



منشورات جامعة دمشق
كلية الهندسة

تكنولوجيا النساء (١)

فتحي لصدي

أستاذ مساعد في كلية الهندسة المدنية
جامعة دمشق

الدكتور المهندس

مفيد العبد

مدرس في كلية الهندسة المدنية
جامعة دمشق

الدكتور المهندس

نصر الدين خير الله

مدرس في كلية الهندسة المدنية
جامعة دمشق

١٤٣٢-١٤٣٣ هـ

٢٠١١-٢٠١٢ م

جامعة دمشق



مقدمة

إن موضوعات تكنولوجيا الانشاء ، التي يتطرق هذا الكتاب الى قسم منها ، تعالج المسائل المرتبطة بتنفيذ المشروعات الانشائية . وفي هذه المرحلة من سيرة المشروع ، يتم اتفاق الجزء الأعظم من التكاليف ، لذلك فإن التنظيم الجيد لعمليات البناء ومعرفة طرائق التنفيذ واختيار الآليات والمعدات المناسبة وغيرها من الموضوعات المرتبطة ، تعد الأمور الأهم في اقتصادية التنفيذ .

يتضمن هذا الكتاب أبحاثاً أساسية في موضوع تكنولوجيا البناء يلزم لكل مهندس مدني التعرف عليها ، ولذلك خصص هذا الكتاب لطلاب جميع الاختصاصات في كلية الهندسة المدنية . وقد اعد هذا الكتاب ليكون كتاباً تدريسياً وهو يعرض الامور الاساسية للموضوعات المختارة التي يتضمنها ، لذلك جاء مكثفاً نوعاً ما ، ولا بد من الرجوع الى مصادر أكثر تفصيلاً في حال الرغبة في التعمق .

الؤلفون



الفصل الأول

مدخل الى علم تكنولوجيا (تقنية) البناء

١ - ١ مقدمة :

يعد البناء من أقدم النشاطات التي قام بها الإنسان من أجل تأمين متطلباته الشخصية ، ولاشك بأن البناء هو قديم قدم الإنسان نفسه ، أما تطوره مع التاريخ فكان نتيجة لعوامل فرضت عليه مثل :

- المتطلبات المتزايدة على وظيفة المنشأ ،
- اكتشاف وتزويد مواد بناء ، وبخصائص معينة ،
- تطوير أساليب الإنشاء وتطوير طرق حساب المنشآت ،
- المتطلبات المتزايدة على النواحي المعمارية للمنشأ ،
- التطوير المستمر لأدوات العمل .

يتطور البناء في السنوات الأخيرة في البلدان المتقدمة صناعياً بسرعة ويتحول إلى صناعة البناء ، هذا التطور ترافقه الخصائص التالية :

- ارتفاع مستوى مكننة الأعمال ،
- التنفيذ بأعداد كبيرة لعناصر البناء أو لمنشآت كاملة ،
- التخصص في تنفيذ الأعمال ،

— ازدياد المتطلبات من أجل التنسيق والعمل المشترك بين الجهات العاملة في مجال البناء •

لهذه الأسباب ازدادت أهمية التكيف المجدي لعمليات البناء والسيطرة عليها وأصبحت هذه الأمور في بلدان العالم المتقدمة صناعاً تشكل فرعاً هاماً من فروع الهندسة المدنية ، وظهر اسم المهندس التقني (التكنولوجي) على السوية نفسها إلى جانب المهندس المعماري والإنشائي في مسؤولية تصميم المنشآت التي يجب أن تحقق بالنتيجة ليس فقط الجمال والوظيفة والاستقرار ، ولكنها تحقق أيضاً جدوى الحلول التنفيذية واقتصادية هذه المنشآت ، ففي كثير من البلدان أصبحت التعاريف مثل « قابلية المنشأة للتقنية » أو « التصميم المناسب للتقنية » منطلقات أساسية في وضع التصاميم الهندسية التي لابد من خلال وضعها من مشاركة المهندس التكنولوجي ، نظراً للانعكاسات المتبادلة بين العمارة والانشاء وطريقة التنفيذ (كما سنرى لاحقاً في سياق هذا البحث) ، ولم تعد مهمة المهندس التكنولوجي تقتصر على مرحلة التحضير للتنفيذ والتنفيذ ، ولكن مهمته تعدت ذلك من خلال المشاركة في وضع التصاميم الهندسية (كما ذكرنا سابقاً) ، إضافة إلى مهمته بوضع الدراسة التكنولوجية التي تسبق التنفيذ •

أما فيما يتعلق بتطور البناء في القطر العربي السوري فقد لوحظ في السنوات الأخيرة دخول " واسع لآليات ومعدات حديثة للبناء ، وكذلك فقد تم تأسيس شركات بناء كبيرة تستخدم طرق بناء جديدة • هذا وإن كل المؤشرات تشير إلى أن هذه الظواهر سوف تزايد من سنة إلى أخرى في المستقبل • إن هذا كله يضع الفنيين القائمين على تنفيذ المشاريع أمام مسائل تتطلب منهم المعرفة الجيدة لهذه الآلات والمعدات وطرق الإنتاج من ناحية ، وطرق التنظيم التي لا يمكن فصلها عن خصائص الآلات وطرق انشاء المذكورة من ناحية أخرى • ذلك لأنه لابد من تطبيق طرق تنظيمية ملائمة لمعدات العمل وأساليب التنفيذ من أجل

الحصول على مؤشرات اقتصادية جيدة .

إن الدراسة العلمية لتكنولوجيا البناء تتطلب قبل كل شيء توضيح محتوى التكنولوجيا في المجتمع ومكائنها والمهام التي تطرحها ، لذلك سوف يكون موضوع هذا البحث انطلاقاً من علم التكنولوجيا توضيح مجال تكنولوجيا البناء ومضمونها وأهدافها ومكائنها في الهندسة المدنية .

١-٢ مفهوم تكنولوجيا البناء :

إن أفضل إجابة عن السؤال : ماهي تكنولوجيا البناء ؟ يمكن الحصول عليها عندما نعالج هذا الموضوع ونعده فرعاً من فروع علم التكنولوجيا ، لذلك لا بد من توضيح مفهوم التكنولوجيا العام قبل معالجة موضوع تكنولوجيا البناء .

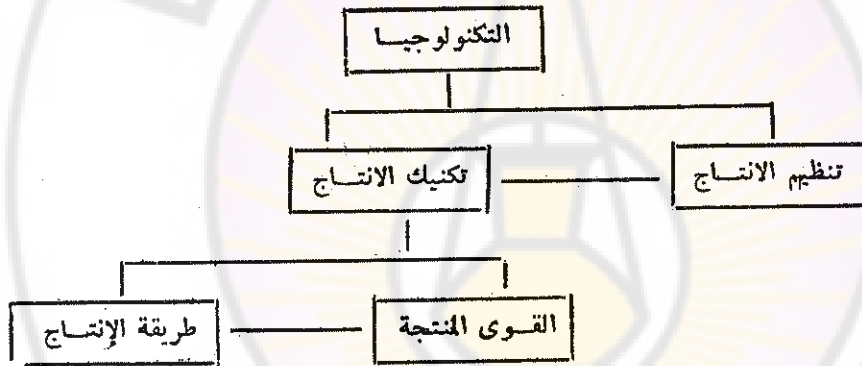
إن عملية الإنتاج في مفهومها العام هي جميع النشاطات التي يقوم بها الإنسان تحت ظروف إنتاج تاريخية معينة من أجل إنتاج مواد استهلاكية ومعدات إنتاج ، أي أن الإنتاج يتم في مجتمع معين تسوده علاقات اقتصادية خاصة به ، لذلك لا يمكن النظر إلى الإنتاج كعملية مستقلة من حيث خصائصها الفنية والمادية، بل لابد من ربطها مع العوامل الاقتصادية والاجتماعية السائدة . من هذا المنطلق نعد عملية الإنتاج شاملة لشقين : الشق الأول تكنولوجي - مادي ، والثاني اقتصادي - اجتماعي .

إن الشق التكنولوجي - المادي في عملية الإنتاج هو الذي يشكل مضمون علم التكنولوجيا . أما الشق الاقتصادي - الاجتماعي فيشكل فروعاً علمية خاصة به ، إلا أنهما مترابطان بعضهما مع بعض بشكل وثيق ، ويجب على التكنولوجيا في جميع مراحل تطبيقها أن تأخذ بعين الاعتبار وجهات النظر الاقتصادية - الاجتماعية وتحاول التوفيق معها .

من أجل القيام بأية عملية إنتاجية يجب أن تتوفر العناصر التالية :

- اليد العاملة .
- مواد العمل .
- أدوات العمل (معدات ، آليات ، أجهزة ... الخ) .

وإذا أردنا إيجاد الترابط بين هذه العناصر الثلاثة في عملية الإنتاج ، فيمكن القول ان الانسان ينتج بوساطة تأثيره في مواد العمل باستخدام أدوات العمل ، حيث تتحول مواد العمل نوعياً وكمياً من مواد خام الى مواد نصف مصنعة أو كاملة التصنيع .



الشكل - ١ - ١ : مضمون التقنية (التكنولوجيا)

الفرع التكنيكي : وهو يعالج طريقة الإنتاج والقوى المنتجة . إن المقصود بطريقة الإنتاج هو المبدأ العلمي المعتمد لإجراء التحولات الفيزيائية والكيميائية التي تتعرض لها مواد العمل ، وكيفية الحصول على هذه التحولات . فعلى سبيل المثال ماهي المبادئ العلمية المعتمدة من أجل تحويل المواد الأولية إلى مواد بناء (مكونات خلطة بيتونية إلى خلطة بيتونية) وكيفية الحصول على هذه الخلطة باستخدام أدوات عمل ويد عاملة معينة .

أما القوى المنتجة ، فتتضمن أدوات العمل واليد العاملة • إن التكنولوجيا
تعالج القوى المنتجة من خلال وجهات النظر التالية :

— أدوات العمل : اختيار أدوات العمل (الآليات ، المعدات ، الأجهزة ،
العدة ... الخ من حيث العدد والاستطاعة والطاقة المطلوبة
للتشغيل ومكان توضعها ... الخ ،

— اليد العاملة : تحديد مستوى التأهيل والاستطاعة والعدد وظروف
العمل ... الخ ،

الفرع التنظيمي : وهو يعالج موضوع تطبيق معارف العلوم التنظيمية على
الشق المادي — التكنيكي في عملية الإنتاج لتأمين التنسيق والتوافق بين عناصر
الإنتاج خلال العملية الإنتاجية •

إن تكنيك الإنتاج وتنظيم الإنتاج يشكلان مع بعضهما بعضاً وحدة لا يجوز
الفصل بينهما ، وعلى الرغم من أن التكنولوجيا تعالج كلاهما على حدة إلا أن
الترابط والتأثير المتبادل بينهما يعالج كما لو كانت تشكل نظاماً ديناميكياً متكاملاً •

تحتل التكنولوجيا مكاناً مميزاً بين فروع العلوم الأخرى حيث من خلالها
تتم الاستفادة من معارف العلوم الأخرى وتطبيقها في مجال الإنتاج ، فهي الوسيلة
إذا ما بين العلوم النظرية والإنتاج ، وهي تحدد بالتالي فعالية العلوم الحديثة في
عصرنا هذا ، وهي تصنف من عداد العلوم الطبيعية نظراً لأنها تحتوي على الشق
المادي — التكنيكي • أما إذا أخذنا بعين الاعتبار تكامل عملية الإنتاج بمفهومها
الواسع والعام فإن التكنولوجيا لها ارتباط أيضاً بالشق الاجتماعي — الاقتصادي ،
ففي هذه الحالة ترتبط التكنولوجيا ارتباطاً وثيقاً مع العلوم الاجتماعية أيضاً •

بعد هذه المقدمة الموجزة ، يمكننا أن نعرف التكنولوجيا (التقنية) بما يلي :

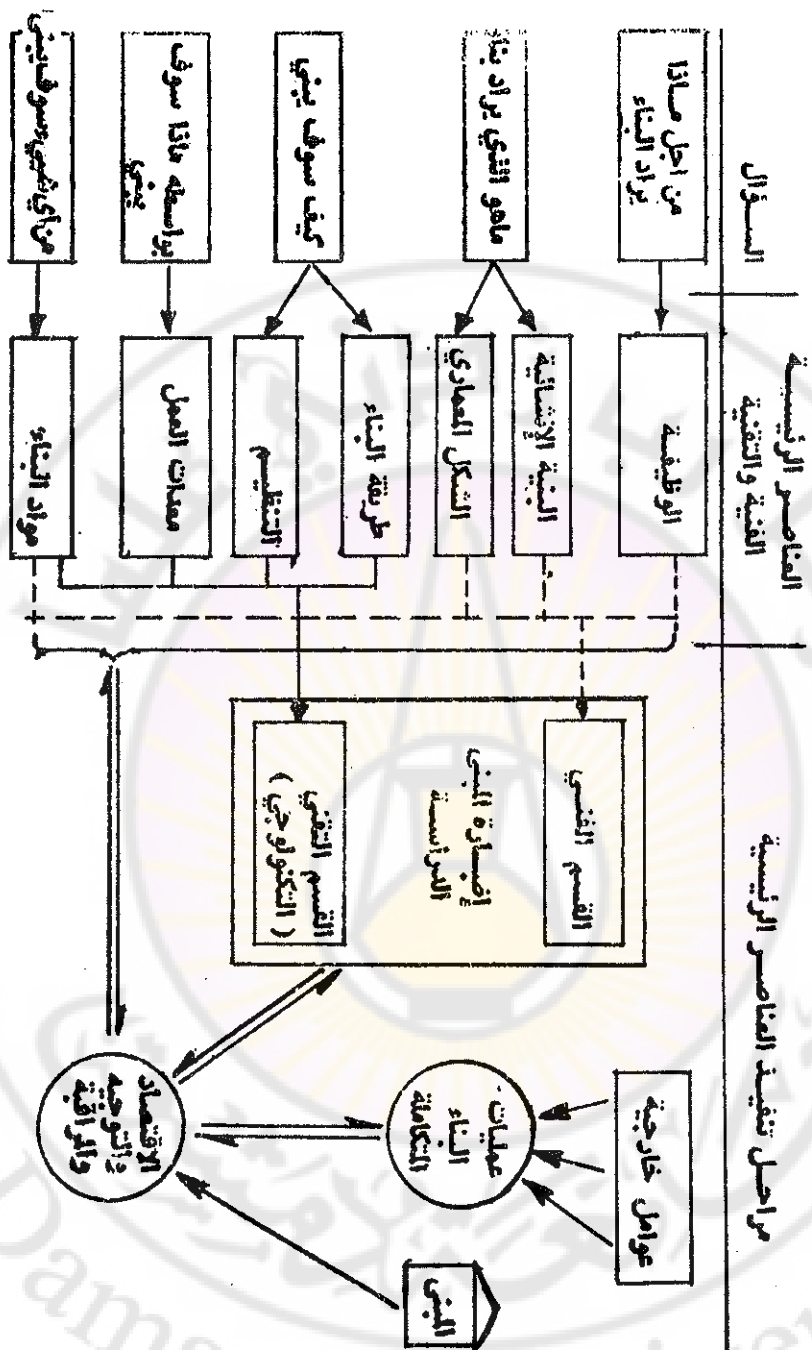
التكنولوجيا (التقنية) هي علم تطبيق معارف العلوم الطبيعية والفنية (التكنيكية) والتنظيمية على الشق المادي - التكنيكي لعملية الإنتاج ، وهي تحتوي على مجالين يشكلان مع بعضهما بعضاً نظاماً ديناميكياً متكاملًا ، وهما مجال تكنيك الإنتاج ومجال تنظيم الإنتاج .
أما أهداف التكنولوجيا فهي التكوين الأفضل لعملية الإنتاج من أجل الحصول على أفضل النتائج التي يتطلبها المجتمع .

١-٣ مكانة علم تكنولوجيا البناء بين علوم هندسة البناء :

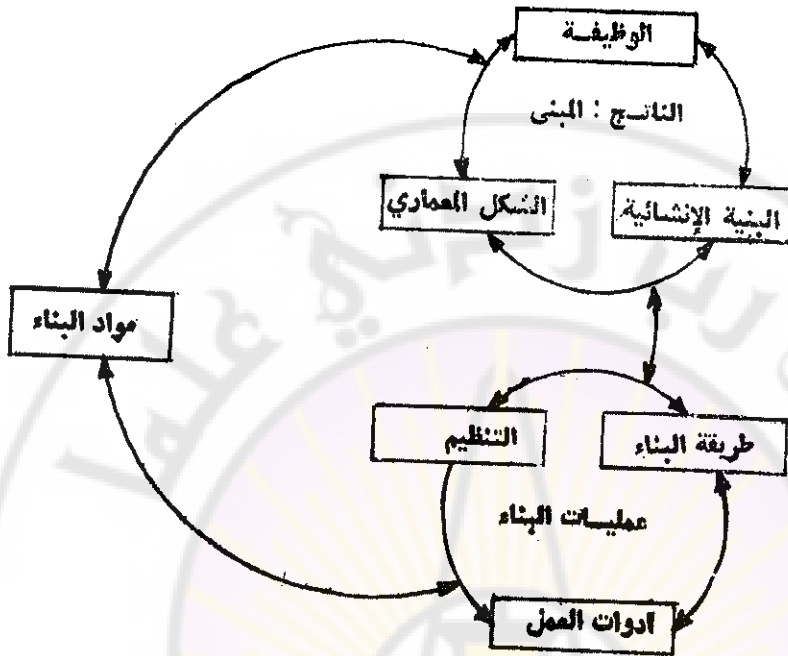
من أجل إيضاح مكانة علم تكنولوجيا البناء بين علوم هندسة البناء سوف نستعين بالمثل المبسط التالي :

لفترض أنه يتوجب بناء مستودع ذي طابق واحد ، ولنحاول أن نكشف النقاب عن جميع النواحي التي تتعلق بهذا البناء وتنفيذه من خلال طرح أسئلة بسيطة ، إن طرح عدد من الأسئلة حول هذا الموضوع يقودنا إلى إيجاد جميع العناصر الفنية والتكنولوجية المتعلقة بهذا البناء ، وذلك ابتداء من طرح السؤال حول الهدف من هذا المبنى وانتهاء بتنفيذه . تترجم هذه العناصر الرئيسية بعد دراستها إلى مخططات ووثائق وتشكل ما نسميه بإضبارة المشروع التي تحدد مضمون هذا المشروع بكل تفاصيله . إن اضبارة المشروع تشكل مع عناصر أخرى مثل مكان التشيد والتمويل القاعدة من أجل القيام بجميع العمليات التي يكون بنيتها الحصول على المبنى منفذاً . الشكل ١ - ٢ .

إن العناصر الفنية والتكنولوجيا الواردة في الشكل ١ - ٢ ليست مستقلة بعضها عن بعض ولا يجوز دراسة كل عنصر على حدة بغض النظر عن العناصر الأخرى نظراً للتأثير المتبادل بين هذه العناصر . يوضح الشكل ١ - ٣ العلاقة



الشكل ١ - ٢ : العناصر الرئيسية الفنية والتقنية، ومراحل التنفيذ من أجل تشييد مبنى .



الشكل ١ - ٣ : إيضاح العلاقات المتبادلة للعناصر الفنية والتقنية من أجل
إشادة مبنى .

بين العناصر الرئيسة الفنية والتكنولوجية وتأثير هذه العناصر في بعضها
بعضاً .

إن نظرة الى الشكل ١ - ٣ تظهر لنا أنه من أجل دراسة أي منشأ فإنه
لا بد من العمل المشترك والتعاون الوثيق بين جميع المختصين العاملين خلال جميع
مراحل تحقيق هذا المنشأ من مصممين ومنفذين ، وكذلك العاملين في مجال
مواد البناء وآلاته . وإن الدراسة الصحيحة هي التي لا يكون فيها أية تناقضات
إذا ما قورنت بهذا الشكل .

إن الدور الخاص الذي تحتله التكنولوجيا في تنفيذ هذه المهمة (الاشتراك

بدراسة وتنفيذ المنشأة) هو أنها يقع على كاهلها موضوع تخطيط عملية البناء وتسييرها ومراقبتها والتي تتأثر بعوامل متعددة خارجية موضوعية وغير مقرونة بتوقيت معين لذا فهي تلعب دورا سلبيا في تنظيم عمليات البناء بعكس العناصر الأخرى مثل العمارة والحساب والتصميم الإنشائي التي يتم تحديدها بشكل مطلق وثابت خلال الدراسة وتشكل منطلقات أساسية للمبنى المراد تنفيذه وتبقى ثابتة خلال مرحلة التنفيذ ولا تتأثر بأية عوامل خارجية .

إن كل ما ذكر أعلاه يبقى ناقصا إذا لم يؤخذ بعين الاعتبار العامل الاقتصادي للمنشأة في جميع مراحل تحقيقه ابتداء من تحديد العناصر الرئيسة الفنية والتكنولوجية وانتهاء بتسليم المبنى بعد تنفيذه ، وإنه عند اتخاذ جميع هذه العناصر وتحديدها يجب أن تكون هناك دراسة اقتصادية لكل عنصر وجدواه . إن شعار الاستفادة القصوى والتكاليف الدنيا يجب أن يكون ملزما لكل مشروع ، وإن اقتصادية المشروع يجب ألا تكون نتيجة فقط لقرارات تم التوصل إليها حين تحديد العناصر الفنية والتكنولوجية ، بل يجب أن تؤثر فعليا وباتجاه عكسي في جميع المراحل اللازمة لتحقيق المنشأة كما هو موضح في الشكل ١ - ٢ .

إن مجال تكنولوجيا البناء إذاً هو تجسيد للاستئلة الأولية وجواب عنها .

