تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : الأولى **عدد الصفحات : 10**

تاريخ المحاضرة : 13/2/2012

الدكتور : شكري البابا

الفصل الأول :أسس تكنولوجيا إنشاء البناء

أولاً مقدمة :

- يعتبر قطاع البناء من أهم القطاعات التي تساهم في رفع سوية الاقتصاد الوطني من جهة و في تحسين ظروف الحياة من جهة أخرى لذلك نلاحظ أن صناعة البناء تأتي في طليعة اهتمامات الدول المتقدمة.
- إن البناء يؤمن النمو المستمر و التجديد لقواعد الإنتاج الرئيسية (الأبنية و المنشآت الصناعية و الموانئ .... الخ) و كذلك يؤمن إنشاء القواعد الرئيسية الضرورية للحياة المدنية (أبنية سكنية و مدارس و مشافي و مطاعم ... الخ).
- إلا أنَّ الانفجار السكاني الحاصل في نهاية القرن العشرين جعل تسريع التطوير العلمي و التقني مطلباً ضرورياً لرفع وتيرة البناء ، هذا التطوير قائم على أساس التنمية المستمرة لوسائل الإنتاج (آليات ، تجهيزات ، تقنيات) ، و لمواد العمل (مواد البناء ، منتوجات خاصة بالبناء و عناصر إنشائية) ، و لطرق تأثير أدوات العمل على مواد العمل (تكنولوجيا ، تنظيم ، تخطيط و توجيه) على أساس منجزات العلم و التكنولوجيا .
- إن رفع وتيرة و فعالية النمو الاقتصادي يتعلق إلى حد كبير بجملة عمليات يجب تنفيذها في الوقت المناسب مثل:

Eng.Dana Akil

❶ إعادة تجهيز المنشآت القديمة :

- عبارة عن جملة الإجراءات المتخذة من أجل رفع المستوى التقني للورشات الإنتاجية و للمصانع على أساس التطبيق العملي للتكنولوجيا المتقدمة و على أساس مكننة و أتمتة عمليات الإنتاج و تحديث أو استبدال التجهيزات القديمة بتجهيزات جديدة .

❷ توسيع الأبنية و المنشآت القديمة :

- هو عبارة عن إنشاء أقسام إضافية جديدة أو تكبير مساحة الأقسام القديمة المخصصة للعمليات الإنتاجية أو الخدمية و ذلك بهدف توفير إمكانية إدخال طاقات إنتاجية جديدة .

❸ تشييد الأبنية و المنشآت الجديدة :

- يتضمن إنشاء أبنية و منشآت جديدة على مساحات جديدة طبقاً لمخططات درست مسبقاً . هذا الموضوع يعتبر الأكثر انتشاراً في أعمال الإنشاءات .

ثانياً مفهوم تكنولوجيا البناء :

❖ إن البناء هو عبارة عن مجموعة عمليات إنتاجية معقدة تنفذ مباشرة في موقع العمل على مراحل مختلفة . و من أجل السيطرة على هذه العمليات الإنتاجية بشكل جيد كان لا بد من إيجاد ما يسمى بتكنولوجيا الإنشاء و تنظيم المشروعات.

← تكنولوجيا الإنشاء : هو فرع من فروع التكنولوجيا بشكل عام و هو علم متخصص بطرق تنفيذ عمليات البناء التي تقوم بمعالجة مواد البناء مع التغيير النوعي في خواصها الكيميائية و الفيزيائية و في أبعادها الهندسية و ذلك بهدف الحصول على العنصر الإنشائي المطلوب.

❖ إن مفهوم (طريقة تنفيذ) يحتوي ضمنياً مبادئ تنفيذ أعمال البناء التي تعتمد على طرق تأثير مختلفة (فيزيائية ، كيميائية ، ميكانيكية .. الخ) على مادة العمل بوساطة أدوات العمل (آليات ، تجهيزات .. إلخ) ؛ أي: من أجل قيام أي عملية إنتاجية يجب أن تتوفر العناصر التالية :

- اليد العاملة .
- مواد العمل .
- أدوات العمل .

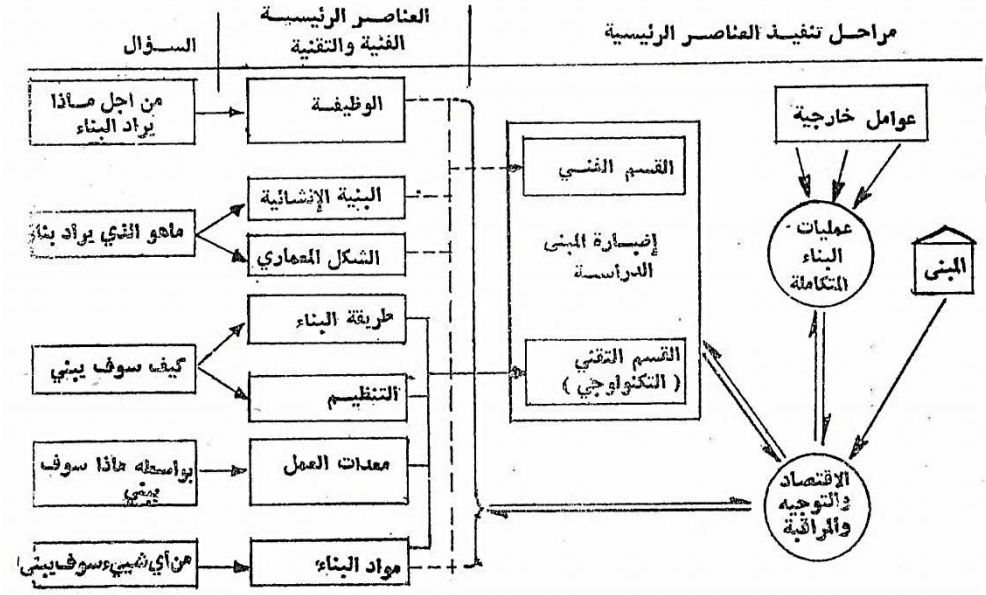
Eng.Dana Akil

ثالثاً مكانة علم تكنولوجيا البناء بين علوم هندسة البناء :

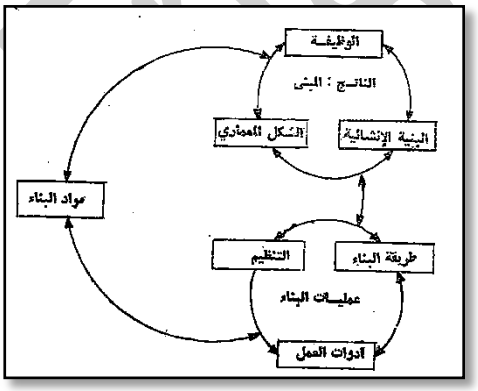
❖ من أجل إيضاح مكانة تكنولوجيا البناء بين علوم هندسة البناء سوف نستعين بالمثال التالي :

لنفترض أنه يتوجب بناء مستودع ذي طابق واحد فنجد أمامنا مجموعة من الأسئلة التي تطرح نفسها و التي يجب ربطها مع جميع العناصر الفنية و التكنولوجية المتعلقة بهذا البناء ، تترجم هذه العناصر الرئيسية بعد دراستها إلى مخططات و وثائق و تشكل ما نسميه باضبارة المشروع التي تحدد مضمون المشروع بكل تفاصيله .

و الشكل التالي يوضح الفكرة :



إن العناصر الرئيسية الفنية و التقنية الواردة في الشكل السابق ليست مستقلة عن بعضها البعض نظراً للتأثير المتبادل بين هذه العناصر .



بالنظر إلى الشكل المبين جانباً يتوضح لنا أنه من أجل دراسة أي منشأ فإنه لابد من العمل المشترك و التعاون الوثيق بين جميع المختصين العاملين خلال جميع مراحل تحقيق هذا المنشأ من مصممين و منفذين و كذلك العاملين في مجال مواد و آلات البناء و إن الدراسة الصحيحة هي التي لا يكون فيها أية تناقضات إذا ما قورنت بهذا الشكل .

إنَّ لمقرر تكنولوجيا التشييد علاقة وثيقة بمقرر تنظيم و إدارة المشروعات الذي ستتم دراستها لاحقاً و هو مقرر يتضمن دراسة جميع الخطوات التي تحدد الروابط المتبادلة اللازمة لتنفيذ عمليات البناء زمنياً و في الفراغ بشكل اقتصادي و بالتحديد فإن تنظيم البناء يدرس كيفية توحيد عناصر الإنتاج و التنسيق بينها (مواد و أدوات العمل و اليد العاملة) في عملية البناء .

رابعاً تصنيف عمليات البناء :

❖ يشترك في تنفيذ عمليات البناء عمال ذوو مهن مختلفة مع استخدام معدات تقنية تساعدهم في تحويل عناصر المبنى إلى سلع جاهزة .

❖ عمليات البناء من حيث المضمون و العلاقات التكنولوجية المتبادلة فيما بينها هي عبارة عن اجتماع ظاهرتين :

1) الظاهرة الأولى تحدد الخواص التي تطرأ على عناصر البناء في الفراغ و الزمان دون تغيير في خواصها الفيزيا - ميكانيكية ، نقل ، صب ، تكثيف ، تركيب و ما شابه .
2) الظاهرة الثانية هي عبارة عن التحولات الفيزيا-كيميائية التي تساعد في إعطاء الخواص النهائية لعناصر البناء : متانة ، كثافة ، إجهاد و ما شابه .

❖ جميع عمليات البناء يمكن تقسيمها إلى مجموعتين خارج موقع العمل و عمليات داخل موقع العمل كل مجموعة من المجموعتين السابقتين تقوم بحل مسائل معينة و هي كذلك تملك تصنيف داخلي خاص بها .

❖ التصنيف الأساسي لعمليات إنتاج البناء :
- هو عبارة عن تقسيم هذه العمليات حسب مؤشرات تكنولوجية إلى :

❶ عمليات التصنيع :
➢ هي العمليات المسؤولة عن تقديم القطع النصف مصنعة و المصنعة و كافة التجهيزات و المعدات الضرورية في عملية الإنتاج و قطع التبديل اللازمة من أجل الصيانة و التخزين . هذه العمليات تنفذ عادة في ورشات متخصصة (معامل بيتون مسلح مسبق الصنع ، مجابل مركزية ، ورشات حدادة ... الخ).

Eng.Dana Akil

❷ عمليات النقل :

- هي العمليات المسؤولة عن نقل جميع مواد العمل و نقل التجهيزات التقنية إلى أمكنة الإنتاج . عمليات النقل خارج موقع العمل تتم من ورشات التصنيع حتى مستودعات موقع البناء أو حتى مكان التنفيذ مباشرة ، ترافق عمليات النقل عادة عمليات تحميل و تفريغ و تخزين .

❸ عمليات تجهيزية (تحضيرية) :

- هي العمليات التي تسبق العمليات التنفيذية و التي يؤمن تنفيذها الفعّال ، مثال : تجميع بعض العناصر المراد تركيبها قبل وضعها في مكانها .

❹ عمليات تنفيذية :

- هي العمليات التي تفيد في الحصول على الناتج النهائي المطلوب و ذلك عن طريق تحويل مواد البناء بحيث تأخذ الشكل و الخواص المحددة لها و هي تقسم إلى عمليات تقنية (فعلية) تتم تحت تأثير اليد العاملة و أدوات العمل على مواد العمل أو عمليات طبيعية (ذاتية) و هي تتم تحت تأثر الظروف الطبيعية مثل تصلب البيتون و جفاف الدهان و غيرها ...

❖ تُصنف العمليات التنفيذية حسب دورها في الإنتاج إلى :

❶ عمليات رئيسة (قائدة) :

- تدخل العمليات القائدة ضمن سلسلة تكنولوجية مستمرة و هي تحدد عمليات البناء بالكامل و تحدد فترة إنجاز المشروع أيضاً .

❷ عمليات مرافقة (مشاركة) :

- لا يمكن أن تتوسط (من الناحية التنفيذية) عمليتين رئيسيتين ، إنما يمكن أن تنفذ بشكل موازٍ تساعد الأعمال المرافقة بشرط التشديد على قواعد أمن العمل بشكل كبير في اختصار فترة إنجاز المشروع.

❖ تصنف العمليات التنفيذية حسب درجة المَكْنَنِة (أي درجة مشاركة الآليات في العملية الإنتاجية) إلى :

❶ عمليات مُمَكْنَنِة يكون دور العمال في العملية المُمَكْنَنِة هو قيادة و إدارة و صيانة الآليات .
❷ عمليات نصف مُمَكْنَنِة تتميز عن سابقتها بأنها بالإضافة للآليات تستخدم العمل اليدوي أيضاً.
❸ عمليات يدوية تتم يدوياً بمساعدة مكنات خفيفة .

Eng.Dana Akil

❖ تصنف العمليات التنفيذية حسب درجة الأتمتة إلى :

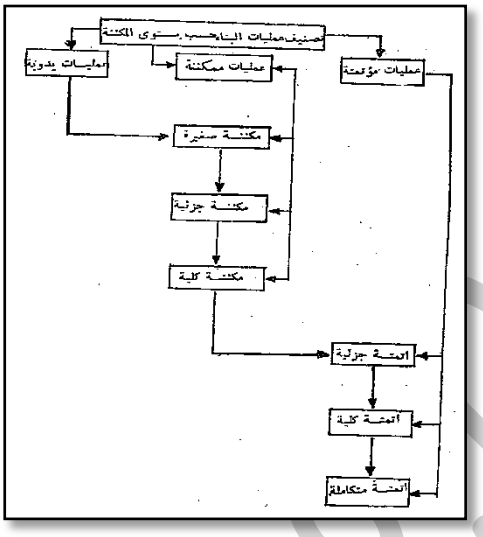
❶ أتمتة متكاملة.

❷ أتمتة كلية.

❸ أتمتة جزئية .

❖ لقد تحقق في الفترة الأخيرة نجاحات كبيرة في أتمتة المؤسسات المصنعة لمواد البناء مثل المجابل المركزية و معامل البيتون المسبق الصنع إلا أنه من الصعب أتمتة العمليات التنفيذية الجارية مباشرة في موقع البناء فيما عدا برمجة عمل الروافع أو مضخات البيتون و ما شابهها من الآليات .

❖ إن جميع عمليات البناء يمكن تقسيمها حسب درجة التعقيد إلى :

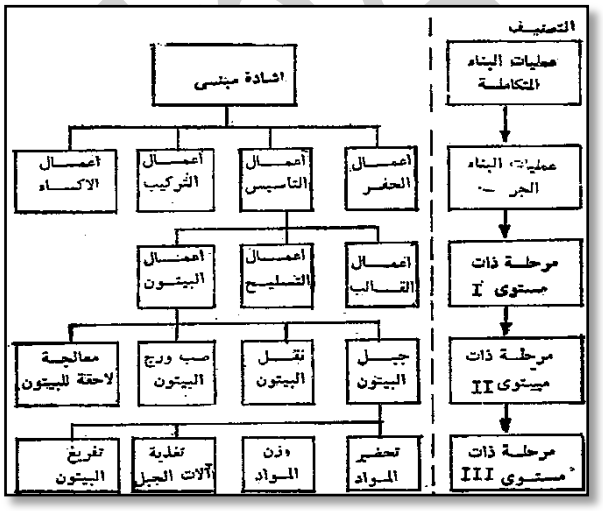


❶ العمليات البسيطة : هي عبارة عن مجموعة العمليات المرتبطة مع بعضها تكنولوجيا و التي يمكن تنفيذها بوساطة عامل واحد أو مجموعة عمال .

❷ العمليات المركبة : هي عبارة عن مجموعة عمليات بسيطة تجري في وقت واحد و لها علاقة تبادلية فيما بينها و مرتبطة مع الناتج النهائي .

❖ هناك تصنيف آخر لعمليات إنتاج البناء و هو التصنيف الهرمي :

➢ يعتمد هذا التصنيف على تجزئة أعمال التنفيذ حسب نوع العمل و حجمه و ذلك من خلال تحليل كل عملية إلى العمليات الجزئية التي تتألف منها و ذلك ضمن مستويات متعددة و يعطينا الشكل الموضح مثالاً لهذا التصنيف :



❖ إن تنفيذ أي عملية إنتاجية يتطلب تنظيم مكان العمل بشكل جيد إذ أن مكان العمل هو جزء من الفراغ يتحرك ضمنه العمال المشاركون في العملية الإنتاجية و الذي يحتوي ايضاً على تجهيزات مختلفة و على مواد و أدوات العمل .

❖ مساحة العمل التي تخصص لعامل واحد أو لزمرة عمال تسمى قطاعاً ؛ أما المساحة التي تخصص لفريق عمل كامل تسمى قسماً تكنولوجياً.

❖ أبعاد القطاع الواحد أو القسم التكنولوجي الواحد يجب أن تؤمن جبهة عمل كافية تؤمن للزمرة العاملة أو لفريق العمل مساحة كافي تضمن استمرارية العمل لمدة نصف وردية على الأقل دون الانتقال إلى مكان عمل جديد.

❖ ظروف جبهة العمل يجب أن تساعد في رفع الإنتاجية وأن تحقق الشروط اللازمة لأمن العمل

❖ إن عمليات البناء يتم تنفيذها على ثلاثة أطوار :

❶ <u>الأعمال الأرضية</u> :
- أعمال ترابية [تنفيذ حفر الأقبية و الأساسات و الردم العكسي مع الرص].
- أعمال بيتونية و بيتونية مسلحة [إنشاء الأساسات و بيتون النظافة].
- أعمال عزل مائي [عزل أرضية و جدران القبو] .

❷ <u>أعمال الهيكل</u> :
- صب أو تركيب العناصر الإنشائية (بيتونية مسلحة ، بيتونية).
- بناء الجدران الخارجية و الداخلية.
- تنفيذ المداخن.
- تنفيذ أعمال الصحية المشتركة للبناء بأكمله.
- تنفيذ أعمال العزل للجدران الخارجية إذا كان ذلك ضرورياً .

❸ <u>أعمال الإكساء</u> :
- تنفيذ أعمال الكهرباء و الصحية الخاصة بالمبنى.
- تنفيذ أعمال الطينة و علب النوافذ و بلاط الأرضيات.
- إكساء الحمامات بالسيراميك.
- دهان الجدران و الأسقف و المنجور الخشبي .

Eng.Dana Akil

خامساً تصنيف عمليات البناء :

❖ أشكال تنظيم العمل :

- المهنة عبارة عن نشاط متواصل يحتاج إلى إعداد خاص في المعاهد المهنية و في ورشات العمل أيضاً ، نوع وصفة الأعمال المطلوب تنفيذها يحددان المهنة اللازمة ، عمال البيتون ينفذون أعمال البيتون ، عمال الصحيّة ينفذون شبكة التمديدات الصحيّة ... الخ .
- يمكن التمييز بين عمال البناء بحسب المهن التي يتقنونها و الكفاءات التي يتمتعون بها إلا أنه يمكن أن يكون لكل عامل ذي مهنة معينة اختصاص ضيق ضمن المهنة نفسها فمثلاً أعمال البيتون المسلّح تتضمن عمّال متخصصين بأعمال الكوفراج و آخرين بأعمال التسليح و آخرين بالصّب ، و يجري تصنيف العمال حسب درجة كفاءاتهم إلى 3 مستويات :

❶ معلم حرفة : العامل الذي يتمتع بمهارات عالية في ممارسة إحدى المهن .

❷ مساعد معلم : العالم الذي يتمتع بمهارات متوسطة في ممارسة إحدى المهن .

❸ عامل عادي .

❖ أمن العمل و سلامته (الأمن و السلامة المهنية) :

- إن أمن العمل في مجال البناء هو عبارة عن مجموعة إجراءات ضرورية (تقنيّة و تنظيمية) هدفها حماية العمّال من إصابات العمل و من الحوادث المؤلمة و تأمين الظروف المريحة القادرة على رفع إنتاجية العمل و نوعية العمل .

- أمن العمل يتضمن أيضاً الإجراءات القانونية التي تحدد طبيعة العلاقات بين العمّال و الإدارة مثل :
  - وقت العمل .
  - ظروف نقل و تسريح العمّال .
  - الإجازات السنوية اللازمة لراحة العمّال .

- لذلك نجد أن ضابط السلامة في موقع العمل و مساعدوه من اكثر العاملين المهتمين و المتابعين و طوال ساعات العمل العادية منها و الورديات المسائية و هم قد جعلوا من مبدأ العمل الآمن شعاراً في جميع مواقع العمل . و لا يقتصر عمل ضابط السلامة و مساعديه على التأكد من ارتداء العاملين لملابس الحماية بل لابد من تنمية الحس بالمسؤولية لدى العامل لينفذ عمله وفق مبدأين أساسيين هما الكفاءة العالية و السلامة و يتم ذلك بعقد الندوات في الموقع و شرح الجديد في ميدان السلامة و أصول تنفيذ تعليمات السلامة .

Eng.Dana Akil

➢ أمثلة على ملابس الحماية :

- القفازات و الأحذية الواقية و القبعات الصلبة و النظارات الماصة عند اللحام و كمامات الغبار و واقيات الضجيج على الأذنين و حزام الأمان ...

➢ إن الهدف من أمن العمل هو درء الخطر الذي يؤدي إلى الضرر بالإنسان بالدرجة الأولى (سواء العاملين بالمشروع أو غيرهم) و المواد و الآليات بالدرجة الثانية ؛ فسقوط العمال في حفر أو من الشرفات أو عن السقائل و المراجيح و سقوط المطارق و الأخشاب على رؤوس الناس و إعطاب أقدام العمال بالمسامير في موقع العمل و انهيار السقائل و المراجيح و السلالم أقل هذه الحوادث .

➢ لابد أن لكل حادث سبب مباشر قد يكون ناتجاً عن خطأ أو إهمال في أعمال تحضيرية سابقة للحادث أو في أعمال متزامنة مع الحادث أو سبب غير مباشر مثل سقوط العامل في حفرة أو من علو نتيجة لعدم وضع حاجز ملائم أو عدم وجود لوحة تحذيرية حول المكان الخطر.

Eng.Dana AKIL

- من الأسباب المساعدة على وقوع الحوادث سوء الأحوال الجوية مثل هطول الأمطار و سقوط الثلوج أو هبوب الرياح و الأعاصير و لذا يكون من الضروري اخذ مزيد من الاحتياطات في الظروف الجوية السيئة.

- نظراً للأضرار الكبيرة التي تنتج عن الحوادث المباغتة في موقع العمل و التي تؤدي إلى إصابات متفاوتة الخطورة في صفوف العمال و الآليات فإن الدراسات تجري في الوقت الحاضر بشكل نشيط من أجل وضع طرق علمية لمكافحة الحوادث في مواقع العمل بالإضافة إلى ذلك تسعى المؤسسات المتطورة على وضع تقنيات سهلة و آمنة تقوم على استخدام تجهيزات الوقاية اللازمة للعمال و الآليات و على تنظيم العمل مما يؤدي إلى تفادي الحوادث أو جعلها أقل ما يمكن .

انتهت المحاضرة الأولى

ملاحظة :

يُرفق بالمحاضرة الأولى ملحق يحوي الفصل الثاني من كتاب المقرر (تكنولوجيا الإنشاء 1) ، حيث طلب الدكتور شكري البابا دراسته من الكتاب ولم يتطرق له خلال المحاضرة "عادةً يأتي منه أسئلة مهمة في الامتحان النظري ☺".

Eng.Dana Akil

تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : الأولى (ملحق) **عدد الصفحات : 30**

تاريخ المحاضرة : –

الدكتور : شكري البابا

الفصل الثاني :أسس مكننة عمليات البناء

أولاً العوامل المؤثرة في اختيار آليات البناء :

1) الآليات القياسية و غير القياسية :

- الآليات القياسية : تلك التي تصنع وفق مواصفات معينة و بأعداد كبيرة ، و هي معروفة عالمياً لدى شركات الإنشاءات.
- الآليات غير القياسية : فهي التي يتم تطويرها و تصنيعها لإنجاز عمل ذي طبيعة خاصة، و هي لا تصلح في كثير من الأحيان لاستخدامها في مشروع آخر.

❖ من الطبيعي أن المقاول أو الشركة الإنشائية تحاول تنفيذ المشروع بوساطة الآليات القياسية لمرونة استخدامها في أكثر من مشروع، أو إمكان بيعها بعد إنجازها العمل المطلوب إلا إذا ثبت بالتحليل الاقتصادي أن استخدام الآليات غير القياسية هو الأجدى.

Eng.Dana Akil

2) قطع الغيار :

- ❖ إن السرعة في الحصول على قطع الغيار تعني تشغيل الآلية لفترة أطول (عامل الاستغلال الزمني أكبر)، و لا تسبب توقف أعمال المشروع.و ذلك يعد من العوامل الهامة في اختيار آليات البناء.

3) كلف الامتلاك :

- ❖ إن امتلاك أي آلية يكلف مصاريف معينة بغض النظر عن الاستعمال.
- ❖ تتمثل هذه المصاريف في التأمين و الضرائب و الرسوم و التخزين و الاهتلاك ، إضافةً إلى الخسائر الناجمة عن تجميد رؤوس الأموال.
- ❖ لذلك يجب تحليل ذلك بدقة و أخذ هذه الأمور بعين الاعتبار، إذ أنه في كثير من الحالات قد يكون استئجار الآلية ذا جدوى أكبر من امتلاكها.

4) كلفة التشغيل :

- ❖ هي عبارة عن كلفتي (وقود الاشتعال + كلفة زيت التزليق).
- ❖ إن مقدار ما تصرفه الآلية الواحدة و قيمة الوحدة من الوقود و الزيت تختلف من آلية إلى أخرى و من مشروع لآخر و حسب طبيعة العمل و ظروفه.
- ❖ من العوامل الهامة التي تؤثر في كلفة التشغيل هي المدة التي تستعمل بها الآلة بأعلى قدرة خلال الساعة و المدة الحقيقة التي تشتغل بها الآلة خلال الساعة أو اليوم.
- ❖ عادة لا تستعمل أعلى قدرة للآلية طوال فترة التشغيل بل لفترات محددة حسب طبيعة الآلية و على سبيل المثال فإن المجرفة الميكانيكية تستعمل أعلى قدرة لها في تحميل المغرفة و لكن بعد تفريغ المغرفة و العودة و قبل البدء بالتحميل فالقدرة تتناقص باضطراد.
- ❖ بما أن القدرة الحصانية لأي آلية و التي يثبتها المعمل لتلك الآلية لم تحسب بالظروف نفسها التي ستعمل بها بهذه الآلة في حقل العمل لذلك من الصعوبة مقارنة إنتاجية بقدرتها الحصانية المثبتة و بشكل دقيق ، و تثبت عادةً هذه القدرة إما تحت الظروف (درجة الحرارة 15°C و الضغط يعادل $76\ cmHg$) أو تحت ظروف اعتيادية للتشغيل (الارتفاع عن مستوى سطح البحر لا يزيد على $610\ m$ ، و درجة الحرارة لا تزيد على 30 °C).

❖ لأجل حساب ما تستهلكه الآلية من الوقود إذا شغلت تحت الظروف القياسية يتبع ما يلي :

a) تحتاج الآليات التي تشتغل بالبنزين إلى $0.23\ litre$ لكل وحدة حصانية في الساعة.

b) تحتاج الآليات التي تشتغل بالديزل إلى $0.15\ litre$ لكل وحدة حصانية في الساعة.

❖ لأجل إيجاد إنتاجية الآلية فمن الضروري إيجاد معدل القوة التي تولدها تلك الآلية و مدتها، فمن النادر في حقل المشاريع الإنشائية أن تشتغل بشكل يعطي إنتاجية ثابتة إلا لمدد قصيرة أحياناً.

❖ معظم الآليات لا تشتغل بمعدل 60 دقيقة في الساعة.

◘ مثال :

مجرفة ميكانيكية (Power shovel) ذات قدرة حصانية قدرها 160 حصاناً و محركها يشتغل بالديزل تستعمل لتحميل الشاحنات.تستعمل هذه المجرفة بأعلى قدرتها الحصانية عند تحميل الشاحنة فقط و بمعدل 5 ثوان للدورة الواحدة و التي مقدارها 20 ثانية و خلال الـ 15 ثانية المتبقية فإن المحرك يحتاج إلى نصف القدرة الحصانية للآلية فقط بالإضافة إلى ذلك فإن المجرفة تتوقف عن العمل بمعدل من 10 إلى 15 دقيقة في الساعة (أي : العمل الفعلي يدوم مدة 50 دقيقة فقط) .

المطلوب حساب الوقود المستهلك في الساعة.

الحل :

يُحسب مقدار الوقود المستهلك كما يلي :

مقدار الوقود المستهلك $= 0.15 *$ القدرة الحصانية $*$ معامل التشغيل

⬇

"لأن الوقود هو الديزل"

▪ معامل تشغيل الآلية (f) :

$$f = \text{معامل المحرك} * \text{معامل الوقت}$$

العمل الفعلي يدوم مدة 50 دقيقة فقط ⬅ $\text{معامل الوقت} = \frac{50_{\text{فعلي}}}{60_{\text{كلي}}} = 0.833$

Eng.Dana Akil

- دورة العمل تتضمن ← إملاء الترس ← المعامل $= \frac{5}{20} * 100\% = 0.25$
  - ذهاب
  - تفريغ ← المعامل $= \frac{15}{20} * 50\% = 0.375$
  - دوران وعودة

$$\Longrightarrow \text{معامل المحرك} = 0.25 + 0.375 = 0.625$$

$$\Longrightarrow f = 0.625 * 0.833$$

$$\Longrightarrow \text{مقدار الوقود المستهلك في الساعة} = 0.15 * 160 * 0.625 * 0.833$$

$$\Longrightarrow \boxed{\text{مقدار الوقود المستهلك في الساعة} = 12.48\ lit}$$

❖ تعتمد كمية زيت التزليق لأي آلية على :

- حجم المحرك
- سعة حوض المحرك
- حالة المكابسة في المحرك
- عدد الساعات بين تغيرات الزيت.

❖ إن مقدار الزيت الذي يستهلكه المحرك بين تبديل زيت و آخر يشمل أي إضافة للزيت خلال تلك الفترة و يستعمل القانون التالي لتخمين كمية الزيت التي يستهلكها أي محرك في الساعة:

$$\boxed{g = \frac{C}{t} + \frac{0.0027 * f * h_p}{0.89}}$$

حيث :

g : مقدار الزيت المستهلك (lit/h)

h_p : القوة الحصانية المقدرة للمحرك

f : معامل تشغيل الآلية

Eng.Dana Akil

C : سعة حوض المحرك (lit)

t : عدد الساعات بين تبديل زيت و آخر (h)

مثال :

ما مقدار الزيت المستهلك في الساعة لآلة ذات 100 حصان و سعة حوض الزيت تساوي $15\ lit$ و الوقت لتبديل الزيت و آخر هو 100 ساعة و معامل التشغيل يساوي 60%.

الحل :

$$g = \frac{C}{t} + \frac{0.0027 * f * h_p}{0.89}$$

$$g = \frac{15}{100} + \frac{0.0027 * 0.6 * 100}{0.89} \quad \Rightarrow \quad \boxed{g = 0.332\ lit/h}$$

5) وزن الآلية :

- في معظم آليات البناء يعد وزن الآلية مؤشراً هاماً و خاصة في آليات رص التربة حيث يلعب دوراً إيجابياً ، و في الآليات العاملة على مبدأ قوى الجر و الدفع حيث يؤثر الوزن القائم على العجلات القائدة أو الجنزير في زيادة قوى تماسك الآلية مع التربة لتحقيق قوى دفع أو جر كبيرة.

- كما يلعب دوراً إيجابياً في استقرار عمل بعض أنواع الآليات مثل الروافع أو الحفارات وحيدة السطل، إلا أنه يأخذ أيضاً دوراً سلبياً في بعض الآليات عندما يزداد الوزن على الحد المطلوب.

- لذلك يؤخذ عادة عند المقارنة بين الآليات مؤشر الوزن النوعي المنسوب إلى إنتاجية الآلية أو استطاعتها أو المنسوب إلى حجم العنصر العامل أو أبعاده مثل سعة سطل الحفر أو القشط أو أبعاد شفرة الجرف أو حمولة الرافعة.

Eng.Dana Akil

❖ الآليات ذات الوزن النوعي المنخفض سريعة المناورة و سهلة الحركة و النقل من مكان عمل إلى آخر.

❖ نميز للآليات عموماً الأوزان التالية :

1. وزن الآلية التصميمي الصافي.
2. وزن الآلية الاستثماري الكامل : (وزن المواد الاستثمارية المحمولة + وزن الأثقال الإضافية + وزن الآلية الأساسي مع الحمولة أو دون الحمولة).
3. الوزن القائم على العجلات أو المحاور.
4. وزن الآلية في حالة تنقلها من مكان عمل إلى آخر أو شحنها.
5. الضغط النوعي للآلية على سطح مكان العمل.

6) أبعاد الآلية :

❖ تتصف الآلية بأبعاد عامة و بأبعاد عملية خاصة بالعمل.

❖ تكون الأبعاد الأساسية للآلية ثابتة و يفضل دائماً أن تكون في حدها الأدنى نظراً لأنها تُعيِّن حجم الآلية و وزنها و تسهل نقلها و مناورتها.

❖ تكون للآليات العاملة على جمل نقل الحركة الهيدروليكية أبعاد أقل من الآليات العاملة على جملة نقل الحركة الميكانيكية، كما يجب أن تكون أبعاد الآلية الأساسية في حدود الأبعاد القياسية التي تسمح بنقلها عبر سكك الحديد أو الطرق العامة.

❖ أما الأبعاد العملية للآلية الخاصة بالعمل فتحدد لكي تكون في المجال الأدنى الكافي و المناسب لاستطاعة الآلية و إنتاجيتها، لأن أية زيادة في الأبعاد العملية للآلية تؤدي إلى زيادة في تحميلها مما يتطلب زيادة في استطاعتها و وزنها و هذا يؤدي إلى انخفاض إنتاجها و فعالية عملها.

❖ الأبعاد العملية مثل سعة سطل الحفر أو أبعاد شفرة الجرف أو حمولة الرافعة هي التي تحدد استطاعة الآلية.

7) إنتاجية الآلية :

❖ تُعبِّر عن كمية إنتاج الآلية خلال واحدة الزمن ، مثلاً تقدر الإنتاجية لآليات جرف التربة و حفرها بـ $m^3/hour$ ، و إنتاجية آليات التسوية أو رص التربة بـ $m^2/hour$ ، و آليات الرفع بـ $ton/hour$.

Eng. Dana Akil

❖ في حساب الإنتاجية نميز :

نوع الإنتاجية	التعريف
الإنتاجية التصميمية	◆ الإنتاجية عند العمل على السرعات الحسابية التصميمية للآلية. ◆ تعبر عن قياس قدرة الآلية لمقارنتها مع آليات أخرى.
الإنتاجية الفنية	◆ الإنتاجية العملية عند العمل المستمر للآلية في ظروف معينة. ◆ تكشف عن إمكانات الآلية و جودة تصميمها و ملاءمتها للعمل المطلوب
الإنتاجية الاستثمارية	◆ الإنتاجية الفعلية للآلية في ظروف استثمار معينة. ◆ تتعلق بدرجة الاستفادة من زمن العمل و تنظيمه و مهارة السائق و ظروف قيادة الآلية و ظروف العمل بشكل عام.

8) درجة تعقيد الآلية :

❖ تتحدَّد عادة بكمية القطع و العقد الأساسية و بوزن الآلية أيضاً .

❖ في مجال آليات الطرق يُمكن تصنيف الآليات حسب عدد قطعها إلى :

نوع الآلية	عدد القطع
بسيطة التصميم	عدد القطع لا يزيد على 1500
متوسطة التصميم	عدد القطع ما بين (1500 – 3000)
معقدة التصميم	عدد القطع أكثر من 3000

9) قابلية إصلاح الآلية :

❖ تتحدد بسهولة فك المجموعات و الأجزاء و العقد و القطع في الآلية و بسهولة و دقة و وثوقية تركيبها.

❖ إن سهولة أعمال الفك و التركيب تتعلق بـ :

- إمكان الوصول بسهولة إلى المجموعات و الأجزاء كافة
- عدم تعقيد أعمال الفك و التركيب و مجهود العمل المنخفض

❖ يمكن التعبير عن قابلية إصلاح الآلية بمعامل حسابي يحدد من إحصائيات معينة بالاعتماد على نظرية الاحتمالات.

Eng.Dana Akil

10) خدمة الآلية:

- ❖ هي خاصة الآلية في الحفاظ طويلاً على قدرة العمل مع فترات خدمة متقطعة بهدف صيانة قدرتها على العمل و تحديدها (و ذلك وفقاً لأنظمة معينة في صيانتها و إصلاحها و استخدامها في ظروف معينة) حتى الحالة النهائية عند تنسيقها من العمل.
- ❖ تكون الحالة النهائية لعمل الآلية مختلفة تبعاً لظروف الاستثمار، مثلاً في ظروف الاستثمار الطويل تفقد الآلية مقدرتها على العمل نهائياً (اهتلاك الآلية فيزيائياً) ، و في ظروف أخرى تتطلب أعمال الإصلاح و التجديد لإعادة قدرتها على العمل ، و لكن من المستحسن تنسيقها بسبب عدم فعالية الإصلاح اقتصادياً (اهتلاك الآلية اقتصادياً) ، أو بسبب ظهور نموذج جديد مماثل للآلية في مهمة العمل و أكثر إنتاجية منها (اهتلاك الآلية فنياً أو معنوياً).
- ❖ يعبر عن خدمة الآلية بعمر الآلية و يقدر بالسنوات عادة أو بعدد ساعات العمل الفعلية.
- ❖ يجري على الآلية خلال استثمارها عدد من الإصلاحات الرئيسة (العامة) و يكون طول فترة الخدمة بين الإصلاحات الرئيسية عادة أقل بـ 20 % من طول فترة خدمة الآلية من بدء استثمارها حتى الإصلاح الرئيسي الأول.
- ❖ يجري عادة لآليات بناء الطرق إصلاحين رئيسيين على الأقل خلال فترة استثمارها الكاملة حتى تنسيقها من العمل ، و مع زيادة عدد الإصلاحات الرئيسة للآلية تزداد تكاليف استثمارها و تصبح غير فعالة اقتصادياً ، لذلك فإن العمر الاقتصادي للآلية عادة أقل من العمر الفيزيائي لها ، و يكون العمر المعنوي أقل من العمر الاقتصادي للآلية عند ظهور نماذج ذات تكنولوجية متقدمة و ذات ثمن غير مرتفع نسبياً.

- ❖ إن طول خدمة القطع و العقد في الآلية يجب أن يكون :

10 % من طول خدمة الآلية حتى الإصلاح الرئيسي للقطع و العقد البسيطة.

100 % من طول خدمة الآلية حتى الإصلاح الرئيسي للقطع و العقد الأساسية و المعقدة.

11) موثوقية الآلية :

- ❖ صفة تُعبِّر عن قدرة الآلية أو مجموعاتها أو أجزائها على العمل المستمر دون أعطال مع الحفاظ على المؤشرات الاستثمارية للآلية خلال فترة معينة كافية تتناسب مع نظام استثمار الآلية ؛ أي خلال الفترات الدورية بين صيانات الآلية ، و يجب أن لا تزيد نسبة زمن إزالة العطل إلى زمن عمل الآلية المستمر دون أعطال على ⟨1/250⟩ وسطياً لكي تكون الآلية ذات درجة وثوقية عالية في العمل.

Eng. Dana Akil

❖ إن المؤشرات الاستثمارية التي يجب أن تحافظ عليها الآلية ضمن معدلها الطبيعي خلال العمل هي
- الإنتاجية.
- الاستطاعة.
- سرعات الحركة العاملة.
- استهلاك الوقود و الزيوت و الطاقة الكهربائية (إن وجدت).

❖ تتضمن صفة الوثوقية :
- فترة خدمتها الكاملة.
- قابليتها للإصلاح.
- نسبة الاحتمال في عملها المستمر دون أعطال خلال الفترات الدورية للصيانة.

12) قوة الجر و سرعة الحركة :
❖ يُعبِّران عن إمكانية الآلية في التغلب على مقاومة الحركة عند العمل و عند صعود الميل و كذلك إمكان المناورة ، و تتعلق بها إنتاجية آليات شق الطرق العاملة على قوى الدفع أو الجر.
❖ بالإضافة إلى ذلك فإن الضغط النوعي للآلية على سطح مكان العمل و التماسك يحددان أيضاً إمكان عمل الآية في ظروف التربة المختلفة.
❖ إن قوة الدفع و سرعة الحركة المطلوبتين للعمل تعبران عن استطاعة الآلية اللازمة.

13) درجة تقنية (تكنولوجية) التصميم :
❖ تعني تناسب تصميم الآلية و مجموعاتها للشروط الفنية من حيث الحد الأدنى لكتلة المعادن المستخدمة و مجهود التصنيع و تكلفته مع الحفاظ على المواصفات الاستثمارية المطلوبة و الموثوقية و الخدمة الطويلة للآلية و مجموعاتها.
❖ تؤثر بشكل كبير في جودة الآلية و ثمنها و مجموعاتها و أجزائها.
❖ يلعب دوراً كبيراً في تقنية التصميم
- حجم الإنتاج.
- الطرق التقنية في التصنيع و مستوى المكننة فيه.
- استخدام المعادن ذات الجودة و المتانة العالية.

Eng.Dana Akil

14) درجة تقييس التصميم و توحيده :

- ❖ يؤثران في جودة الآلية و ثمنها و مجموعاتها و أجزائها.
- ❖ إن الهدف الأساسي للتقييس هو في تحديد المعايير و الشروط الفنية لتصنيع القطع و المجموعات و الآلية بشكل كامل على نطاق الشركة الصانعة أو الدولة ، و تشمل عادة القطع كافة ذات الاستخدام العام مثل الألماني أو الفرنسي أو السوفييتي أو الأمريكي.
- ❖ إن التوحيد في تصميم القطع و العقد و المجموعات ضروري من أجل تخفيض الأشكال التصميمية المختلفة التي يمكن أن تخدم الهدف نفسه و تقوم بالمهمة ذاتها.و يشمل التوحيد أيضاً المواد المستخدمة في التصنيع و العمليات التقنية و الأبعاد و المؤشرات المختلفة .
- ❖ إن التوحيد في تصميم القطع و العقد و المجموعات يكون على مستوى الشركة الصانعة غالباً ، و يمكن أن يكون على نطاق الدولة أو على نطاق مجموعة من الدول.
- ❖ إن أغلب الشركات الصانعة أو أكثر من آليات الطرق تلجأ في الإنتاج إلى أسس التقييس و التوحيد لتصمم القطع و المجموعات ، و تلجأ أيضاً إلى اعتماد آلية أساسية معينة يمكنها أن تجهز بأجزاء عمل متعددة الأغراض مما يعطي للآلية استخداماً أوسع في تنفيذ الأعمال.

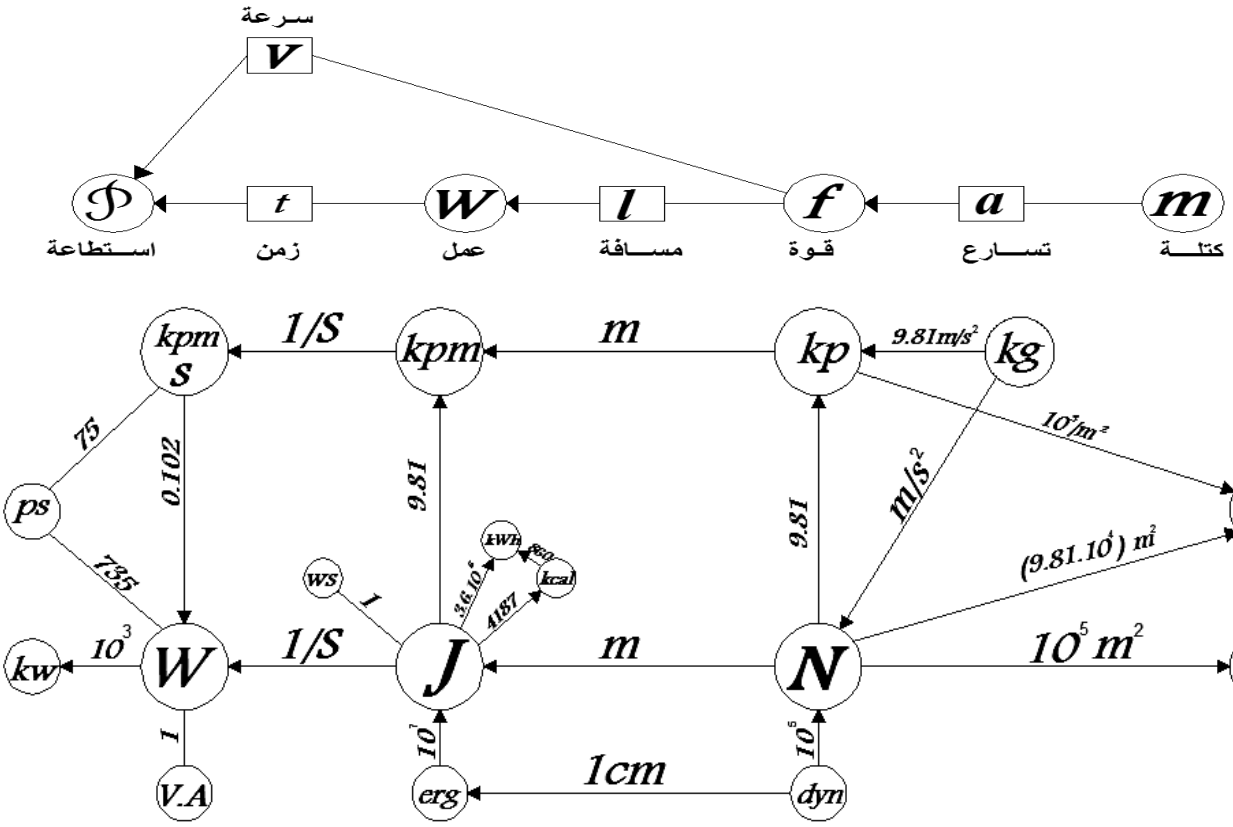
ثانياً الأسس الهندسية للآليات :

❶ أسس حساب الاستطاعة الميكانيكية :

❖ المسائل التي تصادف المهندس خلال ممارسته العملية :

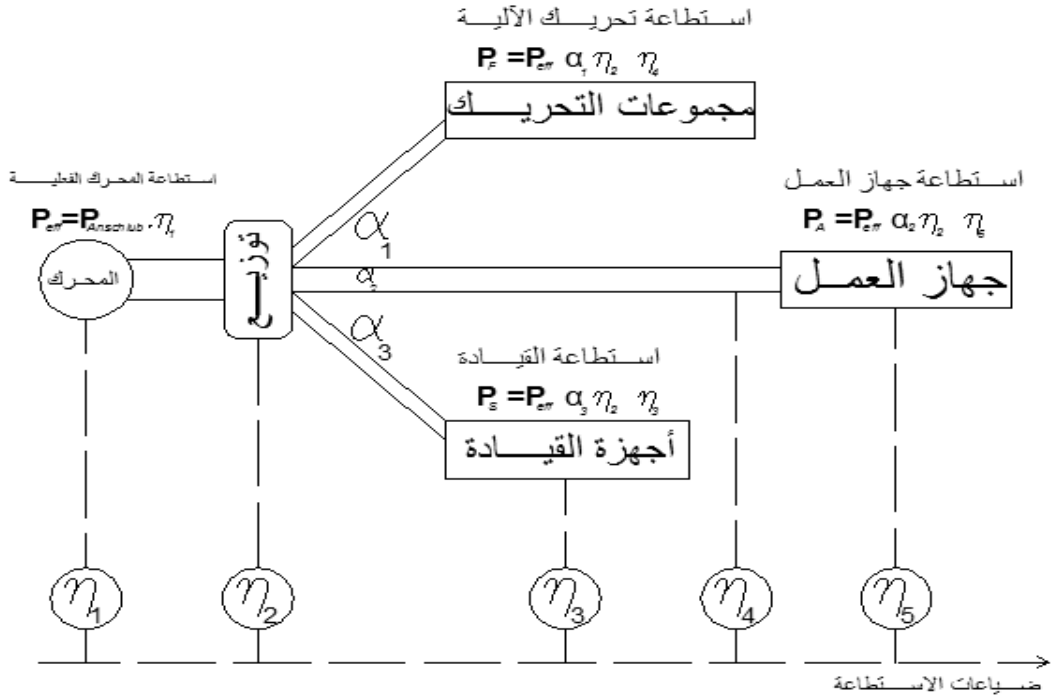
- ➢ حساب القوة الواجب توفرها في الآلية و حساب السرعات.
- ➢ اختيار المحركات و عناصر نقل الحركة.
- ➢ حساب الاحتياجات للقدرة و كلفتها نتيجة تشغيل الآليات.

Eng.Dana Akil



العلاقات الرئيسية بين وحدات القياس

توزع الاستطاعة في أجزاء الآلية



- ❖ يوضح المخطط بأن قسماً من الاستطاعة المنقولة من الآلية إلى أجزائها المختلفة يضيع خلال انتقالها بأجزاء الآلية.
- ❖ يدعى العامل الذي يأخذ بعين الاعتبار هذه الضياعات η بالمردود، و هو يساوي النسبة بين القدرة الداخلة و الخارجة.
- ❖ فالعامل (η_1) يأخذ بعين الاعتبار الضياعات في أجزاء الآلية التي توزع القدرة إلى مجموعات تشغيل الآلية – مثل مجموعة تحريك الآلية و مجموعة التوجيه و العمل
- ❖ يُلاحَظ بأنَّ الاستطاعة المنقولة من المحرك تنتقل إلى مجموعات الآلية بنسب مختلفة $(\alpha_3, \alpha_2, \alpha_1)$، هذا يعني أنه من أجل حساب كلف القدرة يجب الأخذ بعين الاعتبار كامل القدرة المطلوبة لتشغيل الآلية و المحرك و ليس فقط القدرة المطلوبة لتشغيل مجموعة أو وعاء العمل.

❷ مقاومة الدحرجة :

- ❖ إن المقاومة التي تجابهها أي مركبة تتحرك على طريق أو سطح ما تسمى مقاومة الدحرجة و تتغير هذه المقاومة بتغير نوعية السطح الذي تتحرك فوقه المركبة و طبيعته.
- ❖ بالنسبة للمركبات ذات الإطارات المطاطية فإن مقاومة الدحرجة تتأثر بحجم الإطار و مقدار ضغط الهواء فيه و كذلك بشكل سطح الإطار و تصميمه من الخارج أي الملامس للتربة.
- ❖ أما بالنسبة للمركبات المجنزرة كالجرارات مثلاً فإن مقاومة الدحرجة تتأثر بشكل رئيسي بنوعية سطح الطريق و طبيعته.
- ❖ من الملاحظ بأن دفع عربة يدوية محملة ذات دواليب مطاطية و بضغط مناسب داخل الدواليب على سطح خرساني صلب هو أسهل من دفعها بعد تخفيض الضغط ، هذا الاختلاف يعود إلى الاختلاف في مقاومة الدحرجة و السبب في ذلك أن مساحة التلامس بين الدواليب و سطح الطريق هي أقل في الحالة الأولى مما هي في الحالة الثانية.
- ❖ من جهة ثانية إذا كان سطح الطريق رخواً فإن الدواليب ذات الضغط العالي ستغوص نسبياً في السطح أكثر من ذات الضغط المنخفض و بذلك تزداد مقاومة الدحرجة بدلاً من أن تنخفض.
- ❖ في الطرق الترابية لا تبقى مقاومة الدحرجة ثابتة لأي طريق تحت ظروف جوية مختلفة و اختلاف نوعية التربة على طول الطريق.

Eng.Dana Akil

❖ إذا كانت التربة جيدة و مرصوصة بشكل مناسب و الطريق معامل بشكل جيد بإحدى آليات التسوية و إذا احتفظ بالرطوبة داخل التربة في الحدود المثالية فإن مقاومة الدحرجة لهذا السطح الترابي تكون تقريباً مساوية طريقاً خرسانياً أو مبلطاً اسفلتياً و لكن أحياناً و بعد فترة من المطر الشديد فإن الطريق الترابي يصبح طينياً و تزداد بذلك مقاومته للدحرجة.

❖ تقاس مقاومة الدحرجة عادة بمقدار القوة اللازمة kg لكل طن واحد على طريق أفقي ذي مواصفات معينة.

❖ لإيجاد مقاومة الدحرجة لطريق معين تُربط حافلة ذات وزن معلوم بماكنة سحب على الطريق الأفقي المعين و بقياس قوة الشد في السلك الرابط ما بين الآلية و الحافلة بوساطة جهاز قياس خاص يمكن تحديد مقاومة الدحرجة لذلك الطريق باستعمال المعادلة التالية :

$$R = \frac{P}{W} \quad (kg/ton)$$

حيث :

R : مقاومة الدحرجة (kg/ton)

P : قوة شد في السلك (kg)

W : الوزن الكلي للحافلة (ton)

❸ تأثير درجة ميل الطريق في جهد الجر المطلوب :

❖ عندما تتسلق مركبة سطحاً مائلاً فإن جهد الجر الكلي المطلوب لإبقاء المركبة تسير بسرعة منتظمة يزداد بازدياد درجة ميل السطح

❖ أما إذا كانت المركبة تنحدر على الطريق فإن جهد الجر يقل بازدياد درجة الميل.

❖ يُخمَّن ميل الطريق عادة على شكل نسبة مئوية و تكون هذه النسبة :

- موجبة إذا كان اتجاه سير المركبة صعوداً.
- سالبة إذا كان اتجاه سيرالمركبة نزولاً.

Eng.Dana Akil

❖ وُجِدَ بأن جهد الجر المطلوب لتحريك مركبة على سطح منحدر يزداد أو يقل حسب اتجاه الحركة بمقدار $10\ kg$ لكل طن من وزن المركبة و لكل $1\ \%$ من انحدار السطح.

