخدام وعاء خشبي سعته  $(1 \times 1 \times 0,2 = 0,2 \text{m}^3)$  وإملائه بالبحص أو الرمل  
 وعد عدد الرفوش المطلوبة لانجاز هذا العمل ومن ثم الاستغناء عن الوعاء  
 الخشبي وإتمام العمل بعملية عد الرفوش المطلوبة للحصول على الحجم المطلوب  
 من كل نوع .



شكل « 5 - 1 »

$$h = 20 - 25 \text{ cm}$$

$$h = 40 - 50 \text{ cm}$$

٢ - يجهز الرمل والبحص والإسمنت والماء مسبقاً بالقرب من موقع الجبل ،  
 يبدأ العمل بأن يقوم اثنان من العمال بواسطة الرفوش بتشكيل كومتين من البحص  
 والرمل قريبتين من بعضهما أو متلاصقتين واثناء تشكيلهما يتم إضافة الإسمنت على  
 مراحل وفق مايلي :

باعتبار أن كمية البحص المطلوبة هي  $0,8 \text{m}^3$  وكمية الإسمنت (8) أكياس  
 وكمية الرمل هي  $0,4 \text{m}^3$  نقسم الأكياس الثمانية على كومة البحص والرمل بحيث  
 تأخذ كومة البحص 4 وكومة الرمل 4 أكياس ولذلك يجب إضافة كيس اسمنت  
 فوق كل  $(0,2 \text{m}^3)$  بحص وكيس اسمنت فوق كل  $(0,1 \text{m}^2)$  رمل .

ويراعى أثناء اضافة الإسمنت ان يكون شكل كومة البحص أو الرمل قريبة  
 من المخروط بحيث إذا أفرغ كيس الإسمنت فوق قمة هذه الكومة توزع الإسمنت  
 على سطحها الخارجي .

في النهاية نكون قد حصلنا على كومتين الأولى تتألف من  $0.8m^3$  من البحص + (200Kg) اسمنت والثانية من  $(0,4m^3)$  رمل + (200Kg) اسمنت .  
يمكن تنفيذ هاتين الكومتين بآن واحد باستخدام عاملين أو تنفيذ كل كومة على حدى بشرط أن تكونا قريبتين من بعضهما .

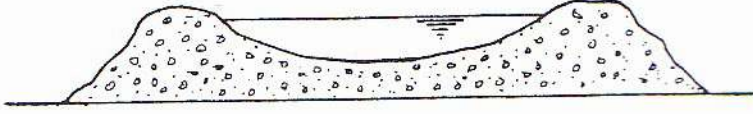
٣ - يقوم في هذه المرحلة عاملان بخلط الكومتين مع بعضهما بأن يقوم الأول بإملاء رفشه من الكومة الأولى وتفريغه في منطقة تتوسط الكومتين ويتبعه الآخر بإملاء رفشه من الكومة الثانية وإفراغه فوق الرفش الأول وهكذا دواليك حتى يتم خلط الكومتين مع بعضهما بكومة واحدة والحصول على مزيج متجانس لونه من لون الإسمنت وإلا فيجب تكرار عملية الخلط مرة ثانية وثالثة حتى الحصول على المزيج المتجانس .

٤ - تفرش الكومة السابقة على شكل جذع مخروط ارتفاعه لا يتجاوز (35cm) ويجوف في منتصفه للحصول على شكل يشبه قمة البركان .

٥ - يضاف الماء بواسطة وعاء ذي سعة معلومة حيث يحدد عدد مرات ملئه . بالماء ويفرغ حتى نحصل في النهاية على كمية المياه المطلوبة والمحددة في مثالنا بـ (200L) تقريباً . ويسكب الماء ضمن الفجوة المشكلة بكومة الخليط وحين تمتلئ ننتظر قليلاً حتى تتشبع الخلطة بالماء ويجب الإنتباه الى عدم السماح للماء بالتسرب من جوانب الجبلية .

٦ - بعد ذلك نقوم بتشكيل فجوة ثانية أعمق من السابقة وفي منتصفها بحيث يتجمع الماء الذي لم تمتصه الخلطة ضمنها . وتفتح الجبلية من أحد جوانبها ويتم الخلط بملء الرفش بالخليط وقلبه حتى نحصل على مجبول مقبول ومتجانس وإذا احتجنا الى مزيد من الماء نفتح قناة صغيرة بطرف الفجوة المليئة بالماء بحيث ينساب الماء الى مكان الخلط وتغلق هذه القناة عند الحصول على كمية كافية من المياه .

٧ - يملأ المجبول الناتج وينقل لمكان الصب ثم يخلط القسم الذي يليه



مقطع في مخروط جبلة شكل «5 - 2»

وهكذا دواليك حتى تنتهي الجبلة . وترش الجبلة بالماء من حين الى آخر إذا كانت جافة ، ويشكل عام يجب أن يكون المجدول ذو سيولة تمكنه من ملء زوايا القالب وتغليف قضبان التسليح دون أن يسيل أو يطفو منه الماء ، وعند الحاجة الى كمية من الماء تزيد عن المحسوبة سابقاً يزداد عيار الإسمنت بحيث تبقى النسبة ضمن الحدود المسموحة .

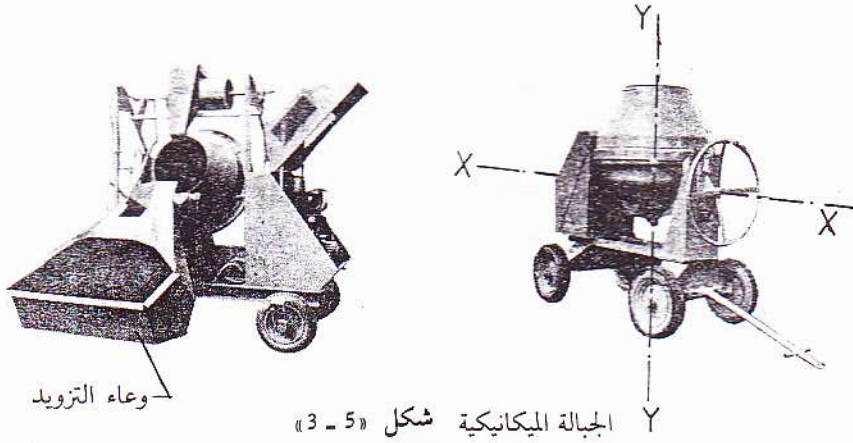
ملاحظة : يحدد حجم كل صبة حسب إمكانية العمال الذين يقومون بعملية الجبل والصب ويحيث يتم الإنتهاء من الجبل والصب قبل أن يبدأ البيتون بالتصلب .

ملاحظة : لايفضل استعمال هذه الطريقة إلا في حالات الكميات الصغيرة حين يتعذر استعمال الوسائل الأخرى وحين يصبح من غير الاقتصادي توفير هذه الوسائل . وفي جميع الحالات فهذه الطريقة لاتستعمل إلا في الأعمال غير الهامة وعندما لاتزيد المقاومة المحيرة المطلوبة للبيتون عن  $(180\text{Kg/cm}^2)$  .

ب - الطريقة الثانية : الجبل بالجبالة الميكانيكية الثابتة :

الجبالة الميكانيكية هي آلة محمولة على أربعة دواليب وتعمل على الديزل شكل «3-5» تتألف من وعاء بيضوي مفتوح من أحد جوانبه لتعبئة البحص والرمل والإسمنت والماء وتفرغ البيتون المجدول . في داخل هذا الوعاء صفائح معدنية حلزونية تساعد في عملية خلط البيتون بشكل جيد وذلك بأن يدور هذا الوعاء حول محور (y-y) شكل «3-5» وعند الإنتهاء من جبل البيتون يدور هذا الوعاء حول المحور (x-x) لتفريغ البيتون المجدول .





وللجبالة أيضاً سطل على شكل قمع يستخدم لتزويد الوعاء البيضوي بالبحص والرمل يتحرك للأسفل والأعلى كما تحتوي الجبالة على بكرة يلتف عليها حبل من الياف معدنية تدور هذه البكرة حول محور أفقي بحيث يسحب الحبل سطل معدني يملأ بالبيتون ومعلق بسببية ممتدة نحو الأعلى حتى منسوب السقف المراد صبه .

بعض الجبالات مزودة أيضاً بوعاء لتزويد الوعاء البيضوي بالماء ومراقم بحيث يحدد الكمية المطلوبة .

#### طريقة العمل بالجبالة الميكانيكية :

- ١ - من أجل تشغيل الجبالة الميكانيكية بصورة مثل يلزمنا سبعة عمال على الأقل موزعين كما يلي :
- أربعة عمال لتزويد الجبالة بالبحص والرمل على وريدين كل وريدي شخصين بحيث يعمل اثنان ويرتاح اثنان .
- عامل لتزويد الجبالة بالإسمنت إذا كان الإسمنت قريب من الجبالة ويزداد العدد كلما ابتعد الإسمنت عن الجبالة .
- عامل لتزويد الجبالة بالماء فيما إذا كانت غير مجهزة بوعاء خاص لهذه

المهمة .

- عامل خبير في العمل على الجبالة يقوم بعملية تشغيلها وقيادة أجزائها المتحركة .

٢ - يبدأ العمل بأن يقوم عمال التزويد بالبحص بملء البحص والرمل بواسطة صناديق تعيير معدنية خاصة أبعادها (50×50×20cm) شكل «5-5» أي كل صندوق يتسع لـ 0,052m<sup>3</sup> فإذا كان عيار الإسمنت 350Kg/m<sup>3</sup> وللحصول على 1m<sup>3</sup> من البيتون المجبول نجد : (كيس) 350/50=7

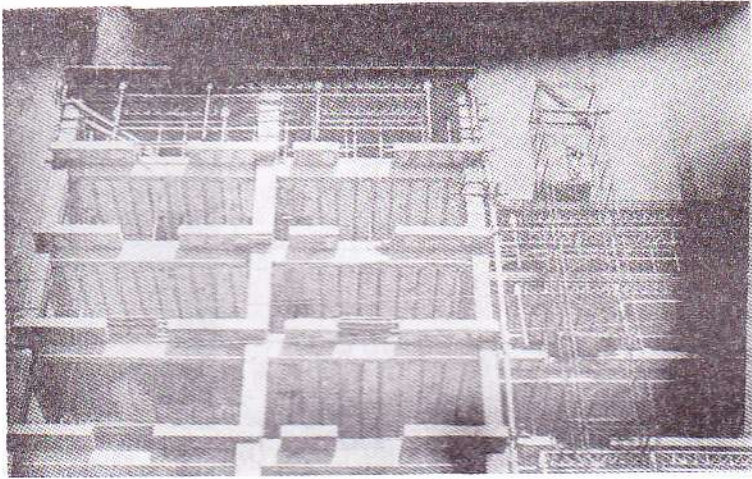
ولأنه من الأفضل أن تحتوي كل جبلة على كيس إسمنت لأن سطل التزويد لا يتسع لمجبول كيسين فيكون حجم كل جبلة :  
 $1/7=0,143m^3$

ويكون حجم البحص والرمل المطلوب لكل جبلة :  $1,2 \times 0,143 = 0,172m$   
ويكون حجم عدد العبوات المطلوبة لكل جبلة :  $(0,172/0,052 \approx 3)$  أي ثلاث عبوات تقريباً .

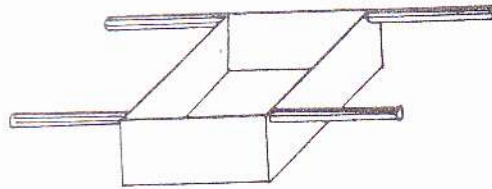
الماء المطلوب لكل جبلة إذا أخذنا (w/s=0,55) . تكون (200 /7#30 L)

وبما أن حجم البحص ضعف حجم الرمل عادةً يتم ملء عبوتين من البحص مع عبوة من الرمل في سطل التزويد ويفرغ كيس الإسمنت في سطل التزويد . في هذه الأثناء يقوم عامل تزويد الجبالة بالماء بافراغ نصف كمية المياه المطلوبة في الوعاء البيضوي والنصف الآخر بعد تفريغ سطل التزويد ضمن الوعاء البيضوي . وبينما يدور هذا الوعاء لجبل الخليط يقوم عمال التزويد بملء سطل التزويد بمواد الجبلة التالية . وحين تنتهي عملية الخلط التي تتحدد بثبات لون المجبول وحصوله على الصفة العجينية يتم تدوير الوعاء البيضوي حول المحور (x-x) وللجهة المعاكسة لجهة سطل التزويد «بالإضافة إلى دوزانه حول (y-y)» ثم يفرغ المجبول ضمن العربة إذا كان الصب يجري في منسوب وقوف الجبالة أو ضمن سطل الرفع الموجود داخل السبية المنصوبة بمحاذاة الجبالة والممتدة نحو الأعلى . بعد انتهاء التفريغ يعاد الوعاء البيضوي الى مكانه لاستقبال مواد الجبلة

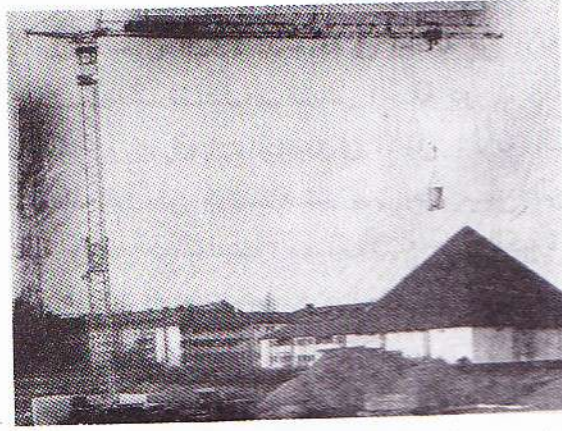
التالية . بينما يكون سطل الرفع المملوء بالبيتون المجهول متجهاً نحو الأعلى يسحبه الحبل المعدني الذي يلتف حول البكرة الموجودة في الجباله من الأسفل . وعند وصول السطل الى منسوب السقف يوقف سائق الجباله دوران البكرة فيتوقف السطل عن الارتفاع ويقوم العمال المتواجدون في الأعلى بتفريغ السطل ضمن العربة وينقل البيتون المجهول الى مكان صبه بينما يعاد سطل الرفع للأسفل لاستقبال الجبله التاليه وهكذا دواليك . وفي حالة الإرتفاعات الكبيره التي تتجاوز منسوب قدرة الجباله على الرفع يستعاض عن السييه برافعة جسرية أو برافعة برجيه . - شكل «4-5» -



سييه الجباله شكل (5 - 4)



وعاء التعيير للجباله الميكانيكيه شكل «5 - 5»



استخدام الرافعة البرجية في صب البيتون شكل « 5 - 6 »

الرافعة الجسرية

شكل « 5 - 7 »



ملاحظات حول هذه الطريقة :

- ١ - يفضل عدم استعمال الجبلة الأولى في هذه الطريقة لأن الكثير من الماء والرمل والإسمنت في هذه الجبلة سيلتصق بجدران الوعاء البيضوي لذا ستكون هذه الجبلة كثيرة البحص ويفضل استعمالها في مواضع ثانوية أو الاستغناء عنها .
- ٢ - يفضل تحضير البحص والرمل بالقرب من بعضها ومن الجبالة قدر الإمكان ويفضل أثناء الأعمال الكبيرة أن يتواجد ضمن مكان العمل تركس يقوم بتقريب الرمل والبحص كلما إنتهت الكمية القريبة من الجبالة وذلك للتقليل من الطاقة البشرية المهدورة في هذا العمل .

٣ - إذا لم تحتوي الجباله على خزان للمياه يتم تزويد الوعاء البيضوي بالماء عن طريق تنكة سعة (20L) أو أي وعاء آخر على أن يتم تعيير الكمية لكل جبلة .

٤ - في الأعمال الهامة والكبيرة يجب تواجد جبلة احتياطية تستعمل أثناء تعطل الأولى وأحياناً تعمل الاثنان بنفس الوقت .

٥ - للجباله كما هو واضح بالشكل أربعة دواليب مطاطية يستفاد منها في سحب الجباله من مكان لآخر وأثناء عملية الصب ترفع الجباله عن دواليبها بحيث تستند محاورها على قطع خشبية أو حجرية توضع تحتها بعد رفع الجباله بواسطة (الكريكو) .

٦ - بعد الإنتهاء من العمل تنظف الجباله وتغسل أجزاؤها من بقايا المجلول ويتم تنظيف الوعاء البيضوي بوضع كمية من البحص الناعم والحشن مع قليل من الماء ضمن الوعاء وتدويره حتى تنظف سطوح الوعاء من بقايا المجلول . بعد انتهاء عملية التنظيف تنزل الجباله من على مساندها وتسحب بعيداً عن مكان وقوفها أثناء الصب قبل أن يتصلب البيتون الموجود على الأرض تحتها ويمسك بدواليبها .

#### ج- الطريقة الثالثة : المجابل المركزية :

في الشركات الكبرى وعندما يكون المشروع كبير بحيث يتطلب كميات كبيرة من البيتون المجلول يتم اللجوء الى اسلوب المجابل المركزية . والمجابل المركزية تتبع اسلوب الأتمتة في العمل . فكل شيء يتم بصورة ميكانيكية بدءاً من عملية تلقيم المجلول بالبحص والرمل وإنتهاءً بتفريغ البيتون المجلول ضمن عربات جبال متحركة . شكل «5-8» .

تختلف طريقة عمل المجلول المركزي حسب الشركة الصانعة ولكن وبشكل عام فهو مؤلف من :

١ - المجلول .

٢ - سيلوه الإسمنت وأحياناً سيلوه للماء .

### ٣- وعاء الاحضارات .

يستقبل وعاء الاحضارات البحص والرمل ويرسلها الى جهاز الجبل المركزي عبر سير ناقل ويتم تعيير الكميات حسب الخلطة المطلوبة . ويضاف الماء والإسمنت الى الجبل من السيلوه وبالعيار المطلوب ، وهناك يتم خلط المزيج مع بعضه حتى نحصل على خليط متجانس ومقبول يتم تفريغه ضمن الجبالات المنتقلة . ويبين الشكل (5-8) نوعين من المجابيل المركزية مع تبيان أجزائهما المختلفة .



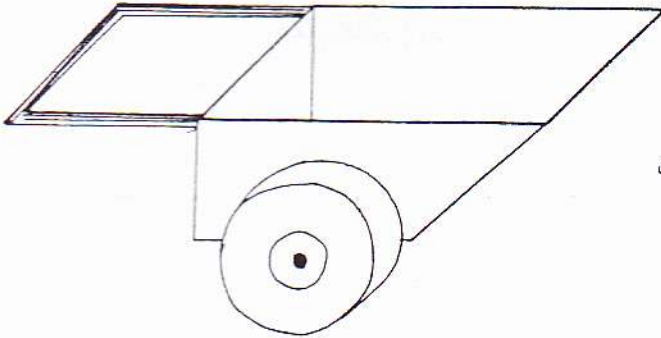
المجابيل المركزية

شكل (5 - 8)

### ثالثاً : نقل البيتون الى مكان الصب :

يختلف اسلوب نقل البيتون باختلاف طريقة جبل البيتون . ففي طريقة الجبل اليدوي يمكن أن تتم عملية النقل من مكان الجبل الى مكان الصب بطريقة يدوية أيضاً . حيث يقوم العمال بتعبئة المجدول البيتوني ضمن أوعية (تنك مثلاً) وبحيث لاتزيد سعتها عن استطاعة العامل ومن ثم يحمل هذا الوعاء الى مكان الصب وهنا سنلاحظ أن بطء عملية الجبل تسمح باستعمال هذه الطريقة بنقل المجدول ولكنها تصبح طريقة غير فعالة وغير اقتصادية فيما إذا كانت كميات البيتون كبيرة ومسافة النقل طويلة . ومن مساوئها أيضاً أنها تحتاج الى جهد عضلي كبير والى عدد كبير من العمال .

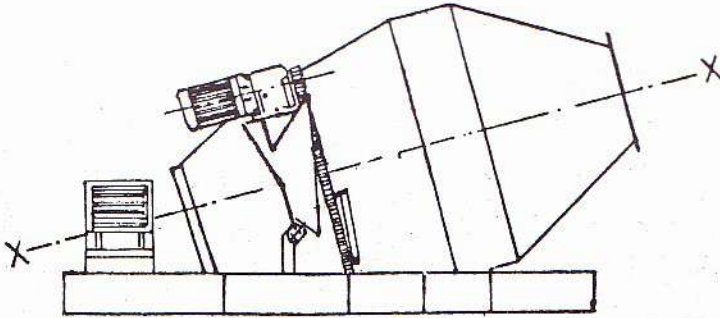
يمكن أيضاً كطريقة أخرى لنقل البيتون المجدول بالطريقة اليدوية استخدام عربة ذات دواليب مطاطية هوائية لايقبل قطرها عن قطر دواليب السيارات السياحية الصغيرة وذلك لتمكن من تجاوز العقبات التي تعترضها أثناء سيرها على حديد التسليح وفوق الأرض الطبيعية شكل «5-9» أما عند استعمال الجباله الميكانيكية فتتم عملية نقل البيتون بواسطة العربة ذات الدواليب المطاطية والتي تستعمل في نقل البيتون أفقياً أما النقل الشاقولي فهذا العمل تتولاه الجباله نفسها . فبعد تفريغ الجباله في سطل الرفع تقوم الجباله بواسطة دوران البكرة . بسحب هذا السطل نحو الأعلى الى الطابق المنشود وهناك يقوم العمال بتفريغه ضمن العربة ومن ثم يتم نقله الى مكان الصب .