كيف وبوساطة ماذا يراد البناء ؟ وهي تشكل مع عنصر مواد البناء القسم التكنولوجي للدراسة ، هذا القسم الذي لا يزال يحتل مكانا صغيرا جدا وفي أغلب الأحيان لا يحتل أي مكان في الدراسات التي تتم في قطرنا ، وذلك عائد طبعاً لظروف وعوامل كثيرة لا مجال لذكرها هنا ، ولكن يجب أن نأخذ بعين الاعتبار أن هذا القسم قد بدأ يحتل مكاتته في الدراسات الوطنية (ولو كان ذلك ببطء شديد) وذلك نظرا للتحول النوعي في أساليب البناء التي تتبع وتستخدم حديثاً

في قطرنا • إن أي طموح من أجل تطوير البناء في القطر السوري واعطائه مفهومه العلمي الصحيح لابد أن يرافقه التركيز على النواحي التكنولوجية التي ينبغي إعطاؤها حجمها الطبيعي في الدراسات ، وإلا فإن هذا التطوير سوف يكون عشوائياً وسوف لا يعطي النتائج المطلوبة •

١ - ٤ تعاريف عامة :

ليس هناك تعاريف متفق عليها دولياً في مجال التكنولوجيا ، لأن مفهومها غير متفق عليه في البلدان المختلفة • ففي حين يعد بعضهم أن التكنولوجيا هي وحدة متكاملة ما بين تكتيك الانتاج وتنظيمه ، فإن آخرون ينظرون إلى التكنولوجيا من وجهة نظر فنية فقط ، ويمدون التنظيم عنصراً مستقلاً بحد ذاته • لقد تم تعريف التكنولوجيا على سبيل المثال من قبل لجنة نقل التكنولوجيا الملائمة لاتحاد المهندسين العرب « بأنها مجموعة من طرق العمل وأساليبه من أجل انتاج حاجيات الإنسان ، وهي ممارسة اجتماعية تؤدي الى تحقيق هذا الهدف » • يلاحظ من هذا التعريف الربط ما بين التكنولوجيا والمجتمع (انظر الفقرة ١ - ٢ من هذا الفصل) ، لذلك ومن أجل عدم الوقوع في التباسات معينة ، فسوف يتم فيما يلي اصطلاح بعض التعاريف الأساسية ويجب علينا فهمها حينما وردت بما يتفق والتعاريف التالية :

- **تكنولوجيا البناء :** هي علم تطبيق معارف العلوم الطبيعية والتكنيكية والتنظيمية في مجال إيجاد أساليب بناء (طرق بناء) وأدوات عمل وأساليب وأنواع تنظيمية من أجل انتاج عناصر بناء أو منشآت متكاملة ، وأيضا من أجل الحصول على مواد بناء •

إن تكنولوجيا البناء هي فرع من علم التكنولوجيا ، وهي أيضا علم من علوم الهندسة المدنية ، أما مجالها فهو عملية البناء في مفهومها العام ، أي النظام

المتكامل لفرعيها اللذين يبحثان تكتيك الإنتاج وتنظيمه ، ويجب فهم عملية البناء باعتبارها عملية يتم حدوثها في مكان تنفيذ المنشأة (ورشة بناء) أو في المصانع المركزية مثل معامل البيتون (معامل قطع مسبقة الصنع) أو معامل التسليح (معامل صنع عناصر التسليح مثل الشبكات والأقفاص ... الخ) .

- **تكتيك البناء :** هو مجموع قوى الإنتاج (أدوات العمل ، اليد العاملة) ، وطرق البناء التي تستخدم من أجل الحصول على المواد الخام وإنتاج عناصر بناء ومنشآت كاملة . وعليه فإن تكتيك البناء يجب ألا يفهم بأنه يشمل فقط أدوات العمل الفعالة مثل الآليات ومعدات العمل ، بل يشمل أيضاً طريقة البناء . إن هذا المفهوم يشكل المنطلق والقاعدة لتنظيم عمليات البناء .

- **طريقة البناء :** ان طريقة البناء بشكل عام هي الأسلوب الفني لتطبيق معارف العلوم الطبيعية من خلال تأثير أدوات العمل الفعالة في مواد العمل في جميع مراحل عمليات البناء .

تطراً على مواد العمل خلال عملية البناء (ابتداء من حصولنا عليها من الطبيعة على شكل مواد خام ومروراً بتحويلها الى مواد نصف مصنعة وانتهاء بالحصول منها على ناتج أخير) تغيرات متعددة نذكر منها :

- تغيرات في الأبعاد ،

- تغيرات في موقعها الفراغي .

- تغيرات في البنية الداخلية .

وعليه نلاحظ أن هناك أنواعاً متعددة لطرق البناء وذلك بحسب التغيرات التي تطرأ على المواد المعالجة .

- **أدوات العمل :** وهي جميع الأشياء التي بواسطتها يؤثر الانسان في مواد العمل ويغيرها حسب رغبته .

تقسم أدوات العمل الى أدوات عمل فعالة وهي التي نستخدمها مباشرة في عملية البناء مثل الآليات والمعدات والعدة والاجهزة ووسائل النقل ومعدات التخزين . أما أدوات العمل في مفهومها الاوسع فتشمل أيضا الطرقات والمنشآت المساعدة ...

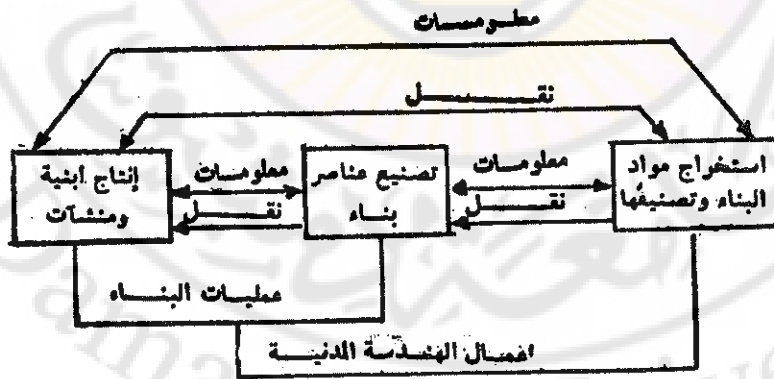
- تنظيم ابناءء (كعملية إنتاجية) : يتضمن جميع الخطوات التي يجب اتباعها من أجل تسيير عمليات البناء دون عوائق وبشكل اقتصادي ، وبالتحديد فإن التنظيم هو كيفية توحيد عناصر الإنتاج وتنسيقها (مواد أدوات العمل واليد العاملة) في عملية البناء ، اي جميع العناصر التي تشترك مباشرة في عملية البناء .

- عمليات ابناءء : وهي جميع النشاطات المرتبطة بعضها مع بعض زمنياً والمحددة فراغياً والتي تؤدي الى الحصول على عناصر بناء أو منشآت كاملة .

١ - ٥ تصنيف عمليات ابناءء :

إن جميع العمليات الإنتاجية في الهندسة المدنية يمكن تقسيمها الى ثلاث مراحل إنتاجية هي :

- المرحلة الأولى : وتشمل استخراج مواد البناء وتصنيعها .



الشكل ١ - ٤ : مراحل الإنتاج في أعمال الهندسة المدنية

المرجع الثانية : تصنيع عناصر بناء (مرحلة الصنع المسبق) .

– المرحلة الثالثة : العمليات المرتبطة مباشرة مع موقع العمل .

إن المراحل الثلاث المذكورة تترابط بعضها مع بعض ديناميكيا بوساطة معلومات تؤثر في عناصر هذه المراحل بشكل متبادل وبوساطة النقل أيضا .
الشكل ١ – ٤ .

إن العمليات التي تدخل ضمن المراحل الإنتاجية الثلاث المذكورة سابقا يمكن أن تصنف من عدة جهات نظر هي :

أ – التصنيف حسب نوع التأثير في أدوات العمل (التصنيف الأفقي) الشكل ١ – ٥

يقسم هذا التصنيف عمليات البناء إلى :

– عمليات التنفيذ : وهي العمليات الهادفة الى تحويل مواد البناء بحيث تأخذ الوضعية والخواص المحددة ، وهي تقسم الى عمليات تقنية (فعلية) وعمليات طبيعية (ذاتية) . العمليات التقنيه هي التي تتم تحت تأثير اليد العاملة وأدوات العمل ، أما العمليات الطبيعية فهي التي تتم تحت تأثير الظروف الطبيعية مثل تصلب البتون ، جفاف الدهان وغيره .

– عمليات النقل : وهي جميع العمليات المرتبطة بتغيير مكان مواد العمل ووضعته وأدواته واليد العاملة في مجال الانتاج .

– عمليات المراقبة : وهي جميع العمليات التي تراقب الانتاج وتشرف عليه كميًا ونوعيًا وزمانيًا مثل مراقبة مواصفات المواد ، وصحة تنفيذ المخططات ، والتقيد بالبرامج الزمنية .

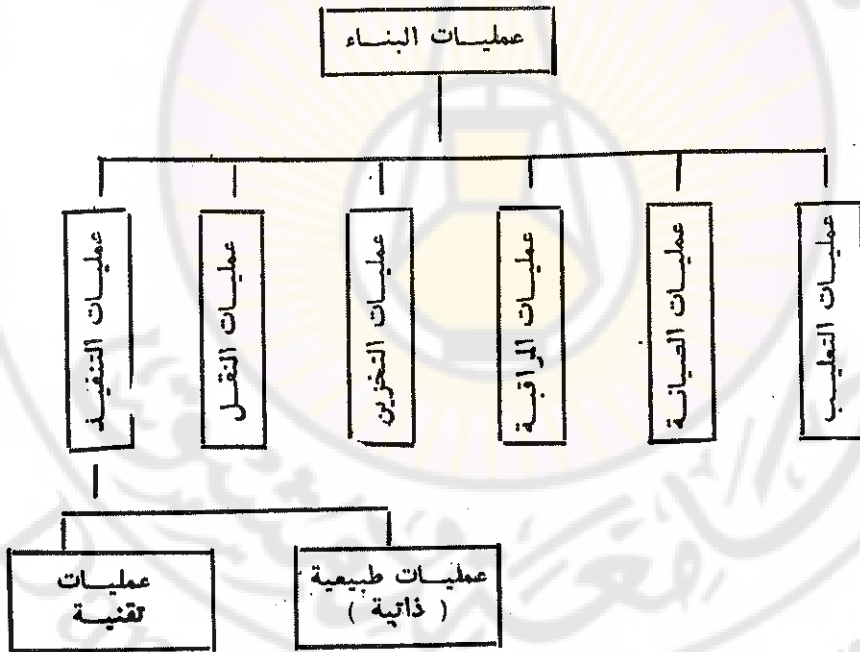
– عمليات الصيانة : هي العمليات الهادفة الى الصيانة المستمرة لأدوات العمل

تكنولوجيا الانشاء م – ٢

وتجهيزاته بحيث تكون دائما جاهزة للاستخدام والاستعمال
ولازمن طويل • تتم الصيانة في توقيت مناسب للورشة
بحيث لا تؤدي الى توقف الأعمال •

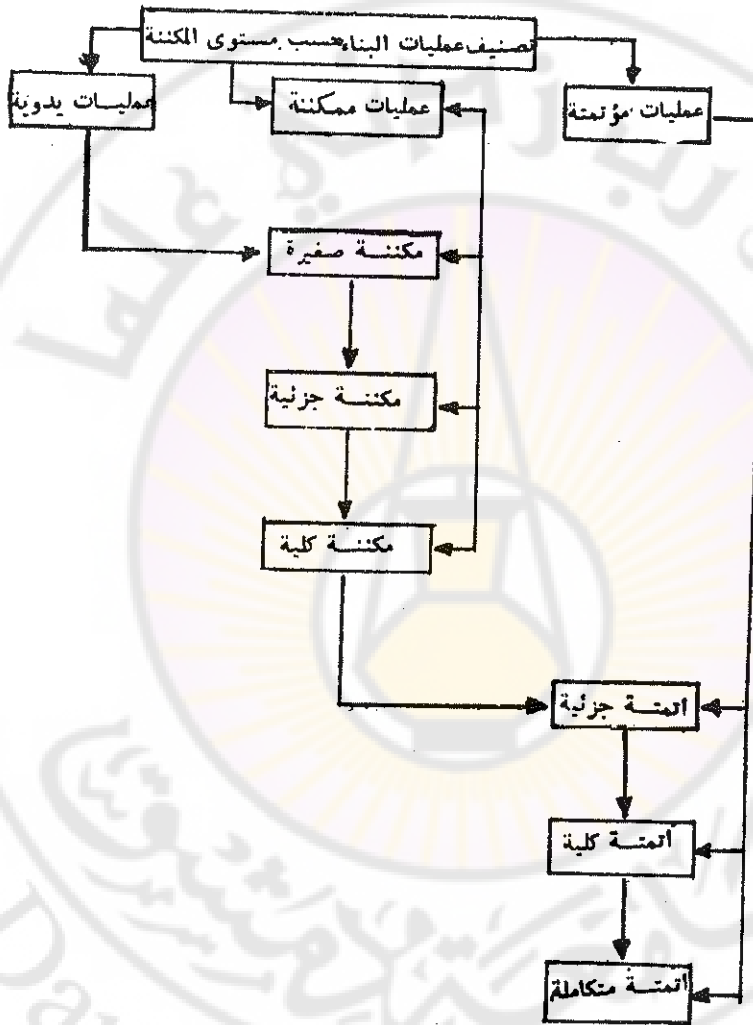
- عمليات التخزين : إن التخزين بحد ذاته لا يشكل عملية ، لكنه يعد مرحلة
معينة من مراحل الانتاج • والمقصود بالتخزين كل توقف
زمني لمواد البناء خلال عملية التنفيذ وما يرتبط بذلك من
متطلبات ، وهو يتطلب دراسة منطقية لأماكن التخزين
وحجمه وكيفيته •

- عمليات التعليب : وهي تأخذ دورا فقط في المرحلتين الثانية والثالثة ،
والمقصود منها كيفية توضع مواد العمل أثناء نقلها أو



الشكل ١ - ٥ : التصنيف الافقي لعمليات البناء •

تخزينها والمعدات المستخدمة لذلك • إن عمليات التعليب
تتطلب مراصفات محددة للتجهيزات التي تنقل المواد
(القطع مسبقة الصنع مثلاً) •

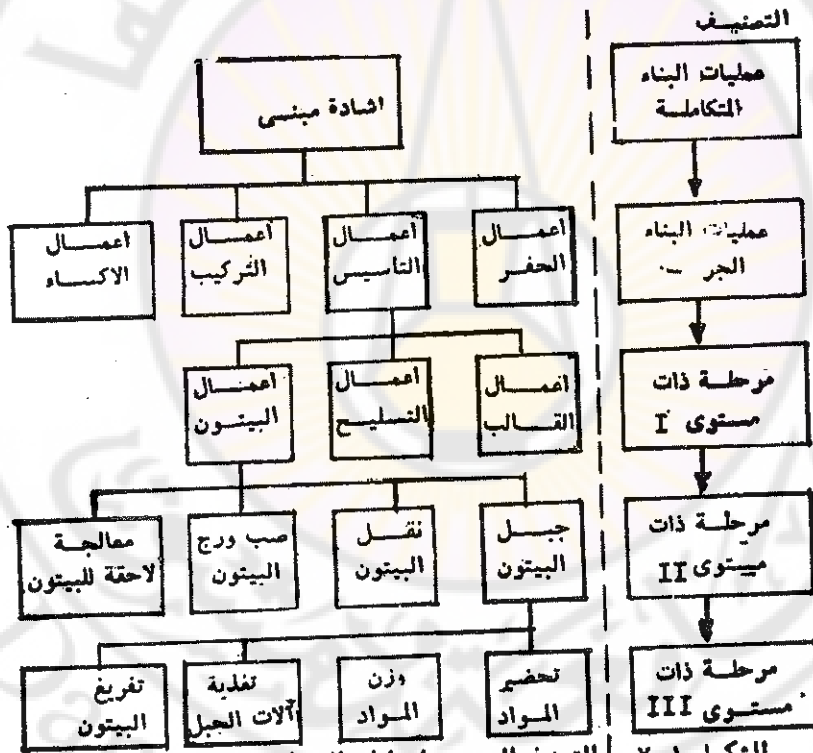


الشكل ١ - ٦ :

ب - التصنيف حسب مستوى المكننة والأتمة المستخدمة في تسيير الاعمال :

يفرق هذا التصنيف بين عمليات البناء اليدوية والممكنة والمؤتمة
الشكل ١ - ٦ .

إن الاتجاه العام في استخدام التقنية هو استبدال الأعمال اليدوية ، والتي تستخدم المكنة الصغيرة ، بالمكنة الجزئية أو الكلية . أما فيما يتعلق بموضوع الأتمة في عمليات البناء فإنه يقتصر في أحسن الحالات على الأتمة الجزئية مثل أعمال جبل البيتون في مراكز الجبل المركزية .



الشكل ١ - ٧ : التصنيف الهرمي لعمليات البناء .

ج - التصنيف الهرمي :

يعتمد على تجزئة أعمال التنفيذ حسب نوعية التنفيذ وحجمه وأسلوبه واليد العاملة وادوات العمل المستخدمة ، وذلك من خلال تحليل العمليات التي تدخل في تنفيذ المهمة الكلية وتجزئتها ضمن مستويات متعددة * (الشكل ١ - ٧) يعطينا مثالا لمثل هذا التصنيف *

١ - ٦ خصائص عمليات البناء واتجاهات تطورها :

إن المنشأ كناتج لعمليات البناء المتعددة يختلف عن نواتج الفروع الإنتاجية الأخرى من حيث طبيعة الناتج وظروف الإنتاج * هذا وإن أهم خصائص البناء التي يمكن عدها كسلييات بالنسبة للفروع الأخرى الإنتاجية وبخاصة في مجال الصناعة هي :

١ - إن الناتج من عمليات البناء ، أي المنشأ ، هو ثابت ، أي انه يجب أن يشيد في المكان نفسه الذي سوف يستخدم فيه ، وهذا يتطلب نقل أدوات البناء الى مكان التشييد وفترات زمنية قصيرة نسبياً بالمقارنة مع الصناعة الثابتة *

٢ - نظرا للخاصة الاولى التي تم تعدادها ، يمكن القول إن عمليات الإنتاج في الهندسة المدنية تتصف بإنتاج مشتت وغير مركزي ، حيث أن الشركة تقوم بالتنفيذ عليها أن تقوم بالإنتاج في أماكن متعددة ومتباعدة بعضها عن بعض مما يشكل صعوبة أكبر في تنظيم انتاج هذه الشركة *

٣ - إن المنشأ بالنظر الى وظيفته في الاستخدام النهائي يتصف غالباً بالتنوع الفردي ، أي أن كل منشأ يختلف عن غيره من حيث البنية الإنشائية والمضمون المعماري مما يؤثر سلبياً في عمليات التنفيذ *

٤ - يمكن الاستنتاج من الفقرة ٢ السابقة أنه من الصعب تحديد استطاعات إنتاجية ثابتة وتشغيلها لفترات زمنية كبيرة . هذه الخاصة تتطلب تخصيص حيز كبير لعمليات التخطيط ، وعلى الرغم من ذلك فإنه من الصعب تجنب فترات انقطاع للاستطاعات الإنتاجية .

٥ - إن عمليات البناء تتعلق بالظروف الجغرافية والمناخية لمكان التشييد . هذه الظروف تؤثر في عمليات البناء بشكل مباشر (مثل أحوال المناخ من درجات حرارة وأمطار وثلوج ورياح) .

٦ - الناتج من عمليات البناء له أبعاد كبيرة ووزن كبير وهو يتطلب بالتالي استطاعات نقل كبيرة .

٧ - إن خاصية النوعية الفردية للمنشأ وارتباطها مع المكان الذي سوف تستخدم فيه بعد تشييده هي أسباب غير مواتية من أجل بناء منشآت بأعداد كبيرة ومتشابهة كما هو مطبق في الصناعة .

لهذه الأسباب المذكورة سابقا فإن الانتاج في مجال الهندسة المدنية هو أصعب منه في الفروع الإنتاجية الأخرى كالصناعة مثلا ، ولهذه الأسباب أيضا كان استخدام تكنولوجيا متطورة في الصناعة أسبق منه في مجال الهندسة المدنية . هذا وإنه من أجل استخدام تكنولوجيا متقدمة في مجال الهندسة المدنية فإن الاتجاه يسير حالياً بهدف تغيير هذه الخصائص بحيث تصبح مشابهة قدر الإمكان لخصائص الإنتاج في الصناعة ، وهذه الاتجاهات التي تقابل كل خاصة من الخصائص المذكورة أعلاه حسب رقمها التسلسلي هي :

١ - نقل أكبر قسم ممكن من عمليات البناء إلى ورشات أو مصانع مركزية (معامل بيتون للقطع مسبقة الصنع ، محطات جبل مركزية ... الخ) .

٢ - تمركز مكان عمل الشركات وتحديد مجال نشاطها في منطقة معينة ومحددة (هذا الاتجاه لا يمكن تطبيقه إلا في ظل نظام اقتصادي اشتراكي موجه ،

لأنه لا يمكن تقييد عمل الشركات في منطقة معينة في ظل نظام اقتصادي رأسمالي) •
٣ - الاتجاه نحو تطوير نظم لأبنية قياسية يمكن تشييدها من عناصر معيارية
صالحة لإشادة عدة نماذج من الأبنية وبحيث تعطي هذه العناصر حرية معقولة
من أجل التصميم المعماري •

٤ - تخصص الاستطاعات الإنتاجية • هذا التخصص يجب أن يكون مركزية
الإنتاج مرافقة له •

٥ - الاعتماد عن التشييد الإفرادي والتوجيه إلى الإنتاج بأعداد كبيرة
مما يسمح باستخدام طرق بناء حديثة لا تتأثر بشكل كبير بالظروف المناخية •

٦ - تطوير مواد خفيفة البناء مما يخفف من أعمال النقل وتكاليفه •

٧ - الاتجاه نحو تطوير نظم لأبنية قياسية كما في الفقرة الخامسة •



الفصل الثاني

اسس مكننة عمليات البناء

يزداد استخدام الآليات والمكننة بشكل عام في عمليات البناء باطراد سريع ، وبالنسبة للقطر العربي السوري يلاحظ دخول المكننة بشكل واسع ابتداء من أوائل السبعينات مرافقا لفترة الاعمار الواسعة التي انتشرت في أنحاء القطر ابتداء منذ ذلك التاريخ ، واليوم نجد أن بعض عمليات البناء مثل تلك التي تتم في معامل البيتون لتصنيع العناصر البيتونية مسبقة الصنع - تقتند في تنفيذها على نظم انتاج متكاملة مستخدمة مجموعات متكاملة من الآليات والمعدات - ونلاحظ أيضا ان الاعمال الرئيسية التي تنفذ في موقع العمل تعتمد على استخدام المكننة بشكل واسع - مثل جميع الاعمال الترابية والطرق والنقل بجميع أشكاله ، وتحضير الخلطة البيتونية ... الخ .