❖ إنَّ القيمة التقريبية لـ P مقدرة بال kg للطن الواحد لمختلف الانحدارات يمكن حسابها بالمعادلة التالية :

$$P = 1000\ (kg) * \frac{\text{النسبة المئوية للانحدار}}{100} = 10(kg/t) * \text{الانحدار } \%$$

❐ مثال :

أوجد تأثير انحدار طريق ما في جهد الجر المطلوب لحركة شاحنة ذات وزن كلي مقداره $20\ \text{ton}$ صعوداً على سطح ذي ميل مقداره $5\ \%$

الحل :

$$P = 10(kg/t) * \text{الانحدار } \% = 10(kg/t) * 5 * 20 \quad \Longrightarrow \quad \boxed{P = 1000kg}$$

لذلك فإن محرك الشاحنة يحتاج إلى $1000\ kg$ إضافية للتغلب على تأثير الانحدار ، أما إذا كانت الشاحنة تتحرك نزولاً على السطح فإن الجهد البالغ $1000\ kg$ يصبح قوة مساعدة لحركة الشاحنة.

❹ تأثير انحدار السطح في تعيين موقع حفرة الإمداد :

❖ إن بعض المهندسين و المقاولين لا يعطون احياناً الاهتمام اللازم لموقع جلب التربة بالنسبة لموقع الردميات الترابية من ناحية انحدار الطريق.

❖ و لكن من المفضل إذا سمحت الظروف أن يختار موقع جلب التربة من محل أعلى من محل الردميات الترابية لكي يساعد انحدار الطريق نزول الشاحنات المحملة من موقع جلب التربة إلى موقع الردميات الترابية مما يساعد على زيادة حمولة الشاحنات من ناحية و زيادة سرعتها من ناحية أخرى.

Eng.Dana Akil

❺ معامل الجر :

- ❖ هو المعامل الذي إذا ضرب بالوزن الكلي المسلط على الدواليب القائدة لنتج من ذلك أعلى جهد للجر بين الدواليب و السطح الملامس لها قبل انزلاق تلك الدواليب.
- ❖ من الممكن تحويل الطاقة المتولدة في أي محرك إلى جهد الجر في تلك الآلية إذا توفرت قوة جر مناسبة بين الدواليب القائدة للآلية و سطح الطريق فإذا لم يتوفر هذا المقدار من الجر فلا يمكن الاستفادة من الطاقة المولدة في المحرك.

❐ مثال :

إذا احتاجت مركبة إلى $4800\ kg$ قوة قبل أن يحدث الانزلاق في الدواليب و كان الوزن المسلط على الدواليب القائدة هو $8000\ kg$ فإن معامل الجر في هذه الحالة بين الدواليب و سطح الطريق هو $\frac{8000}{4800} = 0.6$

- ❖ إن معامل الجر يعتمد على نوعية الطريق من ناحية و نوعية الأخاديد على سطح الإطارات المطاطية أو شكل التصاميم في الإطارات المجنزرة و لذلك فمن الصعوبة بمكان تحديد و بشكل دقيق مقدار معامل الجر لمختلف أنواع الآلات و الطرق.

❐ مثال :

إذا كان الوزن الكلي على الدواليب القائدة لمركبة هو $18000\ kg$ و إن أعلى قوة سحب للمركبة هي $9000\ kg$ و إذا كانت المركبة تشتغل على سطح رملي رطب ذي معامل للجر قدره 0.3 فإن أعلى قوة للسحب قبل أن تنزلق الدواليب تساوي $18000 * 0.3 = 5400\ kg$ و نلاحظ هنا بغض النظر عن أعلى قوة سحب لمحرك المركبة فإن أعلى قوة سحب يمكن أن تعطيها هذه المركبة هي $5400\ kg$ قبل انزلاق دواليبها.

إذا استعملت هذه المركبة نفسها على طريق من التربة الجافة ذات معامل انزلاق الدواليب هي $18000 * 0.6 = 10800\ kg$ و نلاحظ أن المحرك لا يمكن أن يجعل الدواليب تنزلق على مثل هذا السطح لأن أعلى قوة للمحرك هي $9000\ kg$ و هي أقل من $10800\ kg$.

Eng.Dana Akil

❻ تأثير الارتفاع في أداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي :

- ❖ يتم تشغيل المحركات ذات الاحتراق الداخلي بوساطة خلط الأوكسجين من الهواء مع الوقود و حرقه لتحويل الطاقة الكامنة إلى طاقة ميكانيكية.
- ❖ لأجل الحصول على أعلى قدرة للمحرك يجب المحافظة على نسبة الخلط بين الأوكسجين و الوقود في أسطوانات الاحتراق.
- ❖ إذا انخفضت كثافة الهواء بسبب الارتفاع فإن كمية الأوكسجين المتواجدة في حجم الهواء ستقل أيضاً و لما كانت كل أسطوانة احتراق تسحب حجماً ثابتاً من الهواء لذلك فإن كمية الأوكسجين ستقل في هذا الحجم الثابت على ارتفاع معين من سطح الأرض ، و لما كانت نسبة الأوكسجين إلى الوقود هي نسبة ثابتة لكل محرك فعندما تقل كمية الأوكسجين بسبب الارتفاع عن سطح البحر فيجب أن تقل كمية الوقود كذلك ، و بالتالي ينعكس ذلك على قدرة المحرك.
- ❖ وُجِدَ من الناحية العملية بأن المحركات ذات الأشواط الأربعة تفقد قوتها بسبب الارتفاع عن سطح البحر بما يعادل $3\ \%$ من قوتها على سطح البحر لكل $300\ m$ بعد الـ $300\ m$ الأولى من سطح البحر.

◘ مثال :

المحرك ذو القدرة الحصانية البالغة 100 حصان على مستوى سطح البحر ستصبح قدرته على ارتفاع $3000\ m$ بالمقدار المذكور أدناه إذا كان من المحركات ذات الأشواط الأربعة :

$$\text{الفقدان بسبب الارتفاع} = \frac{(300 - 30000) * 100 * 0.03}{300} = 72 \text{ حصاناً}$$

$$\Longleftarrow \text{القدرة الحصانية الحقيقية} = 100 - 27 = 73 \text{ حصاناً}$$

- ❖ أما المحركات ذات الشوطين فإن الفقدان في قوتها يعادل $1\ \%$ من القدرة الحصانية لكل $300\ m$ بعد الـ $300\ m$ الأولى من سطح البحر.

Eng.Dana Akil

فمثلاً إذا كانت الآلية المذكورة أعلاه ذات شوطين بدلاً من أربعة عندئذ تحسب القدرة الحصانية الحقيقية كما يلي :

$$\text{الفقدان بسبب الارتفاع} = \frac{(300 - 30000) * 100 * 0.01}{300} = 9 \text{ أحصنة}$$

$$\Longleftarrow \text{القدرة الحصانية الحقيقية} = 100 - 9 = 91 \text{ حصاناً}$$

- ❖ يُمكن التغلب على الفقدان في القدرة الحصانية بسبب الارتفاع و ذلك بتزويد المحرك بجهاز صغير يضغط الهواء داخل المحرك و بذلك يعوض عن قلة نسبة الأوكسجين و على أي ارتفاع.

❼ تأثير درجة الحرارة في أداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي :

- ❖ من المعروف أن أداء الآليات ذات الاحتراق الداخلي يقل في مواسم الحر بازدياد درجة الحرارة بينما يزداد أداؤها بانخفاض درجات حرارة الجو ، و يلاحظ هذه الظاهرة كل من يسوق السيارة عبر الصحراء خلال النهار و الليل.
- ❖ إن تأثير درجة الحرارة في أداء هذه الآليات قد درس بإسهاب من خلال تجارب مخبرية مختلفة و في الفقرة التالية سيتم بحث تأثير درجة الحرارة و الضغط في أداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي.

❽ تأثير درجة الحرارة و الضغط في أداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي :

- ❖ لأجل تحديد قوة أي آلية من ذوات الاحتراق الداخلي فإن التجارب المخبرية التي تجرى عليها تكون عادة تحت الظروف القياسية (الضغط على مستوى سطح البحر $760\ mmHg$ و درجة الحرارة $15\ ^{\circ}C$) ، و في هذه الحالة فإن القدرة الحصانية التي تحدد تعرف بالقدرة الحصانية الفرملية (Brake horsepower).
- ❖ إذا أجريت التجارب تحت ظروف تختلف عن الظروف القياسية فيجب عندئذ استخدام القانون التالي لتحديد القدرة الحصانية تحت الظروف الجديدة :

Eng.Dana Akil

$$H_c = H_o * \frac{P_s}{P_o} * \sqrt{\frac{T_o}{T_s}} \qquad (*)$$

حيث :

H_c : القدرة الحصانية المعدلة أو الفرملية في الظروف القياسية.

H_o : القوة الحصانية المقاسة من التجربة.

P_s : الضغط الجوي القياسي $(760mm$ من الزئبق$)$.

P_o : الضغط الجوي الحقيقي المقاس من التجربة $(mm$ من الزئبق$)$.

T_o: درجة الحرارة المطلقة الحقيقية = درجة الحرارة المئوية وقت التجربة + 273

T_s : درجة الحرارة المطلقة للظروف القياسية = $288°$

▫ مثال :

فحص محرك آلة تحت الظروف المذكورة أدناه و المطلوب إيجاد القدرة الحصانية الفرملية لهذا المحرك تحت الظروف القياسية :

القدرة الحصانية المقاسة $= 86.43\ mmHg$

الضغط المقاس $= 750\ horses$, درجة الحرارة المقاسة $= 5.55℃$

الحل :

$$H_c = H_o * \frac{P_s}{P_o} * \sqrt{\frac{T_o}{T_s}}$$

$$H_c = 86.43 * \frac{760}{750} * \sqrt{\frac{273 + 5.55}{288}} = \quad \Longrightarrow \quad \boxed{H_c = 86.09\ horses}$$

Eng.Dana Akil

❖ يستعمل الجدول (❁) التالي في إيجاد القدرة الحصانية لأي محرك من ذوي الأشواط الأربعة تحت تأثير أي درجة حرارة و أي ارتفاع فوق سطح البحر ، فإذا قيست درجة الحرارة و استعمل الضغط المردف للارتفاع عن سطح البحر من هذا الجدول فمن الممكن إيجاد القدرة الحصانية للمحرك باستعمال القانون (✷).

الارتفاع فوق سطح البحر $\langle m \rangle$	الضغط المقاس $\langle mmHg \rangle$
0	760
300	733
600	707
900	682
1200	656
1500	632
1800	608
2100	586
2400	564
2700	543
3000	522

▫ مثال :

فُحِصَ جرار يدار بمحرك ذي أربعة أشواط تحت الظروف القياسية فوُجد أن قدرته الحصانية هي $130\ horses$ فما هي قدرته الحصانية المتوقعة على ارتفاع $1115\ m$ عن سطح البحر إذا كان معدل درجة الحرارة هو $22.2\ ℃$ ؟

الحل :

$$H_c = 130 \text{ حصاناً}$$

$$P_c = 760\ mmHg$$

$$P_o = 633\ mmHg \qquad \langle \text{من الجدول ❁} \rangle$$

$$T_s = 288℃ \qquad \Longrightarrow \qquad T_o = 273 + 22.2 = 295.2℃$$

Eng.Dana Akil

$$H_o = H_c * \frac{P_o}{P_s} * \sqrt{\frac{T_s}{T_o}}$$

$$H_o = 130 * \frac{66.3}{76} * \sqrt{\frac{288}{295.2}} \quad \Longrightarrow \quad \boxed{H_o = 112.1 \text{ horses}}$$

$\Longleftarrow$ القدرة الحصانية للجرار ستنخفض إلى 112.1 حصاناً بسبب ازدياد الارتفاع عن سطح البحر و تغير درجة الحرارة.

❾ قوة الجر:

- ❖ هي قوة الجر الكلية التي يمكن للجرار تسليطها على أحمال مربوطة بها و تقدر عادة بال kg و تعادل هذه القوة الفرق بين قوة محرك الآلية و القوة الواجب صرفها لتحريك الآلية وحدها مضافاً إليها القوة اللازمة للتغلب على تأثير انحدار الطريق إن وجد.
- ❖ إن أداء الجرارات المجنزرة المصنعة في أمريكا المثبت من قبل المصانع يكون عادةً قد حسب اعتماداً على فحص مقاطعة نبراسكا (إحدى المقاطعات الأمريكية).
- ❖ لتحديد قوة جر الجرارات المجنزرة لسرع مختلفة نفترض بأن الطريق الذي أجرى الفحص عليه ذو مقاومة للدحرجة تعادل $50\ kg$ للطن الواحد. فإذا استعمل جرار على طريق ذي مقاومة للدحرجة تختلف عن $50\ kg/$للطن فيجب عندئذ إجراء تعديل على قوة جره و ذلك بضرب وزن الجرار (بالأطنان) في الفرق بين معامل دحرجة الطريق و $50\ kg/ton$.

▫ مثال :

يزن جرار مجنزر $15\ ton$ و إن قوة جره $2600\ kg$ على طريق مستوٍ ذي مقاومة للدحرجة تعادل $50\ kg/ton$. احسب قوة جره الحقيقية على طريق مستوٍ ذي مقاومة للدحرجة تعادل $80\ kg/ton$ ؟

Eng.Dana Akil

الحل :

$$\text{النقصان في قوة الجر} = 15 * (80 - 50) = 450\ kg$$

$$\text{قوة الجر الحقيقية} = 2600 - 450 = 2150\ kg$$

❖ إن قوة جر أي جرار تتناسب عكسياً مع سرعته لذلك فإنها تكون في أعلى مستوى عندما يشغل الجرار في الترس الأول و تكون أقل ما يمكن في الترس الأعلى.

⑩ جر الإطار :

❖ هو قوة الجر بين دواليب القيادة المطاطية للجرار المدولب و سطح الطريق الذي يسير عليه.

❖ إذا كان معامل الجر بين الدواليب و سطح الطريق كبيراً بحيث يلغي احتمال انزلاق الدواليب على الطريق عندئذ فإن أعلى جر للإطار يعتمد على المحرك و نسبة الترس بين المحرك و الدواليب القائدة.

❖ أما إذا انزلقت الدواليب على الطريق فإن أعلى جر للإطار يعادل حاصل ضرب الضغط الكلي بين الدواليب و سطح الطريق في معامل الجر.

❖ يقاس جر الإطار عادة بال kg. و يمكن إيجاد جر الإطار باستعمال القانون التالي :

$$\text{جر الإطار} = \frac{272 * \text{القدرة الحصانية} * \text{الكفاءة}}{\text{السرعة}\ (km/hour)}$$

❖ إن قدرة معظم الجرارات و الشاحنات تتراوح ما بين $(0.8 \leftarrow 0.85)$.

▫ مثال :

ما هو مقدار جر الإطار لجرار مدولب ذي قدرة حصانية قدرها 140 حصاناً و يسير على الترس الأول بسرعة مقدارها $5.2\ km/hour$.

Eng. Dana Akil

الحل :

$$\text{جر الإطار} = \frac{272.2*140*0.85}{5.2} = 6229\ kg$$

❖ لأجل إيجاد مقدار قوة الجر التي يمكن للجرار استعمالها يجب أن يطرح من جر الإطار الخاص به مجموع القوى اللازمة للتغلب على مقاومة الدحرجة و تأثير أي انحدار في الطريق.

▫ مثال :

جر الإطار لجرار في الترس الاول يعادل $6000\ kg$ و يزن الجرار $12.4\ ton$. شغل الجرار صعوداً على طريق ذي ميل قدره $2\ \%$ و مقاومة للدحرجة مقدارها $50\ kg/ton$.

أوجد مقدار القوة الصافية التي يمكن للجرار استعمالها في جر أحمال أخرى.

الحل :

$$\text{جر الإطار} = 6000\ kg$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على تأثير الانحدار} = 12.4 * 10 * 2 = 248\ kg$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على مقاومة الدحرجة} = 12.4 * 50 = 620\ kg$$

$$\text{مجموع القوى الواجب طرحها} = 248 + 620 = 868\ kg$$

$$\text{القوة الصافية للجرار} = 6000 - 868$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{القوة الصافية للجرار} = 5132\ kg}$$

Eng.Dana Akil

ثالثاً أسس حساب إنتاجيات الآليات :

❶ مفهوم الإنتاجية :

❖ تعد إنتاجية العمل من أهم مؤشرات تقويم فعالية آليات البناء و استخدامها ، و يفهم من الإنتاجية الكمية المنتجة خلال واحدة الزمن (في الساعة أو في الوردية أو في السنة) ، و تقدر الكمية بالحجم المشغول (بالأمتار المكعبة) أو بالمساحة المشغولة (بالأمتار المربعة) أو بالوزن المشغول (بالطن).

❖ إن الإنتاجية مؤشر عام لآليات البناء تتعلق بعدد من الخصائص التصميمية و الاستثمارية للآلية في آن واحد ، مثل : معطيات الشكل الهندسي لجهاز العمل ، و خصائص الشد و السرعة للآلية ، و ميزات استخدام جهاز العمل ، و قيادة الآلية و سلامة العمل و سهولته عليها.

❷ دورة عمل آليات البناء :

❖ إن أشكال آليات البناء كثيرة جداً ، و تقسم كما ذكرنا سابقاً من ناحية طبيعة عملها إلى :
- آليات ذات عمل دوري متقطع.
- آليات ذات عمل مستمر.

❖ في الآليات ذات العمل الدوري مثل البلدوزرات ، السكريبرات ، الحفارات وحيدة السطل ، التركسات ، يعمل الجهاز العامل لفترة جزئية من دورة العمل (كالحفر أو القشط أو الغرف مثلاً)، ثم تقوم الآلية خلال الفترة المتبقية بالنقل أو بالتفريغ و بعمل فارغ ، لكنه ضروري لاستكمال دورة العمل (كالدوران أو المناورة أو الحركة الخلفية للرجوع إلى جبهة العمل) ، أي أن كافة العمليات الضرورية لتنفيذ العمل تجري بشكل متسلسل ، و تسمى الفترة الزمنية لمجموع العمليات بدورة العمل $(\sum t_c)$.

❖ في الآليات ذات العمل المستمر التي تعد آليات عالية الإنتاج (مثل الحفارات متعددة السطول و حفارات الخنادق أو آليات التسوية و آليات الحرث) و التي تقوم بعمل مستمر لفترة طويلة نسبياً ، فإن كافة العمليات الضرورية لتنفيذ العمل الأساسي تجري في آن واحد دون تقطع ، عدا عمليات الدوران و المناورة التي لا تشكل فترة زمنية طويلة بالمقارنة مع فترة العمل الأساسي المستمرة للآلية خلال دورة العمل.

Eng. Dana Akil

- ❖ تحدد الإنتاجية لكل نوع من هذه الآليات بشكل مختلف نظراً لاختلاف دورة العمل ، إلا أن الإنتاجية في كلتا الحالتين تتعلق بأبعاد جهاز العمل و سرعة الحركة، كما تؤثر في الإنتاجية قوى الدفع المبذولة على الحفر أو العمل المنتج، لأنه مع زيادتها يمكن مثلاً زيادة عمق الحفر، لكن ربما يؤدي ذلك إلى انخفاض في سرعة الحركة.

- ❖ لذلك فإن المؤشر الهام لتحديد إنتاجية مختلف الآليات ذات العمل الدوري أو المستمر هو استطاعة الآلية العظمى و قدرتها على العمل المطلوب.

- ❖ عند تعبئة سطل السكريبر تزداد قوة الشد على العجلات بـ (3 – 2) مرات مع بلوغ الانزلاق على العجلات عدة مرات نسبة 100% ، مما يؤدي إلى انخفاض بشكل حاد و يتطلب دفعاً إضافياً من جرار لآخر ، أما خلال نقل التربة المقشوطة فتنخفض قوة الشد و تزداد سرعة الحركة.

- ❖ عند التفريغ تكون قوى الشد في البداية عالية نظراً للمقاومات الكبيرة، ثم تنخفض فيما بعد.

- ❖ عند حركة الآلية الفارغة تنخفض قوى الشد إلى أدنى قيمة لها، و تكون سرعة الحركة عظمى.

- ❖ يُبيِّن مخطط دورة عمل السكريبر اختلاف قوى الشد و سرعات الحركة خلال مراحل العمل ، و يتميز هذا المخطط أيضاً بعدم انتظام قوى الشد و سرعات الحركة خلال مراحل العمل.

- ❖ إنَّ مرحلة الحفر التي تتطلب قوى شد كبيرة تشكل نسبة غير كبيرة تقدر بـ (15 – 30)% من زمن دورة العمل، و مرحلة النقل و التفريغ للسكريبر أو الإزاحة للبلدوزر نسبة (40 – 50)% ، و زمن العمل الفارغ نسبة (20 – 25)% ، و زمن المناورة (5 – 10)% .

❸ أشكال إنتاجية آليات البناء :

❖ نميز ثلاثة أشكال للإنتاجية : 1) **الإنتاجية التصميمية** (Q_o)

2) **الإنتاجية الفنية** (Q_t)

3) **الإنتاجية الاستثمارية** (Q_e)

1) الإنتاجية التصميمية (Q_o) :

- الإنتاجية النظرية القصوى التي تحققها الآلية مع افتراض ثبات العملية الإنتاجية و استمرارها و وجود معطيات و ظروف مثالية للآلية و لجهازها العامل .
- تقدر بكمية التربة الموجودة في الأساس (بحالتها الطبيعية في الأرض) أو المساحة المشغولة خلال ساعة عمل واحدة.

- تحدد الإنتاجية التصميمية للآليات ذات العمل الدوري كما يلي :

لآليات الأعمال الترابية ➔ $Q_0 = V * n \quad \langle m^3/h \rangle$

لآليات الرفع و النقل ➔ $Q_0 = q * n \quad \langle t/h \rangle$

حيث :

V : الحجم النظري للسطل المنتج خلال دورة عمل واحدة $\langle m^3/$دورة$\rangle$

q : وزن الحمل المرفوع أو المنقول خلال دورة عمل واحدة $\langle t/$دورة$\rangle$

n : عدد دورات العمل خلال الساعة $\langle$دورة/ساعة$\rangle$

$$n = \frac{3600}{\sum t_i}$$

$\sum t$: زمن دورة العمل الواحدة و تساوي مجموع الفترات الزمنية للعمليات خلال مراحل العمل للدورة الواحدة.

$$\sum t = t_1 + t_2 + t_3 + \cdots \qquad (sec/syc)$$

Eng. Dana Akil

تحدد الفترات الزمنية (t_i) حسب نوع العملية المنفذة و ذلك انطلاقاً من المسافة الواجب قطعها (l_i) و سرعة الحركة (v_i) لهذه العملية أي : $\boxed{t = \frac{l_i}{v_i}}$

أو تفرض مباشرة لبعض العمليات الثانوية.

❖ تحدد الإنتاجية التصميمية للآليات ذات العمل المستمر كما يلي :

لآليات الأعمال الترابية	➔	$Q_0 = 3600 * A * V \quad \langle m^3/h \rangle$
لآليات الحفر متعددة السطول	➔	$Q_0 = 3600 * \frac{V_i}{a} * V \quad \langle m^3/h \rangle$
لآليات تسوية التربة أو رصها	➔	$Q_0 = 3600 * \frac{V_i}{a} * V \quad \langle m^3/h \rangle$

حيث :

V : سرعة الحركة للجهاز العامل $\langle m/sec \rangle$

A : سطح مقطع الحفر لعنصر العمل، أو سطح المقطع للمواد المنقولة $\langle m^2 \rangle$

n : عدد دورات العمل خلال الساعة ⟨دورة/ساعة⟩

a : الخطوة بين السطول في جهاز الحفر متعدد السطول $\langle m \rangle$.

l : عرض جهاز العمل للمحراث أو للمدحلة $\langle m \rangle$.

- يمكن تحديد سرعة الحركة بشكل وسطي خاصة لآليات التسوية أو الرص من العلاقة التالية :

$$\boxed{V = \frac{L}{\sum t}}$$

حيث L : طول المسافة المشغولة خلال دورة عمل واحدة ⟨م/دورة⟩.

Eng. Dana Akil

2) الإنتاجية الفنية (Q_t) :

- هي الإنتاجية القصوى الممكنة و الفعلية التي تحققها الآلية خلال العمل المتواصل في ظروف محددة و تأخذ بالاعتبار :
  - امتلاء جهاز أو تعبئته (لسطول الحفر أو الغرف أو القشط)
  - الضياعات في كمية التربة أو المواد عند إزاحتها أو نقلها و تفريغها (للشفرة و السطول)
  - انخفاض سرعة الحركة النظرية خلال العمل.
- أي تأخذ بالاعتبار السرعات الفعلية للعمل و العوامل الفنية الأخرى المؤدية إلى زيادة الفترة الزمنية لدورة العمل مثل الظروف الصعبة لعمل الآلية و قيادتها.
- تقدر الإنتاجية الفنية بالكمية المنتجة خلال ساعة واحدة و تحدد من العلاقة :

$$Q_t = Q_o * \frac{k_v}{k_r} * k_t$$

حيث :

k_v : معامل ملء السطل أو تعبئته و يحدد حسب نوع التربة و المواد المنقولة و شكل السطل الهندسي و يؤخذ عادة : $(0.8 - 1.3)$ للسطول ، $(0.75 - 1)$ للشفرات.

k_r : معامل خلخلة التربة و يؤخذ حسب نوع التربة $(1.08 - 1.8)$.

k_t : معامل يأخذ بعين الاعتبار ازدياد الفترة الزمنية لدورة العمل بالمقارنة مع الدورة النظرية نظراً لانخفاض سرعات العمل الفعلية عن النظرية و يحدد بالحساب و تتراوح قيمته حسب ظروف الفعل في المجال $(0.7 - 0.9)$.

- يهدف حساب الإنتاجية الفنية للآليات إلى تحديد القدرة الإنتاجية القصوى و الممكنة للآلية في ظروف عمل محددة كمؤشر أعلى ، و يستخدم هذا المؤشر لمقارنة آليات متعددة من ذات الصنف و النوع أو لمقارنة أجهزتها العاملة ذات الأشكال المختلفة.
- كما يؤخذ كمؤشر لمقارنة الإنتاجية النوعية المنسوبة لوزن الآلية ، أو لاستطاعتها ، أو لمعدل استهلاكها من الوقود ، أو لقوى الشد على العجلات أو السلاسل.

Eng.Dana Akil

3) الإنتاجية الاستثمارية (Q_e):

- هي الإنتاجية الفعلية التي تحققها الآلية على أن يؤخذ بالاعتبار:

أولاً : التوقفات الطويلة خلال العمل لأسباب تنظيمية و فنية منسوبة لوردية العمل الواحدة (و هي التوقفات لضرورات العمل، و من أجل التزود بالوقود و تنفيذ الصيانات الدورية).

ثانياً : نوع التربة و ظروف مكان العمل من ناحية سهولة أو صعوبة معاملة التربة و وجود الميول و ظروف قيادة الآلية من ناحية الرؤيا أو العوامل الجوية.

ثالثاً : مهارة السائق في استخدام الآلية الواحدة أو بالاشتراك مع آليات أخرى.

- تعبر الإنتاجية الاستثمارية عن مدى الاستخدام الفعلي للآلية في واحدة الزمن بمقارنتها مع الإنتاجية الفنية ، و تقدر بالكمية المنتجة خلال ساعة عمل واحدة ، و تحدد من العلاقة :

$$Q_e = Q_t * k_1 * k_2 * k_3$$

حيث :

k_1 : معامل يعبر عن مدى الاستفادة من الآلية خلال زمن الوردية الواحدة ، و يؤخذ في المجال $(0.85 - 0.65)$.

k_2 : معامل يأخذ بعين الاعتبار نوع التربة و صعوبة حفرها أو تشغيلها و ملاءمة شكل جهاز العمل لها ، و وجود الميول في مكان العمل ، و يكون أكبر من (1) للظروف السهلة أو المناسبة ، و أصغر من (1) للظروف الصعبة و الشاقة.

k_3 : معامل يعبر عن مهارة السائق و ظروف المناخ و الرؤيا ، و يؤخذ حسب درجة مهارة السائق و ظروف القيادة في المجال $(1 - 0.5)$.

- و يمكن أن يزداد إنتاج الآلية بنسبة $\%(25 - 10)$ عند استخدام طرق تنظيم متقدمة في العمل.
- من أهداف حساب الإنتاجية الاستثمارية تحديد قدرة إنتاج الآلية الفعلي في الظروف الاستثمارية المعينة و تحديد حالة الآلية الفعلي في الظروف الاستثمارية المعينة و تحديد حالة الآلية الفنية و جودة أعمال الصيانة و الإصلاح الجارية عليها بمقارنتها مع الإنتاجية الفنية أو التصميمية للآلية.

Eng.Dana Akil

❹ شروط رفع إنتاجية آليات بناء الطرق :

- إحدى المهمات الأساسية القائمة أمام الفنيين المصممين و المستثمرين لآليات بناء الطرق.
- هي رفع الإنتاجية الفعلية الاستثمارية للآلية و تخفيض الفرق بينها و بين الإنتاجية النظرية التصميمية لها.
- إن هذه المهمة يمكن تحقيقها إذا توفرت الشروط التالية :

الشرط الأول : التصميم المتقن لجملة نقل الحركة و قيادتها الذي يتيح بشكلٍ كامل الاستفادة من خصائص الشد و السرعة للآلية ، ◘ على سبيل المثال:

- تتطلب بعض الآليات خلال عملها قوى دفع و شد كبيرة لتنفيذ العمل المطلوب و بسرعات منخفضة ، في هذه الحالة نظام العمل الأمثل الذي يعطي الإنتاجية الأعلى هو العمل على قوى دفع كبيرة دون حدود التزحلق و ضياع السرعة ، أي عندما تكون استطاعة الشد المستفاد منها في حدها الأعلى و يكون مردود الشد أعظمياً.
- كما تعمل بعض الآليات في حالات أخرى على سرعات عالية نظراً لانخفاض قوى المقاومة عند تنفيذ العمل المطلوب و في هذه الحالة أيضاً يكون نظام العمل الأمثل و الذي يعطي الإنتاجية الأعلى هو العمل بسرعات عالية بحيث تكون الاستطاعة المستجرة من الآلية و المستفاد منها في حدها الأقصى.

الشرط الثاني : التصميم المتقن لأجهزة العمل و قيادتها الذي يؤمن تنفيذ العمل المطلوب بأقل مجهود و ضياع ممكن و بفترة زمنية قصيرة.

- إن أجهزة العمل المتقنة و الملائمة لظروف العمل المختلفة من شأنها أن تخفض كثيراً مقاومات العمل و زمن دورته و بالتالي تؤدي إلى زيادة إنتاج الآلية.
- في هذا المجال تنتج بعض الشركات الصانعة لآليات بناء الطرق أجهزة عمل مختلفة و متعددة لكي تركب على الآلية الواحدة تبعاً لظروف العمل الخاصة.
- كما يستخدم في بعض سطول قشط التربة كبيرة الحجم سير متحرك خاص يتوضع فوق شفرة قشط التربة للمساعدة في دفع التربة إلى داخل السطل للحصول على ملء كبير له و في تخفيض مقاومات العمل أيضاً.
- من الهام جداً عند استثمار الآليات اختيار مواصفات الآلية من حيث استطاعتها و أبعاد جهاز العمل و حجمه و نوعه بحيث تتلاءم مع ظروف العمل المطلوبة.

Eng.Dana AKIL

الشرط الثالث : الاستخدام الأمثل للآلية من ناحية اختيار طرق العمل المتقدمة و تنظيمه عند عمل الآلية بمفردها أو مع مجموعة من الآليات بشكل مشترك.

- و هذا يتطلب وضع مخطط تنفيذي للعمل يبين:
  - تسلسل العمليات الإنتاجية
  - أنواع الآليات و مواصفاتها المطلوبة لتنفيذه
  - أبعاد جبهة العمل و طول شوط عمل كل آلية.
- إن هذه الإجراءات التنظيمية في الاستخدام تخفض إلى الحد الأدنى توقفات الآلية مما يرفع من فعالية استخدامها خلال الزمن و يزيد من إنتاجها.

الشرط الرابع : تنفيذ الصيانات و الإصلاحات كافةً في الوقت الملائم و بشكل دوري و مخطط و وضع إمكانات خاصة لتنفيذ ذلك في أماكن عمل الآليات و مراكز تجمعها.

- إن هذا النظام الوقائي يحفظ الآلية في حالة فنية جيدة و يجدد قدرتها على العمل و يقلل إلى أدنى حد الأعطال الطارئة ، و هذا يعني تخفيض توقفات الآلية و التي تؤدي أحياناً إلى توقف كبير في كامل جبهة العمل لآليات أخرى تعمل سوية.
- لذلك من الضروري جداً تخطيط توقفات الآلية من أجل الصيانات و الإصلاحات الدورية و رفع جاهزيتها للعمل.

انتهى ملحق المحاضرة الأولى

Eng Dana Akil

تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : الثانية **عدد الصفحات : 9**

تاريخ المحاضرة : 20/2/2012

الدكتور : شكري البابا

الفصل الثالث : تقنية تنفيذ الأعمال التحضيرية في موقع العمل

- الأعمال التحضيرية في موقع العمل تتضمن ما يلي :

1. تركيب سور لموقع العمل.
2. إزالة الأبنية و العوائق الطبيعية.
3. تصريف المياه السطحية و إقامة المساتر و القنوات لحماية الموقع من المياه السطحية و تخفيض منسوب المياه الجوفية.
4. نقل طبقة التربة الصالحة للزراعة.
5. نقل خطوط و شبكات نقل القدرة و المياه الحلوة و المالحة.
6. مد شبكة الطرق المؤقتة أو الدائمة لتخديم الموقع.
7. توزيع شبكات التخديم و الإنتاج و مدِّها.
8. توزيع أمكنة التخديم و الإدارة.

Eng.Dana Akil

أولاً إزالة الأبنية و العوائق الطبيعية:

❖ تتضمن عملية فك الأبنية مرحلتين : مرحلة تحضيرية ، و مرحلة تنفيذية.

- في المرحلة التحضيرية تتم دراسة وضع المباني أو المنشآت الموجودة حيث نقوم بتحديد النقاط التالية :
  - حالة المبنى بشكل عام.
  - عناصره الإنشائية.
  - حجم الأعمال الواجب القيام بها.
  - تحديد طرق الفك أو الهدم.
  - تحديد إمكان الاستفادة من العناصر الإنشائية مستقبلاً.

❖ يتم بعد ذلك التأكد من قطع خطوط نقل القدرة و سد شبكات المياه و الغاز و إغلاقها إن وجدت.

❖ أعمال الفك و الهدم يمكن أن تتم بعدة أساليب ، منها :

الأسلوب	المميزات
الأسلوب اليدوي	◆ يعد من أصعب الأساليب و يتم باستخدام الوسائط اليدوية البسيطة كالعتلة و المطرقة و معدات القص بوساطة غاز البوتان. ◆ نلجأ إلى هذا الأسلوب عندما يكون حجم الأعمال قليلاً و في حال تعذر استخدام الأساليب الأخرى. ◆ يستخدم للمنازل الصغيرة.
الأسلوب نصف الآلي	◆ يتم باستخدام آليات الحفر التي تعمل على الهواء المضغوط أو التيار الكهربائي المزودة بوسائط الحفر و الطرق. ◆ يتميز بشدة الضجيج و الغبار المرافق لتنفيذ الأعمال.
الأسلوب الآلي	◆ يتم باستخدام الآليات و المعدات. ◆ أكثر أشكاله شيوعاً استخدام الكرة الحديدية المعلقة برافعة متحركة. ◆ يستخدم للخرسانة المصبوبة بالمكان ، و في الأبنية الحجرية.

Eng.Dana Akil

❖ لهدم مبنى مستقل أو أجزاء منه :

1) استخدام البلدوزر أو الجرّار :

- و ذلك بربط أجزاء من هذا المبنى بوساطة أسلاك معدنية و من ثم جر هذه الأجزاء و هدمها ، حيث نقوم بربط هذه الأجزاء من أطرافها العليا و بزاوية ميل للأسلاك المعدنية عن الأفق لا تزيد على $20°$.
- هذا الأسلوب عالي الفعالية و الإنتاجية خاصة إذا ما تم استخدام البلدوزر أيضاً لأعمال الجرف لنواتج الهدم.

2) أسلوب التفجير :

- يتم وضع العبوات الناسفة في مستوى قاعدة المبنى و ليس بأكثر من $50cm$ عن سطح الأرض.
- يتم توزيع العبوات في الثقوب و الفجوات المجهزة مسبقاً على محيط المبنى و التي تفجر كلها في آن واحد بعد أن نكون قد قمنا بتفريغ المبنى من كل مادة قابلة للاشتعال.
- يعد من أسهل الأساليب و أكثرها اقتصادية ؛ و خاصة لهدم مباني البيتون المسلح المصبوب في المكان.

❖ قلع الأشجار :

- يتم قلع الأشجار و الحجارة و تنظيف موقع العمل من النباتات في الحدود المطلوبة في مشروع تنفيذ الأعمال ؛ حيث يتم قلع الأشجار و الحجارة بوساطة البلدزورات أو الجرارات المزودة بوسائط خاصة لقلع الأشجار و الحجارة ، و يتم ذلك على مرحلتين : في المرحلة الأولى يتم دفع الأشجار أو قطعها ، و إنزالها على الارض و في المرحلة الثانية يتم قلع جذورها.
- يمكن القيام بقلع جذور الأشجار التي يزيد قطر جذعها على $30cm$ و تفتيتها بوساطة التفجير ، و ذلك بوضع عبوات ناسفة على عمق $2cm$ من قطر الجذع ، و كمية $(10-20)gr$ لكل $1cm$ من قطر الجذع.
- الأشجار التي لا يتوجب قطعها تتم المحافظة عليها و إحاطتها بحماية كافية.
- طبقة التربة الصالحة للزراعة يتم كشطها و جرفها بوساطة البلدوزر أو الكاشطات ، و تجمع أو تنقل بوسائط النقل المتوفرة لأماكن إعادة استخدامها من أجل الزراعة.

Eng.Dana Akil

ثانياً تصريف المياه السطحية و تخفيض مناسيب المياه الجوفية:

❶ تصريف المياه السطحية عن موقع العمل :

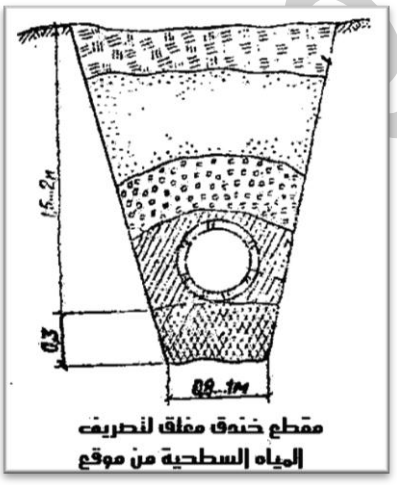
- ❖ بعد إتمام عمليات تنظيف موقع العمل و تسويته نقوم بوضع حواجز الحماية من المياه الناتجة عن الامطار و الثلوج ، و ذلك بوضع مساتر ترابية أو حفر قنوات تصريف مؤقتة أو دائمة في موقع العمل.

- ❖ تتوزع المساتر الترابية أو القنوات على الجهة المرتفعة من محيط موقع العمل .
- ❖ ميول الحواجز و المساتر تتراوح بين $(0.003 - 0.002)$.
- ❖ المسافة الفاصلة بين هذه الحواجز لا تقل عن $3m$ للحواجز المؤقتة و $5m$ للحواجز الدائمة.

- ❖ تصريف مياه الموقع بالذات يتم من خلال إعطاء ميولاً محددة أثناء القيام بأعمال التسوية أو تجهيز موقع العمل بشبكة تصريف مؤلفة من قنوات مفتوحة أو مغلقة.

- ❖ شبكة التصريف المفتوحة يتم حفرها بشكل أقنية بعمق $1.5m$ و بحواف مائلة بنسبة $1:2$ و ميول مجرى لا يقل عن 0.003.

- ❖ شبكة التصريف المغلقة (الصرف الجوفي) عبارة عن خندق مطمور ببحص أو حصويات ، وللحصول على شبكة تصريف أكثر فعالية تزود مثل هذه الخنادق ببواري مثقبة و مصنعة من الفخار ، البيتون ، الأزبست.



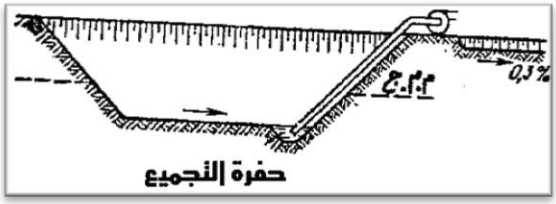
مقطع خندق مغلق لتصريف المياه السطحية من موقع

- ❖ هذه الخنادق تجمع المياه السطحية و تصرفها بشكل أفضل و ذلك لسرعة تصريف المياه في البواري التي تتوضع بميول 0.005 باتجاه التصريف.

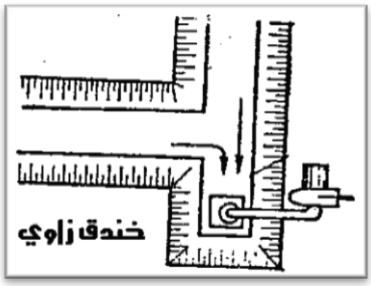
Dr. Dana Akil

❷ تخفيض منسوب المياه الجوفية :

❖ لتصريف مياه الحفريات و الخنادق المتجمعة من المياه الجوفية نقوم بضخ المياه و ذلك بعد إعطاء قاع الحفرة أو الخندق ميولاً صغيرة ،



حيث نقوم بحفر حفرة تجميع $(1m * 1m)$ في أخفض مكان من الحفرة أو الخندق ، و بعد تقوية جدران هذه الحفرة و فرش قاعها بالبحص نقوم بضخ المياه منها بوساطة مضخات متصلة بأنابيب إلى خارج الحفرة أو الخندق.



❖ نستخدم هذه الطريقة في التربة الغضارية و الرملية و التي لا يتجاوز عامل نفوذيتها $1m/day$.

❖ هذه الطريقة غير عملية نظراً للتواجد الدائم للمياه في قاع الحفر و الخنادق بشكل مستمر مما يعيق تنفيذ الأعمال إضافة لإضعاف ثبات جدران الحفر و الخنادق.

❖ لذلك نلجأ إلى أساليب أكثر فعالية و جودة باستخدام معدات الفلتر الإبري الخفيف الذي يسمح لنا بإنزال منسوب المياه الجوفية لعمق $(5 - 4)m$ في حال وضع الفلتر الإبري على مستوٍ واحد و بعمق $(9 - 7)m$ في حال وضع الفلتر الإبري على مستويين متفاوتين.

❖ كما يمكن استخدام معدات خاصة تعمل على مبدأ خلق ضغط سلبي زائد داخل جسم التربة مما يسمح لنا بإنزال مناسيب المياه الجوفية لأعماق تصل إلى $(16 - 20)m$.

Eng.Dana Akil

◈ مجموعة الفلتر الإبري الخفيف :

- ❖ تستخدم لتخفيض منسوب المياه الجوفية في التربة الرملية و التي يتراوح عامل نفوذيتها ما بين $(1.5 - 2) m/day$.

- ❖ تتألف مجموعة الفلتر الإبري من مجموعة فلترات إبرية (100فلتر) موصولة كلها بأنبوب تجميع قطره $150mm$ ، يتصل بمضختي ماء مركزتين إحداهما احتياطية لضمان استمرارية عمل المجموعة في حال تعطل الأخرى.

- ❖ الفلتر الإبري بحد ذاته مؤلف من أنبوب معدني قطره $38mm$ و طوله يصل إلى $8.5m$ في نهايته السفلى يتصل بمجموعة الفلتر ؛ المؤلفة بدورها من أنبوبين داخلي ، كامتداد للأنبوب الأساسي قطره أيضاً $38mm$ ، و أنبوب خارجي قطره $60mm$ ذي ثقوب موزعة بشكل منتظم على محيط سطحه الخارجي.
- ❖ الأنبوب الخارجي محاط بشريط معدني بشكل حلزوني و مغطى بشبكة حماية و شبكة تصفية.

- ❖ تنتهي مجموعة الفلتر بنهاية تتضمن بداخلها صماماً كروياً و صماماً حلقياً.

- ❖ الفلتر الإبري يتم إنزاله في جسم التربة على الأغلب بواسطة ضخ الماء و تحت تاثير وزنه الذاتي (حفر هيدروليكي).

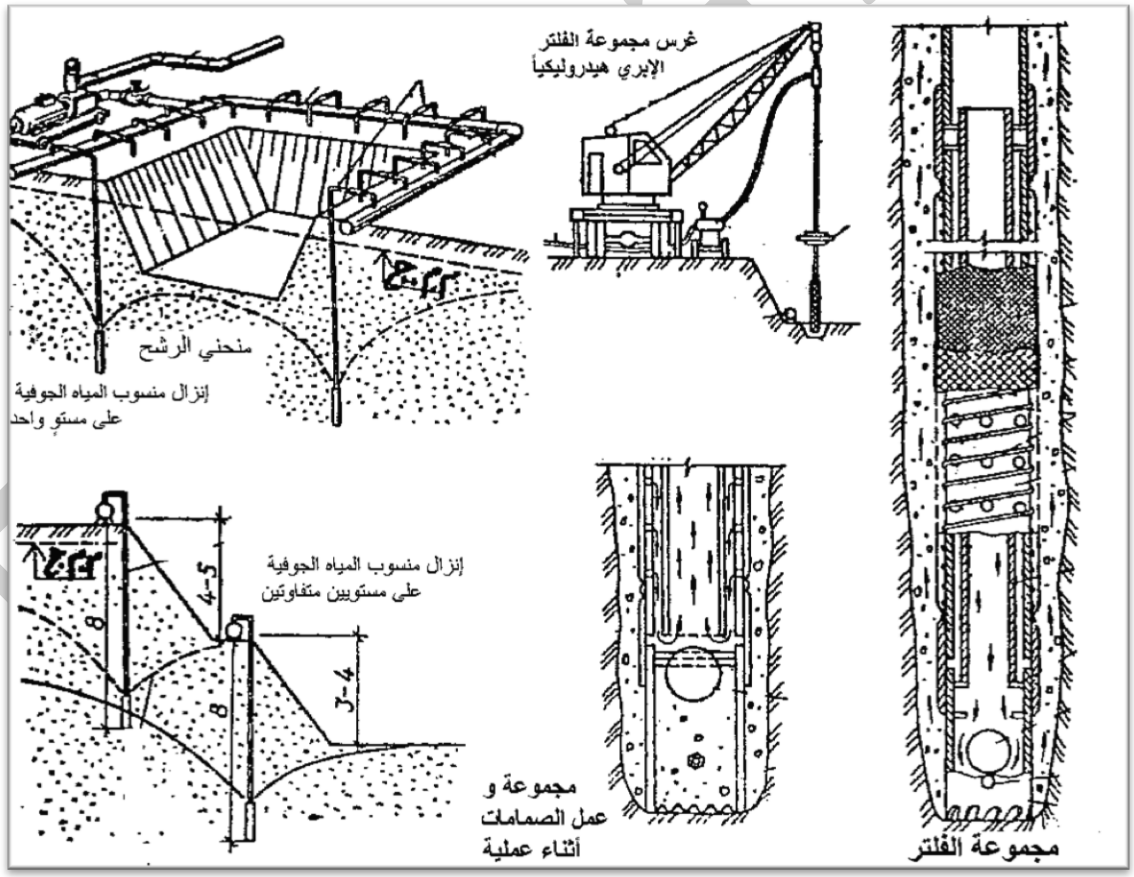
- ❖ يُضَخ الماء في الانبوب الداخلي بضغط $0.3\ Mpa$ دافعاً أمامه الصمام الكروي ، يرتفع في هذا الوقت الصمام الحلقي و يغلق الفتحة ما بين الأنبوبين الداخلي و الخارجي ، و بخروج الماء من قاعدة الفلتر يحفر التربة أمامه دافعاً التربة و الماء من حول الفلتر إلى الأعلى.

Eng.Dana Akil

- عندالقيام بعملية ضخ المياه الجوفية تحت تأثير تفريغ الضغط يطفو إلى الأعلى الصمام الكروي و ينزل عند ذلك الصمام الحلقي فاتحاً الطريق للمياه الجوفية للمرور عبر شبكتي الحماية و التصفية إلى الأنبوب الداخلي إلى الأعلى و من ثم إلى التصريف.

- في حال ضرورة إنزال منسوب المياه الجوفية لعمق يزيد على $4m$ توزع مجموعة الفلتر الإبري على منسوبين متفاوتين.

- الخنادق الضيقة و التي لا يزيد عمقها على $4.5m$ يتم إنزال منسوب المياه الجوفية من جهة واحدة على طول مسار الخندق.



◈ مجموعة إنزال المياه الجوفية بطريقة تشكل الضغط السلبي داخل جسم التربة:

❖ تستخدم هذه الطريقة عندما يكون عامل نفوذية التربة يتراوح ما بين $(0.01 - 1)\mathrm{m/day}$.

❖ يختلف مضمون عمل هذه الطريقة عن مضمون عمل مجموعة الفلتر الإبري الخفيف ، حيث يتم هنا تشكيل ضغط سلبي في التربة بوساطة مضخات تفريغ.

❖ تتم بوساطة هذه المجموعة تفريغ مستمر للضغط حول الفلتر الإبري في جسم التربة مشكلاً بذلك تخفيضاً أكثر شدة لحبيبات الماء والتي تمر عبر مجموعة الفلتر لتضخ بوساطة مضخة تفريغ هوائي ، و كون كمية الهواء المتواجدة في جسم التربة قليلة فإننا نقوم بضخ الهواء عبر الأنبوب الداخلي للفلتر الإبري حتى نهاية المغروسة في جسم التربة.

❖ فعالية هذه الطريقة غير عالية و خاصة في التربة الغضارية قليلة النفوذية $(0.1)\mathrm{m/day}$ ، و لذلك نلجأ إلى طريقة تعتمد على مبدأ التشرد الكهربائي ، و ذلك بإمرار تيار كهربائي مستمر قطبه السلبي موصول بأنابيب أو قضبان معدنية مغروسة في جسم التربة و قطبه الإيجابي موصول بجسم الفلتر الإبري ، و توتره $(30 - 60)volt$.

❖ تحت تاثير التيار الكهربائي المستمر تنتقل ذرات الماء المتواجدة في التربة بجهة الفلتر الإبري مما يزيد فعالية عمل الفلتر الإبري.

◈ مجموعة الفلتر الإبري التفريغي :

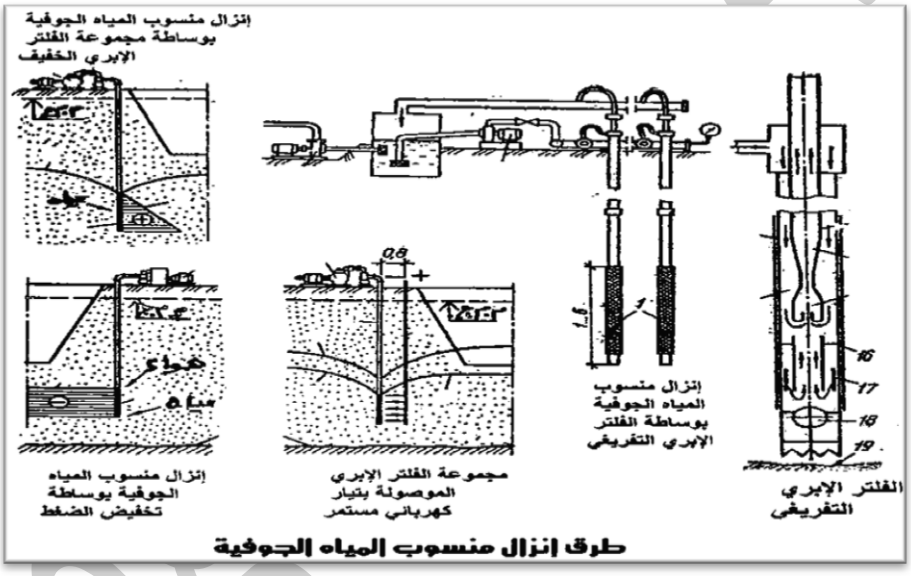
❖ تستخدم لإنزال مناسيب المياه الجوفية في التربة التي تتميز بعامل نفوذية يتراوح ما بين $(1 - 40)\mathrm{m/day}$ و لأعماق تصل إلى $20m$.

❖ يتألف الفلتر الإبري التفريغي من مجموعة أنابيب شاقولية خاصة حاملة للفلتر الإبري و مجموعة أنابيب شاقولية داخلية تحمل جهاز التفريغ.

Eng.Dana Akil

- مضمون عمل هذه المجموعة : يمرر في الفراغ الحلقي ما بين الأنابيب الداخلية و الخارجية الماء بضغط $(1 - 0.6)\ Mpa$ ، و يندفع إلى الوصلة السفلية حيث تزداد سرعة اندفاعه بشكل مفاجئ مما يشكل قوة تفريغ و سحب للماء من خلال الثقوب المزود بها الأنبوب الخارجي و التي تختلط بعد مرورها عبر فلتر التصفية مع تيار الماء النازل إلى الموزع و من ثم إلى الأنابيب الداخلية حيث تتصل بخزان التجميع و التصريف.

- عندما يزيد عمق المياه الجوفية المراد ضخها على $20m$ ، و عندما يكون عامل نفوذية التربة أكثر من $40m/day$ ، وعند استمرار تنفيذ الأعمال لفترة زمنية طويلة فإننا نستخدم أسلوب حفر الآبار الارتوازية على محيط الحفرة بعد أن تزود هذه الآبار ببواري الحماية بقطر $(200 - 400)mm$ ، و يفرش قاعها بالبحص و الرمل لارتفاع $(20 - 30)cm$ ننزل بعد ذلك مضخة غاطسة و تقوم بضخ الماء باستمرار.



طرق إنزال منسوب المياه الجوفية

انتهت المحاضرة الثانية

تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : الثالثة **عدد الصفحات : 10**

تاريخ المحاضرة : 27/2/2012

الدكتور : شكري البابا

✂ الفصل الرابع : تقنية الأعمال الترابية ✂

أولاً مقدمة :

❐ تُصنف الأعمال الجزئية التي تدخل ضمن نطاق تنفيذ الأعمال الترابية إلى :

❶ أعمال الجرف ؛ و تشمل خلخلة التربة و تنقيتها و تحميلها.

❷ أعمال النقل.

❸ أعمال التسوية ؛ و تشمل بالإضافة إلى التسوية أعمال الردم.

❹ أعمال الرص.

❺ أعمال التفجير.