عربة نقل البيتون

شكل « 5 - 9 »

في حالة الإعتقاد على المجابيل المركزية فإن عملية نقل البيتون تختلف اختلافاً جذرياً عن الطريقتين السابقتين ففي هذه الحالة يتم نقل البيتون أفقياً بواسطة سيارات جبالة لها سطل بيضوي مائل على الافق - شكل «5-10» - تختلف سعة هذا الوعاء من جبالة لآخرى حسب الشركة الصانعة وغالباً ماتكون بسعة أربع أو خمس أمتار مكعبة . ولهذا الوعاء فتحة من الخلف لتعبئة وتفريغ المجدول البيتوني وفي داخله يحتوي صفائح حديدية تشكل خطوط حلزونية تساعد على خلط البيتون أثناء نقله وتساعد أيضاً في عملية تفريغه من الوعاء .



شكل «5 - 10»

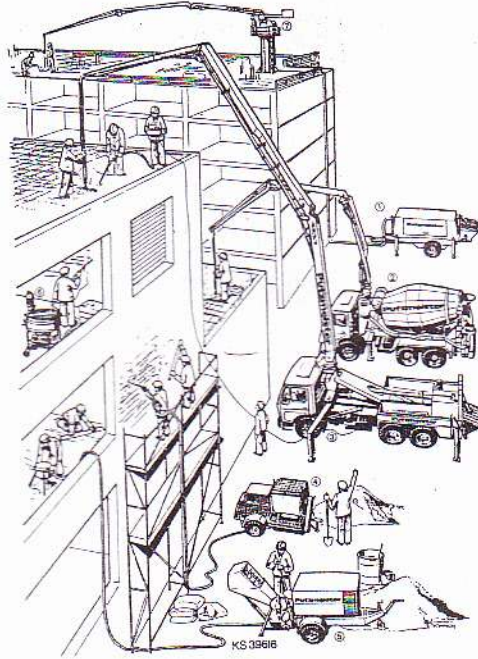
يدور هذا السطل حول المحور (X-X) الموضح بالشكل بالإتجاهين . فالإتجاه الأول يجعل البيتون يهبط الى أسفل السطل ويساعد في خلط البيتون أثناء نقله من المجدول حتى مكان الصب .

أما الإتجاه الثاني فيجعل المجدول يصعد نحو فتحة السطل حيث يتم تفريغ البيتون من السطل. إن المدى الأفقي لاستعمال هذه الطريقة يتوقف على نوعية الطرق الواصلة ما بين المجدول المركزي والورشات وحدود السرعة المتبعة على هذه الطرق واسلوب تنفيذ الصب (السرعة التي تفرغ بها الجبالة) . المهم أن لاتتجاوز



الفترة ما بين جيل البيتون في المجبل المركزي وزمن الإنتهاء من صبه عن الفترة التي يبدأ بعدها البيتون بالتصلب . حيث من غير المسموح فنياً استعمال بيتون بدأ تصلبه حتى لو أعيد خلطه مرة ثانية مع اضافة كميات أخرى من الإسمنت والماء .

أما عملية النقل الشاقولي في هذه الطريقة فتتم بواسطة مضخات البيتون شكل «5-11» التي تعمل على مبدأ الهواء المضغوط في دفع البيتون من الأسفل للأعلى هذه المضخات تتركب عادة على سيارات شاحنة تحتوي على وعاء لاستقبال البيتون من الجباله الناقلة وينتهي هذا الوعاء بفتحة على المضخة التي تقوم بدفع البيتون على دفقات في أنابيب ذات قطر بحدود (5 in) ومعلقة على جسر معدنية متمفصلة مع بعضها البعض يتم فردها وتحريكها هيدروليكيًا بحيث ترفع الانبوب الى المنسوب المطلوب .



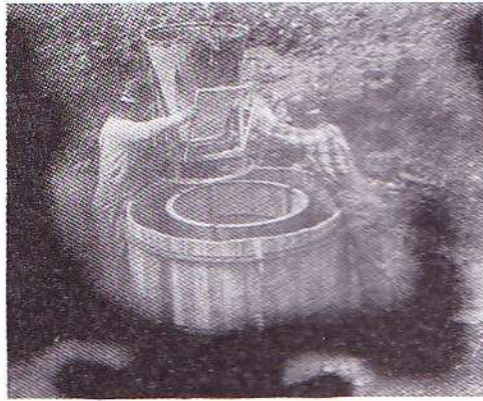
استطاعات مختلفة لمضخات البيتون شكل «5 - 11»

إن المدى الذي يمكن أن تصله هذه المضخة يختلف باختلاف الجهة المصنعة وعندما تعجز المضخات عن الوصول الى منسوب معين يمكن أن نستعمل التجهيز المبين بالشكل «5-11» والمرقم برقم (7) .

وهو يعمل على نفس مبدأ المضخات وفي حال عدم توفره بالورشات يتم رفع البيتون بواسطة الروافع البرجية أو الروافع الجسرية شكل «5-6» وشكل «5-7» . عند استعمال هذه الروافع يتم تفريغ المجبول البيتوني من الجباله النقاله في سطل على شكل جذع مخروط شكل «5-12» له فتحتين - علوية لتعبئته بالمجبول من الجباله وسفلية تغلق وتفتح بواسطة ذراع معدني .

استخدام سطل الصب في صب  
البيتون

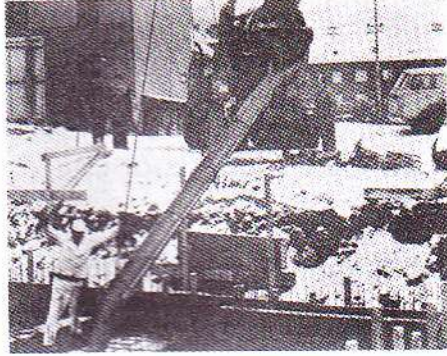
شكل «5 - 12»



يعلق هذا السطل مع حبل الرافعة التي ترفعه حتى منسوب الصب . فإذا كانت الرافعة جسرية يفرغ هذا السطل بالعربة ذات الدواليب المطاطية وينقل الى مكان الصب . أما إذا كانت الرافعة برجية فيمكن رفع البيتون الى المنسوب المطلوب ومن ثم الى مكان الصب إذا كان مدى عمل الرافعة يسمح بذلك وإن لم يكن فيفرغ السطل بالعربة وينقل للمكان المطلوب ويمكن في حالة الصب في منسوب وقوف الجباله أو تحته استخدام مجاري معدنية نصف اسطوانية كما في الشكل «5-13» .

الصب من  
الجبال المتحركة مباشرة

شكل « 5 - 13 »



#### رابعاً : صب البيتون :

قبل البدء في عملية صب البيتون يجب التأكد من جاهزية القوالب وتنظيفها من الأوساخ والغبار ونشارة الخشب . كما يتم التأكد من نظافة حديد التسليح من الطين والصدأ وانه مرفوع عن سطح القالب بما يعادل سماكة التغطية المطلوبة في التصميم . حيث يوضع تحت القضبان قطع من حديد التسليح قطرهما يعادل سماكة التغطية . وفي حال عدم توفر الأقطار المطلوبة ينفذ ما يسمى بالكراسي تنفذ من القضبان الفائضة . (راجع بحث حديد التسليح) وتوضع هذه الكراسي تحت حديد التسليح وخاصة التسليح العلوي السالب .

أيضاً يتم التأكد من سلامة تيب الكهرياء وعدم تعرضه الى التواءات شديدة أو شقوق أثناء العمل فوّه مما يؤدي الى انسداد هذا التيب . وخلق اشكالات وصعوبات كبيرة أثناء تمديد خطوط الكهرياء .

بعد التأكد من جميع هذه الأمور يرش الماء فوق القالب فيما إذا كان القالب خشبياً . أما في حالة القوالب المعدنية فتدهن سطوحها الداخلية الملاصقة للبيتون بمواد خاصة تمنع التلاصق ما بين البيتون والقوالب (كالزيت مثلاً) .

جميع الخطوات السابقة هي خطوات تحضيرية وبانتهائها يتم المباشرة بالصب .

## - عملية رص البيتون أو ما يسمى بالتحشية :

بعد تفريغ البيتون في مكان الصب ومهما كانت طريقة النقل (يدوية - بالعربة - بالسطل - أو بالمضخات) وسواء استعمل الرج الميكانيكي أم لا فلا بد من القيام بما يسمى بعملية تحشية البيتون . وتتم التحشية بواسطة قضيب معدني له رأس مدبب نقوم بفرزه ضمن المجبول وسحبه الى أن يملأ البيتون جميع أجزاء القالب وزواياه الميتة وان يتم تغليف حديد التسليح بالمجبول على كل محيطه . ويفرغ لهذا العمل عامل أو أكثر حسب سرعة عملية الصب يقومون بعملهم فور صب البيتون وبحيث ينهوه قبل أن يبدأ البيتون بالتصلب . وعملية التحشية وبالإضافة الى ماتم ذكره تساعد على زيادة كثافة البيتون وبالتالي زيادة مقاومته وعلى منع ظاهرة التعشيش وهي ظاهرة ظهور حبيبات البحص على السطح الخارجي بدون أن تملأ الفراغات ماينها بالرؤية الإسمنتية . وهذه الظاهرة غير محبذة وهي تنشأ عن ثلاثة أسباب :

- ١ - وجود فتحات وشقوق في القالب تتسرب منها الروية الإسمنتية .
- ٢ - نسبة البحص كبيرة جداً في الخلطة أو ان عملية خلط البيتون غير جيدة .

٣ - انفصال جزئيات البيتون عن بعضها أثناء القيام بعملية الصب من علو كبير . هذا الانفصال يحدث بسبب اختلاف كتل الجزئيات بحيث يتجمع الخليط ابتداءً من الحبيبات ذات الحجم الأكبر الى الجزئيات ذات الحجم الأصغر .

ملاحظة : لمعالجة آثار التعشيش يلجأ وفور فك القالب واكتشاف التعشيش الى ملء الفراغات بروية من الإسمنت والرمل الناعم عيار  $(400\text{Kg}/\text{m}^3)$  .

- ان عملية التحشية بالطريقة التي ذكرت سابقاً لا يمكن استعمالها إلا عندما يكون الصب سطحياً أي في المناطق القليلة العمق كما في الجسور والبلاطات أما عند صب الأعمدة فسنجد أن هناك استحالة في تحشية البيتون بهذه الطريقة وخاصة عند أسفل الأعمدة ولذلك يلجأ الى طريقتين لتحشية البيتون المصبوب في الأعمدة :

أ- الطريقة الأولى : وهي طريقة هز حديد التسليح الطولي للعمود والبارز فوق الكوفراج أي يتم هز الحديد من الأعلى وذلك بعد كل دفعة من المجهول البيتوني ، وهذه الطريقة وإن كانت تعطي نتائج جيدة في منع ظاهرة التعشيش إلا أنها تملك مساوئ كثيرة أهمها انحراف حديد التسليح الطولي عن محوره أثناء عملية الهز كما وتقلل من كثافة البيتون حول القضبان وخاصة في اتجاه الهز مما يؤدي الى ضعف تماسك حديد التسليح مع البيتون . ولهذا فعالباً ما ترفض دفاتر الشروط الفنية اتباع مثل هذه الطريقة .

٢ - الطريقة الثانية : تعتمد على مبدأ الدق على القالب الخشبي من الخارج في الجزء الذي تم صبه ويتم الدق بواسطة مطرقة عادية على كامل محيط القالب وعلى كامل الإرتفاع .

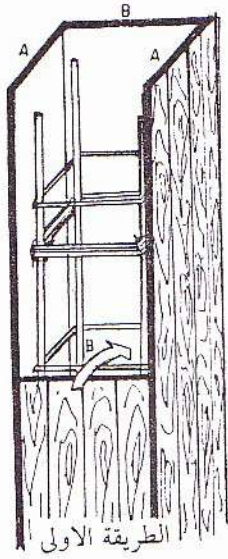
وفي جميع الأحوال يبقى الرج الميكانيكي هو الحل الأفضل وان كان قليل الإستعمال حتى الآن في الورشات الصغيرة . وسنفرّد للرج الميكانيكي فقرة خاصة للتحديث عنه .

#### الطرق المتبعة في صب الأعمدة ذات الإرتفاع الكبير :

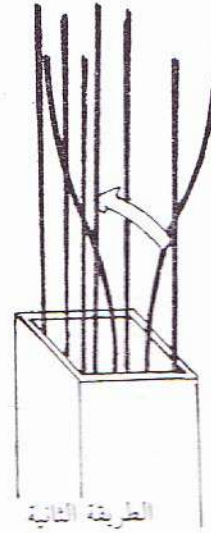
من غير المقبول أن يتم صب الأعمدة بارتفاع أكبر من (2,5m) لكي لا يؤدي الصب من ارتفاعات كبيرة الى إنفصال جزئيات البيتون عن بعضها . لذلك وفي هذه الأعمدة يجري الصب على مراحل كل مرحلة لا تتجاوز (2,5m) ولتحقيق ذلك يمكن إعتقاد إحدى الطرق التالية :

#### أ- الطريقة الأولى :

ينصب كوفراج العمود كاملاً ما عدا احد الاجناب ويفضل أن يكون الجنب الملامس للتسليح الطولي الأقل (الاتجاه B) بالشكل «5-14» . هذا الجنب ينفذ على مراحل ارتفاع كل مرحلة لا يتجاوز (2,5m) ومن الضروري أن يكون عرض هذا الجنب كافي لعملية تفريغ البيتون في العمود وإلا تستعمل الطرق الأخرى .



شكل « 5 - 14 »  
الطريقة الاولى



شكل « 5 - 15 »  
الطريقة الثانية

ومن أجل تسهيل عملية الصب من هذا الجنب تفك الأتاري فوق حافة هذا الجنب ضمن المسافة المطلوبة لعملية الصب وترفع للأعلى حيث تربط مؤقتاً مع الأترية العلوية الى حين الإنتهاء من عملية الصب تعاد بعدها الى مكانها ويعاد تربيطها ويركب الجزء الثاني من هذا الجنب ونتابع بنفس الطريقة .

هذه الطريقة لاتستعمل إذا كان الحديد الطولي في جميع الاجناب من الكثافة بحيث يتعذر القيام بالصب من أحد الاجناب .

ب - الطريقة الثانية :

هذه الطريقة مفيدة في حال عدم إمكانية التنفيذ بالطريقة السابقة أي عندما تكون كثافة التسليح كبيرة وعرض الجنب غير كافي .

في هذه الطريقة يتم تنفيذ كرفراج العمود على مراحل كل مرحلة لاتتجاوز (2,5m) أما حديد التسليح الطولي فينفذ كاملاً والأتاري «الأساور» تنفذ حتى حدود تنفيذ القالب . ويجب ربط الأترية العلوية بشكل جيد ومحكم لكي لاتنقطع الربطات عند ربط القضبان الطولية كما في الشكل «5-15» .

ومن خلال الفجوة المشكّلة يتم صب البيتون وكأن العمود عمود قصير . وبعد الانتهاء مباشرة تفك القضبان الطولية وتعاد الى وضعها الطبيعي . ثم تربط الأساور للقسم الثاني من العمود ويركب كوفراج الجزء الثاني ويصب بنفس الطريقة .

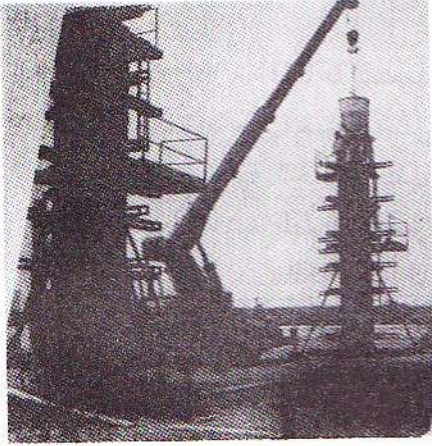
وهذه الطريقة غالباً ما تستعمل حين وجود جسور ربط بين الأعمدة . حيث يتم صب العمود حتى منسوب أسفل الجسر الرابط ثم يكفرج هذا الجسر ويصب ثم يكمل العمود فوق الجسر ويصب ويمكن في حالة صعوبة ازاحة الحديد كما ورد سابقاً ان ينفذ الحديد الطولي على مراحل بحيث تنفذ كل مرحلة مع كوفراجها مع الانتباه لوجود التراكب الكافي في الحديد والمساوي لطول التماسك المطلوب في حالة الضغط أو الشد حسب الحالة .

#### ج- الطريقة الثالثة :

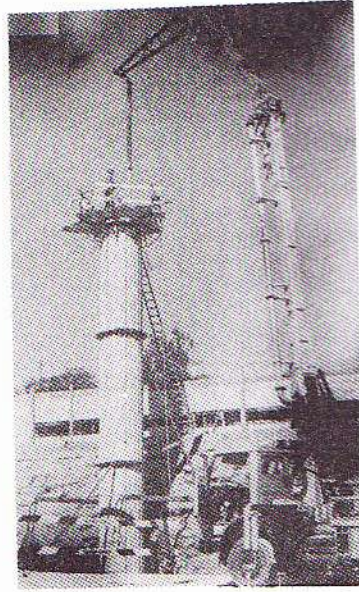
هذه الطريقة تستعمل فقط في حالة استعمال المضخات في الصب وهنا يمكن انزال خرطوم المضخة ضمن قالب العمود حتى منسوب المترين والنصف أو أكثر إن كان بالمستطاع ثم يجري الصب ويرفع الخرطوم تدريجياً حتى الإنتهاء من صب العمود كاملاً .

ملاحظة : يجب على العامل الذي سيمسك خرطوم المضخة أن يثبت نفسه بشكل جيد أثناء الصب حيث ان ضغط البيتون في الخرطوم يمكن أن يدفع بهذا العامل من مكان وقوفه ويفضل أن يقوم أكثر من عامل بمسك الخرطوم .

ملاحظة : إن أسلوب العمل بهذه الطرق الثلاث يبقى صحيحاً في حالة الجدران العادية أو المسلحة حيث أن ارتفاع الصب المسموح في الجدران هو متر واحد فقط ويجزء صب هذا المتر على أجزاء ارتفاع كل منها بحدود (15cm) حيث يصب هذا الارتفاع على كامل طول الجدار ثم الـ (15cm) التالية وهكذا .



صب الأعمدة باستخدام الرافع العادية  
شكل « 5 - 17 »



صب الأعمدة بواسطة المضخة  
شكل « 5 - 16 »

### صب البلاطات :

ان الطريقة الفضلى لصب البلاطات هي الصب بالمضخة ولكن هذه الطريقة ليس من الممكن اعتمادها دائماً وخاصة في الورشات الصغيرة . وحتى أحياناً في الورشات الكبيرة وحين يتم الصب فوق منسوب استطاعة المضخة . في هذه الحالة لا بد من القيام بالصب إما بالرافعة البرجية أو الجسرية أو وحتى بالرافعة العادية التي يمكن استعمالها بالصب بواسطة السطل .

بالنسبة للرافعة البرجية فلها أيضاً مدى معين لا يمكنها تجاوزه وباستعمالها يمكن أن يتم إيصال المجبول الى مكان صبه مباشرة ولكن ليس في جميع الأحيان . فإن كانت مساحة منطقة الصب كبيرة وواسعة فلن يستطيع ذراع الرافعة الأفقي الوصول الى جميع النقاط وهنا سنضطر لتفريغ البيتون في العربة ذات الدواليب ونقله الى النقاط التي لاتصلها الرافعة .



وفي حالات الارتفاعات الكبيرة يستعان أحياناً بالروافع الجسرية . وهنا يفرغ المجدول من الجبالات ضمن أوعية يتناسب حجمها مع استطاعة الرافعة والعمال وترفع هذه الأوعية بواسطة الرافعة نحو الأعلى الى حيث منسوب الصب . ثم يستقبلها هناك العمال وتفرغ في العربة ذات الدواليب وتنقل الى مكان الصب .  
لما سبق نستنتج أن استعمال العربة في الصب أمر وارد دائماً . ولأن لإستعمال العربة مساوئه الكثيرة . إذاً لابد من استعراض هذه المساوئ والبحث عن حلول لتجنبها . وسنقوم أولاً باستعراض هذه المساوئ .

#### أ - في البلاطات الجائزية :

١ - يؤثر سير العربة فوق التسليح السالب العلوي غير المستند على القالب مباشرة الى الضغط على هذا التسليح مما يؤدي الى هبوطه نحو الأسفل وتضع بالتالي الفائدة من وجوده .

٢ - يؤدي سير العربة فوق تيب الكهراء الممدود تحت التسليح أو فوقه الى ايداء هذا التيب وتكسيه مما يؤدي الى دخول البيتون وإغلاق مجرى الأسلاك الكهربائية .

٣ - حتى التسليح الموجب والسفلي في البلاطة لن ينجو من دواليب العربة . فإن لم يكن هذا الحديد مربوطاً مع بعضه بشكل متين فلن تلبث أن تنقطع الروابط ويتبعثر الحديد فوق البلاطة .

٤ - سيؤدي سير العربة فوق الحديد وتجاوزها العقبات أمامها وصعودها وهبوطها واهتزازها الدائم خلال فترة سيرها من مكان املاء العربة الى مكان افراغها . هذا كله سيؤدي الى انفصال جزئيات البيتون عن بعضها وهبوط ذات الكتلة الأكبر الى الأسفل والصغرى الى الأعلى . إذاً حين سير العربة مسافة طويلة سنجد حين تفريغها أن طبقة من الروبة السائلة تعلق المجدول وأسفل هذه الطبقة سنجد خليط ناعم يخنس كلما تعمقنا باتجاه الأسفل ، وهذه تعتبر من أخطر مساوئ هذه الطريقة .