إن التعامل الصحيح مع هذه الآليات والمعدات يتطلب من المهندسين الذين يخططون للعمل ، المعرفة الجيدة بتلك الآليات وأسلوب عملها وشروط استخدامها . إن الاستخدام والاختيار الجيد لآليات البناء ومعداته يعد العامل الاساسي في تحديد اقتصادية التنفيذ .

٢ - ١ - العوامل المؤثرة في اختيار آليات البناء :

تلعب عوامل كثيرة دوراً في حسن اختيار آليات البناء ، وهي عوامل فنية

وتشغيلية واقتصادية • من الهام ان تتناسب الآلية مع الظروف الموضوعية للعمل ونظامه ، دون افعال الامور الاقتصادية ، وفيما يلي عرض لأهم العوامل المؤثرة في اختيار آليات البناء •

٢-١-١ - الآليات القياسية وغير القياسية :

يمكن تعريف الآليات القياسية بأنها تلك التي تصنع وفق مواصفات معينة وبأعداد كبيرة ، وهي معروفة عالميا لدى شركات الانشاءات • أما الآليات غير القياسية فهي التي يتم تطويرها وتصنيعها لإنجاز عمل ذي طبيعة خاصة ، وهي لاتصلح في كثير من الاحيان لاستخدامها في مشروع آخر • من الطبيعي أن المقاتل أو الشركة الانشائية تحاول تنفيذ المشروع بوساطة الآليات القياسية لمرونة استخدامها في أكثر من مشروع ، أو امكان بيعها بعد انجازها العمل المطلوب ، الا اذا ثبت بالتحليل الاقتصادي أن استخدام الآليات غير القياسية هو الأجدي •

٢-١-٢ : قطع الغيار :

ان السرعة في الحصول على قطع الغيار تعني تشغيل الآلية لفترة أطول (عامل الاستغلال الزمني أكبر) ، ولا تسبب توقف أعمال المشروع • وذلك يعد من العوامل الهامة في اختيار آليات البناء •

٢-٢-٣ : كلف الامتلاك :

إن امتلاك أية آلية يكلف مصاريف معينة بغض النظر عن الاستعمال • تتمثل هذه المصاريف في التأمين والضرائب والرسوم والتخزين والاهتلاك ، اضافة الى الخسائر الناجمة عن تجميد رؤوس الاموال • لذلك يجب تحليل ذلك بدقة وأخذ هذه الأمور بعين الاعتبار ، إذ أنه في كثير من الحالات قد يكون استئجار الآلية ذا جدوى أكبر من امتلاكها •

٢-١-٤ : كلفة التشغيل :

تحتاج الآليات الانشائية ذات الاحتراق الداخلي الى وقود للاشتغال وكذلك تحتاج الى زيت للتزليق وان قيمة هاتين الفئتين تعد كلفة التشغيل .
إن مقدار ما تصرفه الآلية الواحدة وقيمة الوحدة من الوقود والزيت تخلف من آلية إلى أخرى ومن مشروع لآخر وحسب طبيعة العمل وظروفه .

من العوامل الهامة التي تؤثر في كلفة التشغيل هي المدة التي تستعمل بها الآلة بأعلى قدرة خلال الساعة والمدة الحقيقية التي تستعمل بها الآلة خلال الساعة أو اليوم .

عادة لا تستعمل أعلى قدرة للآلية طوال فترة التشغيل بل لفترات محددة حسب طبيعة الآلية وعلى سبيل المثال فان المجرفة الميكانيكية تستعمل أعلى قدرة لها في تحميل المغرفة ولكن بعد تفريغ المغرفة والعودة وقبل البدء بالتحميل فالقدرة تتناقص باضطراد . ومثال آخر فان الشاحنة تستعمل أعلى قدرة عندما تكون محملة وتتسلق منحدرًا بينما لا تستعمل أعلى قدرة في بقية الدورة .

وبما أن القدرة الحصانية لأي آلية والتي يثبتها المصنع لتلك الآلية لم تحسب بالظروف نفسها التي ستعمل بها هذه الآلة في حقل العمل لذلك من الصعوبة مقارنة إنتاجية الآلة بقدرتها الحصانية المثبتة وبشكل دقيق .

وتثبت عادة هذه القدرة اما تحت الظروف القياسية (درجة الحرارة 15 درجة مئوية والضغط يعادل 76 سم من الزئبق) أو تحت ظروف اعتيادية للتشغيل (الارتفاع عن مستوى سطح البحر لا يزيد على 910 أمتار ودرجة الحرارة لا تزيد على 30 درجة مئوية) . أحيانا تكون القدرة الحصانية المثبتة للآلية هي الأعلى للآلية (عندما تكون الآلية عارية من أي اضافات) وأحيانا تكون تلك القدرة هي القدرة الحصانية الدولابية (Flywheel Power) مع كل الاضافات الضرورية

للآلية والتي تشمل بشكل عام المروحة والمولد ومضخة الوقود ومضخة الماء ومضخة الزيت وغيرها . كل من هذه الاضافات تحتاج الى قوة معينة من الآلية لتشغيلها وتشكل مجموعها في حدود ٢٠ إلى ٥٠ بالمائة من القدرة الحصانية الدلالية للآلية .

لأجل حساب ماتستهلكه الآلية من الوقود اذا شغلت تحت الظروف القياسية يتبع مايلي :

أ (تحتاج الآليات التي تشتغل بالبنزين الى 0.23 لترا لكل وحدة حصانية في الساعة .

ب (تحتاج الآليات التي تشتغل بالديزل الى 0.15 لترا لكل وحدة حصانية في الساعة .

ولأجل ايجاد انتاجية الآلية فمن الضروري ايجاد معدل القوة التي تولدها تلك الآلية ومدتها . فمن النادر في حقل المشاريع الانشائية ان تشغل الآلية بشكل يعطي انتاجية ثابتة إلا لمدد قصيرة أحيانا .

وعلى سبيل المثال فان الآلية أي جرار (Tractor) لاتستعمل بأعلى قدرتها إلا في حالات معينة مثلاً :

في تحميل كاشطة أو صعود منحدر ما أو غيرها ، أما في بقية الوقت فان القدرة اللازمة لتشغيل تلك الآلية تكون أقل من القدرة العليا وبالتالي فان الوقود المستهلك يتناسب ومدة تشغيل الآلة في الحالات أعلاه . بالاضافة الى ذلك فان معظم الآليات لاتشغل بمعدل 60 دقيقة في الساعة .

مثال : مجرفة ميكانيكية (Power Shovel) ذات قدرة حصانية قدرها 160 حصاناً ومحركها يشتغل بالديزل نستعمل لتحميل الشاحنات . تستعمل هذه المجرفة

بأعلى قدرتها الحصائية عند تحميل الشاحنة فقط وبمعدل 5 ثوانٍ للدورة الواحدة والتي مقدارها 20 ثانية وخلال الـ 15 ثانية المتبقية فإن المحرك يحتاج إلى نصف القدرة الحصائية للآلية فقط بالإضافة إلى ذلك فإن المجرفة تتوقف عن العمل بمعدل من 10 إلى 15 دقيقة في الساعة .

نفرض أن المجرفة تشتغل بمعدل 50 دقيقة في الساعة وهذا يعطي معامل الوقت بما يعادل $100 \times \frac{50}{60} = 83.3\%$

ولأجل حساب مقدار الوقود المستهلك في الساعة يتبع الأسلوب التالي :

لإيجاد معامل المحرك :

$$0.250 = 1 \times \frac{1}{2} \times \frac{15 \text{ ثوانٍ}}{20 \text{ ثانية}}$$

$$0.375 = 1 \times \frac{5 \text{ ثانية}}{20 \text{ ثانية}}$$

$$0.625 = \text{مجموع معامل المحرك}$$

$$0.833 = \text{معامل الوقت } \left(\frac{50}{60} \right) \text{ (عامل استغلال الزمن) .}$$

$$\text{معامل التشغيل} = 0.833 \times 0.625 = 0.520$$

$$\text{مقدار الوقود المستهلك في الساعة} = 0.15 \times 0.520 \times 160 = 12.48 \text{ لتراً}$$

تعتمد كمية زيت التزليق لأي آلية على حجم المحرك وسعة حوض المحرك Crankcase وحالة المكابس في المحرك وعدد الساعات بين تغيرات الزيت .

إن من المعتاد أن يغير زيت التزليق لأي محرك كل 100 إلى 200 ساعة إلا في

حالات نادرة يقل هذا العدد الى 50 ساعة . ان مقدار الزيت الذي يستهلكه المحرك بين تبديل زيت وآخر يشمل أي اضافة للزيت خلال تلك الفترة . ويستعمل القانون التالي لتخمين كمية الزيت التي يستهلكها أي محرك في الساعة .

$$\frac{C}{t} + \frac{0.0027 \times F \times hp}{0.89} = g$$

g : مقدار الزيت المستهلك (لتر/ ساعة)

hp : القوة الحصانية المقدرة للمحرك

F : معامل تشغيل الآلية

C : سعة حوض المحرك (لتراً)

t : عدد الساعات بين تبديل الزيت وآخر (ساعة) .

مثال : ما مقدار الزيت المستهلك في الساعة لآلة ذات 100 حصان وسعة حوض الزيت تساوي 15 لتراً والوقت بين تبديل الزيت وآخر هو 100 ساعة ومعامل التشغيل يساوي 60%

$$\frac{C}{t} + \frac{0.0027 \times F \times hp}{0.89} = g$$

$$\frac{15}{100} + \frac{0.0027 \times 0.60 \times 100}{0.89} =$$

$$0.332 = 0.15 + 0.182 = \text{لتر/ ساعة}$$

٢-١-٥ : وزن الآلية :

في معظم آليات بناء الطرق يعد وزن الآلية مؤشراً هاماً وخاصة في آليات رص التربة حيث يلعب دوراً إيجابياً ، وفي الآليات العاملة على مبدأ قوي انجر والدف

حيث يؤثر الوزن القائم على المجالات 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 . الآليات ذات الوزن النوعي المنخفض سريعة المناورة وسهلة الحركة والنقل من مكان عمل إلى آخره .

نميز للآليات عموماً الأوزان التالية :

- وزن الآلية التصميمي الصافي .
- وزن الآلية الاستثماري الكامل والذي يتضمن وزن المواد الاستثمارية المحملة ووزن الانتقال الإضافية (التي تتركب أحياناً من أجل استقرار عمل الآلية) علاوة على وزن الآلية الأساسي مع الحمولة أو دون الحمولة .
- الوزن القائم على المجالات أو المحاور .
- وزن الآلية في حالة تنقلها من مكان عمل إلى آخر أو شحنها .
- الضغط النوعي للآلية على سطح مكان العمل .

٢-١-٦ : أبعاد الآلية :

- تتصف الآلية بأبعاد عامة وبأبعاد عملية خاصة بالعمل .
- تكون الأبعاد الأساسية للآلية ثابتة ويفضل دائماً أن تكون في حدها الأدنى نظراً لأنها تعين حجم الآلية ووزنها وتسهل نقلها ومناورتها .
- تكون للآليات العاملة على جمل نقل الحركة الهيدروليكية أبعاد أقل من الآليات العاملة على جملة نقل الحركة الميكانيكية ، كما يجب أن تكون أبعاد الآلية

الامانة في حدود الابعاد القياسية التي تسمح بنقلها عبر سكك الحديد أو الطرق العامة . أما الأبعاد العملية للآلية الخاصة بالعمل (مثل أبعاد شفرة الجرف أو أبعاد أذرع سطل الحفر وسعته أو ذراع الرافعة وحمولتها) فتحدد لكي تكون في المجال الأدنى الكافي والمناسب لاستطاعة الآلية وإنتاجيتها ، لأن أية زيادة في الابعاد العملية للآلية تؤدي الى زيادة في تحميلها مما يتطلب زيادة في استطاعتها ووزنها وهذا يؤدي الى انخفاض انتاجها وفعالية عملها .

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

٢- ١- ٧ : إنتاجية الآلية :

وهي تعبر عن كمية إنتاج الآلية خلال واحدة الزمن ، مثلا تقدر الانتاجية لآليات جرف التربة وحفرها بـ $\text{م}^3/\text{سا}$ ، وإنتاجية آلات التسوية أو رص التربة بـ $\text{م}^3/\text{سا}$ وآليات الرفع بـ $\text{طن}/\text{سا}$. في حساب الانتاجية نميز : الانتاجية التصميمية وهي الانتاجية النظرية عند العمل على السرعات الانحسابية التصميمية للآلية وتبر عن قياس قدرة الآلية لمقارنتها مع آلات أخرى ، والانتاجية الفنية وهي الانتاجية العملية عند العمل المستمر للآلية في ظروف معينة وتكشف عن امكانات الآلية وجودة تصميمها وملاءمتها للعمل المطلوب . والانتاجية الاستثمارية وهي الانتاجية الفعلية للآلية في ظروف استثمار معينة تتعلق بدرجة الاستفادة من زمن العمل وتنظيمه ومهارة السائق وظروف قيادة الآلية وظروف العمل بشكل عام .

٢- ١- ٨ : درجة تعقيد الآلية :

وتحدد عادة بكمية القطع والعقد الأساسية ووزن الآلية أيضا . يمكن في مجال آلات الطرق إعتبار أن الآلية تكون بسيطة التصميم عندما تحتوي على عدد

لا يزيد على ١٥٠٠ قطعة ، ومتوسطة التصميم عندما تحتوي على عدد ما بين ١٥٠٠ و ٣٠٠٠ قطعة ، ومعقدة التصميم عندما تحتوي على أكثر من ٣٠٠٠ قطعة .

٢- ١- ٩ : قابلية إصلاح الآلية :

وتتحدد بسهولة فك المجموعات والأجزاء والعقد والقطع في الآلية وبسهولة ودقة ووثوقية تركيبها . إن سهولة أعمال الفك والتركيب تتعلق بإمكان الوصول بسهولة إلى المجموعات والأجزاء كافة وعدم تعقيد أعمال الفك والتركيب ومجهود العمل المنخفض ، بحيث يمكن فك العقد اللازمة وتركيبها بسرعة وبدقة دون الحاجة لأعمال فك وتركيب كثيرة تتناول مجموعات وعقد أخرى .

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

٢- ١- ١٠ : خدمة الآلية :

وهي خاصية الآلية في الحفاظ طويلاً على قدرة العمل مع فترات خدمة متقطعة بهدف صيانة قدرتها على العمل وتحديدتها (وذلك وفقاً لأنظمة معينة في صيانتها وإصلاحها واستخدامها 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) ، وفي ظروف أخرى تتطلب أعمال الإصلاح والتجديد لإعادة قدرتها على العمل ، ولكن من المستحسن تنسيقها بسبب عدم فعالية الإصلاح اقتصادياً (اهتلاك الآلية اقتصادياً) أو بسبب ظهور نموذج جديد مماثل للآلية في مهمة العمل وأكثر إنتاجية منها (اهتلاك الآلية فنياً أو معنوياً) . يعبر عن خدمة الآلية بعمر الآلية ، ويقدر بالسنوات عادة أو بعدد ساعات العمل الفعلية .

يجرى على الآلية خلال استثمارها عدد من الإصلاحات الرئيسة (العامة)

ويكون طول فترة الخدمة بين الاصلاحات الرئيسة عادة أقل بـ ٢٠٪ من طول فترة خدمة الآلية من بدء استثمارها حتى الاصلاح الرئيسي الاول • يجري عادة لآليات بناء الطرق إصلاحين رئيسين على الأقل خلال فترة استثمارها الكاملة حتى تنسيقها من العمل • ومع زيادة عدد الاصلاحات الرئيسة للآلية ، تزداد تكاليف استثمارها وتصبح غير فعالة اقتصاديا ، لذلك فإن العمر الاقتصادي للآلية عادة أقل من العمر الفيزيائي لها ، ويكون عمر الآلية المعنوي أقل من العمر الاقتصادي للآلية عند ظهور نماذج ذات تكنولوجيا متقدمة وذات ثمن غير مرتفع نسبياً • إن طول خدمة القطع والعقد في الآلية يجب أن يتراوح ما بين ١٠٪ من طول خدمة الآلية حتى الاصلاح الرئيسي للقطع والعقد البسيطة او غير المعقدة وحتى ١٠٠٪ للقطع والعقد الاساسية والمعقدة ، ويمكن استثناء القطع التي تتعرض للاهتراء السريع مثل أسنان سطل الحفر أو نصلة شفرة الجرف وما شابه ذلك •

٢-١-١١ : موثوقية الآلية :

وهي صفة تار على الآلية وتعبّر 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 ، ويجب أن لا تزيد نسبة زمن إزالة العطل إلى زمن عمل الآلية المستمر دون أعطال على $\frac{1}{250}$ وسيط لكي تكون الآلية ذات درجة وثوقية عالية

في العمل • إن المؤشرات الاستثمارية التي يجب أن تحافظ عليها الآلية ضمن معدلها الطبيعي خلال العمل هي : الانتاجية ، الاستطاعة ، سرعات الحركة العاملة ، استهلاك الوقود والزيوت والطاقة الكهربائية (إن وجدت) •

إن صفة الموثوقية هي صفة عامة تطلق على الآلية وتتضمن : نسبة الاحتمال في عملها المستمر دون أعطال خلال الفترات الدورية للصيانة ، وفترة خدمتها الكاملة،

وقابليتها للإصلاح • هذه العوامل يمكن تحديدها من إحصائيات معينة بالاعتماد على نظرية الاحتمالات •

٢-١-١٢ : قوة الجر وسرعة الحركة :

وهما يعبران عن إمكان الآلية في التغلب على مقاومة الحركة عند العمل وعند صعود الميل وكذلك إمكان المناورة ، وتتعلق بها إنتاجية آليات شق الطرق العاملة على قوى الدفع أو الجر • بالإضافة الى ذلك فإن الضغط النوعي للآلية على سطح مكان العمل والتماسك يحددان أيضا إمكان عمل الآلية في ظروف التربة المختلفة • إن قوة الدفع وسرعة الحركة المطلوبتين للعمل تعبران عن استطاعة الآلية اللازمة •

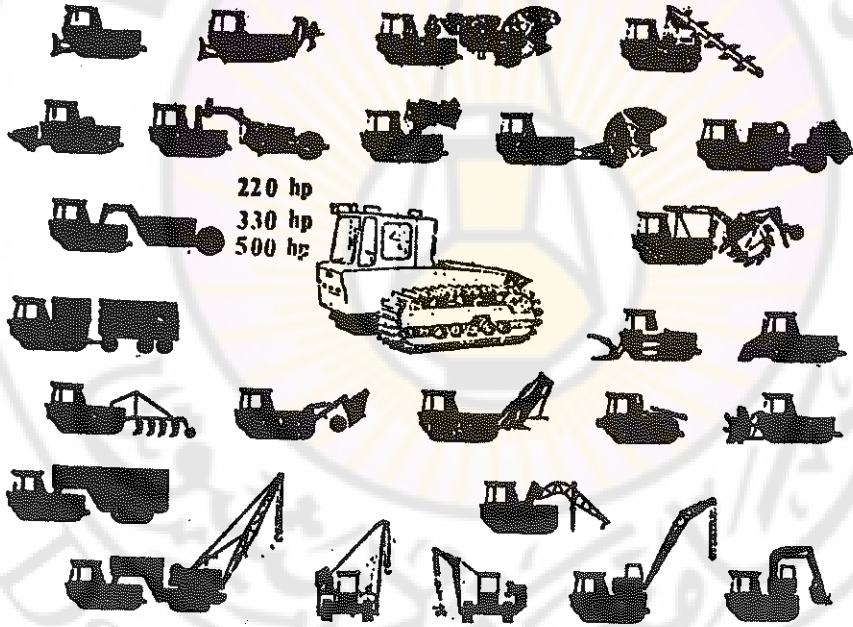
٢-١-١٣ : درجة تقنية (تكنولوجية) التصميم :

وتؤثر بشكل كبير في جودة الآلية وثمنها ومجموعاتها وأجزائها ، وهي تعني تناسب تصميم الآلية ومجموعاتها للشروط الفنية من حيث الحد الأدنى لكتلة المعادن المستخدمة ومجود التصنيع وتكلفته مع الحفاظ على المواصفات الاستثمارية المطلوبة والموثوقية والخدمة الطويلة للآلية ومجموعاتها • يلعب دوراً كبيراً في تقنية التصميم وجودته حجم الانتاج والطرق التقنية في التصنيع ومستوى المكننة فيه واستخدام المعادن ذات الجودة والمتانة العالية ، مثل الفولاذ الخلائطي المعالج حرارياً •