⇦ سندرس ضمن هذا الفصل (أعمال الجرف + أعمال التسوية + أعمال الرص + أعمال التفجير) ، أما أعمال النقل فسندرسها ضمن الفصل الخامس ☺

Eng.Dana Akil

❐ أهم العوامل و الظروف المؤثرة على كلفة و اختيار الآلية المناسبة لتنفيذ الأعمال الترابية :

❶ خواص تربة الموقع (الوزن الحجمي – الرطوبة النسبية – التماسك – المتانة – الخلخلة – خواص أخرى ..)
❷ ظروف عمل الموقع.
❸ حجم الأعمال المراد تنفيذها.
❹ تقنية نقل التربة.
❺ الآلات المتوفرة في المشروع.

ثانياً **الخواص التكنولوجية للتربة** :

① الوزن الحجمي :

❖ بالتعريف هو وزن $1m^3$ من التربة في حالتها الطبيعية ، و يقاس عادة بالـt/m^3 .
❖ الوزن الحجمي للتربة الرملية الغضارية $(1.5-2)t/m^3$ ، و للتربة الصخرية $(3.3)\ t/m^3$.
❖ يُعطى وفق العلاقة التالية :

$$\boxed{\gamma = \frac{W_s + W_w}{V_1 + V_2 + V_3}}$$

حيث :
W_s : وزن الجزيئات الصلبة الجافة الموجودة في التربة.
W_w : وزن الماء الموجود في التربة.
V_1, V_2, V_3 : على التوالي ، حجم الجزيئات الصلبة وحجم الغاز و حجم الماء في التربة.

Eng.Dana Akil

② الرطوبة النسبية :

❖ تؤثر على طريقة معالجة التربة و على قدرة التربة على الارتصاص.
❖ تمثل نسبة ملء الفراغات المتواجدة في جسم التربة بالماء في حالتها الطبيعية.
❖ تحسب من العلاقة التالية:

$$w = \frac{g_n + g_d}{g_d} * 100\%$$

حيث :
g_n : وزن التربة في حالتها الطبيعية.
g_d : وزن التربة المجففة.

نسبة الرطوبة	نوع التربة
$w < 5\%$	تربة جافة
$5\% < w < 30\%$	تربة في الحالة الطبيعية
$w > 30\%$	تربة عالية الرطوبة

❖ لها تأثير كبير جداً على أعمال التنفيذ.

---

③ تماسك التربة و متانة التربة :

✦ <u>تماسك التربة</u> :

❖ هو مفهوم يعبر عن مقاومة الروابط الهيكلية في التربة لأي انتقال لجزيئات التربة المرتبطة فيها.

Eng.Dana Akil

❖ القيم التقريبية لتماسك التربة النوعي :

نوع التربة	تماسك التربة النوعي $\boldsymbol{Mpa}$
التربة الرملية	$(0.03 - 0.05)$
التربة الغضارية	$(0.05 - 0.3)$
الكونغلوميرات	$(0.3 - 4)$
التربة الصخرية	> 4

✦ متانة التربة :

❖ مفهوم يعبر عن قدرة التربة على مقاومة الحمولات الناجمة عن القوى الخارجية.
❖ تقييم متانة التربة يتم من خلال قيم المواصفات الميكانيكية للتربة و هي التماسك (C) ، و زاوية الاحتكاك (φ).

---

④ خلخلة التربة :

❖ هي ميزة ازدياد حجم التربة بعد حفرها و ذلك بنتيجة فقدان قوى الترابط بين جزيئاتها ، و في هذه الحالة تنقص كثافة التربة.
❖ يُعبَّر عن زيادة حجم التربة بعامل خلخلة التربة البدائي و المتبقي.

✦ عامل خلخلة التربة البدائي (η_L) :

$$\boxed{\eta_L = \frac{V_L}{V_n}}$$

حيث :
V_L : حجم التربة بعد خلخلتها (m^3).
V_n : حجم التربة في وضعها الطبيعي (m^3).

Eng.Dana Akil

نوع التربة	η_L
تربة رملية	$(1.08 - 1.2)$
تربة غضارية	$(1.2 - 1.3)$
تربة سكنية	$(1.4 - 1.6)$

❖ بعد ردم التربة المخلخلة في منطقة الردم و رصها بالشكل المطلوب نلاحظ أنها لا تعود إلى نفس كثافتها التي كانت تتمتع بها قبل خلخلتها ، أي : لا تعود إلى نفس الحجم الأولي الذي كانت تشغله قبل الحفر ، وبالتالي فهي تحتفظ ببعض الزيادة في الحجم ، و الذي يعبر عنه بعامل خلخلة التربة المتبقي.

✦ عامل خلخلة التربة المتبقي $(\eta_{L.R})$:

$$\eta_{L.R} = \frac{V_c}{V_n}$$

حيث :

V_c: حجم التربة بعد رصها (m^3).

V_n : حجم التربة في وضعها الطبيعي (m^3).

نوع التربة	$\eta_{L.R}$
تربة رملية	$(1.01 - 1.025)$
تربة غضارية	$(1.015 - 1.05)$

❖ نلاحظ أن قيم $\eta_{L.R}$ تكون عادةً أقل من قيم η_L بحدود $\%(20 - 15)$.

Eng Dana Akil

⑤ زاوية الميل الطبيعي للتربة :

- ❖ هي الزاوية الأعظمية للميول ، التي يمكن أن تتشكل بنتيجة الانهيار الحر لتربة جدران الحفرية ، بحيث تصل إلى حالة الاستقرار الحدي بالنسبة للمحور الأفقي.
- ❖ تتأثر بشكل رئيسي بالتركيب الحبي للتربة و بشكل جزيئاتها.
- ❖ لهذه الزاوية علاقة بالمواصفات الفيزيا- ميكانيكية للتربة ، و التي يكون فيها تربة الميول الجانبية في حالة استقرار حدي.
- ❖ بالنسبة للتربة التي لا تتمتع بقوى احتكاك بين جزيئاتها تكون تربة انهيارية.

✦ مفهوم زاوية الميل الطبيعي :

- ❖ يتعلق فقط بالتربة الانهيارية و الجافة ، أمّا بالنسبة للتربة الغضارية المتماسكة فهذا المفهوم ليس له مكان ؛ لأنه في مثل هذا النوع من التربة ، زاوية الميل الطبيعي تتأثر برطوبة التربة على الجدران ، و يمكن لهذه الزاوية أن تتراوح بين $(90 - 0)$.
- ❖ شدة ميول جدران المنشآت الترابية يعبر عنها بنسبة ارتفاع هذه الجدران إلى قاعدة توضعها (المسقط الأفقي للميول)

$$\boxed{\frac{h}{a} = \frac{1}{m}}$$

حيث :

m : عامل الميول ، و يختلف باختلاف عمق الحفرية أو ارتفاع الردمية من جهة ، و بنوع التربة من جهة أخرى.

a : قاعدة الحافة

h : ارتفاع الحواف

- ❖ كودات البناء تحدد قيم شدة الميول لجدران المنشآت الترابية و المؤقتة بالاعتماد على ارتفاع أو عمق هذه المنشأة.
- ❖ شدة الميول الجانبية (زاوية الميل) لردميات المنشآت الترابية الدائمة تكون عادة أصغر منها للحفريات.

Eng.Dana AKIL

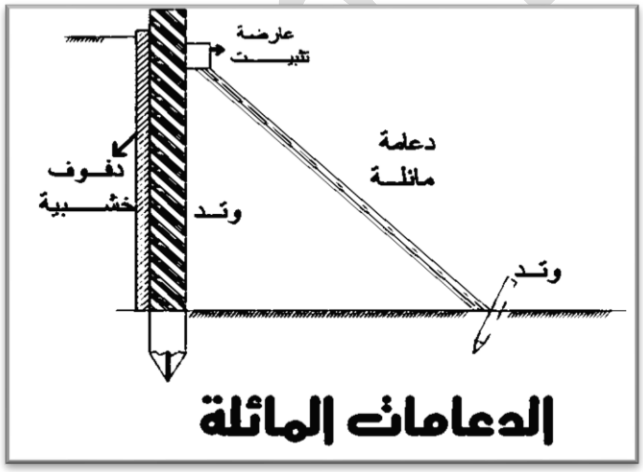
ثالثاً الحماية من الانهيارات و تثبيت جدران الحفريات و الخنادق:

- إن تنفيذ الأبنية و المنشآت بمختلف أشكالها يرافقه تنفيذ حفريات ذات أعماق متفاوتة ، مما يتطلب العمل الآمن ضمن هذه الحفريات ؛ أي يجب تحقيق استقرار جدران هذه الحفريات عن طريق إعطاء هذه الجدران الميول التي تحقق استقرارها إن كان يسمح الموقع بذلك ، أو نلجأ إلى تثبيت و تدعيم الجدران الشاقولية للحفريات بواسطة هياكل تدعيم متعددة الأشكال.
- اختيار الشكل المناسب يتعلق بالأبعاد الهندسية للحفرية و بالظروف الهيدرولوجية للموقع (نوع التربة – رطوبة التربة – تواجد المياه الجوفية).

❐ الهياكل الشائعة في تدعيم جدران الحفريات :

① التثبيت بواسطة هيكل الدعامات المائلة :

- تتوضع الدعامات المائلة داخل الحفريات مما يسبب إعاقة لتنفيذ الأعمال اللاحقة داخل الحفريات و لهذا فإن استخدام مثل هذه الطريقة محدود.



- تتألف الدعامات الأفقية من عوارض خشبية بسماكة $5cm$ و يترك فراغ بين العوارض مساوٍ عرضها إذا كانت التربة متماسكة و عمق الحفرة لا يتجاوز $3m$ و لا وجود للمياه الجوفية و بخلاف ذلك فإن العوارض الأفقية تكون على مساحة السطح الشاقولي للحفرة بكامله.

② التثبيت بواسطة الهيكل الوتدي :

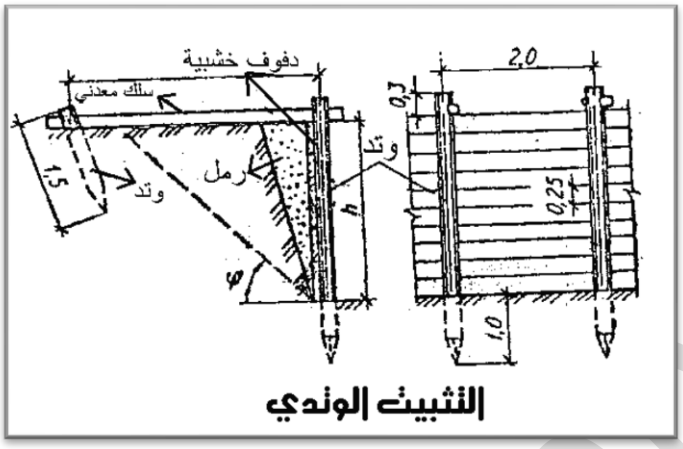
❖ يتألف من عوارض أفقية و عوارض شاقولية إضافة إلى حبال شد معدنية و أوتاد خشبية تتوضع خارج الحفرة على بعد :

$$\beta > \frac{h}{tg\varphi}$$

حيث :

φ : زاوية الميل الطبيعي للتربة.

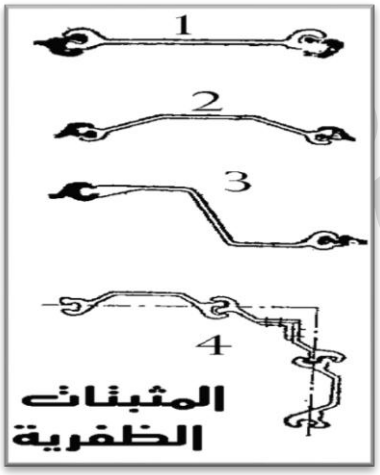
h : عمق الحفرة (m).



❖ و لكي لا تعيق حبال الشد مرور الأشخاص يجب أن توضع على عمق بسيط داخل جسم التربة.

---

③ التثبيت بواسطة المثبتات الظفرية :



❖ عبارة عن جدار معدني غالباً أو خشبي أحياناً ، يتم دقه على محيط الحفرية.

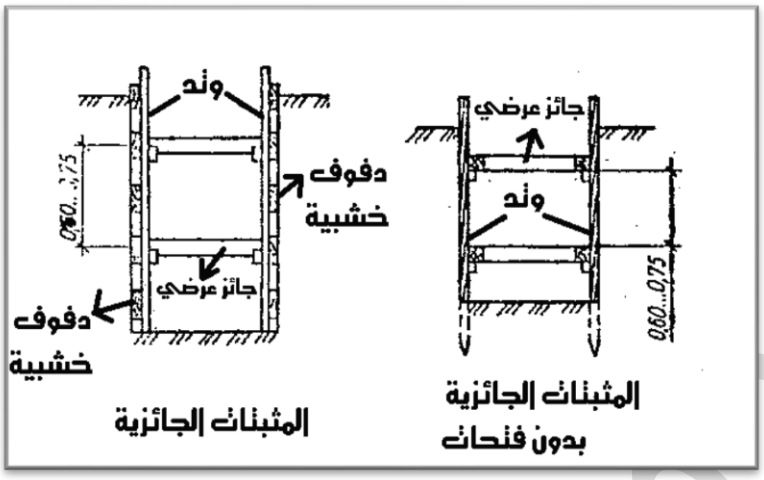
❖ يستخدم عندما تكون جدران الحفريات ليست كبيرة نسبياً ، و في حال وجود المياه الجوفية.

---

④ التثبيت بواسطة المثبتات الجائزية :

❖ في هذا الهيكل يتم نقل الحمولات على الجوائز العرضية و تلعب الجدران الجانبية دور الحواجز فقط ، وهي تقوم بنقل الحمولة إلى الجوائز.

❖ الجوائز يمكن أن تتوضع على مستوٍ واحد أو مستويين حسب نوع الحفرية.



---

⑤ التثبيت بواسطة المثبتات الظفرية الجائزية :

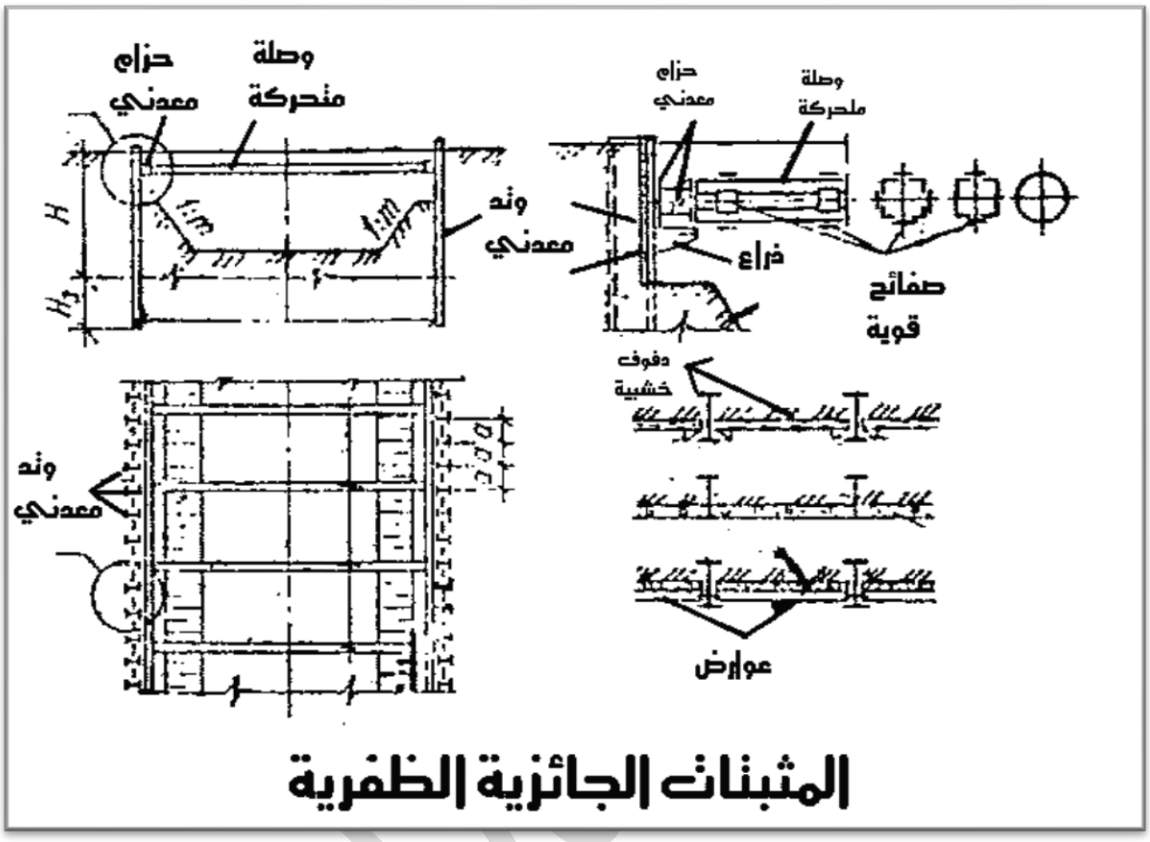
❖ هي عبارة عن هيكل تتوزع الحمولات فيه إلى كل من الأظفار و الجوائز ، و يتم دقه على محيط الحفرية.

❖ يستخدم في الحفريات الضيقة و القليلة العمق نسبياً.

❖ يتم زرع الأظفار المعدنية على محيط الحفرة بمسافة $50cm$ فيما بينها ، و تغرس لعمق $(5-7)m$.

Eng.Dana Akil

❖ يتم إنزال العوارض الخشبية فيما بين الأظفار المعدنية بسماكة $(5-7)cm$ ، ثمَّ يتم إحاطة البروفيل بحزام معدني وعليه تُركب الجوائز كما هو مبين بالشكل.



المثبتات الجائزية الظفرية

انتهت المحاضرة الثالثة

تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : الرابعة **عدد الصفحات : 11**

تاريخ المحاضرة : 5/3/2012

الدكتور : شكري البابا

تابع الفصل الرابع : تقنية الأعمال الترابية

رابعاً حساب حجوم الأعمال الترابية:

- حساب حجوم الأعمال الترابية أعمال التسوية السطحية :

❖ تُحسب حجوم هذه الأعمال بوساطة وضع مخطط شبكي تربيعي للموقع مبين عليه مناسيب السطح لرؤوس زوايا المربعات و التي تشمل ثلاثة مناسيب و هي :

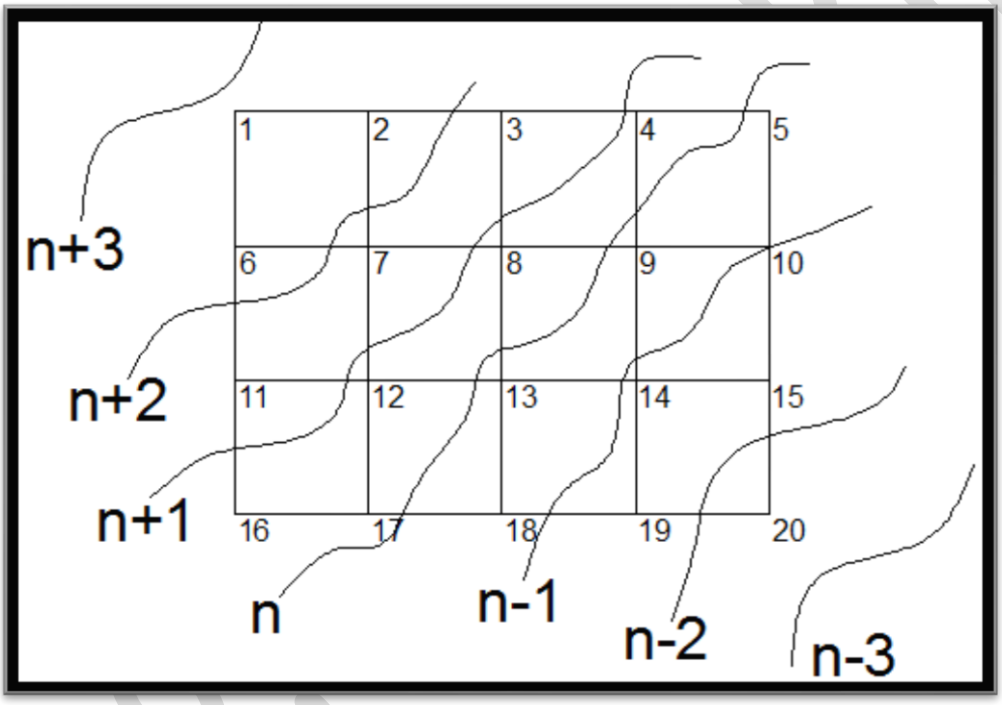
- المنسوب الأسود : منسوب الارض الطبيعية "نقاط تقاطع خطوط الشبكة".
- المنسوب الأحمر (الوسطي) : المنسوب المراد الحصول عليه بنتيجة التسوية.
- المنسوب العملي : المنسوب الذي يجب حفره أو ردمه.

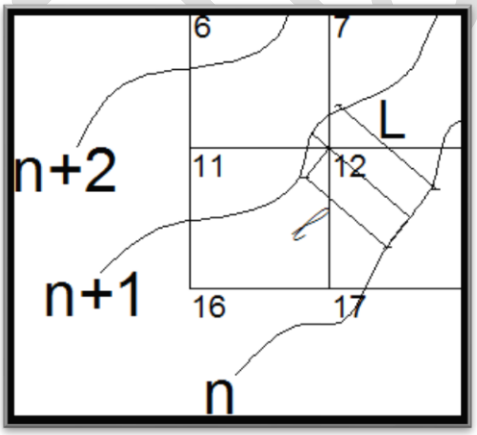
❖ تُؤخذ أبعاد أضلاع المخطط الشبكي عادةً مساويةً $m(100 - 10)$ ، وذلك بحسب طبيعة الأرض و ميولها الطبيعية.

Eng.Dana Akil

❖ يجب أن يتواجد في كل مربع من مربعات المخطط الشبكي على الاقل خط تسوية واحد و ليس أكثر من خطين.

❖ نسعى دائماً عند دراسة تنفيذ الأعمال الترابية لاختصار حجم الأعمال إلى أقل ما يمكن ، و نحصل على ذلك بأن نحقق مبدأ التوازن الصفري **(balance)** المتضمن استخدام حجم التربة المحفور بالكامل لردم المناطق المراد ردمها دون الحاجة لنقل حجم تربة زائد أو جلب تربة إضافية خارجية ⇔ حجم الحفر = حجم الردم





❶ <u>إيجاد منسوب الأرض الطبيعية</u> :

- نرقم زوايا الشبكة :

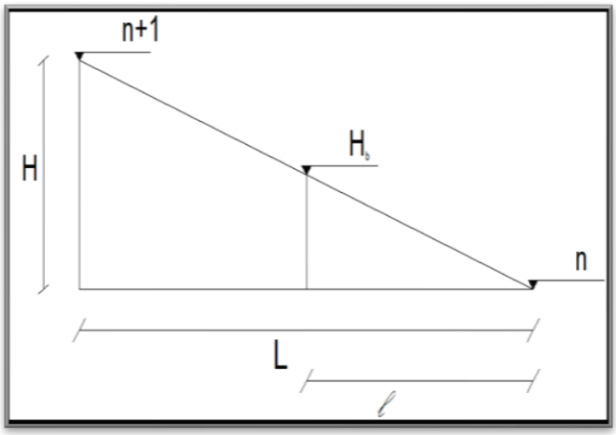
مثلاً : نريد إيجاد منسوب الأرض الطبيعية في النقطة 12 :

لو أخذنا مقطعاً في الأرض سيكون شكلها مثلث قائم وتره هو شكل الأرض الطبيعية ؛ و النقطة 12 ستكون موجودة حُكماً على الوتر و منسوبها H_b.

L : أقصر مسافة بين خطي التسوية n و $n+1$ و تمر بالنقطة 12 .

l : أقصر مسافة بين نقطة تقاطع خطوط الشبكة (النقطة 12) و خط التسوية الأدنى.

H : درجة تقسيم خطوط التسوية.



من تشابه المثلثات نجد :

$$\frac{H_b}{H} = \frac{l}{L}$$

$$\Rightarrow \boxed{H_b = H.\frac{l}{L} + n}$$

➥ ونطبق هذا القانون على كافة نقاط الشبكة.

---

❷ <u>إيجاد المنسوب الوسطي</u> :

$$\boxed{H_0 = \frac{4\sum H_4 + 2\sum H_2 + \sum H_1}{4n}}$$

حيث :

$\sum H_4$: مجموع المناسيب السوداء للرؤوس المتوسطة للمربعات [المشتركة لـ 4 مربعات] ⇐ ⟨7,8,9,12,13,14⟩

$\sum H_2$: مجموع المناسيب السوداء للرؤوس الطرفية للمربعات [المشتركة لمربعين أي على محيط الشبكة] ⇐ ⟨2,3,4,6,11,10,15,17,18,19⟩

$\sum H_1$: مجموع المناسيب السوداء للرؤوس الزاويّة للمربعات [على زوايا الشبكة] ⇐ ⟨1,5,16,20⟩

n : عدد المربعات.

Eng.Dana Akil

❸ إيجاد المنسوب العملي :

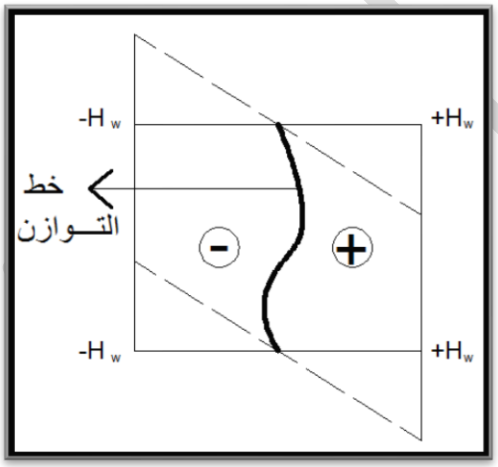
- عبارة عن ارتفاع الأرض (صعوداً أو هبوطاً) عن المنسوب الوسطي.
- يُعبِّر عن كمية الحفر أو الردم في نقاط تقاطع الشبكة.
- يتم إيجاده من العلاقة :

$$H_w = H_0 - H_b$$

H_w ← سالب (-) ← عملية حفر.
H_w ← موجب (+) ← عملية ردم.

- لإيجاد الحد الفاصل ما بين الحفر و الردم (خط التوازن الصفري) ؛ نقوم برسم المناسيب العملية بمقياس ما على امتداد أضلاع المربعات واضعين المناسيب الموجبة في جهة و المناسيب السالبة في جهة أخرى.

- المنسوب السالب : نُحدد نقطة تبعد عن رأس المربع مسافة تتناسب مع المنسوب العملي في الزاوية نفسها.
- المنسوب الموجب : نُحدد نقطة تبعد عن رأس المربع مسافة تتناسب مع المنسوب العملي في عكس الاتجاه الذي أخذناه للمنسوب السالب.



- عند الوصل ما بين هذه النقاط بخط ؛ يتقاطع مع أضلاع المربعات بنقاط تشير إلى موقع مرور خط التوازن الصفري.

- نطبِّق هذه الخطوات على جميع مربعات الشبكة ← نصل بين هذه الخطوط ← ينتج خط التوازن الصفري النهائي.

Dana Akil

$$H_0 = \frac{4\sum H_4 + 2\sum H_2 + \sum H_1}{4n}$$

◆ في هذه العلاقة لم يُؤخذ بعين الاعتبار عامل خلخلة التربة المتبقي $\langle \eta_{L.R} \rangle$ ، و حجم التربة في الميول على الحواف و على محيط الحفرية أو الردمية ، و حجم الحفريات الواقعة تحت منسوب سطح السطح ؛ لذلك و لضمان شروط التوازن الصفري نحسب قيم المنسوب الوسطي المطلوب تنفيذه :

$$H_m = H_0 \pm \Delta H$$

حيث : ΔH : قيم تسوية المنسوب الوسطي لمستوي سطح أرض الموقع.

$$\Delta H = \frac{V_E . \eta_{L.R} + V_{E.P}(1 + \eta_{L.R}) - V'_{E.P} . \frac{1}{1+\eta_{L.R}}}{F - (F_{E.P} + F'_{E.P})}$$

حيث :

V_E : حجم التربة في الحفرية (m^3).

$\eta_{L.R}$: عامل خلخلة التربة المتبقي.

$V_{E.P}$: حجم التربة في الحفرية الإضافية مضافاً إليها حجم ميول حواف الحفرية (m^3).

$V'_{E.P}$: حجم التربة في الردمية الإضافية مضافاً إليها حجم ميول حواف الردمية (m^3).

F : مساحة الموقع.

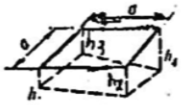
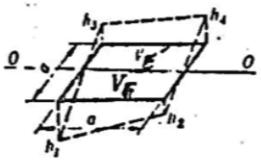
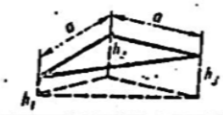
$(F_{E.P} + F'_{E.P})$: مجموع مساحتي الحفريات و الردميات.

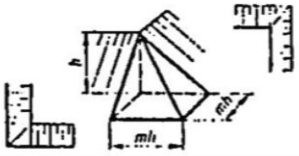
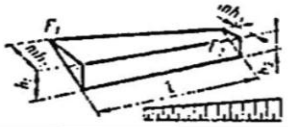
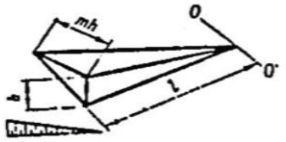
⊙ ΔH إما أن تكون موجبة أو سالبة.

Eng.Dana Akil

❖ حساب حجوم عناصر الحفريات أو الردميات :

➢ لحساب حجم عناصر الحفريات أو الردميات نستخدم العلاقات في الجداول التالية :

العناصر	العلاقة الحسابية	الشكل
مربع متشنابه (موشور رباعي)	$V=\frac{a^2}{6}(h_1+h_2+h_3+h_4)$	
مربع انتقالي (حجم الردم — $V_{E'}$) (حجم الحفر — V_E)	$V_{E'}=\frac{a^2}{4}\frac{(\Sigma h'_E)^2}{\Sigma h}$ $V_E=\frac{a^2}{4}\frac{(\Sigma h_E)^2}{\Sigma h}$	
مثلث موشور ثلاثي	$V=\frac{a^2}{4}(h_1+h_2+h_3)$	
مثلث انتقالي آ ــ قسم بمنسوب واحد h_1 ب ــ قسم بمنسوبين h_2 ، h_3	$V_1=\frac{a^2}{6}\frac{h_1^3}{(h_1+h_2)(h_1+h_3)}$ $V_3=\frac{a^2}{6}[\frac{h^3}{(h_1+h_2)(h_1+h_3)}-h_1+h_2+h_3]$	

العناصر	العلاقة الحسابية	الشكل
عناصر الحواف المائلة : هرم رباعي الوجوه	$V=\frac{m^2h^3}{3}$	
موشور ثلاثي	$V=\frac{F_1+F_2}{2}l=\frac{ml}{4}(h_1^2+h_2^2)$	
هرم ثلاثي	$V=\frac{mh^2l}{6}$	
حجم سطح غير مستو مقسم لمربعات .... لمثلثات	$V_{E(E')}=\frac{a^2}{4}\sum_1^n\sum_1^4 h+\sum F_{E(E')}h_{E(E')}+V_{o.E(E')}$ $V_{E(E')}=\frac{a^2}{6}\sum_1^n\sum_1^4 h+\sum F_{E(E')}h_{E(E')}+V_{o.E(E')}$	

خامساً تقنية تنفيذ الأعمال الترابية بالطرائق الميكانيكية:

- تعتمد الطرائق الميكانيكية في معالجة التربة على قيام مختلف أشكال الآليات التي تعمل بهذه الطرائق بالتأثير على التربة من خلال تطبيق قوى قص عليها ، تكون نتيجتها فصل كمية صغيرة من التربة عن الكمية الأساسية ونقلها إلى مكان الردم المطلوب.

- إذا كانت وظيفة الآلية قص التربة عن الكمية فقط ،عندئذ هذه التربة الآلية تسمي آلية حفر فقط.
- أما إذا كانت وظيفتها قص التربة ونقلها فتسمى آلية حفر ونقل.

⇦ سنستعرض ضمن هذه الفقرة الآليات و التجهيزات و أساليب عملها :

1. المجرفة الآلية.
2. البلدوزر.
3. الكاشطات. ⇦ المجارف السطحية
4. الغريدر.
5. الطرق الهيدروميكانيكية لتنفيذ الأعمال الترابية.
6. أعمال رص التربة.
7. تنفيذ الأعمال الترابية بواسطة التفجير.

Eng.Dana Akil

① المجرفة الآلية:

تصنيف المجارف

- المجارف المزودة بوعاء حفر واحد
  - ◈ المجارف الأمامية
  - ◈ المجارف العكسية
  - ◈ المجرفة ذات الدلو المسحوب(دراغ لاين)
  - ◈ المجرفة اللاقطة
- المجارف متعددة أوعية الحفر
  - ◈ المجارف الناعورية
  - ◈ المجارف السلسلية

❍ المجارف المزودة بوعاء حفر واحد :

❶ المجرفة الأمامية:

- تتموضع المجرفة الأمامية في قاعدة جبهة العمل وتقوم بحفر تربة الجدران الشاقولية التي تقع فوق المنسوب الذي تقف عليه.
- و هي مزودة بسطل حفر مفتوح إلى الاعلى و مجهزة بشفرة في مقدمته من أجل قص التربة ، هذا السطل مثبث إلى ذراع المجرفة بشكل مفصلي ، و يتحرك بواسطة آلة تحريك ميكانيكية أو هيدروليكية.
- تتمتع المجرفة الأمامية بأعلى إنتاجية بين بقية أشكال المجارف.
- في التربة القاسية يجب استخدام سطل مزود بأسنان ؛ و ذلك من أجل خلخلة التربة و تحميلها إلى السطل.

Eng.Dana Akil

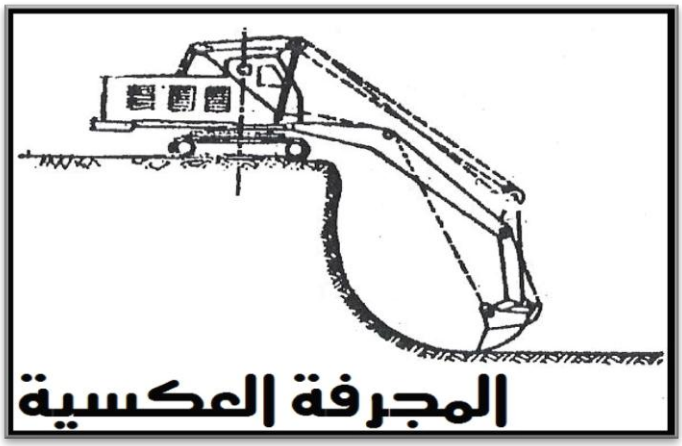
- في حال معالجة التربة القليلة القساوة ؛ عندئذٍ يمكن تجهيز المجرفة بسطل ذات حجم كبير نسبياً ، و بشكل عام فإن اختيار حجم السطل المناسب يعتمد على حجم الأعمال المطلوب تنفيذها و عمق الحفرية و خواص التربة.
- تقوم المجرفة الامامية بشكل فعّال بحفر التربة الجافة و ذات الرطوبة العادية ، و تحميلها إلى أليات النقل أو تفريغها بجانب الحفرية.
- أمّا في ظروف التربة عالية الرطوبة أو وجود مياه جوفية ذات منسوب مرتفع ؛ فيجب أولاً تصريف المياه عن الموقع أو تخفيض منسوب المياه الجوفية.

---

❷ المجرفة العكسية:

- تتموضع المجرفة العكسية في الجهة المرتفعة من جهة العمل ، حيث تقوم بحفر التربة التي تقع تحت المنسوب الذي تقف عليه ، ممّا يسمح باستخدام هذه المجارف في معالجة التربة ذات الرطوبة العالية دون الحاجة إلى اتخاذ أي إجراءات إضافية.
- المجرفة العكسية مزودة بسطل حفر مفتوح إلى الخلف و الأسفل أثناء الحفر ، ومجهزة بشفرة في مقدمته من أجل قص التربة.

Eng.Dana Akil

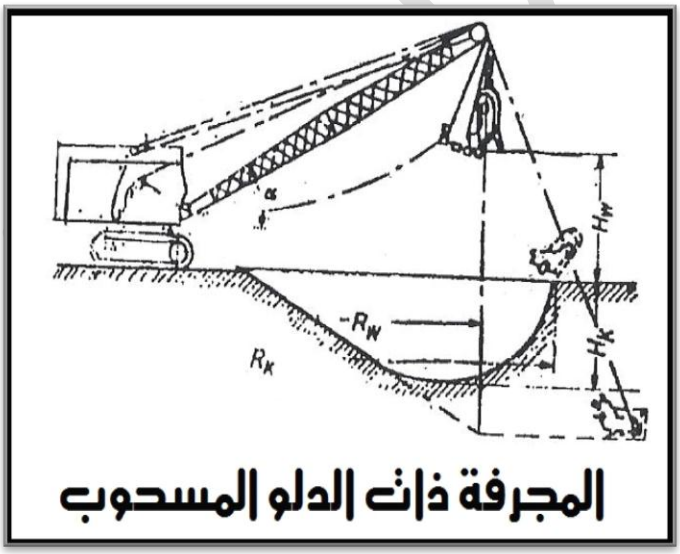


- هذا السطل مثبت إلى ذراع المجرفة بشكل مفصلي و يتحرك بواسطة آلية تحريك ميكانيكية أو هيدروليكية إلى الخلف ؛ بحيث تصبح فتحة السطل بعد تحميله إلى الأعلى.

---

❸ المجرفة ذات الدلو المسحوب:

- يكون فيها السطل معلق بواسطة كابلات إلى ذراع رافعة سهمية.
- مبدأ عملها هو رمي السطل إلى منطقة حفر بعيداً قليلاً عن المحور الشاقولي للخطاف ، ومن ثمَّ ملؤه بواسطة سحب على سطح التربة.
- بعد ذلك يتم رفعه إلى سارية الرافعة و نقله إلى مكان التفريغ عن طريق تدوير هيكل الرافعة.

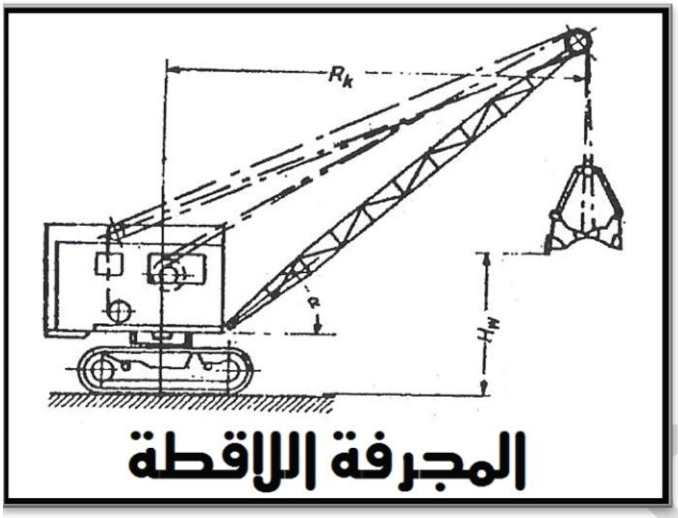


- يتم التفريغ بتحرير كابل الرافعة مما يؤدي إلى دوران فتحة السطل إلى الأسفل.
- بواسطة هذه المجرفة يمكن معالجة التربة عالية الرطوبة و التربة المغمورة بالمياه أيضاً.

Dana Akil

❹ المجرفة اللاقطة:

- تستخدم في استخراج المواد المخلخلة و الرخوة.
- يكون فيها السطل معلق بواسطة كابلات إلى ذراع رافعة سهمية ، و هو يتألف من فكين أو أكثر مع كابل تحكم بوضعية الفتح و الإغلاق.
- من أهم ميزاتها أنها تستخدم على عمق كبير نسبياً.
- بواسطة هذه المجرفة يمكن تجهيز حفريات جدران شاقولية تدوير السارية يؤدي إلى انتقال السطل إلى مكان التفريغ.



- المجارف متعددة أوعية الحفر :

❶ المجرفة الناعورية.

❷ المجرفة السلسلية.

انتهت المحاضرة الرابعة

Eng.Dana Akil

تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : الخامسة **عدد الصفحات : 18**

تاريخ المحاضرة : 12/3/2012

الدكتور : شكري البابا

✂ تابع الفصل الرابع : تقنية الأعمال الترابية ✂

خامساً **تقنية تنفيذ الأعمال الترابية بالطرائق الميكانيكية:**

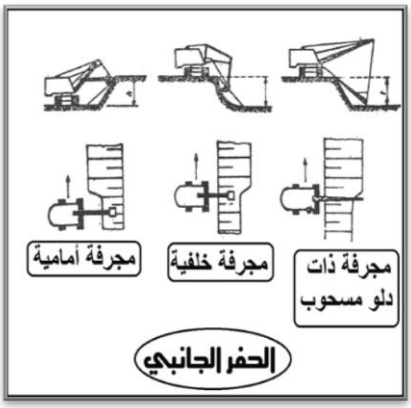
① المجرفة الآلية:

◈ طرائق حفر المجارف الآلية :

❶ الحفر الجبهي :

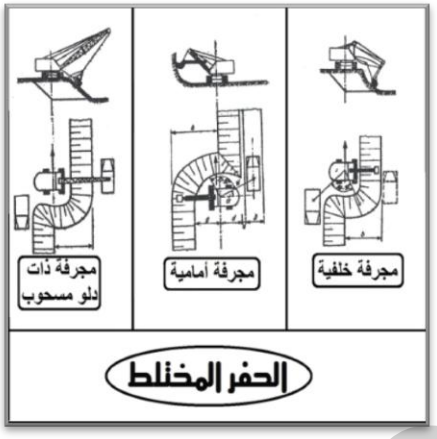
- في هذه الطريقة يكون جدار الحفر متعامداً مع محور حركة المجرفة.
- هي طريقة غير مجدية بالنسبة للمجارف الآلية عندما تكون وسائط النقل خلال التعبئة واقفة في جبهة العمل ، و في هذه الحالة قد تقف آلية النقل خلف المجرفة ، و هذا يؤدي إلى زاوية دوران ذراع المجرفة تصل إلى 135° ممّا يقلل من إنتاجية المجرفة.
- تستخدم هذه الطريقة لحفر الخنادق الطبيعية البدائية.

❷ الحفر الجانبي :



- في هذه الطريقة يكون وجه الأرض موازياً لاتجاه حركة الآلية.
- إن زاوية الدوران في هذا الحفر يمكن إنقاصها إلى 90°.

❸ الحفر المختلط :



- بما أن المجارف الآلية تعمل من نقطة وقوف ثابتة ؛ فمن المجدي حفر كمية أكبر من التربة في كل نقطة وقوف بهدف رفع الإنتاجية ، و دلت الخبرات أن ذلك ممكن عند اللجوء للحفر المختلط.
- هذه الطريقة تجمع بين طريقتي الحفر الجبهي و الحفر الجانبي.

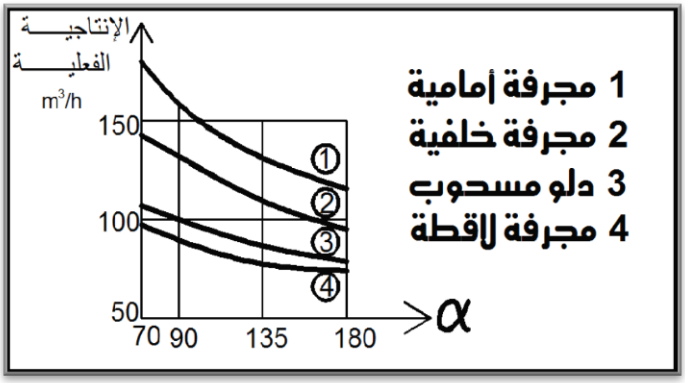
◈ إنتاجية المجارف الآلية :

❖ تتأثر المجارف الآلية متعددة الاستعمال بالعوامل التالية :

- نوع التربة.
- زاوية دوران الآلية من أجل تفريغ الوعاء.
- نوع آلية الحفر.
- أبعاد الحفرية و شكلها.
- بنية سطل الآلية (أسنان – شفرة) لقص التربة.

❖ تتأثر الإنتاجية الفعلية للمجرفة بـ ⟵ نوع التجهيزات.
⟵ زاوية الدوران (α).

Eng.Dana Akil



❖ تتميز المجرفة الأمامية بأكبر إنتاجية بالنسبة للمجارف الأخرى ، و تليها بالإنتاجية المجرفة الخلفية فالدلو المسحوب ثمَّ المجرفة اللاقطة.

❖ **حساب الإنتاجية:**

- تُعطى الإنتاجية الفعلية للمجرفة الآلية بالعلاقة:

$$Q = V.n.\eta_1.\eta_2$$

حيث :

Q : الإنتاجية الفعلية في الساعة (m^3/h).

V : حجم وعاء الحفر (m^3).

η_1 : عامل يتعلق بتغير حجم الأتربة بنتيجة الخلخلة.

η_2 : عامل يتعلق بملء الوعاء.

n : عدد أدوار العمل في الساعة ، و يُحسب من العلاقة:

$$n = \frac{3600}{\psi.\sum t_i} = \frac{3600}{T}$$

حيث :

T : دور الحفر (sec).

ψ : عامل يتعلق بتداخل الأزمنة التي تدخل في دور العمل ، و يتعلق بمهارة السائق بالدرجة الأولى.

$\sum t_i$: مجموع الأزمنة الجزئية التي يتألف منها دور الحفر (m^3).

$$\sum t = t_1 + t_2 + t_3$$

حيث :

t_1 : زمن الحفر (خلخلة التربة و تعبئة الوعاء) (sec).

t_2 : زمن الدوران أو العودة (sec).

t_3 : زمن التفريغ (sec).

Eng.Dana Akil

- من أجل ظروف عمل عادية تكون الأزمنة الجزئية ←

$$t_1 = 0.3T \quad , \quad 2t_2 = 0.6T \quad , \quad t_3 = 0.1T$$

- في حال كون ظروف العمل أو نوع التربة لا تسمحان بملء الدلو خلال عملية جرف واحدة ، فإن ذلك يتطلب أن تقوم الآلية بإعادة الجرف مرة أخرى من أجل ملء الوعاء.

يصبح الدور في هذه الحالة ←

$$\boxed{T = 2t_1 + 2t_2 + t_3 = 1.3T}$$

- نلاحظ أن الدور من أجل المعطيات السابقة طالت مدته بمقدار 30% ، و هذا طبيعي و لذلك لكي تكون عملية إعادة الجرف اقتصادية ؛ فإن عامل ملء الوعاء يجب أن يزداد على الأقل بنسبة ازدياد الدور نفسها ، أي : لكي تكون عملية إعادة الجرف اقتصادية يجب أن تتحقق العلاقة التالية :

$$\boxed{\frac{\eta_2'}{\eta_2} = \frac{T'}{T}}$$

حيث :

T' : الدور مع إعادة الجرف.

T : الدور دون إعادة الجرف.

η_2' : عامل تعبئة الوعاء مع إعادة الجرف $\quad \langle \eta_2' > \frac{T'}{T} . \eta_2 \rangle$

η_2 : عامل تعبئة الوعاء دون إعادة الجرف.

- و إذا لم تتحقق العلاقة السابقة فطبيعي أن يكون العمل اقتصادياً دون إعادة الجرف.

Eng. Dana Akil

المجارف السطحية :

❖ هي الآليات التي تستخدم بالدرجة الأولى من أجل أعمال الحفر السطحي ؛ أي : حفر أو ردم التربة على شكل طبقات.

❖ سماكة الطبقة أثناء الحفر ⟵ تتراوح ما بين $(10 \rightarrow 30)cm$.
الردم ⟵ تصل إلى $30cm$.

❖ الظروف المناسبة لعمل المجارف السطحية :
- ألا تحتوي طبوغرافية موقع العمل على تضاريس صعبة.
- أن تكون مسافة النقل غير كبيرة.
- أن تكون التربة قليلة أو متوسطة القساوة.

❖ الآلات التي تدخل ضمن مجموعة المجارف السطحية :
❷ البلدوزر.
❸ الكاشطات.
❹ الغريدر.

---

② البلدوزر:

◈ التعريف :

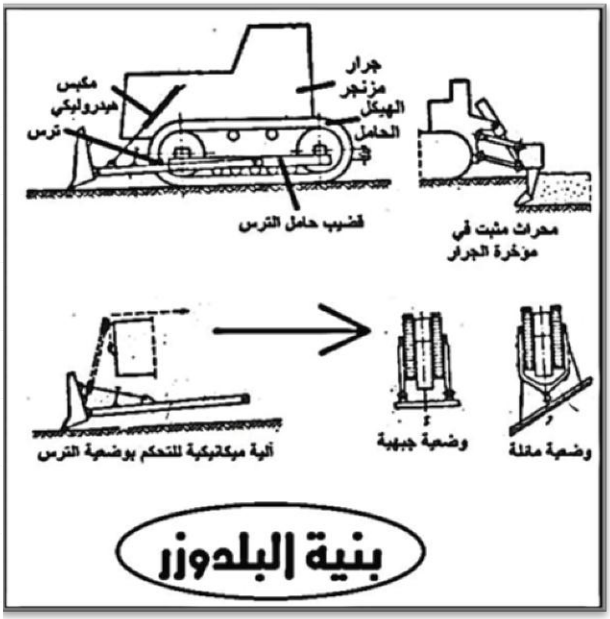
❖ هي آلية مخصصة للقيام بأعمال حفر الطبقات السطحية ، و جرف التربة بوساطة دفعها إلى مسافات لا تزيد على $100m$ + يقوم البلدوزر بأعمال الردم السطحي و تسوية السطوح بشكل غير دقيق.

◈ البنية :

❖ جرار مجهز بترس أمامي.

❖ يتصل الترس مع الجرار بوساطة ذراع قابلة للحركة من أجل تغيير وضعية الترس.

Eng.Dana Akil



❖ يُزود الترس بشفرة من أجل الغرس في التربة ، أو يزود بأسنان في حال كون التربة أكثر قساوة.

❖ يُمكن للترس أن يزود بصفائح جانبية للتخفيف من فيضان التربة على الجوانب خلال جرف التربة.

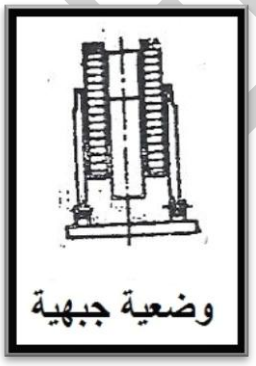
◈ التصنيف:

1) حسب نوعية الجرار :

نوع البلدوزر	الميزات
البلدوزر المجنزرة	◆ القدرة على السير في التربة الطرية. ◆ العمل في الأراضي الصخرية. ◆ السير على الطرقات غير الممهدة.
البلدوزر المطاطية	◆ سرعة الانتقال الكبيرة. ◆ عدم الحاجة لآلية خاصة لنقلها من ورشة لأخرى.

2) حسب نوع آلية تحريك القوس :

- آلية تحريك الترس هيدروليكية.
- آلية تحريك الترس ميكانيكية.



3) حسب وضعية الترس :

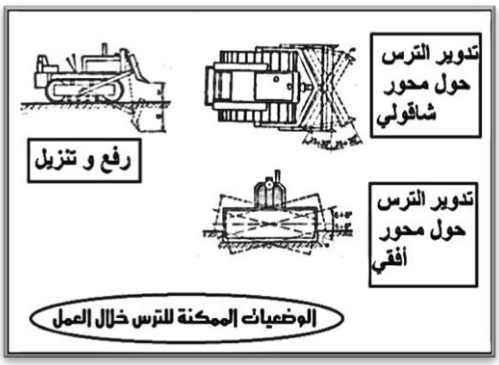
- ترس جبهي :

- يأخذ الترس وضعية جبهية على مسار حركة الجرار ؛ أي أن التربة تُجرف إلى الأمام فقط.

Eng.Dana Akil

- ترس مائل :

- يمكن للترس بالإضافة إلى الوضعية الجبهية وضعية مائلة بالنسبة لمسار حركة الجرار ، و في هذه الحالة يتم جرف التربة جانباً.
- يمكن أن يأخذ الترس أحياناً وضعية مائلة بالنسبة لمستوي السطح الذي يسير عليه ، وذلك من أجل الحصول على ميول معينة في الاتجاه المتصاعد مع اتجاه سير البلدوزر.



◈ مجال الإستخدام :

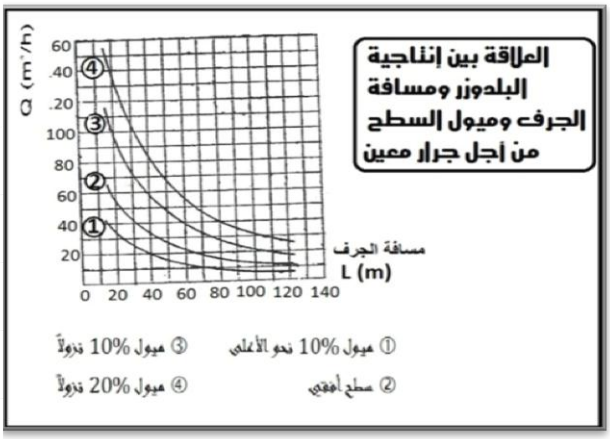
1. تنظيف الموقع من الأنقاض.
2. الحفر في ساحات واسعة.
3. مساعدة الكاشطات في كشط التربة.
4. ردم و حفر الخنادق.
5. فتح الطرق الأولية في المناطق الوعرة.
6. صيانة طرقات النقل في موقع العمل.
7. تنظيف مصاطب الحفر و تسويتها.

◈ طريقة العمل :

❖ عندما يبدأ البلدوزر في العمل يتخذ الترس وضعية منخفضة و يُغرس في التربة إلى عمق $(10 - 30)cm$ ، ومع حركة البلدوزر إلى الأمام تتم عملية كشط الطبقة العليا من السطح و تتكوم الأتربة المجروفة ، أمّا الترس الذي يقوم بدفعها أمامه مسافة لا تتجاوز $100m$.

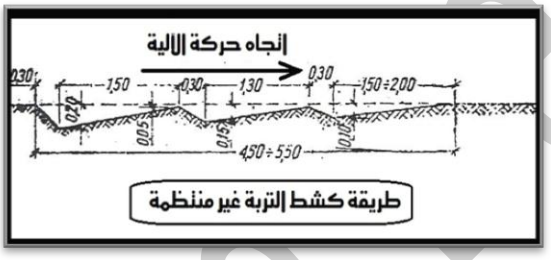
❖ إن أفضل مجال لعمل البلدوزر من $(10 - 50)m$ إذا كان السطح الذي يعمل عليه أفقياً ، و يمكن للبلدوزر أن يقوم بجرف التربة أمامه لمسافة تصل إلى $100m$ إذا كان الجرف يتم على سطح مائل نحو الاسفل.