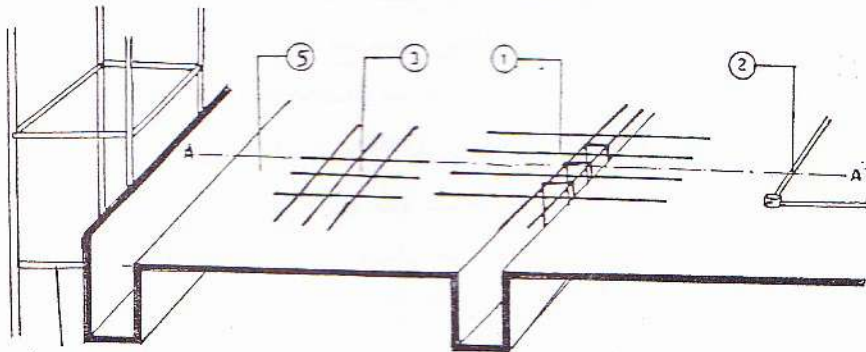
٥ - سيؤثر سير العربة أيضاً على متانة القالب الخشبي وكثيراً ماتلحق حركتها فوق القالب الكثير من الأضرار .

ب - في البلاطة الهوردي :

تبقى المساوىء السابقة في حالة بلاطات الهوردي وبالإضافة إليها سنجد أن سير العربة على البلوك يمكن أحياناً أن يؤدي الى سحقه وتكسيهه .

ولكن ورغم كل المساوىء السابقة فإن استعمال العربات في عملية الصب قد يكون أمر لا مفر منه . فلا بد إذاً من البحث عن وسائل لتجنبها أو للتقليل منها قدر الإمكان وستعرض فيما يلي بعض هذه الوسائل اعتباراً من أسوءها وانتقالاً الى أحسنها .

١ - الطريقة الأولى : يتم صب البلاطات بشكل عادي دون الإهتمام بالعيوب الحاصلة في الحديد والكوفراج ولكن حين وصول الصب إلى منطقة وجود العيب يتم اصلاحه أولاً ومن ثم صب المنطقة فوقه . لتوضيح هذا الأمر سنضرب المثال التالي : في الشكل «5-18» لدينا بلاطة ما والمطلوب صبها بواسطة العربة ولنأخذ أحد مسارات العربة واليمين بالشكل (المسار A-A) فعلى هذا المسار سوف



سبية الجباله

① عطب في التسليح العلوي (السالب)

② عطب في تيب الكهرباء

③ - عطب في التسليح الموجب «السفلي»

⑤ عطب في الكوفراج ناتج عن سير العربة

شكل «5-18»

يكون لدينا العيوب الستة المذكورة سابقاً ويوضح الشكل مكان وقوعها . إن العيوب(1,2,3,5,6) والناشئة عن سير العربة فوق الحديد والبلوك والقالب يتم اصلاحها بعد انتهاء الصب في النقاط الواقعة قبلها أي حين ينتهي مرور العربة فوق هذه النقاط ويتم الإصلاح قبل صب هذه النقاط فالحديد الهابط يرفع للاعلى ويثبت ويعاد تربيطه والتيب المكسر يبدل ويستعاض عنه ويدعم الخشب المعرض للتشوه وهكذا .

أما العيب الرابع فيتم تجاوزه بتجنب ارتجاج العربة وسيرها لمسافة طويلة ، وإن لم يكن بالمستطاع ذلك فيجب إعادة خلط الببتون في العربة قبل تفرغته أو حتى بعد التفرغ وهذا أمر غير محبذ مثل الطريقة بأكملها .

### ٢ - الطريقة الثانية :

في هذه الطريقة يتم تحديد النقاط التي ستأثر بسير العربة فوقها «المناطق الميئة بالشكل «5-18» ويتم صب هذه النقاط في كل المسارات التي يمكن للعربة أن تتبعها وقبل ذلك يجب تدعيم التسليح في النقاط التي تظهر فيها عيوب من النوع (1) بكراسي حديدية وتقوية الربطات في النقاط التي تظهر فيها العيوب (3) وتدعيم القالب في النقاط (5) . ويستعمل للصب فوق هذه المناطق ببتون لدن قليل الرطوبة قدر الإمكان بحيث تستطيع العربة السير فوقه دون أن يتأثر ماتحته ويبقى علينا أن نراقب أي تشوهات وعيوب قد تحدث وإصلاحها فوراً قبل تصلب الببتون .

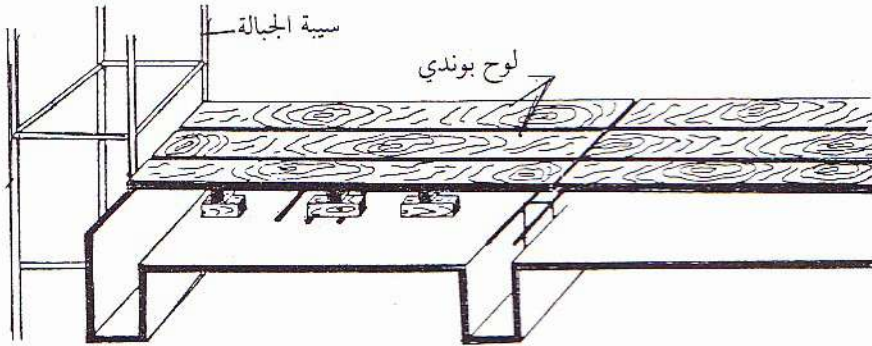
### ٣ - الطريقة الثالثة :

وهي أفضل الطرق ويمكن اعتبارها الطريقة المثلى لتجنب مساوئ استعمال العربات وهي وإن كانت تكلف كثيراً وتحتاج لمجهود إضافي إلا أن نتائجها مضمونة الى حد كبير .

تحدد مسارات العربة الى نقاط الصب ويراعى عند تحديدها ان تكون أسهل الطرق وأقلها احتواءً لنقاط ظهور العيوب . بعدها وفوق هذه المسارات يتم انشاء

سقالة خشبية شكل «5-19» لتسير العربة فوقها دون التعرض للحديد أو التيب أو القالب ويفضل أن تكون هذه السقالة مؤلفة من أجزاء منفصلة بحيث يتم رفعها بالتدرج كلما انتهينا من صب جزء ما وبحيث يمكن الاستفادة منها في تشكيل مسار آخر .

وللغرض ذاته يمكن استعمال الواح خشبية عرضها بحدود (20cm) وطولها بحدود أربع أمتار (الواح البوندي) يتم نصبها بنفس الطريقة السابقة وحين الإنتهاء من مسار معين تنقل لمسار آخر .

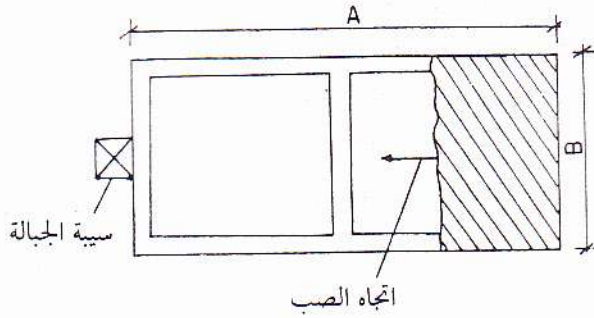


تنفيذ مسار للعربة فوق الكوفراج من الواح البوندي شكل «5 - 19»

ملاحظة : يمكن في حال عدم توفر الإمكانيات الكافية أن نحدد مسار رئيسي تمدد فوقه السقالة أما باقي المسارات الجزئية فيتم صبها بالإعتداد على الطريقة الأولى او الثانية .

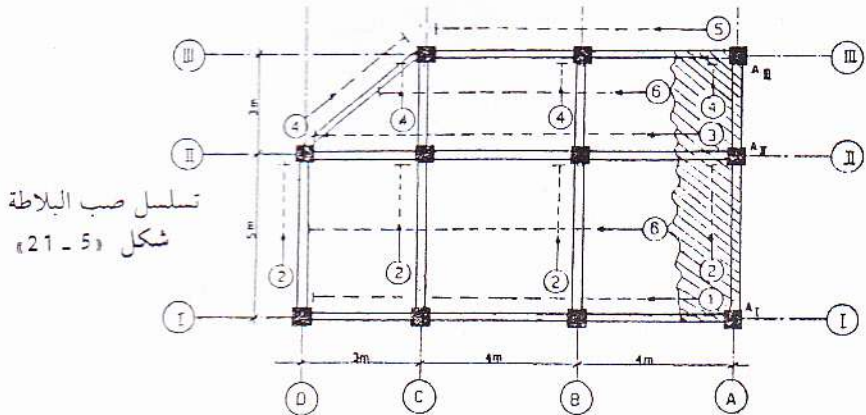
#### ترتيب عملية صب البلاطات :

١ - نبدأ من النقاط الأبعد ونترجع الى الخلف حيث يتم صب البلاطة والجسور دفعة واحدة إن كان بالإمكان صب البلاطات كلها خلال ساعتين وهي الفترة التي يبدأ بعدها البتوت بالتصلب وإن لم يكن بالمستطاع ذلك نبدأ بأطول جائز مستمر (I-I) ويتم الصب ابتداءً من نقطة المسند الأول للجائز (A<sub>1</sub>) ونستمر



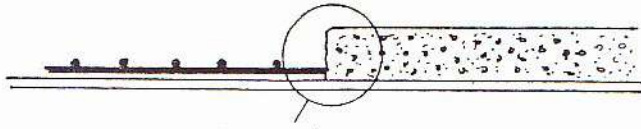
شكل « 5 - 20 »

بالصب حتى انتهاء الجسر بأكمله وحتى الوصول الى المسند الأخير (D<sub>I</sub>) ثم ننقل الى جميع الجسور العرضية المرتبطة مع هذا الجسر شكل « 5-21 »  
 (D<sub>I-II</sub>, C<sub>I-II</sub>, B<sub>I-II</sub>, A<sub>I-II</sub>) . ثم الى الجسر الموازي للجسر الأول (II-II) وبعدها الى الجسور العرضية المتقاطعة معه وهكذا حتى انتهاء الجسور وبعدها يتم البدء بصب البلاطات اعتباراً من المحور العمودي على المحاور (I-I)-(III-III) أي اعتباراً من فوق المحور (A-A) وتراجع باتجاه المحاور (D-D....B-B) وهكذا حتى انتهاء البلاطة ويجب الإنتباه الى عدم تفريغ كمية من الببتون تزيد عن استيعاب المنطقة المصبوبة وذلك لتجنب اعادة املاء الببتون ونقله لمنطقة أخرى . أو لتجنب تجاوز الببتون لحواف الكوفراج وبالتالي سقوطه على الأرض وضياعه .



تسلسل صب البلاطة  
 شكل « 5 - 21 »

إن ماسبق يتم فيها إذا كانت النية تتجه لصب البلاطة دفعة واحدة . وفيما عدا ذلك . أي إن كانت البلاطة كبيرة بحيث لا يمكن صبها دفعة واحدة أو لتعذر الصب أثناء الليل فيجب ألا يوقف الصب إلا في نقاط معينة تكون فيها قوى القص أقل ما يمكن ويمكن أن نعتمد نقاط توقف الصب في البلاطات في منتصف الجسور الحاملة لها . ويكون مستوى الفاصل متعامداً مع الاجهادات الداخلية للمقطع (يؤخذ المستوى الفاصل بشكل عمودي في البلاطات والجسور الأفقية) .



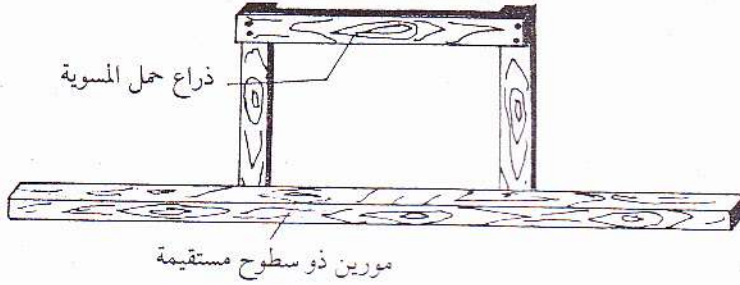
نقطة توقف الصب

شكل « 5 - 22 »

ويشكل جنب مؤقت عند نقاط توقف الصب بحيث تتم عملية تمشية وحرص البيتون بشكل جيد وبعد مرور فترة كافية على صب هذه النقاط وقبل جفاف البيتون بشكل نهائي (بعد حوالي أربع ساعات) ترش هذه النقاط بالماء لغسل حبيبات البحص من الروبة الإسمنتية . ثم وحين معاودة الصب مرة أخرى تجهز روبة من الإسمنت والماء (عيار  $400\text{kg}/\text{m}^3$ ) وترش فوق هذه النقاط بعد تنظيفها من الغبار وحبيبات الرمل وتتابع عملية الصب .

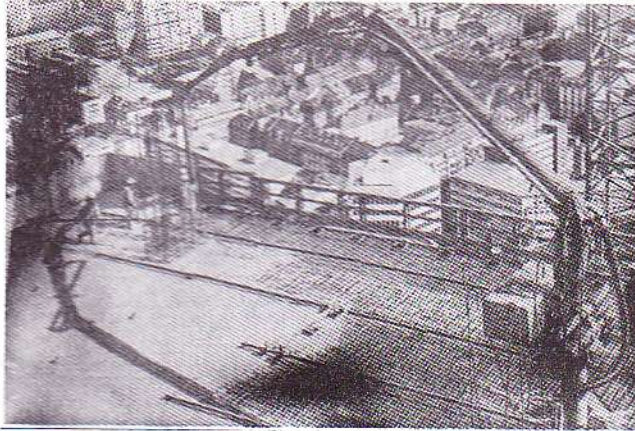
- أعمال العناية بسطح البيتون في البلاطات :

أ - التسوية : غالباً ما يستعمل لتسوية سطح البيتون كعب مورين سطوحه نظيفة ومتجانسة ومحوره مستقيم مجهز كما في الشكل «5-23» ويؤخذ طولها بحيث يستطيع العامل حملها وتحريكها ويدعى هذا المورين (السواية) وطريقة عمل السواية تعتمد على مبدأ الطرق على سطح البيتون المصبوب بعد تسوية سطحه قدر الإمكان بالرفش .



المسوية (الأداة) شكل «5 - 23»

يجري الطرق بصورة متناوبة وعلى خط واحد باتجاه الصب «الاتجاه (A) في الشكل «5-20» بحيث يسيل البيتون الزائد عن الحاجة باتجاه المنطقة غير المصبوبة . وفي السطوح ذات المساحة الواسعة يمكن الاستعانة بالاداة المبينة بالشكل «5-24» والمؤلف من قطعة أفقية ذات سطوح مستوية تسير على سكة مثبتة فوق القالب يتم فك أجزائها كلما تم الإنتهاء من صب قسم معين .



تسوية سطح البيتون المصبوب باستخدام السكك شكل «5 - 24»

ب - الصقل : عملية صقل سطح البيتون تتم سواء في البلاطات أو في الأرضيات فيما إذا كان المطلوب حماية المنشأ من تأثير المياه وعدم السماح له بالتسرب داخل البيتون ولإعطاء سطح البيتون نعومة مناسبة .

تجري عملية صقل البيتون بعد فترة وجيزة من صب البيتون . وتحدد هذه الفترة بحسب نسبة الماء في الخلطة وبحسب الجو السائد عند الصب . بصورة أخرى يمكن البدء بعملية صقل البيتون عند وصول هذا البيتون الى مرحلة يمكن بعدها السير عليه دون أن تظهر تشوهات عميقة على سطحه تزيد عن آثار سطحية للاقدام وقبل أن يتصلب هذا السطح . ومع هذا لايفضل السير مباشرة على البيتون المصبوب وإنما على الواح البوندي التي توضع على هذا السطح لتوصل العامل الى المنطقة المنشودة . وعند الإنتهاء من صقلها يسحب اللوح للخلف بمسافة مجال عمل العامل ثم تصقل المنطقة الثالثة وبحيث نزيل أثر لوح البوندي من المرحلة السابقة .

للقيام بعملية الصقل نرش الإسمنت فوق البيتون بمعدل  $(1,5Kg/m^2)$  ثم وبواسطة المالج شكل «5-25» نقوم بعملية تنعيم سطح البيتون المصبوب والمطلوب صقله ويستعمل الماء الطافي على السطح لإسالة الإسمنت وفي حال عدم كفايته يرش القليل من الماء فوق الإسمنت وحتى في حالة تبليط السطح فوق البيتون يفضل أيضاً القيام بعملية صقل سطح البيتون حتى لو لم تنص الشروط الفنية على ذلك ولكن بدون إضافة الإسمنت فوق سطح البيتون ونكتفي بعملية التنعيم بواسطة الروبة الطافية على سطح البيتون المصبوب .

المالج  
شكل «5 - 25»





## - استعمال الرجاجات الميكانيكية في صب البيتون :

والرجاجات الميكانيكية تستخدم لرج البيتون لإعطائه الإرتصاص المطلوب وللمنع ظهور التشعشيش وهي نوعين :

أ- رجاجات ذات الأبراج : «أو ذات الابر» وتتألف من ثلاثة أجزاء :

١ - آلة ضخ الهواء .

٢ - خرطوم الهواء .

٣ - ابرة الرج .

وطريقة عملها تشبه الى حد كبير اسلوب عمل الكومبريسة حيث يقوم الهواء برج الإبرة ، التي تقوم بدورها برج البيتون مما يسهل عملية تغلغل المونة داخل حبيبات البحص وطرده فقاعات الهواء من بين هذه الحبيبات .

عند استعمال الرجاجات تغمس الإبرة بالبيتون لمدة (5-15) ثانية ، وتكون المسافة بين مواقع الغمس بحدود (40-50)Cm . ويكون مكان غمس الإبرة بعيداً عن حديد التسليح الذي يجب تجنب هزه .

في حال استخدام الإبرة الرجاجة في صب الأعمدة والجدران العميقة تنزل الإبرة إلى قاع العمود أو الجدار قبل مباشرة الصب ثم تسحب تدريجياً وقبل أن يتراكم البيتون فوقها فيجعل من سحبها أمراً صعباً .

ب- رجاجات القوالب : تستعمل لرج قوالب البيتون من الخارج عندما تكون المناطق المراد صبها ضيقة أو عندما نصب أجزاء مكتظة بقضبان التسليح . وعند استعمال هذه الطريقة يجب تحاشي تفريغ كمية كبيرة من البيتون دفعة واحدة كما يجب العناية بمتانة القوالب ولايعني استخدام هذه الطريقة إهمال عملية رص البيتون من داخل القالب .

## ملاحظات حول استعمال الرجاجات الميكانيكية :

- ١ - التوتر الأصغري للرج هو سبعة الاف دورة بالدقيقة .
- ٢ - يجب التقيد بنسبة الماء الى الإسمنت عند استعمال الرجاجات وتكون

نسبة الماء أقل من النسبة المستعملة في البيتون غير المرجوج وذلك حتى لا يطفو الماء فوق سطح البيتون أثناء عملية الرج .

٣ - يجب إنهاء الرج قبل بدء تصلب البيتون وعند ظهور الماء على سطح البيتون .

٤ - عند استعمال الرجاجات الميكانيكية يمكن زيادة الإرتفاع المسموح به في صب الجدران .

٥ - يجب أن لا تزيد سماكة البيتون المرجوج عن (40)Cm .

- خامساً : أعمال العناية بالبيتون بعد صبه :

١ - السقاية : من الضروري ابقاء البيتون في حالة من الرطوبة بعد الصب لإعطاء عملية تصلب البيتون الشروط المناسبة ولأجل ذلك نقوم بسقاية البيتون مباشرة بعد فترة (12) ساعة من انتهاء الصب وتتم السقاية له بصورة مستمرة خلال أول يومين بعد الصب وخاصة في الأوقات الحارة بحيث يبقى البيتون رطباً . خلال هذه الفترة .

بعد ذلك تتم عملية السقاية مرتين يومياً صباحاً ومساءً أي حين يكون الجو في الطف أحواله ويجب استثناء أوقات الصقيع شتاءً .

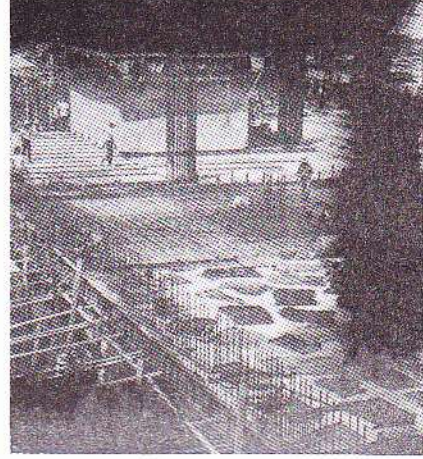
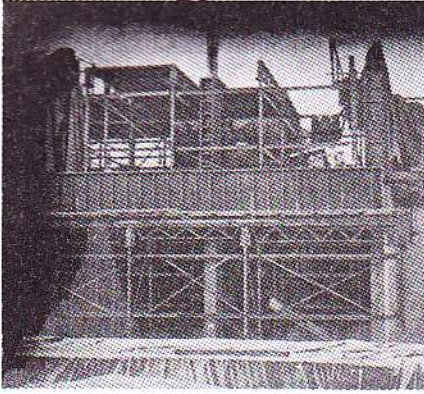
وبفضل لاعطاء السقاية مفعولها المطلوب والحماية البيتون من تأثيرات الطقس السيئة ان نغطي سطح البيتون بطبقة من الخيش أو الحصير أو الرمل بسماكة (2Cm) وترش هذه الطبقة بالماء بشكل دائم وأحياناً وفي ظروف الحر الشديد يشكل فوق البلاطة حواف من الرمل على كامل المحيط وبارتفاع (5Cm) . ثم يملء سطح البلاطة بالماء .

يتم رش سطوح البيتون المعرضة للظروف الجوية حتى مرحلة الابتلال الكامل وفي الأعمدة يفضل سكب الماء أعلى العمود بحيث يسيل الماء على جميع اجناب العمود . فإذا كان العمود مرتفعاً يربط رأس خرطوم الماء بعضاً أو بلوح من الدف ويرفع حتى منسوب أعلى العمود . وينفس الطريقة تتم سقاية الجدران العالية .