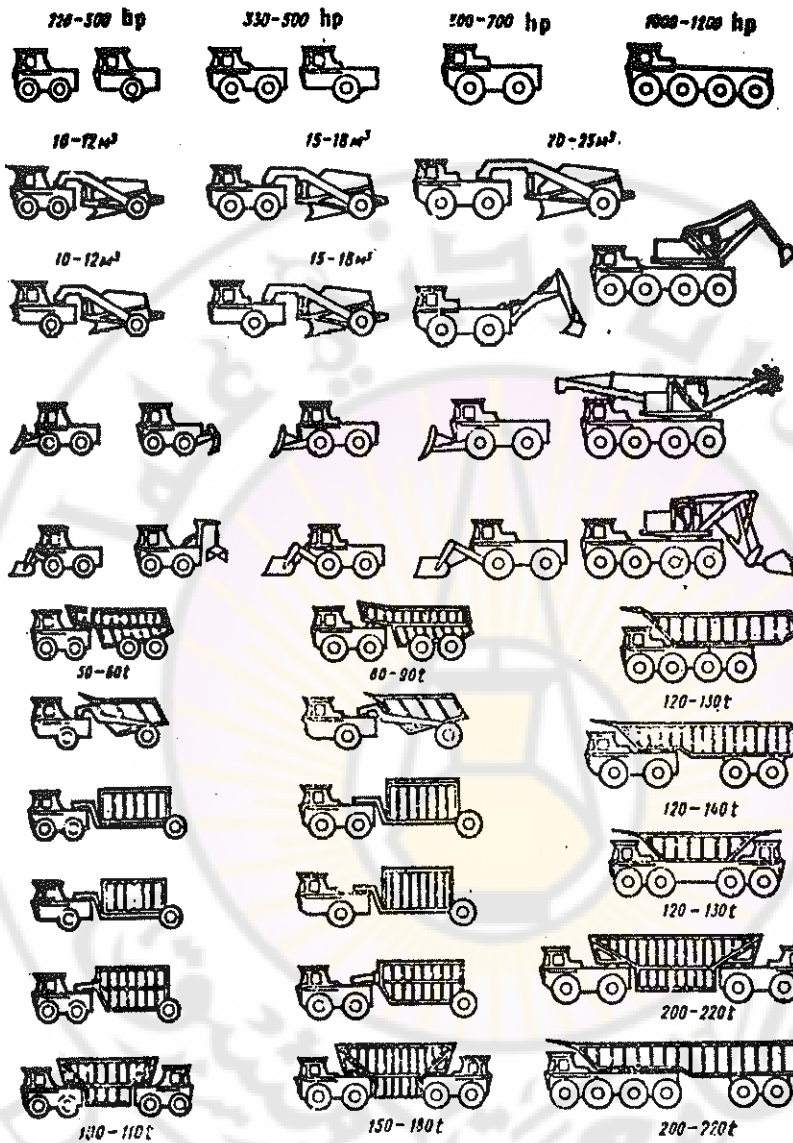
٢-١-١٤ : درجة تقييس التصميم وتوحيده :

ويؤثران في جودة الآلية وثمنها ومجموعاتها وأجزائها • إن الهدف الأساسي للتقييس هو في تحديد المعايير والشروط الفنية لتصنيع القطع والمجموعات والآلية بالكامل • إن جملة المقاييس الموضوعة في التصنيع يمكن أن توضع بنظام معين

على نطاق الشركة الصانعة أو الدولة أو مجموعة من الدول وتشمل عادة القطع كافة ذات الاستخدام العام مثل الألماني أو الفرنسي أو السوفيتي أو الأمريكي. إن التوحيد في تصميم القطع والعقد والمجموعات ضروري من أجل تخفيض الأشكال التصميمية المختلفة التي يمكن أن تخدم الهدف نفسه وتقوم بالمهمة ذاتها. ويشمل التوحيد أيضا المواد المستخدمة في التصنيع والعمليات التقنية والابعاد والمؤشرات المختلفة. إن التوحيد في تصميم القطع والعقد والمجموعات يكون على مستوى الشركة الصانعة غالباً، ويمكن أن يكون على نطاق الدولة أو على نطاق مجموعة من الدول. يؤمن التوحيد في التصميم تركيب مجموعات أو أجزاء لها المهمة ذاتها على أنواع مختلفة من الآليات مثل المضخات، والتجهيزات



الشكل (٢ - ١) - نماذج لآليات هندسية مصممة على أساس سلسلة موحدة لجرارات مسيرة على جنزير باستطاعات مختلفة



الشكل (٢ - ٢) - نماذج لآليات هندسية مصممة على أساس سلسلة موحدة
لجارات مسيرة على عجلات باستطاعات مختلفة

الهيدروليكية والكهربائية ، وعلب السرعة •

إن أغلب الشركات الصانعة أو أكثر من آليات الطرق تلجأ في الانتاج إلى أسس التقييس والتوحيد لتصمم القطع والمجموعات ، كما تنتج نماذج للآليات متسلسلة في الاستطاعة أو في المؤشر الاساسي للآلية (مثل سعة السطل للحفارة أو أبعاد الشفرة للجرافة أو الحمولة الرافعة) ، وتلجأ أيضاً إلى اعتماد آلية أساسية معينة يمكنها أن تجهز بأجزاء عمل متعددة الاغراض مما يعطي للآلية استخداماً أوسع في تنفيذ الاعمال • يبين الشكل (١-٢) و (٢-٢) نماذج لبعض الآليات الهندسية المصممة على أساس جرارات متعددة الاستطاعات مسيرة على جنازير وعجلات •

٢ - ٢ - الاسس الهندسية للآليات :

٢ - ٢ - ١ - أسس حساب الاستطاعة الميكانيكية :

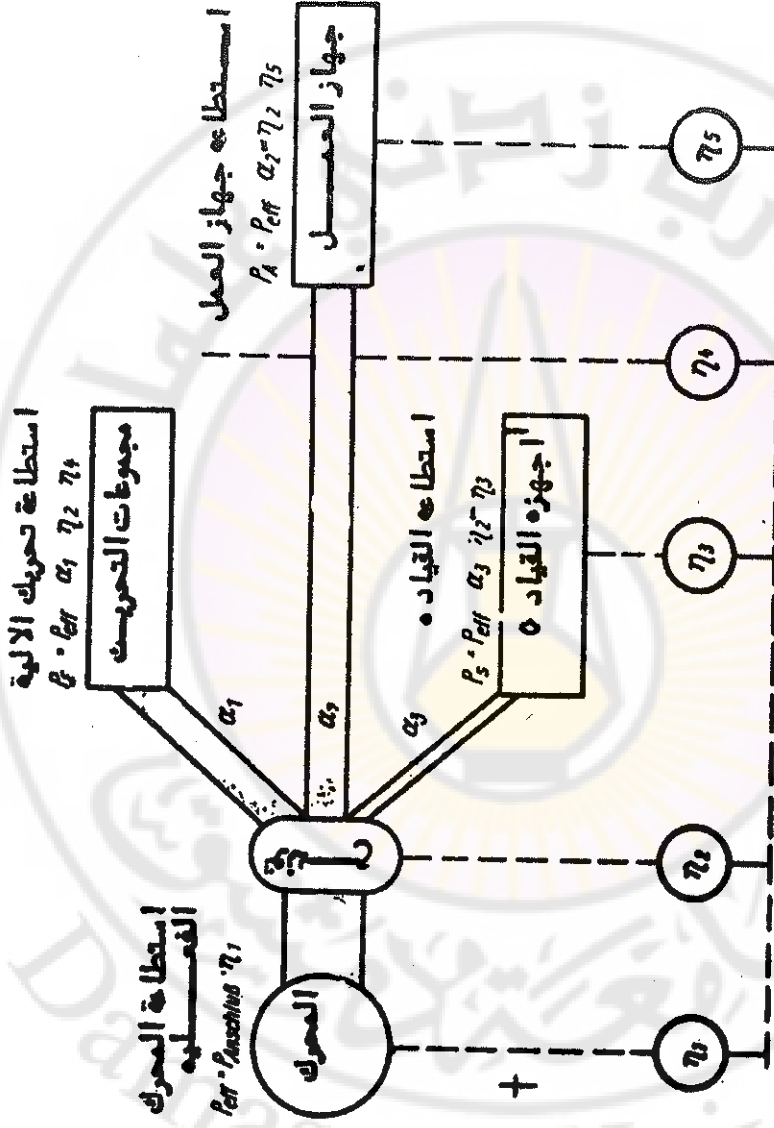
يحتاج المهندس المكلف بحل مسائل مرتبطة بمكننة الاعمال معرفة حساب الاستطاعات الميكانيكية للآليات الواجب استخدامها وما يرتبط مع ذلك من عناصر تشغيلية واقتصادية • يمكن تعداد المسائل التالية التي تصادف المهندس خلال ممارسته العملية :

— حساب القوة الواجب توفرها في الآلية وحساب السرعات •

— اختيار المحركات وعناصر نقل الحركة •

— حساب الاحتياجات للقدرة وكلفتها نتيجة تشغيل الآليات •

يوضح الشكل ٢ - ٣ العلاقات المتبادلة بين وحدات القياس الرئيسة المرتبطة بالموضوع من خلال الجدول يمكن أيضاً استنتاج العلاقات الرياضية بين وحدات القياس الواردة فيه •



فيما يلي استخلاص

الشكل (٢-٤) : توزيع الاستطاعة في اجزاء الآلية

أما الشكل ٢-٤ فيوضح كيفية توزيع الاستطاعة في أجزاء الآلية المختلفة. يوضح المخطط بأن قسما من الاستطاعة المنقولة من الآلية إلى أجزائها المختلفة يضع خلال انتقالها بأجزاء الآلية. إن هذه الضياعات هي بالواقع عبارة عن قدرة ضائعة، وغالبا ماتظهر بشكل حرارة نتيجة احتكاك أجزاء الآلية مع بعضها بعضا. يدعى العامل الذي يأخذ بعين الاعتبار هذه الضياعات (η) بالمردود ، وهو يساوي النسبة بين القدرة الداخلة والخارجة. فالعامل (η_1) يأخذ بعين الاعتبار الضياعات في أجزاء الآلية التي توزع القدرة الى مجموعات تشغيل الآلية - مثل مجموعة تحريك الآلية ومجموعة التوجيه ومجموعة العمل - ويلاحظ أيضا بأن الاستطاعة المنقولة من المحرك تنتقل الى مجموعات الآلية بنسب مختلفة ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$) ، هذا يعني أنه من أجل حساب كلف القدرة يجب الأخذ بعين الاعتبار كامل القدرة المطلوبة لتشغيل الآلية والمحرك وليس فقط القدرة المطلوبة لتشغيل مجموعة أو وعاء العمل. فبالنسبة للكاشطات مثلا التي تسير على دواليب مطاطية ، وقد لا تستطيع الآلية ، بسبب عدم توفر احتكاك كاف بين دواليب الآلية والسطح الذي تعمل عليه ، ان تتمكن من القيام من كشط التربة ، نظرا لأن القوة اللازمة للقيام بالكشط هي أكبر من قوة الاحتكاك المتوفرة ، وان الاستطاعة المتبقية في الآلية غير كافية للقيام بالكشط ، ففي مثل هذه الحالة لا بد من استخدام بلدوزر لمساعدة الكاشطة للتغلب على المقاومات خلال الكشط ، ولا بد أيضا من تحديد استطاعة البلدوزر المطلوبة لمساعدة الكاشطة في عملها .

٢-٢-٢ - مقاومة الدرجة :

إن المقاومة التي تجاوبها أي مركبة تتحرك على طريق أو سطح ما تسمى مقاومة الدرجة وتتغير هذه المقاومة بتغير نوعية السطح وطبيعته الذي تتحرك فوقه المركبة فمثلا فإن مقاومة الدرجة في التربة الرخوة أكثر من على السطح الصلب كالخرسانة

مثلا • فبالنسبة للمركبات ذات الاطارات المطاطية فان مقاومة الدرجة تتأثر بحجم الاطار ومقدار ضغط الهواء فيه وكذلك تتأثر بشكل سطح الاطار وتصميمه من الخارج أي الملامس للتربة أما بالنسبة للمركبات المجنزرة كالجرارات مثلا فان مقاومة الدرجة تتأثر بشكل رئيسي بنوعية سطح الطريق وطبيعته •

من الملاحظ بأن دفع عربة يدوية محملة ذات دواليب مطاطية وبضغط مناسب داخل الدواليب على سطح خرساني صلب هو أسهل من دفعها بعد تخفيض الضغط • وهذا الاختلاف يعود الى الاختلاف في مقاومة الدرجة والسبب في ذلك ان مساحة التلامس بين الدواليب وسطح الطريق هي أقل في الحالة الاولى مما هي في الحالة الثانية • من جهة اخرى اذا كان سطح الطريق رخوا فان الدواليب ذات الضغط العالي ستغوص نسبيا في السطح أكثر من ذات الضغط الواطيء وبذلك تزداد مقاومة الدرجة بدلا من أن تنخفض •

في الطرق الترابية لا تبقى مقاومة الدرجة ثابتة لاي طريق تحت ظروف جوية مختلفة أو اختلاف في نوعية التربة على طول الطريق • اذا كانت التربة جيدة ومرصوة بشكل مناسب والطريق معامل بشكل جيد باحدى آليات التسوية مثلا (Graders) واذا احتفظ بالرطوبة داخل التربة في الحدود المثالية فان مقاومة الدرجة لهذا السطح الترابي تكون تقريبا مساوية طريقا خرسانيا أو مبلطا اسفلتيا ولكن أحيانا وبعد فترة من المطر الشديد فان الطريق الترابي يصبح طينيا وتزداد بذلك مقاومته للدرجة •

على الرغم من صعوبة تحديد مقاومة الدرجة لكل أنواع الطرق والدواليب بشكل دقيق وربما استحالته فان الجدول (٢ - ١) يعطي القيم لمقاومة الدرجة بشكل مناسب ويمكن استعمالها في الحسابات الهندسية • وتقاس مقاومة الدرجة عادة بمقدار القوة اللازمة (كغم) لتحريك طن واحد على طريق أفقي ذي

مواصفات معينة • وعلى سبيل المثال اذا كانت مركبة مامحملة تزن 20 طنا تتحرك على طريق ذي مقاومة للدرجة مقدارها 45 كغم للطن الواحد فان القوة اللازمة لابقاء المركبة تسير بسرعة منتظمة هي : $900 = 45 \times 20$ كغم

الجدول (٢-١)

مقاومة الدرجة لانواع مختلفة من الدواليب والسطوح مقاسة ب (كغم)
للطن الواحد، من الوزن الكلي للمركبة

اطارات مطاطية ذات محمل مقاوم للاحتكاك		اطارات حديدية ذات محمل عادي	نوع السطح
ضغط عالي	ضغط واطئ		
20	15	25	18
23—27	18—30	27—32	32—32
23—32	40—32	27—36	27—45
32—45	45—63	36—50	45—68
68—91	82—100	63—82	91—113
110—118	118—132	37—91	127—145
127—154	136—181	91—109	160—181
			خرشانة صقلية اسفلت جيد ترابي مرصوص ترابي غير مرصوص ترابي طيني رمل زخو، وحصى ترابي طيني جدا ومخروث

ولايجاد مقاومة الدرجة لطريق معين، تربط حافلة ذات وزن معلوم بماكنة سحب على الطريق الاقوي المعين وبقياس قوة الشد في السلك الرابط ما بين الآلية والحافلة بواسطة جهاز قياس خاص يمكن تحديد مقاومة الدرجة لذلك الطريق باستعمال المعادلة التالية :

$$R = \frac{P}{W} \quad (2,1)$$

حيث أن :

R : مقاومة الدرجة (كغم للطن الواحد) •

- p : قوة الشد في السلك (كغم).
- w : الوزن الكلي للحافلة (طن).

إذا كان الطريق منحدرًا فيجب أخذ تأثير الانحدار في القوة اللازمة لتحريك الحافلة بنظر الاعتبار ويعتمد ذلك على مقدار الانحدار كما سيأتي شرحه لاحقًا في هذا الفصل.

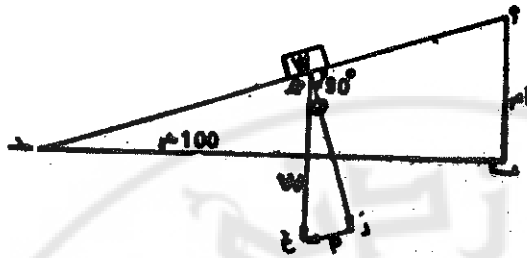
٢-٣ تأثير درجة ميل الطريق في جهد الجر المطلوب

عندما تتسلق مركبة سطحًا مائلًا فإن جهد الجر الكلي المطلوب لبقاء المركبة تسير بسرعة منتظمة يزداد بازدياد درجة ميل السطح أما إذا كانت المركبة تنحدر على الطريق فإن جهد الجر يقل بازدياد درجة الميل. ويخمن ميل الطريق عادة على شكل نسبة مئوية وتكون هذه النسبة موجبة إذا كان اتجاه سير المركبة صعودًا وسالبة إذا كان اتجاه سيرها نزولًا وعلى سبيل المثال فإن 5% يعني أن في كل 100 متر طول أفقي في الطريق هناك صعود أو انخفاض مقداره 5 أمتار. ومن البديهي فإن الميل الموجب يصوق حركة المركبة بينما الميل السالب يساعد على حركتها وهذه الحقيقة هامة في اختيار مواقع مصادر المواد الأولية بالنسبة لموقع العمل كما سيأتي ذكره لاحقًا.

وقد وجد بأن جهد الجر المطلوب لتحريك مركبة على سطح منحدر يزداد أو يقل حسب اتجاه الحركة بمقدار 10 كغم لكل طن من وزن المركبة ولكل 1% من انحدار السطح.

يوضح الشكل (٤ - ٥) أسلوب إيجاد تأثير ميل السطح في جهد الجر وبالطريقة التالية:

من تشابه المثلثين أ ب ج و د ز ح نجد أن:



الشكل (٢ - ٥) تأثير الميل في أداء الجرار او الشاحنة

$$\frac{P}{W} = \frac{AB}{AC}$$

$$P = \frac{AB}{AC} \times W = \frac{1}{100} \times W$$

$$P = \frac{1}{100} \times 1000 = 10 \text{ كغم للطن الواحد}$$

إذا زيد البعد AB الى 2 مترافتحصبح

$$P = \frac{2}{100} \times 1000 = 20 \text{ كغم}$$

بماورد أعلاه نلاحظ بأنه لمختلف الانحدارات فان القيمة التقريبية لـ P مقدرة بالكيلوغرام للطن الواحد يمكن حسابها بالمعادلة التالية :

$$P = 1000 \times \frac{\text{النسبة المئوية للانحدار}}{100} = 10 \times \% \text{ للانحدار}$$

مثال : أوجد تأثير انحدار طريق ما في جهد الجر المطلوب لحركة شاحنة

ذات وزن كلي مقداره 20 طنا صعودا على سطح ذي ميل مقداره 5% $P = 20$

طنا $\times 10$ كغم لكل طن $\times 5 = 1000$ كغم

لذلك فان محرك الشاحنة يحتاج الى 1000 كغم اضافية للتغلب على تأثير

الانحدار . أما إذا كانت الشاحنة تتحرك نزولا على السطح فان الجهد البالغ

1000 كغم يصبح قوة مساعدة لحركة الشاحنة .

إذا كانت الشاحنة تسحب أحمالا أخرى فيجب عند احتساب الوزن الكلي أن يشمل ذلك وزن الشاحنة مضافا إليه وزن الاحمال المسحوبة .
يبين الجدول (٢ - ٢) قيم تأثير الانحدار في جهد الجر مقدرة بكغم لكل طن من الوزن الكلي للمركبة .

الجدول (٢ - ٢)
تأثير الانحدار في جهد الجر لأي مركبة (كغم/طن)

الانحدار %	كغم للطن الواحد	كغم للطن الواحد	الانحدار %
1	10	12	119.2
2	20	13	128.9
3	30	14	138.7
4	40	15	148.3
5	50	20	196.2
6	59.9	25	242.6
7	69.9	30	287.4
8	79.6	35	330.3
9	89.6	40	371.4
10	99.5	45	410.4
11	109.0	50	447.2

٢ - ٢ - ٤ تأثير انحدار السطح في تعيين موقع حفرة الامداد

إن بعض المهندسين والمقاولين لا يعطون أحيانا الاهتمام اللازم لموقع جلب التربة بالنسبة لموقع الردميات الترابية من ناحية انحدار الطريق .
ولكن من المفضل اذا 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 الى موقع الردميات الترايية مما يساعد على زيادة حمولة الشاحنات من ناحية وزيادة سرعتها من ناحية أخرى .

٢-٢-٥ معامل الجر

من الممكن تحويل الطاقة المتولدة في أي محرك الى جهد الجر في تلك الآلية اذا توفرت قوة جر مناسبة بين الدواليب القائدة للآلية وسطح الطريق فاذا لم يتوفر هذا المقدار من الجر فلا يمكن الاستفادة من الطاقة المولدة في المحرك .