Eng.Dana Akil



❖ إن البلدوزر الذي يعمل باتجاه الميول نحو الأسفل تزداد إنتاجيته بشكل كبير ، كما هو مبين بالشكل جانباً ؛ لذلك يجب تنظيم عمل البلدوزر بحيث يستفاد من الميول المتوفرة.

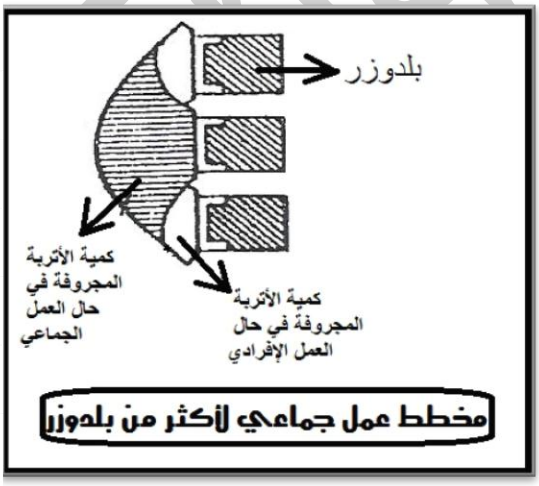
❖ **عملية الكشط** : لها نوعان منتظمة و متدرجة :

عملية كشط التربة المنتظمة	عملية كشط التربة المتدرجة
➢ يتم غرس شفرة الترس لعمق معين ومن ثمَّ كشط طبقة منتظمة من الأتربة السطحية سماكتها $(10-15)cm$. ➢ تستخدم في الأتربة الطرية.	➢ يتم الكشط بالتدريج ، حيث يتم غرس الشفرة مرتين أو ثلاثاً خلال عملية الكشط. ➢ تستخدم في الأتربة القاسية.
	

❖ **العمل الجماعي لأكثر من بلدوزر** :

◆ في حال أعمال التسوية على السطوح الكبيرة يمكن تنظيم العمل بحيث يعمل أكثر من بلدوزر جنباً إلى جنب ، ويتطلب ذلك أن تكون التربة غير قاسية.

◆ تزداد الإنتاجية بنتيجة العمل الجماعي بشكل كبير كما هو مبين جانباً.

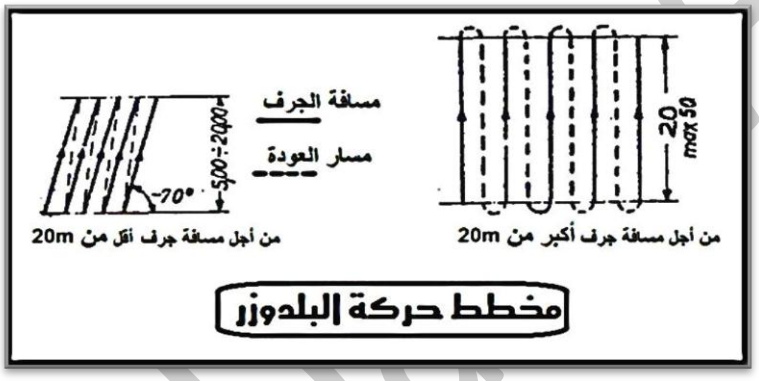


❖ **حركة البلدوزر :**

◆ إذا كانت المسافة اللازمة لجرف التربة أكبر من $20m$ فيفضل في هذه الحالة ألا يقوم البلدوزر بعملية الدوران ليعود إلى الوضعية الأساسية من أجل القيام بعملية جرف جديدة ؛ بل يقوم بتغيير اتجاه الحركة إلى الوراء فقط.

⟲ يعود السبب في ذلك إلى أن دوران الآلية يطيل من دورتها ، وبذلك يكون الوقت اللازم للدوران و العودة إلى الوضعية الأساسية أطول ممّا لو قام بتغيير اتجاه الحركة إلى الوراء و العودة من دون دوران.

◆ أمّا إذا كانت مسافة الجرف تتجاوز ذلك فيفضل أن يقوم البلدوزر بالدوران النظامي ليعود و يأخذ وضعيته الأساسية من أجل القيام بعملية جرف جديدة.



❖ **عملية الجرف** : لها طريقتان : السطحية و الصندوقية :-

❶ الطريقة السطحية :

➢ تعتمد على جرف التربة سطحياً ، وتشكل التربة الفائضة على جوانب الترس خلال الجرف ميولاً معينة تخفف من فيضان التربة خلال إعادة عملية الجرف على المسار نفسه.

❷ الطريقة الصندوقية :

➢ تعتمد على تشكيل صندوق على مسار الجرف ، ويتم ذلك بتكرار عملية الجرف على المسار نفسه لعدد معين من الدورات وبذلك يتشكل صندوق يصل عمقه إلى $0.8m$.

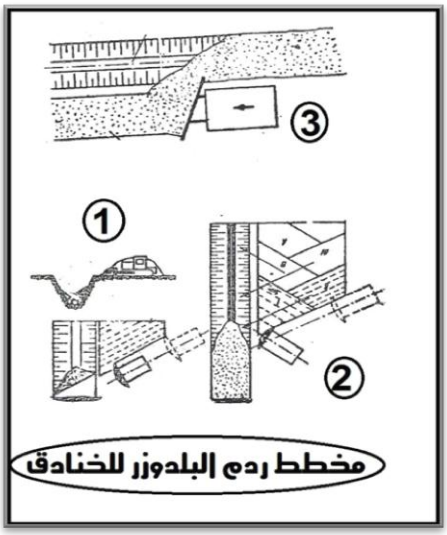
❖ **عملية الردم** :

◆ يستخدم البلدوزر مع الترس المائل جانبياً للقيام بردم الخنادق.

◆ خلال حركة البلدوزر بموازاة الخندق يقوم الترس بجرف الأتربة جانباً في الخندق. ①

◆ أمّا من أجل ردم الخنادق العريضة ، فيستخدم الترس الجبهي وينظم العمل وفق أسلوبين :

- أسلوب يعتمد على جرف التربة بحركة متوازية اتجاهها يصنع زاوية معينة مع مسار الخندق. ②
- أسلوب يعتمد على تجزئة مساحات العمل إلى رقع ، يتم في المرحلة الأولى جرف التربة من الرقعة المجاورة للخندق وإليه. ③



◈ حساب الإنتاجية:

❖ تُقدر إنتاجية البلدوزر بكمية الأتربة التي يستطيع معالجتها خلال ساعة واحدة.

❖ تُعطى بالعلاقة التالية :

$$Q = \frac{3600}{T}.V.\eta_1.\eta_2.\eta_3 \qquad (m^3/h)$$

حيث :

T : دور الآلية (sec).

V : سعة الوعاء (الترس) (m^3).

η_1 : عامل يتعلق بخلخلة التربة.

η_2 : عامل يتعلق بملء الترس.

η_3 : عامل استغلال الزمن في يوم العمل.

❖ إنَّ دورة الآلية T تتألف من زمن ثابت و زمن متغير $\Leftrightarrow$ $T = T_{const} + T_{var}$

Eng.Dana Akil

- الزمن الثابت $[T_{const}]$:

- هو مجموع الأزمنة اللازمة للقيام بجميع الحركات الميكانيكية ما عدا الزمن اللازم لقطع المسافات.

- لا يتعلق بنوعية التربة و مسافة كشط التربة و جرفها ؛ بل يتعلق بنوع البلدوزر و أسلوب عمله.

- يتألف من الأزمنة التالية : $\boxed{T_{const} = t_1 + t_2 + t_3}$

حيث :

t_1 : الزمن اللازم لتغيير علبة السرعة ، و يقدر بـ $\langle 5sec \rangle$ كل مرة يتم فيها تغيير الوضعية.

t_2 : زمن تغيير اتجاه الحركة و يُقدَّر بنحو $\langle 10sec \rangle$.

t_3 : زمن رفع الترس أو إنزاله و يُقدَّر بنحو $\langle 10sec \rangle$.

$$\Longrightarrow \quad T_{const} = 25\ sec$$

- الزمن المتغير $[T_{var}]$:

- هو الزمن اللازم من أجل كشط التربة و جرفها إلى المكان المحدد و من ثمَّ العودة إلى الوضعية الأولية.

- يُعطى بالعلاقة التالية : $\boxed{T_{var} = \frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} + \frac{L_1 + L_2}{V_3}}$

حيث :

L_1 : مسافة الكشط.

L_2 : مسافة الجرف.

V_1 : سرعة الكشط.

V_2 : سرعة الجرف.

V_3 : سرعة العودة.

❖ أمّا بالنسبة لسعة الوعاء (الترس) فتُحسب من العلاقة :

$$\boxed{V = \frac{L.H^2.\mu}{2.tg\varphi} \qquad (m^3)}$$

حيث :

L : طول الترس.

H : ارتفاع الترس.

φ : زاوية احتكاك التربة المخلخلة.

μ : عامل فقدان التربة خلال الجرف.

Eng.Dana Akil

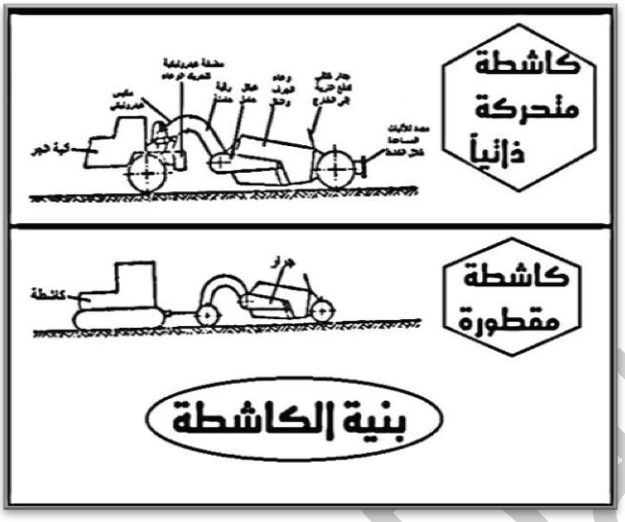
③ الكاشطات (السكريبرات):

◈ التعريف :

❖ هي آلات مخصصة من أجل كشط التربة و تحميلها و نقلها لمسافات تصل إلى $2000m$ وفي حالات حجوم كبيرة تصل مسافات النقل إلى $4000m$ ، و من ثمَّ إعادة فرشها على طبقات منتظمة + تستخدم أحياناً لرص التربة.

❖ تعد الكاشطات آلات مستقلة لأنها تستطيع العمل وحيدة دون الاشتراك مع آلات أخرى.

◈ البنية :



❖ تتألف من ثلاثة أقسام رئيسية :

1. هيكل حامل يرتكز على دواليب مطاطية.
2. وعاء محمول على الهيكل الحامل مزود بشفرة أو أسنان للغرس في التربة و تحميلها.
3. آلية لتحريك الوعاء.

◈ التصنيف:

1) حسب نوعية الجر :

- متحركة ذاتياً (الكاشطة مثبتة مع آلية الجر و تشكلان آلية واحدة).
- مقطورة (تحتاج لجرار تُعلَّق به لتستطيع العمل) ، و نميز فيها:
  - وحيدة المحاور.
  - مزدوجة المحاور.
  - متعددة المحاور.

2) حسب كيفية تحريك الوعاء :

- تحريك هيدروليكي.
- تحريك ميكانيكي.

Eng.Dana Akil

3) حسب كيفية تفريغ الوعاء :
- تفريغ ميكانيكي.
- تفريغ عادي.

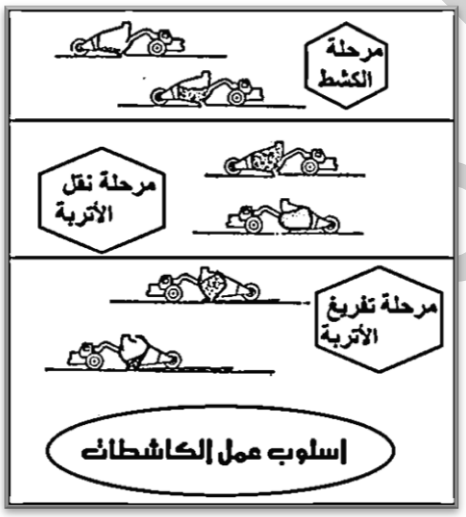
4) حسب نوعية الجرار :
- آلية جر مزنجرة.
- آلية جر على دواليب مطاطية.

◈ مجال الإستخدام :

1. حفر صندوق الطريق و ردم جسم الطريق.
2. أعمال حفر الأقنية العريضة.
3. تسوية السطوح ذات الرقعة الواسعة (المطارات).
4. أعمال السدود الترابية.
5. أعمال استخراج من أماكن الاستخراج المكشوفة.

◈ طريقة العمل :

❖ عندما تبدأ الكاشطة عملها فإن الوعاء ينخفض و تغرس الشفرة في التربة لعمق يتراوح بين $(10 - 30)cm$ ، وعندما تتحرك الآلية إلى الأمام فإن التربة تندفع إلى داخل الوعاء إلى أن يمتلئ فتغلق الفتحة التي اندفع من خلالها التراب الداخل و يرتفع الوعاء قليلاً فوق سطح الأرض ومن ثمَّ تُنقل التربة إلى المكان المخصص ، وهنا يفتح الجدار الأمامي و تتدفق التربة من الفتحة و خلال سير الكاشطة يتم فرش التراب على طبقات تصل حتى $50cm$.



❖ <u>عملية كشط التربة</u> :

◆ تتم بطريقتين :

1. **طريقة الكشط السطحي :**

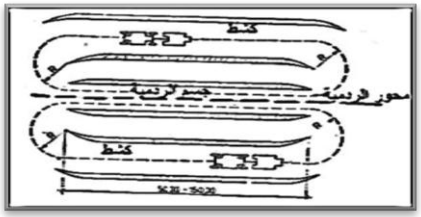
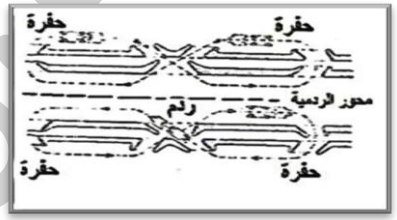
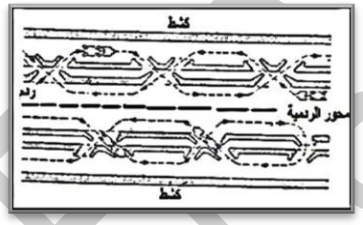
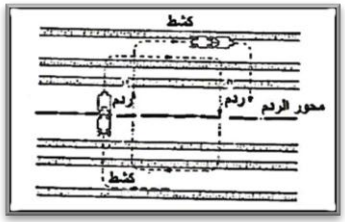
- يعتمد هذا الكشط على الغرس السريع و العميق لشفرة الوعاء في المرحلة الأولى من الكشط ، ولكن مع ازدياد غرس الشفرة في التربة يزداد الإجهاد على الآلية وقد يسبب ذلك عدم تمكنها من الاستمرار في الحركة.
- من أجل تجنب وقوف الآلية فإنه من الضروري رفع الشفرة تدريجياً خلال المرحلة الباقية من الجرف.

2. **الطريقة المتدرجة لكشط التربة :**

- حين يصل الغرس الأول إلى $30cm$ فإن الغرس الأخير قد لا يتجاوز $(8-12)cm$ ، و بنتيجة التغير التدريجي لعمق الغرس في التربة فإنه يتم دفع التربة الموجودة داخل الوعاء بطريقة ديناميكية نحو مؤخرة الوعاء بحيث يمتلئ الوعاء بالتربة بشكل جيد.
- بهذه الطريقة من الكشط يصل عامل تعبئة الوعاء إلى $(1.1-1.2)$.

- يجب أن تتم تعبئة وعاء الكاشطة على مسار مستقيم أو على مسار لا يقل نصف دورانه عن $50m$ ، يفضل أيضاً أن تتم عملية الكشط على طبقات رقيقة لأن ذلك يؤدي إلى خلخلة أفضل للتربة و بالتالي يسهل عملية تعبئة الوعاء و نحصل على تعبئة أفضل.
- يتم تفريغ الوعاء بفرش الأتربة خلال سير الآلية و بسماكة نحو $20cm$.
- يمكن أن تقوم الكاشطة برص التربة المفروشة إذا كانت رطوبة التربة قريبة من الرطوبة المطلوبة وإذا كانت الكاشطة تقوم بمرور متساوٍ على الطبقات المفروشة.
- تقوم الكاشطة بعملها من خلال مخططات حركة رئيسية (مسارات).
- **العوامل المؤثرة في اختيار المسار المناسب للكاشطة :**
  1. أبعاد رقعة العمل.
  2. نوعية المنشأ.
  3. المسافة بين كشط التربة و تفريغها.
- **أشكال المسارات :**

Eng.Dana Akil

نوع الحركة / وجه المقارنة	❶ الحركة البيضوية	❷ حركة ∞	❸ الحركة المتناوبة	❹ الحركة الحلزونية
طريقة العمل	◆ يتم كشط التربة من جوانب الردمية أو من حفر غير عميقة. ◆ تقوم الآلية بدوران $180°$ في نهاية قسم العمل و بدايته ، وفي كل طرف من هذا القسم يتحتم على الآلية أن تصعد إلى أعلى جسم الردمية أو تنزل منه.	◆ تختلف عن الحركة البيضوية بأنها تحتاج إلى دوران واحد في كل عملية كشط و ردم. ◆ تقوم الآلية خلال دورة العمل الواحدة بالكشط و الردم مرتين.	◆ عبارة عن تطوير للحركة (∞). ◆ تقلل من دوران الآلية إلى الحد الأدنى.	◆ يتم كشط التربة من جانبي الردمية باتجاه متوافق مع محور الردمية ، أمّا الردم فيتم على مسار متعامد مع محور الردمية.
مجال الاستخدام	◆ تنفيذ الردميات غير العالية و لغاية $2m$ ارتفاعاً. ◆ عندما تكون جبهة العمل غير طويلة $(50 - 150)m$. ◆ عندما تكون جبهة العمل هي المسافة الكاملة التي ينفذ فيها جسم الردمية.	◆ تشكيل الردميات بكشط جوانب الردمية. ◆ تنفيذ الردميات التي يكون طولها حتى $300m$.	◆ تنفيذ المنشآت ذات المسار الطويل.	◆ عندما يكون عرض الردمية كبيراً و كافياً من أجل تفريغ الوعاء.
مخطط تنفيذ الردمية				

El Dang Aki

◈ حساب الإنتاجية:

❖ تُحسب إنتاجية الكاشطات حسب العلاقة : $$Q = \frac{60}{T}.V.\eta_1.\eta_2.\eta_3$$

حيث :

V : سعة الوعاء (الترس) (m^3).

η_1 : عامل يتعلق بخلخلة التربة.

η_2 : عامل يتعلق بملء الترس.

η_3 : عامل استغلال الزمن في يوم العمل.

T : دور عمل الآلية (sec) ، ويساوي : $$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

حيث :

t_1 : زمن خلخلة الوعاء و تعبئته.

t_2 : زمن نقل الأتربة.

t_3 : زمن كشط التربة.

t_4 : زمن العودة و زمن المناورة.

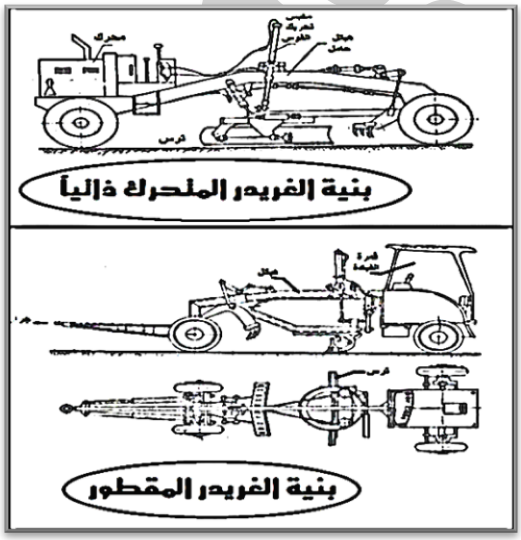
---

④ الغريدر:

◈ التعريف :

❖ هي آلية مخصصة بالدرجة الأولى للقيام بأعمال تسوية طبقات السطوح العليا و تسويتها + تستخدم أيضاً من أجل جرف التربة لمسافة لا تتجاوز $30m$.

◈ البنية :



❖ هيكل حامل يتألف من ذراع طويلة ترتكز على دواليب مطاطية من جهة و جرار من جهة ثانية.

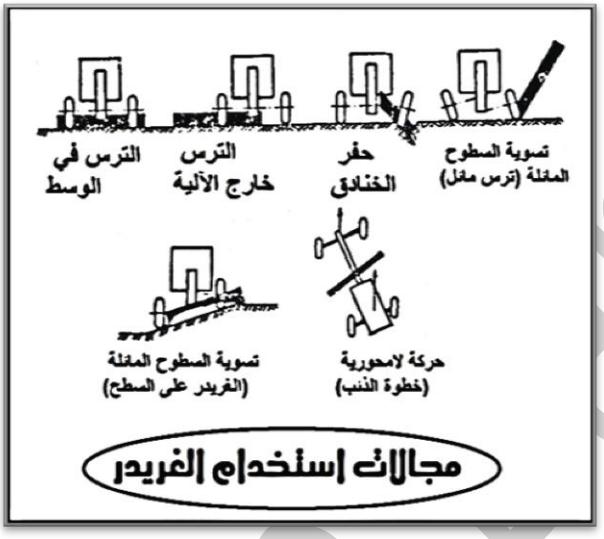
❖ الترس المحمول على الهيكل.

◈ التصنيف:

1) حسب نوعية الجر :
   - متحركة ذاتياً.
   - مقطورة.

2) حسب نوعية التوجيه:
   - هيدروليكية.
   - بوساطة كابلات.

◈ مجال الإستخدام :



1. تمهيد السطوح و تسويتها و إعطاء المقطع الشكل المطلوب.
2. مزج الأتربة و مواد البناء.
3. صيانة الطرقات التي تستعملها آليات الورشة.
4. تنفيذ الميول الجانبية.

◈ طريقة العمل :

- ❖ يعتمد الغريدر على إعطاء الترس الوضعية الفراغية المعينة من أجل تنفيذ المقطع المطلوب.
- ❖ خلال سير الآلية يقو الترس بجرف الطبقات السطحية العليا للأتربة بشكل متساوٍ على السطح.

Eng. Dana Akil

◈ حساب الإنتاجية:

❖ تُحسب إنتاجية الغريدر حسب العلاقة :

$$A = \frac{60.L(l.cos\alpha - 0.5)}{m\left(\frac{60.L}{1000.V} + t_1\right)}.\eta$$

حيث :

A : إنتاجية الغريدر (m^2/h).

L : طول الشوط (m).

l : طول الترس (m).

α : زاوية ميلان الترس عن الوضعية الجبهية له.

0.5: عامل تصحيحي يأخذ بعين الاعتبار تداخل الأشواط.

m: عدد الأشواط اللازمة من أجل تمهيد السطح.

V: سرعة الآلية خلال التمهيد.

t_1 : الزمن اللازم من أجل تغيير اتجاه الآلية.

η: عامل استغلال الزمن.

انتهت المحاضرة الخامسة

Eng.Dana Akil

تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : السادسة **عدد الصفحات : 6**

تاريخ المحاضرة : 19/3/2012

الدكتور : بشّار الحفّار

تابع الفصل الرابع : تقنية الأعمال الترابية

خامساً **تقنية تنفيذ الاعمال الترابية بالطرائق الميكانيكية:**

❺ الطرق الهيدروميكانيكية لتنفيذ الأعمال الترابية :

❖ تشمل هذه الطرق أعمال جرف التربة لسطح ما و نقلها و توزيعها ضمن حدود الموقع أو خارجه ، وتتم كل هذه الأعمال بوساطة الماء.

❖ مميزات الطرق الهيدروميكانيكية :

1. الإنتاجية العالية (تقوم بتنفيذ كمية كبيرة من الأعمال الترابية بزمن قصير).
2. استمرارية تنفيذ الأعمال (طالما المياه موجودة فإن تنفيذ الأعمال جاري).
3. إمكانية تنفيذ الأعمال تحت سطح الماء أو تحت سطح الأرض دون اللجوء إلى تنفيذ أعمال مساعدة مثل تجفيف التربة و إنزال منسوب المياه الجوفية.

Eng.Dana Akil

❖ متطلبات الطرق الهيدروميكانيكية :

1. استخدام تجهيزات فنية خاصة.
2. إنشاء شبكات من الأنابيب و البواري.
3. الأعمال التي تتضمن حجوم كبيرة من الأعمال الترابية.
4. الأعمال التي تتضمن نوعيات من التربة القابلة للذوبان في الماء.
5. توفر مصادر الحصول على الماء و الطاقة.

❖ أعمال الردم و الحفر و التسوية :

- حفر التربة بواسطة المياه و نقلها إلى مكان الردم بواسطة المياه أيضاً ، و هي طريقة ناجحة و اقتصادية عندما تكون الكميات المطلوب تنفيذها بكميات كبيرة و توفر التجهيزات و الطاقة و مصدر مياه مناسب و كافي للتغلب على ارتباط ذرات التربة و المعالجة بواسطة المياه.

❖ أهم التجهيزات الخاصة بالطرق الهيدروميكانيكية لتنفيذ الأعمال الترابية :

1. مدافع الماء :

- تتألف من أسطوانة معدنية ذات ساعد يمكن تحريكها في جميع الاتجاهات الشاقولية و الأفقية موصولة بأنبوب ضخ للماء من محطة ضخ خاصة.
- تُركب في مقدمة الأسطوانة فوهة للتحكم بشدة خروج المياه من المدفع وذلك بطاقة دفع قوية تقوم بحفر التربة و تشكيل الخليط الطيني الذي يتجه بعد تشكله عبر قنوات تصريف سطحية أو عبر بواري تصريف لمكان توزيع التربة أو تشكيل الردميات.

2. المضخات :

- لها أشكال مختلفة من حيث الاستطاعة و نوعيات خاصة بضخ المياه أو ضخ الخليط الطيني.

3. الأنابيب :

- عبارة عن شبكات من الأنابيب المتصلة ذات الأقطار المختلفة.
- تستخدم لنقل المياه من المصدر المائي و شبكة أنابيب خاصة لنقل الخليط الطيني.

❖ **حساب الإنتاجية :**

تُعطى الإنتاجية حسب كمية الماء المتدفق من مدافع الماء اللازم لحفر $1m^3$ من التربة بالعلاقة التالية :

$$\boxed{Q_w = F.V = F.\eta.\sqrt{2g.P}}$$

حيث :

F : مساحة المقطع العرضي لفوهة المدفع عند المخرج (m^2).

V : سرعة خروج الماء من الفوهة (m/sec).

η : عامل الاستهلاك $\eta = (0.9 \rightarrow 0.93)$.

g : تسارع السقوط الحر (m/sec^2).

P : الضغط عند الفوهة $(Pascal)$.

تُعطى الإنتاجية حسب كمية التربة المنقولة بوساطة الماء بالعلاقة التالية :

$$\boxed{Q_s = 3600 Q_w / q_s}$$

حيث :

q_s : حجم الماء اللازم لحفر $1m^3$ من التربة و نقله (m^3).

❖ **أساليب حفر التربة بوساطة مدافع الماء :**

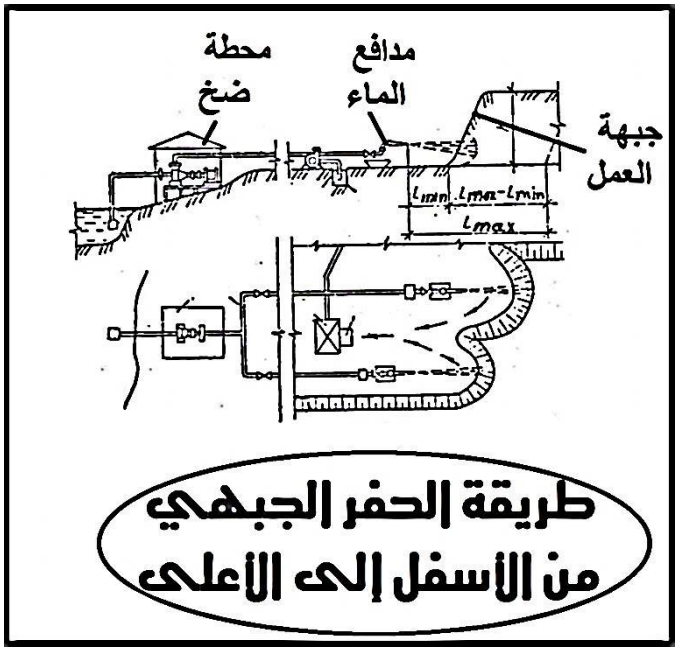
❶ الحفر الجبهي

من الأسفل إلى الأعلى يركز مدفع الماء على القاعدة المواجهة لجبهة الحفر و يتقدم بالاتجاه المعاكس لتصريف الماء الحامل للتربة المحفورة.

تختلف طريقة معالجة التربة الرملية عن طريقة معالجة التربة الغضارية :

التربة الرملية غير المتماسكة	التربة الغضارية المتماسكة
تُعالج التربة بتيار الماء على عرض جبهة العمل بزاوية مساوية للميل الطبيعي.	نقوم بقص قاعدة جبهة العمل من الأسفل حتى انهيار كتلة التربة العليا ثمَّ يتم نقل التربة المنهارة و تجريفها بواسطة المياه.

Eng.Dana Akil



- يُعَّد قص القاعدة من أصعب العمليات (إذ أنه لحفر $1m^3$ من التربة نحتاج إلى ما يصل إلى $50m^3$ ماء).
- نستطيع تحقيق الإنتاجية العالية بتحقيق دورية أكثر لعدد الانهيارات ، كما يُمكن زيادة الإنتاجية بوساطة ضخ الماء في آبار شاقولية بوساطة مدافع الماء تحت ضغط $0.7Mpa$ ؛ إذ أن زيادة رطوبة التربة التربة تسهل عملية الحفر بوساطة مدافع الماء.
- بالنسبة للتربة الثقيلة يُستحسن أن نقوم مبدئياً بعملية خلخلة مسبقة بوساطة البلدوزر أو بالتفجير.
- حرصاً على أمن العمل تُحدَّد المسافة الدنيا لاقتراب مدفع الماء من الوجه الجبهي للتربة بالعلاقة التالية : $\boxed{L_{min} \geq \varphi . h}$

حيث :

h : ارتفاع جبهة العمل (m).

φ : عامل اقتراب مدفع الماء من السطح الشاقولي للتربة المعالجة :

- $\varphi = 0.8 \rightarrow 1.2$ ← عندما يوجه مدفع الماء يدوياً.
- $\varphi = 0.5$ ← عندما يوجه مدفع الماء بأسلوب نصف آلي.
- $\varphi = 0.3$ ← عندما يوجه مدفع الماء آلياً.

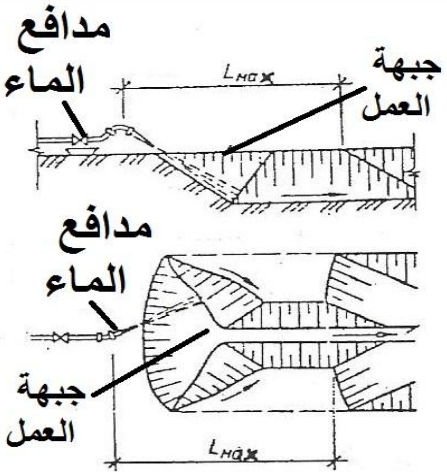
- تكون القوة الأعظمية لشدة تيار الماء المندفع على مسافة $(3 - 4)m$ من فوهة المدفع ؛ لهذا يفضل استخدام المدافع عن قرب من جبهة العمل ، و ارتفاع جبهة العمل يجب ألا يقل عن $3m$.
- عند زيادة مدفع الماء عن جبهة العمل تقل فعالية الحفر ، و تُحدد المسافة العظمى لبعد المدفع عن جبهة العمل بالعلاقة : $\boxed{L_{max} = (0.2 \rightarrow 0.4) \ \ldots \ Pascal}$

Eng.Dana Akil

- إنَّ إعادة التمركز خلال تنفيذ الأعمال يُحسب بالعلاقة : $\boxed{L = L_{max} - L_{min}}$
- تنحصر مساوئ هذا الأسلوب من الحفر ببقاء أجزاء من التربة غير محفورة ممّا يتطلب معالجة لاحقة بوساطة البلدوزر.

---

❷ الحفر التراجعي



- تتوضع مدافع الماء على السطح العلوي لحافة الميول ، ينطبق اتجاه الماء مع اتجاه تصريف الخليطة الطينية.
- طريقة الحفر :
1. حفر القنوات المحورية لتصريف الخليطة الطينية.
2. حفر التربة القريبة من المدفع و على حواف القناة المحورية.عرض جبهة العمل يتراوح ما بين $(10 \rightarrow 15)m$.

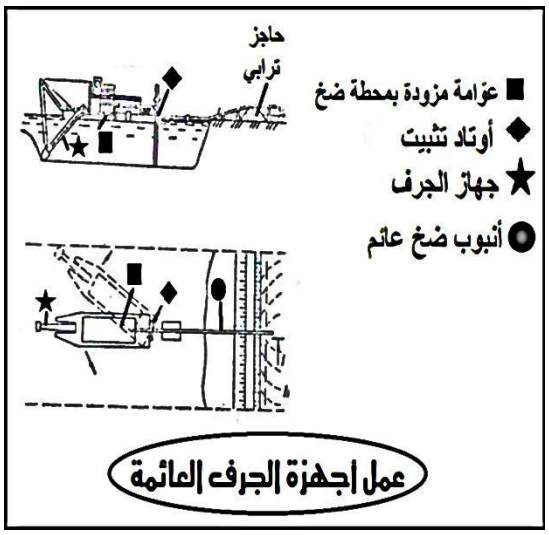
- ميزات أسلوب الحفر التراجعي :
1. توضع التجهيزات في مكان جاف.
2. يستخدم تيار الماء للتصريف و النقل الأسرع للخليطة الطينية إلى أماكن تجميعها ونقلها.
3. انتشار لا بأس به في حفر الترب الرملية.

- مساوئ أسلوب الحفر التراجعي :
1. ضعف الإنتاجية الناتج عند صعوبة حفر قناة التصريف.
2. صعوبة تشكيل الإنهيارات.

❖ أجهزة تجريف وضخ التربة من تحت الماء :

➢ نقوم بوساطة هذه الأجهزة بتعزيل قاع المجمعات المائية وذلك بتجريف وضخ الخليطة الطينية على مساحة محددة تحت الماء تحت ضغط معين بوساطة الأنابيب إلى مناطق التصريف أو انتشار الردميات.

Eng.Dana Akil



- تتألف أجهزة تجريف التربة وضخها من تحت الماء من :
  1. عوّامة مجهَّزة بمعدات تجريف وخلخلة لتربة قعر المجمعات المائية.
  2. مضخة للماء الناقل للتربة على سطوح العوّامة.
  3. أنبوب عائم متصل باليابسة.
  4. أوتاد لتثبيت المجموعة أثناء تنفيذ الأعمال.
- يبدأ العمل بغرس جهاز التجريف لمنسوب معين في قعر المجمع المائي ، و بعد بدء العمل يتحرك الجهاز إلى الخلف وإلى الأمام إضافة الى الجوانب لتوسيع جبهة العمل.
- نحتاج لمعالجة $\langle 1m^3 \rangle$ من التربة الرملية إلى $(7 \rightarrow 11)m^3$ ماء و نحتاج لمعالجة $\langle 1m^3 \rangle$ من تربة رملية خشنة وحصويات إلى $(14 \rightarrow 22)m^3$ ماء.
- هذا الأسلوب من الحفر يستخدم لتنفيذ الردميات ويتم ذلك من خلال ترسيب التربة المحمولة من الماء الحامل لها ، و ذلك عندما تصل سرعة تيار الماء لسرعة لا تتجاوز $(0.03 - 0.3)cm/sec$.
- إذا كان موقع تنفيذ الردمية غير مستوٍ فإننا نقوم بترسيب التربة في أخفض المناطق أولاً.
- نقوم لضمان استمرارية العمل بتنفيذ الردميات على شكل قطاعات ،حيث نقوم بمد شبكات التخديم في قطاع معين في الوقت الذي نقوم به بعملية الترسيب في قطاع آخر انتهت فيه أعمال مد هذه الشبكات .
- لتصريف المياه من القطاعات نقوم بتزويد هذه القطاعات بآبار تصريف تمر عبر بواري إلى خارج مكان الردمية.

انتهت المحاضرة السادسة

Eng.Dana Akil

المحاضرة : السابعة **عدد الصفحات : 15**

تاريخ المحاضرة : 26/3/2012

الدكتور : بشّار الحفّار

تابع الفصل الرابع : تقنية الأعمال الترابية

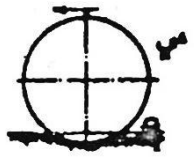
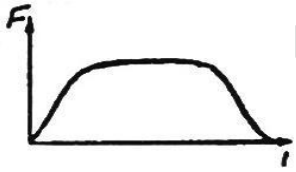
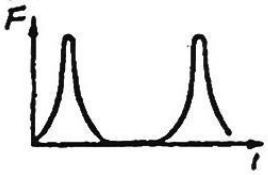
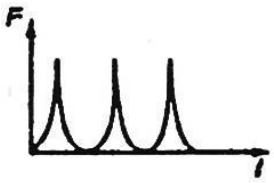
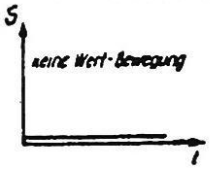
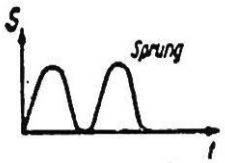
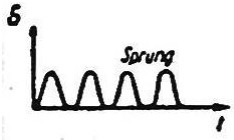
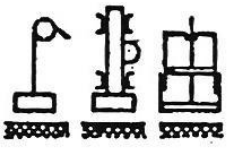
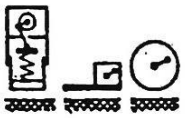
خامساً **تقنية تنفيذ الأعمال الترابية بالطرائق الميكانيكية:**

❻ أعمال رص التربة :

- بعد ردم الترب المختلفة نقوم برص التربة على طبقات متساوية الارتفاع.
- يتعلق ارتفاع طبقة الرص بنوعية التربة و رطوبتها و نوعية الآلية المستخدمة و ظروف موقع العمل.
- الآليات هي عبارة عن معدات هندسية ذاتية الحركة أو مقطورة تقوم بأعمال الرص و الدحل و تهيئة السطوح النهائية لمختلف مراحل إنشاء الردميات المختلفة.
- يتم رص التربة بـ 3 طرق :

1. الدحي : يعتمد على تطبيق حمولات استاتيكية على التربة المراد رصّها.
2. الطَرق : يعتمد على تطبيق حمولات ديناميكية دورية.
3. الاهتزاز : يعتمد على توليد اهتزازات ذات تردد عالٍ في التربة.

Eng.Dana Akil

طريقة الرص / وجه المقارنة	الدحي	الطرق	الإهتزاز
مبدأ العمل			
مخطط تطبيق القوة			
مخطط الحركة الشاقولية			
مخطط عمل الآلات			
الآلات المستخدمة	◆أسطوانات معدنية ملساء. ◆أسطوانات معدنية ذات نتوءات. ◆دواليب مطاطية.	◆مطارق هاوية. ◆مطارق انفجارية. ◆مطرقة كهربائية.	◆مطارق مهتزة. ◆صفائح مهتزة. ◆أسطوانات مهتزة.

- يعتمد رص التربة على توليد قوى أكبر من قوى الاحتكاك السائد فيها و هو ما يؤدي إلى انزياح حبيبات التربة بعضها عن بعض ، و تأخذ الحبيبات الصغيرة مكاناً مناسباً بين الحبيبات الأكبر منها ؛ وبالتالي يزداد الوزن الحجمي للتربة و هو المعيار الذي يُقاس به ارتصاص التربة حيث من الممكن أن ندمج أكثر من نوع من أنواع الرص للحصول على نتائج أفضل وفق المعيار المطلوب.

- يتعلق الوزن الحجمي للتربة بنسبة الرطوبة ، ويُعطى بالعلاقة :

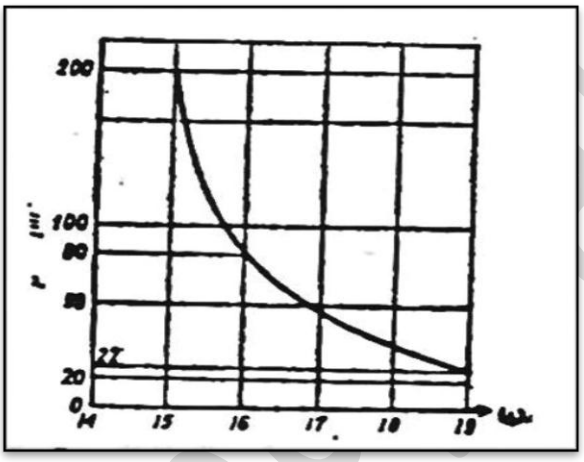
$$\gamma_{os} = \gamma_o * \frac{1}{1+w} \qquad (g/cm^3)$$

حيث :

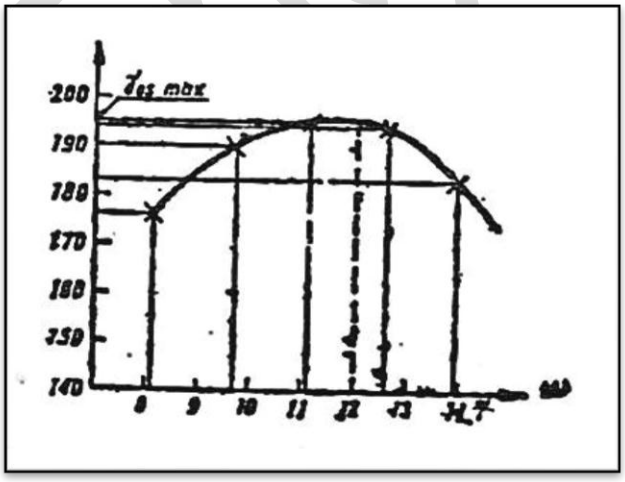
γ_{os} : الوزن الحجمي لعينة التربة الجافة تحت حرارة $105°$.

γ_o : الوزن الحجمي لعينة التربة الرطبة.

w : نسبة الرطوبة.



■ العلاقة بين الوزن الحجمي للتربة ونسبة الرطوبة.



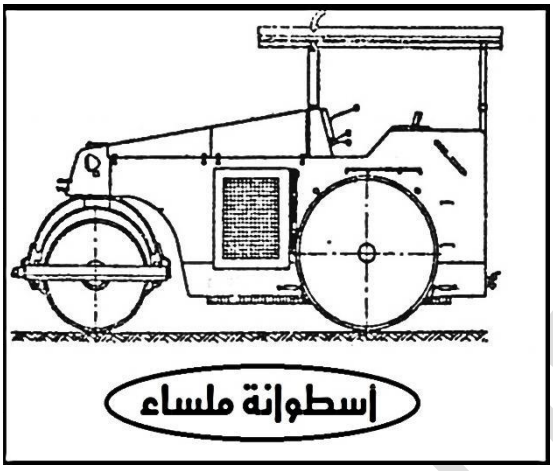
■ العلاقة بين نسبة رطوبة التربة و كمية العمل الميكانيكي المطلوب للرص.

رص التربة

- آليات الرص الاستاتيكية
- آليات الرص الارتجاجية
- رص التربة بوساطة الطرق
- رص التربة في العمق

أولاً : آليات الرص الاستاتيكية :

(1) المداحي ذات الأسطوانات الملساء :



❖ التعريف :

➢ آلية تستخدم لرص التربة بواسطة الضغط الستاتيكي المطبق من أسطوانات معدنية ملساء تمر على السطح العلوي للتربة المراد رصها.

❖ البنية :

➢ تتألف من هيكل حامل لمحاور ترتكز عليها دواليب أسطوانية ملساء معدنية و مفرغة تملأ بالرمل أو بالماء من أجل زيادة وزن الآلية و بالتالي زيادة الضغط على السطح المرصوص.

❖ التصنيف :

➢ حسب نوعية الجر :

1. متحركة ذاتياً.
2. مقطورة.

➢ حسب عدد المحاور :

1. ذات محورين و دولابين أمامي و خلفي.
2. ذات ثلاثة محاور و ثلاث أسطوانات ؛ أي أن كل أسطوانة ترتكز على محور منفصل ، وتمتاز هذه المدحاة بالثقل الكبير الذي يرتكز على الأسطوانة الوسطى عندما تمر فوق منطقة عالية من السطح ممّا يسبب تولد ضغط أكبر على هذه المنطقة و تقوم الأسطوانة برصها تحت فعل ستاتيكي أكبر من غيرها من المناطق.

Eng.Dana Akil

❖ مجال الاستخدام :

- تستخدم في الترب المتماسكة و طبقات الحصويات و الأحجار المكسرة ، ولا يُفضَّل استخدامها لرص التربة الرملية الناعمة أو التربة المفتتة أو الغضارية ذات الرطوبة العالية.
- إن سماكة الطبقة التي يمكن أن ترص بوساطة هذه المداحي تتراوح بين $(10-30)cm$ ، وذلك يتعلق بنوعية التربة ؛ فهي تقل في الترب المتجانسة و تزداد بازدياد الفروقات بين أحجام أجزاء الركام المستخدم.
- مساوئ الآلية :

1. تُولِّد قوى أفقية على سطح التربة فتساعد على تشكيل تعرجات على السطح المرصوص.

✓ للتغلب عليها : يتم تصميم المداحي الملساء الحديثة بحيث يكون الضغط على الأسطوانة الأمامية أصغر من الضغط على الأسطوانات الخلفية ، وبذلك تقوم الأسطوانة الأمامية بعملية رص مبدئية ، أمّا عملية الرص الأساسية فتقوم بها الأسطوانات الخلفية بعد أن تكون طبقة السطح تم رصها مبدئياً ، ممّا يساعد على تجنب هذه التعرجات.

2. تشكل بعد الرص سطحاً أملساً غير مناسب لالتصاق الطبقات اللاحقة.

❖ طريقة العمل :

- تعمل الآلية على رص التربة بمرورها عدة مرات على التربة ، حيث يتم تحديد ضغط الأسطوانات على السطح المراد رصه و كذلك تحديد عدد الأشواط التي يجب أن تقطعها الآلية على السطح المرصوص ، ويتم ذلك بإجراء تجارب أولية على السطح ميدانياً.

- يُحسب ضغط الأسطوانات المطبق على السطح وفق العلاقة :

$$P = \frac{G}{b.\sqrt{h.D}}$$

حيث :

P : الضغط المؤثر في السطح (kg/cm^2).

G : الثقل المطبق على محور الأسطوانة (kg).

b : عرض الأسطوانة (cm).

h : مقدار غروس الأسطوانة في السطح المعالج (cm).

D : قطر الأسطوانة (cm).

- إنَّ عملية الرص يجب أن تبدأ من حواف السطح الذي ترصه الآلية ونحو الداخل وذلك من أجل المحافظة على بنية الطبقة التي تم رصّها.

Eng.Dana Akil

- يُفضَّل ألا يقل طول الشوط عن $200m$ وذلك من أجل الحصول على إنتاجية جيدة نتيجة الإقلال من الزمن اللازم لمناورة الآلية.
- في حال المداحي المقطورة ، فإن قوة الجرار اللازمة لجر المدحاة تُحدَّد حسب ما يلي:

تربة غير متماسكة ← $F = 0.25G$

تربة متماسكة ← $F = 0.40G$

حيث : F : وزن المدحاة.

G : قوى الجر اللازمة.

❖ الإنتاجية :

- تُحسب وفق العلاقة :

$$A = \frac{1000(b - 0.2)}{m}.v.\eta$$

حيث :

A : إنتاجية الآلية مقدرة بالمساحة المنفذة في الساعة (m^2/h).

b : عرض الأسطوانة (m).

0.2 : عامل تصحيحي لتداخل الأشواط.

m : عدد الأشواط.

η : عامل استغلال الزمن.

v : السرعة الوسطية

$$v = \frac{L}{t_1 + t_2}$$

حيث

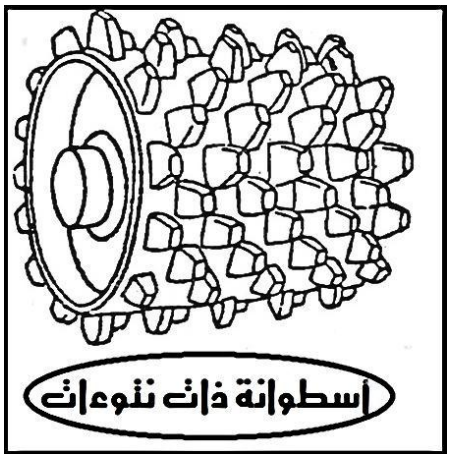
L : طول الشوط.

t_1 : الزمن اللازم لقطع الشوط.

t_2 : الزمن اللازم لتغيير اتجاه الحركة.

Eng Dana Akil

(2) المداحي الأسطوانية ذات النتوءات (أرجل الغنم) :



❖ التعريف :

➢ هي آلية تستخدم من أجل رص التربة بوساطة الضغط الستاتيكي المتولد من عجن التربة.

❖ البنية :

➢ تتألف من هيكل حامل لمحاور ترتكز عليها دواليب أسطوانية ملساء معدنية و مفرغة تملأ بالرمل أو بالماء من أجل زيادة وزن الآلية و بالتالي زيادة الضغط على السطح المرصوص.

❖ التصنيف :

➢ سماكة الطبقة المرصوصة تتراوح بين $(20-40)cm$ وهي تساوي طول النتوءات المثبتة على سطح الأسطوانة.

➢ تحتاج المداحي ذات النتوءات إلى عدد أقل من الأشواك لرص التربة بالمقارنة من الأسطوانات الملساء.

➢ من مميزاتها :

a- إنها لا تولد تعرجات على السطح المرصوص كما في المداحي الأسطوانية الملساء.

b- تترك طبقة خشنة على السطح المرصوص ممّا يساعد على ارتباط جيد مع الطبقات اللاحقة.

➢ إن سلبية هذه المداحي وحيدة وهي صعوبة تنظيفها من الأتربة العالقة بين الأرجل.

➢ قيمة الضغط المتولد على السطح المرصوص تحسب بالعلاقة :

$$\mathrm{P}=\frac{G}{n.A} \qquad (kg/cm^2)$$

حيث :

P : الضغط على السطح.

G : الثقل الواقع على الأسطوانة.

n : عدد النتوءات الموجودة على صف واحد.

A : مساحة النتوء الواحد.

Eng.Dana Akil

❖ مجال الاستخدام :

➢ تستخدم من أجل رص التربة المتماسكة ولا يفضل استخدامها من أجل الترب المفككة.

❖ طريقة العمل :

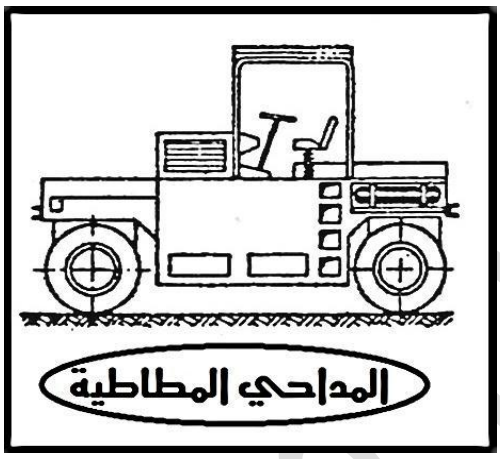
➢ عندما تمر المدحاة ذات النتوءات على سطح التربة تغرس فيها النتوءات و تعجنها و تضغط عليها و ترصها ابتداءً من أسفل طبقة التربة إلى الأعلى ، وإذا تكرر مرورها عدة مرات ، فإن الطول المغروس للنتوءات داخل التربة يتناقص تدريجياً.

❖ الإنتاجية :

➢ تُحسب كما في الأسطوانات الملساء.

---

(3) المداحي المطاطية :



❖ التعريف :

➢ هي آلية لرص التربة بوساطة الضغط الستاتيكي المطبق من سطوح الدواليب المطاطية على سطح التربة.

❖ البنية :

➢ عبارة عن هيكل يحمل صندوق حديدي ، والهيكل يرتكز على محاور وهذه المحاور تحملها دواليب مطاطية قابلة للنفخ تتألف من مجموعتين :

1. أمامية : عددها (9 – 4) دواليب.
2. خلفية : عددها أقل من الأمامية بـ 1.

➢ ويتم ترتيب المسافات بحيث تمر الدواليب الخلفية على المسافة التي لم تمر عليها الدواليب الأمامية.

❖ التصنيف :

➢ حسب نوعية الجر :

1. متحركة ذاتياً.
2. مقطورة.

Eng.Dana Akil

- حسب عدد المحاور :
  1. ذات محورين مترادفين و عدد من الدواليب المطاطية يتراوح بين $(9 - 3)$ على كل محور.
  2. ذات محور واحد (مقطورة) ، وتستخدم من أجل الحصول على ضغوط عالية.
- حسب الوزن :
  1. خفيفة : وزنها لغاية $30\ ton$.
  2. ثقيلة : وزنها لغاية $100\ ton$.

❖ مجال الاستخدام :
- رص أنواع كثيرة من الترب.
- تستخدم على أعماق كبيرة نسبياً.
- في المشاريع ذات الأهمية الكبيرة (ردميات السدود – المطارات).

❖ طريقة العمل :
- تتراوح سماكة الطبقة المرصوصة فيها حسب وزن الآلية ؛ حيث :
  - سماكة الطبقة المرصوصة ← $(15 - 35)cm$ للآليات الخفيفة.
  - سماكة الطبقة المرصوصة ← تصل إلى $(60)cm$ للآليات الثقيلة.
- تتميز بأنه يمكن التحكم بقيمة الضغط المتولد منها على السطح المراد رصه عن طريق:
  1. الدواليب المطاطية القابلة للنفخ.
  2. الصندوق المحمول على الهيكل (يمكن ملؤه بالرمل أو بالماء لزيادة الوزن الذاتي).

❖ الإنتاجية :
- تُحسب كما في الأسطوانات الملساء.