٢ - أعمال حماية البيتون من الصقيع :

عند درجات الحرارة المنخفضة جداً ولأجل حماية البيتون المصبوب من الصقيع وخاصة في الیومین اللذین يتبعان یوم الصب نتبع إحدى الطریقتین التالیتین :

١ - تغطية سطوح البيتون بالرمل إن أمکن أو بالخیش والحصائر والشوادر .



نطية البيتون بالشوادر بعد الصب شكل 5 - 26

٢ - استعمال طريقة حماية الأشجار المثمرة من الصقيع بإشعال مواقد من الأخشاب ضمن أوعية معدنية . توضع حول البيتون المصبوب لرفع درجة حرارة الجو المحيط بواسطة الحرارة المنبعثة من النار أو من الدخان المنطلق من هذه المواقد . وأثناء استخدام هذه الطريقة يجب مراعاة جانب الحیطة خوفاً من امتداد النار الى القالب الخشبي وبالتالي انهيار الكوفراج والبيتون .

ملاحظة : في حالة البرودة القارصة يجب استعمال الطریقتین السابقتین بنفس الوقت .

### ٣ - أعمال حماية العناصر المصبوبة حديثاً من الإهتزاز والأحمال المفاجئة :

هذه الحمولات والإهتزازات يمكن أن تنشأ عن العمل فوق سطوح البلاطات وعن عملية تركيب القالب الخشبي للبلاطات على أعمدة مصبوبة حديثاً ولاجل تجنب البيتون الأضرار الناتجة عن ذلك يؤجل العمل البيتون المصبوب حديثاً الى فترة تزيد عن سبعة أيام وحتى بعد ذلك يتم العمل بهدوء وبدون اللجوء الى الإهتزازات والحركات العنيفة وخاصة عند صب الجسور المقلوبة والتي تتطلب عدم التأخر في صبها بعد صب البلاطات . وفي مثل هذه الحالات لايسمح اطلاقاً باستعمال طريقة الصب بواسطة العربة او بأي وسيلة أخرى تسبب حركة ديناميكية قوية على البيتون المصبوب ويتم تفريغ البيتون فوق البلاطات المصبوبة على دفعات صغيرة وبعناية بالغة .

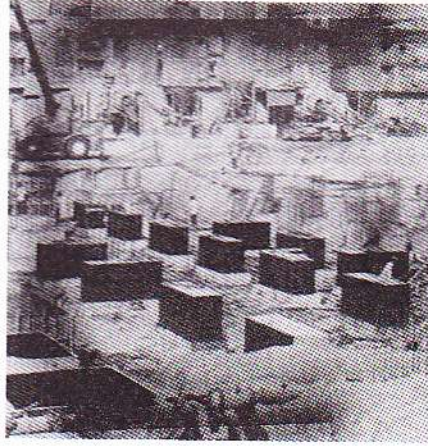
### ٤ - أعمال حماية البيتون المردوم من التأثيرات الضارة :

تفخذ أعمال العزل للبيتون المردوم (جدران استنادية - أساسات . . . ) لحمايته من التأثيرات الضارة للتربة ولحمايته من تأثيرات الرطوبة وتسرب المياه . ويستعمل هذه الغاية مادة الإسفلت فقط أو الإسفلت مع طبقات من الخيش أو الإيزوفير .

#### أ - طبقة عازلة من الإسفلت فقط :

والإسفلت المستعمل هذه الغاية إما أن يكون من الإسفلت الساخن أو من الإسفلت العادي والمسمى بـ «الزفت الافرنجي» وتتم عملية دهن الإسفلت على سطح البيتون المراد حمايته بعد تنظيف هذا السطح من الغبار والأوساخ والمواد العالقة بواسطة فرشاة معدنية . ثم يدهن الوجه الأول من الإسفلت بالفرشاة بنفس طريقة مد الدهان ، ومنتظر حتى يجف الإسفلت ثم نقوم بدهن الوجه الثاني ويكون اتجاه الدهن بالفرشاة في هذا الوجه عمودياً على اتجاه الدهن في الوجه الأول .

عزل الأساسات بالإسفلت  
شكل « 5 - 27 »



ب - طبقة عازلة من الإسفلت والخيش أو من الإسفلت والإيزوفير :  
يستعمل في هذه الطريقة نفس أنواع الإسفلت المذكورة سابقاً . الذي  
يدهن كطبقة أساس أولاً ثم وعلى هذه الطبقة ، تمد رقائق الخيش أو الإيزوفير  
والتي يتراوح عرضها ما بين (90Cm-120Cm) ويكون التراكب بين الرقائق المتجاورة  
بحدود (10Cm) وبعد الإنتهاء من مد الرقائق تدهن بطبقة ثانية من الإسفلت ،  
وفوق هذه الطبقة تمد طبقة أخرى من الرقائق عمودياً على اتجاه المد في الطبقة  
الأولى وتغطي هذه الطبقة أيضاً بطبقة ثالثة من الإسفلت .

#### ملاحظات :

- ١ - الإيزوفير هو عبارة عن رقائق من نسيج زجاجي معالج بمادة صمغية  
سماكتها (0,6mm) .
- ٢ - لحماية طبقة العزل يلجأ أحياناً لبناء جدار من البلوك يفصلها عن التربة  
المردومة .
- ٣ - عند استعمال الخيش يجب أن يملأ الزيت المدهون جميع الثقوب ما بين  
الخيوط وبشكل عام فإن معدل الزيت المستعمل يجب أن لا يقل عن (1,5Kg/m<sup>2</sup>) .
- ٤ - تقدر أعمال الطبقة العازلة للبيتون بالتر مربع أما طبقة الحماية من البلوك  
فتعامل نفس معاملة أعمال البلوك «الخفان» .

## ٥ - أعمال فك القوالب :

إن الفترة الزمنية التي يسمح بعدها بفك القوالب تختلف حسب نوع المنشأ المكفرج واسلوب عمله والظروف الجوية السائدة . واسلوب معالجة البتون بعد الصب «معالجة البتون مع البخار مثلاً» وفي الظروف الطبيعية حدد دفتر الشروط الفنية الصادر عن وزارة الدفاع هذه الفترة على حسب نوع المنشأ كما يلي :

١ - الأعمدة وجوانب الجور والشيناجات والجدران «العناصر الشاقولية» ساعة - 4 أيام .

٢ - قوالب البلاطات «شريطة ابقاء الأعمدة الحاملة» 8 أيام .

٣ - قوالب الجسور شريطة ابقاء الأعمدة الحاملة «بلاطات هوردي» 10

أيام .

٤ - الأعمدة الحاملة للبلاطات والجسور الثانوية 14 يوماً .

٥ - الأعمدة الحاملة للجسور الرئيسية 21 يوماً .

وتضاف الى هذه الفترة عدد أيام الصقيع التي مرت خلال هذه الفترات إن وجدت .

أما الكود العربي فلقد حدد فترة فك القوالب للعناصر الشاقولية بـ (2-4) أيام أما العناصر الأفقية فتعطى فترة بقاء القالب لعنصر انشائي وفق العلاقة التالية :

$$T=(2 \times L)+2$$

T : فترة بقاء القالب . ويجب أن لا تزيد هذه الفترة عن (21) يوماً ولا تقل عن (8) أيام .

L : المجاز التصميمي للعنصر .

فمثلاً إذا كان لدينا بلاطة بالأبعاد (4×8) وهذه البلاطة تعمل باتجاه واحد

لذلك فالمجاز التصميمي لها هو 4 أمتار وتكون فترة بقاء القالب :

$$T=(2 \times 4)+2=10 \text{ «أيام»}$$

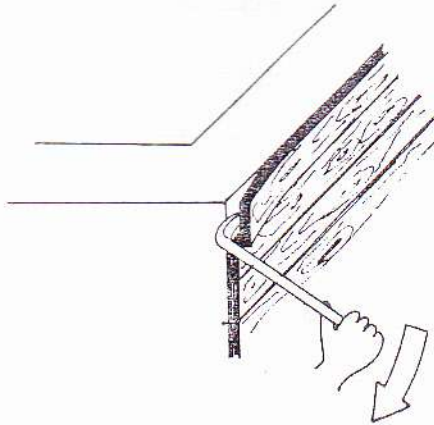
أما جسور هذه البلاطة فإثنان منها مجازهما (4) أمتار تفك أيضاً بعد عشرة أيام وإثنان مجازهما التصميمي (8)m تفك بعد فترة :  
 $(2 \times 8) + 2 = 18$  (يوم)

أيضاً ووفق طريقة الكود العربي نضيف أيام الصقيع للفترات المحسوبة وفق العلاقة السابقة .

وتجري عملية فك القوالب الخشبية كما يلي :

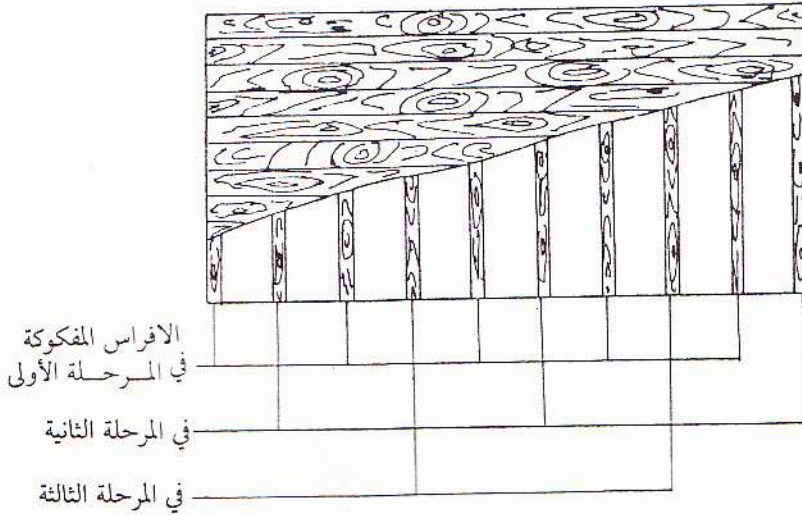
الأساسات والأعمدة : تفك جوانب هذه العناصر بفك أجزاء تثبيت هذه الجوانب «ملازم - وشاحات - مسامير» ويجري فصل الجوانب الخشبية عن البيتون بواسطة القارص المعدني .

الجسور والشيناجات والبلاطات : بالنسبة لجوانب الجسور والشيناجات والبلاطات الخارجية تفك كما أشرنا سابقاً بعد فترة تتراوح ما بين يومين الى أربعة أيام بحسب الجو السائد وتم عملية الفك بنفس طريقة فك الأساسات والأعمدة . أما بالنسبة للأجزاء الأفقية فتفك بنزع الدعائم من تحتها وفك الدفوف الخشبية بواسطة القارص :



شكل « 5 - 28 » استعمال القارص في فك الخشب

أولاً يتم نزع الدعامات الشاقولية للبلاطة . ثم يتم انشاء سقالة خشبية بالإستناد على دعائم الأجزاء الأفقية (العتبات) للجسور وعلى هذه السقالة يقف العامل ويقوم بنزع القشاش «الزناز» والفرس والصلي بهدوء وعناية بحيث يتم هذا الفك بالتدرج والتناوب أي نفاك فرس ونترك فرس ويدعى هذا العمل بالتفريد . ثم تفرد الأفراس الباقية «نصف عدد الأفراس الأساسي» فيبقى ربع عدد الأفراس الأساسي وهذه أيضاً تفرد وهكذا حتى يفك آخر فرس . ويجب قبل فك الفرس الأخير الحامل لمجموعة منفصلة من الدفوف ان يحرص العامل على تجنب وقوع مورين الصلي والدف فوقه ويتم ذلك بنزع هذا المورين الأخير من منطقة بعيدة عن منطقة الخطر .



شكل (5-29) فك الأفراس «التفريد»

ويمكن بعد نزع مورين الصلي أن تبقى الدفوف الخشبية في مكانها بفعل التلاصق مع البيتون لذلك يتم نزعها بعناية وهدوء بواسطة القارص المعدني .  
ملاحظة : إن عملية التفريد السابقة تنفذ أيضاً عند فك الدعامات الشاقولية وبحيث تتم عملية نقل الحمولة من هذه الدعامات الى البيتون بصورة تدريجية .



ملاحظة (٢) : أجزاء القالب الخشبي تنظف بعد الفك مباشرة من المسامير ومن بقايا البيتون وترتب حسب نوعها وطولها في منطقة مناسبة لحين استعمالها مرة ثانية .

سادساً : تشققات وتشوهات البيتون :

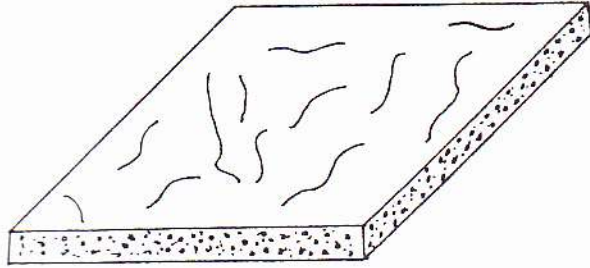
هناك نوعين من التشققات والتشوهات التي تظهر في البيتون ، الأول ناتج عن سوء في التنفيذ . وعن الظروف السائدة أثناء وبعد الصب ، والثانية شقوق وتشوهات انشائية .

بالنسبة للنوع الأول فهو أقل خطراً من الثاني والذي يعني خطأ في التصميم أو في تنفيذ التصميم وتتطلب معالجة مثل هذا النوع من العيوب أعمال تدعيمية مكلفة جداً .

أ- الشقوق والتشوهات من النوع الأول :

الشقوق : وهي عدة أنواع :

١- شقوق سطحية غير منتظمة وغير متصلة تظهر على سطح البيتون المصبوب بعد الصب بفترة قصيرة ولها عدة أسباب :



تشققات سطح البيتون بعد الصب مباشرة شكل « 5 - 30 »

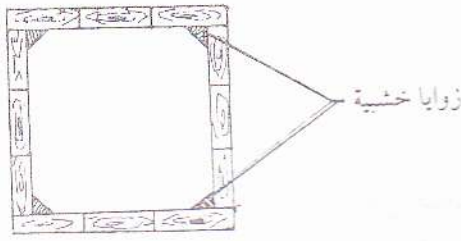
١- تعرض سطح البيتون لدرجة حرارة عالية مما يؤدي الى فروقات في تمدد الطبقة العلوية من سطح البيتون عن الطبقات الداخلية والمعرضة للظروف الخارجية بصورة أضعف . ويمكن الوقاية من هذه الشقوق قبل ظهورها بالمحافظة على رطوبة كافية لهذه الطبقة .

٢- وجود طبقة من المونة الناعمة طافية على السطح ناتجة عن زيادة نسبة الرمل والماء في الخلطة عن الحد المطلوب والوقاية من هذه الشقوق تتم عن طريق العناية بنسب المواد الداخلة بالخلطة . وخلط البيتون بشكل جيد .

بشكل عام الشقوق من هذا النوع يختلف عرضها من مكان لآخر وتتم معالجتها إن ظهرت بمونة من الإسمنت والماء تنفذ بعد أقل من (12) ساعة من صب البيتون وإن لم تعالج فالضيق منها والواقع في منطقة خاضعة انشائياً للضغط يمكن أن تغلق بعد فك القالب وتعرض هذه السطوح للضغط . أما الشقوق الواقعة في المناطق المشدودة (فوق الجسور) فغالباً ما تبقى حيث تمتلئ بحبيبات الغبار والرمل .

٢ - شقوق ناتجة عن تعرض البيتون للاهتزاز العنيف قبل تصلبه . وهذا النوع أخطر من النوع السابق بكثير وتظهر أحياناً على السطح باتجاه موازي للجسور . وهي تكون مستمرة على كامل سكة البلاطة . وتتم الوقاية من هذه الشقوق بتجنب تعرض البيتون للاهتزازات العنيفة في بداية تصلب البيتون وتدعيم القالب قبل الصب بشكل جيد بحيث نتجنب أية تشوهات وسهوم هبوط بعد الصب . وأثناء تصلب البيتون

٣ - شقوق تظهر في الأعمدة بشكل يوازي مقطعها ومجاور لمكان وجود الأثاري شكل «5-31» وهذه الشقوق وإن بدت كأنها شقوق إلا أنها ليست كذلك وإنما هي عبارة عن نوع من أنواع تعشيش البيتون في الأعمدة ناتج عن أن المساحة ما بين الأثرية والقالب صغيرة مما يجعل حبيبات البحص تبقى عالقة فوق الأثرية وهذا يؤدي الى إغلاق الطريق أمام المونة فلا تتمكن من املاء هذه السكة الصغيرة بصورة جيدة فيؤدي هذا الى ظهور ما يشبه الشق على محيط العمود وتتم



شكل «32-5»



تشققات موازية للأتاري في الأعمدة  
شكل «31-5»

الوقاية منه برج البيتون بشكل جيد أثناء صب العمود حتى تتغلغل المونة وتدخّل في الفراغات الصغيرة .

٤ - شقوق أو انهيارات صغيرة تنتج عن فك القالب الخشبي وهي تظهر عند الحواف بشكل عام سواء أكانت حواف أساسات أو أعمدة أو جسور وبلاطات وينحصر ضررها أحياناً في كشف حديد التسليح وفي المظهر الجمالي وتتم الوقاية منها بعدم فك القالب قبل وصول البيتون الى مرحلة مناسبة من التصلب والعناية أثناء فك القوالب . ولكن وبشكل خاص في الأعمدة والتي يظهر أحياناً على حوافها الطولية انكسارات وشقوق نلجأ الى طريقة للتخلص من هذه العيوب وذلك بإضافة شطافات من الخشب بشكل زوايا متساوية الساقين شكل «32-5» تركيب في زوايا القالب وهذه الشطافات بالإضافة إلا أنها تخلصنا من الشقوق والانكسارات فإنها تعطي العمود منظرًا جماليًا أفضل من حالة الزوايا القائمة .

#### التشوهات :

وهي إما أن تكون تشوهات طبيعية أو تشوهات مصطنعة :

١ - التشوهات الطبيعية : وهي ناتجة عن سوء بالتنفيذ وتظهر مباشرة أثناء الصب بشكلين (أفقي وشاقولي) الأفقي يظهر في جوانب القالب الخشبي عند عدم

تدعيمه وتلزيه بشكل جيد وتدعى بالعامية «انفتاح الأجناب» للوقاية منه يتم التدعيم بالصورة الملائمة كما يفضل عدم سكب البيتون بعنف على هذه الأجناب ويلجأ أحياناً لسكبه فوق البلاطة ومن ثم إملاء الجسور بواسطة الرفش وهذا العمل يتم في حالة الشك في متانة أجناب الجسور .

أما التشوهات الشاقولية فناتجة عن ضعف في تدعيم الأجزاء الأفقية في الكوفراج مما يؤدي الى ظهور السهوم الشاقولية والهبوطات في القالب أثناء الصب .

٢ - التشوهات المصطنعة : يلجأ أحياناً من أجل التخلص من السهم الإنشائي للبلاطات والجسور الى تشكيل سهم معاكس في القالب الخشبي أثناء تنفيذ هذا القالب .

#### ب - الشقوق والتشوهات الإنشائية :

الشقوق الإنشائية هي من الخطورة بحيث يتطلب الأمر معالجتها فوراً وهي غالباً ماتظهر في مناطق الجهد الأعظمي وفي كثير من الأحيان لاتظهر على البيتون مباشرة وانما تظهر على جدران البلوك التي تتعرض لضغوط ناتجة عن تشوهات العناصر البيتونية الحاملة . مما يؤدي الى تشقق هذه الجدران . إذاً يمكن أن تكون الشقوق في جدران البلوك ناتجة عن تشوهات في الاجزاء الإنشائية . ولمعالجتها يتم البحث فوراً عن السبب فإن توصلنا إليه يعالج إن أمكن ذلك وإلا فيجب إزالة الجزء الإنشائي وإعادة تصميمه وتنفيذه من جديد بصورة صحيحة .

وأما إذا ظهرت هذه الشقوق على البيتون مباشرة فهي تظهر بشكلين هما :

على الجسور :

أ - تشقق ناتج عن القص ويظهر في بداية الجسر بزاوية (45°) بالإتجاه المتعامد مع الحديد المكسح .

ب - تشقق ناتج عن الإنعطاف ويظهر في منتصف الجسر في المناطق المعرضة للشد أو عند المساند .

## على البلاطات :

- أ - عند المساند على سطح البلاطة بصورة موازية للجسر الحامل .
- ب - عند منتصف البلاطات في الأسفل (منطقة الألياف المشدودة) وبصورة موازية للجسور حيث يمكن ظهور شقوق متعامدة مع بعضها إذا كانت البلاطات تعمل باتجاهين والتسليح بهذين الإتجاهين غير كافٍ .

## سابعاً : اختبار المواصفات للبيتون المصبوب :

يتم إجراء هذه الإختبارات وفق ما هو وارد في دفتر الشروط المعتمدة في المشروع وهذه الإختبارات غالباً ماتكون ثلاثة أنواع :

### أ - إختبارات تجريبية :

وفيها يتم اختبار الخلطات البيتونية والتأكد من صلاحية المواد المصبوبة والإسمنت والماء ونسب المزج والمقاومة الممكن الحصول عليها لكل النسب واعتماد النسبة ذات المقاومة المناسبة . وإن تعذر الوصول الى المقاومة المطلوبة بالتصميم يجري استبدال المواد الحصوية بمواد حصوية أخرى .

### ب - إختبارات مقارنة :

تم هذه الإختبارات لمقارنة البيتون المستعمل في صب الأجزاء الإنشائية مع المقاومة المعتمدة بالتصميم . ووفق دفتر الشروط الفنية الصادرة عن وزارة الدفاع تتم هذه الإختبارات اعتماداً على ما يلي :

- ١ - تجري تجربة لكل ( $100m^3$ ) من البيتون المصبوب على الأقل .
- ٢ - تحضر النماذج في قوالب معدنية اسطوانية أو مكعبية . الإسطوانية بالأبعاد  $(30 \times 15)cm$  والمكعبية بالأبعاد  $(20 \times 20)cm$  .
- ٣ - تؤخذ ثلاث عينات لكل تجربة من ضمن الجبلة وتجري الإختبارات بناءً على النظام الافرنسي (افنور) .
- ٤ - تحفظ العينات لمدة يومين ضمن القوالب بحرارة معتدلة ( $15^\circ - 20^\circ$ )

بعدها تغمس بحوض من الماء أو بنشازة خشبية مبللة وتكسر بعد (28) يوماً إلا إذا اشترطت الشروط غير ذلك .