ويعرف معامل الجر بأنه ذلك المعامل الذي إذا ضرب بالوزن الكلي المسلط على الدواليب القائدة لنتج من ذلك أعلى جهد للجر بين الدواليب والسطح الملامس لها قبل انزلاق تلك الدواليب . وعلى سبيل المثال إذا احتاجت مركبة الى 4800 كغم قوة قبل أن يحدث الانزلاق في الدواليب وكان الوزن المسلط على الدواليب القائدة هو 8000 كغم فإن معامل الجر في هذه الحالة بين الدواليب وسطح الطريق هو $0.60 = 8000 \div 4800$

إن معامل الجر يعتمد على نوعية الطريق من ناحية ونوعية الاخاديد على

جدول (٢-٣)

معامل الجر لاختلاف انواع سطوح الطرق

الدواليب المجنزرة	الاطارات المطاطية	السطح
0.45	1.00 — 0.80	خرسانة جافة، وخشنة
0.90	0.70 — 0.50	تربة رملية طينية جافة
0.70	0.50 — 0.40	تربة رملية طينية رطبة
0.35	0.40 — 0.30	رمل وحصى رطب
0.30	0.30 — 0.20	رمل رخو وجاف
0.35 — 0.15	0.20	ثلج جاف
0.25 — 0.10	0.10	جليد

سطح الاطارات المطاطية أو شكل التضاميم في الاطارات المجنزرة ولذلك فمن الصعبية بمكان تحديد وبشكل دقيق مقدار معامل الجر لمختلف أنواع الآلات والطرق • يعطي الجدول (٢ - ٣) قيما تقريبية لمعاملات الجر بين مختلف أنواع الدواليب والسطوح •

مثال :

إذا كان الوزن الكلي علي الدواليب القائدة لمركبة هو 18000 كغم وان أعلى قوة سحب للمركبة هي 9000 كغم وإذا كانت المركبة تشتغل على سطح رملي رطب ذي معامل للجر قدره 0.30 فان أعلى قوة للسحب قبل أن تنزلق الدواليب تساوي $0.30 \times 18000 = 5400$ كغم ونلاحظ هنا بغض النظر عن أعلى قوة سحب لمحرك المركبة فان أعلى قوة سحب يمكن أن تعطى هذه المركبة هي 5400 كغم قبل انزلاق دواليبها • إذا استعملت هذه المركبة نفسها على طريق من التربة الجافة ذات معامل جر قدره 0.60 فان أعلى قوة سحب يمكن ان تعطى هذه المركبة قبل انزلاق الدواليب هي $0.60 \times 18000 = 10800$ كغم ونلاحظ أن المحرك لا يمكن أن يجعل الدواليب تنزلق على مثل هذا السطح لان أعلى قوة للمحرك هي 9000 كغم وهي أقل من 10800 كغم •

٢-٢-٦ تأثير الارتفاع في اداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي

يتم تشغيل المحركات ذات الاحتراق الداخلي بوساطة خلط الاوكسجين من الهواء مع الوقود وحرقة لتحويل الطاقة الكامنة الى طاقة ميكانيكية • ولأجل الحصول على أعلى قدرة للمحرك يجب المحافظة على نسبة الخلط بين الاوكسجين والوقود في اسطوانات الاحتراق • إذا انخفضت كثافة الهواء بسبب الارتفاع فان كمية الاوكسجين المتواجدة في حجم الهواء ستقل ايضا ولما كانت كل اسطوانة

احتراق تسحب حجما ثابتا من الهواء لذلك فإن كمية الاوكسجين ستقل في هذا الحجم الثابت على ارتفاع معين من سطح البحر . ولما كانت نسبة الاوكسجين الى الوقود هي نسبة ثابتة لكل محرك فعندما تقل كمية الاوكسجين بسبب الارتفاع عن سطح البحر فيجب أن تقل كمية الوقود كذلك . وبالتالي ينعكس ذلك على قدرة المحرك . وعليه إذا علم أن كثافة الهواء تقل بشكل منتظم مع ازدياد الارتفاع عن سطح البحر فمن السهل ايجاد الانخفاض في قوة المحرك ، ولكن في الحقيقة لا يمكن الاعتماد على ذلك . حيث ان تغير كثافة الهواء لا يكون بشكل منتظم ورغم ذلك فقد وجد من الناحية العملية بأن المحركات ذات الاشواط الاربعة تفقد قوتها بسبب الارتفاع عن سطح البحر بما يعادل 3% من قوتها على مستوى سطح البحر لكل 300 متر بعد ال 300 متر الاولى من سطح البحر . وعلى سبيل المثال فإن المحرك ذا القدرة الحصانية البالغة 100 حصان على مستوى سطح البحر ستصبح قدرته على ارتفاع 3000 متر بالمقدار المذكور أدناه اذا كان من المحركات ذات الاشواط الاربعة .

$$\text{الفقدان بسبب الارتفاع} = \frac{(300-3000) \times 100 \times 0.03}{300} = 27 \text{ حصانا}$$

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

أما المحركات ذات الشوطين فإن الفقدان في قوتها يعادل 1% من القدرة الحصانية لكل 300 متر بعد ال 300 متر الاولى فوق سطح البحر فمثلا اذا كانت الآلية المذكورة أعلاه ذات شوطين بدلا من أربعة عندئذ تحسب القدرة الحصانية الحقيقية بالشكل التالي :

$$\text{الفقدان بسبب الارتفاع} = \frac{(300-3000) \times 100 \times 0.01}{300} = 9 \text{ احصنة}$$

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

هذا ويمكن التغلب على فقدان في القدرة الحصانية بسبب الارتفاع وذلك بتزويد المحرك بجهاز صغير يضغط الهواء داخل المحرك وبذلك يعوض عن قلة نسبة الاوكسجين وعلى أي ارتفاع .

مما ورد أعلاه نلاحظ أن للارتفاع عن مستوى سطح البحر تأثيرا واضحا على انتاجية الآليات مما يجب أخذه في نظر الاعتبار .

٢ - ٢ - ٧ 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 .
ويلاحظ هذه الظاهرة كل من يسوق السيارة عبر الصحراء خلال النهار والليل .
إن تأثير درجة الحرارة في أداء هذه الآليات قد درس بأسهاب من خلال تجارب مختبرية مختلفة وفي الجزء القادم من هذا الفصل سيبحث تأثير درجة الحرارة والضغط في أداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي .

٢ - ٢ - ٨ تأثير درجة الحرارة والضغط في أداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي

لاجل تحديد قوة أي آلية من ذوات الاحتراق الداخلي فإن التجارب المختبرية التي تجرى عليها تكون عادة تحت الظروف القياسية والتي هي 760 ملم من الزئبق بالنسبة للضغط على مستوى سطح البحر و 15 درجة مئوية بالنسبة لدرجة الحرارة وفي هذه الحالة فإن القدرة الحصانية التي تعدد تعرف بالقدرة الحصانية الفرمالية Brake horsepower .

إذا أجريت التجارب تحت ظروف تختلف عن الظروف القياسية فيجب عندئذ استخدام القانون التالي لتحديد القدرة الحصانية تحت الظروف الجديدة :

$$H_c = H_0 \frac{P_s}{P_0} \sqrt{\frac{T_0}{T_s}} \quad (2.2)$$

حيث أن :

- H_c = القدرة الحصانية المعدلة للظروف القياسية
- H_0 = القدرة الحصانية المقاسة من التجربة
- P_s = الضغط الجوي القياسي (760 ملم من الزئبق)
- P_0 = الضغط الجوي الحقيقي المقاس من التجربة (ملم من الزئبق)
- T_0 = درجة الحرارة المطلقة الحقيقية (درجة الحرارة المثوية وقت التجربة)

$$273 +$$

$$T_s = \text{درجة الحرارة المطلقة للظروف القياسية} = 273 + 15 = 288 \text{ درجة مئوية}$$

مثال :

فحص محرك آلة تحت الظروف المذكورة أدناه والمطلوب إيجاد القدرة الحصانية الثرمالية لهذا المحرك تحت الظروف القياسية :

- القدرة الحصانية المقاسة = 86.43 ملم من الزئبق
- الضغط المقاس = 750 حصاناً
- درجة الحرارة المقاسة = 5.55 درجة مئوية

الحل : باستعمال القانون (2.2)

$$H_c = 86.43 \times \frac{760}{750} \times \sqrt{\frac{273 + 5.55}{288}}$$

$$= 86.09 \text{ حصان}$$

يستعمل الجدول في إيجاد القدرة الحصانية لأي محرك من ذوي الاشواط الاربعة تحت تأثير أي درجة حرارة وأي ارتفاع فوق سطح البحر . فاذا قيست درجة الحرارة واستعمل الضغط المرادف للارتفاع عن سطح البحر من الجدول (٢ - ٤) فمن الممكن إيجاد القدرة الحصانية للمحرك باستعمال القانون (2.2) .

الجدول (٢ - ٤)

الضغط المقاس لأي ارتفاع عن سطح البحر مقبدا بالمتمرات من الزئبق

الارتفاع فوق سطح البحر متراً	الضغط المقاس (مللم من الزئبق)
0	760
300	733
600	707
900	682
1200	656
1500	632
1800	608
2100	586
2400	564
2700	543
3000	522

مثال : فحص جرار يدار بمحرك ذي أربعة اشواط تحت الظروف القياسية ووجد أن قدرته الحصانية هي 130 حصانا فما هي قدرته الحصانية المتوقعة على ارتفاع 1115 مترا عن سطح البحر إذا كان معدل درجة الحرارة هو 22.2 درجة مئوية ؟

الحل :

استعمل المعلومات التالية :

$$H_c = 130 \text{ حصانا}$$

$$P_c = 760 \text{ ملم من الزئبق}$$

$$P_o = 663 \text{ ملم من الجدول (٢ - ٤)}$$

$$T_s = 288 \text{ درجة مئوية}$$

$$T_o = 273 + 22.2 = 295.2 \text{ درجة مئوية}$$

جد H_o :

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

$$= 130 \times \frac{66.3}{76} \times \sqrt{\frac{288}{295.2}} = 112.1 \text{ حصان}$$

كما سبق نلاحظ أن القدرة الحصانية للجرار ستتناقص الى 112.1 حصانا بسبب ازدياد الارتفاع عن سطح البحر وتغير درجة الحرارة .

يعطي الجدول (٢ - ٥) العوامل التي يجب ضربها في القدرة الحصانية في الظروف القياسية لأي محرك ذي أربعة أشواط لإيجاد القدرة الحصانية المتوقعة لارتفاعات ودرجات حرارة مختلفة ولايجوز استعمال هذه العوامل في حالة المحركات ذات الشوطين .

٢-٢-٩ قوة الجر :

تعرف قوة الجر للجرارات المجنزرة بأنها قوة الجر الكلية التي يمكن للجرار تسليطها على أحمال مربوطة بها وتقدر عادة بالكيلو غرام وتعادل هذه القوة الفرق

الجدول (٢ - ٥)

معاملات التصحيح لإيجاد القدرة الحصانية لحركات ذات أربعة أشواط تحت تأثير مختلف الارتفاعات ودرجات الحرارة

درجات الحرارة (درجة مئوية)										الارتفاع عن سطح البحر متر
- 29	- 18	- 7	4	10	15	21	32	43		
1.085	1.062	1.039	1.018	1.000	1.000	0.991	0.971	0.954	0	
1.048	1.025	1.003	0.984	0.974	0.964	0.955	0.937	0.920	300	
1.010	0.988	0.968	0.048	0.938	0.930	0.921	0.904	0.887	600	
0.974	0.952	0.933	0.914	0.905	0.896	0.888	0.872	0.855	900	
0.938	0.918	0.899	0.882	0.873	0.865	0.856	0.840	0.825	1200	
0.904	0.885	0.867	0.849	0.842	0.833	0.825	0.809	0.795	1500	
0.872	0.853	0.836	0.820	0.811	0.803	0.795	0.781	0.767	1800	
0.840	0.823	0.806	0.790	0.782	0.755	0.767	0.752	0.738	2100	
0.811	0.793	0.766	0.762	0.754	0.746	0.739	0.725	0.712	2400	
0.782	0.764	0.748	0.734	0.727	0.720	0.713	0.699	0.686	2700	
0.753	0.737	0.722	0.707	0.707	0.693	0.687	0.675	0.682	3000	

بين قوة محرك الآلية والقوة الواجب صرفها لتحريك الآلية وحدها مضافا إليها القوة اللازمة للتغلب على تأثير انحدار الطريق ان وجد .

إن أداء الجرارات المجنزرة المصنعة في أمريكا المثبت من قبل المصانع يكون عادة قد حسب اعتمادا على فحص مقاطعة نبراسكا (إحدى المقاطعات الأمريكية - المترجم) .

لتحديد قوة جر الجرارات المجنزرة لسرع مختلفة افترض بأن الطريق الذي أجرى الفحص عليه ذو مقاومة للدرجة تعادل 50 كغم / للطن الواحد . فاذا استعمل جرار على طريق ذي مقاومة للدرجة تختلف عن 50 كغم / للطن فيجب عندئذ اجراء تعديل على قوة جره وذلك بضرب وزن الجرار بالاطنان في الفرق بين معامل درجته الطريق و 50 كغم / طن .

مثال : وزن جرار مجنزr 15 طنا وان قوة جره 2600 كغم على طريق مستو ذي مقاومة للدرجة تعادل 50 كغم / طن . فما هي قوة جره الحقيقية على طريق مستو ذي مقاومة للدرجة تعادل 80 كغم / طن ؟

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

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

إن قوة جر أي جرار تتناسب عكسيا مع سرعته لذلك فانها تكون في أعلى مستوى عندما يشغل الجرار في الترس الاول First gear وتكون أقل ما يمكن في الترس الاعلى Top gear . وتغطي المواصفات من الشركات المنتجة على شكل جداول يبين فيها قوة الجر المناظرة لكل سرعة كما في الجدول التالي :

قوة الجر كغم	السرعة كم/ساعة	الترس
12713	2.75	1 :
10299	3.49	2 :
7833	4.42	3
6247	5.60	4
4571	6.98	5
2531	11.20	6

٢-٢-١٠ جر الاطار

يعرف جر الاطار بأنه 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 يلغى احتمال انزلاق الدواليب على الطريق عندئذ فإن أعلى جر للاطار يعتمد على المحرك ونسبة الترس بين المحرك والدواليب القائدة . أما إذا انزلقت الدواليب على الطريق فإن أعلى جر الاطار يعادل حاصل ضرب الضغط الكلي بين الدواليب و سطح الطريق في معامل الجر . ويقاس جر الاطار عادة بالكيلو غرام .

هذا ويمكن إيجاد جر الاطار باستعمال القانون التالي :

$$\text{جر الاطار} = \frac{272.2 \times \text{القدرة الحصانية} \times \text{الكفاءة}}{\text{السرعة (كم/ساعة)}} \quad (2.3)$$

إن قدرة معظم الجرارات والشاحنات تتراوح ما بين 0.80 إلى 0.85 .

مثال : ماهو مقدار جر الاطار لجرار مدولب ذي قدرة حصانية قدرها 140 حصاناً ويسير على الترس الاول بسرعة مقدارها 5.2 كم/ساعة .

الحل :

$$\text{جر الاطار} = \frac{0.85 \times 140 \times 272.2}{5.2} = 6229 \text{ كغم}$$

الجدول المدون في أدناه يبين أعلى جر الاطار للجرار المذكور في المثال في سرع مختلفة •

السرعة كم/ساعة	جر الاطار كغم	الترس
6230	5.2	الاول : 1
2852	11.4	الثاني : 2
1623	20.0	3
940	33.8	4
598	54.2	5

لأجل ايجاد مقدار قوة الجر التي يمكن للجرار استعمالها يجب أن يطرح من جر الاطار الخاص به مجموع القوى اللازمة للتغلب على مقاومة الدرجة وتأثير أي انحدار في الطريق •

مثال : جر الاطار لجرار في الترس الاول يعادل 6000 كغم ويزن الجرار 12.4 طنا • شغل الجرار صعودا على طريق ذي ميل قدره 2% ومقاومة للدرجة مقدارها 50 كغم/طن • أوجد مقدار القوة الصافية التي يمكن للجرار استعمالها في جر أحمال أخرى •

الحل :

$$\text{جر الاطار} = \dots\dots\dots = 6000 \text{ كغم}$$

القوة اللازمة للتغلب على تأثير الانحدار $2 \times 10 \times 12.4 =$

$$248 \text{ كغم} =$$

القوة اللازمة للتغلب على مقاومة الدرجة $50 \times 12.4 =$

$$620 =$$

مجموع القوى الواجب طرحها $868 \text{ كغم} =$

القوة الصافية للجرار $5132 \text{ كغم} =$

٢-٣-٢-٣-٢ اساس حساب انتاجيات الآليات :

٢-٣-٢-١ مفهوم الانتاجية :

تعد انتاجية العمل من أهم مؤشرات تقويم فعالية آليات البناء واستخدامها ، ويفهم من الانتاجية الكمية المنتجة خلال واحدة الزمن (في الساعة أو في الوردية أو في السنة) ، وتقدر الكمية بالحجم المشغول (بالامتار المكعب) أو بالمساحة المشغولة (بالامتار المربعة) أو بالوزن المشغول (بالطن) . إن الانتاجية مؤشر عام لآليات البناء تتعلق بعدد من الخصائص التصميمية والاستثمارية للآلية في آن واحد ، مثل : معطيات الشكل الهندسي لجهاز العمل ، وخصائص الشد والسرعة للآلية ، وميزات استخدام جهاز العمل ، وقيادة الآلية وسلامة العمل وسهولته عليها .

٢-٣-٢-٢ دورة عمل آليات البناء :

إن أشكال آليات البناء كثيرة جداً ، وتقسم كما ذكرنا سابقاً من ناحية طبيعية عملها إلى آليات ذات عمل دوري متقطع وآليات ذات عمل مستمر . في الآليات ذات العمل الدوري مثل البلدوزرات ، السكريدات ، الحفارات وحيدة السطل ،

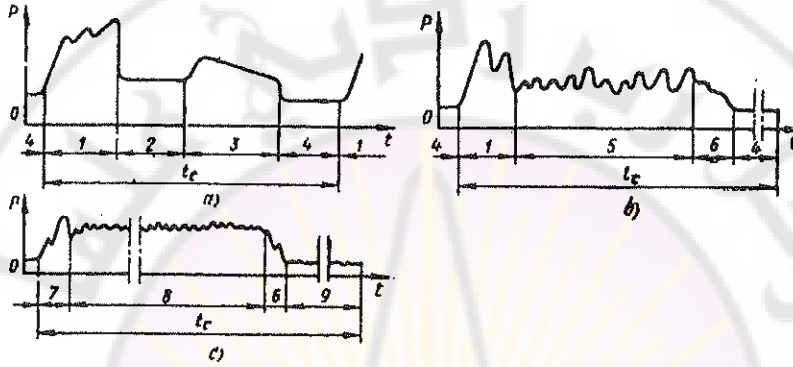
التركسات ، يعمل الجهاز العامل لفترة جزئية من دورة العمل (كالحفر أو القشط أو الغرف مثلاً) ، ثم تقوم الآلية خلال الفترة المتبقية بالنقل أو بالتفريغ وبعمل فارغ ؛ لكنه ضروري لاستكمال دورة العمل (كالدوران أو المناورة أو الحركة الخلفية للرجوع الى جبهة العمل) ؛ أي أن كافة العمليات الضرورية لتنفيذ العمل تجري بشكل متسلسل ، وتسمى الفترة الزمنية لمجموع العمليات بدورة العمل (Σt_c) .

في الآليات ذات العمل المستمر ، التي تعدّ آليات عالية الإنتاجية (مثل الحفارات متعددة السطول وحفارات الخنادق أو آلات التسوية وآليات الحرث) والتي تقوم بعمل مستمر لفترة طويلة نسبياً ، فإن كافة العمليات الضرورية لتنفيذ العمل الأساسي تجري في آن واحد دون تقطع ، عدا عمليات الدوران والمناورة التي لا تشكل فترة زمنية طويلة بالمقارنة مع فترة العمل الأساسي المستمرة للآلية خلال دورة العمل .

تحدد الإنتاجية لكل نوع من هذه الآليات بشكل مختلف نظراً لاختلاف دورة العمل ، إلا أن الإنتاجية في كلتا الحالتين تتعلق بأبعاد جهاز العمل وسرعة 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 وقدرتها على العمل المطلوب .

يبين الشكل (٦-٢) مخطط دورة العمل لبعض آليات بناء الطرق ، عند تعبئة سطل السكرير (شكل ٦-٣ - أ) بزيادة قوة الشد على العجلات ب ٣-٢ مرات مع بلوغ الانزلاق على العجلات عدة مرات نسبة ١٠٠٪ ؛ مما يؤدي الى انخفاض سرعة العمل بشكل حاد ويتطلب دفعاً إضافياً من جرّار آخر . أما

خلال نقل التربة المقشوفة ، فتنخفض قوة الشد وتزداد سرعة الحركة. عند التفريغ تكون قوى الشد في البداية عالية نظراً للمقاومات الكبيرة ، ثم تنخفض فيما بعد . عند حركة الآلية الفارغة تنخفض قوى الشد الى أدنى قيمة لها ، وتكون سرعة الحركة عظمى . يتبين من مخطط دورة عمل السكريب اختلاف قوى الشد وسرعات الحركة خلال مراحل العمل .



الشكل (٢-٦) - مخطط دورة العمل لبعض آليات بناء الطرق (تغير قوة الشد P على العجلات حسب زمن العمل t ، t_c زمن دورة العمل .

٢- آلية قشط (سكريب) ب - آلية جرف (بلدوزر) ج - آلية تسوية (كريدل) .
١- غرز مع قطع وحفر التربة ٢- نقل التربة ٣- تفريغ ٤- عمل فارغ (رجوع لجبهة العمل) ٥- إزاحة التربة ٦- رفع الشفرة ٧- غرز الشفرة ٨- حفر مع تسوية (نظام ثابت مستمر) ٩- دوران أو انعطاف .

عند غرز شفرة البلدوزر (شكل ٢-٦ ب) تزداد قوى الشد بعدة مرات بالمقارنة مع الشد خلال العمل الفارغ ، ويبلغ الانزلاق عدة مرات حدوده الأعظمية ، مما يؤدي الى انخفاض السرعة والاضطرار لرفع الشفرة وتخفيض سماكة القطع ، وخلال مرحلة إزاحة التربة ينخفض الشد قليلاً . يتميز هذا المخطط أيضاً بعدم انتظام قوى الشد وسرعات الحركة خلال مراحل العمل . يتضح من مخطط عمل السكريب أو البلدوزر أن مرحلة الحفر التي تتطلب قوى شد كبيرة

تشكل نسبة غير كبيرة تقدر بـ ١٥ - ٣٠٪ من زمن دورة العمل ، ومرحلة النقل والتفريغ للسكريد أو الإزاحة للبلدوزر نسبة ٤٠ - ٥٠٪ ، وزمن العمل الفارغ نسبة ٢٠ - ٢٥٪ ، وزمن المناورة والدوران ٥ - ١٠٪ .

يتبين من مخطط عمل آلية التسوية ذات العمل المستمر (شكل ٢-٦ ج) أنه في البداية يتطلب لفرز الشفرة قوى شد غير كبيرة ، ثم تنخفض قوى الشد لتعمل الآلية في نظام مستقر نسبياً لفترة طويلة تصل الى ٧٥ - ٨٠٪ من زمن دورة العمل ولمسافة تصل حتى ٥٠٠ متر ولا تزداد فيها قوى الشد على معدلها الوسطي بأكثر من ٤ - ٦٪ ، أما زمن غرز الشفرة ورفعها فلا يزيد على ٣ - ٥٪ ، وزمن العمل الفارغ والدوران على ١٥ - ٢٠٪ من زمن دورة العمل .

٢-٣-٣ أشكال إنتاجية آلات البناء :

نميز ثلاثة أشكال للإنتاجية :

الإنتاجية التصميمية (Q_0) ، والإنتاجية الفنية (Q_f) ، والإنتاجية الاستثمارية (Q_e) .