Eng.Dana Akil

ثانياً : آليات الرص الارتجاجية [الاهتزازية] :

❖ مبدأ العمل :

➢ يعتمد على تطبيق تردد جيبي ميكانيكي من عضو الرص في الآلية (أسطوانة – دولاب - صفيحة) ، والذي يؤدي إلى تحرك ذرات التربة للأسفل ممّا يقلل الفراغات فيما بينها نتيجة توضع الحبيبات الصغيرة بين الكبيرة ممّا يؤدي لزيادة الوزن الذاتي للتربة.

➢ إن مردود و فعالية و اقتصادية عملية الرص في المداحي الاهتزازية يتعلق بـ :

1. الوزن الستاتيكي للآلية.
   - بازياد الوزن الستاتيكي للمدحلة (دون أي تغيير في بقية المتحولات) يزداد الضغط الستاتيكي و الديناميكي على التربة بنسبة معينة.

2. عدد الأسطوانات المرتجة :
   - يُقدَّر الاختلاف ما بين مدحلة ذات أسطوانتين مرتجتين و مدحلة ذات أسطوانة ارتجاجية واحدة بنحو 80% على التربة ، ونحو 50% على الاسفلت.

3. تردد الاهتزاز و سعته :
   - إن فعالية المداحي الارتجاجية تأخذ قيمة أعظمية عند التردد $(25 - 50) hertz$.
   - تزداد فعالية المداحي الارتجاجية مع ازدياد سعة الاهتزاز.
   - إن الجمع ما بين سعة كبيرة و تردد عالٍ يولد إجهادات عالية على محاور الأسطوانات وهذا بدوره يؤدي إلى مشكلات تصميمية.

4. سرعة المدحلة :
   - تتناسب سرعة المدحلة عكساً مع قوة الرص.
   - من أجل دحي التراب و الحشوات الصخرية تنحصر سرعة المداحل الارتجاجية عادةً بين $(3 - 6) cm/h$.

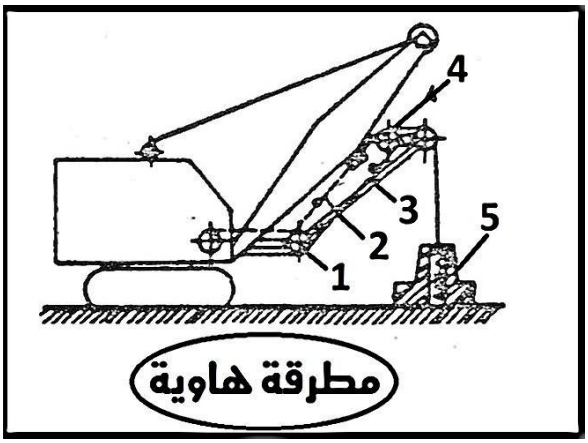
Eng.Dana Akil

ثالثاً : رص التربة بوساطة الطرق :

(1) المطارق الهاوية :

❖ التعريف :

- عبارة عن بلاطة بيتونية تتراوح أبعادها بين $(60 * 60)cm$ و $(120 * 120)cm$ ، ويتراوح وزنها بين $(3 - 1.5)ton$ ، أمّا ارتفاع السقوط الحر فيتراوح ما بين $(1.5 - 2)m$ ، ويبلغ عدد الطرقات $(25 - 15)hits/min$.



❖ طريقة العمل :

- يدير محرك الجرافة ملفاف ① ، والذي بدوره يقوم بتدوير السلسلة ② المجهزة بأكثر من خطاف ③.
- خلال دوران السلسلة يتعلق هذا الخطاف المعلق في نهاية السلك الذي يشد المطرقة ④ ، وعندما يتم جر السلك الذي يشد المطرقة إلى الملفاف ؛ فإنَّ الخطاف يتحرر من الخطاف ③ وتهوي المطرقة على السطح.
- بعدها يقوم أحد الخطافات الموجودة على السلسلة بجر السلك ثانيةً وتتكرر العملية.
- النابض ⑤ الهدف منه تخفيف من فعل الشد الفجائي لخطاف السلك.

❖ الإنتاجية :

- تُحسب وفق العلاقة :

$$A = \frac{60.n\,(a-c)^2}{m}.\eta \qquad (m^2/h)$$

حيث :

A : إنتاجية الآلية (m^2/h).

n : عدد الطرقات في الدقيقة.

a : طول ضلع مربع السطح الطارق (m).

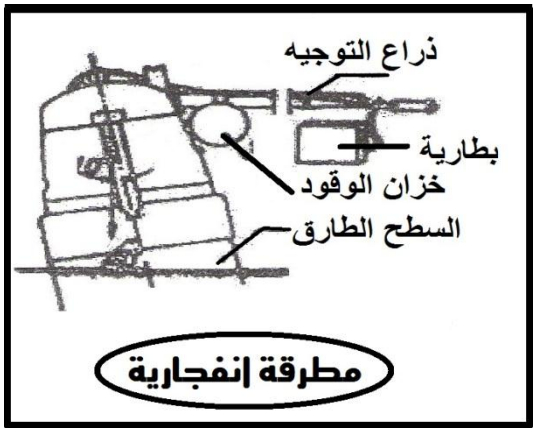
c : عامل تصحيحي لتداخل السطح المطروق.

m : عدد الأشواط.

η : عامل استغلال الزمن.

Eng. Dana Akil

(2)المطارق المرتدة الانفجارية :



❖ طريقة العمل :

- تعتمد على الاستفادة من الطاقة المتولدة من احتراق مزيج من الوقود و الهواء في حجرة احتراق محرك المطرقة بتحريك السطح الطارق بوساطة ذراع تتصل مع مكبس المحرك.
- بنتيجة هذه الحركة فإن المطرقة تقفز إلى الأعلى مسافة $(25-50)cm$ ، ومن ثمَّ السقوط الحر على السطح المطروق ، وتتكرر هذه الحركة بشكل دوري و بتردد يبلغ نحو $(50)hits/min$.
- تستخدم المطارق الانفجارية في المناطق الضيقة (رص التربة بين الأساسات).

❖ تصنيف المطارق الانفجارية حسب وزنها :

وجه المقارنة / نوع المطرقة	الوزن (kg)	سماكة الطبقة المرصوصة (cm)
خفيفة	$(65-200)$	$(10-25)$
متوسطة	$(200-500)$	$(20-30)$
ثقيلة	$(500-2000)$	$(30-70)$

❖ الإنتاجية :

- تُحسب وفق العلاقة :

$$A=\frac{60.n.l\,(D-C)}{m}.\eta \qquad (m^2/h)$$

حيث :

A : إنتاجية الآلية (m^2/h).

n : عدد الطرقات في الدقيقة.

l : خطوة المطرقة.

D : قطر السطح الطارق أو عرضه.

C : مسافة تداخل السطوح المطروقة.

η : عامل استغلال الزمن.

Eng Dana Akil

(3)المطارق الكهربائية:

❖ التعريف :

- يتراوح وزن المطرقة الكهربائية بين $(35 - 150)kg$.
- أمّا تردد المطرقة الكهربائية فيتراوح ما بين $(450 - 600)hits/min$

❖ طريقة العمل :

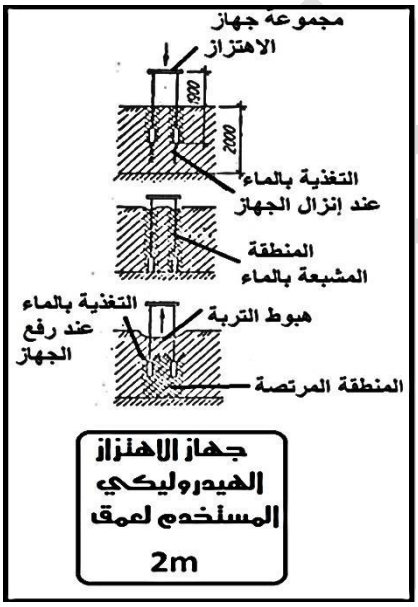
- تعتمد على تحريك سطح المطرقة بوساطة ذراع متصلة بمحرك كهربائي.
- تستخدم المطارق الكهربائية من أجل رص التربة في الأماكن التي لا تصل إليها المطارق الأكبر.

❖ الإنتاجية :

- تُحسب كما في المطارق المرتدة الانفجارية.

رابعاً : رص التربة في العمق :

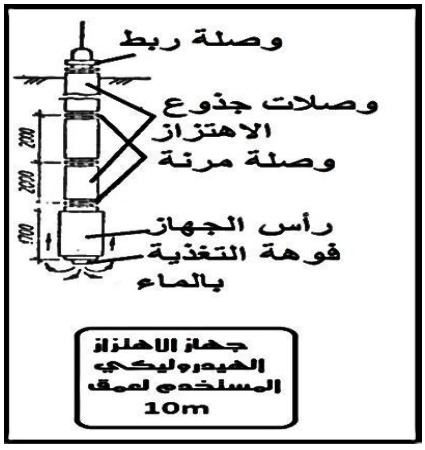
1. نقوم بتنفيذه بوساطة أجهزة الاهتزاز الهيدروليكية المزودة بأنابيب لضخ الماء اللازم لترطيب التربة.



2. تغرس مجموعة الاهتزاز في جسم التربة المراد رصها بوساطة رافعة لعمق $2m$ ، ويبدأ الاهتزاز لفترة $(20 - 30)sec$.

3. تتحول تحت تأثير الموجات الاهتزازية حبيبات التربة المشبعة بالماء لتربة قابلة للهبوط و الارتصاص.

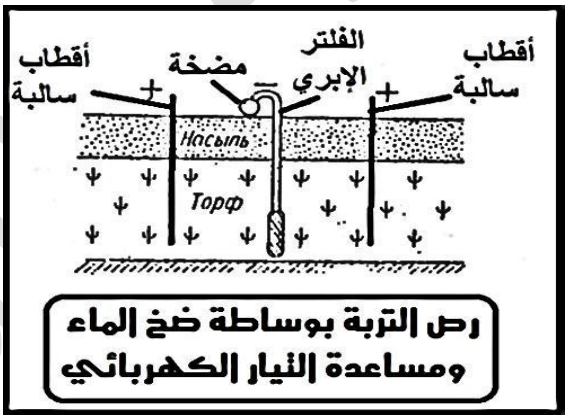
4. عند الانتهاء من عملية الاهتزاز نرفع المجموعة مع إبقاء تدفق الماء مستمراً ، تستغرق هذه العملية $(2 - 3)sec$.

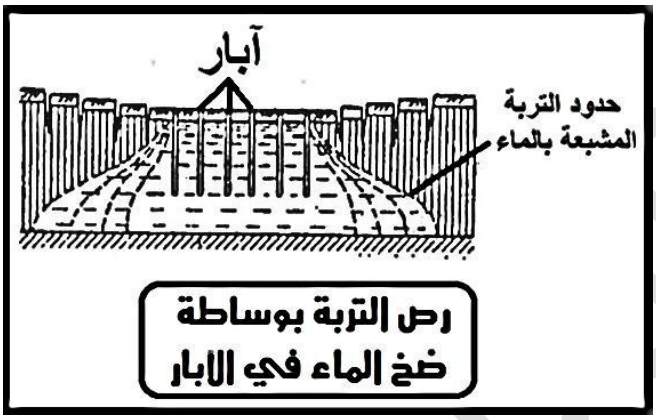


5. نقوم بغرس جهاز الاهتزاز الهيدروليكي المركب على عمود طويل ورفعه بوساطة الرافعة و نستطيع بوساطته رص تربة رملية لعمق يصل إلى $10m$.

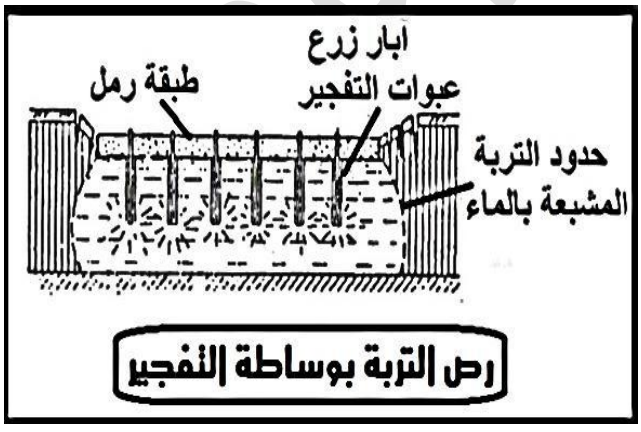
6. نقوم برص التربة السكنية بوساطة الماء وذلك بصبه مبدئياً في آبار معبأة بمواد نفوذة للماء.

7. يتم رص التربة تحت تأثير الوزن الذاتي للتربة ولهذا فإن الطبقات العليا تتطلب رصاً إضافياً بوساطة الدحي أو الطرق.

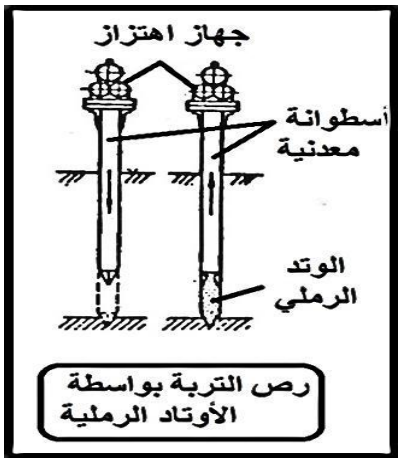




8. حفر الآبار و ملؤها بالمواد النفوذة غير معقد إلا أن عملية الهبوط الذاتي تتم ببطء قد يصل إلى 100 يوم، ولكننا نستطيع اختصار هذا الوقت إلى (7 – 3) أيام وذلك بحشو هذه الآبار بمواد متفجرة نقوم بتفجيرها بشكل متتالٍ بفارق زمني لا يزيد علي بضع ثوانٍ.



9. نقوم برص التربة الغضارية الطرية و الوحلية و الطينية بوساطة طبقة من الرمل أو بوساطة الأوتاد الرملية ، وننفذ ذلك بوساطة أسطوانة متعددة الاستخدام يترواح قطرها بين $(400 - 500)mm$ ، مزودة بنهاية قابلة للانفتاح.



10. تحرك الأسطوانة أثناء نزولها في جسم التربة و ترصها وبعد أن ننزلها في جسم التربة نقوم بتعبئتها بمواد رملية ومن ثمَّ نقوم بسحب الأسطوانة الفارغة.

انتهت المحاضرة السابعة

Eng.Dana Akil

تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : الثامنة **عدد الصفحات : 13**

تاريخ المحاضرة : 2/4/2012

الدكتور : بشّار الحفّار

تابع الفصل الرابع : تقنية الأعمال الترابية

خامساً **تقنية تنفيذ الأعمال الترابية بالطرائق الميكانيكية:**

❼ أعمال التفجير :

أولاً : تمهيد :

- المواد المتفجرة :

عبارة عن مواد كيميائية أو خليط منها قادرة تحت التأثير الخارجي عليها أن تتحول إلى غاز بسرعة مشكلة ضغطاً غازياً هائلاً مولداً لطاقة ضخمة.

- يرافق انفجار شحنة المتفجرات إفراز للطاقة و موجة صادمة مع ضغط للغاز حيث تستطيع هذه الطاقة تحطيم أكثر أنواع الصخور متانة.

- العبوة :

عبارة عن كمية المتفجر المحددة بالوزن و التي يتم وضعها في الكتلة الترابية أو الصخرية المراد تفجيرها.

- تبعاً لسرعة الانفجار تُقسم الانفجارات إلى 3 مجموعات :

Eng.Dana Akil

لنوع / وجه المقارنة	المتفجرات الصاعقة و الخطيرة	المتفجرات سريعة الانفجار	المتفجرات البطيئة
المميزات	◆ تتصف بسرعة تفجرها حال التأثير المباشر من خلال الشرارة أو النار أو الطرق أو الاحتكاك. ◆ تتصف بالخطورة.	◆ تتميز بحساسيتها القليلة للطرق فهي توفر الأمان بالتعامل معها ممّا أدى إلى استخدامها الواسع.	◆ تتميز ببطء سرعة الانفجار.
أمثلة	◆ المتفجرات الزئبقية. ◆ أسيد الرصاص.	◆ الديناميت. ◆ الأمونيت. ◆ التروتيل.	◆ البارود بأنواعه. ◆ خلطة من نترات الأمونيات و الكبريت و الفحم.

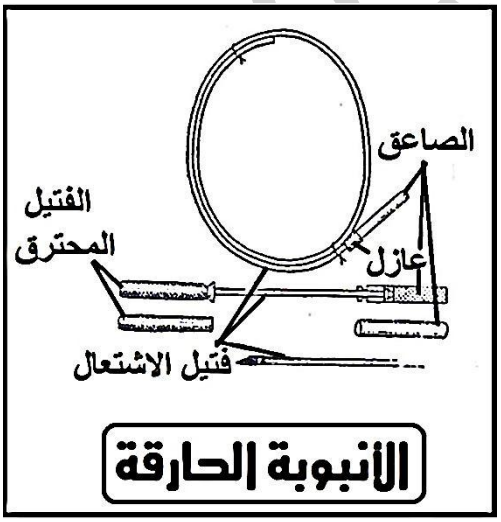
ثانياً : أساليب التفجير :

(1) الأسلوب الناري :

- يعد الأسلوب الأساسي و يتم بواسطته تفجير الشحنات المفردة (تفجير جذور الأشجار – حفر القنوات الأفقية – تفجير الأساسات).
- يتم التفجير بوساطة :

a- كبسولة الصاعق و فتيل ناقل للهب (الفتيل الصاعق) إضافة إلى أنبوبة توليد اللهب (الأنبوبة الحارقة).

b- المشعل (أنبوبة حارقة + فتيل اشتعال + مشعل ميكانيكي أو احتكاكي).

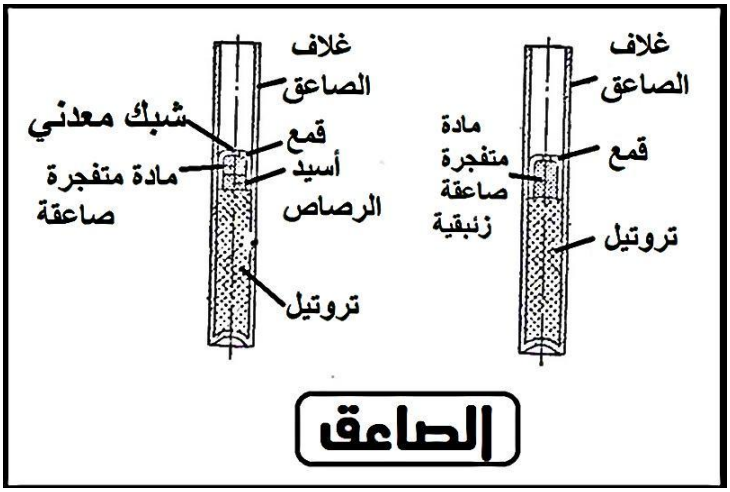


- الأنبوبة الحارقة :

- هي عبارة عن أنبوبة معدنية مزودة بفتيل اشتعال طرفه الحر ذو قص مائل ، ويمكن إعدادها في موقع العمل.

Eng. Dana Akil

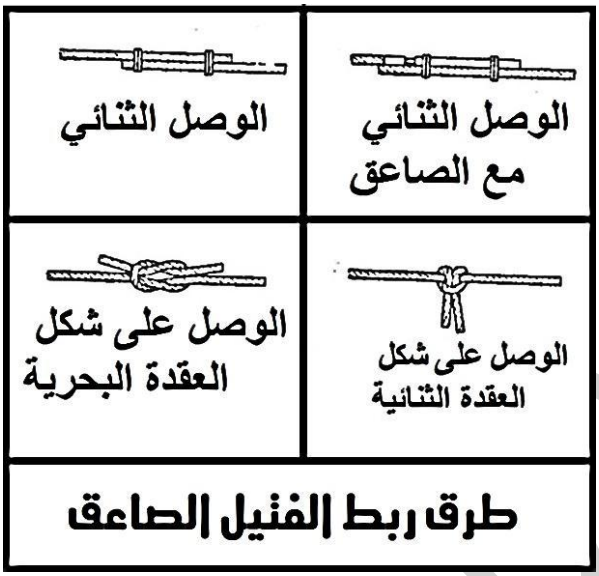
- الصاعق :



- يكون مغلف بغلاف من الألمنيوم أو النحاس أو الورق ، ويقوم بتفجير الشحنة.
- يحدث انفجار الصاعق تحت تأثير شرارة الفتيل المشتعل من لهب المشعل الكهربائي أو من انفجار الفتيل الصاعق.

- الفتيل الصاعق :

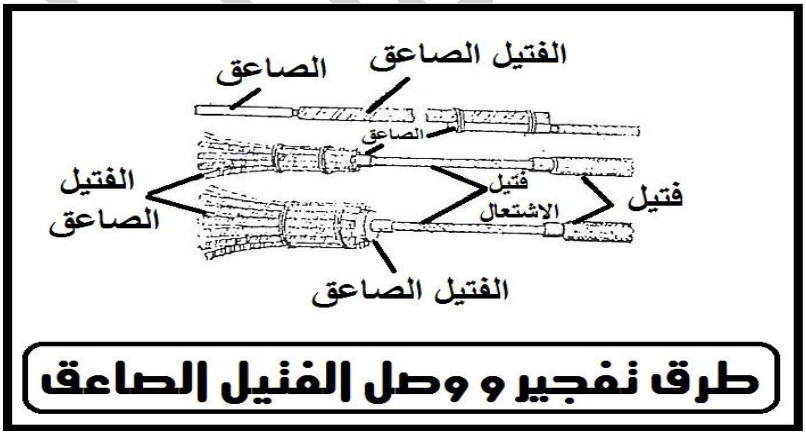
- يستخدم للتفجير الآلي لعدة شحنات و يحتوي الفتيل بداخله على مواد متفجرة من مجموعة المتفجرات السريعة.
- تكون المواد المتفجرة محاطة بخيطين موجهين و بعدد من الخيوط المغلفة المحاطة بمادة عازلة للرطوبة.



- يتم التفجير بطريقتين :

a- بواسطة الأنبوب الحارقة :
إذا كانت نهايات الفتيل الصاعق لا تزيد على (6).

b- بواسطة وصلة ربط أسطوانية :
إذا كانت نهايات الفتيل الصاعق تزيد عن (6).



- حيث يوصل الفتيل بعد خروجه من الشحنات على التسلسل أو على التفرع أو بشكل رزم.

Eng.Dana Akil

(2) الأسلوب الكهربائي:

- يستخدم عند تفجير عدد كبير من الشحنات و يحتاج هذا الأسلوب إلى :
  1. أجهزة فحص و قياس كهربائية.
  2. صاعق كهربائي.
  3. أشرطة وصل كهربائي.
  4. مولد تيار كهربائي.

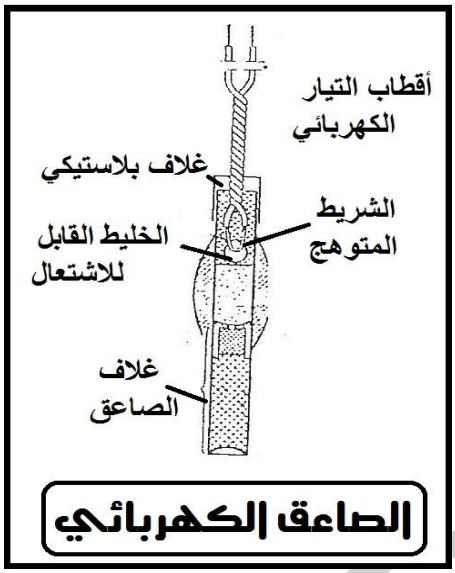
- نميز للصاعق الكهربائي حالتين :

a- صاعق كهربائي سريع التأثر :

- تكون كبسولة الصاعق و المشعل الكهربائي مجموعتين في مظروف معدني.

b- صاعق كهربائي بطيء الانفجار :

- حيث يحتوي بالإضافة لما يحتويه الصاعق سريع التأثر على مبطئ انفجار متوضع بين مركب الاشتعال و كبسولة الصاعق.



- أمّا مولدات التيار الكهربائي فيمكن أن تكون :
  1. مولدات ميكانيكية (مولدات).
  2. بطاريات جافة.
  3. مولدات حمضية.
  4. مولدات الطاقة و الإنارة.

- ويتم وصل شبكات التفجير حسب نوعية مولدات التيار الكهربائي على التسلسل أو على التوازي بالصواعق.

ثالثاً : الطرق الأساسية لتنفيذ الأعمال الترابية بواسطة التفجير :

- تتضمن عملية معالجة التربة بواسطة التفجير الأمور التالية :
  1. إنشاء مكان لوضع (حفر آبار أو ثقوب أو عمل تجاويف ضمن الصخور).
  2. تحضير و وضع شحنة المواد المتفجرة.
  3. تفجير الشحنة و تحميل التربة المفتتة.

Eng.Dana Akil

- نختار تكنولوجيا التفجير بحيث تؤمن الأمور التالية:
1. حجم العبوة الكافي لتفتيت التربة و الصخور بالنعومة المطلوبة و تحقيق الميول المطلوبة للحفريات و الردميات.
2. اقتصادية و أمن العمل.
3. تأمين كمية من التربة المخلخلة بوسائل التفجير تسمح بالعمل المتواصل لآليات الحفر و التحميل.

- إنَّ الفعالية الخارجية لتأثير انفجار العبوة يُحَدَّد بـ :
1. قطر الحفرة المتشكلة مأخوذاً على سطح الأرض.
2. العمق الظاهر لهذه الحفريات (من سطح الأرض حتى قعر الحفرة الظاهر).

- أمّا التأثير التدميري لانفجار العبوة يتم تحديده بعامل تأثير الانفجار بالعلاقة :

$$\boxed{n = \frac{r}{w}}$$

حيث :

r : قطر الحفرة.

w : مسافة المقاومة الدنيا ؛ وهي المسافة من مركز العبوة حتى المستوى الأقرب للسطح الحر.

وبحسب قيم n يمكن تصنيف أنواع الحفريات كالتالي :

$n = 1$	الحفرة عادية + الانفجار طبيعي
$n > 1$	الحفرة واسعة + الانفجار قوي
$n < 1$	الحفرة غير موجودة + الانفجار داخلي
$n = 0$	الانفجار يتم داخل سطح الأرض

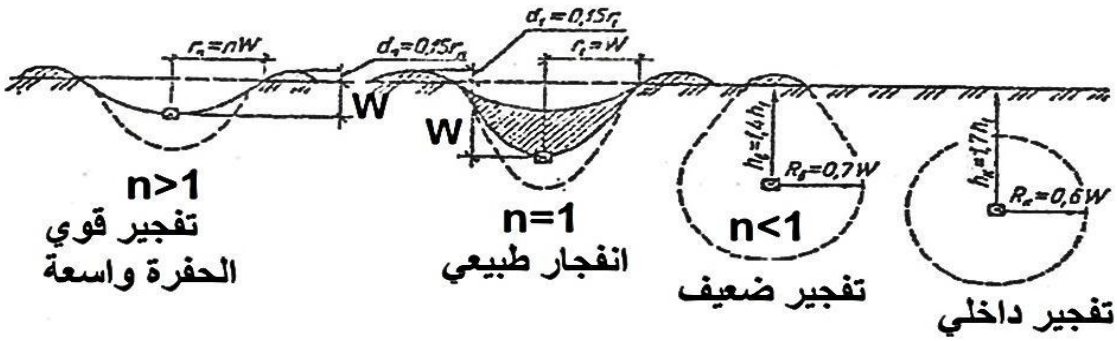
- لتحقيق الاقتصادية بمصروف المواد المتفجرة عند حساب العبوات ، تُؤخذ قيمة n كالتالي :

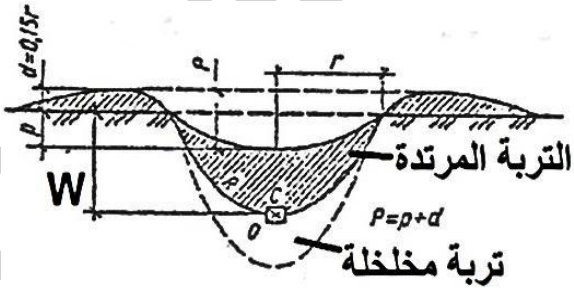
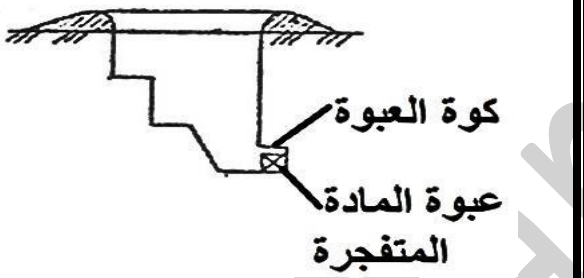
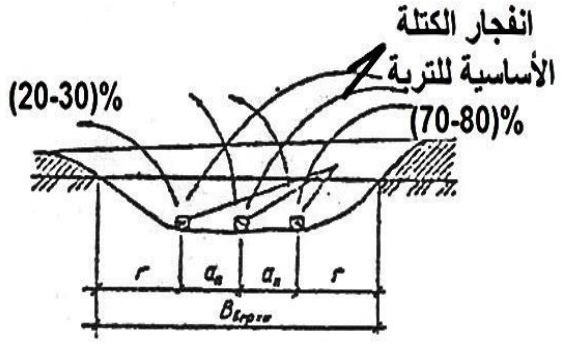
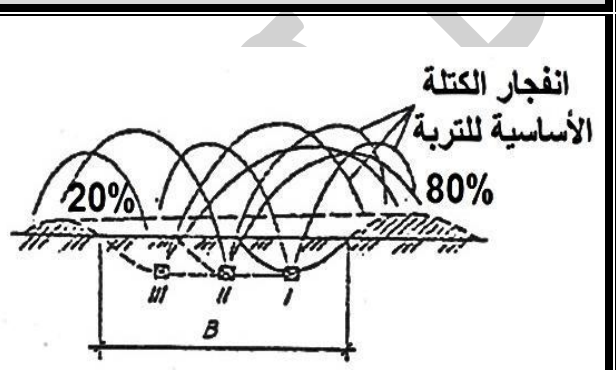
$n = \langle 1.5 \rightarrow 3 \rangle$ للعبوات المركزة.

$n = \langle 2.5 \rightarrow 3.5 \rangle$ للعبوات الموزعة.

Eng Dana Akil

شكل توضع العبوات في التربة :



فعالية التفجير	
	
عناصر الحفرة	مكان توضع العبوة المركزة
	
توضع عبوات التفجير الموجة (بفواصل زمنية محددة)	توضع عبوات التفجير الموجة (بوقت واحد)

رابعاً : الطرق الأساسية للتفجير وفق توضع العبوات :

(1) طريقة عبوات الثقوب :

- تستخدم للتفجير السطحي و للتفجير تحت الأرض (الحفر المكشوفة أو الداخلية).
- يتم وضع الشحن في الثقوب حتى ارتفاع $(2/3)$ من طول الثقب أما الثلث الباقي فيملأ بخليط من الرمل و الغضار ثمَّ بعد ذلك بالرمل.
- يتم تفجير الثقوب الواقعة في كل صف بشكل متزامن حيث يتم في البدء تفجير الصف القريب إلى حافة الحفرة و بعد ذلك الصف الذي يليه و هكذا حتى النهاية.
- في حالة الصخور الكبيرة و المتوضعة بشكل منفرد فإننا نقوم بعمل ثقوب ذات أقطار غير كبيرة $(25-30)mm$ و بأطوال $\%(50-75)$ من ارتفاع الصخرة ، أمّا المسافة بين الثقوب فتؤخذ مساوية لارتفاع الصخرة أو لضعفي ارتفاع الصخرة و يتم تفجير جميع الثقوب في الوقت نفسه.

---

(2) طريقة عبوات الآبار:

- نقوم بحفر الآبار بمحاذاة حافة جبهة العمل بعمق $(10-30)m$ ، وبقطر $200mm$ ، وممكن أن تكون مائلة أو شاقولية وعادةً يجري تعميقها إلى أسفل قعر الحفرة بمقدار $(1-2)m$ و يملأ الجزء السفلي للبئر بالشحنة المتفجرة ، أمّا القسم العلوي فيُحشى بسدادة غضارية رملية.
- تتعلق المسافة من الصف الأول للآبار إلى أقرب سطح حر (w) بارتفاع الحفر و يؤخذ على الشكل :

$$\left.\begin{array}{rcl} H/2 & : \text{ من أجل } & H=10m \leftarrow \\ H/4 & : \text{ من أجل } & H=25m \leftarrow \end{array}\right]$$

- المسافة بين الآبار تساوي : $\boxed{a=(0.7\rightarrow 0.9)w}$

أمّا المسافة بين الصفوف تساوي : $\boxed{b=(0.7\rightarrow 0.8)w}$

- ويتم التفجير بالوسائط الكهربائية أو الفتيل الصاعق ، ويمكن القيام بالتفجير بشكل سريع أو بطيء ، وبفواصل زمنية أو بآنٍ واحد.

Eng.Dana Akil

(3) طريقة العبوة بشكل حوجلة :

- تستخدم في الحالات التي لا يتسع فيها الثقب أو البئر لحجم الشحنة من المادة المتفجرة ، عند ذلك نقوم بعمل تجويف في قعر الثقب أو البئر (توسيع قاعدته على شكل كرة) ، ونقوم بالتفجير عن طريق تفجير شحنة أو عدة شحنات محشوة بالتتالي.
- ميزات الطريقة :
  1. تأمين إمكانية وضع كمية كبيرة من المادة المتفجرة.
  2. التوفير في أعمال حفر الآبار أو الثقوب ذات الكلفة العالية.

---

(4) طريقة العبوات في الجيوب الصغيرة (الأكمام):

- تستخدم عندما لا يزيد ارتفاع الكتلة المراد تفجيرها على $6m$ في أنواع الترب غير الصخرية ، وفي حالات التفجير الخاصة مثل تفجير أساس معين.
- يجب أن يساوي طول الجيب (الكم) $2/3$ من ارتفاع الحفرة وبحيث لا يزيد عن $6m$ ، وتكون المسافة بين الجيوب:

$$\boxed{b = (0.8 \rightarrow 1.5)w}$$

- استخدامات الطريقة :
  1. للكتل الترابية الكبيرة.
  2. لحفر حفريات أو خنادق ذات المقاييس الكبيرة.

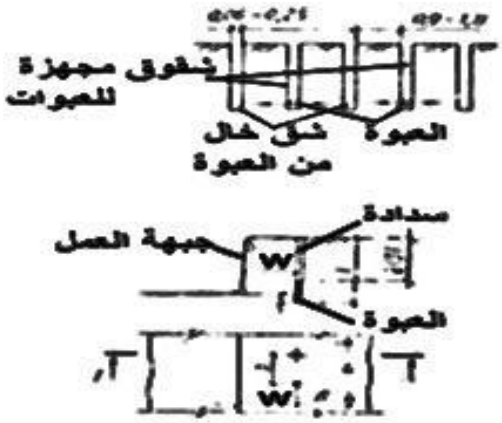
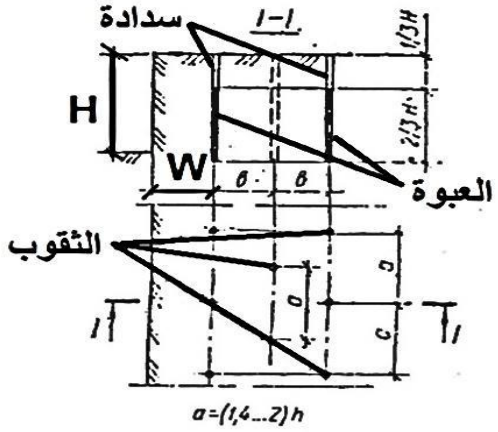
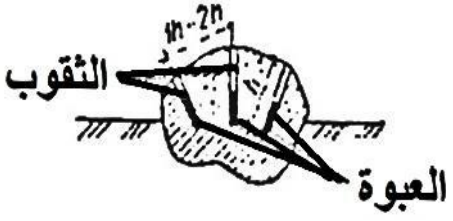
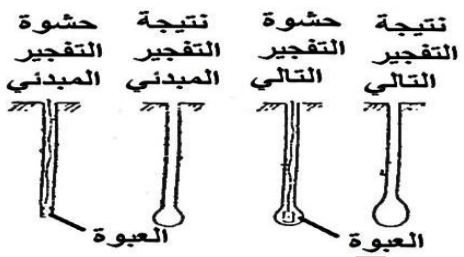
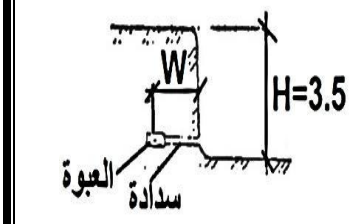
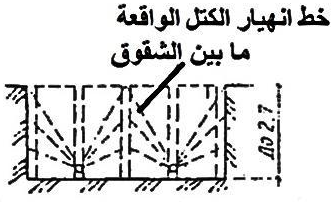
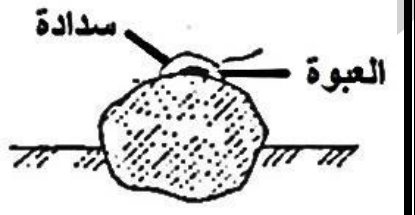
---

(5) طريقة العبوات المتوضعة على السطح :

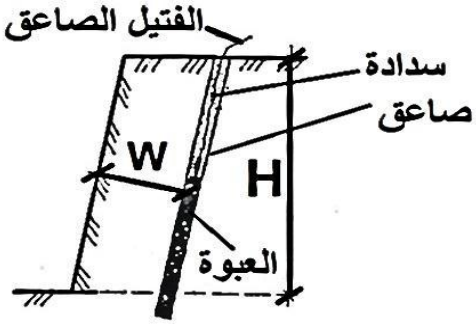
- تستخدم لتحطيم السطوح المنفردة بما فيها الصخور المتوضعة تحت الماء ، بالإضافة إلى استخدامها في الأعمال الخاصة لهدم المنشآت المعدنية و للتقليل من تطاير الأجزاء يتم تغطية العبوة بطبقة من الغضار و الرمل.
- تُفجَّر عادةً العبوات المنفردة بواسطة الفتيل الصاعق أو المشعل الكهربائي.
- تتميز هذه الطريقة بالاستهلاك المرتفع للمادة المتفجرة و بالتطاير الكبير لأجزاء المادة الجاري تفجيرها.
- من الممكن استخدام عدة طرق متداخلة :
  1. حفر الخنادق.
  2. توسيع الحفريات.
  3. فتح الطريق في الجبال (حشوة الآبار و الثقوب).
  4. تفجير التربة الزائدة التي لا تملك ميولاً معينة (جيبية شاقولية أفقية).

Eng. Dana Akil

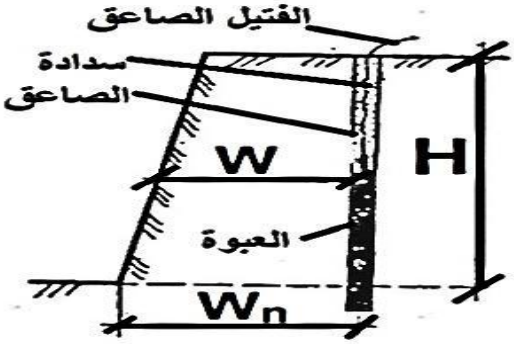
أشكال و طرق وضع العبوات أثناء القيام بعمليات خلخلة التربة :

	
توضع العبوة في الآبار المحفورة مسبقاً	توضع العبوات في الثقوب
	
توضع العبوات في الثقوب لتفجير صخرة	تسلسل تنفيذ الفجوات في الثقوب
		
توضع العبوة في الجيب	توضع العبوة في الشقوق	توضع الحشوة السطحي

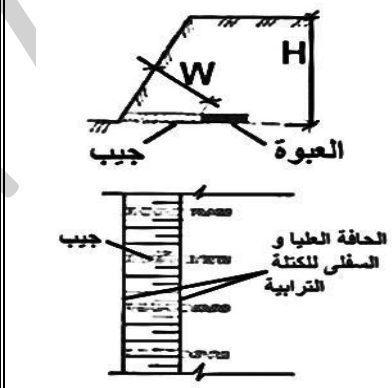
أشكال توضع العبوات لمختلف أشكال تفجير الكتل الترابية المرتفعة



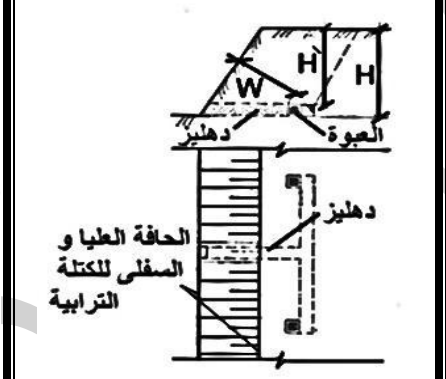
حشوة الآبار المائلة



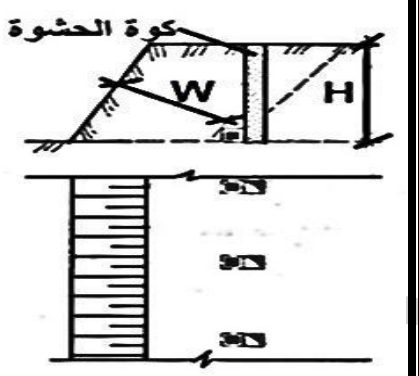
حشوة الآبار الشاقولية



الحشوة الجيبية

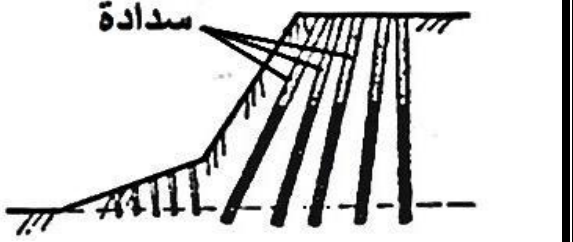


الحشوة الجيبية الأفقية



الحشوة الجيبية الشاقولية

الحشوات المركبة الجيبية الشاقولية و الأفقية



الحشوات المركبة حشوة الآبار و حشوة الثقوب

خامساً : خلخلة التربة بواسطة التفجير :

(1) الخلخلة بواسطة العبوات المتوضعة في الثقوب :

- تستخدم تبعاً لعمق حفرة الخندق المراد تنفيذها على طبقة واحدة أو على عدة طبقات و يتعلق عدد الطبقات بنوعية التربة أمّا بالنسبة لعدد الصفوف فيؤخذ على الشكل التالي :

a- في الخنادق التي عرضها في الأعلى قريب من عمقها : يتم خلخلتها في حشوات متوضعة في ثقوب على صف واحد.

b- في الخنادق التي عرضها في الأعلى يصل إلى 1.5 من عمقها : يتم استخدام صفين من الشحنات.

و إذا كان العرض أكبر من ذلك نستخدم ثلاثة صفوف أو أكثر حسب الحاجة.

c- من أجل الخنادق العميقة و الضيقة : يؤخذ ارتفاع الطبقة $(0.7 - 0.5)$ من العرض.

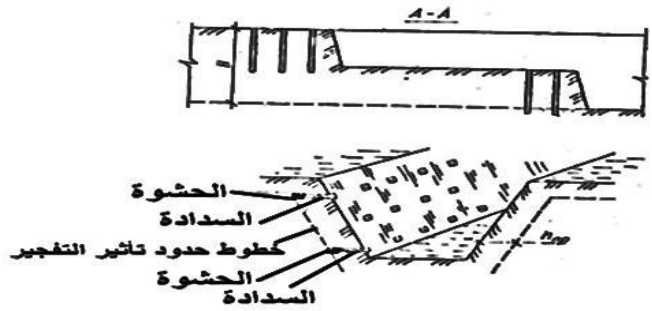
(2) الخلخلة بواسطة العبوات المتوضعة في الآبار:

- تستخدم في تشكيل الحفر ذات الحجم الكبير.
- تتم الخلخلة على كامل المقطع :

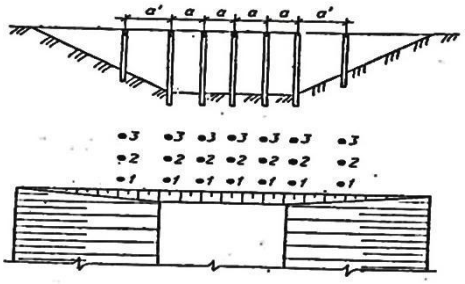
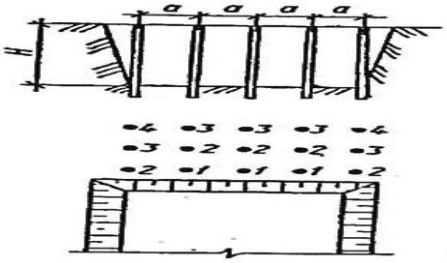
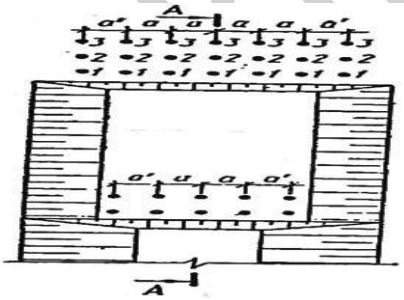
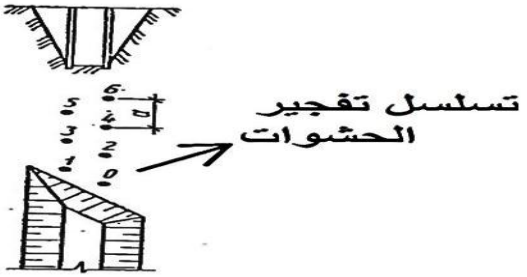
a- من أجل خنادق عمقها حتى $15m$ وميل جوانبها لا يقل عن $(1:1)$.

b- من أجل خنادق عمقها حتى $8m$ ميلها يقل عن $(1:1)$.

أشكال توضع الحشوات أثناء تنفيذ الحفريات أو توسيعها:



توضع الحشوات الجيبية لتوسيع خندق ما

	
توضع الآبار أثناء تنفيذ خندق ذي جوانب مائلة قليلاً	توضع الآبار أثناء تنفيذ خندق ذي جوانب مائلة بشدة
	
توضع الحشوات على عدة مستويات	توضع الثقوب في خندق ضيق

سادساً : الحفر بواسطة التفجير المُوَجه :

- تستخدم أثناء الحفريات و الخنادق و الردميات و السدود الترابية بالإضافة إلى حالات تنظيف و تعميق الأنهار و تعزيلها و توسيعها و حسب مقاييس الحفر يمكن أن توضع شحنات منفردة و مركزة أو موزعة.
- يمكن ان نقوم بتفجير عدة شحنات بآنٍ واحد متوضعة في صف واحد أو عدة صفوف.
- إذا كنا نريد إنشاء خندق في مقطع مثلث نقوم بتفجير صف واحد من العبوات المتقاربة.
- للحصول على حفرة مقطعها شبه منحرف نضع العبوات في صفين أو ثلاثة صفوف.
- إنَّ زيادة عدد الشحنات عن المطلوب غير محبذ وذلك لتفادي عودة التربة إلى الحفرة مرة ثانية بعد الانفجار.
- في حالة وجود ثلاثة صفوف من العبوات فإن الصف الأوسط تكون شحناته أكبر من العبوات الجانبية بنسبة $\%(50 \rightarrow 25)$.

➢ تحدد كمية الشحنة بالعلاقة التالية : $\boxed{Q = K.\bar{w}^3.(0.4 + 0.6n^3)}$

حيث :

Q : كمية المادة المتفجرة (kg).

K : عامل يتعلق بخواص التربة و بنوعية المواد المتفجرة.

w : خط المقاومة الدنيا.

n : عامل فعالية المادة المتفجرة الذي يترواح ما بين $(1 \rightarrow 3)$.

➢ كما يمكن حساب كمية المادة المتفجرة بالعلاقة التالية : $\boxed{Q = A.b.r^3}$

حيث :

Q : كمية المادة المتفجرة (kg).

A : عامل يتعلق بنوعية التربة و نوعية التفجير.

b : عامل يتعلق بمقياس الحفرة المراد تفجيرها.

r : قطر الحفرة المتشكلة من الانفجار.

سابعاً : أمن العمل أثناء القيام بالتفجير :

1. يقوم بأعمال التفجير فنيون مختصون بأعمال التفجير.
2. نحاول عزل أماكن التفجير عن الأماكن القريبة منها وذلك بوضع إشارات تشير إلى خطر.
3. على كل عامل يتواجد في منطقة التفجير أن يُعلَّم بإشارة الاحتماء عند التفجير.
4. أثناء وضع الصواعق يجب أخذ الحيطة كاملة لتفادي الصدمات و درجات الحرارة العالية.
5. يجب الأخذ بعين الاعتبار أنه تحت تأثير الرياح تتزايد مسافة سقوط نواتج الانفجار بمقدار $(20 - 50)\%$ باتجاه الرياح لذلك علينا تمديد أشرطة الوصل و الفتيل الصاعق قبل وضع الشحنات.
6. وضع إشارات تشير إلى خطر في المسافات الزائدة باتجاه الرياح و بحيث تحيط مسافات سقوط النواتج عن الانفجار بالكامل.

انتهت المحاضرة الثامنة

Eng. Dana Akil

تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : التاسعة **عدد الصفحات : 49**

تاريخ المحاضرة : 9/4/2012

الدكتور : بشّار الحفّار

الفصل السادس : تقنية أعمال البيتون المسلح المنفذ في المكان

أولاً أعمال القالب:

تحتل أعمال القالب جزءا أساسيا من أعمال البيتون المسلح المصبوب بالمكان وان عملية تنفيذ القالب تشكل حجما كبيرا من حجوم الأعمال الرئيسية لمنشآت البيتون المصبوب بالمكان وتتطلب عملية التنفيذ وقتا وجهدا" كبيرين بالمقارنة مع العمال الأساسية الاخرى .

لذلك لا بد من دراسة القالب بشكل جيد من الناحية الفنية ليتحمل جميع الحمولات الواقعة عليه .

وكذلك دراسة اقتصادية لجعله باقل كلفة ممكنة لأن كلفة القالب تشكل جزءا"لا يستهان به من كلفة المنشآت البيتونية المصبوبة بالمكان , ومن المجدي اقتصاديا اختيار قالب يمكن استعماله عدة مرات دون إعادة تصنيع أو إصلاح

في هذا لبحث سوف نستعرض أهم الأشكال للقوالب المستخدمة ومجال عملها لكي نتمكن من الاختيار الصحيح للقالب , كما سنتعرف على كيفية الاستخدام كل شكل من هذه الأشكال

تعريف القالب

هو عبارة عن منشأة مساعدة تتألف من مجموعة من القطع والتجهيزات والإكسسوارات «الخشبية أو المعدنية أو البلاستيكية» تؤمن تشكيل العنصر البيتوني المسلح المصبوب بالمكان لحين وصوله لمقاومة كافية تسمح بالفك وبحيث تتحمل جميع الحمولات المطبقة والواقعة عليه وتشكل جملة فراغية متماسكة ثابتة الأبعاد.

عناصر القالب :

1- سطح القالب :هو الجزء الملامس للبيتون

2- الهيكل الحامل : هو الهيكل الذي يستطيع حمل سطح البيتون وهو ثابت الأبعاد

3- عناصر حاملة ومثبتة للهيكل : وهي عناصر معدنية او خشبية تحمل الهيكل

4- عناصر التقوية (ربط & فك) وهي مورينات وأعمدة خشبية او معدنية تشكل عناصر تقوية وربط بين العناصر المشكلة للقالب وتجعله جملة متماسكة

5- منصات العمل وهي عبارة عن ممرات يتحرك عليها العمال للقيام بأعمال التسليح و الصب والتكثيف

2- هيكل القالب:

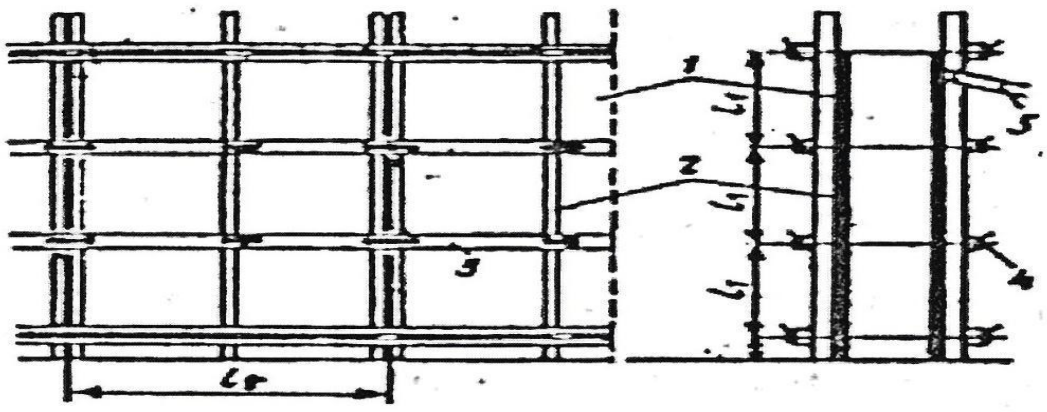
وظيفته استقبال القوى العمودية المؤثرة على سطح القالب ونقلها إلى الركائز الحاملة للقالب، ومن أهم الخواص الواجب توفرها فيه:

1- تثبيت السطح خلال التنفيذ وحمايته من التشوهات

2- تحمل القوى الأفقية الناتجة عن احتكاك البيتون الطري مع السطح

3-القدرة على حمل منصات العمل المؤقتة الضرورية لتنفيذ أعمال البيتون.