### جـ- اختبارات للتحقق من سلامة المنشأ :

هذه الإختبارات تجري للتأكد من شروط الصب والظروف التي سادت على البيتون بعد صبه حتى نهاية تصلبه . وفيما إذا كانت هذه الظروف إيجابية ولم تؤثر على مقاومة البيتون . ولأجل ذلك فالعينات المأخوذة لهذه الإختبارات تحفظ في نفس شروط بيتون المنشأ وتعامل بنفس المعاملة من حرارة ورطوبة ورش بالماء .

### ثامناً : ملاحظات حول صب البيتون :

١ - إدارة عملية الصب تحتاج الى جهد كبير وخاصة إذا كان حجم العمل كبيراً أو ان الوسائل المستعملة وسائل بدائية . لذا فيفضل ان يتم التحضير لهذا اليوم - يوم الصب - قبل فترة كافية وتتخذ الاحتياطات المناسبة لتجنب أي طارئ قد يحدث أثناء الصب إذ أن أي توقف مفاجيء قد يؤدي الى أضرار كبيرة للبيتون وللعمل بشكل عام .

٢ - يكلف أحد العمال بالبقاء تحت الكوفراج الخشبي للبلاطة لمراقبة أي طارئ قد يحدث للكوفراج حيث يتم إيقاف العمل في منطقة حدوث الطارئ ويعاد تدعيمه لإزالة التشوه حتى لو اضطررنا لافراغ البيتون المصبوب في هذه المنطقة . ويفضل لكي لانصل الى هذا الموقف اتخاذ جميع التدابير الوقائية قبل الصب كتدعيم الكوفراج بشكل جيد وتجنيد الكوفراج الحركات العنيفة أثناء الصب .

٣ - على المهندس أن لا يتردد برفض أي كمية من البيتون يجد أنها مخالفة للمواصفات لدرجة تصبح فيه خطراً على المنشأ ولكي لانضطر الى خسارة الجبلة ورميها يفضل أن نحضر جبهة صب احتياطية لانتطلب بيتون بمواصفات عالية كالارضيات أو الارصفة . وتستعمل الجبلات المرفوضة في هذه الجبهة .

٤ - حين تكون كمية البيتون المصبوب كبيرة بحيث يستمر العمل حتى ساعة متأخرة من الليل تجهز الورشة مسبقاً بالأضواء الكاشفة وتوزع بحيث تنير مكان العمل بشكل جيد .

٥ - ان وجود المهندس أثناء عملية الصب أمر ضروري لمراقبة العمل والخلطات المستعملة ولمعالجة التطورات ، أي لإدارة عملية الصب بشكل عام ، لذلك عندما تكون فترة العمل طويلة يفضل أن يتناوب أكثر من مهندس على عملية الإشراف على الصب ، كما ويفضل أن يتم تقسيم زمن الصب في هذه الحالات الى ورديات كل منها لاتتجاوز الـ (8) ساعات .

٦ - إن ابتداء عملية الصب صيفاً في ساعة مبكرة من الصباح (عند الفجر) أمر شائع جداً وخاصة في أعمال القطاع الخاص وهذا الأمر فوائده الكثيرة ومنها :

أ - ابتداء الصب في ساعة مبكرة قد يتيح لنا انهاءه قبل حلول الظلام .

ب - جوالصباح وخاصة في الصيف الطف بكثير من جو النهار .

وبالرغم من ذلك فهذا الاسلوب نادر الحصول في أعمال الشركات الكبيرة كونه يتعارض مع اسلوب الدوام فيها .

٧ - من المفضل وجود ميكانيكي خبير بالأجهزة المستخدمة في عملية الصب لمعالجة أي طارئ ويفضل في حال توفر الإمكانيات . تحضير آليات إضافية من كافة الأنواع تزرع بالعمل في حال تعطل إحدى الآليات أثناء العمل .

- تاسعاً : تحليل أسعار أعمال البيتون :

إن الوحدة الغالبة في تقدير أعمال البيتون هي المتر المكعب ، ولكن يمكن أحياناً وفي حالات خاصة تقدير أعمال البيتون بالمتر المربع أو المتر الطولي وأحياناً يوضع سعر مقطوع لنوع ما من الأعمال . ويمكن تحديد أسعار هذه الوحدات بناءً على تحليل سعر المتر المكعب لنفس النوع من الأعمال ثم يتم وضع سعر المتر المربع أو الطولي أو الإجمالي حسب ما هو مطلوب .

١- بيتون عادي «بدون تسليح» عيار  $150\text{Kg}/\text{m}^3$  :

يتضمن السعر ثمن المواد التالية لـ  $1\text{m}^3$  من البيتون :

رمل صب  $0,4\text{m}^3$

بحص فولي  $0,8\text{m}^3$

اسمنت أسمر  $150\text{Kg}$

ويشمل السعر أيضاً أجرة تركيب واهتلاك القالب إن وجد وأجرة الجبل والصب وأعمال تأمين استوائية ونعومة السطح المصبوب والتحشية والسقاية بالماء مع تأمين كافة الأدوات والمواد اللازمة لحسن التنفيذ بالإضافة الى الأرباح والهوالك .

ويستعمل هذا النوع من البيتون في الأرضيات غير المسلحة وتحت الأساسات والشيناجات كبيتون نظافة .

٢- البيتون العادي عيار  $200\text{Kg}/\text{m}^3$  :

يبقى تحليل السعر السابق نفسه لهذا النوع من البيتون مع اختلاف سعر الإسمنت الذي يصبح ثمن  $(200\text{Kg})$  وبالتالي يزيد السعر بمقدار ثمن  $(50\text{Kg})$  اسمنت بالإضافة الى زيادة الأرباح والهوالك التي تأخذ كنسبة من السعر الكلي .

هذا النوع من البيتون يمكن أن يكون بالقالب أو بدون قالب ويستعمل أيضاً للأرضيات وفي المجاري كما يمكن أن يستعمل لبناء تصاوين من نوع بروت . المستخدمة في الطرقات .

٣- البيتون العادي عيار  $(250-300-350)\text{Kg}/\text{m}^3$  :

ينطبق التحليل السابق على هذه الأنواع من أعمال البيتون .

٤- البيتون المغموس من كافة العيارات :

يتألف المتر المكعب من البيتون المغموس من :



بيتون  $0,7m^3$   
أحجار صغيرة  $0,3m^3$   
إذاً فسعر  $1m^3$  من البيتون المغموس يتضمن :

١- سعر  $0,7m^3$  من البيتون العادي حسب العيار المطلوب .  
٢- سعر  $0,3m^3$  من الأحجار الصغيرة التي لايتجاوز أكبر بعد فيها (15cm) ويجب أن تكون هذه الأحجار قاسية وحديثة المكسر على ثلاثة وجوه وخالية من الأتربة والمواد العالقة لذلك فالسعر يشمل تقديم هذه الأحجار وغسلها ورشها بالماء قبل الصب . واجرة صف هذه الأحجار على طبقات من البيتون بسماكة (20cm) على ان تبقى متباعدة عن بعضها بحيث تستطيع الطبقة الثانية من البيتون التغلغل ضمن هذه الأحجار .

يستعمل البيتون المغموس في الاساسات والجدران الاستنادية والعادية .

٥- البيتون المسلح عيار  $350Kg/m^3$  :

يتضمن سعر  $1m^3$  من البيتون المسلح عيار  $350Kg/m^3$  ثمن المواد التالية :

- ١- رمل صب  $0,4m^3$  .
- ٢- بحص فولي  $0,8m^3$  .
- ٣- اسمنت أسمر  $350Kg$  .
- ٤- مسامير  $5cm$   $1,25Kg$  .
- ٥- شريط تربيط  $1,3Kg$  .
- ٦- ثمن حديد التسليح اللازم لـ  $1m^3$  من البيتون

ويتم حساب وزن الحديد المطلوب لـ ( $1m^3$ ) من البيتون بطريقتين دقيقة

وتقريبية :

أ- الطريقة الدقيقة : ان ثمن حديد التسليح الداخلى في أعمال البيتون المسلح يشكل في اغلب الأحيان الكتلة الأكبر في سعر ( $1m^3$ ) من البيتون لذلك فإن الخطأ في تحديد كمية حديد التسليح المطلوبة تعني شيئين ، الأول ان السعر المقدم

لـ (1m<sup>3</sup>) من البيتون هو أقل من الكلفة الحقيقية وبالتالي خسارة مؤكدة والثاني أن السعر المقدم أعلى مما هو مطلوب فعلاً وبالتالي عدم موافقة صاحب المشروع على هذا السعر وتلزيمة العمل لمنفذ آخر تكون أسعاره منطقية . لذلك فيجب توخي الدقة أثناء حساب نسبة الحديد لكل متر مكعب ويتم الحساب بالطريقة الدقيقة كما يلي :

١ - اعتماداً على المخططات الهندسية الإنشائية وتفصيل حديد التسليح يتم حساب أطوال الحديد المطلوب لكافة الأقطار وذلك لكل جزء من أجزاء المبنى .

٢ - من الأطوال السابقة واعتماداً على وزن المتر الطولي لكل قطر يتم حساب وزن الحديد المطلوب .

٣ - يضرب الوزن الناتج بنسبة الهدر المسموح بها والتي تتحدد حسب نوع الحديد ونوع البناء وتكون هذه النسبة ما بين % (5-2) . ويضاف الوزن الناتج الى الوزن الإجمالي . والهدريكور شكلين :

أ - 34% من نسبة الهدر يكون على شكل هدر أثناء قص القضبان وبقاء قطع صغيرة من الحديد لا يمكن استخدامها .

ب - 66% من نسبة الهدر ، يكون هدر تشاريك ضمن البيتون (أطوال تماسك - تشاريك - أعمدة - عكفات . . . الخ) .

٤ - من المخططات يتم حساب حجم البيتون المسلح المطلوب .

٥ - يقسم وزن الحديد الناتج في الفقرة (٣) على حجم البيتون المحسوب في الفقرة (٤) فنحصل على نسبة استهلاك (1m<sup>3</sup>) من البيتون من الحديد ونحصل على ثمن الحديد اللازم للمتر المكعب بضرب الوزن الناتج بسعر الكيلو من حديد التسليح .

## ملاحظات :

١ - في حال اختلاف سعر الكغ من الحديد حسب القطر يتم أثناء العمليات السابقة حساب وزن الحديد المطلوب من كل قطر وبحسب الثمن المطلوب وبالتالي نحصل على الثمن الكلي للحديد الذي يقسم على حجم البيتون المطلوب وبالتالي نحمل ثمن الحديد على  $1m^3$  من البيتون دون النظر للوزن .

٢ - في حالة المشاريع الكبيرة تؤخذ عينات من المنشآت المطلوبة وبحسب استهلاك الـ  $m^3$  لكل عينة ومن ثم بحسب الإستهلاك الوسطي .

## ب - الطريقة التقريبية :

هناك نورمات تحدد نسب الحديد الداخلة في البيتون المسلح حسب نوع المنشأ وحسب الحديد المستعمل ولكن هذه النسب لاتعطي صورة دقيقة عن الإستهلاك الفعلي للحديد لذلك لايفضل اللجوء اليها إلا في حالات وضع الأرقام التقريبية الأولية . وفي الأبنية العادية «السكنية» يمكن أن تتراوح هذه النسب ما بين  $(60-120kg/m^3)$  حسب نوع الحديد المستعمل سواء أكان عالي أو منخفض المقاومة ونوع الحمولات الخاضع لها البناء . بالإضافة الى نوع البناء (طابق واحد - متعدد الطوابق - برجى . . . . جدران حاملة . . هوردي . . الخ) .

بالإضافة الى ما سبق يضاف الى ثمن المواد الداخلة في  $(1m^3)$  من البيتون المسلح عيار  $350Kg/m^3$  اجرة تركيب القالب وتنفيذ شبكات التسليح وثمان اهتلاك القالب وإجرة الجبل والصب وأعمال تأمين استوائية ونعومة السطح المصبوب والتحشية والسقاية بالماء وفك القالب . مع تأمين كافة الأدوات والمواد اللازمة لحسن التنفيذ بالإضافة الى الأرباح والهوالك .

## ٦ - البيتون المسلح بعيارات مختلفة :

تبقى خطوات التحليل السابق متبعة في حالة البيتون المسلح بعيارات تختلف عن  $350Kg/m^3$  مع الأخذ بعين الإعتبار تغير وزن الإسمنت الداخلة ووزن الحديد

وشريط الترابط وبالتالي الأرباح والهوالك التي تؤخذ كنسبة من السعر الكلي .

ملاحظة : بالنسبة لبلاطات الهوردي يمكن أن تقدر الأعمال بالمتر المربع للسطح مع اعتبار سعر البلوك ضمن السعر ويمكن أن تقدر بالمتر المكعب بنفس الأسلوب . ويمكن الفصل ما بين البلوك والبيتون وتحديد سعر لكل منهما .

ملاحظة : عند استعمال القوالب المعدنية يضاف سعر الزيت المستخدم في دهن القوالب قبل الصب .

---

## البحث السادس

### أعمال تشكيل وبناء البلوك

البلوك أو الخفان هو المادة المستعملة في تشكيل وبناء الجدران الخارجية والداخلية وفي بلاطات الهوردي . وتعتبر اعمال البلوك من ضمن أعمال الهيكل . بالنسبة للبلوك المستعمل في بناء الجدران فعالباً ما يكون ارتفاعه (20cm) وطوله (40cm) ويمكن أن يكون ارتفاعه (25cm) وطوله (50cm) أما سكاكة البلوكه فمتغيرة ويمكن أن تأخذ الابعاد (6,8,10,15,20,25)cm ويمكن أن يكون البلوك مصممت أي بدون فراغات أو مع فراغات «مفرغ» .

أما بالنسبة للبلوك المستعمل في بلاطات الهوردي فتختلف قياساته بحسب التصميم وهو إما أن يكون ذو مقطع مستطيل أو شبه منحرف . وهناك قطع خاصة من البلوك الهوردي تستعمل بجوار الجسور المخفية وتكون مسدودة من أحد طرفيها .

#### أولاً : أعمال صناعة البلوك :

تم عملية صب وصناعة البلوك في ورشات ومعامل مخصصة وفي أحيان كثيرة يتم صبه في الورشة إذا كان حجم العمل يبرر اقتصادية هذا الامر .

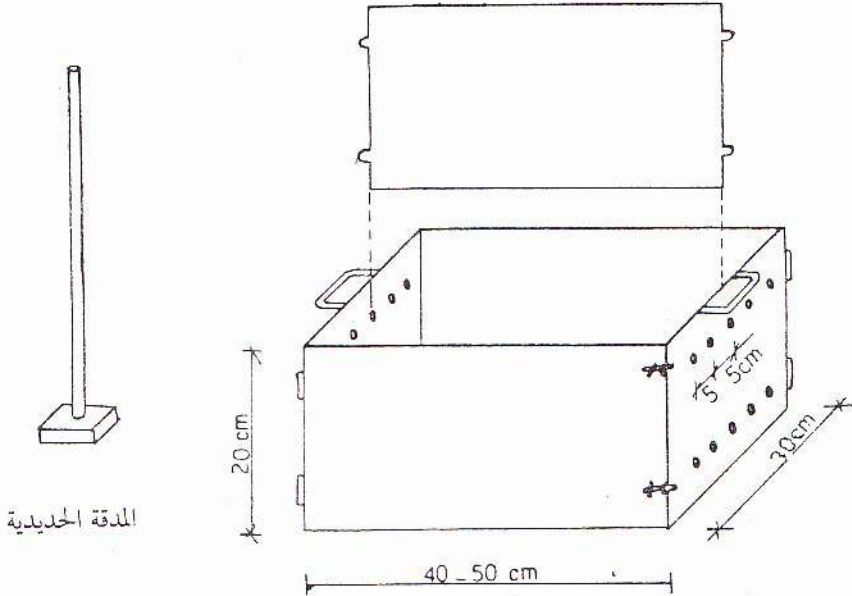
إن متر مكعب من الخلطة البيتونية المستعملة في صناعة البلوك تتألف من  $(0.4m^3)$  بحصص عدسي الحدود العظمى لحبيباته (1cm) بالاضافة الى  $(0.3m^3)$  بحصص سمسيمي اقطار حبيباته بحدود (0.3cm) و  $(0.3m^3)$  رمل طينة ناعم ويضاف لكل متر مكعب من هذه الخلطة (200Kg) اسمنت ، أما الماء فيرش أثناء الجبل بحيث

يعطي للجبلة الابتلال دون إيصالها الى مرحلة السيولة وبحيث لا تنفر الخلطة من اليد اذا ما ضغط عليها .

أما الوسائل المستخدمة في صناعة البلوك فقد تطورت من الاسلوب اليدوي الى الاسلوب النصف الآلي الى الاسلوب الآلي «المؤتمت» .

#### أ- الاسلوب اليدوي :

هذا الاسلوب كان متبعاً في القديم أما حالياً فهو نادر الاستعمال ولكنه لم ينقرض حتى الآن ، والادوات المستعملة بهذا الاسلوب بسيطة جداً ، تتألف من متوازي مستطيلات بدون قاعدة أو سقف . جنبان من أجنابها الأربعة مجهزة بثقوب كل (5cm) - شكل «1-6» بحيث يمكن تحديد سماكة البلوكة المطلوبة وذلك باضافة صفائح لها فرزات تدخل ضمن الثقوب كما هو واضح بالشكل وبحيث يمكن تقسيم عرض متوازي المستطيلات الى اقسام عرضها يساوي السماكة المطلوبة



قالب البلوك اليدوي شكل «1-6»

للبلوكة . بعد تحضير هذا القالب يوضع فوق منطقة صلبة ومستوية ونظيفة وتركب الصفائح العرضية ثم يرش القالب بالماء ويملاً ثلث الارتفاع بالخلطة المجهزة سابقاً بعدها يجري دق الخلطة ضمن القالب بمدقة حديدية مبيّنة بالشكل «1-6» ثم يملاً الثلث الثاني ويدق وأخيراً الثلث ويدق وبعد الانتهاء يرفع القالب بجذبه نحو الأعلى من مكانه ويركب في منطقة أخرى لاعادة العملية .

يترك البلوك المصبوب في مكانه حتى يتصلب مع رشه بالماء مرتين يومياً لمدة خمسة عشر يوماً.

محاسن هذه الطريقة :

- ١ - عدم حاجتها للكهرباء .
- ٢ - بساطة التجهيزات المستخدمة فيها .
- ٣ - يمكن لشخص واحد القيام بالعمل كله .

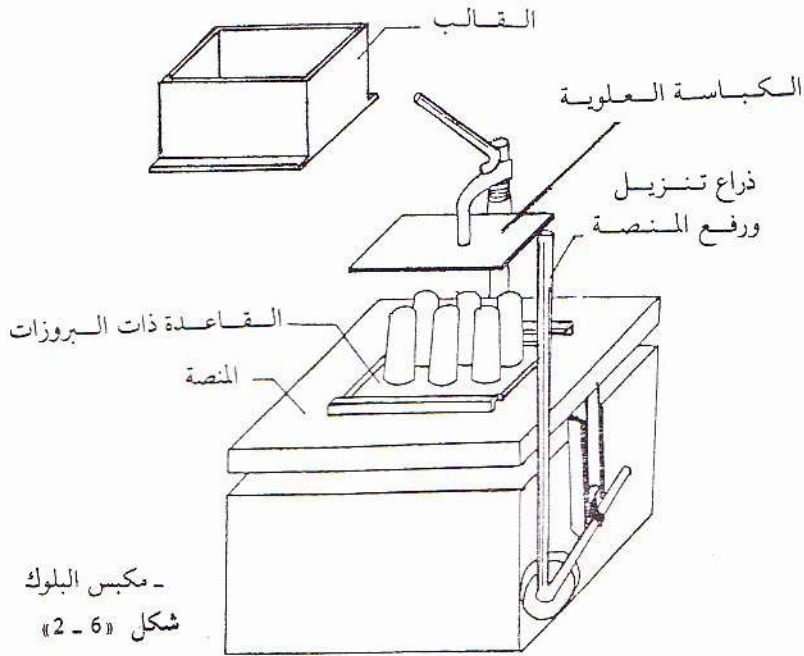
أما مساوئها فهي :

- ١ - طريقة بطيئة جداً وبحاجة الى جهد عضلي ولا يمكن استعمالها إلا عند الحاجة الى عدد قليل من البلوك عند عدم توفره في مناطق قريبة .
- ٢ - بهذه الطريقة لا يمكن صب إلا البلوك المصمت ولا يمكن صب البلوك المفرغ أو الهوردي .
- ٣ - تبقى عملية الرج الميكانيكي المستخدمة في الطرق الأخرى أفضل من الدق اليدوي المستخدم في هذه الطريقة .