الإنتاجية التصميمية :

وهي الإنتاجية النظرية القصوى التي تحققها الآلية مع افتراض ثبات العملية الإنتاجية واستمرارها ووجود معطيات وظروف مثالية للآلية ولجهازها العامل وتقدر 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 الترايصة :

$$Q_0 = V n \quad ' \quad [m^3/h]$$

$$= V \gamma n \quad ' \quad [t/h]$$

لآليات الرفع والنقل :

$$Q_0 = q n \quad ' \quad [t/h] \text{ or } [piece/h]$$

حيث : V — الحجم النظري (للسطل أو للمواد المشغولة أمام الشفرة أو المنقولة)

المنتج خلال دورة عمل واحدة (م^٣/دورة) .

q — وزن الحمل المرفوع أو المنقول أو عدد القطع المنقولة أو المرفوعة

خلال دورة عمل واحدة (طن/دورة) ، (قطعة/دورة) .

γ — الوزن النوعي للتربة أو للمواد المشغولة (طن/م^٣) .

n — عدد دورات العمل خلال ساعة عمل واحدة (دورة/سا) :

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

$\sum t$ — زمن دورة العمل الواحدة وتساوي مجموع الفترات الزمنية

للعمليات خلال مراحل العمل للدورة الواحدة (ثانية/دورة) :

$$\sum t = t_1 + t_2 + t_3 + \dots \quad ' \quad [s/syc.]$$

تحدد الفترات الزمنية (t_i) حسب نوع العملية المنفذة وذلك انطلاقاً من

المسافة الواجب قطعها (l_i) وسرعة الحركة (v_i) لهذه العملية أي ($t = \frac{l_i}{v_i}$)

أو تفرض مباشرة لبعض العمليات الثانوية •

تحدد الإنتاجية التصميمية للآليات ذات العمل المستمر كما يلي :

— لآليات الأعمال الترايية :

$$Q_0 = 3600 A v \quad [m^3/h]$$

$$= 3600 A \gamma v \quad [t/h]$$

— لآليات الحفر متعدد السطول :

$$Q_0 = 3600 \frac{V_i}{a} v \quad [m^3/h]$$

— لآليات تسوية التربة أو رصها :

$$Q_0 = 3600 l v \quad [m^3/h]$$

حيث : — سرعة الحركة للجهاز العامل م/ثا •

A — سطح مقطع الحفر لعنصر العمل ، أو سطح المقطع للمواد المنقولة
(م^٢) •

a — الخطوة بين السطول في جهاز الحفر متعدد السطول (م) •

V_i — حجم السطل الواحد في جهاز الحفر متعدد السطول (م^٣) •

l — عرض جهاز العمل للمحراث أو للمدحلة (م) •

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

$$v = \frac{L}{\sum t}$$

حيث L — طول المسافة المشغولة خلال دورة عمل واحدة (م/دورة) •

الإنتاجية الفنية :

وهي الإنتاجية القصوى الممكنة والفعلية التي تحققها الآلية خلال العمل المتواصل في ظروف محددة وتأخذ بالاعتبار : امتلاء جهاز العمل أو تعبته (لسطول الحفر أو الغرف أو القشط) ، والضياعات في كمية التربة أو المواد عند إزاحتها أو نقلها وتفريغها (للشفرة والسطول) ، وانخفاض سرعة الحركة النظرية خلال العمل ، أي تأخذ بالاعتبار السرعات الفعلية للعمل والعوامل الفنية الأخرى المؤدية الى زيادة الفترة الزمنية لدورة العمل مثل الظروف الصعبة لعمل الآلية وقيادتها • تقدر الإنتاجية الفنية بالكمية المنتجة خلال ساعة عمل واحدة وتحدد من العلاقة :

$$Q_t = Q_0 \frac{k_v}{k_r} k_t$$

حيث : k_v — معامل ملء السطل أو تعبته ويحدد حسب نوع التربة والمواد

المنقولة وشكل السطل الهندسي ويؤخذ عادة : (٠.٨ — ١.٣)
للسطول ، (٠.٧٥ — ١) للشفرات •

k_L — معامل خلخلة التربة ويؤخذ حسب نوع التربة في المجال
(١.٠٨ — ١.٨) •

k_t — معامل يأخذ بالاعتبار ازدياد الفترة الزمنية لدورة العمل بالمقارنة مع الدورة النظرية نظراً لانخفاض سرعات العمل الفعلية عن النظرية ويحدد بالحساب وتراوح قيمته حسب ظروف العمل في المجال
(٠.٧ — ٠.٩) •

يهدف حساب الإنتاجية الفنية للآليات الى تحديد القدرة الإنتاجية القصوى والممكنة للآلية في ظروف عمل محددة كمؤشر أعلى ، ويستخدم هذا المؤشر لمقارنة آليات متعددة من ذات الصنف والنوع 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 . هذه المؤشرات تساعد على المقارنة الفنية بين أنواع عدة من الآليات .

الإنتاجية الاستثمارية :

وهي الإنتاجية الفعلية التي
أولاً : التوقعات الطويلة
العمل الواحدة (وهي التوقعات
السيانات الدورية وإزالة الأعطال

على أن يؤخذ بالاعتبار :
أسباب التوقف وفنية منسوبة لوردية
عمل الزمن تنزود بالوقود وتنفيذ

ثانياً : نوع التربة و
التربة ووجود الميول وظروف

العمل من ناحية سهولة أو صعوبة معاملة
العمل من ناحية الرؤيا أو العوامل الجوية .

ثالثاً : مهارة السائق
أو بالاشتراك مع آليات أخرى تعبر الإنتاجية الاستثمارية عن مدى الاستخدام
الفعلي للآلية في واحدة الزمن بمقارنتها مع الإنتاجية الفنية ، وتقدر بالكمية المنتجة
خلال ساعة عمل واحدة ، وتحدد من العلاقة :

$$Q_e = Q_t k_1 k_2 k_3.$$

k_1 — معامل يعبر عن مدى الاستفادة من الآلية خلال زمن الوردية الواحدة،

يؤخذ في المجال (٠.٦٥ — ٠.٨٥) .

k_2 — معامل يأخذ بالاعتبار نوع التربة وصعوبة حفرها أو تشغيلها وملاءمة

شكل جهاز العمل لها ، ووجود الميول في مكان العمل ، ويكون أكبر من (١) للظروف السهلة أو المناسبة وأصغر من (١) للظروف الصعبة والشاقة .

k_3 — يعبر عن مهارة السائق وظروف المناخ والرؤيا ، ويؤخذ حسب درجة مهارة السائق وظروف القيادة في المجال (٥٠ - ١) .

ويمكن أن يزداد إنتاج الآلية بنسبة ١٠ - ٢٥٪ عند استخدام طرق تنظيم متقدمة في العمل . من أهداف حساب الإنتاجية الاستثمارية تحديد قدرة إنتاج الآلية الفعلية في الظروف الاستثمارية المعينة وتحديد حالة الآلية الفعلية في الظروف الاستثمارية المعينة وتحديد حالة الآلية الفنية وجودة أعمال الصيانة والإصلاح الجارية عليها بمقارنتها مع الإنتاجية الفنية أو التصميمية للآلية .

٢-٣-٤ شروط رفع إنتاجية آليات بناء الطرق :

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

١ - التصميم المتقن لجملة نقل الحركة وقيادتها الذي يتيح بشكل كامل الاستفادة من خصائص الشد والسرعة للآلية ، أي الاستفادة المثلى من طاقة الآلية الكامنة حسب ظروف العمل المختلفة . على سبيل المثال ، تتطلب بعض الآليات خلال عملها قوى دفع وشد كبيرة لتنفيذ العمل المطلوب وبسرعات منخفضة ، في هذه الحالة نظام العمل الأمثل الذي يعطي الإنتاجية الأعلى هو العمل على قوى دفع كبيرة دون حدود التزحلق وضياع السرعة ، أي عندما تكون استطاعة الشد المستفاد منها في حدها الأعلى ويكون مردود الشد أعظمية كما تعمل بعض الآليات في حالات

أخرى على سرعات عالية نظراً لانخفاض قوى المقاومة عند تنفيذ العمل المطلوب وفي هذه الحالة أيضاً يكون نظام العمل الأمثل والذي يعطي الانتاجية الأعلى هو العمل بسرعات عالية بحيث تكون الاستطاعة المستجرة من الآلية والمستفاد منها في حدها الأقصى .

٢ - التصميم المتقن لأجهزة العمل وقيادتها الذي يؤمن تنفيذ العمل المطلوب بأقل مجهود وضياح ممكن وبفترة زمنية قصيرة . إن أجهزة العمل المتقنة والملائمة لظروف العمل المختلفة من شأنها أن تخفض كثيراً مقاومات العمل وزمن دورته وبالتالي تؤدي الى زيادة إنتاج الآلية .

في هذا المجال تنتج بعض الشركات الصانعة لآليات بناء الطرق أجهزة عمل مختلفة ومتعددة لكي تتركب على الآلية الواحدة تبعاً لظروف العمل الخاصة ، مثلاً شفرات جرف خاصة للتربة متوسطة وخفيفة القساوة ، وأخرى للتربة عالية القساوة والصخرية ، وأخرى للتربة الرملية ، وهناك شفرات خاصة لأعمال تسوية الطرق وشقها والتي تقوم بالحفر وإزاحة التربة جانباً . كما يستخدم في بعض سطول قشط التربة كبيرة الحجم سير متحرك خاص يتوضع فوق شفرة قشط التربة للمساعدة في دفع التربة الى داخل السطل للحصول على ملء كبير له وفي تخفيض مقاومات العمل أيضاً . كما أنه في بعض سطول الحفارات كبيرة الحجم يستخدم الهواء المضغوط لدفع أسنان الحفر في حركة اهتزازية لحفر التربة القاسية .

من الهام جداً عند استثمار الآليات اختيار مواصفات الآلية من حيث استطاعتها وأبعاد جهاز العمل وحجمه ونوعه بحيث تتلاءم مع ظروف العمل المطلوبة .

٣ - الاستخدام الأمثل للآلية من ناحية اختيار طرق العمل المتقدمة وتنظيمه عند عمل الآلية بمفردها أو مع مجموعة من الآليات بشكل مشترك ، وهذا يتطلب وضع مخطط تنفيذي للعمل يبين : تسلسل العمليات الانتاجية . وأنواع الآليات ومواصفاتها المطلوبة لتنفيذه وأبعاد جبهة العمل وطول شوط عمل كل آلية .

إن هذه الإجراءات التنظيمية في الاستخدام تخفض الى الحد الأدنى توقعات الآلية مما يرفع من فعالية استخدامها خلال الزمن ويزيد من إنتاجها •

٤ - تنفيذ الصيانات والإصلاحات كافة في الوقت الملائم وبشكل دوري ومخطط ووضع إمكانات خاصة لتنفيذ ذلك في أماكن عمل الآليات ومراكز تجمعها • إن هذا النظام الوقائي يحفظ الآلية في حالة فنية جيدة ويجدد قدرتها على العمل ويقلل الى أدنى حد الأعطال الطارئة ، وهذا يعني تخفيض توقعات الآلية والتي تؤدي أحياناً الى توقف كبير في كامل جبهة العمل لآليات أخرى تعمل سوية • لذلك من الضروري جداً تخطيط توقعات الآلية من أجل الصيانات والإصلاحات الدورية ورفع جاهزيتها للعمل •

* * *

الفصل الثالث

تقنية تنفيذ الاعمال التحضيرية في موقع العمل

عموميات : تبدأ الاعمال التحضيرية في موقع العمل منذ إعطاء أمر المباشرة بتنفيذ المباني والمنشآت في موقع العمل .

يختلف مضمون هذه الاعمال بحسب الظروف المحلية لموقع العمل ومكان جده خارج المناطق المأهولة أم ضمنها وبشكل عام تتضمن الاعمال التحضيرية :

- تركيب سور لموقع العمل (إن كان ذلك ضروريا) .
- إزالة الابنية والعوائق الطبيعية .
- تصريف المياه السطحية وإقامة المسائر والقنوات لحماية الموقع من المياه السطحية وتخفيض منسوب المياه الجوفية .
- نقل طبقة التربة الصالحة للزراعة .
- نقل خطوط وشبكات نقل القدرة والمياه الحلوة والمالحة .
- مد شبكة الطرق المؤقتة أو الدائمة لتخديم الموقع .
- توزيع شبكات التخديم والاتناج ومدّها .
- توزيع أمكنة التخديم والادارة .
- بعد الانتهاء من أعمال التعزيل والتسوية يتم تحديد موقع المنشأ جيوديسيا .
- وبذلك تشكل مجموعة هذه الاعمال القاعدة التصنيعية لبناء أي منشئ

وتستغرق ما بين ٣٠ - ٤٠٪ من وقت التنفيذ • وبحسب نوعية التحضير لموقع العمل وجودته يتوقف نجاح تنفيذ الأعمال الأساسية الانشائية •

٢ - ١ : إزالة الابنية والعوائق الطبيعية :

الابنية التي لا تحمل قيمة مادية أو تاريخية كبيرة يتم تفكيكها أو هدمها أما الابنية التي تحمل قيمة تاريخية أو مادية فيتم نقلها الى أماكن توضع جديدة مجهزة لها مسبقا • تتضمن عملية فك الابنية مرحلتين : مرحلة تحضيرية ومرحلة تنفيذية •

في المرحلة التحضيرية تتم دراسة وضع المباني أو المنشآت الموجودة حيث تقوم بتحديد النقاط التالية : حالة المبنى بشكل عام ، عناصره الانشائية ، حجم الأعمال الواجب القيام بها ، تحديد طرق الفك أو الهدم ، تحديد إمكان الاستفادة من العناصر الانشائية مستقبلا •

يتم بعد ذلك التأكد من قطع خطوط نقل القدرة وسد شبكات المياه والغاز وإغلاقها إن وجدت •

بناء على هذه الدراسة يتم تحديد بداية ونهاية أعمال الفك والهدم ، وتصمم وفق ذلك المخططات التكنولوجية لتنفيذ هذه الاعمال ، والتي يجب أن تتضمن أساليب التدعيم والتثبيت المؤقت • وتحدد الآليات والمعدات اللازمة للتنفيذ والتحميل والنقل •

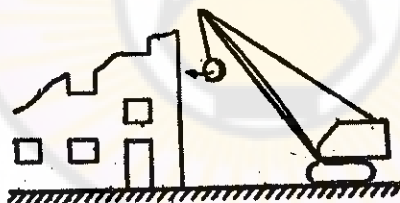
كما تحدد الاحتياجات الواجب اتخاذها لمنع الحوادث والإصابات بما في ذلك تحديد المناطق الخطرة ووضع الشارات والمنبهات والحواجز لمنع مرور وتواجد الاشخاص والآليات في تلك المناطق •

أعمال الفك والهدم يمكن أن تتم بعدة أساليب نذكر منها :
أسلوب الفك أو الهدم اليدوي ، أسلوب الفك أو الهدم نصف الآلي
والاسلوب الآلي اضافة لأسلوب التفجير •

الأسلوب اليدوي : يعد من أصعب الاساليب ويتم باستخدام الوسائط
اليدوية البسيطة كالعتلة والمطرقة وكذلك معدات القص بوساطة غاز البوتان . ونلجأ
الى هذا الاسلوب عندما يكون حجم الاعمال قليلاً وفي حال تعذر استخدام
الاساليب الأخرى •

الاسلوب نصف الآلي : ويتم باستخدام آليات الحفر التي تعمل على الهواء
المضغوط أو التيار الكهربائي المزودة بوسائط الحفر والطرق •
إلا أن هذا الاسلوب يتميز بشدة الضجيج والغبار المرافق لتنفيذ الاعمال •

الاسلوب الآلي : ويتم باستخدام الآليات والمعدات وأكثر أشكاله شيوعاً
استخدام الكرة الحديدية المعلقة برافعة متحركة كما في الشكل (١-٣) •



الشكل (١-٣) - هدم جدران مبنى بوساطة الروافع وباستخدام الكرة الحديدية

لهدم مبنى مستقل أو أجزاء منه يمكن استخدام البلدوزر أو الجرار وذلك
بربط أجزاء من هذا المبنى بوساطة أسلاك معدنية ومن ثم جر هذه الأجزاء وهدمها .
تقوم بربط هذه الاجزاء من أطرافها العليا وبزاوية ميل للاسلاك المعدنية عن

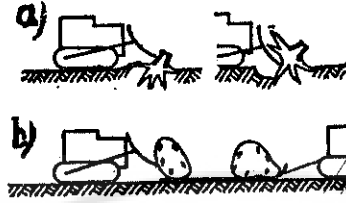
الأفق لا تزيد على ٢٠° . هذا الأسلوب عالي الفعالية والانتاجية خاصة إذا ماتم استخدام البلدوزر أيضا لأعمال الجرف لنواتج الهدم . عند استخدامنا لأسلوب التفجير يتم وضع العبوات الناسفة في مستوى قاعدة المبنى وليس بأكثر من ٥٠ سم عن سطح الأرض . حيث يتم توزيع العبوات في الثقوب والفجوات المجهزة مسبقا على محيط المبنى والتي تفجر كلها في آن واحد بعد أن نكون قد قمنا بتفريغ المبنى من كل مادة قابلة للاشتعال، يعد هذا الأسلوب من أسهل الأساليب وأكثرها اقتصادية وخاصة لهدم مباني البيتون المسلح المصبوب في المكان . تقوم بقص حديد التسليح بعد التفجير بواسطة الصهر الكهربائي أو بالأكسجين .

ولإزالة الابنية يمكن أن نستخدم أكثر من أسلوب وذلك بأن نقوم بفك بعض العناصر يدويا أو نصف آلي ومن ثم القيام بأعمال التفجير . كل هذه الاعمال يجب أن تدرس بعناية وتدخل في مشروع تنفيذ الاعمال .

أعمدة نقل القدرة وشبكات المياه الحلوة والمالحة والمنشآت الأخرى تعيق تنفيذ الأعمال في موقع العمل ولذلك يتم نقلها لأمكنة توضع جديدة بعيدة عن أمكنة تنفيذ الأعمال الأساسية ويتم ذلك تحت اشراف ممثلي الجهات المسؤولة عن تلك الشبكات والمنشآت .

يتم قلع الأشجار والحجارة وتنظيف موقع العمل من النباتات في الحدود المطلوبة في مشروع تنفيذ الاعمال . حيث يتم قلع الأشجار والحجارة بوساطة البلدوزرات أو الجرارات المزودة بوسائط خاصة لقلع الأشجار والحجارة ويتم ذلك على مرحلتين في المرحلة الأولى يتم دفع الأشجار أو قطعها وإنزالها على الأرض وفي المرحلة الثانية يتم قلع جذورها ، انظر الشكل (٣-٢) .

ويمكن القيام بقلع جذور الأشجار التي يزيد قطر جذعها على ٣٠ سم وتفتيتها بوساطة التفجير وذلك بوضع عبوات ناسفة على عمق ٢ أو ١٥ من قطر



الشكل (٣ - ٢) أعمال تنظيف موقع العمل

- a — قلع جذور الأشجار بواسطة البلدوزر .
- b — قلع الحجارة ونقلها بواسطة البلدوزر .

الجذع وكمية تحدد بـ ١٠ - ٢٠ غ لكل ١ سم من قطر الجذع .
 الأشجار التي لا يتوجب قطعها تتم المحافظة عليها وإحاطتها بحماية كافية .
 طبقة التربة الصالحة للزراعة يتم كشطها وجرفها بواسطة البلدوزر أو
 الكاشطات وتجمع أو تنقل بوسائط النقل المتوفرة لأماكن إعادة استخدامها من
 أجل الزراعة .

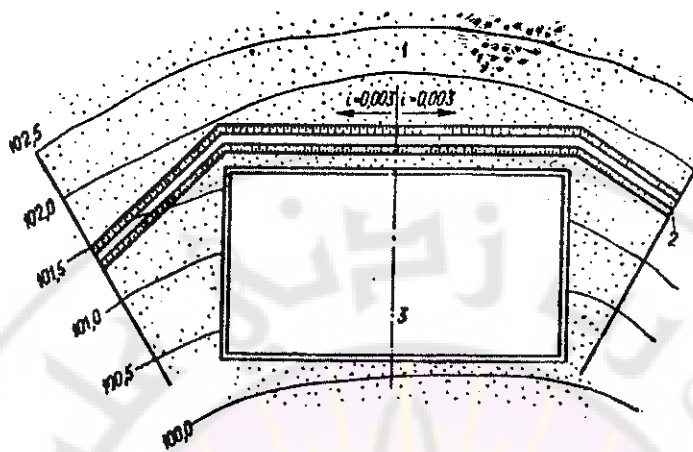
٣ - ٢ - تصريف المياه السطحية وتخفيض مناسيب المياه الجوفية .

٣ - ٢ - ١ - تصريف المياه السطحية عن موقع العمل :

بعد إتمام عمليات تنظيف موقع العمل وتسويته تقوم بوضع حواجز الحماية
 من المياه الناتجة عن الأمطار والثلوج وذلك بوضع مساطر ترابية أو حفر قنوات
 تصريف مؤقتة أو دائمة في موقع العمل .

تتوزع المساطر الترابية أو القنوات على الجهة المرتفعة من محيط موقع العمل
 كما في الشكل (٣ - ٣) .

إن الأبعاد المعيارية لحواجز الحماية مبينة في الجدول رقم (٣ - ١) .



الشكل (٣ - ٣) حماية موقع العمل من المياه السطحية

- ١ — منطقة جريان المياه .
- ٢ — حاجز الحماية .
- ٣ — موقع العمل .