عبارة عن مورينات خشبية عادية أو مورينات خشبية مثقبة طولياً بمسافات ثابتة لتسهيل ربط عناصر الهيكل مع بعضها البعض بوساطة عناصر الربط

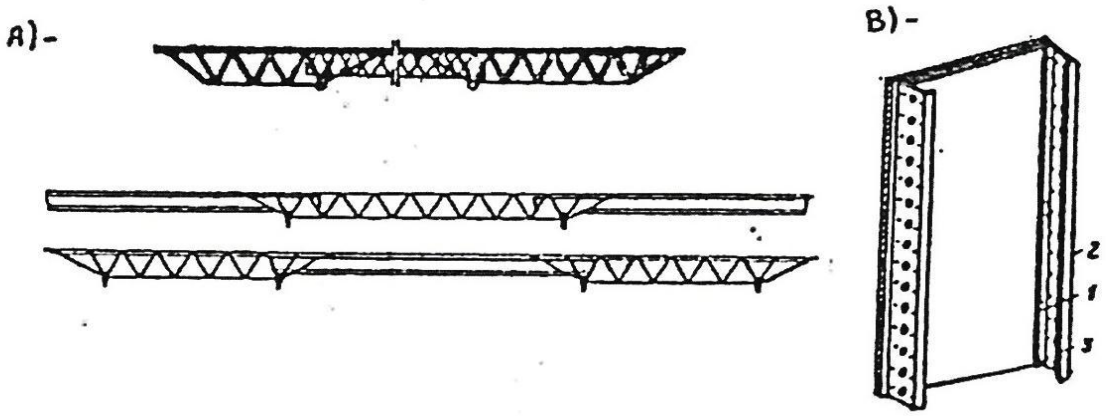


قالب جداري من المورينات المثقبة والألواح الملساء

1- ألواح ملساء 2- مورينات مثقبة (عوارض حاملة)

3- عوارض تثبيت مثقبة 4- عناصر ربط 5- دعامات مائلة

وتستخدم الجمالونات ذات الأطوال القابلة للزيادة ليتناسب طولها مع الفتحة المراد صبها وغالباً ما تكون معدنية ذات سطح خشبي لتسهيل تثبيته إلى الهيكل بوساطة مسامير عادية



جمالونات معدنية معدنية حاملة لسطح القالب

A) جمالونات مختلفة حاملة للسطح

B) سطح القالب المثبت على عوارض معدنية مثقبة

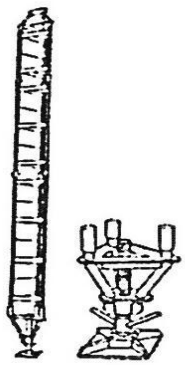
1- لوح أملس 2- عوارض معدنية (هيكل) 3- دفوف خشبية

العناصر الحاملة لهيكل القالب (الركائز):

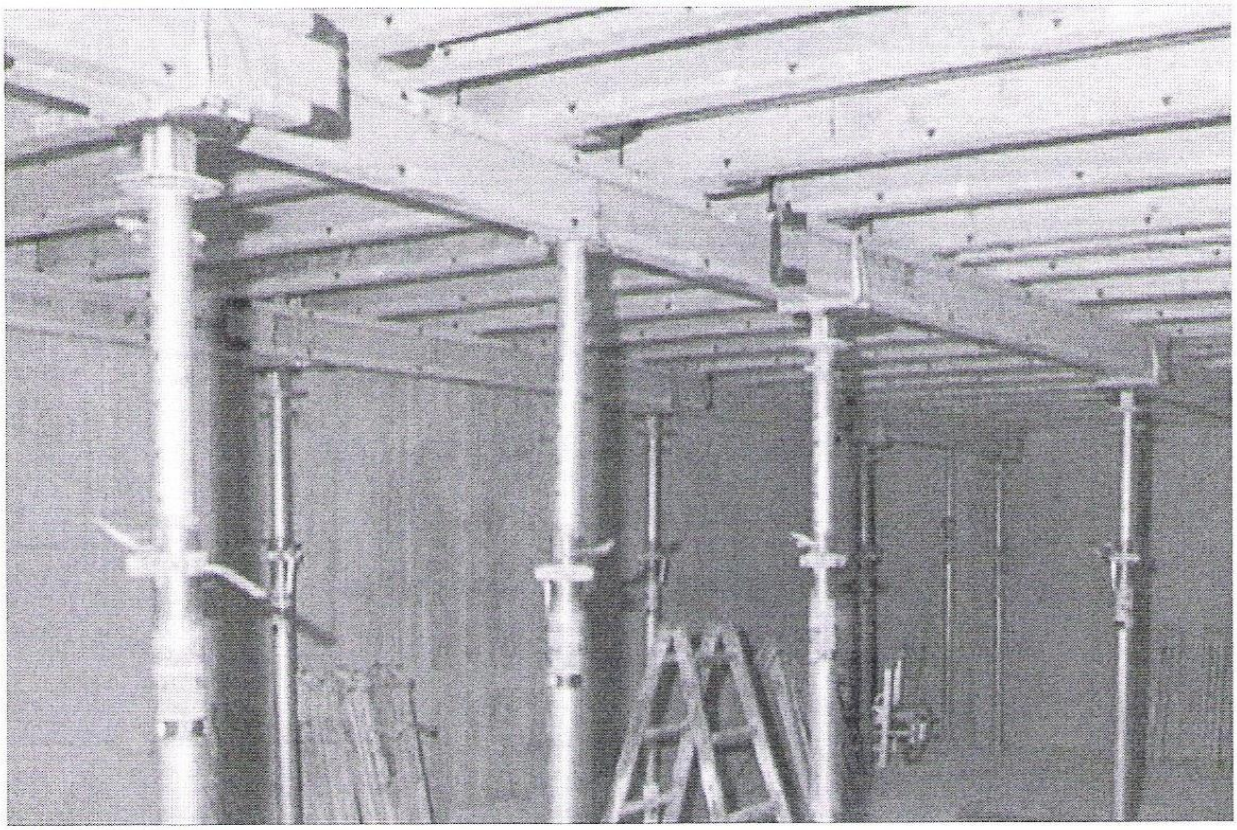
وهي العناصر المسؤولة عن تثبيت هيكل القالب وتحمل جميع القوى المؤثرة خلال التنفيذ ونقلها إلى الأرض

1- ركائز خشبية دائرية إلى تدعيم وتقوية في حالة الارتفاعات أكبرm5

2- ركائز تلسكوبية معدنية



ركائز برجية وهي على شكل أعمدة مكونة من مقاطع معدنية وتستخدم في حال الارتفاعات والقوى المؤثرة الكبيرة، ومجهزة دائماً بآلية للحصول على الارتفاع المطلوب وتأمين الشاقولية



- مادة القالب:

هناك عدة مواد تصنع منها القوالب فهناك القوالب الخشبية والقوالب المعدنية والمصنوعة من الألمنيوم والمطاطية والبلاستيكية والبيتونية وأيضا المركبة من عدة مواد حيث اختيار احد أنواعها يتبع لاختيارات اقتصادية وفنية تتعلق بتوفر المادة وسعرها وكذلك ظروف العمل المطلوب تنفيذه

شروط القالب :

إن من الشروط الأساسية التي يجب على القالب أن يؤمنها أثناء عمله هي :

1- أن يكون القالب صلبا" متينا" يستطيع تحمل كافة الحمولات الواقعة عليه خلال عملية التنفيذ للعنصر البيتوني المسلح المصبوب بالمكان إضافة لوزنه الذاتي

2- أن يختار القالب من مادة خفيفة الوزن رخيصة الثمن سهلة النقل والتحريك والتركيب قادرة على مقاومة القوى والإجهادات المتوقعة حتى لحظة وصول العنصر إلى المتانة الكافية لفك القالب

3- أن يؤمن القالب الكتامة الكافية لمنع تسرب الماء والمونة الإسمنتية من الخلطة البيتونية وبالتالي(الحفاظ على كمية الماء الكافية لحدوث التفاعل في الخلطة) حتى يعطي عنصر ذو شكل جيد ومقاومة عالية

4-أن يكون سطح القالب أملس خالي من الشقوق والتجاويف والانحناءات حتى لا نضطر لمعالجة لاحقة مكلفة

كلفة القالب :

ان كلفة القالب تشكل نسبة كبيرة من الكلفة الكلية للبناء فقد تصل كلفة القالب الى (30%) من كلفة المشروع الكلية لذا يجب ان يكو ن اختيار القالب الأمثل بحيث نوفر ما أمكن منها

تتألف الكلفة الكلية للقالب من:

1- ثمن المادة المصنوع منها القالب وكلفة الاهتلاك

2-أجور تصنيع القالب

3-أجور التركيب

4- أجور الفك

5-أجور التنظيف و الصيانة

لذا يجب اختيار قوالب رخيصة الثمن خفيفة الوزن وذات نسبة اهتلاك منخفضة بحيث تسمح باستخدام القالب لعدة مرات,ويجب أن تكون ابعاد القالب منتظمة قابلة للتغيير بسهولة في حال حدوث اهتلاك في بعضها, وأن تكون قابله للاستخدام في اكثر من مكان ومنه تعرف القوالب متعددة الاستخدام وهي القوالب التي تحتوي على المرونة الكافية من اجل تلبية المتطلبات التنفيذية من اجل انشاء وتنفيذ عناصر بناء متعددة وبأطوال مختلفة وبذلك يحقق كلفة منخفضة

تدعى عناصر القالب نظاما قالبيا اقتصاديا إذا حققت الشروط التالية :

1- إذا كانت عناصر القالب متوافقة مع بعضها من حيث الأبعاد وقدرة التحمل

2- إذا كانت قابلة لإعادة الاستخدام وهي منفصلة او مجتمعة

3- إذا كانت قابلة لإعادة الاستخدام من اجل تنفيذ عناصر بناء مختلفة الأبعاد

تحضير القالب :

غالبا ما يصنع القالب من الخشب أو المعدن ويمكن صنعه من البلاستك أو الفلين ولكل قالب ميزاته حيث نختار القالب الذي يحقق الشروط بأقل كلفة.....

إن أكثر القوالب انتشارا هي القوالب الخشبية والمعدنية حيث :

القالب الخشبي : قالب جيد يعطي سطوح ملساء سهل الفك والتركيب ويمكن تشكيل أي عنصر

إنشائي منه مهما كان شكله

الأمور التي يجب مراعاتها :

يجب ترطيب القالب بالماء حتى يأخذ الكمية الكافية لامتصاصها وبالتالي لا يمتص المياه الموجودة في الخلطة البيتونية لا يحدث اختلال في عملية تفاعل البيتون مع الماء

في القوالب المعدنية يجب طلاء السطح بمواد زيتية أو جبسية حتى لا يلتصق القالب مع البيتون أثناء فك القالب

يجب تنظيف القالب مهما كان نوعه حتى نستطيع استخدامه مرة أخرى بنفس الجودة قبل الصب وبعده بالماء أو الهواء المضغوط

تحضير القوالب قبل الصب:

1- التنظيف

2- الترطيب: للقوالب الخشبية الغير معالجة

3- الدهان بالزيت: للقوالب المعدنية

فك القوالب:

1- درجة حرارة الجو

2- طول المجاز

3-الحمولات التي سيتعرض لها المنشأ

4-نوع الإسمنت

باستثناء حالات الجو البارد، وحالات المنشآت الخاصة.

بالجدول التالي الذي يبين المدد التقريبية لفك القالب في الحالات العادية، بالنسبة للإسمنت البورتلاندي العادي.

نوع العنصر	المدة باليوم
1ـ الجوانب التي تعمل كغلاف للبيتون.	يومان
2ـ أسفل الجوائز والبلاطات.	(ضعف المجاز بالمتر + يومان) وبما لا يزيد عن (21) يوم ويعتبر المجاز عند حساب زمن الفك للبلاطة، الطول الأصغر.
3ـ الأظفار.	أربع مرات طول الظفر + يومان

ب - حالة الإسمنت البورتلاندى سريع التصلب:

لا يقل الزمن اللازم للفك عن نصف الزمن المذكور في الحالة (أ)

1- يجب أخذ الاحتياطات اللازمة، وتأجيل فك القوالب مدة مناسبة، في الحالات التي تنخفض فيها درجات الحرارة عن (10 مْ) وخاصة عند استعمال الإسمنت البورتلاندي سريع التصلب.

2- يمكن فك الأعمدة ذات المقاسات المألوفة في المباني العادية بعد انقضاء يومين على صبها. أما في الحالات التي تتعرض فيها الأعمدة للتحميل المباشر بعد الفك، أو حالات أعمدة المنشآت الخاصة (كالإطارات)، فإن المدة الواجب انقضاؤها قبل فك الشدادات تؤخذ كما في حالة الجوائز والأظفار المعادلة لها طولاً. ويلزم إطالة هذه المدة في الأعمدة الطويلة والنحيفة نسبياً.

3- عندما تحمل القوالب أحمالاً إضافية (مثل الطوابق التي تحمل وزن الطابق التالي حين الصب)، فإنه لا يجوز فك الدعائم الإضافية قبل مضي (28 يوماً) من اتخاذ كافة الاحتياطيات التي تضمن سلامة المنشأ.

4- في الحالات الخاصة كالجوائز المقلوبة والسقوف المعلقة بواسطة أعمدة شد، تبدأ المدة المحسوبة لفك القالب من تاريخ صب الجزء المقلوب للجائز أو صب الجزء الحامل للسقف المعلق.

5- يراعى عند فك القوالب الحرص التام على عدم تعرض البيتون المسلح لهزات أو صدمات. كما يراعى التأكد من الصلابة قبل فك الشدادات.

6- إذا ظهرت عيوباً أو تشوهات في عنصر من العناصر المتكررة، أكبر مما هو مسموح به يؤجل الاستمرار في فك شدادات العناصر الأخرى لفترة مناسبة، يعاد بعدها قياس التشوهات في وحدات أخرى.

جدول لفك القالب وفق تأثير درجة الحرارة

نوع العنصر	طبيعة الجو ودرجة الحرارة	
	بارد 3-7 م°	عادي 15-20 م°
جوانب الجسور والأعمدة والجدران	ستة أيام	يوم واحد
البلاطات (مع ترك الركائز)	عشرة أيام	ثلاثة أيام
أسفل الجسور (مع ترك الركائز)	أربعة عشر يوماً	سبعة أيام
ركائز البلاطات	إحدى عشرة يوماً	عشرة أيام
ركائز الجسور	خمس وثلاثون يوماً	ستة عشر يوماً

يعطي الكود العربي من أجل فك القوالب للأعمال المعتادة في درجات الحرارة العادية.

أ- حالة الإسمنت البورتلاندي العادي:

نوع العنصر	المدة باليوم
1- الجوانب التي تعمل كغلاف للبيتون.	يومان
2- أسفل الجوائز والبلاطات.	(ضعف المجاز بالمتر + يومان) وبما لا يزيد عن (21) يوم ويعتبر المجاز عند حساب زمن الفك للبلاطة، الطول الأصغر.
3- الأظفار.	أربع مرات طول الظفر + يومان

1- يجب أخذ الاحتياطات اللازمة، وتأجيل فك القوالب مدة مناسبة، في الحالات التي تنخفض فيها درجات الحرارة عن (10 مْ) وخاصة عند استعمال الإسمنت البورتلاندي سريع التصلب.

2- يمكن فك الأعمدة ذات المقاسات المألوفة في المباني العادية بعد انقضاء يومين على صبها. أما في الحالات التي تتعرض فيها الأعمدة للتحميل المباشر بعد الفك، أو حالات أعمدة المنشآت الخاصة (كالإطارات)، فإن المدة الواجب انقضاؤها قبل فك الشدادات تؤخذ كما في حالة الجوائز والأظفار المعادلة لها طولاً. ويلزم إطالة هذه المدة في الأعمدة الطويلة والنحيفة نسبياً.

3- عندما تحمل القوالب أحمالاً إضافية (مثل الطوابق التي تحمل وزن الطابق التالي حين الصب)، فإنه لا يجوز فك الدعائم الإضافية قبل مضي (28 يوماً) من اتخاذ كافة الاحتياطيات التي تضمن سلامة المنشأ.

<u>انهيارات القوالب وعيوبها:</u>

أهم الأسباب التي تؤثر في انهيار القالب

1- عدم دراسة مقاومة القالب لتحمل الأوزان المطبقة عليه وكافة الإجهادات المتوقعة نتيجة حركة الصب والرج والأشخاص، بما في ذلك طريقة التدعيم الأفقي والشاقولي المائل وأن يتم نقل الحمولات إلى الأرض بطريقة سليمة، بحيث لا تحدث فيها تشوهات أثناء الصب.

2-انهيار الدعامات والقالب قبل أن يكسب البيتون قوة كافية يمكن أن يسبب هبوطاً بفعل وزن البيتون بالإضافة إلى إمكانية حدوث شقوق خطرة .

4-تطبيق حمولات كبيرة من الرجاج على القوالب غير محسوبه او اضافية

5-الخطأ في تركيب العناصر الأفقية والمتقاطعة من بين الأسباب المؤدية لانهيارات القوالب حيث يجب تربط الدعائم بواسطة روابط أفقية في كلا الاتجاهين، إضافة لروابط مائلة، بحيث تشكل هيكلاً فراغياً متماسكاً.

6- فك القوالب بعد الصب قبل اكتساب البيتون لمقاومته المطلوبة

7- عدم مراعاة السهوم المعاكسة عند تنفيذ قوالب البلاطات والجوائز والأظفار و التي تنص عليها الكودات.

8- المبالغة في استخدام القوالب عدد يفوق المقرر0

9- الهبوطات المختلفة لعناصر القالب الحاملة الناتجة عن اما وصلها غير الصحيح أو استخدام إكسسوارات غير مناسبة واستخدام وصلات غير متلاحمة وتحتوي على عيوب.

أنواع القوالب :

يوجد العديد من القوالب نذكر منها

- القوالب المنقولة يدويا - القوالب المنزلقة آليا - قوالب الأسقف –
- القوالب الفراغية - النفق المتدرج
- القالب الجداري البرجي

أولا: القوالب المنقولة يدويا :

إن أجور هذه القوالب يجب أن ترتبط بنوع المادة هذه القوالب رخيصة الثمن بالنسبة للنقل حيث لا تحتاج إلى آليات لنقلها ولكن مكلفة بالنسبة للفك والتركيب ...يجب أن تكون وزن القطعة أقل من (40كغ)حتى يستطيع العامل حملها وفكها وتركيبها مباشرة في موقع العمل وهي إما مصنوعة الخشب أو من المعدن

تتميز بأنه يمكن بواسطتها أن ننفذ أشكالا متعددة من القوالب وبمقاسات مختلفة حسب الطلب فيمكن تنفيذ قالب أساس أو قالب عمود أو جائز أو بلاطة .....الخ...وبالشكل والبعد المطلوبين إلا أنها تتطلب زمن تنفيذ طويل وجهد كبير في التفصيل والجمع واهتلاكها كبير أما أنواعها:

القوالب الخشبية :

تتألف من دفوف خشبية سماكتها من (2-2.5)سم وعرضها (6- 8) سم وبأطوال مختلفة

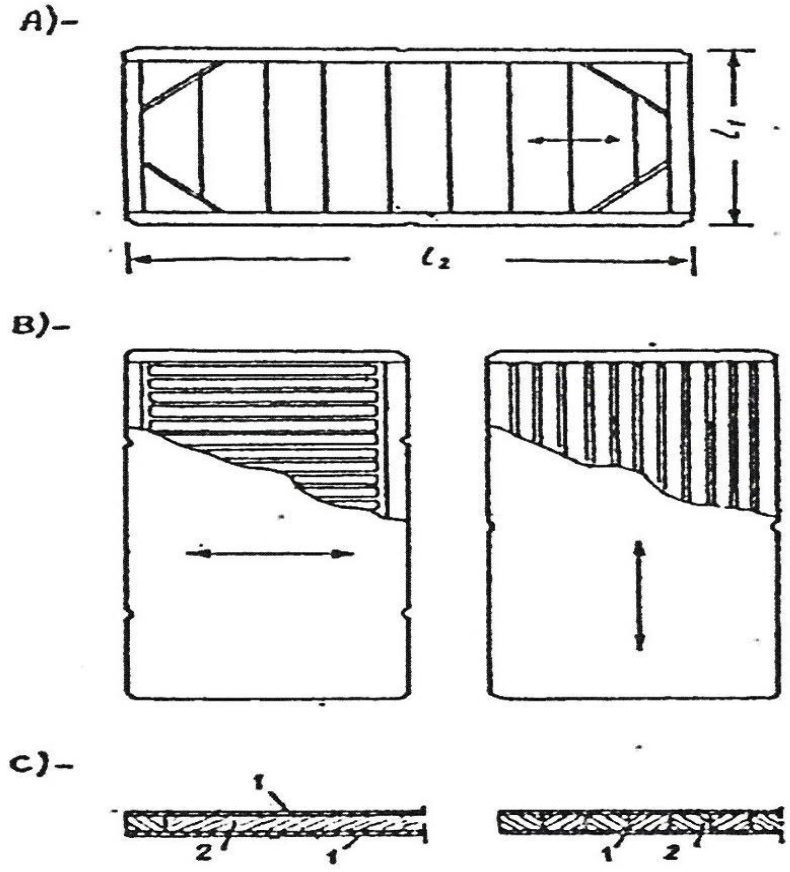
- المورينات :وهي قطعة مربعة أو مستطيلة الشكل وهي تشكل الهيكل الحامل
- عناصر الربط والتقوية : وهي قطع خشبية تربط المورينات والدفوف بواسطة ملازم ومسامير حيث تشكل الدفوف سطح القالب والمورينات الهيكل الحامل

الاهتلاك في هذه القوالب يتعلق بتسطح القالب لأنه على تماس مباشر مع البيتون وكذلك الهيكل الحامل الذي كثيرا ما تستعمل لجمعه المسامير التي تترك فراغا في جسم الخشب فيما بعد

- ويوجد أنواع أخرى وهي ألواح خشبية طولها (2 م (و عرضها 1) م (وتحتوي على زوايا معدنية و على سطحها دفوف خشب معاكس حيث يمكن ان تكون بوجه واحد أو وجهين وتوصل مع بعضها البعض بواسطة براغي كما يمكن ان يكون سطحها معدني مكن للقطع ان تربط مع بعضها البعض حتى تشكل أي عنصر إنشائي نريد وتحوي بعض الملحقات من مثل - الأعمدة التلسكوبية واللولبية يمكن التحكم بارتفاعها نحو الأعلى

وهناك العناصر المعيارية المعدنية التي تصنع بمساحات لا تزيد عن (1 متر مربع) ووزن لا يتجاوز الـ (50كغ) تربط مع بعضها البعض بواسطة براغي مجهز لها فتحات لسهولة الجمع و الربط تجمع هذه العناصر المعيارية لتشكل سطحا كبيرا مناسبا لشكل العنصر المصبوب مهما كانت أبعاده و الاهتلاك في هذا القالب كبير ولكن يكون بالتجهيزات الملحقة بالقالب وضياع بعضها وإهترائها من جراء الفك والتركيب الكثير لما من ناحية السطح فهو يعطي نتيجة جيدة للسطح البيتوني المصبوب فيكون السطح الناتج أملسا لا يحتاج لكثير من المعالجة

اللاحقة (طينة) ولكن يجب علينا في كل مرة تنظيفه بشكل جيد بعد الصب مباشرة وطلاؤه قبل الصب لمنع قوى الالتصاق من أهم مساوئ هذه القوالب الوقت والجهد الكبيرين للجمع و الفك والتركيب و هذا يؤثر بشكل مباشر على زمن التنفيذ و هذا بدوره يؤثر على الكلفة الاقتصادية للمشروع



سطح القالب

1- طبقة خشب معاكس.

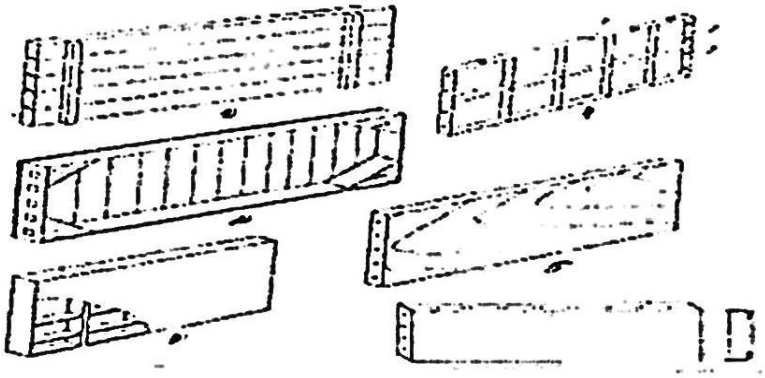
2- عوارض خشبية.

الشكل

A) إطار خشبي + دفوف خشبية

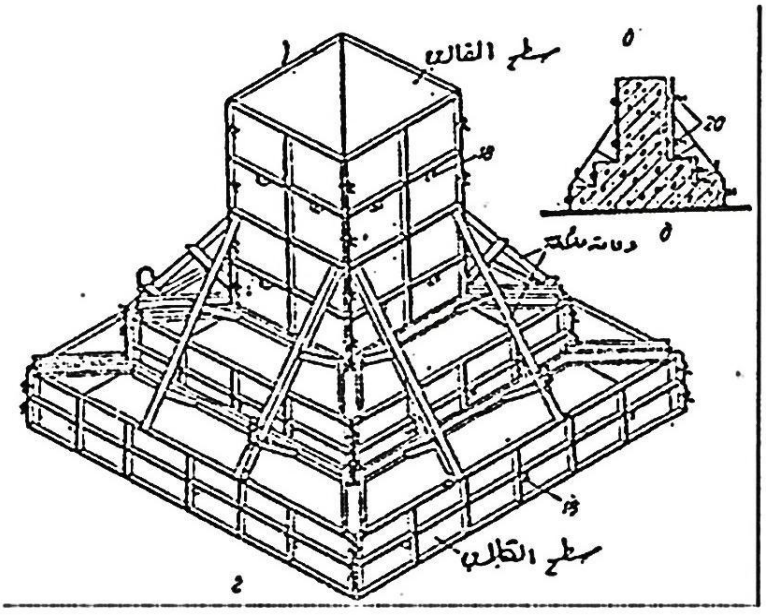
B) ألواح ملساء (لاتيه)

C) مقاطع عرضية في الألواح الملساء

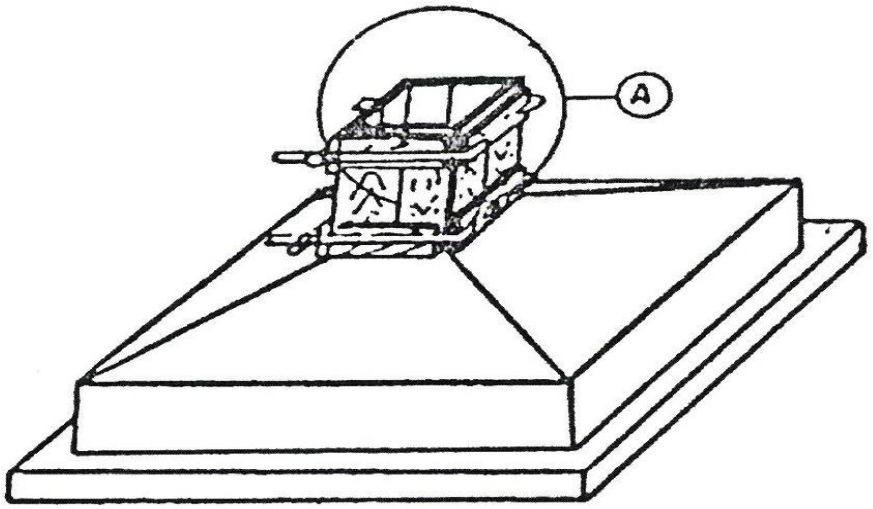


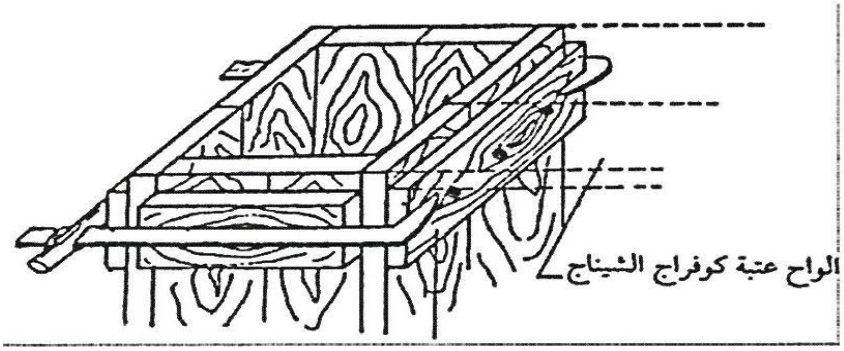
- قالب الأساس

يبين الشكل رقم (2) قالب أساس مؤلف من عدة عناصر معيارية مربوطة مع بعضها البعض بواسطة براغي تؤلف قالب أساس متدرج مصنوع من الصفائح المعدنية والمقواة بأعصاب معدنية بشكل زوايا ويلعب دور الدعامات المائلة زوايا معدنية تصل بين أوجه السطوح على كل المستويات للقالب المتدرج

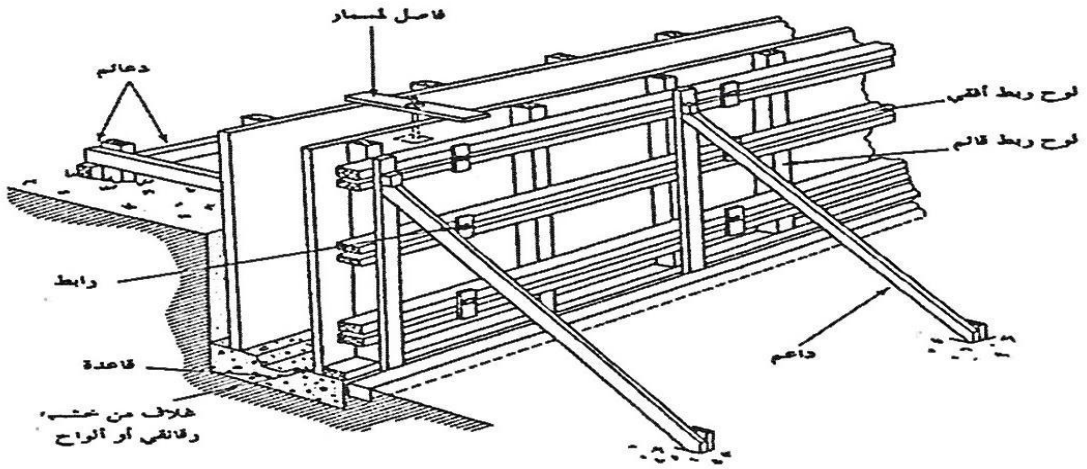


تنفذ الرقبات بواسطة دفوف من الخشب الدف كما هو واضح بالشكل هذا فيما إذا كان طول الرقبة صغير أما في غير ذلك فتنفذ الرقبات كما تنفذ الأعمدة.





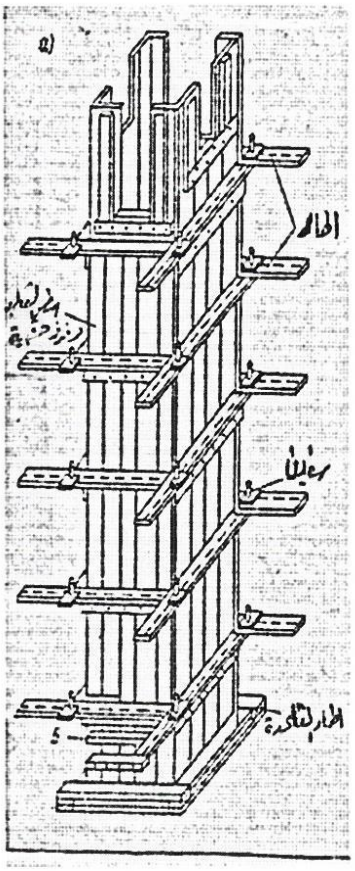
- قالب جدار خشبي

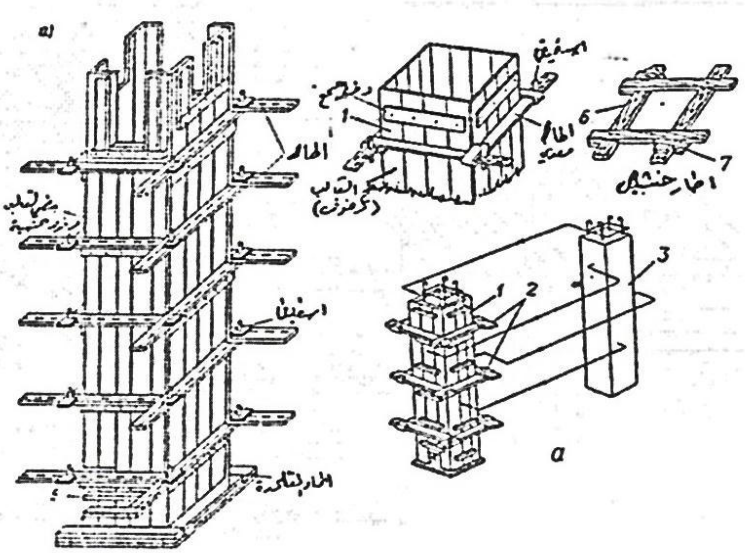


قالب العمود:

الأشكال المبينة تبين تفصيلة قالب عمود المؤلف من سطح القالب وهو عبارة عن دفوف خشبية متراصة مع بعضها البعض تشكل أربع أوجه للعمود وكذلك إطارات معدنية تعمل على الإحاطة بوجه العمود لمنعه من التشوهات الناتجة عن ضغط البيتون أثناء الصب وبعده

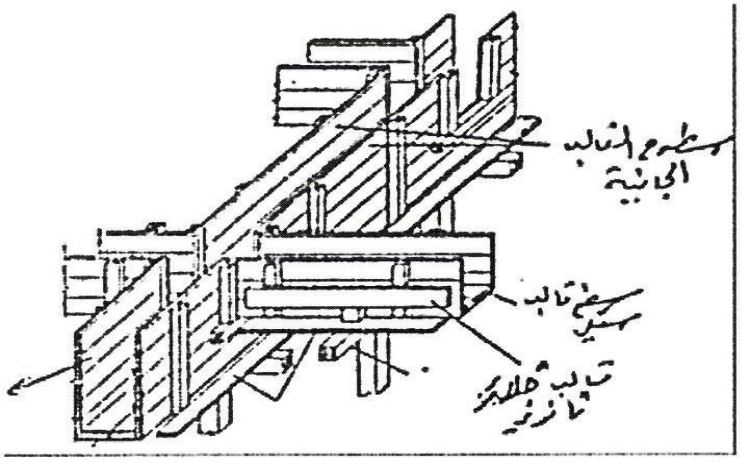
الأشكال المبينة تبين تفصيلة قالب عمود المؤلف من سطح القالب وهو عبارة عن دفوف خشبية متراصة مع بعضها البعض تشكل أربع أوجه للعمود وكذلك إطارات معدنية تعمل على الإحاطة بوجه العمود لمنعه من التشوهات الناتجة عن ضغط البيتون أثناء الصب وبعده

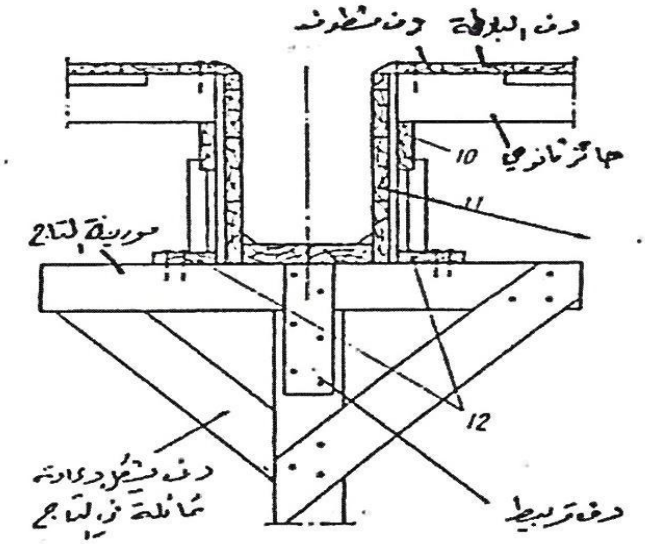




- **قوالب الجوائز:**

- **لتشكيل قوالب الجوائز تستخدم الألواح الخشبية (الدفوف) ذات السماكة واحد 2.5سم. كما يمكن استعمال الواح خشبية بسماكة أقل من ذلك. وتعين المسافات بين الدعائم (تحت العوارض) ، وذلك بناءً على الضغط المتولد عن وزن البيتون، مضافاً إليه حمولة إضافية احتياطاً من الحمولات الحية التي قد يتحملها قالب الجائز.**

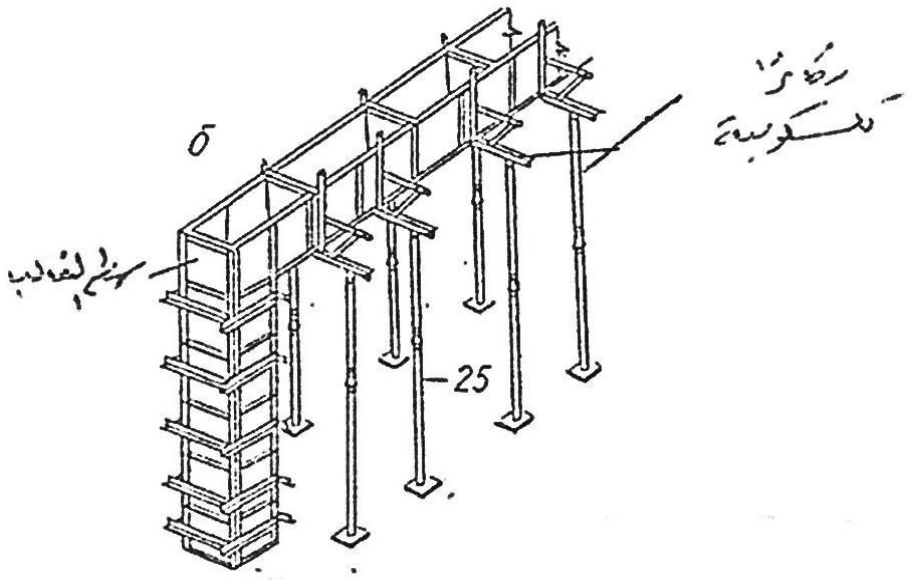




قالب الجوائز:

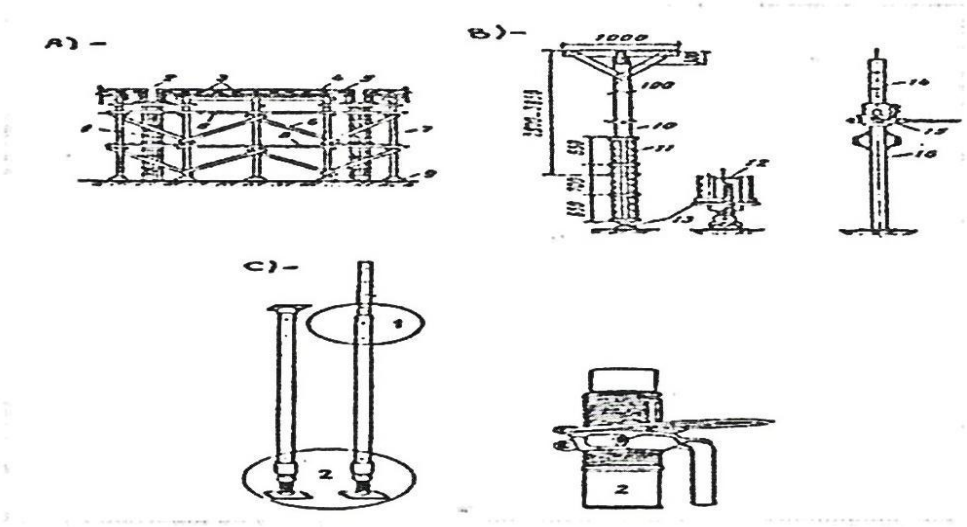
في الشكل نجد تفصيلة قالب اطار مؤلف من عناصر معيارية معدنية تجمع بين الأوجه بواسطة

شدادات معدنية ومسنودة على سطح الأرض بواسطة ركائز تلسكوبية



- عناصر التقوية والربط:

وظيفتها حماية القالب من الانقلاب والانزياح وتحمل القوى الدفع الأفقية (الرياح)، وتربط عناصر التقوية بين العناصر الحاملة لهيكل القالب (الركائز) بشكل قطري وتخضع إلى قوى شد وضغط، حيث تستخدم الدفوف والمورينات الخشبية والمقاطع المعدنية والأنابيب كعناصر تقوية للقوالب.



العناصر الملحقة والمساعدة:

هي العناصر المؤلفة للهيكل الحامل إضافة الى عناصر حاملة ومثبتة للهيكل وهي تؤلف جزءا هاما من

أجزاء القالب وتكون إما معدنية أو خشبية وسوف نستعرض بعض هذه الأشكال :

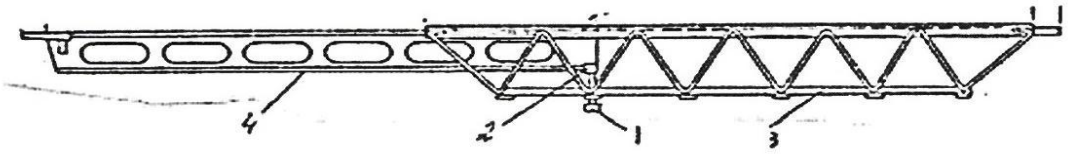
الشكل التالي يبين جملون معدني يحمل سطح القالب وقابل لزيادة طوله يتألف من :

1- برغي تثبيت

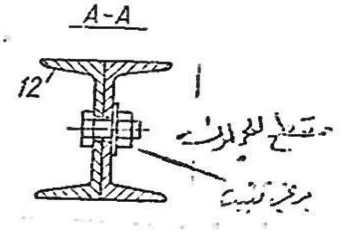
2- مسند تثبيت

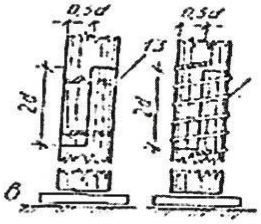
3- جملون عريض المقطع

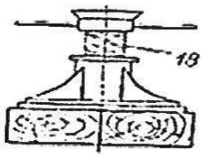
4-جملون داخلي متحرك على سكة



مقطع للجملون يظهر برغي التثبيت

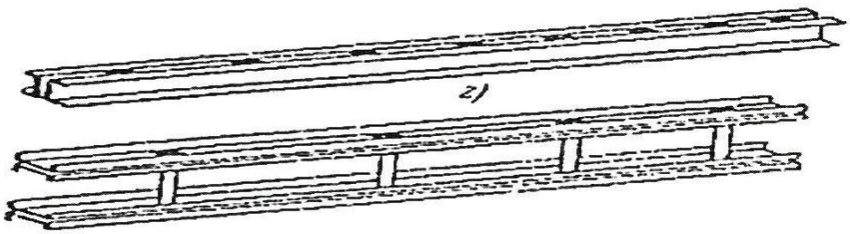






ركائز خشبية عبارة عن مورينات قاعدة ركيزة مزودة برافعة لولبية ضبط الارتفاع

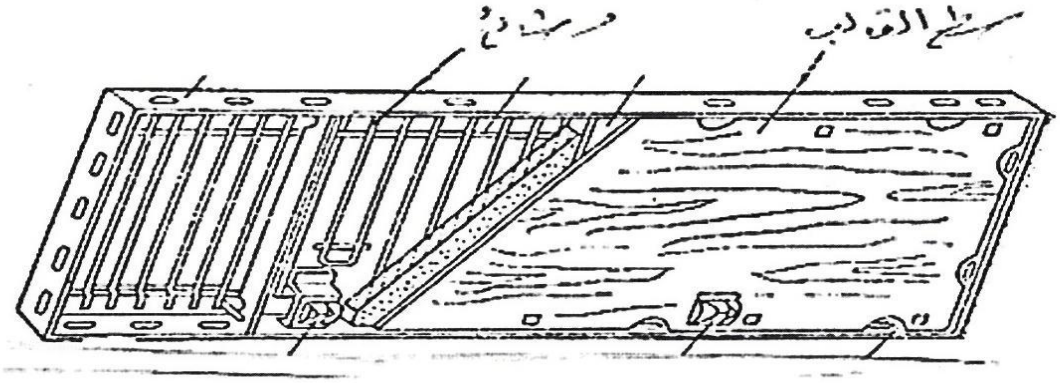
ويظهر الشكل طريقة الوصل ان لزم الأمر



عوارض معدنية تستخدم للوصل سطوح القالب وتستخدم كعوارض

القوالب المسخنة :

و هي قوالب مصنعة في مصانع ولها سطح معدني تحوي داخلها على وشائع توصل بالكهرباء أو مصادر الطاقة تعمل على تسخين القالب و تحمي البيتون من الصقيع وتسرع عملية التفاعل بين الأسمنت و الماء وهي قوالب منقولة يدويا" يمكن تشكيل أي عنصر وتستخدم في المناطق الباردة.



■ ثانيا -القوالب المنقولة آليا"

وهي قوالب ثابتة كبيرة الأبعاد يتم تجميعها مرة واحدة ثم تنقل آليا من مكان إلى آخر, مساحات سطوح هذا القالب من(15 إلى 30 متر مربع) أو أكثر وهي تحتاج لرافعات لنقلها و المساعدة في تركيبها في المكان المخصص ويجب مراعاة السرعة في التنفيذ إما عن طريق إضافة المسرعات للبيتون المصبوب أو عن طريق استخدام إسمنت ذو ماركة عالية أو نقوم بتسخين البيتون إو القالب, تكون هذه القوالب عادة مجهزة بلوالب لضبط الشاقولية وشنا كل لسهولة الرفع والنقل بواسطة الرافعة وهي تتميز ببنية قوية تسمح لنا باستخدام التقنيات الحديثة للصب وهذا ما يساعد على اختصار الزمن, إن الشركات المصنعة لمثل هذه القوالب تأخذ بعين الاعتبار جميع القوى المتوقعة على القالب كما تأخذ بعين الاعتبار قدرة الرافعة والآليات اللازمة لرفع او جر مثل هذه القوالب وتزود هذه القوالب بتجهيزات و سقائل عمل لسهولة حركة العمال إضافة إلى لوالب أو مكابس هيدروليكية لضبط الشاقولية و عناصر تقوية و ربط بحيث تكون سهلة الفك والتركيب لها أوزان ثقيلة و تصنع من المعدن و قد يكون سطح القالب خشبي أو معدني منها وسوف ندرس منها .

■ قوالب الجدران:

وهي قوالب مخصصة لتنفيذ الجدران ونقوم بتركيبها بمساعدة الروافع وتتألف من

-سطح القالب –عوارض أفقية –دعامات تقوية شاقولية- دعامات مائلة –لوالب لضبط الوضعية – شدادت

ربط وجهي القالب.

وهناك عدة أشكال

من هذه القوالب

قالب جداري يستخدم لتنفيذ الجدران البيتونية المسلحة قليلة

السماكة و الارتفاعات غير الكبيرة(الطابقية 3-2.8 متر) يتألف من:

1 -عارضة شاقولية مثبتة على سطح القالب

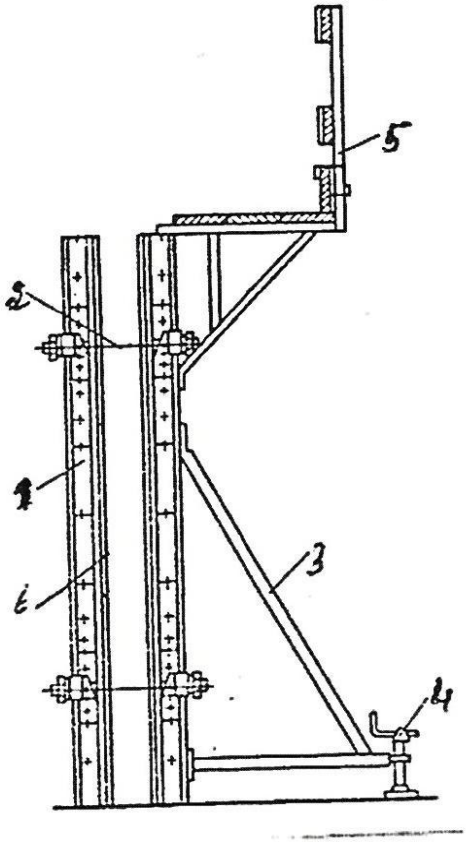
2- شداد يربط بين وجهي القالب

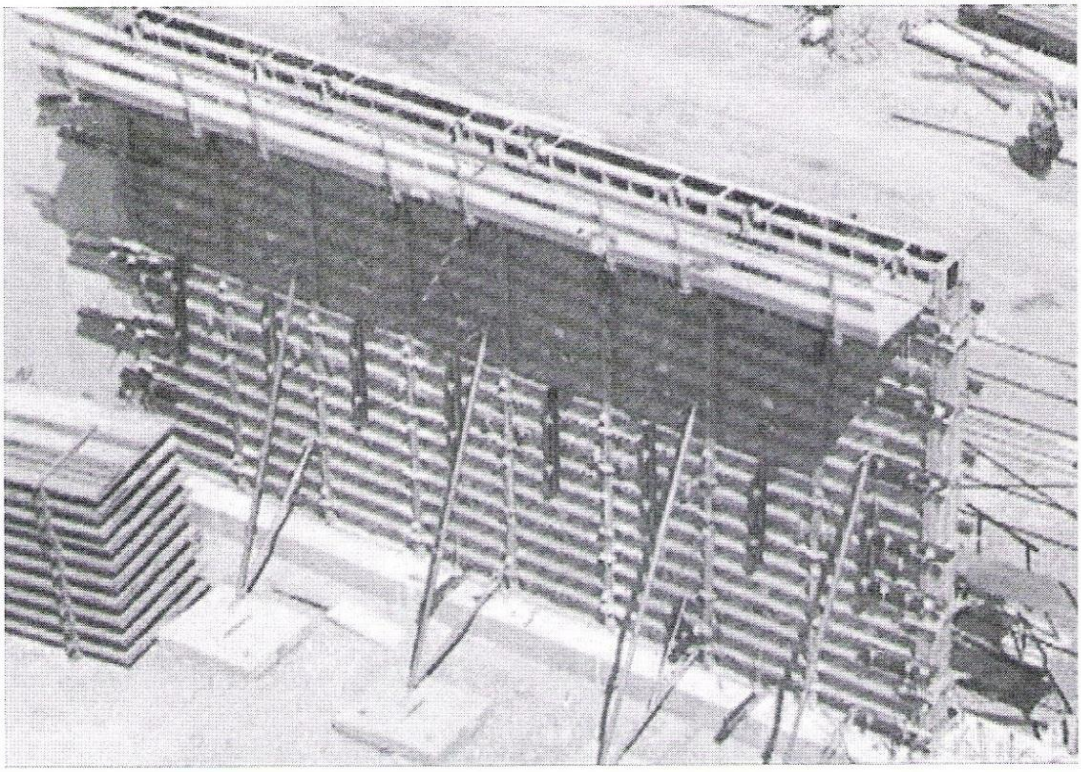
3- دعامة مائلة

4- لولب لضبط الوضعية الصحيحة للقالب

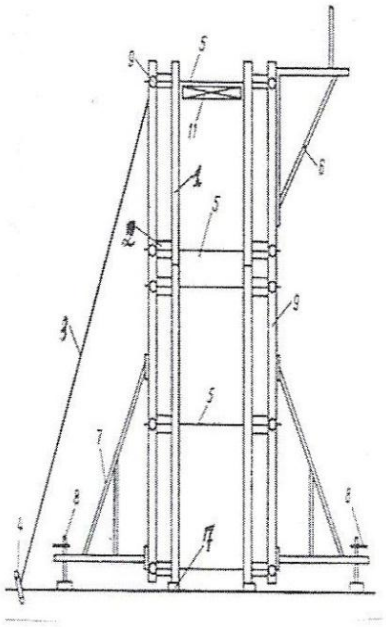
5- منصة عمل

6-سطح القالب





شكل عبارة عن قالب جداري يستخدم لتنفيذ الجدران البيتونية المسلحة كبيرة السماكة و الارتفاعات أكبر من السابقة و يتألف من نفس العناصر ونلاحظ زيادة في العوارض و الدعامات والشدادات الرابطة بين وجهي القالب



1- سطح القالب

2- شداد يربط بين سطح القالب مع عارضة شاقولية

3- شداد مائل لسطح القالب

4- وتد معدني

5- شداد رابط لوجهي القالب

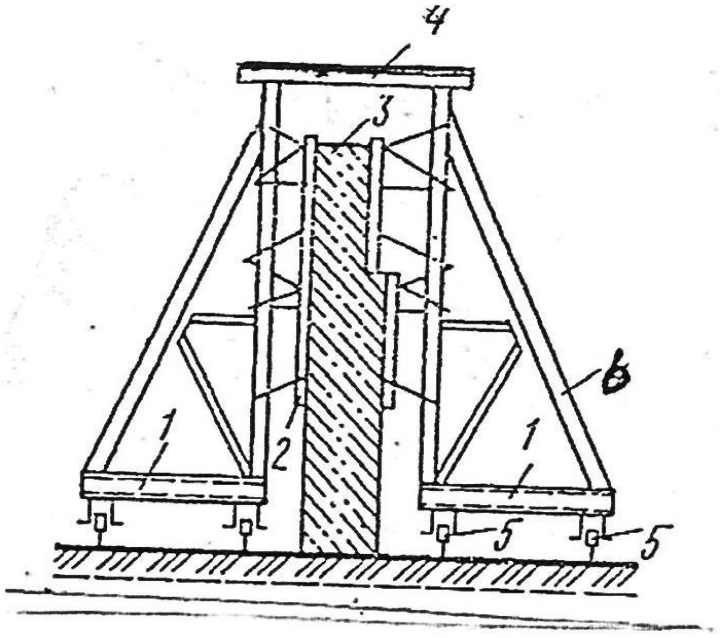
6- منصة عمل

7-دعامة مائلة

8- لولب لضبط الشاقولية لسطح القالب

9-عارضة شاقولية لزيادة مقاومة سطح القالب

الشكل التالي يمثل قالب لجدار يستخدم لتنفيذ الجدران ذات الارتفاعات الكبيرة نسبيا و المتغيرة السماكة وهو يتحرك على سكة ومزود بإطار معدني بشكل حرف U مقلوب قوي قادر على تحمل الحمولات بالإضافة إلى جملونات جانبية ومثل هذه القوالب قادرة على تنفيذ الجدران ذات السماكات المختلفة نظرا" لإمكانية حركة سطح القالب تتحرك هذه القوالب على سكة تحدد مسار القالب بحيث يمكن أن ننفذ الجدران المنحنية و ذلك تبعا" لمسار السكة على الشكل