ب : الاسلوب النصف آلي : « مكابس البلوك » :

وهي الاكثر انتشاراً في ورشاتنا ، وتتألف هذه المكابس من منصة معدنية ترتكز على نوابض يقوم المحرك الكهربائي برحها بصورة متناوبة ، وعلى هذه القاعدة ثبت افريزين متوازيين لتثبيت قالب البلوك على المنصة - شكل «2-6» يمكن التحكم بالمسافة ماينها حسب سماكة البلوك المطلوب وتمفصل المنصة مع ذراع معدني يمكن بتدويره نحو الاسفل ان ترتفع المنصة نحو الأعلى والعكس

بالعكس ، وهذه المنصة فتحة مستطيلة تبرز من خلالها قاعدة افقية لها بروزات اسطوانية شاقولية تشكل الفجوات الموجودة بالبلوكة وهذه القاعدة يمكن تغييرها حين الحاجة الى بلوك مصمت . وفوق المنصة والقاعدة توجد صفيحة علوية لها ذراع يحركها شاقولياً وفق محور شاقولي جانبي تتمفصل هذه الصفيحة معه وهذه الصفيحة نفس ابعاد مقطع البلوكة الافقي وتستخدم للضغط على الخلطة ضمن القالب اثناء عمل المكبس بنفس طريقة عمل عصارة الليمون . أما قالب البلوك فهو منفصل عن المكبس نهائياً وهو متوازي مستطيلات معدني بدون قاعدة أو سقف له من الداخل نفس ابعاد البلوكة وله من الخارج والاسفل نتوء معدني يدخل ضمن الافريزين الموجودين على المنصة ، ويجب ان يتواجد أثناء العمل قالبين على الأقل لضرورة استمرارية العمل ، كما يكون مع كل مكبس عدة انواع من هذه القوالب حسب سماكة البلوكة وشكلها .





ملاحظة : يمكن لبعض المكابس ان تختلف عما سبق ذكره ولكن الاسلوب العام يبقى نفسه .

- طريقة العمل بهذه المكابس :

- ١ - تجهز الخلطة أولاً بالنسب المذكورة سابقاً .
- ٢ - تخفض الذراع المعدنية المتمفصلة مع المنصة نحو الاسفل فترتفع المنصة فوق منسوب اعلى البروزات الاسطوانية .
- ٣ - يدخل قالب البلوكة ضمن الافريز .
- ٤ - ترفع الذراع المعدنية للأعلى فتهدب المنصة مع قالب البلوكة بحيث تأخذ البروزات الاسطوانية مكانها ضمن قالب البلوكة .
- ٥ - يشغل المكبس برفع القاطعة الكهربائية فتبدء المنصة بالارتجاج وتضاف الخلطة الى القالب حتى امتلائه وعدم استيعابه المزيد .
- ٦ - يضغط على الذراع المعدنية للصفحة العلوية فتضغط على سطح الخلطة في قالب البلوكة فتعطيها الاكتناز المطلوب .
- ٧ - يطفأ المكبس وترفع المنصة نحو الأعلى ويسحب قالب البلوكة مع البلوكة المصبوبة من الافريز .
- ٨ - تنقل البلوكة مع القالب الى مكان مستوي ونظيف وتفرغ البلوكة من القالب بالضغط عليها من الاعلى بصفحة معدنية لها أبعاد مقطع القالب ، وفي هذه الاثناء يكون هناك قالب آخر على المكبس من أجل عدم التوقف حتى تفريغ القالب الأول .

محاسن هذه الطريقة :

- ١ - انتاجية هذه الطريقة أفضل بكثير من الطريقة السابقة فبواسطة ثلاثة عمال يمكن انتاج (60) بلوكة بالساعة تقريباً .
- ٢ - يمكن الحصول على جميع قياسات البلوك بهذه الطريقة كما يمكن صب جميع الأنواع (بلوك عادي - بلوك هوردي - بلوك كولسترا) .

٣ - المكبس بهذه الطريقة يعمل على التيار الكهربائي وفي حالة عدم توفر الكهرباء يمكن الإعتماد على محرك ديزل يربط مع المكبس بواسطة قشاط (سير) لتوليد الحركة الإهتزازية في المكبس .

مساوىء هذه الطريقة :

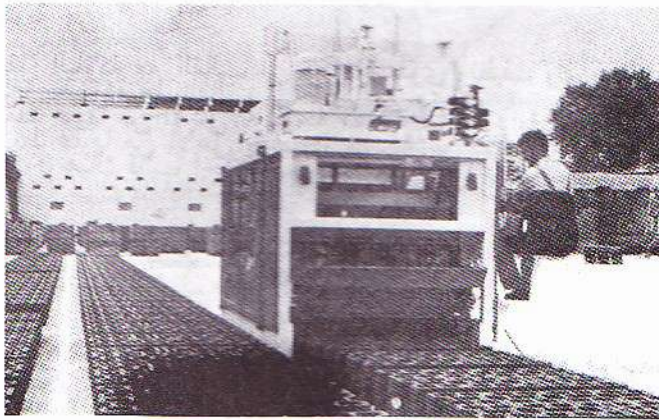
١ - الحاجة الى عدد من العمال للعمل على المكبس يتراوح ما بين (3-5) عمال .

٢ - تبقى طريقة بطيئة إذا ما قورنت بالطرق الآلية الأخرى .

٣ - تحتاج هذه الطريقة لوجود ساحة خاصة مجهزة بأرض مستوية ونظيفة مما لايتوفر في كثير من الورشات كما يجب تجنب استعمال هذه الطريقة في المناطق السكنية نظراً للضجيج الناتج عن عمل المكبس .

جـ - الأسلوب الآلي : مكبات صب البلوك :

وتدعى بالبياضات . وهي تشبه الى حد كبير الآليات المستخدمة في صب الأرصفة والجزر الوسطية في الطرقات شكل «3-6» .



- آلة صب البلوك الأتوماتيكية (البياضة)

شكل (3-6)

وتتألف هذه الآلية من وعاء مخروطي مفتوح من الأعلى يملأ بالخلطة المجهزة مسبقاً . كما تحتوي قوالب آلية تستقبل الخليط وترجه لتعطيه الارتصاص المطلوب ثم تفرغه وبصورة آلية على الأرض .

هذه الآلية تحتاج لتعمل بالطريقة المثلى الى ساحات واسعة أرضها صلبة ونظيفة ومستوية ومقسمة الى مسارات مستقيمة تقوم الآلية بالسير وفق هذه الخطوط مخلقة وراءها البلوك المصنع .

محاسن هذه الطريقة :

- ١ - إنتاجية هذه الطريقة كبيرة جداً وتنفوق بكثير إنتاجية الطرق الأخرى مع حد أدنى من اليد العاملة .
- ٢ - يمكن لهذه الطريقة صب جميع أنواع وقياسات البلوك المطلوب في الورشات .

مساوىء هذه الطريقة :

- ١ - لا يمكن في حالات الورشات الصغيرة اعتماد هذه الطريقة . لعدم تحقق الجدوى الإقتصادية .
- ٢ - نسبة الهدر في هذه الطريقة تفوق نسب الهدر في الطرق الأخرى والتي تكاد تكون معدومة .

- معالجة البلوك بعد الصب :

- ١ - تتم سقاية البلوك المصنع حديثاً بالماء مرتين يومياً (صباحاً ومساءً) ولعدة خمسة عشر يوماً اعتباراً من اليوم التالي للصب .
- ٢ - يجب حماية البلوك من الصقيع بتغطيته في الليالي الباردة بالشوادر أو باستعمال المواقد الدخانية .
- ٣ - بعد مرور خمسة عشر يوماً أي بعد تصلب البلوك ينقل من ساحة الصب الى مكان التخزين ويكدس فوق بعضه بصورة متناوبة أي عندما يكون الصف

الأول باتجاه معين يكون الصف الثاني باتجاه متعامد عليه والصف الثالث بنفس الاتجاه الأول وهكذا . ويفضل أن لا يزيد ارتفاع البلوك المصفوف عن (1,5m) بحيث يستطيع العامل حمل البلوكة وهو واقف على الأرض ودون أن يمد قامته .

ثانياً : أعمال بناء البلوك :

بعد عشرين يوماً من صب البلوك يمكن استعماله في البناء . حيث ينقل بعناية الى مكان بنائه ويوزع على مكان العمل . وغالباً ما يكون استعمال البلوك محصوراً بما يلي :

١ - بناء الجدران الخارجية في الأبنية التي يكون هيكلها مؤلف من أعمدة وجدران مسلحة مع بلاطات أفقية مسلحة . والبلوك المستعمل لهذه الغاية ذو سبابة (15cm) وما فوق .

٢ - بناء القواصل الداخلية في الأبنية البيتونية المسلحة أو الأبنية ذات الجدران الحاملة والبلوك المستعمل لهذا الغرض يمكن أن يكون بسبابة (10-15)cm .

٣ - بناء جدران فواصل التمدد والتقلص وهي تعتبر جدران خارجية انما على طبقتين متجاورتين يفصل بينهما مسافة بحدود (2,5-3)Cm والبلوك المستعمل لهذه الجدران هو نفسه المستعمل في الجدران الخارجية .

٤ - بناء الجدران الحاملة في بعض المنشآت عندما تكون الحمولة صغيرة ويفضل استعمال البلوك المصمت لهذه الغاية .

٥ - بناء بلوك الأسوار والدرايزينات وحواف البرندات ويستعمل لهذه الأعمال بلوك بمختلف القياسات حسب الطلب ويمكن استعمال بلوك الكولسترا .

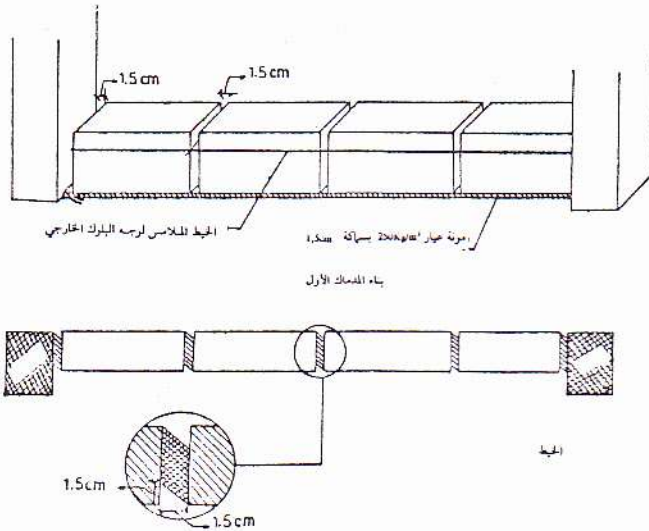
طريقة بناء البلوك :

يتم بناء البلوك وفق صفوف أفقية تدعى بالمدماك ويمكن تفصيل عملية بناء المدماك الأول بين عمودين متقابلين بالخطوات التالية :

١ - يتم تركيب البلوكة الملاصقة للعمود في مكانها الصحيح المأخوذ من المخطط المعماري بوضع مونة اسمنتية تحتها بسماكة (1,5cm) و عيار ( $250\text{Kg/m}^3$ ) ثم توضع البلوكة وتوجه فتحات الفراغات التي فيها نحو الأسفل ويتم الدق على البلوكة من الأعلى باليد أو بواسطة مقبض المسطرين حتى تنفر المونة للخارج - شكل «5-6» ويجب أن يتعد حرف البلوكة عن العمود بمقدار (1,5cm) . كما في الشكل بعد ذلك يجري التأكد من شاقولية وأفقية البلوكة بواسطة ميزان الزئبق كما يتم التأكد من صحة الزاوية التي تشكلها هذه البلوكة مع وجه العمود (باستعمال الزاوية القائمة المعدنية فيما إذا كانت الزاوية قائمة) .

بنفس الطريقة يتم تركيب البلوكة الملاصقة للعمود المقابل .

٢ - يشد خيط من الكتان أو النايلون ما بين الوجهين الخارجيين للبلوكتين ويجب أن يلامس هذا الخيط وجهي البلوكتين الخارجيتين على كامل طول كل وجه شكل «5-6» .



شكل « 5 - 6 »

٣ - وفق هذا الخيط يتم تركيب باقي البلوك في المدماك وتوضع المونة تحت كل بلوكة بنفس السماكة (1,5m) والفراغات من الأسفل وتدق كل بلوكة بحيث تنغمس حوافها في المونة وتكون المسافة بين البلوكة والتي تليها (1,5)cm أيضاً . ويتم التأكد من شاقولية وأفقية كل بلوكة بواسطة ميزان الزئبق .

٤ - بعد انتهاء المدماك يفك الخيط وتملأ اللصقات بالمونة الإسمنتية وتحشى بشكل جيد ويجب أن تكون مونة اللصقات من أحد الحواف داخلية عن حرف البلوكة بحدود 1,5cm وذلك لضرورة تماسك الطينة «الورقة الإسمنتية» مع البلوك .

بعد الإنتهاء من بناء المدماك الأول يبدأ العمل ببناء المدماك الثاني بنفس الطريقة ولكن مع الإنتباه الى أن لا تكون اللصقات فوق بعضها البعض بل يجب أن يكون التباعد بين اللصقة في المدماك الأسفل واللصقة في المدماك العلوي لا يقل عن (10)cm على الأقل لذلك يتم العمل بالمدماك الثاني وفق الخطوات التالية :

١ - فوق البلوكة الأولى في المدماك الأول يركب نصف بلوكة وتبنى بنفس طريقة البلوكة التي تحتها وباستعمال الشاقول «البلبل» في قياس شاقوليتها . وهنا يتم الإستغناء عن التأكد من زاويتها مع العمود . كما وتبنى نصف بلوكة أخرى ملاصقة للعمود المقابل وبهذا يكون التباعد بين اللصقة في المدماك الأول واللصقة في المدماك الثاني بمقدار بعد نصف بلوكة وهو حتماً أكبر من (10)cm .

٢ - يشد الخيط بين هذين النصفين ثم يتم بناء باقي بلوك المدماك .

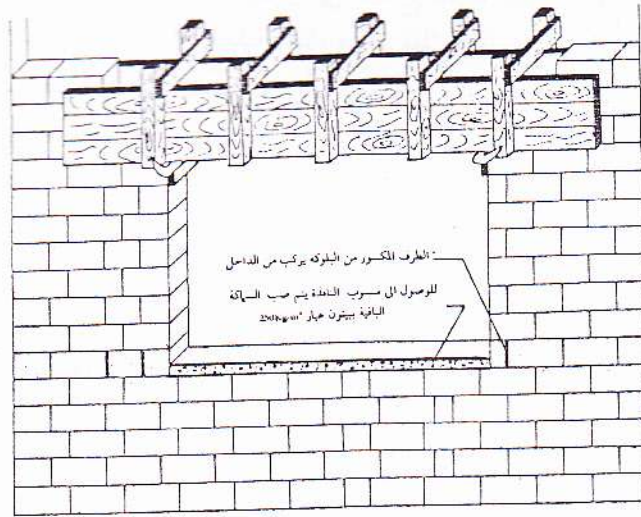
٣ - بعد الإنتهاء من هذا المدماك نبدأ بالمدماك الثالث وتكون البلوكات الملاصقة للأعمدة بلوكات كاملة أي بنفس طريقة المدماك الأول والمدماك الرابع يكون بأنصاف بلوكات كما في المدماك الثاني وهكذا دواليك حتى انتهاء الجدار شكل «6-6» .

ويجب الحرص على استعمال البلبل عند البلوكتين الطرفيتين في كل مدماك واللتين يشد الخيط عليهما لأن الخطأ في تحديد شاقوليتها يعني خطأ في شاقولية باقي

بلوكات المدماك التي يُعتمد في تحديد شاقولية كل منها على انطباق حرفها السفلي على الحرف العلوي في بلوكة المدماك السفلي وعلى ملامسة حرفها للخيط المشدود بين البلوكتين الطرفيتين .

ملاحظات حول بناء البلوك :

١ - عند الوصول في منسوب النوافذ تعلم حوافها على آخر مدماك ثم يبني البلوك بحيث تكون جوانب فتحة النافذة أو الباب مؤلفة من سطوح مستوية أي أن يكون السطح السليم للبلوكة من طرف النافذة - شكل «6-6» .



شكل «6 - 6»

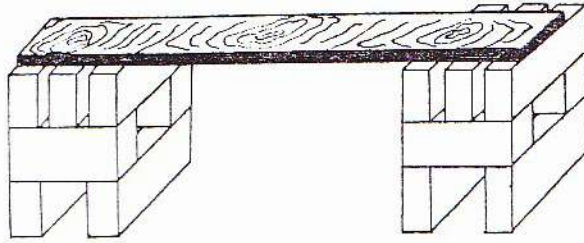
٢ - بعد الوصول الى منسوب نهاية النافذة أو الباب تنفذ عتبة من البيتون المسلح فوق النافذة، أو الباب وتفصيل كوفراجات موضح بالشكل «6-6» .  
وفي حال كون الباب أو النافذة مجاور لعمود أو جدار مسلح يتم صب العمود أو الجدار حتى العتبة لترابط حديد تسليح العتبة مع حديد الجدار أو

العمود .

يمكن اتمام عملية بناء البلوك فوق العتبة قبل فك قالب العتبة وبعد مرور (24) ساعة على صب العتبة .

٣ - عند الوصول الى آخر مدماك يمكن أن تبقى هناك مسافة صغيرة فاصلة ما بين هذا المدماك والسقف أو أسفل الجسر . بحيث لا يمكن اغلاقها بمدماك كامل وهنا يتم الإستعانة بالبلوك المكسر مع المونة لإغلاق الفتحة ويجب أن تعطى للمونة في مثل هذه الفراغات الارتصاص المطلوب لتجنب ظهور شقوق ما بين البلاطة والجدار .

٤ - يمكن بناء المدماك الأول وحتى السابع تقريباً «حسب طول عامل البناء» بدون استعمال أي سببة في عملية البناء وبعد ذلك لابد من نصب سببة للوصول الى منسوب البناء . هذه السببة يمكن أن تنفذ (في الإرتفاعات الصغيرة) من البلوك والمورين وألواح البوندي . حيث يرتب البلوك على جانبي الحائط ويوضع عدد من المورين أو الواح البوندي بصورة أفقية - شكل «6-7» .



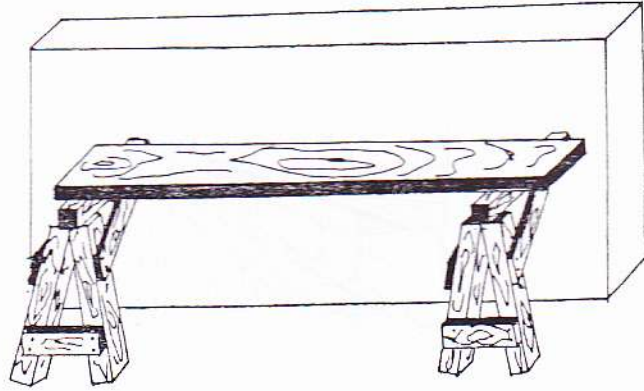
شكل «6-7» السقالة من البلوك

ويمكن تغطية هذه السببة كلما دعت الضرورة لذلك بزيادة عدد البلوك تحت الخشب .

وبهذه الطريقة يمكن العمل حتى ارتفاع ثلاثة أمتار . ولكن فوق ذلك فالامر يتطلب عدد كبير من البلوك بالإضافة الى انها تصبح سببة ضعيفة وخطرة .

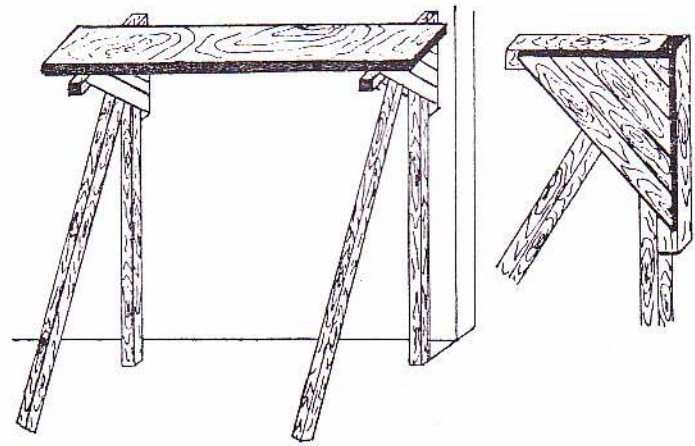


ملاحظة : يمكن الإستعاضة عن البلوك براميل معدنية يوضع فوقها مباشرة  
 الواح البوندي أو يزداد ارتفاعها بعدد من البلوكات ثم توضع الواح البوندي .  
 وأيضاً يمكن استعمال ما يسمى عامياً بالجحش الخشبي شكل «6-8» .



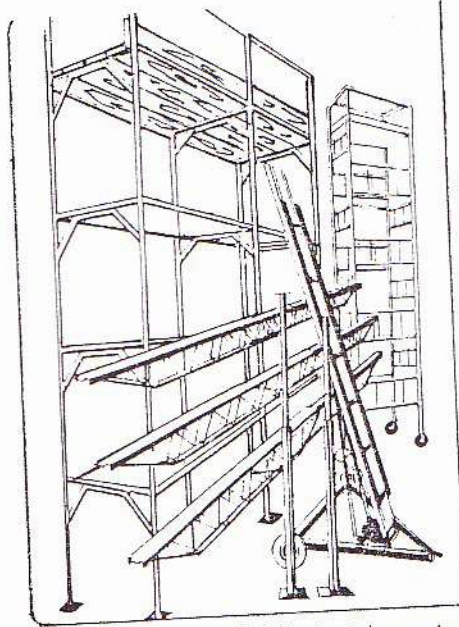
شكل « 6 - 8 »

في الإرتفاعات التي تزيد عن ثلاثة أمتار يستعان بسبب خشبية بالشكل  
 التالي .



شكل « 6 - 9 »

وفي حالة توفر الوسائل يستعان بالسيب المعدنية المبينة بالشكل «6-10» .



شكل «6-10»

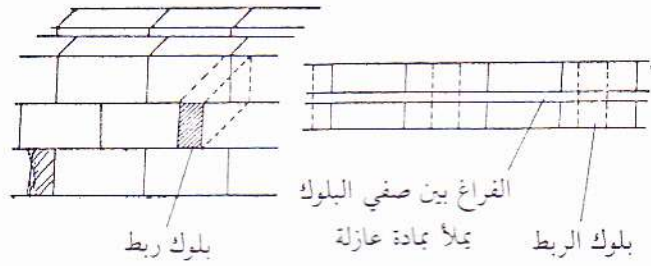
٥ - تحتاج عملية بناء البلوك الى ثلاثة أشخاص على الأقل موزعين كما يلي :

أ - عامل البناء : وهو الذي يقوم بالبناء . ويجب أن يكون ذو خبرة في هذا المجال .