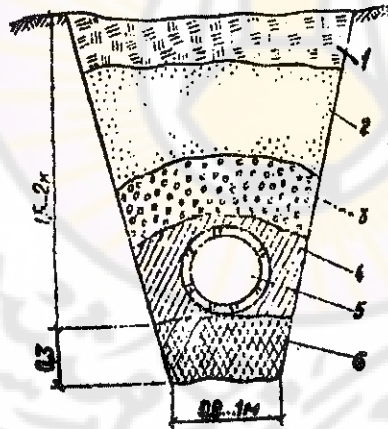
جدول رقم (١ - ٣) الأبعاد المعيارية لحواجز الحماية
من المياه السطحية لموقع العمل

للقنوات	للمساتر الترابية	المقاييس
	شبه منحرف	شكل المقطع
٦٠	٦٠	العمق أو (الارتفاع) ، سم
٨٠	٦٠	العرض عند القاعدة ، سم
٢٠	١٠	الارتفاع الاحتياطي الزائد على ارتفاع منسوب المياه المتوقع ، سم
٠.٠٠٣	٠.٠٠١	الميل الطولي للمجرى
(١ : ١) ؛ (١ : ١.٥)	١ : ١.٥	ميول الجوانب : في التربة الفضارية والمختلطة
(١ : ٢) ؛ (١ : ٢.٥)	١ : ٢.٥	في التربة الرملية
(١ : ٢) ؛ (١ : ٢.٥)	١ : ١.٥	في التربة الحصوية

يتم تنفيذ مثل هذه الحواجز بواسطة آليات الكشط أو الجرف المزودة بمعدات خاصة لحفر الاقنية مع تشكيل الميول . المسافة الفاصلة ما بين هذه الحواجز وموقع العمل لا تقل عن ٣ أمتار للحواجز المؤقتة و ٥ أمتار للحواجز الدائمة . تصريف مياه الموقع بالذات يتم من خلال إعطاء سطح الموقع ميولا محددة أثناء القيام بأعمال التسوية أو تجهيز موقع العمل بشبكة تصريف مؤلفة من قنوات مفتوحة أو مغلقة .

شبكة التصريف المفتوحة يتم حفرها بشكل اقنية بعمق ١٥ مترا وبحواف مائلة بنسبة ٢ : ١ وميول مجرى لا يقل عن ٠.٠٣ .

شبكة التصريف المغلقة (الصرف الجوفي) عبارة عن خندق مطموّر ببحص أو حصويات . وللحصول على شبكة تصريف أكثر فعالية تزود مثل هذه الخنادق ببوارى مثقبة ومصنعة من الفخار ، البيتون ، الألبست ، انظر الشكل (٣ - ٤) .

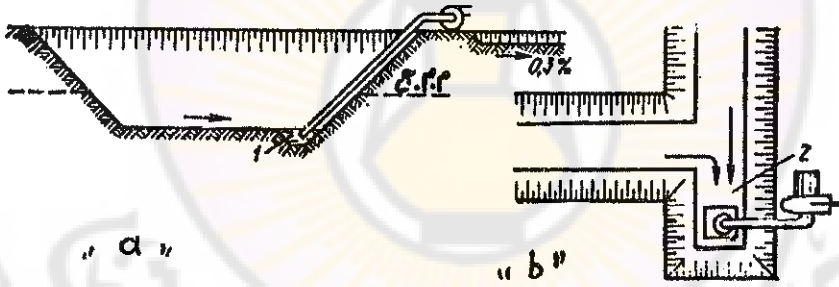


الشكل (٣ - ٤) مقطع خندق مغلق لتصريف المياه السطحية من موقع العمل :
 ١ - التربة المحلّة ٢ - رمل ناعم ٣ - رمل خشن ٤ - حصويات
 ٥ - بوارى مثقبة ٦ - بحص

مثل هذه الخنادق تجتمع المياه السطحية وتصرفها بشكل أفضل وذلك لسرعة تصريف المياه في البواري التي تتوضع بميول ٠.٠٠٥ ر.٠ باتجاه التصريف .

٢-٢-٢ : تخفيض منسوب المياه الجوفية :

لتصريف مياه الحفريات والخنادق المتجمعة من المياه الجوفية تقوم بضخ المياه وذلك بعد إعطاء قاع الحفرة أو الخندق ميولاً صغيراً كما في الشكل (٣-٥-١) حيث تقوم بحفر حفرة تجميع (١١ × ١١ م) في أخفض مكان من الحفرة أو الخندق وبعد تقوية جدران هذه الحفرة وفرش قاعها بالبحص تقوم بضخ المياه منها بواسطة مضخات خاصة متصلة بأنابيب إلى خارج الحفرة أو الخندق .



الشكل (٣-٥) طرق ضخ المياه الجوفية من الحفر (a) والخنادق (b)
1 - حفرة التجميع 2 - خندق زاوي

نستخدم هذه الطريقة في التربة الغضارية والرملية والتي لا يتجاوز عامل نفوذيتها ١ م/اليوم . وهذه الطريقة غير عملية نظراً للتواجد الدائم للمياه في قاع الحفر والخنادق بشكل مستمر مما يعيق تنفيذ الأعمال إضافة لإضعاف ثبات جدران الحفر والخنادق . ولذلك نلجأ إلى أساليب أكثر فعالية وجودة وذلك

باستخدام معدات الفلتر الابري الخفيف الذي يسمح لنا بانزال منسوب المياه الجوفية لعمق $4 \div 5$ م في حال وضع الفلتر الابري على مستو واحد وبعمق $7 \div 9$ م في حال وضع الفلتر الابري على مستويين متفاوتين .

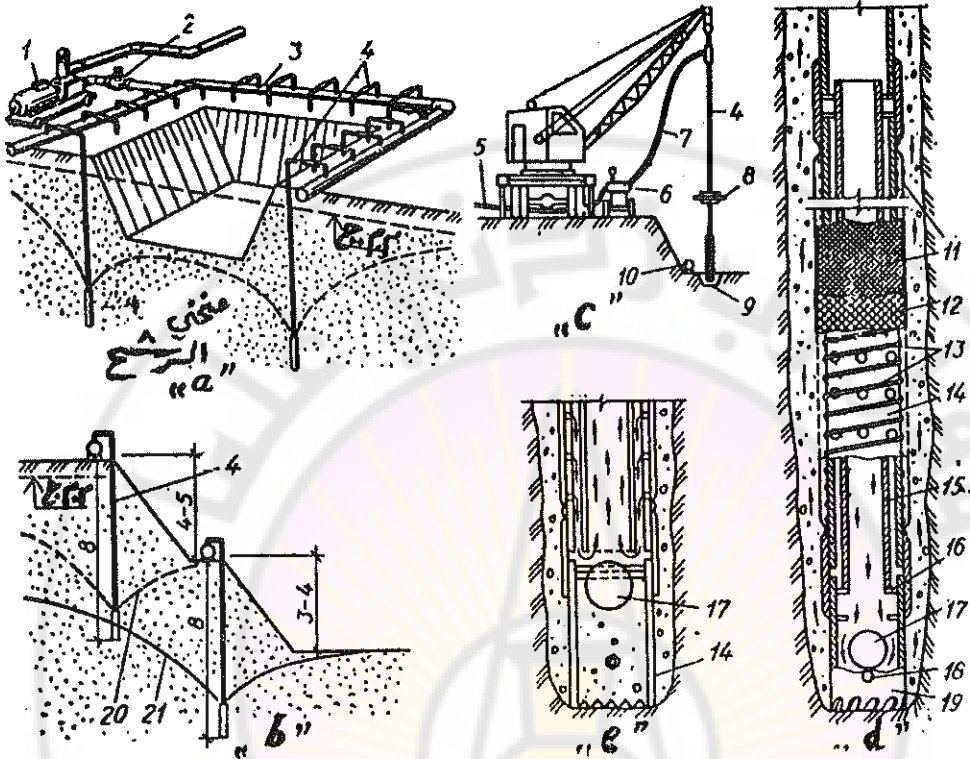
كما يمكننا استخدام معدات خاصة تعمل على مبدأ خلق ضغط سلبي زائد داخل جسم التربة مما يسمح لنا بانزال مناسيب المياه الجوفية لاعماق تصل الى $16 - 20$ م .

وهناك أيضا أسلوب حفر الآبار الارتوازية المزودة بمضخات مغمورة تضخ المياه من أعماق أكبر .

مجموعة الفلتر الابري الخفيف : تستخدم على الاغلب لتخفيض منسوب المياه الجوفية في التربة الرملية والتي يتراوح عامل نفوذيتها ما بين $1.5 - 2$ م/اليوم . تتألف مجموعة الفلتر الابري من مجموعة فلترات أبرية (100 فلتر) موصولة كلها بأنبوب تجميع قطره 150 مم ، يتصل بمضختي ماء مركبتين إحداها احتياطية لضمان استمرارية عمل المجموعة في حال تعطل الاخرى كما هو مبين في الشكل ($3 - 6$) .

الفلتر الابري بحد ذاته مؤلف من أنبوب معدني قطره 38 مم وطوله يصل الى 8.5 أمتار في نهايته السفلى يتصل بمجموعة الفلتر ، انظر الشكل ($3 - 6 - c$) المؤلفة بدورها من أنبوبين داخلي ، كامتداد للأنبوب الاساسي قطره أيضا 38 مم ، وأنبوب خارجي قطره 60 مم ذي ثقوب موزعة بشكل منتظم على محيط سطحه الخارجي .

الأنبوب الخارجي محاط بشريط معدني بشكل حلزوني ومغطى بشبكة حماية وشبكة تصفية .



الشكل (٣ - ٦) إنزال منسوب المياه الجوفية بواسطة مجموعة الفلتر الابري
الخفيف a — إنزال منسوب المياه الجوفية على مستو واحد b — إنزال منسوب
المياه الجوفية على مستويين متفاوتين c — غرس مجموعة الفلتر الابري هيدروليكيًا.
d — مجموعة الفلتر وعمل الصمامات أثناء عملية الغرس e — مجموعة الفلتر
وعمل الصمامات أثناء عملية الضخ .

1 — مضخة ماء مركزية 2 — سكر (صمام) 3 — أنبوب تجميع 4 — الفلتر الابري
5 — أنبوب تغذية بالماء 6 — مضخة ماء مركزية 7 — أنبوب وصل للماء المضغوط
8 — مضخة 9 — حفرة 10 — مجمع ضخ 11 — شبك تصفية 12 — شبك
حماية 13 — فاصل لولبي فولاذي 14 — الأنابيب الخارجية المثقبة 15 — الأنابيب
الداخلية 16 — صمام حلقي 17 — صمام كروي 18 — برغي تثبيت 19 — قاعدة
الفلتر الابري 20 — المخطط البياني للمياه الجوفية عند الضخ على منسوب واحد
21 — المخطط البياني للمياه الجوفية عند الضخ على منسولين متفاوتين .

تنتهي مجموعة الفلتر بنهاية تتضمن بداخلها صماما كرويا وصماما حلقييا
الفلتر الابري يتم إزالته (غرسه) في جسم التربة على الاغلب بواسطة ضخ الماء
وتحت تأثير وزنه الذاتي (حفر هيدروليكي) كما هو مبين على الشكل
(٣ - ٦ - e) .

يُضخ الماء في الانبوب الداخلي بضغط ٣٠ ر . ميغاباسكال دافعا أمامه الصمام
الكروي يرتفع في هذا الوقت الصمام الحلقي ويفلق الفتحة مابين الانبوبين
الداخلي والخارجي) وبخروج الماء من قاعدة الفلتر يحفر التربة أمامه دافعا التربة والماء
من حول الفلتر الى الاعلى ، انظر الشكل (٣ - ٦ - d) ويتم تحت تأثير وزن
الفلتر الابري الذاتي وبمساعدة التحريك الدائري بواسطة إطار التوجيه والرفع
والخفض ازال مجموعة بالكامل في جسم التربة ، في التربة الصلبة والتي لا يزيد
عامل نفوذيتها على ١٥ م/باليوم ، مجموعة الفلتر الابري يتم ازالها في آبار
مجهزة مسبقا .

لتحسين عمل المجموعة يتم فرش قاع بئر الضخ بخليطة من الرمل والبحص
قبل ازال المجموعة .

عند القيام بعملية ضخ المياه الجوفية الشكل (٣ - ٦ - e) تحت تأثير
تفريغ الضغط يطفو الى الاعلى الصمام الكروي وينزل عند ذلك الصمام الحلقي
فاتحا الطريق للمياه الجوفية للمرور عبر شبكتي الحماية والتصفية الى الانبوب
الداخلي الى الاعلى ومن ثم الى التصريف .

توزع مجموعة الفلتر الابري على محيط الحفرة المراد تنفيذها كما في الشكل
(٣ - ٦ - a) على مسافة ٥٠ سم من حواف الحفرة .

في حال ضرورة ازال منسوب المياه الجوفية لعمق يزيد على ٤ أمتار توزع
مجموعة الفلتر الابري على منسوين متفاوتين انظر الشكل (٣ - ٦ - b) .

الخنادق الضيقة والتي لا يزيد عمقها على ٥٤ أمتار يتم ازال منسوب المياه الجوفية من جهة واحدة على طول مسار الخندق •

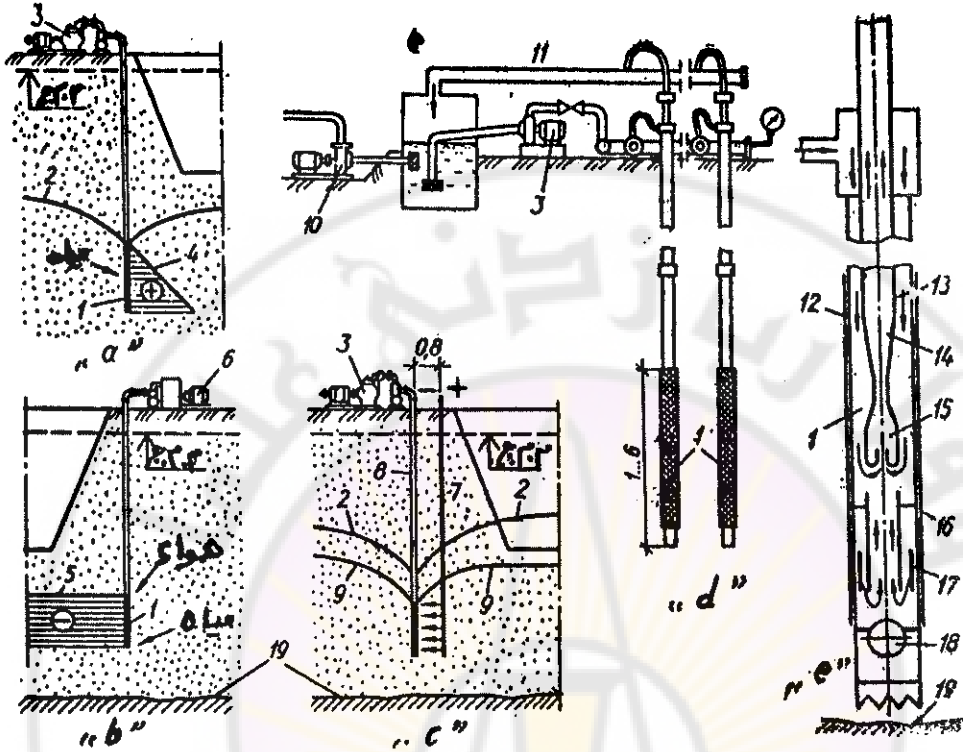
يتم في الخنادق المريضة توزيع مجموعة الفلتر الابري من الجهتين بالتناوب حيث يتم تنفيذ الاعمال المراد تنفيذها في الجهة التي انتهت فيها أعمال ازال منسوب المياه الجوفية • وبذلك تؤمن استمرارية أكثر لتنفيذ الاعمال •

— مجموعة ازال المياه الجوفية بطريقة تشكل الضغط السلبي داخل جسم التربة : تستخدم هذه الطريقة عندما يكون عامل نفوذية التربة يتراوح ما بين ٠.١ - ١ م/ باليوم • يختلف مضمون عمل هذه الطريقة عن مضمون عمل مجموعة الفلتر الابري الخفيف ، حيث يتم هنا تشكيل ضغط سلبي في التربة بواسطة مضخات تفريغ كما في الشكل (٣-٧ - ٨) •

تتم بواسطة هذه المجموعة تفريغ مستمر للضغط حول الفلتر الابري في جسم التربة مشكلاً بذلك تخفيضاً أكثر شدة لحبيبات الماء والتي تمر عبر مجموعة الفلتر لتضخ بواسطة مضخة تفريغ هوائي ، وكون كمية الهواء المتواجدة في جسم التربة قليلة فالتناقص بضغط الهواء عبر الانبوب الداخلي للفلتر الابري حتى نهاية المغروسة في جسم التربة •

فعالية هذه الطريقة غير عالية وخاصة في التربة الغضارية قليلة النفوذية (أقل من ٠.١ م/ باليوم) ولذلك نلجأ الى طريقة تعتمد على مبدأ التشرد الكهربائي • وذلك بامرار تيار كهربائي مستمر قطبه السلبي موصول بأنايب أو قضبان معدنية مغروسة في جسم التربة وقطبه الايجابي موصول بجسم الفلتر الابري • وتوتره من ٣٠ الى ٦٠ فولتا •

تحت تأثير التيار الكهربائي المستمر تنتقل ذرات الماء المتواجدة في التربة بجهة الفلتر الابري مما يزيد فعالية عمل الفلتر الابري •



الشكل (٣-٧) طرق إنزال منسوب المياه الجوفية .

- a — إنزال منسوب المياه الجوفية بواسطة مجموعة الفلتر الابري الخفيف .
- b — إنزال منسوب المياه الجوفية بواسطة تخفيض الضغط .
- c — مجموعة الفلتر الابري الموصولة بتيار كهربائي مستمر .
- d — إنزال منسوب المياه الجوفية بواسطة الفلتر الابري التفريغي .
- e — شكل الفلتر الابري التفريغي .

- 1 — الفلتر — 2 — المخطط البياني لمنسوب المياه الجوفية — 3 — مضخة مركزية
- 4 — المخطط البياني للضغط عند استخدام الفلتر الابري — 5 — المخطط البياني عند استخدام أسلوب تخفيض الضغط — 6 — مضخة تفريغ ضغط — 7 — انبوب معدني (قطب سلمي) — 8 — الفلتر الابري (قطب موجب) — 9 — المخطط البياني لمنسوب المياه الجوفية عند استخدام التيار الكهربائي المستمر — 10 — مضخة ماء ذات ضغط منخفض
- 11 — انبوب تغذية بالماء — 12 — انبوب الفلتر الابري — 13 — الانبوب الداخلي المزود بجهاز التفريغ — 14 — مفرغ ضغط — 15 — وصلة — 16 — اسطوانة تصفية — 17 — ثقب سحب المياه الجوفية — 18 — الصمام الابري — 19 — قعر البئر .

— مجموعة الفلتر الابري التفريري : تستخدم لإنزال مناسيب المياه الجوفية في التربة التي تتميز بعامل نفوذية يتراوح ما بين ١ إلى ٤٠ م باليوم ولأعماق تصل حتى ٢٠ مترا الشكل (٣-٧-د) • يتألف الفلتر الابري التفريري كما في الشكل (٣-٧-ع) من مجموعة أنابيب شاقولية خاصة حاملة للفلتر الابري ومجموعة أنابيب شاقولية داخلية تحمل جهاز التفرير •

تركب مجموعة الفلتر الابري التفريري بتسلسل محدد حيث تقوم بعد إنزال الفلتر هيدروليكيًا كما في إنزال الفلتر الابري الخفيف تقوم بإنزال الأنابيب الشاقولية الخارجية مع الفلتر داخل هذه الأنابيب نزل الأنابيب الداخلية وبها جهاز التفرير بعد ذلك يتم وصل هذه المجموعة بشبكة التصريف والتغذية •

مضمون عمل هذه المجموعة : يمرر في الفراغ الحلقي ما بين الأنابيب الداخلية والخارجية الماء بضغط من ٠.٦ ÷ ١ ميغاباسكال ويندفع الى الوصلة السفلية حيث تزداد سرعة اندفاعه بشكل مفاجئ مما يشكل قوة تفرير وسحب للماء من خلال الثقوب المزود بها الانبواب الخارجي والتي تختلط بعد مرورها عبر فلتر التصفية مع تيار الماء النازل الى الموزع ومن ثم الى الأنابيب الداخلية حيث تتصل بخزان التجميع والتصريف •

يتم في أنواع التربة ذات النفوذية القليلة حفر آبار مسبقة ينزل بها أنبواب حماية ومن ثم مجموعة الفلتر الابري وتوابعه بعد أن يتم فرش قاع البئر بكمية من الرمل والبحص ما بين الانبواب الخارجي وأنبواب الحماية بعمق ٢ - ٣ أمتار بعد أن تقوم برفع أنبواب الحماية بهذا الارتفاع نفسه يتم إحكام وصل الانبواب الخارجي مع أنبواب الحماية •

عندما يزيد عمق المياه الجوفية المراد ضخها على ٢٠ مترا وعندما يكون عامل نفوذية التربة أكثر من ٤٠ م/اليوم وعند استمرار تنفيذ الاعمال لفترة زمنية

تكنولوجيا الإنشاء ٢ - ٦

طويلة فائنا نستخدم أسلوب خفر الآبار الارتوازية على مخطط الحفرة بمد أن تزود هذه الآبار ببيواري الحماية (قمصان) بقطر ٢٠٠ - ٤٠٠ مم ويفرش قاعها بالبحص والرمل لارتفاع ٢٠ - ٣٠ سم فنزل بعد ذلك مضخة غاطسة ونقوم بضخ الماء باستمرار .

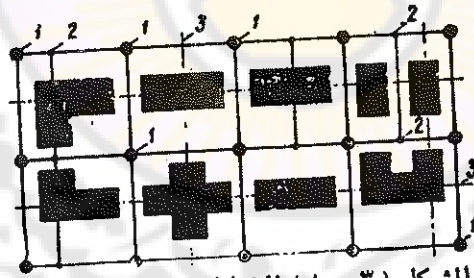
٢ - ٣ - الطرق المساحية لتحديد موقع العمل وإنزال المنشآت على الطبيعة :

يجب توفر مخطط مساحي هندسي في المرحلة التحضيرية لتنفيذ أي منشئ وذلك لتثبيت ومراقبة المسامات الأفقية (الطولية) والشاقولية (المناسب) لكل المنشآت وأقسامها في الموقع .

يمكن أن يكون للمخطط المساحي بشكل :

— شبكة محاور متعامدة تحدد موقع المنشآت أو المباني (أبعادها) في أرض الموقع (طريقة الشبكة المساحية المحلية) .

— ربط بالشبكة العامة المساحية ، وذلك بتعيين محور طولي أو عرضي للموقع بما يتناسب مع توضع المنشآت والمباني .