1- عارضة أفقية مزودة بزوايا تركب

على السكة

2- سطح القالب

3- بيتون مصبوب

4- اطار معدني بشكل حرف U

مقلوب يربط بين جملونيين

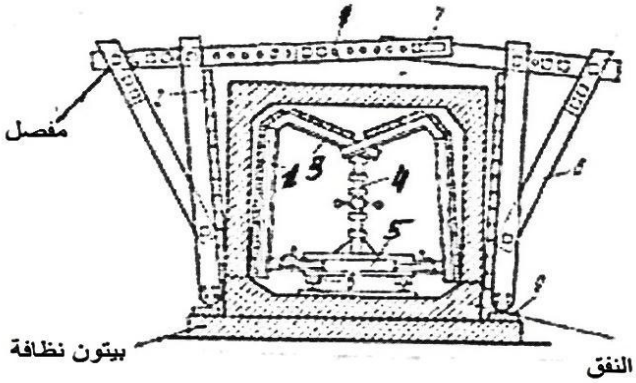
حاملين لسطح القالب

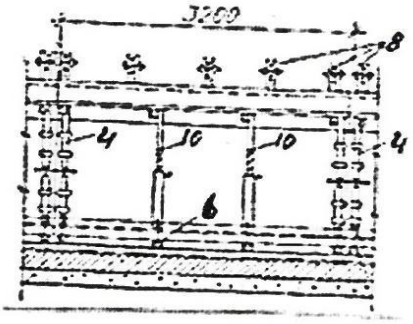
5- سكة

6- جملون حامل لسطح القالب ومتدحرج على سكة

القالب النفقي المتدحرج:

هي القوالب التي تستخدم لتنفيذ الأنفاق اللازمة للمواسير والكابلات إضافة للقنوات والمجاري العامة لتجميع وصرف المياه وهي مؤلفة من





1- سطح داخلي للقالب 2- - سطح خارجي 3- عوارض معدنية مثبتة على السطح الداخلي ومتفصلة قابلة للحركة 4- رافعة لولبية يدوية 5- عارضة افقية حاملة للسطح الداخلي متدحرجة على سكة 6- سكة 7- فتحة تثبيت 8- إطار مزود بمفاصل رابط للسطح الخارجي للقالب 9- مسند خشبي 10- ركائز تلسكوبية

أما عملية التركيب :

فتكون كما يلي :نقوم بصب بيتون النظافة .,..ثم نقوم بصب أرضية النفق التي ستركب عليها السكة فيما بعد , وبعد تركيب السكة نقوم بتركيب القسم الداخلي من القالب على تلك السكة, ثم نضع مساند خشبية من الخارج ونركب عليها الإطارات الرابطة للسطح الخارجي من القالب, ثم نقوم بصب الجدران والسقف للنفق بمسافة تساوي لطول هذا القالب (حوالي 3 متر), ثم نقوم بحل الرافعة اللولبية فينفصل السطح الداخلي للقالب عن البيتون المصبوب والمتصلب كما في الشكل, ثم وبواسطة آلية نقوم بجر القالب إلى قسم آخر أما القسم الخارجي من القالب فإنه يفك ويركب في القسم التالي يستطيع القالب تنفيذ المسارات المختلفة للأنفاق وذلك تبعا لمسار السكة

c) القالب ا لجدارى البرجي:

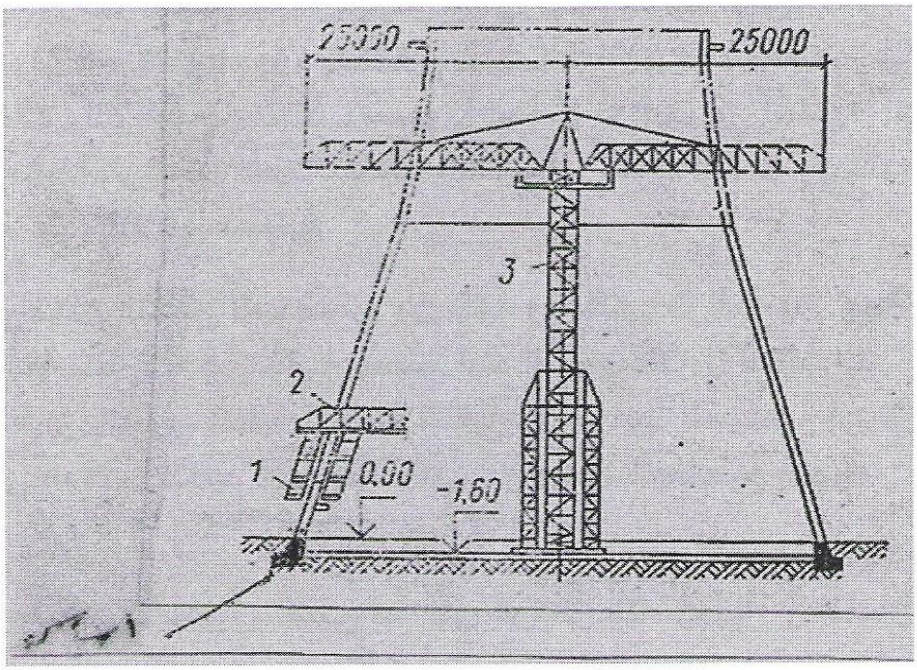
يستخدم هذا القالب لتنفيذ الأبنية العالية والأبراج العالية والمداخن ومحطات تبريد المياه والصوامع

كما هو مبين بالشكل المجاور ويتألف من:

1- سطح القالب

2- جملون حامل للسطح

3- جائز مزود بمصعد



■ *طريقة العمل:*

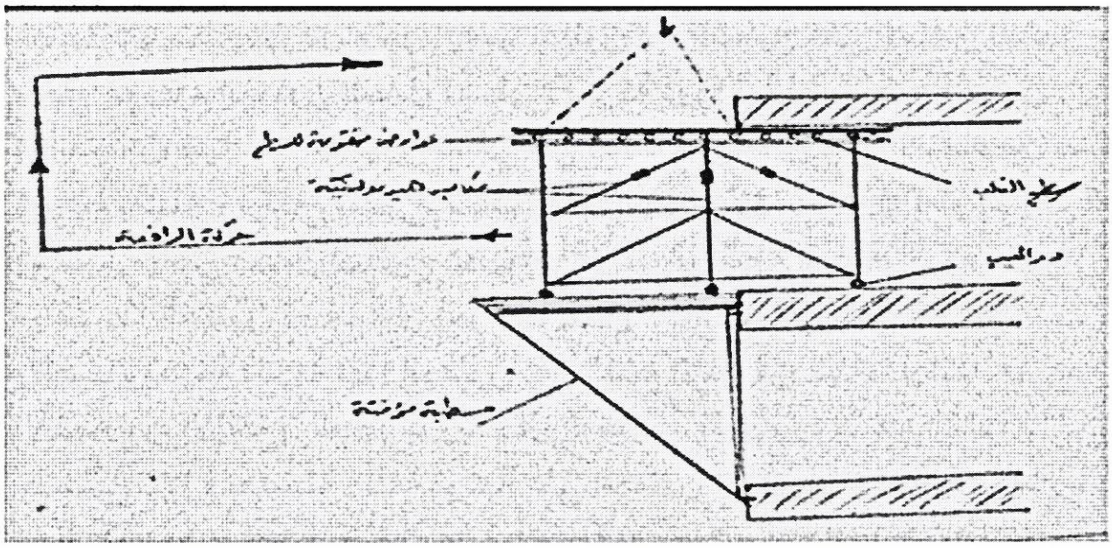
يركب الجائز الشبكي مع المصعد لارتفاع معين ويستقر الجملون الحامل لسطح القالب عند سطح الأرض ونقوم بصب البيتون بعد التسليح على الأساس المنجز سابقا ثم يقوم الجملون الحامل للسطوح بحركة دورا نية لصب جزء آخر من دائرة يكون فيها هذا الجملون مستقر على نصف قطر معين حتى الانتهاء من صب المحيط بأكمله ، ارتفاع سطوح القالب يساوي حوالي (1 - 1.5)متر ثم يتحرك الجملون الأفقي الحامل لسطوح القلب إلى الأعلى بواسطة المصعد المربوط معه ويأخذ هذا الجملون نصف قطر آخر تبعا لشكل البناء المنفذ ويتابع التسليح والصب وبحركة دائرية لهذا الجملون في القسم الآخر من البناء وهكذا حتى الانتهاء من الارتفاع المطلوب وبالشكل المطلوب نقوم بتزويد هذا القالب بالتسليح اللازم بواسطة رافعة مركبة على الجملون الأفقي أو تقف فوقه أما البيتون فيزود بواسطة مضخات عالية الإنتاجية ذات مجال مرتفع لتصل إلى هذه الارتفاعات العالية

■ d قوالب الأسقف :

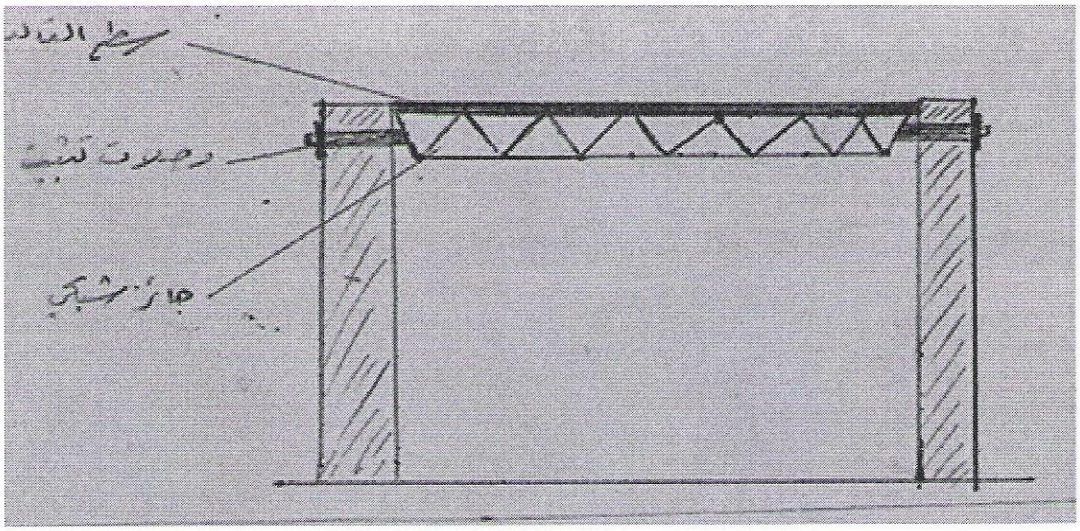
تكون هذه القوالب على شكل منضدة مزودة بسطح قالب معدني أملس وعوارض أفقية وعناصر تقوية وركائز تلسكوبية ومكابس هيدروليكية لضبط الأفقية إضافة لدواليب لسهولة الحركة ومجهزة بشناكل لتثبيت المعلقات للرافعة تتميز في أنها ليست بحاجة للفك والتركيب بل تسحب بسهولة لوجود دواليب في أسفلها أما عملية النقل فتتم بواسطة الرافعات حيث يسحب القالب إلى خارج البناء ويستند على مصطبة مركبة على البلاطة السفلية

ثم نعلق الكابلات في مكان التعليق المخصص من جهة وبخطاف الرافعة من جهة أخرى ثم تقوم الرافعة بتحريكه إلى خارج المبنى ليتم السحب الكامل للقالب ثم يرفع ليوضع في الطابق العلوي لتنفيذ البلاطة التالية إن تركيب المصطبة في كل مرة يسبب ضياع في الوقت والجهد لذلك يستعاض عن وجود المصطبة بوجود خطاف

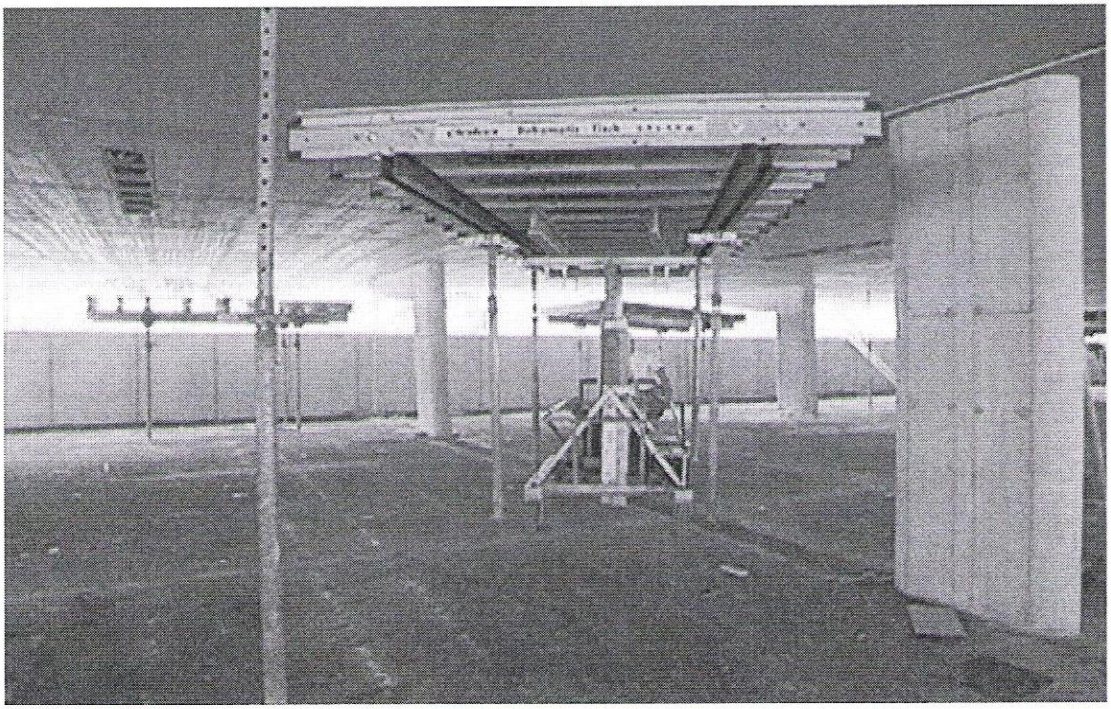
وهناك نوع آخر من قوالب الأسقف يستغنى فيه عن الركائز التلسكوبية وعناصر التقوية ويكتفي فيه بسطح القالب وجوائز شبكية تعرف بالقوالب الدرجية تستخدم في حال الأبنية ذات البنية الجدارية الحاملة وبحيث يكون تصميم البناء يسمح بسحبها قطعة واحدة تجهز الجدران الحاملة بفتحات عند صبها وتثبت القوالب على تلك الجدران بواسطة وصلات تثبيت وبراغي خاصة

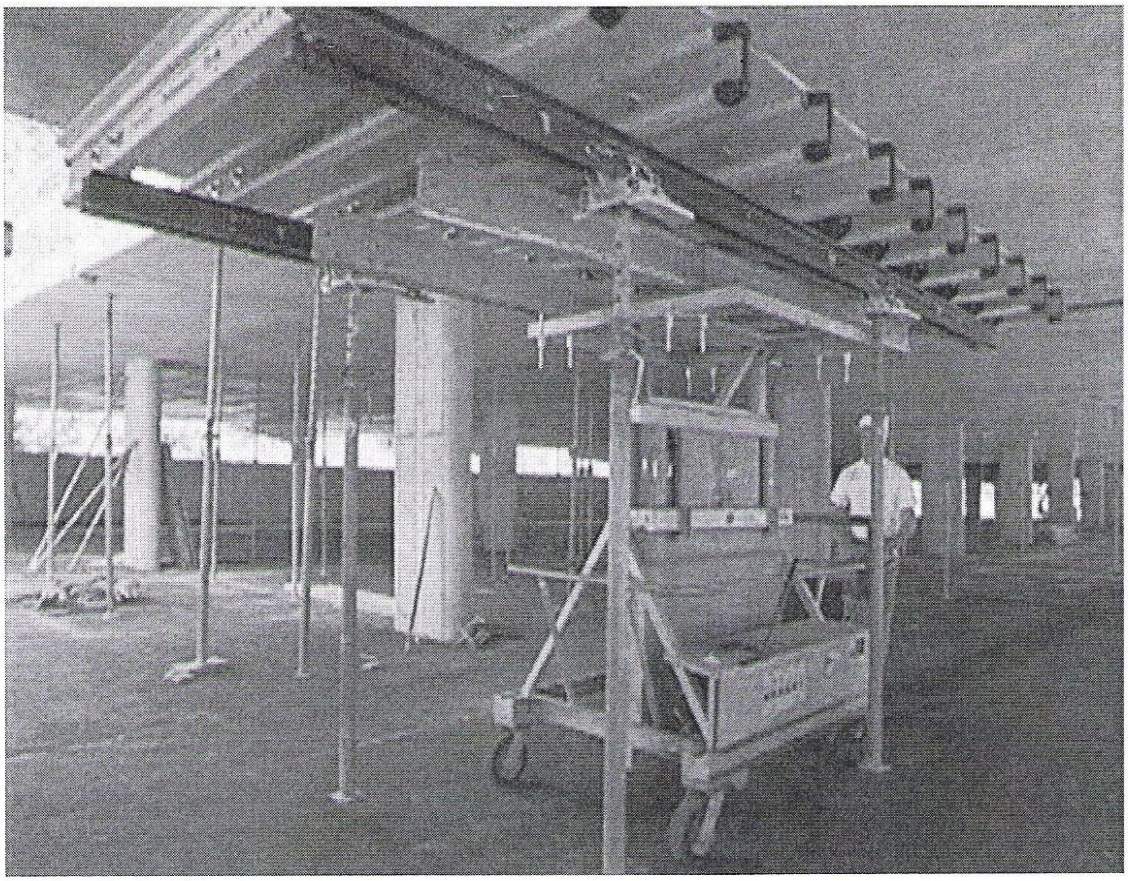


قالب المنضدة



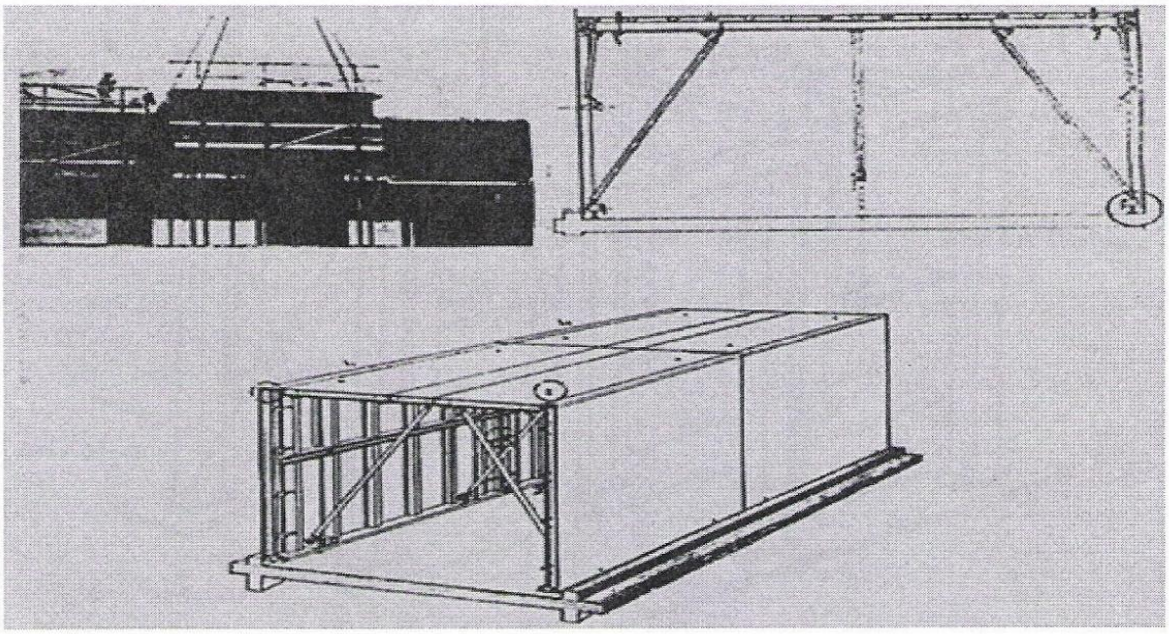
القالب الدرجي





■ - (e) القوالب الفراغية

هي القوالب التي يمكن بواسطتها تنفيذ الجدران والأسقف بوقت واحد يتم تركيبها موازية لبعضها البعض بتباعد يساوي سماكة الجدار التي تحدده في أغلب الأحيان قطع بيتونية مسبقة الصنع تشكل الدليل لسماكة الجدار ويربط وجهي القالب المتوازيين والمؤلفين لقالب الجدار بواسطة شدادات بعد أن يتم تسليح هذا الجدار بالتسليح المطلوب ثم يتم صب البيتون للجدار والبلاطة المسلحة بوقت واحد تكون هذه القوالب مزودة بمكابس هيدروليكية تساعد على فصل السطح للقالب عن السطح البيتوني المصبوب كمل تتألف من ثلاثة سطوح اثنان منها شاقولية والثالث أفقي لصب السقف تتصل هذه السطوح بواسطة أنابيب مزودة بمكابس هيدروليكية وفي أسفل القالب يوجد دواليب تساعد على سحبها بسهولة

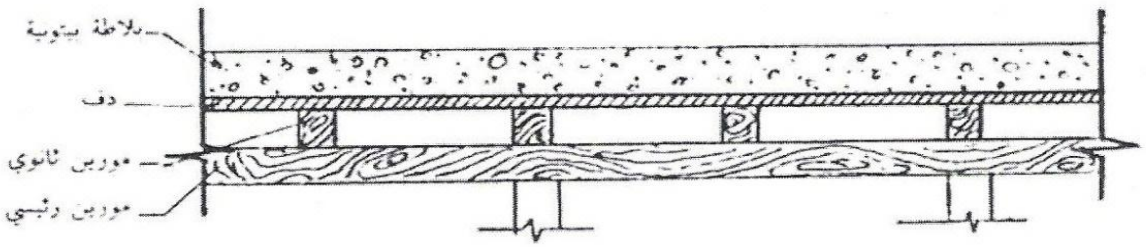


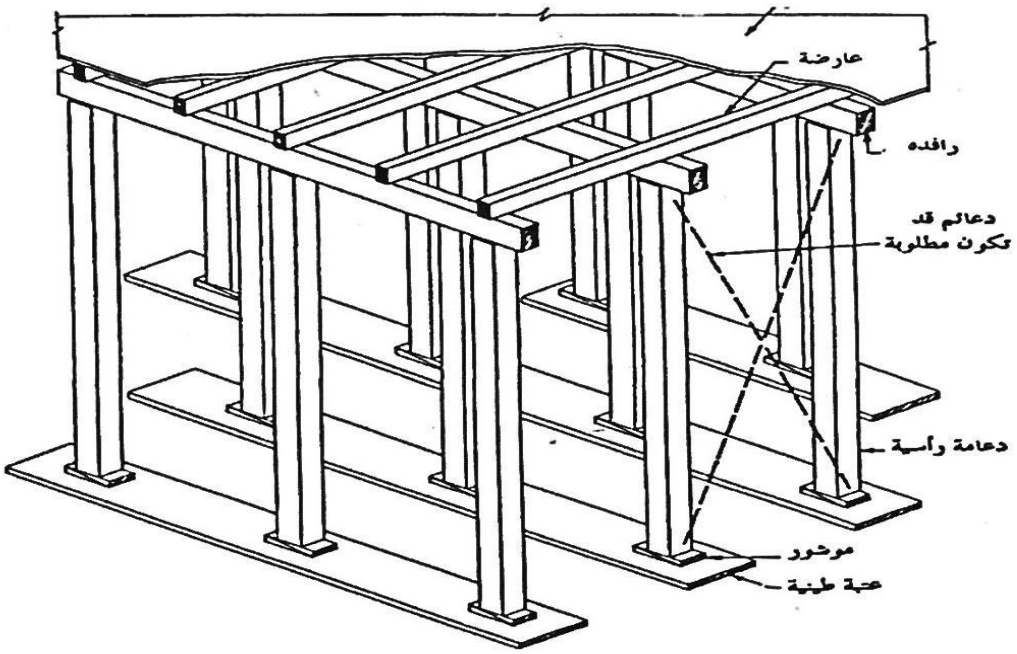
أما عملية فك القوالب الفراغية فإننا نقوم بحل اللوالب الخاصة أو المكابس الهيدروليكية بحيث ينفصل سطح القالب عن سطح البيتون المصبوب ومن ثم تقوم الرافعة بسحب القالب خارج البناء قطعة واحدة وهي تستعمل في الجمل الإنشائية الجدارية التي تسمح بخروج القالب قطعة واحدة

قوالب البلاطات:

إن سطح القالب يتألف من مجموعة من الدفوف الخشبية المتراصة مع بعضها البعض والتي تشكل سطح القالب وتحتها نضع مورينات متعامدة مع الدفوف تشكل الجوائز الثانوية ثم نضع مورينات متعامدة مع المورينات السابقة التي تشكل مجموعة الجوائز الرئيسية ثم الدعامات الشاقولية وتلحق بروابط متصالبة لاستقرار الجملة

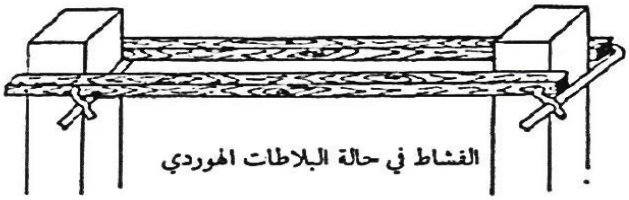
تصمم هذه القوالب على الحمولات التي تتألف من الوزن الذاتي للقالب ووزن البيتون الرطب إضافة إلى الحمولات الحية (عمال الصب، العربات، أجهزة الرج..).

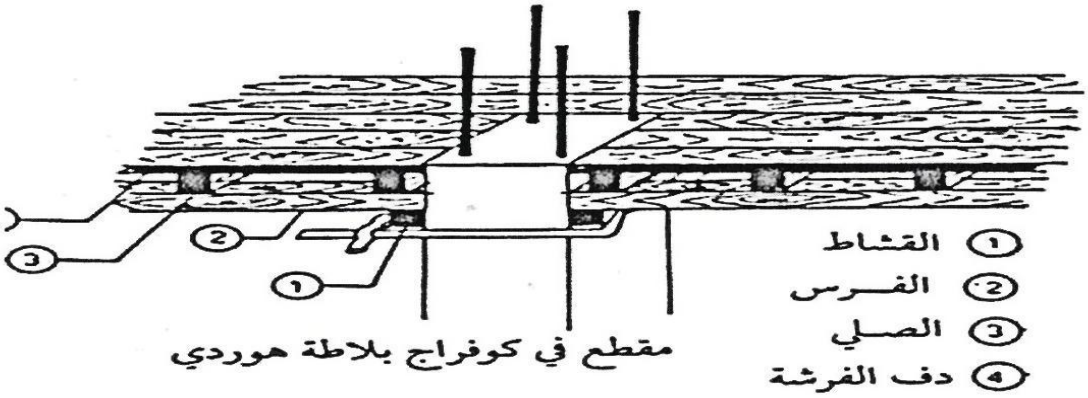




أ - كوفراج بلاطات الهوردى :

يتم الاستعاضة عن القشط المركبة على الجنب الداخلي بمورين يثبت بين عمودين متقابلين يدعم هذا المورين بشكل جيد ويتم فرش الدفوف فوقه بنفس طريقة البلاطة الجانزية ومن ثم مورين ، وبعدها يتم فرش خشب الدف ثم الأجناب الخارجية أما التدعيم فيتم بنفس الطريقة المستعملة في البلاطات الجانزية


القشاط في حالة البلاطات الهوردي



مقطع في كوفراج بلاطة هوردي

قوالب المعدنية

أخذت القوالب المعدنية تحتل دوراً هاماً في عالم المنشآت الهندسية حيث استخدمت كبديل عن القوالب الخشبية بشكل واسع خاصة في المشاريع الضخمة وبدأت تنافس القوالب الخشبية بحدة.

فالشركات المصنعة لهذه القوالب أخذت تتزايد باضطراد وتتنافس لإنتاج نماذج من القوالب المعدنية رخيصة الثمن وعملية الاستخدام.

إن مزايا القوالب المعدنية كانت السبب الأهم والأساسي في منافستها للمواد الخشبية والمواد الأخرى.

ميزات القوالب المعدنية:

ان القوالب المعدنية تتمتع بمجموعة من الصفات جعلتها أكثر استخداماً من الأنواع الأخرى من القوالب وهي:

1- دقة الأبعاد مقارنة مع القوالب الخشبية ومتانتها.

2- إعطاء الأشكال المطلوبة لسطوح البيتون.

3- يمكن استخدام القوالب المعدنية في كافة الظروف الجوية من حرارة وبرودة ورطوبة.

4- قلة الكلفة مقارنة مع القوالب الخشبية وهذا يظهر في المشاريع التي تتكرر فيها نماذج موحدة من منشآت الأبنية.

5- الاهتلاك القليل عند استخدامها بالمقارنة مع القوالب الخشبية.

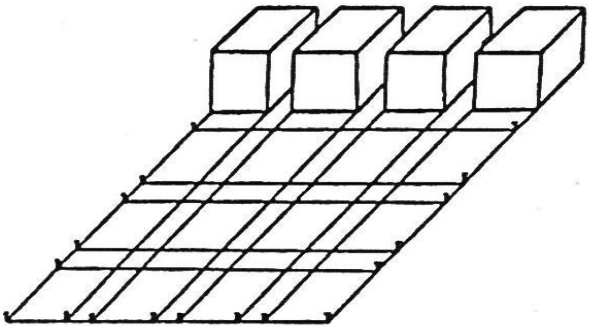
6- سهولة ضبط الأبعاد والمقاييس والمعايرة.

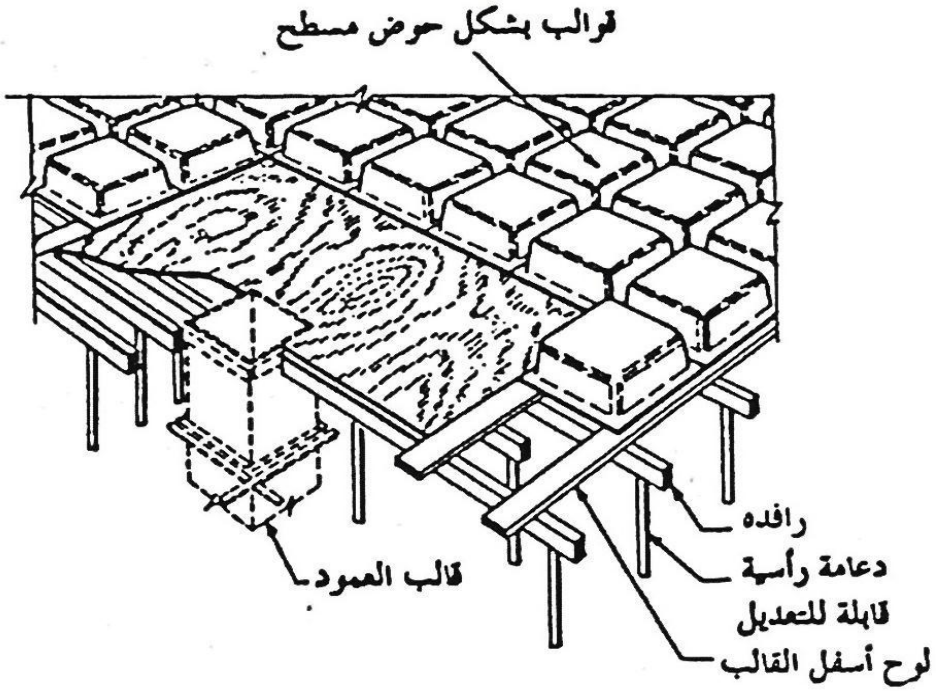
7- سهلة التنظيف.

مساوئ القوالب المعدنية:

1- يعتبر استخدام القالب المعدني ذا كلفة كبيرة فيما لو استخدم لمرة واحدة أو عدد قليل من المرات.

كوفراج البلاطة المعصبة :يتم تنفيذ كوفراج البلاطة كما في حالة البلاطة الهوردي بحيث يكون منسوب سطح الكوفراج مساوياً لمنسوب أسفل جسور البلاطة المعصبة وبعدها يتم تحديد أماكن وجود الفجوات بالطريقة التالية:





كوفراج الأدراج :طريقة كوفراج السطح السفلي للدرج وذلك بعد تحديد مناسيب الميدة السفلية والعلوية بواسطة النيفو أو خرطوم الشقلة والمتر

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

H1سماكة الشاحط H2 ارتفاع الدرجة T: سماكة الدف المستخدم

2- ثقيلة الوزن وكثرة القطع الملحقة والإكسسوارات المستخدمة.

3- صعوبة صيانة القالب بعد استخدامه لمرات عديدة إضافة إلى أنها تحتاج إلى معدات كثيرة لتركيبها.

4- هناك بعض المساوئ الصناعية ناجمة عن تصميم القالب الناتجة في الشركات المصنعة.

أ - القوالب المجمعة يدوياً:

- وهي يمكن تشكيلها من قطع يسهل نقلها ورفعها وتركيبها وفكها بواسطة اليد العاملة مباشرة دون اللجوء إلى معدات كالروافع وغيرها.
- هذه الأنواع خفيفة الوزن 40 كغ غير أنها تحتاج إلى كميات كبيرة من الملحقات والإكسسوارات للحصول على القالب المطلوب.
- تتألف هذه القوالب من ألواح معدنية مختلفة الأبعاد يمكن بواسطتها تشكيل قوالب من أجل السقوف والأعمدة والجوائز والجدران والعناصر الأخرى.

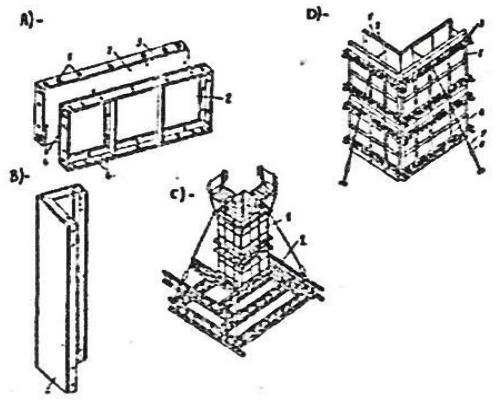
وتحل الألواح المعدنية الخفيفة مكان الدف في القوالب الخشبية.

تثبت القوالب بمجموعات من البراغي والعزقات والأسافين والمرابط تختلف أشكالها تبعاً لماركة ونوع القالب.

تجمع قطع القالب في منطقة العمل وتكون هناك قطع خاصة لتشكيل الزوايا والمنحنيات وغيرها.

إن القوانين التي تعطي قيم الضغط على القوالب الخشبية الناجم عن صب البيتون فيها تطبق نفسها عند حساب القوالب المعدنية.

تعطي في العادة الجهات المصنعة للقوالب المعدنية نشرات فنية ورسومات توضيحية تبين أوزان القطع وطريقة التركيب والإكسسوارات اللازمة.



a الألواح الأساسية B) لوحة جانبية للقالب

-1 ثقوب وفتحات لربط ووصل الألواح –2 القالب

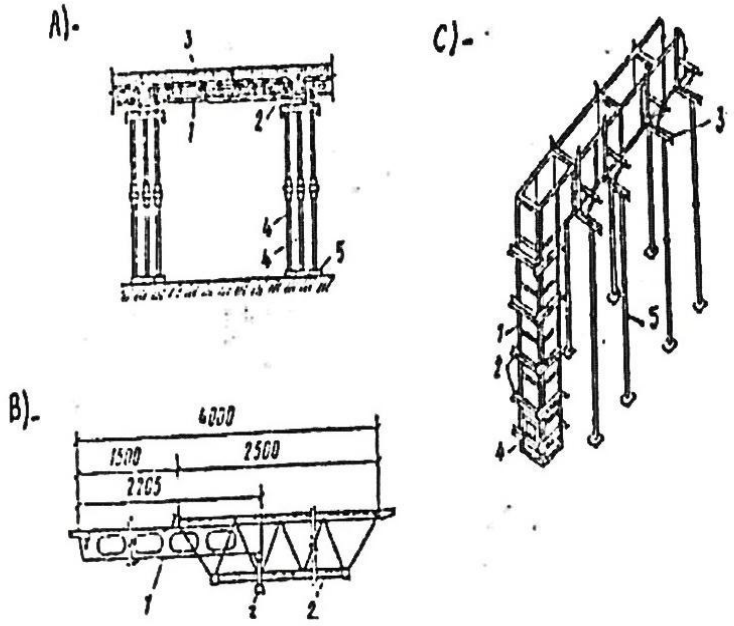
–3 الهيكل –4 فتحات لشد الألواح

C) قالب الأساس تحت العمود:

-1 ألواح قابلة للفك والتركيب –2 عوارض حاملة

D) قالب معدني لزوايا الجدران:

-1 صفائح القالب –2 مسمار للشد –3 إفريز تثبيت – 4- قامطة نابضية –5 سلك للشد –6 حلقة



A) قوالب معدنية للبلاطات والجوانز.

-1 عارضة منزلقة –2 قالب جانزي –3 قالب البلاطة

–4 ركائز معدنية –5 مساند

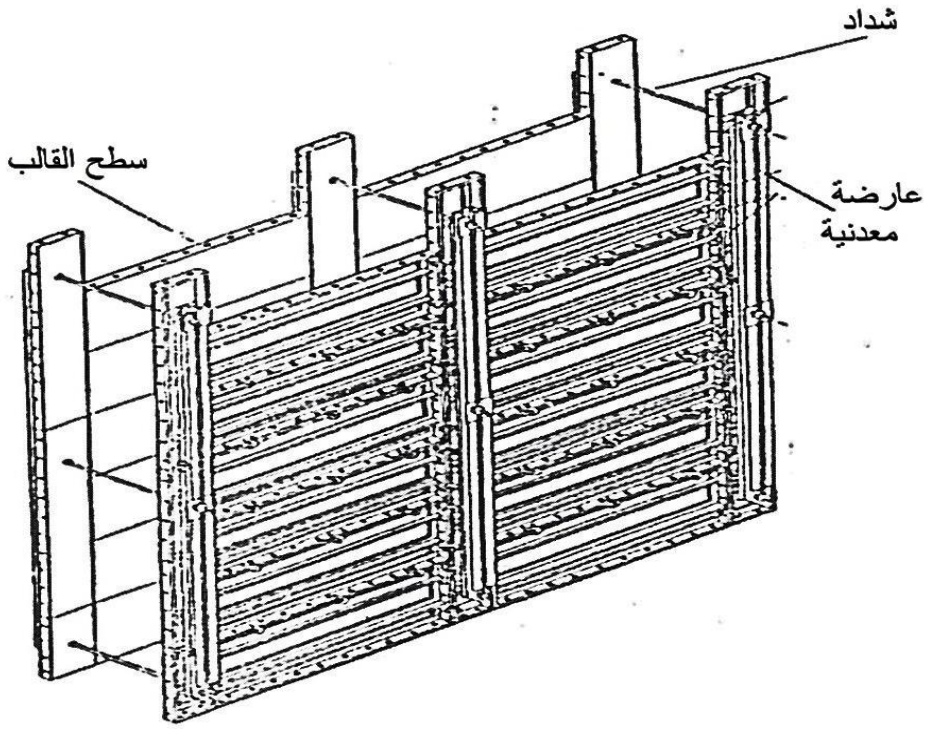
B) عارضة منزلقة:

-1 جانز منزلق –2 جمالون فراغي –3 براغي تثبيت

C) قالب الأعمدة المعدني والعوارض الأفقية

-1 صندوق العمود –2 قوامط (مماسك) –3 مسند لارتكاز العارضة على الركائز –4 فتحة للتنظيف –5 ركائز معدنية

قالب الجدار: يبين الشكل قالب لجدار معدني مؤلف من عناصر معيارية متصلة مع بعضها بواسطة براغي وعناصر ربط وموصولة ببعضها بواسطة عوارض معدنية طولية ويربط وجهي القالب بواسطة شدادات تربط على العوارض المعدنية بواسطة براغي.



ب- القوالب المنقولة آلياً:

وهي القوالب كبيرة الحجم حيث يتم تجميعها مرة واحدة، ثم تنقل آلياً من مكان لآخر.

مساحات سطوح مثل هذه القوالب يتراوح من (15 إلى 30) م2 أو أكثر أحياناً، فهي تحتاج إلى رافعات لنقلها والمساعدة في تركيبها في المكان المخصص.

وتتحقق الاقتصادية في استخدام مثل هذه القوالب إذا ما تم مراعاة السرعة بالتنفيذ وذلك إما عن طريق إضافة المسرعات للبيتون المصبوب أو عن طريق استخدام إسمنت ذو ماركة عالية أو نقوم بتسخين البيتون أو القالب.

تكون هذه القوالب عادة مجهزة بلوالب الضغط الشاقولية وشناكل لسهولة الرفع والنقل بواسطة الرافعة.

ميزات هذه القوالب

أنها تتمتع ببنية قوية تسمح لنا باستخدام التقنيات الحديثة للصب (مضخات – مجار ير – أنابيب – أوعية تفريغ كبيرة) وهذا ما يساعد على اختصار الزمن اللازم للتنفيذ.

إن الشركات المصنعة لمثل هذه القوالب تأخذ بعين الاعتبار قدرة الروافع والآليات اللازمة لرفع أو جر مثل هذه القوالب وتزود هذه القوالب بتجهيزات وسقائل عمل لسهولة حركة العمال إضافة إلى لوالب أو مكابس هيدروليكية لضبط الشاقولية وعناصر تقوية وربط بحيث تكون سهلة الفك والتركيب ومن أشكالها:

1- قوالب الجدران:

هي قوالب مخصصة لتنفيذ الجدران، حيث نقوم بتركيبها بمساعدة روافع وتتألف من سطح القالب – عوارض أفقية – دعامات تقوية شاقولية – دعامات مائلة – لوالب لضبط الوضعية – شدادات ربط وجهي القالب وهناك عدة أشكال من هذه القوالب سنستعرض بعضها.

عبارة عن قالب جداري يستخدم لتنفيذ الجدران البيتونية المسلحة قليلة السماكة والارتفاعات

غير الكبيرة (الطابقية 2.8-3 m)

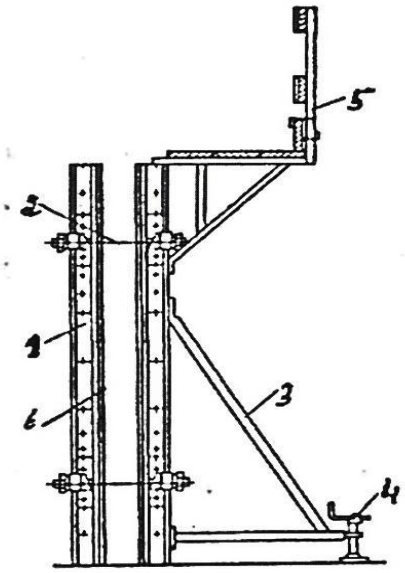
1- عارضة شاقولية مثبتة على سطح القالب. 2- شداد يربط بين وجهي القالب.

3- دعامة مائلة.

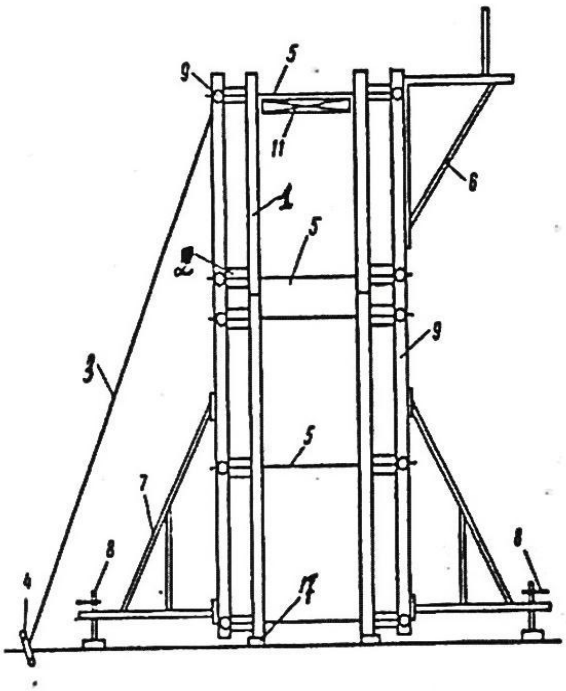
4- لولب لضبط الوضعية الصحيحة للقالب

5- منصة عمل.

6-سطح القالب.



عبارة عن قالب جداري يستخدم لتنفيذ الجدران البيتونية المسلحة كبيرة السماكة وبارتفاعات أكبر من السابقة ويتألف من نفس العناصر ولكن هنا نلاحظ زيادة في العوارض والدعامات وكذلك الشدادات الرابطة بين وجهي القالب



1- سطح القالب.

2- شداد ربط سطح القالب مع عارضة شاقولية.

3- شداد مائل لسطح القالب.
4- وتد معدني.
5- شداد رابط لوجهي القالب.
6- منصة عمل.
7- دعامة مائلة.
8- لولب لضبط الشاقولية لسطح القالب.
9- عارضة شاقولية لزيادة مقاومة سطح القالب.

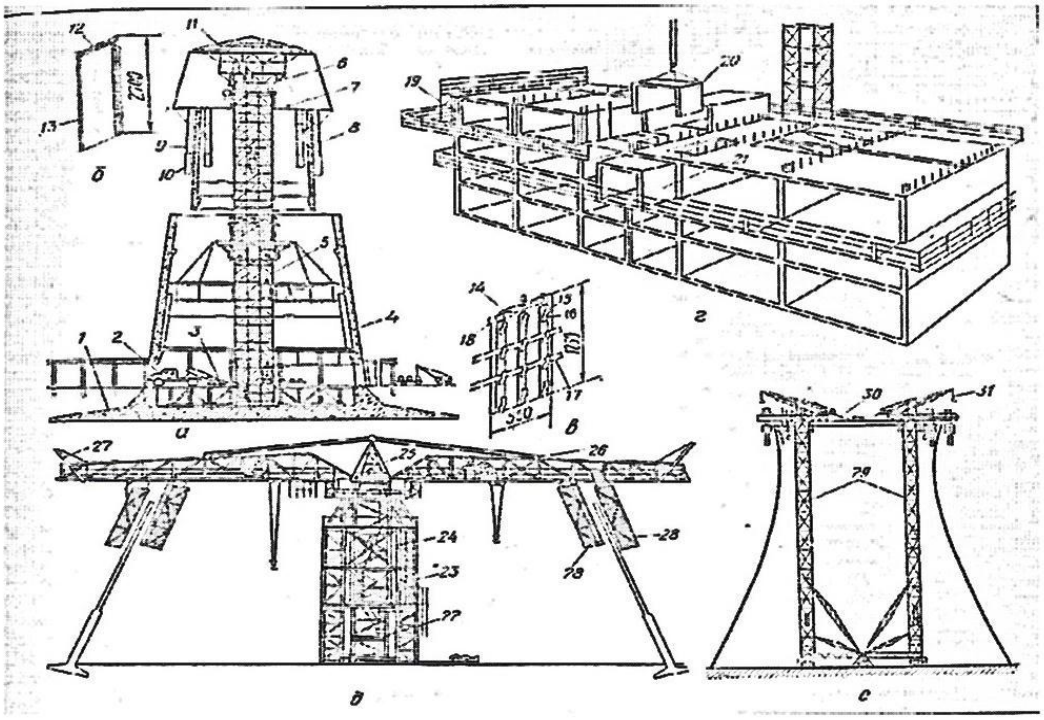
صيانة قوالب الجدران وإعادة تركيبها:

تتم صيانة القوالب وتجهيزها لعملية التركيب الثانية على النحو التالي:

1- يجري تنظيف الألواح الشاقولية من بقايا البيتون العالقة على سطوحه الداخلية والخارجية وفي المجاري المحيطة والفتحات الموجودة فيها والشدادات.

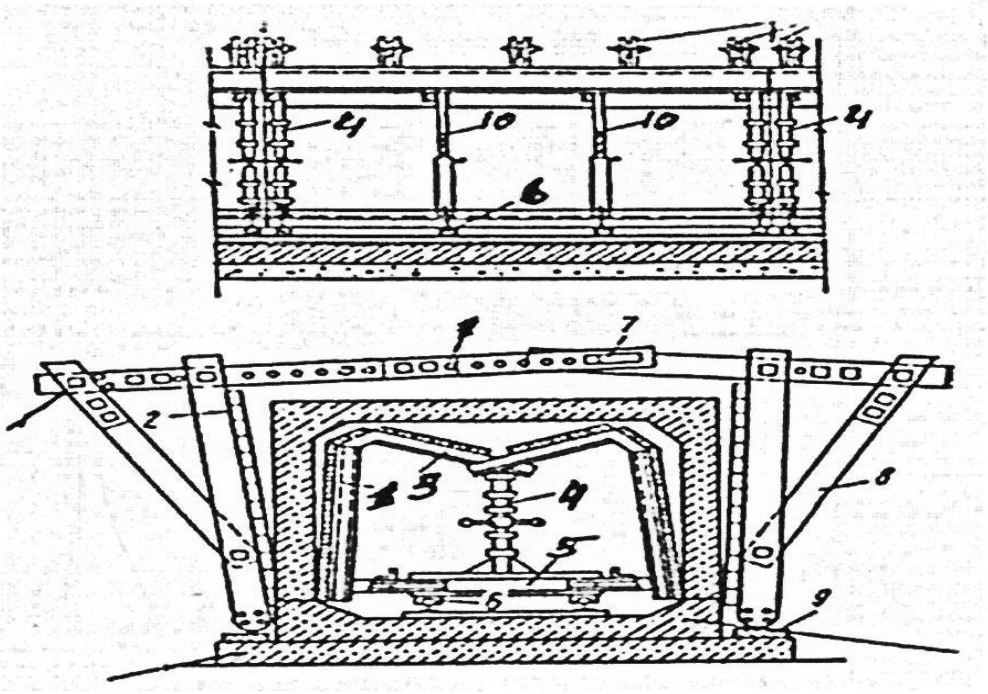
2- يجري تفقد كافة اللحامات الرابطة للقطع المشكلة للألواح وكذلك البراغي الرابطة للألواح وإصلاح وتثبيت المخلخل منها.

3- يجري مسح السطوح المواجهة للبيتون بالزيت المحروق أو بالزيت الخاصة لمنع التصاقها بالبيتون.



- القالب النفقي :

هي القوالب التي تستخدم لتنفيذ الأنفاق اللازمة للمواسير والكبلات إضافة للقنوات والمجاري العامة لتجميع وصرف المياه. وهي مؤلفة من:



1- سطح داخلي للقالب. 2- سطح خارجي . 3- عوارض معدنية مثبتة على السطح الداخلي، ومتمفصلة قابلة للحركة. 4- رافعة لولبية يدوية. 5- عارضة أفقية حاملة للسطح الداخلي متدحرجة على سكة. 6- سكة. 7- فتحة تثبيت. 8- إطار مزود بمفاصل رابطة للسطح الخارجي للقالب. 9- مسند خشبي. 10- ركائز تلسكوبية.

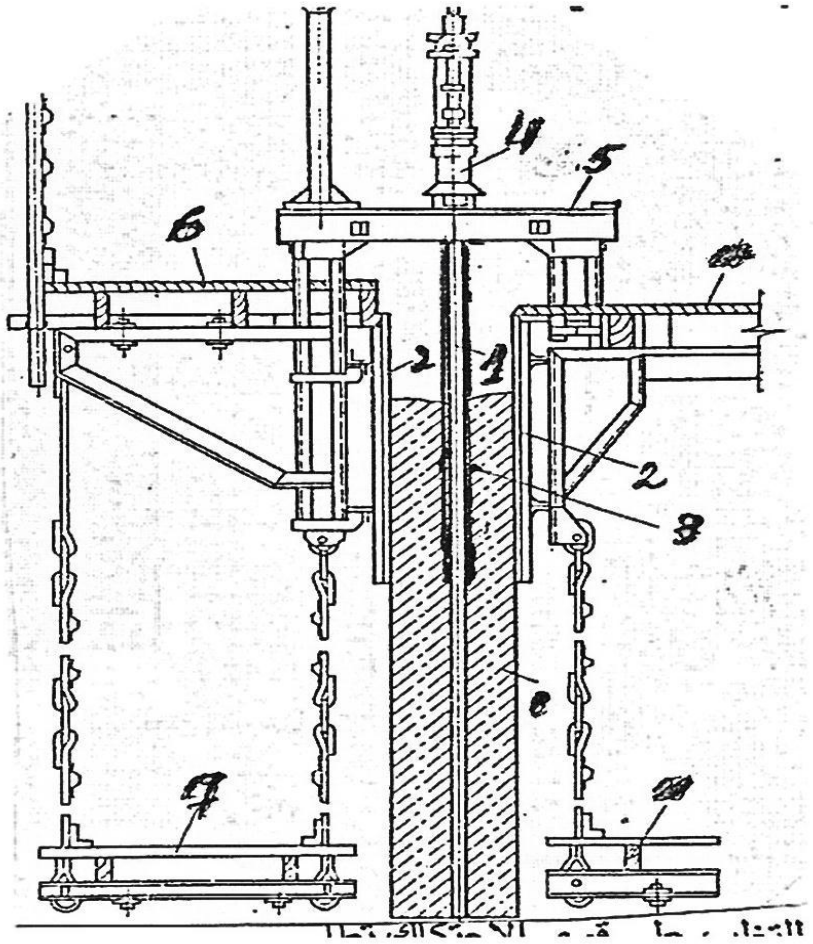
القوالب المنزلقة :

وهي القوالب التي تنفذ بواسطتها الجدران للأبنية العالية والصوامع والأبراج.....الخ تتميز أنها تتحرك شاقوليا بدون توقف حيث تتم عمليات التسليح والصب بدون توقف القالب عن الحركة يجب أن يكون سطح القالب أملس لمقاومة الاحتكاك بينه وبين البيتون المصبوب وللتغلب على قوى الاحتكاك تطلى أسطح القالب بمواد زيتية لسهولة الانزلاق وأيضا يعطى السطح ميلا عن الشاقول كما هو مبين بالشكل ,قد تكون سطوح القوالب المنزلقة مصنوعة من الصفائح بسماكة (2-3) مم وقد تكون مصنوعة من الخشب وتكون عبارة عن دفوف سطحها الداخلي مصقول بشكل جيد مربوطة بعوارض ربط أفقية وعناصر تقوية مائلة ويكون ارتفاع السطح (120 سم) أما بالنسبة إلى تجهيزات الانزلاق فهي تتألف من:

1- قضبان ارتكاز

2- أنابيب انزلاق

3-روافع هيدروليكية



يتألف القالب المنزلق من :

1- أنبوب ارتكاز

2- سطح القالب

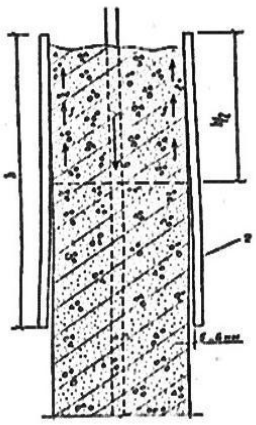
3- أنبوب انزلاق

4- رافعة هيدروليكية

5- عارضة مسنديه حاملة

6- منصات عمل علوية لأعمال للتسليح والصب

7- منصات عمل سفلية لأعمال المعالجة اللاحقة



ميزات القوالب المنزلقة:

1- تتحرك شاقولياً بدون توقف حيث تتم عمليات التسليح والصب بدون توقف القالب عن الحركة.