ب - عامل الجبل : يقوم بجبل المونة ونقلها الى مكان البناء .

ج - عامل نقل ورفع البلوك : وهو يقوم بتقريب البلوك الى مكان البناء ورفعها الى فوق السبية ليقوم عامل البناء ببناؤه ويمكن أن يقوم عامل ماهر واحد بوظيفة عامل الجبل وعامل النقل ورفع .

٦ - في بعض الحالات الخاصة ولضرورات العزل الحراري أو الصوتي يتم بناء الجدران على طبقتين متوازيتين تفصل ما بينها مسافة معينة بحسب شروط العزل المطلوب . في هذه الحالة يجب أن تبنى بلوكة من كل أربع بلوكات . بشكل عرضاني وبالتناوب بين المداميك - شكل «6-11» بحيث تربط ما بين الجدارين المتوازيين .



شكل (6 - 11)

٧ - في حالات خاصة يتم بناء البلوك ما بين الأعمدة قبل صب السقف وفي هذه الحالة سيتم تركيب القالب الخشبي على البلوك مباشرة وهذا يتطلب أن يكون المدماك الأخير ذو منسوب موافق لمنسوب أسفل الجسر أو البلاطة وإن لم يتحقق هذا يمكن أن يركب القالب على منسوب المدماك الأخير ولكن حديد التسليح يجب أن يوضع في منسوبه الصحيح وتملأ المسافة الفاصلة بين المنسوبين بالبيتون أثناء صب السقف دون أن ننسى وضع كراسي من البلوك أو من قضبان الحديد تحت قضبان تسليح الجسور لتبقى في منسوبها الصحيح .

٨ - إن ظهور الشقوق في جدران البلوكة ناتج عن عدة أسباب أهمها :

١ - استعمال البلوك قبل مضي عشرين يوماً على صبه أي قبل تصلبه بشكل كامل وانتهاء فترة تقلصه .

٢ - عدم تنفيذ اللصقات بصورة جيدة سواء أكانت لصاقات ما بين البلوكة والأخرى أو ما بين البلوكة والأعمدة والسقف .

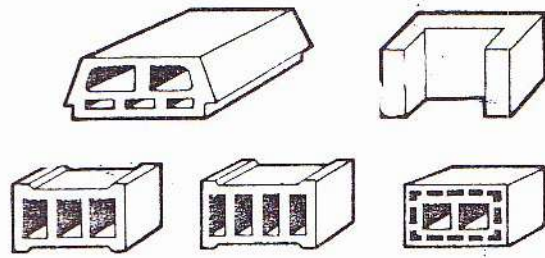
٣ - استعمال قطع بلوك مكسرة وغير منتظمة .

ولأن تلافى بعض هذه الأسباب قد يكون صعباً أحياناً فيجب تأجيل تنفيذ الورقة الإسمنتية للجدران الى ما بعد عشرين يوماً على الأقل . أي الى ما بعد فترة ظهور التشققات .

ملاحظة : بعض الشقوق يمكن أن تكون بسبب إنشائي ولعلاقة لها بسوء تنفيذ بناء البلوك .

- ثالثاً : بلوك الهوردي :

يستعمل بلوك الهوردي للملء الفراغات ما بين الأعصاب في بلاطات الهوردي انظر شكل «3-26» وهي عادة ما تكون خفيفة الوزن وذات فراغات كبيرة وتأخذ عدة أشكال يوضح الشكل «6-12» بعضها .



شكل «6 - 12»

أما قياسات بلوك الهوردي النظامية فيبينها الجدول التالي :

القياس بالـ cm	البعد
8 - 10 - 12 - 15 - 18 - 20 - 24 - 26 - 30 - 35	الارتفاع
23 - 35 - 37	الطول في الأعلى
35 - 38 - 40	الطول في الأسفل
20 - 25 - 30	العرض
2 - 3	نسابة القشرة والحواجز الداخلية

وهناك قطع خاصة من البلوك الهوردي تستعمل بجوار الجسور المخفية وتكون مسدودة من أحد طرفيها .

- يتم تركيب بلوك الهوردي فوق الكوفراج الخشبي وفقاً لما هو وارد ببحث بلاطات الهوردي ويتم التركيب بدون مونة وترص البلوكات على بعضها الى أن تصبح لصاقاتها متلاحمة ويتجنب استعمال القطع المكسورة .

رابعاً : تحليل أسعار أعمال البلوك :

١ - تحليل أسعار البلوك العادي :

إن تحليل أعمال البلوك في الأعمال الإنشائية يتم على أساس تحديد سعر المتر المكعب وأحياناً المربع . ويمكن أن يتم وضع ثلاثة أنواع لتحليل السعر لأعمال البلوك الأول تحليل سعر أعمال صب البلوك والثاني أعمال بناء البلوك . والثالث أعمال تقديم بلوك جاهز وبنائه .

آ - تحليل سعر أعمال صب البلوك لـ (1m<sup>3</sup>) :

تختلف كمية المواد المشكلة لـ (1m<sup>3</sup>) من البلوك حسب سماكة البلوك وكونها مفرغة أو مصمتة فمثلاً (1m<sup>3</sup>) من البلوك ذو السماكة (15cm) مفرغ يستهلك المواد التالية :

١ - رمل ناعم «طينة» 0,35m<sup>3</sup> .

٢ - رمل خشن «سمسمية» 0,35m<sup>3</sup> .

٣ - بحص ناعم عدسي 0,4m<sup>3</sup> .

٤ - اسمنت أسمر 200Kg .

بالإضافة الى المواد السابقة يشمل سعر المتر المكعب ثمن اهتلاك آلة الصب وتجهيز ساحة ومكان العمل وسقاية البلوك وتخزينه ونقله بالإضافة الى الأرباح والهوالك .

ب - أعمال بناء البلوك :

يتضمن السعر ثمن المواد التالية لبناء  $1m^3$  من البلوك :

١ - رمل طينة للمونة  $0,4m^3$  .

٢ - اسمنت أسمر 42Kg .

٣ - خيط للعمار 0,04Kg .

كما يتضمن السعر أجرة العامل والسقاية بالماء والأرباح والهالك .

ج - أعمال تقديم بلوك جاهز وبنائه :

ويتم وضع هذا السعر في حالة عدم إمكانية صب البلوك في الورشة ويتضمن السعر إضافة الى سعر البند السابق (سعر البناء) سعر البلوك من المصدر مضافاً إليه كلفة النقل والتحميل والتنزيل والأرباح والهالك ويختلف عدد البلوكات المشكلة لـ ( $1m^3$ ) من البلوك حسب سماكة البلوك .

- |                     |                                |           |
|---------------------|--------------------------------|-----------|
| ١ - بلوك سماكة 10cm | عدد البلوكات المشكلة لـ $1m^3$ | 125 بلوكة |
| ٢ - بلوك سماكة 15cm | عدد البلوكات المشكلة لـ $1m^3$ | 84 بلوكة  |
| ٣ - بلوك سماكة 20cm | عدد البلوكات المشكلة لـ $1m^3$ | 63 بلوكة  |
| ٤ - بلوك سماكة 25cm | عدد البلوكات المشكلة لـ $1m^3$ | 50 بلوكة  |
| ٥ - بلوك سماكة 30cm | عدد البلوكات المشكلة لـ $1m^3$ | 42 بلوكة  |

- يتم حساب كميات البلوك المنفذ بحساب مساحة البلوك المنفذ بالمتر المربع مع حسم جميع الفراغات التي تتجاوز مساحة كل منها عشر المتر المربع إضافة الى حذف الأجزاء المتعامدة مع سطح البلوك والتي لا يتجاوز عمقها (25cm) .

بعد حساب المساحة بالمتر المربع يتم الأخذ بها كما هي إذا كان السعر مقدم على أساس سعر المتر المربع أو تحول الى متر مكعب فيما إذا كان السعر مقدم على أساس سعر المتر المكعب .

ملاحظة : لحساب سعر المتر المربع من البلوك يتم وضع سعر للمتر المكعب ومن ثم يحسب سعر المتر المربع بتقسيم السعر لـ  $1m^3$  على عدد (B) يتعلق بسماكة البلوك .

35	30	25	20	15	10	سماكة البلوك cm
2,85	3,3	4	5	6,6	10	B

٢ - تحليل سعر بلوك الهوردي :

تقدر أعمال بلوك الهوردي الداخل في سقوف البيتون المسلح كما يلي :

١- بالعدد : أي يتم وضع سعر للبلوكة الواحدة ويضرب عدد البلوك المستعمل بهذا السعر .

٢- بالمتر المكعب : يوضع السعر لـ  $1m^3$  من بلوك الهوردي ويتم ذلك بحساب حجم بلوك الهوردي الداخل ضمن البلاطة بدقة . أي بضرب المترسم الأفقي للبلوك في سماكته . أو بطريقة تقريبية وذلك بأن يقسم ( $1m^3$ ) من بلاطة الهوردي الى .

١ -  $0,6m^3$  بيتون مسلح

٢ -  $0,4m^3$  بلوك هوردي

وبعد حساب الحجم يتم ضربه بسعر المتر المكعب فنحصل بذلك على سعر أعمال بلوك الهوردي .

الملاحق



- ملحق رقم « ١ » -  
- جداول خاصة بالقوالب الخشبية -

١ - تقدير كميات مفردات القالب الخشبي بالـ  $m^3$  أو بالعدد :

آ - خشب دف : ان الطول الغالب لألواح خشب الدف هو 4 m وأما السماكة الغالبة فهي (2,5 Cm) وبالتالي يحدد عدد الألواح المشكلة لـ  $1 m^3$  من خشب الدف حسب العرض :

١ - العرض (10 Cm) : (لوح)  $1 m^3 = 100$  .

٢ - العرض (12 Cm) : (لوح)  $1 m^3 = 83$  .

٣ - العرض (15 Cm) : (لوح)  $1 m^3 = 66$  .

٤ - العرض (20 Cm) : (لوح)  $1 m^3 = 50$  .

- في حالة استخدام دف ذو سماكة تختلف عن (2,5 Cm) تضرب الأرقام السابقة بالنسبة  $(\frac{2,5}{t})^2$  حيث t هي سماكة الواح الدف المستعمل .

- أما في حالة استعمال دف بأطوال تختلف عن (4 m) فتضرب الأرقام السابقة بالنسبة  $(\frac{4}{L})$  حيث L طول الدف المستعمل .

- مهما كان عرض ألواح الدف فان  $(1 m^3)$  منه يغطي مساحة  $(40 m^2)$  فيما إذا كانت سماكته (2,5 Cm) .

ب - المورين : إن  $(1 m^3)$  من المورين ذو القياسات التالية  $(400 \times 7,5 \times 7,5 Cm)$  يتألف من (44) مورينة ويختلف هذا الرقم باختلاف أحد الأبعاد السابقة

والأبعاد السابقة هي الأكثر شيوعاً .

1 m<sup>3</sup> مورين (400 × 8 × 8 Cm) ← (40) مورينة .  
1 m<sup>3</sup> مورين (400 × 6,5 × 6,5 Cm) ← (59) مورينة .

٢ - تقدير كميات الخشب المطلوبة لإنجاز 1 m<sup>3</sup> بيتون مسلح بالقالب :

تختلف كمية الخشب المطلوبة لإنجاز (1 m<sup>3</sup>) من البيتون حسب ما يلي :

- ١ - نوع المنشأ «أساس - عمود . . . بلاطة جائزية - بلاطة هوردي . . الخ» .
- ٢ - أبعاد المنشأ : كلما ازدادت الأبعاد كلما صغرت الكمية المطلوبة من الخشب لانجاز 1 m<sup>3</sup> منه .

فازدياد أبعاد العمود مثلاً يعني زيادة في حجم البيتون وزيادة أيضاً في الخشب المستعمل ولكن ليس بنفس النسبة التي يزيد بها حجم البيتون . كما انه توجد بعد القطع الخشبية المستعملة في الكوفراج يجب استعمالها بغض النظر عن أبعاد العمود «مورين الاسواره - الوشائات - أكعاب المورين» . وكذلك الأمر فيما إذا ازدادت مجازات البلاطات ، مما يؤدي الى زيادة في مقاطع الجوائز وسكة البلاطة .

٣ - نوع المواد الداخلة في تشكيل البيتون : فكلما تحسنت نوعية المواد الداخلة في البيتون ازدادت مقاومته أي صغرت أبعاده وبالتالي ازدادت نسبة استهلاك الخشب لـ (1 m<sup>3</sup>) .

٤ - طريقة التصميم الانشائي : بشكل عام فاتباع الطريقة الكلاسيكية يؤدي الى مقاطع انشائية أكبر وبالتالي نسبة الاستهلاك سوف تكون أصغر منها في حال اتباع الطريقة الحديثة في التصميم .

٥ - الجو السائد بعد عملية الصب : والذي يؤثر على دورية استخدام القالب الخشبي فكلما صغرت المدة التي يتم بعدها فك الخشب للاجزاء المصبوبة

«والتأثرة طبعاً بحالة الجو» كلما صغرت دورة استخدام الخشب وبالتالي صغرت نسبة استهلاك ( $1 \text{ m}^3$ ) من البيتون .

أيضاً يؤثر أسلوب معالجة البيتون بعد الصب «كمعالجة البيتون بالبخار» على دورة استخدام الخشب وبالتالي على نسبة الاستهلاك .

إن تعدد المؤثرات على نسبة استهلاك الخشب المطلوبة لانجاز ( $1 \text{ m}^3$ ) من البيتون سوف يجعل من تقدير هذه الكمية أمراً صعباً نوعاً ما . ولكن وبصورة تقريبية يمكن الاستعانة بالارقام التالية والمأخوذة من التجربة والتي يمكن أن تفيد في تقدير مبدئي وتقريبي لكمية الخشب المطلوبة في الحالات الطبيعية وذلك حسب أجزاء البناء المختلفة وحسب أبعاد المنشأ :

جدول نسب استهلاك الخشب اللازم لانجاز ( $1 \text{ m}^3$ ) بيتون بالقالب

نوع الكوفراج	دف $\text{m}^3$	مورين $\text{m}^3$	مجموع $\text{m}^3$
أساسات مفردة	0,135 - 0,06	0,08 - 0,04	0,215 - 0,1
شيناكات	0,5 - 0,2	0,3 - 0,1	0,8 - 0,3
أعمدة	0,6 - 0,12	0,41 - 0,06	1,1 - 0,182
جوائز	0,6 - 0,2	0,2 - 0,2	1,5 - 0,4
بلاطات أفقية	0,25 - 0,125	دعيات	0,42 - 0,335
		فرس	0,1 - 0,068
		صلي	0,13 - 0,085
		مجموع	0,65 - 0,488
			0,8 - 0,613

إن الأرقام السابقة وضعت وفق الأسس التالية :

١ - الأرقام الصغيرة تدل على أبعاد صغيرة للمتشأ والكبيرة على أبعاد عظمى في الحالات الطبيعية .

٢ - اعتبر أن سماكة الدف المستعمل هي 2,5 Cm وفي حال تغير السماكة تضرب الأرقام السابقة للدف بالنسبة  $1/2,5$  حيث t هي سماكة الدف المستعمل .

٣ - مقطع المورينة اعتبر مربع طول ضلعه (7,5 Cm) وفي حال اختلاف مقطع المورين تضرب الأرقام العائدة للمورين بالنسبة  $(^{A/56,25})$  حيث A مساحة المقطع الجديد ( $cm^2$ ) .

٤ - البلاطات أخذت بدون جوائز . حيث يضاف الخشب المطلوب لكفرجة الجوائز في حالة البلاطات الجائزية ، والبلاطات الهوردي التي لها جوائز ساقطة .

ملحق رقم - ٢ -

جدول أوزان ومقاطع حديد التسليح الأملس والمحلزن

قطر التضيب Cm	محيط التضيب Cm	وزن المتر الطولي بـ كجم		مساحة المقطع حسب عدد التضبان $Cm^2$									
		محلزن	أملس	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	1,884	0,222	0,222	0,28	0,66	0,84	1,13	1,41	1,69	1,97	2,24	2,64	2,82
8	2,514	0,394	0,409	0,50	1,00	1,50	2,01	2,51	3,01	3,51	4,02	4,52	5,02
10	3,142	0,616	0,650	0,78	1,57	2,35	3,14	3,92	4,71	5,49	6,28	7,02	7,85
12	3,771	0,888	1,000	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,91	9,04	10,17	11,31
14	4,399	1,209	1,250	1,54	3,07	4,61	6,15	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	15,39
16	5,028	1,578	1,810	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,09	20,10
18	5,654	1,994	2,150	2,54	5,08	7,63	10,17	12,72	15,26	17,81	20,35	22,86	25,40
20	6,282	2,465	2,560	3,14	6,26	9,42	12,56	15,70	18,84	21,98	25,12	28,26	31,40
22	6,912	2,984	3,100	3,82	7,60	11,40	15,20	19,00	22,80	26,60	30,41	34,21	38,01
24	7,541	3,546	3,750	4,52	9,04	13,57	18,09	22,61	27,14	31,66	36,19	40,71	45,23
25	7,864	3,852	3,949	4,91	9,62	14,73	19,64	24,55	29,46	34,37	39,28	44,18	49,10
26	8,168	4,168	4,300	5,31	10,61	15,92	21,23	26,54	31,85	37,16	42,44	47,79	53,10
28	8,795	4,936	4,834	6,15	12,31	18,47	24,63	30,78	36,94	43,10	49,26	55,41	61,50
30	9,425	5,544	5,549	7,06	14,13	21,20	28,27	35,43	42,41	49,48	56,54	63,00	70,60
32	10,053	6,310	6,521	8,04	16,07	24,11	32,15	40,19	48,23	56,27	64,30	72,34	80,38

ملاحظة : تختلف أوزان حديد التسليح المحلزن حسب شكل ونوع الحلزنة والارقام المدونة في الجدول السابق خاصة بالحديد المحلزن الروسي .

## ملحق رقم (٣) تعديل مقاطع حديد التسليح حسب نوع وقطر حديد التسليح المستعمل

يضطر المهندس في حالات كثيرة أثناء التنفيذ الى اجراء بعض التعديلات على نوع وأقطار حديد قضبان التسليح خلافاً لما هو وارد بالمخططات الهندسية والدراسة الإنشائية . وذلك لأسباب عديدة ، كعدم توفر النوع أو القطر المطلوب أو لضرورة تنفيذية .

أولاً : تعديل أقطار قضبان التسليح مع المحافظة على نوع الحديد المستعمل :

إن تعديل أقطار قضبان التسليح من قطر الى قطر آخر أمر بسيط . حيث يكفي أن نحسب مساحة التسليح المطلوبة في التصميم ، ونختار عدد جيد من القضبان وفق القطر المعدل ، بحيث نحصل على التسليح المطلوب ، وعلى أن يتم مراعاة الأمور التالية :

- ١ - المحافظة على الحد الأدنى والأقصى للتباعد بين القضبان .
- ٢ - المحافظة على الحد الأدنى والأقصى لنسب حديد التسليح .
- ٣ - تعديل عدد الأتاري المطلوبة لتثبيت القضبان ، حيث لايسمح بوجود أكثر من قضيب واحد مثبت من جهة واحدة بين قضيبين مثبتين من جهتين .
- ٤ - المحافظة على شرط التماسك وخاصة في الأساسات .

ثانياً : تعديل مساحة التسليح عند تغيير نوع حديد التسليح :  
يتم التعديل في هذه الحالة بالعودة الى قوانين التصميم المتبعة . واستخراج

نسبة التعديل المطلوبة : وفيما يلي تم حساب نسب التعديل على حديد التسليح عند تعديل حد المرونة له وذلك مع اتباع الطريقة الكلاسيكية في التصميم . ومع اعتبار أن مقاومة البيتون المميزة بعد (28) يوم من الصب تعادل  $180\text{Kg/Cm}^2$  :

أ- التعديل من حديد محلزن حد مرونته ( $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ ) إلى حديد محلزن حد مرونته ( $f_y=3000\text{kg/cm}^2$ ) :

١- الأعمدة :

يتم تعديل مساحة مقطع حديد التسليح وفق العلاقة التالية :

$$As_2 = As_1 \times 1,4$$

$As_1$  : مساحة مقطع التسليح باستعمال حديد تسليح حد مرونته  $4200\text{Kg/Cm}^2$

$As_2$  : مساحة مقطع التسليح باستعمال حديد التسليح حد مرونته  $3000\text{Kg/Cm}^2$

ويجب المحافظة على نسب التسليح العظمى المسموح بها والتي حددها الكود العربي كما يلي :

عمود وسطي  $0,04A_0$

عمود طرفي  $0,05A_0$

عمود ركني  $0,06A_0$

$A_0$  : مساحة مقطع العمود البيتوني .

٢- الجوائز احادية وثنائية التسليح الخاضعة لعزوم الانعطاف :

- الجوائز احادية التسليح :

$$As_2 = As_1 \times 1,23$$

على أن لاتتجاوز نسبة التسليح العظمى المسموح بها للتسليح المشدود .

- الجوائز ثنائية التسليح :

التسليح المشدود :

$$As_2 = As_1 \times 1,23$$

التسليح المضغوط :

$$As'_2 = As_1 / As'_1 \times As_2$$

التوالي .  
حديد التسليح المضغوط في الحالة (4200) والحالة (3000) على  $As'_2 - As'_1$

"٣ - البلاطات والأساسات والجوائز الطرفية (L) الخاضعة لعزوم الانعطاف :

- احادي التسليح :

$$As_2 = As_1 \times 1,23$$

- ثنائي التسليح : تطبق نفس القواعد المتبعة في الجوائز العادية .