2- إن القوالب المنزلقة هي أنسب من غيرها من القوالب لتشييد الأبنية العالية.

3- سرعة الزلق تصل إلى 10-15 cm/h أي ما يعادل m (2-3) باليوم.

4- لا نحتاج إلى قالب على كامل الارتفاع كما في بقية القوالب.

5- إن العمل في رفع القوالب المنزلقة لا يحتاج لأي جهود يدوية وإنما هو آلي ومنتظم.

6- يمكن للعمال أن يقوموا بمسح ومعالجة سطح البيتون المصبوب حديثاً والخارج من القالب.

7- تكرار عملها يصل إلى 50 مرة أو أكثر.

8- نحصل على متانة عالية للبيتون نتيجة لعدم توقف الصب.

عيوب القوالب المنزلقة:

1- تستطيع بواسطته صب الجدران الشاقولية فقط ولا تستطيع صب البلاطات والجيزان.

2- الدقة الكبيرة في العمل أثناء صب الجدران.

3- العيوب الكثيرة في الجدران المصبوبة ومن ثم الهدر الكبير اللازم لتصليحها.

4- الهدر الكبير في اليد العاملة وخاصة في صب الأسقف.

قضبان الارتكاز:

تتحمل جميع الحمولات الشاقولية الناتجة عن التنفيذ وهي من قضبان معدنية بقطر(25 مم) وأطوال تتراوح من

(2 -3 م) توصل مع بعضها البعض بواسطة أسنان وترتكز على قاعدة مكونة من صفيحة وأنبوب قصير تكون المتباعدات بين القضبان بين (1.5—2 م) على طول الجدار المنفذ ويحيط بها أنابيب الانزلاق

التي تشكل فراغا داخل الجدار المنفذ كما هو موضح بالشكل ويسمح لنا هذا الفراغ باستعادة قضبان الارتكاز بعد انتهاء التنفيذ حيث تكون أنابيب الانزلاق موصولة مع العارضة المسندية

الرافعة الهيدروليكية : تكون مثبتة حول قضبان الارتكاز وتقوم برفع القالب المثبت معها بواسطة العارضة المسندية والشكل التالي يبين مبدأ عمل الرافعة الهيدروليكية

1- قضيب ارتكاز

2- مقبض علوي لضبط

3- صفيحة استناد

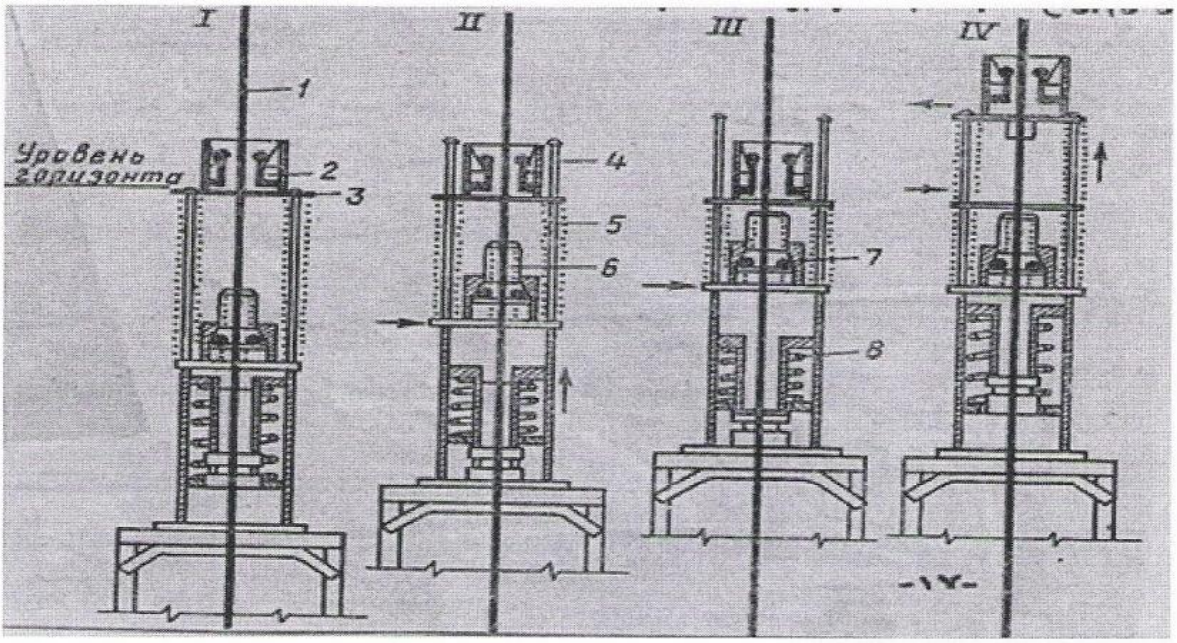
4- قضيب توجيه

5- نابض رجوع

6- مقبض علوي للرافعة

7 - عجلات المقبض

8- مقبض سفلي للرافعة



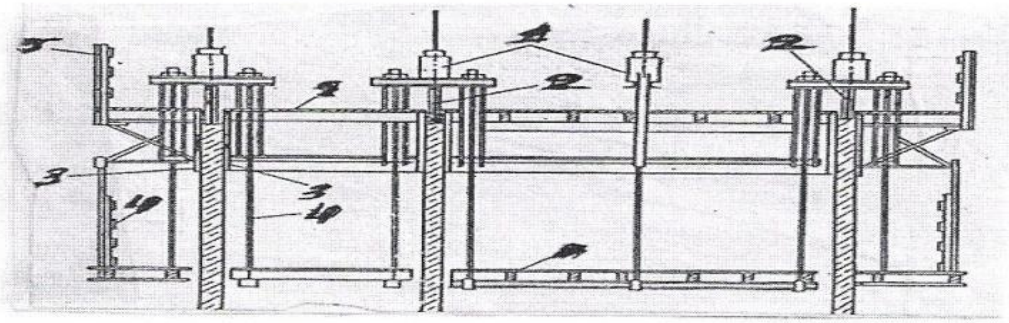
- وضعية الثبات

- خطوة العمل

- وضعية التحقق من الشاقولية

- وضعية الانتقال لمرحلة جيدة

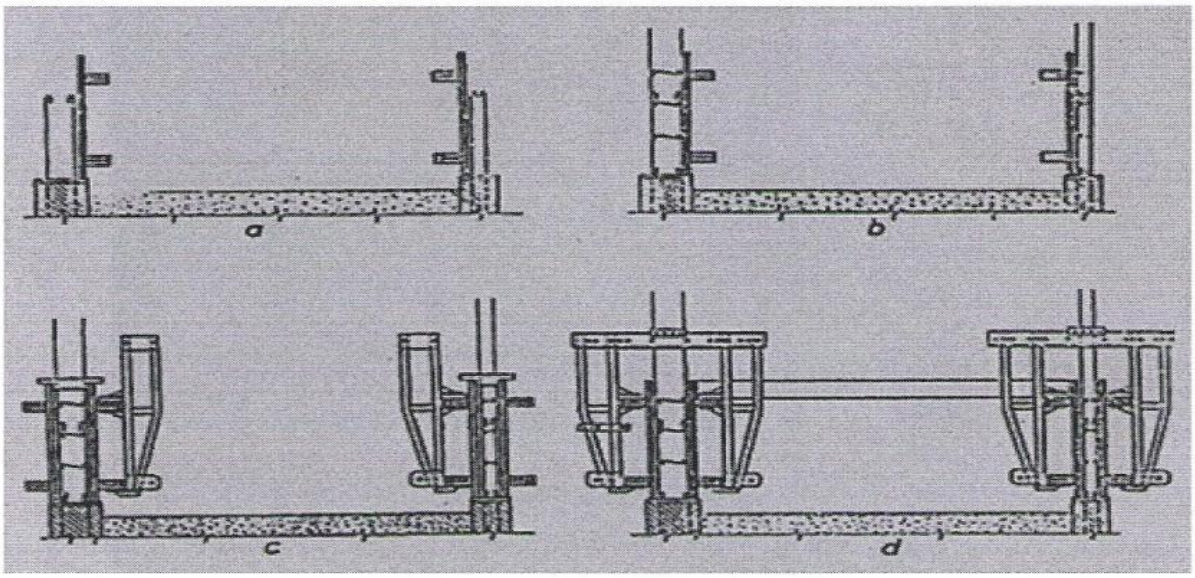
يكون استخدام القوالب المنزلقة اقتصاديا في بناء الأبنية العالية وبناء المداخن والصوامع والأبراج التي يزيد ارتفاعها عن (20 م) على الأقل ومن ميزات هذه القوالب أن تكرار عملها قد يصل إلى (50 م) أو أكثر ونحصل على متانة عالية للبيتون نظرا لعدم توقفنا عن الصب الشكل التالي يبين مقطع في بناء عالي يشاد بمساعدة هذه القوالب حيث يظهر توافق عمل الروافع الهيدروليكية حيث تكون متصلة بمضخة واحدة



(1روافع هيدروليكية (2) قضبان ارتكاز (3) سطح القالب (4) منصات عمل سفلية (5) منصة عمل علوية لأعمال الصب والتسليح

عملية تركيب القوالب المنزلقة:

إن أول خطوة من خطوات العمل هي بناء أساس البناء المراد تنفيذه حيث يبنى بالطريقة الاعتيادية ويبرز التسليح من الأساس الذي سوف يتشابك مع تسليح الجدران الشاقولية ثم يوضع القالبان الداخلي والخارجي فوق الأساس بحيث يكون البعد بينهما هو سماكة الجدار البيتوني الذي يتراوح بين (15—20) سم والشكل التالي يستعرض عملية تركيب القالب المنزلق فوق أساس صومعة ثم تركيب أجزاء القالب الواحدة تلو الأخرى ثم تركيب حديد التسليح



- المرحلة (a) هي صب الأساس ثم تركيب القالب الداخلي.

- المرحلة (b) تركيب شبكتي حديد التسليح الداخلية والخارجية وربطها بالحديد البارز من الأساس.

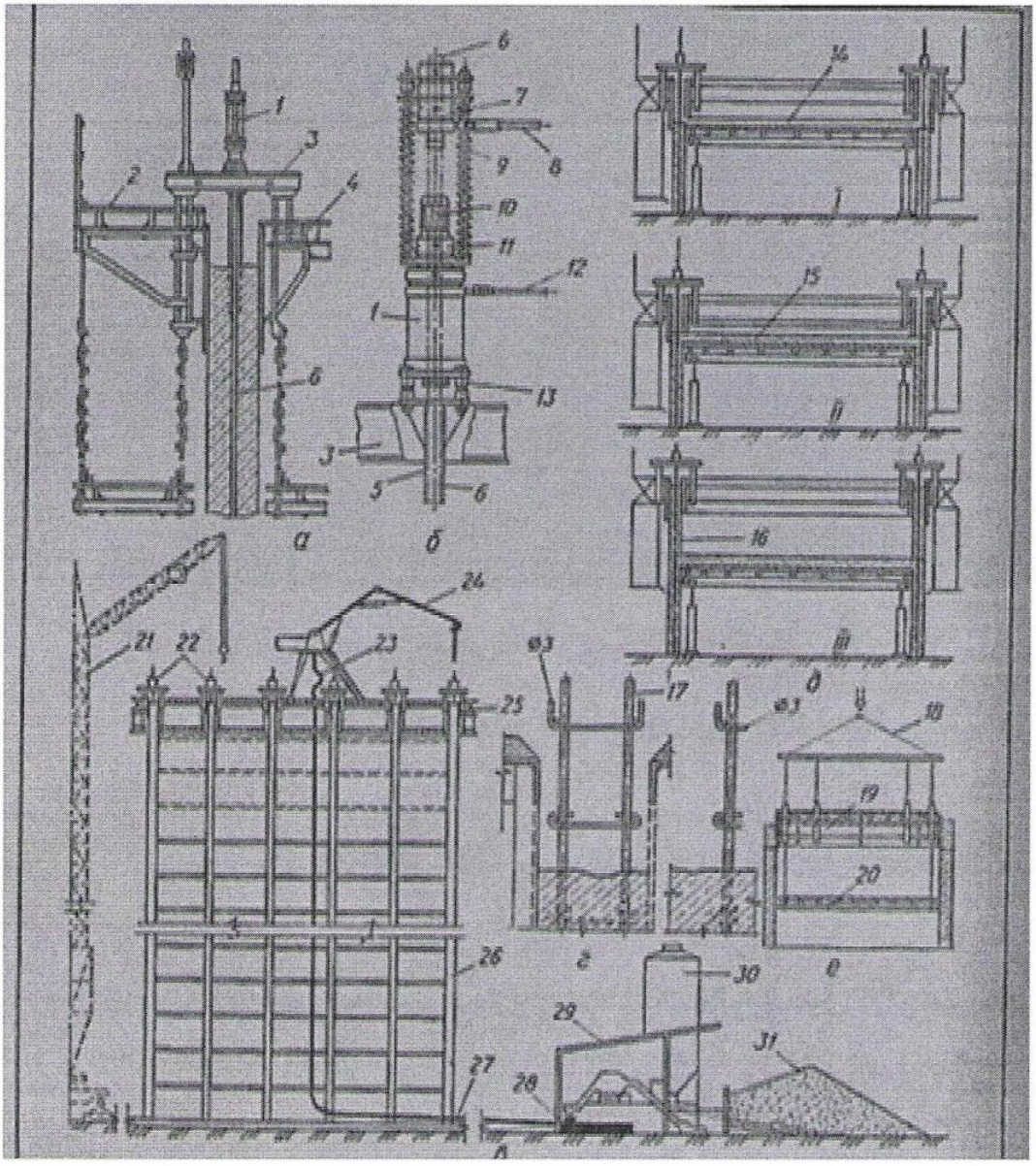
- المرحلة (c) يركب القالب الخارجي والقسم الداخلي للإطار المعدني الحامل مع سطح القالب.

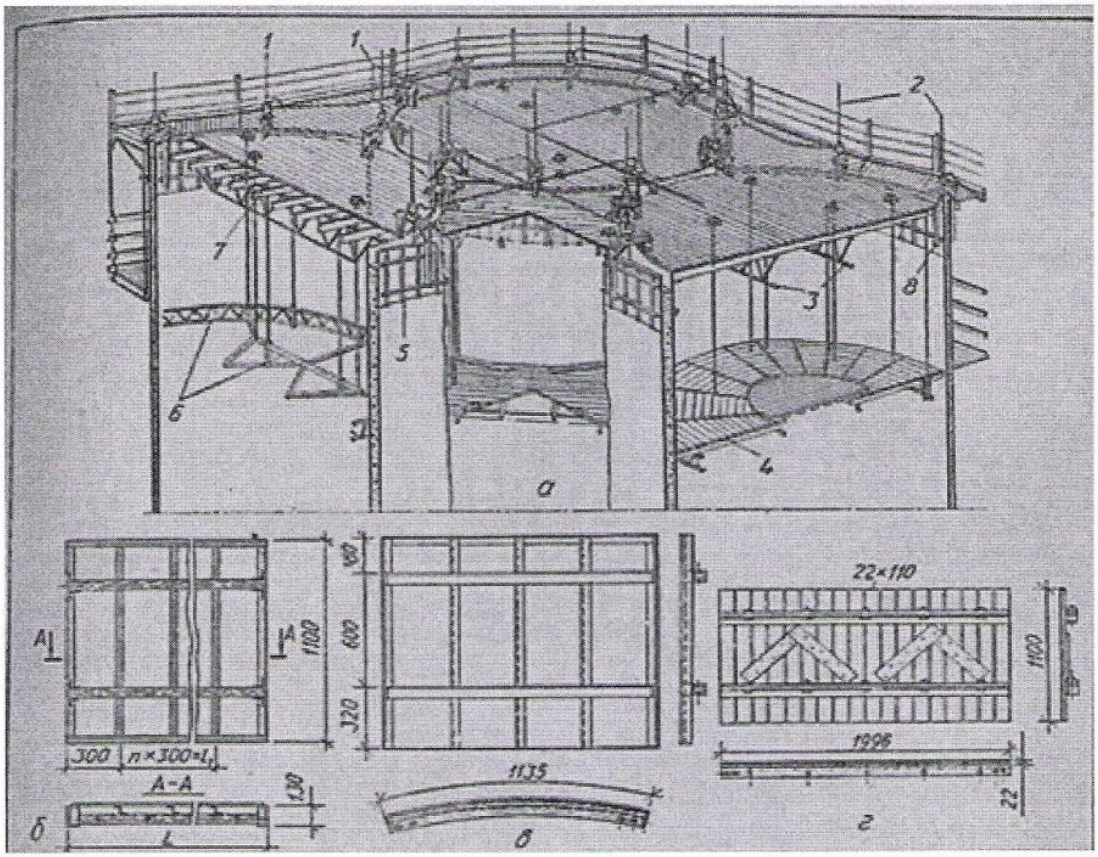
- المرحلة (d) يركب القسم الخارجي للإطار المعدني الحامل ثم تركب الجيزان والعارضة المسندية التي تربط طرفي الإطار الداخلي والخارجي ونربط بها أنبوب الانزلاق.

بعد هذه المراحل يركب قضيب الارتكاز على قاعدته المؤلفة من قاعدة معدنية وأنبوب قصير وذلك في وسط الفراغ بين السطحين الداخلي والخارجي للقالب , بعد ذلك نركب المكابس الهيدروليكية في أعلى قضبان الارتكاز ومن ثم تبدأ الجملة

بالعمل أما عمليات ربط الحديد كلما ارتفع القالب فإنها تتم تدريجيا فيجري تشبيك الحديد الذي يبرز خارج القالب وعلى ارتفاع العمال الذين يقومون بتربيط شبكة التسليح المؤلفة من قضبان شاقولية وقضبان أفقية يصب البيتون في الفراغ بين القالبين ويرج بالرجاجات الداخلية ثم يضاف البيتون دوما كلما ارتفع القالب وحصل فراغ في القسم العلوي من القالب , ان مقاومة البيتون على الضغط بعد (28يوم)هي (200كغ/سم2) ومقاومته بعد (24ساعة)من صبه هي

(20 كغ / سم2)ومقاومته بعد ترك القالب مباشرة لا تقل عن (4 كغ / سم2)

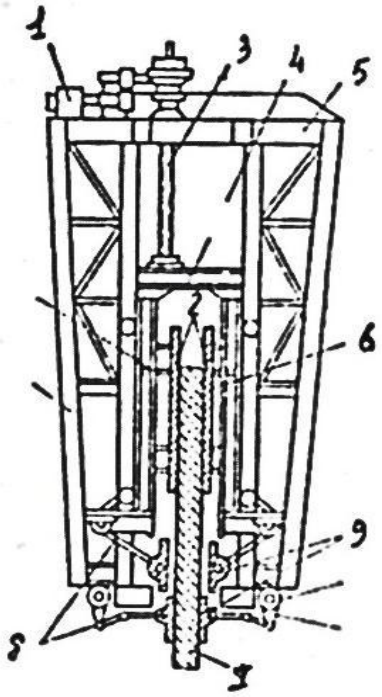




- القوالب المتسلقة:

وهي القوالب أكثر فعالية من القوالب المنزلقة حيث لا تحتاج إلى قضبان ارتكاز ولا أنابيب انزلاق إنما يتم التسلق بواسطة أرجل سفلية ذات حركة ميكانيكية.
تستند هذه الأرجل على البيتون المتصلب للجدار المنفذ وتقوم الأرجل بخطوات ثابتة تتناسب وسرعة تصلب البيتون المصبوب.

تتعلق إنتاجية مثل هذه القوالب بسرعة تصلب البيتون المصبوب وتكون الإنتاجية عالية إذا ما أضيفت المسرعات للبيتون المصبوب وتعتبر هذه القوالب ذات إنتاجية أكبر من القوالب المنزلقة.



-1 آلية رفع.

-2 سطوح القالب المتقابلين.

-3 أنبوب ناقل للحركة. -4 عارضة مسندية.

-5 إطار معدني جملوني.

-6 بيتون مصبوب حديثاً (طري).

-7 بيتون متصلب.

-8 أرجل استناد متحركة.

-9 مساند الأرجل المتحركة.

القوالب الضائعة (الميتة):

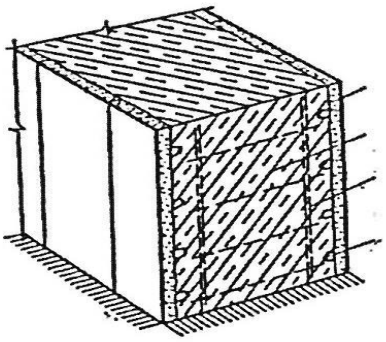
وهي قوالب مسبقة الصنع لا تحتاج للفك بعد عملية تصلب البيتون داخل القالب، والتي تبقى مع العنصر المصبوب كجزء أساسي من أجزاءه.

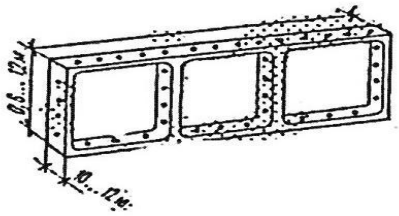
تتميز هذه القوالب بالميزات التالية:

1- لا تحتاج للفك وبالتالي اختصار الزمن اللازم للتنفيذ.

2- تشكل طبقة حماية للبيتون المصبوب وطبقة إكساء أيضاً.

3- رخيصة الثمن إذا ما قورنت بالمواد المصنوع منها بقية القوالب فهو تصنع من البلاطات البيتونية المسلحة المعصبة أو الملساء أو من البلاستيك أو من الإسمنت الزجاجي أو غيرها





- توفير واضح بالكلفة وأجور الفك وبالتالي اقتصادية واضحة بالكلفة الكلية

5- إن استخدامها يؤدي إلى عدم معالجة العنصر بعد الصب فسطحها الخارجي أملس وأحيانا يكون ذو زخارف

تصنع البلاطات البيتونية المسلحة المعصبة بأبعاد حتى (6 م) وعرض حتى (0.6---1.2م)وتستعمل لصب الجدران التي يزيد عرضه عن (0.5 م) و القالب الضائع موضح بالشكل السابق أما في البلاطات فتكون أبعادها (1×4 م) وبسماكة (50---60 مم) يكون الوجه الداخلي لسطح القالب الضائع غير أملس ويحتوي على تجاعيد لزيادة التماسك بين القالب و البيتون المصبوب وأحيانا لزيادة التماسك تنفذ على السطح الداخلي للقالب شناكل وتشاريك معدنية تربط مع تسليح الجدار المنفذ وتزيد من قوى التماسك بين البيتون والقالب وتساعد على رفع القالب

أثناء التركيب بواسطة الرافعة هناك أشكال أخرى من القوالب الضائعة وبسماكات (5—1.5 سم)تزداد مع ازدياد أبعاد القالب منها القوسية والدائرية ومنها الصندوقية والقطع القشرية المستخدمة للأبنية الخاصة وتكون سماكة القطع القشرية (40—60مم) وبأطوال من(1—5 م) تجمع أغلب الأحيان هذه القوالب على الأرض مع تسليح العنصر ا لإنشائي المطلوب تنفيذه ومن ثم ترفع وتوضع في المكان المخصص بواسطة الرافعة توصل أسطح القوالب الضائعة لتشكل مع بعضها البعض سطحا ذو مساحة كبيرة وذلك بواسطة وصلات معدنية وبراغي خاصة

انتهت المحاضرة التاسعة

تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : العاشرة **عدد الصفحات : 8**

تاريخ المحاضرة : 23/4/2012

الدكتور : بشّار الحفّار

الفصل الخامس : تقنية النقل الأفقي

أولاً مقدمة :

- النقل الأفقي : عملية رئيسية في المشاريع حيث تقوم آليات النقل بنقل التربة من منطقة الحفر إلى منطقة الردم أو من حفر الاستعارة إلى منطقة الردم.

- يجب أن يدرس النقل و نختار آلياته بعناية حتى نؤمن أقل كلفة ممكنة لأن التربة ليس لها سعر ، ولكن أجور نقلها تجعل لها قيمة و سعر.

- أنواع النقل :

(1) النقل الأفقي :

- يتم باستخدام مختلف آليات النقل وذلك حسب المواد المنقولة و طبيعة الأعمال و حجمها و يقسم إلى :

1- النقل الداخلي :

- يتم نقل المواد ضمن حدود المشروع ؛ مثلاً : نقل من المستودعات إلى مكان التنفيذ أو من مكان التصنيع إلى مكان التركيب.

Eng.Dana Akil

2- النقل الخارجي :

- حيث يتم نقل المواد الأولية النصف المصنعة و المصنعة من خارج المشروع إلى داخله ، أو من داخل المشروع إلى خارجه ، بالإضافة إلى كل ما يحتاجه المشروع من تجهيزات و أيضاً ترحيل الأتربة و الأنقاض خارج المشروع.

(2) النقل الداخلي الشاقولي :

- يتم استخدام مختلف أنواع الرافعات لنقل المواد من أسفل البناء إلى الأعلى.

➢ يصنف النقل الأفقي حسب نوعية المسارات إلى :

1- نقل على الطرقات : هام في المشاريع المدنية ، ويستخدم بشكل واسع في سورية.
2- النقل على السكك.
3- النقل المائي.

ثانياً النقل على الطرقات :

(1) التصنيف :

➢ تُصنف آليات النقل إلى مجموعتين :

❶ آليات غير مجهزة بمعدات تمكنها من القيام بعمليات التفريغ و التحميل :

1 – آليات مجهزة بصندوق ثابت للشحن مثبت على آلية النقل.
2 – آليات مجهزة بصندوق منفصل.

❷ آليات مجهزة بمعدات تمكنها من القيام بعمليات التفريغ أو التفريغ و التحميل معاً :

1- سيارات مجهزة بصناديق متحركة قابلة للقلب نحو الخلف بواسطة مكابس هيدروليكية.
2- سيارات مجهزة بصناديق متحركة قابلة للقلب نحو الجوانب بواسطة مكابس هيدروليكية.
3- سيارات مجهزة برافعة ميكانيكية أو هيدروليكية تقوم برفع المواد من الأرض لسطح السيارة أو تقوم بتخزين المواد من سطح السيارة للأرض.
4- سيارات مجهزة بصندوق له غطاء خلفي قابل للحركة و التنزيل هيدروليكياً بحيث يتم تحميل المواد عليه و رفع هذه المواد حتى منسوب سطح السيارة.
5- سيارات مجهزة بخزانات خاصة لنقل المواد الناعمة و تفريغها ؛ مثل (سيارات نقل الإسفلت).

6- سيارات مجهزة بخزانات لنقل المواد السائلة و تفريغها ؛ مثل (صهاريج الماء – صهاريج البيتومين السائل).
7- سيارات مجهزة بخلاطات لنقل البيتون الطري ، غاية الخلط : منع تصلب البيتون.

---

(2) العوامل المؤثرة في اختيار آلية النقل :

1 – نوع الحمولة.
2 – الشروط التقنية التي تتطلبها عمليات البناء.
3 – مسافة النقل.
4 – نوع آليات التحميل و التفريغ التي تعمل مع آلية النقل.
5 – طوبوغرافية الأرض.
6 – نوعية الطرقات التي تسير عليها الآليات.

---

(3) تنظيم النقل على الطرقات :

- يتصف النقل على الطرقات بواسطة السيارات بالدورية.

- دورة عمل الآلية (السيارة) تتالف من عدة أزمنة و هي :

1- زمن التحميل.
2- زمن النقل إلى مكان التفريغ (السيارة محملة).
3- زمن التفريغ.
4- زمن العودة (السيارة فارغة).

- زمن دورة الآلية و الذي يشكل مجموع الأزمنة الجزئية للدور يمكن التعبير عنه بالعلاقة التالية :

$$T = \sum t_i = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

حيث :
t_1 : الزمن اللازم من أجل التحميل.
t_2 : زمن النقل.

$$t_2 = \frac{\text{مسافة النقل}}{\text{سرعة النقل}} = \frac{L}{V_1}$$

t_3 : زمن التفريغ.

t_4 : زمن العودة.

$$t_4 = \frac{\text{مسافة العودة}}{\text{سرعة العودة}} = \frac{L}{V_2}$$

(على اعتبار أن مسافة النقل هي نفسها مسافة العودة).

- أمّا إذا كانت الآلية قاطرة و مقطورة فإن دور الآلية يحسب بالعلاقة :

$$T = \frac{L}{v} + t$$

حيث :

v : السرعة الوسطية للآلية.

L : مسافة النقل.

t : زمن المناورة من أجل تعليق و فك القاطرة عن المقطورة.

- حساب الإنتاجية :

$$Q = q.n.\eta_1$$

حيث :

q : حجم صندوق السيارة النظري.

η_1 : عامل استغلال الحمولة.

يتعلق بنوع المواد المنقولة و بشكل صندوق آلية النقل.

يساوي نسبة بين الحمولة الوسطية للمواد خلال دورة إلى الحمولة الاسمية.

n : عدد دورات العمل بالساعة الواحدة.

$$n = \frac{t}{T}.\eta_2$$

η_2 : عامل استغلال الزمن ؛ و يؤخذ ضمن المجال $(0.8 - 0.85)$

$$\Longrightarrow \quad Q = \frac{t}{T}.q.\eta_1.\eta_2$$

Eng. Dana Akil

(4) تنظيم النقل على الطرقات :

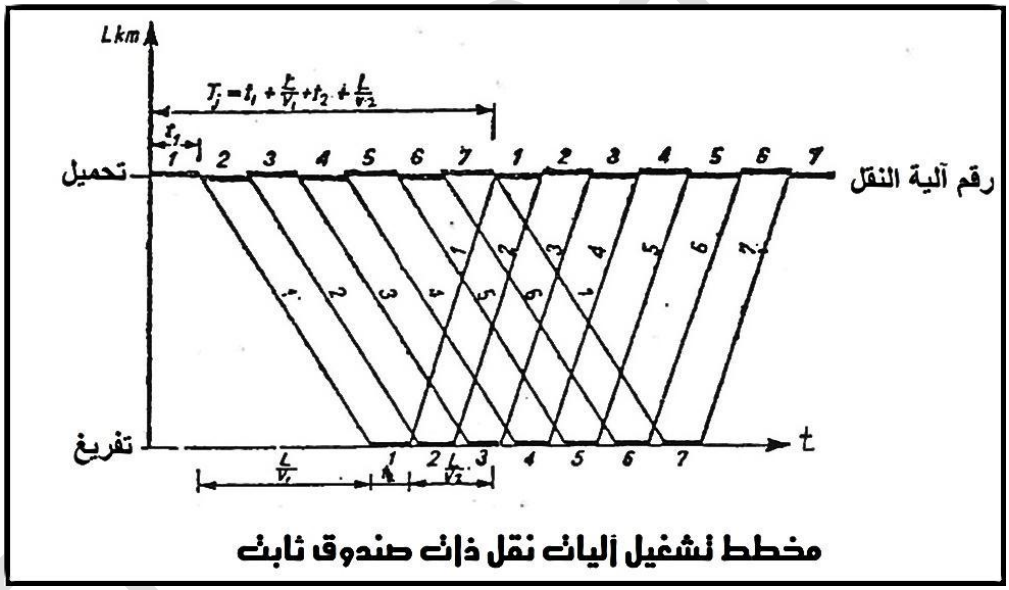
- إن استمرارية عمل آليات التحميل و التفريغ تؤمن فقط عند الافتراض أنه خلال زمن نقل المواد إلى مكان التفريغ و العودة من أجل التحميل التالي ؛ فإنه يجب أن يتم تحميل جميع الآليات المتبقية الموضوعة في العمل أي إنه يجب أن تتحقق العلاقة التالية :

$$(m-1) * t_1 = \frac{2L}{V} + t_2$$

$$\Longrightarrow \quad \boxed{m = \frac{\frac{2L}{V} + t_2 + t_1}{t_1}}$$

- إن الرقم m الذي تم الحصول عليه يجب زيادته بمقدار 10% نظراً لتوقع حصول أعطال طارئة في بعض الآليات.

- إن تحديد عدد الآليات يمكن أيضاً إيجاده بطريقة رسم مخطط تشغيل آليات النقل :



مخطط تشغيل آليات نقل ذات صندوق ثابت

---

(5) النسعة الاقتصادية لآليات النقل :

- إن اختيار آلية نقل كبيرة بالنسبة لآلية التحميل تسبب ضياعاً في الوقت لأن آلية التحميل ستحتاج إلى وقت طويل لتعبئة آلية النقل.

- و بالعكس فإن اختيار آليات نقل صغيرة بالنسبة لآلات التحميل يسبب هدر كبير في الوقت نتيجة الزمن اللازم للمناورة قرب آلية التحميل و يتطلب عدد كبير من آليات النقل ممّا يزيد في كلفة النقل.
- لذلك وُجِدَ أن الحل الأفضلي هو اختيار سعة صندوق آلية النقل أكبر بمقدار (7 – 10) مرات من سعة وعاء آلية الحفر.
- العوامل المحددة للسعة الاقتصادية :
  1. إنتاجية الآلية التي تقوم بالتحميل.
  2. مواصفات مسار النقل.
  3. المسافة بين مكان التحميل و التفريغ.
  4. الشروط الموضوعة في مكان التحميل.

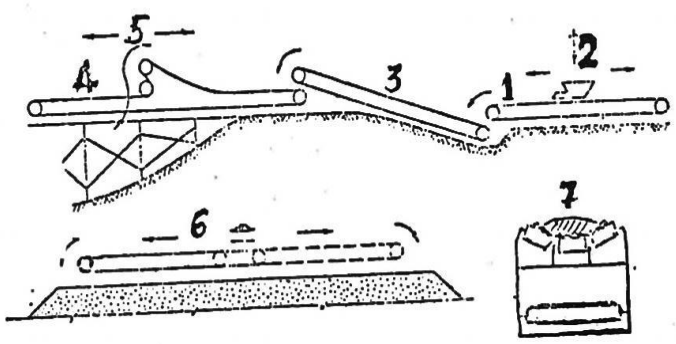
ثالثاً الأشكال الخاصة للنقل الداخلي الأفقي :

❶ السيور الناقلة :

- تستخدم لنقل المواد الحصوية و الرمل و الخلطة البيتونية و نقل الطوب.
- يمر السير الناقل على دولابين أحدهما يقوم بتحريك السير و الآخر للتوجيه و التثبيت ، القسم العلوي من السير الناقل يستند على أسطوانات متحركة على محاورها و تعطي السير شكل مقعر ، أمّا القسم السفلي فيكون بشكل مستوٍ.
- تُحمل المواد على السير الناقل بواسطة وعاء تحميل (2) و الذي يمكن أن يتحرك على مسار السير الناقل.
- يفرغ السير الناقل بوساطة الدولاب الثاني أو بوساطة وسائط تفريغ خاصة (4).
- تشكل السيور من مجموعات :
  1. سير التحميل.
  2. وعاء تحميل متحرك.
  3. سير النقل.
  4. سير التفريغ.

Eng.Dana Akil

- يمكن أن يتم توزيع المواد المنقولة على سير ناقل عرضي ارتدادي العمل متعامد مع السير الناقل الأساسي (5).



(1) سير التحميل
(2) وعاء تحميل متحرك
(3) سير ناقل
(4) سير تفريغ
(5) آلية تفريغ متحركة
(6) سير ناقل عرضي
(7) المقطع العرضي للسير الناقل

مخطط منظومة السير الناقل

❷ الروافع :

- لها أنواع مختلفة ؛ منها الثابتة و المحمولة على سيارات (السهمية – التلسكوبية) وكذلك الروافع الجسرية و البرجية.

❸ الأسلاك المعلقة :

- تستخدم في الوديان و المناطق الجبلية التي يصعب الوصول إليها بالطرق الأخرى ؛ حيث تركب الأسلاك على أبراج لسهولة الحركة.

❹ النقل بواسطة الأنابيب :

- يستخدم لنقل الخلطة البيتونية بواسطة مضخات غالباً تكون محمولة على سيارات تتغذى من جبالات محمولة على سيارات تنقل الخلطة من خارج موقع العمل.

رابعاً النقل الشاقولي بوساطة مصعد ثابت :

- عبارة عن سطل يتحرك ضمن برج معدني يتم تثبيته إلى جانب البناء.
- تصل قدرة الرفع في مثل هذا النوع من المصاعد حتى $(3-4)m/h$ عندما يكون الارتفاع $50m$.
- في هذه الطريقة من النقل تقوم الجبّالة بتفريغ الخلطة ضمن السطل الذي يتم رفعه بوساطة المصعد إلى السطح المطلوب صبه ، ومن ثمَّ تفريغه إلى عربة و نقله أفقياً إلى مكان الصب.

انتهت المحاضرة العاشرة

Eng.Dana AKIL

تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : الحادية عشر و الأخيرة **عدد الصفحات : 8**

تاريخ المحاضرة : 30/5/2012

الدكتور : بشّار الحفّار

تابع الفصل السادس : تقنية أعمال البيتون المسلح المُنفّذ في المكان

ثانياً تقنية أعمال التسليح :

❶ مقدمة :

- يُحدد اتجاه تطور أعمال التسليح بالأمور التالية :
  1- مكننة أعمال التسليح.
  2- استخدام اللحام الكهربائي.
  3- استخدام مجموعات إنشائية مسبقة الصنع من قضبان التسليح ذات مواصفات معيارية لتشكيل العناصر الحديدية التي تدخل في العناصر البيتونية المسلحة.

- نتيجة لتطبيق التقدم التقني في أعمال التسليح يمكن الحصول على النتائج التالية بالمقارنة مع الطرائق اليدوية لأعمال التسليح :
  1- توفير كميات الحديد تبلغ (10 – 15)%.
  2- توفير العمالة بما يعادل 3 مرات.

Eng.Dana Akil

3- توفير في المساحات اللازمة للقيام بالأعمال التحضيرية.
4- استخدام أفضل الآليات.
5- استخدام يد عاملة خبيرة ترفع من جودة الأعمال.
6- استخدام تقنيات متقدمة من أجل التصنيع و النقل ترفع من اقتصادية و جودة التنفيذ.

- الأعمال الجزئية التي تدخل ضمن نطاق أعمال التسليح فهي :

1- تنظيف قطع الحديد و تجليسها.
2- التكسيح.
3- اللحام و الربط.
4- معالجة الحديد على البارد.
5- تركيب عناصر التسليح في المكان.

---

❷ تنظيف الحديد و تجليسه و قطعه :

- يورد الحديد المستخدم في أعمال التسليح بشكل قضبان طولها $12m$ ، و قد يصل طولها إلى $15m$ لبعض الأقطار الكبيرة ، أو بشكل ملفات (كعكة) من أجل الأقطار الصغيرة $8mm$ و ما دون.

- يتم التنظيف و التجليس و القطع للحديد الملفوف بوساطة آلات تقوم بهذه الوظائف في عملية واحدة.

- تصل سرعات الآلات الحديثة لهذا الغرض إلى $60\ m/min$.

- أمّا القضبان فيتم تجليسها يدوياً بوساطة آلات معدات خفيفة ، و يتم التنظيف يدوياً أو بوساطة آلات تعتمد على تدوير قرص مجهز بفرشاة معدنية بحيث يمر القضيب على حافة الفرشاة . يتم القطع يدوياً بوساطة معدات خفيفة أو بوساطة آليات قطع كهربائية أو هيدروليكية أو بوساطة النشر أو الحرارة.

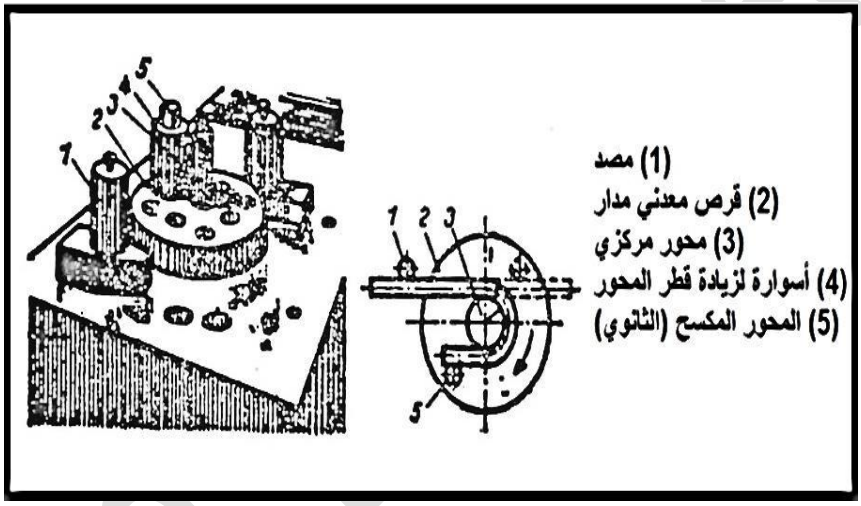
---

❸ تكسيح قضبان الحديد :

- يتم بوساطة آلات خاصة يعتمد عملها على تحريك قرص معدني يدور حول محور شاقولي مركزي . يمكن تثبيت محاور ثانوية أسطوانية بأقطار مختلفة على سطح القرص المعدني الدوار.

- عندما يدور القرص حول محوره المركزي فإنه يقوم بتدوير المحور الثانوي المثبت عليه ، وبنتيجة ذلك يتم تكسيح قضيب الحديد المتوضع بين المحور الرئيسي و الثانوي.

- يدور القرص حول محوره الرئيسي باتجاهات متعاكسة و بزوايا دوران معينة يحددها البرنامج الموضوع لتشغيل الآلة ، وبذلك يمكن الحصول على أشكال مختلفة لتشكيل الأساور و العكفات و التكسيح.



---

❹ معالجة الحديد على البارد :

- إنَّ القضيب الحديدي الأملس الطري إذا تمَّ شده بحيث يتعرض لإجهادات أكبر من حد المرونة ؛ يُلاحظ بعد إزالة هذه الإجهادات أنه قد حصل على حد مرونة جديدة إجهادات أكبر من التي كان يتحملها قبل تعرضه للشد.

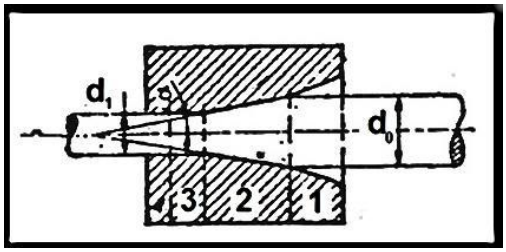
- أمّا إذا انتظرنا عدداً من الأيام بعد تعرض القضيب إلى قوى الشد المذكورة ، فيُلاحظ بأن الحديد قد حصل على حد مرونة جديدة أكبر من حد المرونة الذي تولد في الحديد بعد شده مباشرة.

إنَّ معالجة الحديد على البارد يمكن أن تتم بعدة طرق و هي :

1. سحب القضبان ؛ ويستخدم من أجل الحديد الذي يورد بشكل ملفات.
2. شد القضبان المستقيمة من طرفيها من أجل الحديد الذي يورد بشكل رزم.
3. ضغط السطح الخارجي لقضبان التسليح عمودياً على محورها بحيث يؤدي إلى تغيير في شكل مقطعها (عجنها).
4. جدل القضيبين بعضهما مع بعض.
5. لَي قضبان الحديد من أجل الحديد ذي المقطع المربع.

سحب القضبان :

- يتم بوساطة آليات خاصة بحيث يمرر قضيب التسليح ضمن ثقوب قطرها أصغر من قطرها الأولي و من ثمَّ سحبها.



- يجب أن تكون القوة Q أكبر من القوة اللازمة لتغيير المقطع وكذلك أكبر من القوى المماسة الناتجة خلال عملية السحب في المجال 2 و 3.
- تتراوح سرعة السحب بين $(0.5 - 4) m/sec$ ويجب ألا يزيد إنقاص المقطع دفعة واحدة عن 20% من مساحة المقطع الأولية للحديد الأملس المطاوع ؛ أي أنَّ القطر بعد السحب يجب ألا يكون أصغر من 0.9 من القطر الأولي ، أو 10% من مساحة المقطع بالنسبة للحديد متوسط الطراوة ؛ أي 95% من القطر الأولي.

عجن الحديد :

- يتم أيضاً بوساطة آليات معينة تقوم بعجن السطح الخارجي للقضبان و تغير شكل مقطعها.
- يبلغ عمق تاثير العجن في السطح نحو 15% من قطر القضيب المعالج.
- إنَّ الحديد المعالج على البارد بهذه الطريقة يزداد تماسكه مع البيتون نتيجة النتوءات الحاصلة.

شد الحديد :

يتم تعريض القضيب إلى قوة شد بأساليب متعددة ، أو غالباً ما يتم ذلك بتثبيت أحد أطراف الحديد في ركيزة ثابتة و تعريض الطرف الآخر إلى قوة شد.

Eng. Dana Akil

❺ اللحام الكهربائي :

- الأساليب المعتمدة في اللحام الكهربائي :

1. باستخدام مادة وسيطة اللحام (القوس الكهربائي) :
   - يستخدم في أعمال لحام المنشآت المعدنية.

2. دون استخدام مادة وسيطة للحام (لحام المقاومة) :
   - يستخدم في أعمال التسليح.

- أنواع لحام المقاومة ← اللحام التناكبي.
  اللحام النقطي.

(1) اللحام التناكبي :

- يستخدم من أجل وصل القضبان بعضها مع بعض.
- يتم بطريقتين :

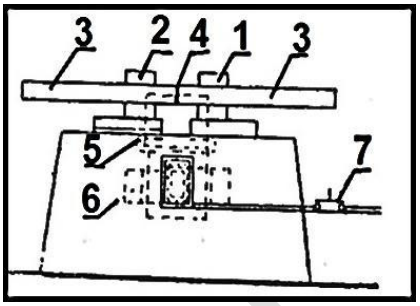
1. طريقة التلدين :

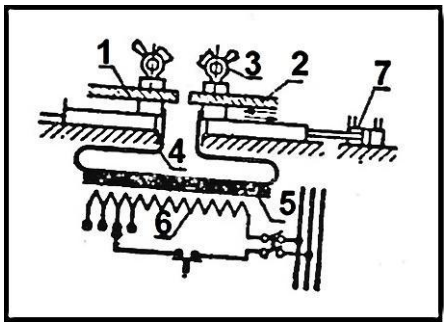
❖ تعتمد على تقريب أطراف القضبان بعضها من بعض بحيث يتم تماس الأطراف المقطوعة بدقة كافية ، ونظراً لأن التماس لا يتم على المقطع كاملاً ؛ لذلك فإنَّ مقاومة مرور التيار تكون كبيرة و تتولد نتيجة ذلك حرارة عالية تقوم بتلدين أطراف القضبان إلى درجة معينة ، ومع ازدياد لدونة الحديد تتم زيادة الضغط على القضبان وبذلك يتم الوصل.

2. طريقة الصهر :

- تعتمد على تقريب أطراف القضبان بعضها من بعض و إبعادها بمقدار قليل بحيث لا يتم تماس جيد بين مقاطع الحديد المطلوب لحامها ، وبذلك تتولد حرارة تمتد إلى عمق أكبر نسبياً.
- أمّا في المرحلة المتقدمة من الوصل فإنّه يتم تماس الوجهين و تتم العملية كما في اللحام بوساطة التلدين.

Eng.Dana Akil



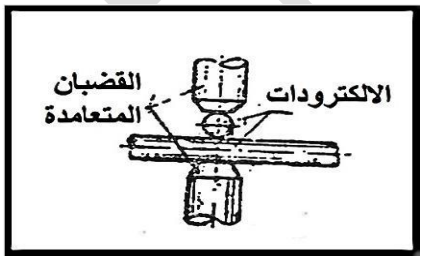


مبدأ اللحام بالتلدين		مبدأ اللحام بالصهر	
1	مثبت للقضبان (ثابت)	1 – 2	أطراف القضبان المراد وصلها
2	مثبت للقضبان (متحرك)	3	مثبت للقضبان
3	القضبان المراد وصلها	4	الوشيعة الثانوية للمحول
4	مكان الوصل	5	نواة المحول
5 – 6	وشائع المحول	6	الوشيعة البدائية للمحول
7	فاصمة	7	آلية لتحريك القضيب(تحريض) ولضغط القضيب (وصل)

- العوامل المؤثرة على شدة التيار و الزمن اللازم لعملية الوصل :
  1. نوع الحديد.
  2. قطر الحديد.
  3. إمكان المحولات المستخدمة.
  4. طريقة اللحام المتبعة.

☜ ففي حين نحتاج إلى شدة تيار تتراوح بين $(3 - 5) A/mm^2$ في طريقة الصهر ، فإننا نحتاج إلى شدة تيار تتراوح بين $(10 - 50) A/mm^2$ في طريقة التلدين.

(2) اللحام النقطي :



- يستخدم من أجل وصل قضبان الحديد المتعامد و التي تمس بعضها بعضاً في أماكن تماس مساحتها صغيرة.
- عند مرور التيار باتجاه متعامد مع محور القضبان تكون المقاومة في أماكن التماس أكبر ما يمكن ، وبالتالي تتولد حرارة في هذه الأماكن و يصبح الحديد في حالة لدنة ، ومن ثمَّ يتم تعريض القضبان لضغط معين وبالتالي يتم الوصل.

Eng.Dana Akil

➢ يتم اللحام النقطي بطريقتين :

الطريقة / وجه المقارنة	طريقة سريعة	طريقة بطيئة
الصفات	تعتمد على تمرير تيار كبير و زمن لحام قصير	تعتمد على تمرير تيار غير كبير نسبياً و زمن أطول للحام.
زمن اللحام	$(0.1-0.5)sec$	$\geq 0.8\ sec$
شدة التيار	$(120-3000)A/mm^2$	$(80-120)A/mm^2$

يجب أخذ الأمور التالية بعين الاعتبار :

1. الحديد الذي يحتوي على نسبة فحم $\geq 0.2\%$ يمكن لحامه بالسريع أو البطيء.
2. الحديد الذي يحتوى على نسبة فحم $< 0.2\%$ يجب أن يتم لحامه بالبطيء ؛ لعدم تجانس المادة في حالة اللدونة.
3. الحديد المعالج على البارد يجب أن يلحم بسرعة لكي لا يفقد المرونة التي حصل عليها.
4. جودة الوصل تتأثر بنتيجة الضغط المطبق و كذلك مساحة الإلكترودات.
5. قطر الإلكترودات يجب ألا يزيد على $20mm$ عند وصل الحديد المعالج على البارد.
6. قطر الإلكترودات يجب أن يكون أكبر من 20% من مساحة الأقطار الملحومة ، كذلك أكبر من $30mm$ من أجل الحديد المسحوب على الحامي.

خصائص العناصر المُصنّعة بوساطة اللحام الكهربائي :

1. تشكل القضبان عقداً ثابتة في أماكن التقائها وبذلك تزداد متانة العنصر الكلية ضد التشوهات التي لها أهمية كبيرة خلال نقل العناصر و تركيبها في موضعها.
2. تُوفر الهياكل الملحومة تماسكاً أفضل مع البيتون لأن نقاط التقاء القضبان الرئيسية مع الثانوية تشكل عقداً ثابتة.
3. إن وجود عقد ثابتة لا يستلزم وجود عكفات في نهايات القضبان و يوفر في العمالة و الحديد ؛ إضافة إلى أن العقد الثابتة تؤمن توزيعاً متساوياً لإجهادات الحديد الرئيسية.
4. إن استخدام اللحام الكهربائي يسمح باستخدام الحديد الأملس المعالج على البارد ذي حد مرونة محسن ، ذلك لأن استخدام حديد أملس معالج على البارد لا جدوى منه إذا تم التربيط يدوياً وذلك لعدم وجود تماسك جيد مع البيتون.

Eng. Dana Akil

5. بسبب عدم وجود عكفات فإن شكل التسليح يصبح مبسطاً و إنَّ ذلك يسمح بتبسيط عملية التسليح و استخدام مكننة عالية.

6. إنَّ شكل عناصر التسليح غير قابلة للتشوه بوجود العقد الثابتة و تحافظ الهياكل على التباعد المطلوب بين القضبان و على مكانها في العنصر المصبوب ، إن كان ذلك خلال عملية النقل أو التركيب أو الصب و رج البيتون.

7. استخدام اللحام الكهربائي يسمح باستخدام أقطار صغيرة (الشيء غير الممكن بالربط اليدوي لمتطلبات تنفيذية) ، إن ذلك إضافة إلى الاستغناء عن العكفات يؤدي إلى توفير في كمية الحديد بالمقارنة مع الربط اليدوي.

انتهت المحاضرة الحادية عشر و الأخيرة

مع تمنياتي لكم بالتوفيق و النجاح

Dana Akil

Eng.Dana Akil

ملاحظات عامة حول مادة تكنولوجيا الإنشاء (1) :

① جميع الرسومات الواردة في المحاضرات مطلوبة و مهمة حيث أنه غالباً يأتي السؤال ويطلب فيه الاستعانة بالرسم.

② عند الإجابة على سؤال مطلوب فيه رسم يكفي أن يرسم الطالب رسم مُبسط و واضح و يبين عليه جميع المسميات ، و أي رسم بدون مسميات لن يقوم الدكتور بتصحيحه.

③ عند الإجابة على سؤال مطلوب فيه كتابة علاقة أو قانون على الطالب أن يكتب دلالات الرموز و الواحدات بالإضافة إلى مجالات الرموز – إن وجدت- ، ويمكن للطالب كتابة رموز غير الرموز الواردة في المحاضرة بشرط شرح دلالة كل رمز.

④ الفصل الثاني من المقرر (القسم العملي) مطلوب في الامتحان النظري ، و أكد (د.شكري البابا) على أنه سيأتي سؤال منه ، بالإضافة للفصل الأول .

مع تمنياتي لكم بالتوفيق و النجاح

Dana Akil

Eng.Dana Akil