"٤ - الأتاري :

$$Ast_2 = Ast_1 \times 1,21$$

$Ast_1$  مساحة مقطع الأتاري عند استخدام حديد تسليح حد مرونته  $4200 \text{Kg/Cm}^2$

$Ast_2$  مساحة مقطع الأتاري عند استخدام حديد تسليح حد مرونته  $3000 \text{Kg/Cm}^2$

ب - التعديل من حديد أملس حدمرونته  $(2400 \text{Kg/Cm}^2)$  الى حديد محلزن حد مرونته  $(4200 \text{Kg/Cm}^2)$  :

"١ - الأعمدة :

$$As_2 = As_1 \times 0,57$$

$As_1$  مساحة مقطع التسليح باستعمال حديد تسليح حدمرونته  $2400 \text{Kg/Cm}^2$



$As_2$  مساحة مقطع التسليح باستعمال حديد تسليح حد مرونته  
4200Kg/Cm<sup>2</sup>

ويجب المحافظة على نسب التسليح الدنيا المسموح بها والتي حددها الكود  
العربي كما يلي :

0,008Ac للعمود الوسطي .

0,009Ac للعمود الطرفي .

0,010Ac للعمود الركني .

Ac مساحة المقطع البيتوني .

"٢- الجوائز المستطيلة أحادية التسليح والخاضعة لعزوم انعطاف :

$$As_2 = As_1 \times 0,64$$

على أن لا تقل مساحة التسليح المحلزن الجديد عن القيمة :

$$0,00214 b.d$$

b عرض المقطع .

d الارتفاع الفعال الجديد فيما إذا تمت زيادة الارتفاع الفعال حيث من  
الممكن زيادة المقطع الفعال «إن سمحت الظروف المعمارية» بنسبة 10% وإذا لم  
يكن هذا ممكناً . يجب التأكد من إجهادات البيتون والتسليح من قبل المهندس .

"٣- الجوائز المستطيلة ثنائية التسليح الخاضعة لعزوم الانعطاف :

أ- بالنسبة للتسليح الرئيسي تطبق نفس التعليقات في الفقرة السابقة .

ب- يخفض تسليح الضغط وفق العلاقة التالية :

$$As'_2 = As'_1 / As_1 \times As_2$$

$As'_2 - As'_2$  تسليح الضغط في الحالة (2400)-(4000) على التوالي .

"٣- البلاطات والأساسات والجوائز الطرفية ذات المقطع (L) والخاضعة

لعزم انعطاف :

- التسليح الرئيسي .

$$As_2 = As_1 \times 0,64$$

ويجب مراعات الأمور التالية :

- ١ - بالنسبة للبلاطات يجب أن لاتقل مساحة التسليح المحلزن المستخدمة عن القيمة : (0,2d) حيث (d) سماكة البلاطة . كما يجب التحقق من اجهادات البيتون والتسليح ، حيث من الصعب تعديل سماكة البلاطة ، لأن هذا سيؤدي الى ازدياد الحمولة وبالتالي تعديل الدراسة كاملةً .
- ٢ - بالنسبة للأساسات فيجب أن لاتقل مساحة التسليح المستخدمة في الأساسات عن (6Ø10/m) .

٤- الأتاري :

$$Ast_2 = Ast_1 \times 0,7$$

$Ast_1$  مساحة مقطع الأتاري باستخدام حديد محلزن حد مرونته (2400Kg/Cm<sup>2</sup>)

$Ast_2$  مساحة مقطع الأتاري باستخدام حديد محلزن حد مرونته (4000Kg/Cm<sup>2</sup>)

ويجب أن لاتقل مساحة مقطع الأتاري المحلزنة عن القيمة 0,00083 b.s

b عرض مقطع الجائز بـ Cm

s تباعد الأتاري بـ Cm

ملاحظة (١) : يمكن بالاعتداد على الحالتين السابقتين (أ - ب) تعديل حديد التسليح من 2400 الى 3200 أو بالعكس .

ملاحظة (٢) : بشكل عام يجب عند زيادة مساحة التسليح التأكد من عدم تجاوز نسبة التسليح العظمى المسموح بها وفي حال تخفيض مساحة التسليح التأكد من عدم تجاوز نسبة التسليح الدنيا .

- ملحق رقم « ٤ » -  
- جداول لنسب الخلطات البيتونية -

١ - جداول لنسب الخلطات المقترحة لبعض الأعمال البيتونية (بالوزن)

نوع البيتون	اسمنت	رمل	بحص
١ - بيتون مسلح	1	2	4
٢ - بيتون كتلي	1	3	5
٣ - بيتون طرق	1	2	3
٤ - قواعد بيتونية	1	3	5
٥ - بيتون أرصفة	1	2	3

٢ - في الأعمال المحلية العادية (غير المسلحة) تكون نسب مكونات الخلطة البيتونية :

الاسمنت : 200 - 400 Kg

الرمل : 0,4 m<sup>3</sup>

البحص : 0,8 m<sup>3</sup>

$$0,55 - 0,35 = \frac{w}{C} = \frac{\text{الماء}}{\text{الاسمنت}}$$

الماء اللازم للجبل والصب 8% من وزن المواد الناشفة .

٣ - جدول النسب الاختيارية للاسمنت والحصى حسب اجهاد الضغط الاقصى للبيتون :

حصى	رمل	اسمنت	اجهاد الضغط الاقصى (Kg/Cm <sup>2</sup> )
4	2	1	200 - 250
3	1,5	1	300 - 350

٤ - جدول الكميات التقريبية لعمل (1 m<sup>3</sup>) بيتون بالطريقة الاختبارية :

بحص (m <sup>3</sup> )	رمل (m <sup>3</sup> )	اسمنت ١١ كيس سعة (50Kg)
0,65	0,32	7
0,6	0,4	6,5
0,68	0,34	6
0,58	0,42	6
0,7	0,35	5
0,72	0,36	4

- ملحق رقم « ٥ » -  
- جدول خاص بإنتاجية العمال اليومية -

تختلف الإنتاجية اليومية للعامل حسب نظام العمل المتبع وحسب ظروف العمل ونوعه ويمكن أن تتراوح الإنتاجية ما بين الأرقام التالية والتي يمثل أصغرها الحد الأدنى . ويمثل أكبرها الحد الأعظمي . وذلك في الحالات العادية الطبيعية :

نوع العمل	نوع المشاة	الوحدة	الإنتاجية اليومية	نوعية العمال	ملاحظات
١- البناء	بيتون مسلح عادي	m <sup>3</sup>	3-0,6	معلم + 0,5 عامل	بلاطات - أعمدة - قواعد
	بيتون مسلح هوردي	m <sup>3</sup>	5-1	معلم + 0,5 عامل	بلاطات + بلوك
	بيتون مسلح للخزانات العالية	m <sup>3</sup>	1-0,2	معلم + عامل	قواعد - أعمدة - جدران
	بيتون مسلح للمنشآت الرقيقة	m <sup>3</sup>	1,2-0,25	معلم + 0,5 عامل	
	بيتون عادي بالقالب	m <sup>3</sup>	7-1,5	معلم + 0,5 عامل	
٢- البناء	بيتون عادي بدون قالب	m <sup>3</sup>	12-8	معلم + عامل	صب فقط
	بيتون أرضيات مع الصقل	m <sup>3</sup>	8-4	معلم + عامل	
٣- البناء	بيتون مسلح عادي	Kg	800-150	معلم + ½ عامل	تفصيل وتركيب
	بيتون مسلح هوردي	Kg	600-100	معلم + ½ عامل	تفصيل وتركيب
٤- البناء	بلوك مختلف السماكات	m <sup>3</sup>	4- 1,7	معلم + ¾ عامل عادي	تزداد الإنتاجية كلما ازدادت سماكة البلوك

- ملحق رقم «٦» -  
- نسب الهدر والاهتلاك -

يعرف الهدر بأنه الكميات المستهلكة والفائضة عن حاجة تنفيذ الأعمال والتي لا تدخل ضمن الكميات المنفذة ولا تدخل في تنفيذ أعمال أخرى .  
أما الإهلاك فهو نسبة تلف الأدوات المستخدمة في تنفيذ الأعمال الإنشائية لكل وحدة من وحدة الكميات المستعملة .  
والجدول التالي يبين بعض نسب الهدر والاهتلاك المسموح بها للمواد الداخلة ضمن أعمال الهيكل :

	نسبة الهدر المسموحة	الوحدة	اسم المادة
*	%2	Ton	١ - حديد تسليح
**	%5	Ton	٢ - اسمنت أسمر فرط
	%5	Ton	٣ - اسمنت أسمر معبأ
	%10	m <sup>3</sup>	٤ - الحصويات
	%10	m <sup>3</sup>	٥ - بلوك مفرغ
	%5	m <sup>3</sup>	٦ - بلوك مصمت
	%12	عدد	٧ - بلوك هوردي
	%10	m <sup>3</sup>	٨ - بلوك كولسترا
	%1	m <sup>3</sup>	٩ - حجر بناء
	%4	kg	١٠ - زفت للعزل

اسم المادة	الوحدة	نسبة الاهتلاك المسموحة
خشب دف للصب	m <sup>3</sup>	%25
خشب مورين للصب	m <sup>3</sup>	%1,7

\* تقسم نسبة الهدر لحديد التسليح (2%) إلى قسمين :

١ - 1,5% هدر حديد تسليح تشاريك ناتجة عن تصنيع حديد التسليح (بقاء قطع صغيرة من القضبان واستبعاد بعض القطع التالفة ... الخ)

٢ - 0,5% هدر يستخدم لأغراض البيتون المسلح (عكفات - أطوال تماسك - تشاريك للأعمدة ... الخ) .

والنسبة السابقة مأخوذة في حالة الأبنية العادية وفي الأحوال الطبيعية ، ويمكن في حالات خاصة كاستبدال أقطار معينة بأقطار أخرى أن تزيد نسبة الهدر عن 5% .

\*\* : تعتبر نسبة هدر الاسمنت السابقة كامل هدر نقل الإسنت . وتعبئته واستخدامه أثناء تنفيذ الأعمال .

## الفهرس

- لمحة عن الكتاب ..... ٥
- مقدمة الجزء الأول ..... ٧
- البحث الأول : أعمال الحفريات ..... ٩
- ١- حفريات بالوسائل اليدوية ..... ١٠
- ٢- الحفريات بالوسائل الميكانيكية ..... ١٢
- آ - البلدوزر ..... ١٢
- ب - التركس ..... ١٥
- ج- الباغر «الحفارة» ..... ١٦
- د - الضاغط المجنزر ..... ٢٠
- هـ- آليات أخرى ..... ٢١
- ٣- الحفريات بواسطة التفجير ..... ٢٤
- تنفيذ أعمال الحفريات :
- أولاً : حفريات التسوية وتحضير المواقع ..... ٣١
- ثانياً : حفريات عميقة ..... ٣٢
- ملاحظات حول أعمال الحفريات ..... ٣٤
- أعمال الردم ..... ٣٧
- تحليل أسعار أعمال الحفريات ..... ٣٧



٣٩	.....	- البحث الثاني : أعمال المساحة والتأسيس
٣٩	.....	أولاً : أعمال المساحة
٤٢	.....	ثانياً : التأسيس
٤٢	.....	آ - التأسيس وتنزيل المحاور في منسوب التأسيس
٤٢	.....	الخطوة الأولى : تركيب الخنزيرة
٤٧	.....	الخطوة الثانية : استعمال الخنزيرة في عملية توقيع الأساسات
٥٠	.....	الخطوة الثالثة : استعمال الخنزيرة في توقيع الأعمدة
٥٤	.....	ب - التأسيس وتنزيل المحاور في منسوب الطوابق المتكررة
٥٩	.....	البحث الثالث : أعمال الكوفراجات والقوالب
٦٢	.....	النوع الأول : الكوفراجات الخشبية
٦٢	.....	- العدة والأدوات التي يستخدمها نجاري البيتون
٦٦	.....	- مفردات الأجزاء المؤلفة للكوفراج الخشبي
٦٨	.....	أولاً : كوفراج بيتون النظافة للأساسات
٧٠	.....	ثانياً : كوفراجات الأساسات
٧٢	.....	ثالثاً : كوفراجات الشيناجات
٧٨	.....	رابعاً : كوفراج الأعمدة
٨١	.....	- شقل الأعمدة
٨٣	.....	- كوفراج الأعمدة ذات المقطع الدائري
٨٤	.....	- كوفراج الأعمدة متغيرة العطالة
٨٤	.....	خامساً : تركيب كوفراج البلاطات :
٨٤	.....	آ - البلاطة الجائزية (باتجاهين أو باتجاه واحد)

- ١ - تركيب الأساور على الأعمدة ..... ٨٥
- ٢ - تركيب كوفراج الجوائز «الجسور» ..... ٨٧
- ٣ - تركيب كوفراج البلاطة ..... ٩٠
- ٤ - تدعيم كوفراج البلاطة ..... ٩٦
- ب - كوفراج بلاطات الهوردي ..... ١٠٤
- ج - كوفراج البلاطات المعصبة ..... ١٠٨
- سادساً : تركيب بعض الكوفراجات الخاصة ..... ١١٠
- آ - كوفراج الأدرج ..... ١١٠
- ب - الأقواس ..... ١١١
- ١ - الطريقة الأولى : طريقة الأقواس الجاهزة ..... ١١١
- ٢ - الطريقة الثانية : طريقة الصفيحة الحديدية ..... ١١٣
- ٣ - الطريقة الثالثة : طريقة الكوفراج الخشبي العادي ..... ١١٥
- ٤ - الطريقة الرابعة : طريقة تقسيم القوس إلى أوتار صغيرة ..... ١١٦
- ج - المنشآت الأسطوانية : «خزانات المياه الدائرية» ..... ١١٧
- طريقة ثانية لتنفيذ كوفراج المنشآت الأسطوانية ..... ١١٩
- د - كوفراج القبة الكروية ..... ١٢١
- ١ - الأسلوب الأول : تنفيذ القبة على مراحل ..... ١٢١
- ٢ - الأسلوب الثاني ..... ١٢٦
- ٣ - الأسلوب الثالث : طريقة نصف المنحني المتمفصل ..... ١٢٧
- ٤ - الأسلوب الرابع ..... ١٢٨
- النوع الثاني : الكوفراجات المعدنية ..... ١٣٠
- البحث الرابع : أعمال حديد التسليح ..... ١٣٥
- أولاً : الأدوات والعدة التي يستخدمها الحدادون ..... ١٣٥

- ثانياً : أعمال استلام وتخزين حديد التسليح في الورشة ..... ١٣٩
- ثالثاً : الربطات المستخدمة في ربط قضبان التسليح مع بعضها ..... ١٣٩
- أ - الربطة المفردة العادية ..... ١٤٠
- ب - الربطة المتقاطعة « المتصالبة » ..... ١٤٠
- ج - ربطة الجمل ..... ١٤١
- رابعاً : تنفيذ الأساور « الأتاري أو الكانات » ..... ١٤١
- خامساً : تنفيذ حديد الأساسات ..... ١٤٣
- أ - الأساسات المفردة ..... ١٤٣
- ب - الأساس المستمر ..... ١٤٧
- ج - الأساس المشترك ..... ١٤٧
- د - الحصيرة المسلحة ..... ١٤٨
- سادساً : تنفيذ حديد تسليح الأعمدة ..... ١٤٨
- سابعاً : تنفيذ حديد تسليح الشيناجات والجسور ..... ١٥١
- ثامناً : حديد تسليح البلاطات الجائزية ..... ١٥٣
- أ - الأسلوب الأول ..... ١٥٣
- ب - الأسلوب الثاني ..... ١٦٢
- تاسعاً : حديد تسليح البلاطات الهوردي ..... ١٦٣
- عاشراً : حديد التسليح للبلاطة المعصبة ..... ١٦٤
- أحد عشر : تسليح بعض المنشآت الخاصة ..... ١٦٥
- ١ - الأعمدة والجسور ذات العطالة المتغيرة ..... ١٦٥
- ٢ - أعمدة الإطارات ..... ١٦٥
- ٣ - البلاطات ذات الجسور المقلوية ..... ١٦٥
- ٤ - عند إلتقاء جسر ثانوي مع جسر رئيسي ..... ١٦٦

- ١٦٧ ..... ٥ - في الزوايا البيتونية المسلحة
- ١٦٧ ..... ٦ - في حال احتواء المقطع على أكثر من أتربة واحدة
- ١٦٨ ..... ٧ - تفاصيل تسليح إلتقاء الأساسات مع الأعمدة
- ١٦٨ ..... آ - الإلتقاء المفصلي
- ١٦٩ ..... ب - المفصل الموثوق
- ١٧٠ ..... ٨ - تنفيذ الحديد المكسح في الجسور والأعمدة
- ١٧٠ ..... ٩ - في حالة اختلاف مقطع الأعمدة بين طابق وآخر
- ١٧١ ..... ١٠ - وصل قضبان التسليح باللحام أو بالسن والعزقة
- ١٧٣ ..... إثنا عشر : تثبيت قساطل تمديد الأسلاك الكهربائية على الكوفراج
- ١٧٧ ..... البحث الخامس : أعمال خلط البتون والصب
- ١٧٨ ..... أولاً : أعمال تحضير الإحضارات في الورشة
- ١٧٨ ..... آ - البحص
- ١٧٩ ..... ب - الرمل
- ١٧٩ ..... ج - الاسمنت
- ١٨٠ ..... د - الماء
- ١٨٠ ..... و - المواد الإضافية
- ١٨٠ ..... ثانياً : تحضير الخلطات البيتونية
- ١٨٠ ..... آ - الطريقة الأولى : الطريقة اليدوية
- ١٨٤ ..... ب - الطريقة الثانية : الجبل بالجبال الميكانيكية الثابتة
- ١٨٩ ..... ج - الطريقة الثالثة : المجابل المركزية
- ١٩١ ..... ثالثاً : نقل البتون إلى مكان الصب
- ١٩٥ ..... رابعاً : صب البتون
- ١٩٦ ..... - عملية رص البتون أو ما يسمى بالتحشية

- ١٩٧ - الطرق المتبعة في صب الأعمدة ذات الإرتفاع الكبير .....
- ١٩٧ آ - الطريقة الأولى .....
- ١٩٨ ب - الطريقة الثانية .....
- ١٩٩ ج - الطريقة الثالثة .....
- ٢٠٠ - صب البلاطات .....
- ٢٠٤ - ترتيب عملية صب البلاطات .....
- ٢٠٦ - أعمال العناية بسطح البتتون في البلاطات .....
- ٢٠٩ - استعمال الرجاجات الميكانيكية في صب البتتون .....
- ٢٠٩ آ - رجاجات ذات الأبراج .....
- ٢٠٩ ب - رجاجات القوالب .....
- ٢١٠ خامساً : أعمال العناية بالبتتون بعد صبه .....
- ٢١٠ ١ - السقاية .....
- ٢١١ ٢ - أعمال حماية البتتون من الصقيع .....
- ٢١٢ ٣ - أعمال حماية العناصر المصبوبة حديثاً من الإهتزاز والأعمال المفاجئة .....
- ٢١٢ ٤ - أعمال حماية البتتون المردوم من التأثيرات الضارة .....
- ٢١٤ ٥ - أعمال فك القوالب .....
- ٢١٧ سادساً : تشققات وتشوهات البتتون .....
- ٢١٧ آ - الشقوق والتشوهات التنفيذية .....
- ٢٢٠ ب - الشقوق والتشوهات الإنشائية .....
- ٢٢١ سابعاً : اختبار المواصفات للبتتون المصبوب .....
- ٢٢٢ ثامناً : ملاحظات حول صب البتتون .....
- ٢٢٣ تاسعاً : تحليل أسعار أعمال البتتون .....

٢٢٩	البحث السادس : أعمال صناعة وبناء البلوك
٢٢٩	أولاً : أعمال صناعة البلوك
٢٣٠	أ - الأسلوب اليدوي
٢٣١	ب - الأسلوب النصف آلي «مكابس البلوك»
٢٣٤	ج - الأسلوب الآلي : مكينات صب البلوك
٢٣٥	- معالجة البلوك بعد الصب
٢٣٦	ثانياً : أعمال بناء البلوك
٢٣٦	- طريقة بناء البلوك
٢٣٩	- ملاحظات حول بناء البلوك
٢٤٤	ثالثاً : بلوك الهوردي
٢٤٥	رابعاً : تحليل أسعار أعمال البلوك
٢٤٨	الملاحق
٢٤٩	- ملحق رقم «١» : جداول خاصة بالقوالب الخشبية
٢٥٣	- ملحق رقم «٢» : جدول أوزان ومقاطع حديد التسليح الأملس والمحلزن
٢٥٤	- ملحق رقم «٣» : تعديل مقاطع حديد التسليح
٢٥٩	- ملحق رقم «٤» : جداول لنسب الخلطات البيتونية
٢٦١	- ملحق رقم «٥» : جدول خاص بإنتاجية العمال اليومية
٢٦٢	- ملحق رقم «٦» : جدول نسب الهدر والإهلاك
٢٦٤	- الفهرس

## المراجع

- ١ - دفتر الشروط الفنية الصادر عن إدارة الأشغال العسكرية في وزارة الدفاع .
- ٢ - الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة
- ٣ - مجلة MIDDLE EAST CONSTRUCTION «أعداد مختلفة» .
- ٤ - مجلة الهندسة - العدد رقم ١٢٠ تاريخ شباط/١٩٨٨ .
- ٥ - كتالوجات صادرة عن الشركات المصنعة للقوالب المعدنية .
- ٦ - الدراسة رقم /١٧٧٥٦/ والدراسة رقم /١٨٣٩٤/ والصادرتين عن مؤسسة تنفيذ الإنشاءات العسكرية .
- ٧ - كتاب تصميم المنشآت البيتونية المسلحة الصادر عن نقابة المهندسين .

# ARRANGEMENTS OF THE EXECUTION

ENGINEER - EMAD BITAR



THE FIRST PART : DIGGING AND CONSTRUCTION