الشكل (٣ - ٨) المخطط المساحي الهندسي

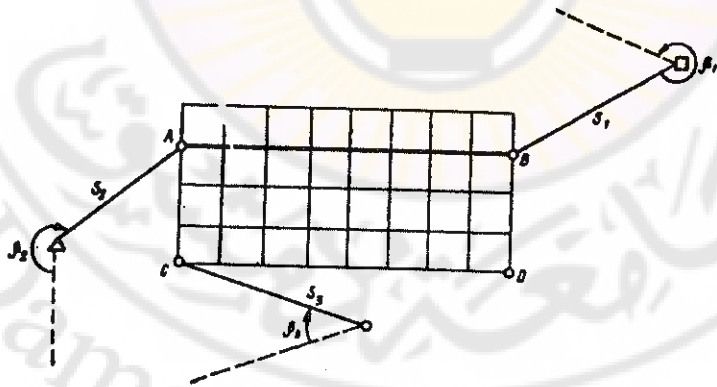
- 1 — رؤوس الهياكل الأساسية للمخطط .
- 2 — المحاور الأساسية للمنشئ .
- 3 — رؤوس الهياكل الفرعية للمخطط .

رسم المخطط المساحي الهندسي وينشئ بأشكال متعامدة : مربعة أو مستطيلة مقسمة الى هياكل أساسية وأخرى فرعية انظر الشكل (٨٣) •

أبعاد الهياكل الأساسية للمخطط الهندسي ٢٠٠ - ٤٠٠ متر • أبعاد الهياكل الفرعية للمخطط المساحي الهندسي ٢٠ - ٤٠ مترا • يصمم المخطط الهندسي المساحي عادة على مخطط الموقع •

يجب أن يحقق المخطط العام المساحي الشروط التالية :

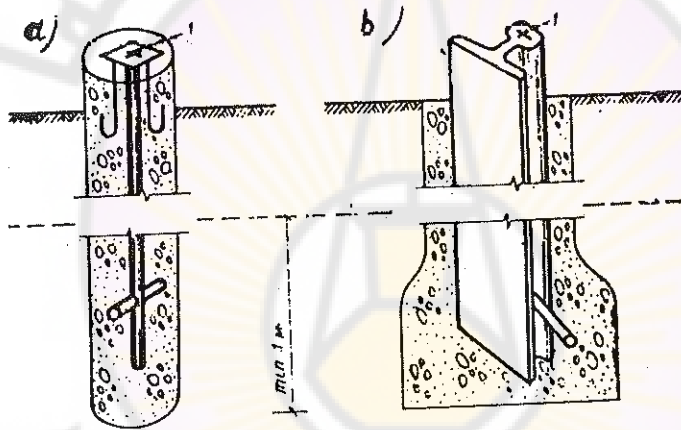
- ١- السهولة والبساطة في إنزال محاور المباني والمنشآت •
 - ٢- المباني والمنشآت الأساسية يجب أن تتوضع ضمن حدود الشبكة المتعامدة الخاصة بالتصميم •
 - ٣- محاور المخطط المساحي موازية لمحاور المباني المراد انشاؤها •
 - ٤- يجب أن يوفر إمكان قياس المسافات والزوايا مباشرة من جميع الجهات •
 - ٥- يجب أن تتوضع رؤوس زوايا المخطط في أماكن ثابتة محمية أثناء القيام بالاعمال التنفيذية ويمكن القيام بكل القياسات الزاوية منها في أي وقت •
- يبدأ إنزال المخطط الهندسي المساحي على أرض الواقع بتحديد الاتجاه



الشكل (٣ - ٩) - طريقة انزال المخطط المساحي الهندسي على أرض الموقع

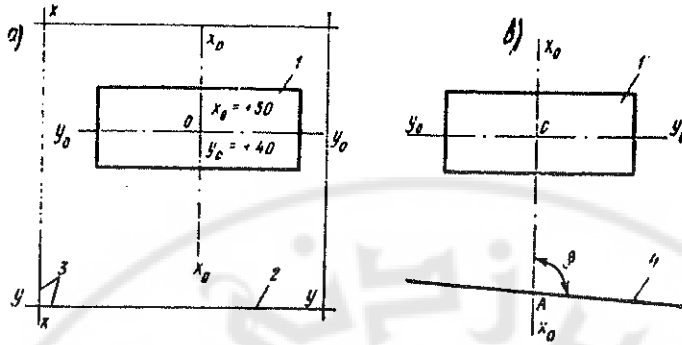
المبدئي وذلك بمساعدة المخطط المساحي العام للموقع إن وجد أو بمساعدة مخطط مساحي خاص بالموقع • انظر الشكل (٣-٩) •

من معرفتنا لأبعاد المخطط المساحي ونقاطه المساحية وأبعاد المخطط الهندسي يتم تحديد الأبعاد الزاوية $\beta_3, \beta_2, \beta_1$; S_3, S_2, S_1 وبها نحدد وتنزل على أرض الموقع الاتجاهات المبدئية للمخطط (AB) و (AC) المتعامدة • بعد ذلك يتم إنزال المخطط الهندسي بالكامل على أرض الموقع حيث تعدد نقاط تقاطع المخطط الهندسي وتنزل بأوتاد بيتونية أو معدنية في جسم الأرض انظر الشكل (٣-١٠) •



الشكل (٣-١٠) أوتاد مساحية
a — أوتاد بيتونية
b — أوتاد معدنية
١ — نقطة تقاطع محاور المخطط الهندسي.

ويتم بشكل مماثل إنزال المخطط الهندسي بواسطة الخطوط المتعامدة بعد أن يتم إنزال المحاور الأساسية للمنشآت أو المباني باستخدام المخطط الهندسي نستخدم الأبعاد الديكارتية وفي هذه الحالة نستخدم المحاور القريبة من المخطط الهندسي ونقطة الصفر نعدّها نقطة تقاطعهما • انظر الشكل (٣-١١- a) •

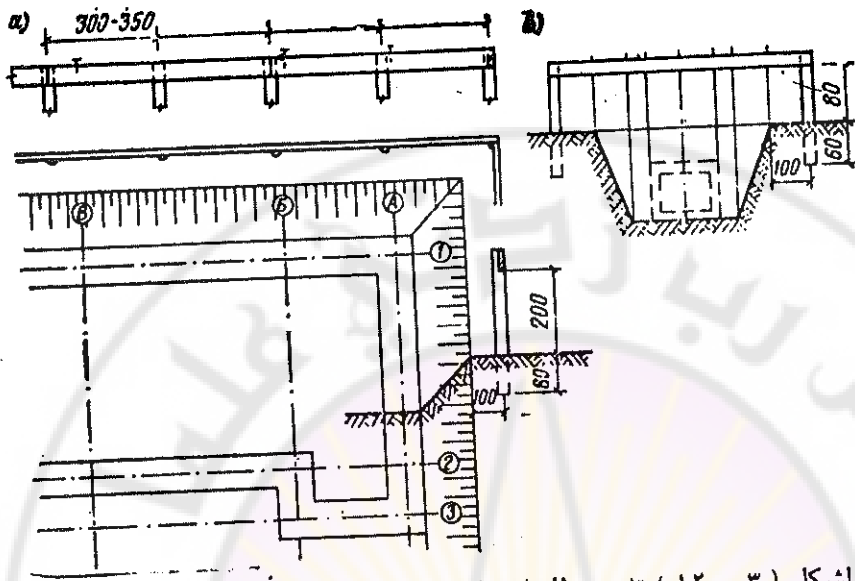


الشكل (٣ - ١١) طرق انزال المحاور الاساسية للمبنى أو المنشأ عن أرض الموقع
 a — على أساس المخطط الهندسي b — على أساس الخطوط الحمراء
 1 — المبنى 2 — المخطط الهندسي 3 — محاور الأبعاد الوهمية
 4 — الخط الأحمر .

يحدد موقع النقطة «O» للمحاور الاساسية $x_0 - y_0$ كما يلي :
 إذا كان معطى لدينا أن $x_0 = 40$ و $y_0 = 50$ فهذا يعني أن النقطة (O)
 تقع على بعد ٤٠ متراً من الخط $x - x_0$ باتجاه $x_0 - x$ وعلى بعد ٥٠ متراً من
 الخط $y - y_0$ باتجاه $y_0 - y$.
 في حال استخدامنا للخطوط الحمراء على مخطط الموقع العام يجب أن
 تتواجد نقطة مثل A انظروا الشكل (٣ - ١١ - b) وزاوية معلومة β
 والمسافة $\overline{OA}$ وبذلك نحدد موقع النقطة «O» .

المحاور الأساسية للمبنى أو المنشأ تثبت بعلامات خارج أبعاد المبنى ويمكن
 وضعها على إطار خشبي (الخزيرة) ، والتي هي عبارة عن هيكل من العوارض
 الخشبية تحيط بالمبنى أو المنشأ بشكل موازٍ لأبعاد المبنى كما هو مبين على
 الشكل (٣ - ١٢) .

العوارض الخشبية يجب ألا تقل سماكتها عن ٤٠ مم وتملك حواف قائمة
 ويجب أن تستند كل عارضة الى مالا يقل عن ثلاثة أوتاد خشبية مغروسة في الأرض



الشكل (٣ - ١٢) تثبيت المحاور الاساسية لمبنى او لمجرور على الخنزيرة
 a - لمبنى v - لمجرور

بحيث يسمح ارتفاع هذه الأوتاد بمرور الاشخاص من فوق الخنزيرة أو من تحتها .

يجب أن تتواجد فتحات على محيط الخنزيرة لعبور وسائط النقل . وإذا كان الموقع ذا ميل معينة فيجب أن تصنع الخنزيرة بشكل متدرج .
 بُعد الخنزيرة عن حافة الحفرة لا يقل عن ١ متر . نحدد محاور البناء بواسطة المسامير المفروسة في جسم الخنزيرة وتشد على هذه المسامير خيوط تحدد المحاور ، أماكن توضع المسامير تحدد بدهان أحمر اللون .

فيما يتعلق بالمتنشآت الطولية كالمجارير والقنوات والخنادق توضع الخنزيرة على مسافة ٥٠ مترا بالعرض فقط وعلى مسافة ٢٠ مترا في أماكن تغيير الاتجاه .
 يمكن أن تصنع الخنزيرة من العوارض المعدنية مما يسمح بإمكان استخدامها لعدد أكبر من المرات .

الفصل الرابع

تقنية الأعمال الترابية

٤ - ١ مقدمة :

تحتل الأعمال الترابية حيزاً كبيراً من إجمالي الأعمال في تنفيذ كثير من المشاريع المدنية مثل الطرقات ، السكك ، المنشآت المائية ، استصلاح الأراضي وغيرها . وفي مشاريع كهذه ، فإن التنظيم الجيد واستخدام الآلات المناسبة واتباع طرائق التنفيذ التي تتناسب مع هذه الآلات والظروف الموضوعية ، لها أهمية كبرى في نجاح تنفيذ هذا المشروع وبشكل اقتصادي .

إن الأعمال الجزئية التي تدخل ضمن نطاق تنفيذ الأعمال الترابية يمكن تصنيفها إلى :

- أ - أعمال الجرف ، وتشمل خلخلة التربة وتفتيتها وتحميلها .
- ب - أعمال النقل .
- ج - أعمال التسوية ، وتشمل بالإضافة إلى التسوية أعمال الردم .
- د - أعمال الرص .
- هـ - أعمال التفجير .

هذا وسوف نقتصر في بحثنا هذا على أعمال الجرف والتسوية والرص والتفجير ، أما بالنسبة لأعمال النقل فقد خصص الفصل التالي لها .

هذا وإن من أهم العوامل التي تؤثر في تنفيذ الأعمال الترابية والتي يجب

أخذها بعين الاعتبار حين اختيار الآلة المناسبة هي :

— خواص التربة •

— ظروف موقع العمل : وتشمل المياه الجوفية وطبوغرافية الأرض وحدود موقع العمل •

— حجم الأعمال المراد تنفيذها •

— تقنية نقل التربة •

— الآلات المتوفرة في المشروع •

يمكن أن تكون الاعمال الترابية أثناء تنفيذ المنشآت المدنية أو الصناعية بشكل حفرة كبيرة أو خنادق أو أعمال تسوية سطحية وبشكل عام يمكن أن نسمي كل هذه الاعمال أعمال ردم أو حفر •

يمكن أن تكون الردميات أو الحفريات دائمة أو مؤقتة ، مثال ذلك الخنادق التي نحفرها لمد البواري أو الأنابيب تسمى حفريات مؤقتة ، أما حفريات الابنية والتي سوف تتنصنر أقبية أو المنشآت المائية والسدود الترابية فإننا نسميها حفريات أو ردميات دائمة •

الحفريات يمكن أن نسميها حفرة كبيرة (حفرة) إذا كانت نسبة عرضها الى طولها أكبر من $\frac{1}{10}$ وتسمى خنادق إذا كانت أصغر من ذلك •

يتم تنفيذ الاعمال الترابية حالياً بالوسائط والآلات الميكانيكية • باستخدام الحفارات والجرافات وكذلك بالوسائط الهيدروليكية وباستخدام المتفجرات • ولكن في معظم المشاريع وخاصة عندما يكون حجم الاعمال موزعا ، كمد القنوات والشبكات الصحية وبناء الاساسات في الاماكن الضيقة وتنظيف قعر الحفريات وتسوية ميول الحفريات والرديميات ، و ردم جوانب الاساسات بعد صبها يتطلب تنفيذ مثل هذه الاعمال عملاً يدوياً •

يؤثر بشكل كبير تنفيذ مثل هذه الأعمال بشكل يدوي وحتى إن كان في حدود حجم قليلة في التكاليف العامة للأعمال الترابية نظرا لضعف الإنتاجية مقارنة مع استخدام الآلات والمعدات الميكانيكية •

يسير التطور اللاحق لتقنية تنفيذ الأعمال الترابية نحو رفع سوية تنظيم العمل الآلي إضافة لتطوير آليات ومعدات التنفيذ •

يتم تنفيذ الأعمال الترابية والأعمال المرافقة المساعدة لها باستخدام مجموعة من الآلات والمعدات ، تقوم كل آلية بتنفيذ الأعمال المناسبة لها • إن اختيار هذه المجموعة يتم وفق تحليل ودراسة العوامل الاقتصادية والتكنولوجية لعسدد من المجموعات المختلفة •

٤ - ٢ : الخواص التكنولوجية للتربة وتصنيفها حسب صعوبة التعامل معها :

تؤثر بشكل مباشر خواص ونوعية التربة في ثبات الحفريات أو الردميات الترابية وفي صعوبة معالجتها وبالتالي في التكاليف وفي اختيار الطرق الفعالة لتنفيذ الأعمال الترابية • ولا بد لنا من الأخذ بعين الاعتبار الصفات التكنولوجية التالية : الوزن الحجمي للتربة - رطوبة التربة - تماسك التربة - قابلية التربة للخلخلة - زاوية الميل الطبيعي - قابلية التربة للانحلال والنقل بالماء ، كذلك صعوبة التعامل معها •

الوزن الحجمي : هو وزن ١ م^٣ من التربة في حالتها الطبيعية ويتراوح الوزن الحجمي للتربة الرملية والغضارية ما بين ١٥ - ٢ طن/م^٣ ويصل الوزن الحجمي للتربة الصخرية حتى ٣٣ أطنان/م^٣

الرطوبة النسبية للتربة : تمثل نسبة ملء الفراغات المتواجدة في جسم التربة بحالتها الطبيعية بالماء وتحسب بالعلاقة التالية :

$$w = \frac{g_{n.} - g_{d.}}{g_{d.}} 100\% \quad (١ - ٤)$$

حيث : g_n — وزن التربة في حالتها الطبيعية •

— g_d وزن التربة المجففة •

إذا كانت : $w > 5\%$ فإن التربة تعد جافة •

وإذا كانت : $w < 30\%$ فإن التربة تـعد رطـبة •

تماسك التربة : يحدد بمقاومة التربة لقوى القص ويتعلق بنوعية التربة ونسبة رطوبتها •

تتراوح قوى تماسك التربة الرملية ما بين ٣٠ — ٥ ميغاباسكال •

تتراوح قوى تماسك التربة الغضارية ما بين ٥٠ — ٢٠ ميغاباسكال •

خلخلة التربة : هي ميزة ازدياد حجم التربة بعد معالجتها نتيجة فقدان قوى التماسك بين ذرات التربة • يميز زيادة حجم التربة عاملان :

١ — عامل خلخلة التربة البدائي (η_L) :

$$\eta_L = \frac{V_L}{V_n} \quad (٢-٤)$$

حيث : V_L — حجم التربة بعد خلخلتها • (η_m) •

V_n — حجم التربة في وضعها الطبيعي (η_m) •

للتربة الغضارية : $\eta_L = 1,24 \div 1,32$

للتربة الرملية : $\eta_L = 1,08 \div 1,17$

d : dray, n : neutral

للتربة السكنية : $(\eta_L) = 1,5 \div 1,6$

٢ - عامل خلخلة التربة المتبقي $(\eta_{L.R})$ ويعبر عن الزيادة المتبقية في حجم التربة بعد رصها :

$$\eta_{L.R} = \frac{V_c}{V_n} \quad (٣-٤)$$

حيث : V_c - حجم التربة بعد رصها (م^٣) .

V_n - حجم التربة في وضعها الطبيعي (م^٣) .

$\eta_{L.R}$ - للتربة الرملية يتراوح ما بين : $1,01 + 1,025$

للتربة الغضارية يتراوح ما بين : $1,04 + 1,09$

عامل خلخلة التربة يؤثر بشكل مباشر في إنتاجية آليات النقل والجرف المستخدمة في الأعمال الترابية .

زاوية الميل الطبيعي للتربة : تحددها الصفات الفيزيائية للتربة وهي الزاوية التي تكون التربة في حالة التوازن الحدي . وتتعلق بزاوية الاحتكاك الداخلي، وقوى التماسك وضغط الطبقات العليا .

تتغير في أنواع التربة المتماسكة زوايا الميل الطبيعي من حدودها الاعظمية في الجزء العلوي من الحفرية أو الردمية الى الحدود الدنيا في الجزء السفلي

خلخلة : L - Loosening المتبقي R - Residual الطبيعي n - natural
ص : c - consolidation

من الحفرية أو الردمية متقاربة مع زوايا الاحتكاك الداخلي :
وفقاً لهذا فإن ميول الحواف للحفریات أو الردمیات يعبر عنها بنسبة ارتفاع
حوافها الى قاعدة الحواف .

أي :

$$\frac{1}{m} = \frac{h}{a} \quad (٥ - ٤)$$

حيث: h — ارتفاع الحواف .

a — قاعدة الحافة .

m — عامل الميول مختلف لمختلف أنواع الحفریات أو الردمیات
أكانت مؤقتة أم دائمة .

يمكن أن تكون الميول صغيره فقط بحفریات أو الردمیات المؤقتة ومثال ذلك
إن ميول تربة غضارية لحفرة دائمة ذات عمق ٣ م يمكن أن تكون مساوية 1:1,25
ولردمية دائمة 1:1,5 ولحفرية أو ردمية مؤقتة يمكن أن تكون 1:0,5
ميول الحفریات أو الردمیات العميقة أو المرتفعة جدا يمكن أن تنفذ بشكل
متدرج .

قابلية التربة للانحلال (الذوبان) والنقل بالماء ، ويعبر عنه بسرعة الماء الناقل
للتربة . ويجب أن لا تتجاوز هذه السرعة : للتربة الرملية الناعمة 0,5 ÷ 0,6 م/ثا ،
وللتربة الرملية الخشنة الرملية 2 — 1 م/ثا ، وللتربة الغضارية 1,5 م/ثا .

من الخواص الهامة أيضا : عامل نفوذية الماء للتربة ويعبر عنه بعامل
النفوذية (K_f) (م./اليوم) أو (سم/ثا) .
للتربة الرملية $K_f > 0,1$
للتربة الغضارية $1 \cdot 10^{-9} \geq K_f > 1 \cdot 10^{-6}$

تصنيف أنواع التربة بحسب صعوبة التعامل معها (معالجتها) :

تصنف كل أنواع التربة بحسب صعوبة التعامل معها أو معالجتها آلياً أو يدوياً .
وغالباً ما يستخدم مميز مقاومة الحفر أو الجرف - K_s وهو عبارة عن
نسبة القوة المماسية لمقطع أداة الحفر الى مقطع الحفر أو الجرف . تتعلق قيم K_s
بخواص التربة إضافة الى المميزات الهيكلية لأداة الحفر المزودة بها آلية الحفر .
وبناء على ذلك فقد حددت ست مجموعات لأنواع التربة بحسب صعوبة التعامل
معها ومعالجتها آلياً وسبع مجموعات بالاضافة للاستلوي اليدوي .

المجموعة الأولى (I) : وتشمل أنواع التربة الضعيفة والهشة التي يمكن
معالجتها بواسطة أدوات الحفر اليدوية البسيطة ومعداته وتتضمن التربة السكنية
والتربة الغضارية السوداء .

المجموعة الثانية (II) : وتشمل أنواع التربة الثقيلة والتي يمكن معالجتها
يدوياً بواسطة معدات الحفر (كالمعول والفأس) .

المجموعة الثالثة (III) : وتشمل أنواع التربة الغضارية الثقيلة والتي يمكن
معالجتها بواسطة المعول والعتلات .

المجموعة الرابعة (IV) وتشمل أنواع التربة الصخرية الهشة والتي يمكن
معالجتها بواسطة العتلات والمطارق .

المجموعتان الخامسة والسادسة (VI - V) وتشمل أنواع التربة الصخرية
والتي يمكن معالجتها بعد أن يتم تفجيرها مبدئياً .

f - filtration. s - strength

نستنتج من هذا التصنيف لمجموعات أنواع التربة أن الأولى سهلة المعالجة
والأخيرة صعبة المعالجة .

وبناء على ذلك حددت مجموعات التربة بحسب نوعية التربة ونوعية الآلية
المستخدمة وفق الجدول (٤ - ١) . نلاحظ أن كل أنواع التربة قسمت
لست مجموعات عند استخدامنا للمجارف الآلية ذات الدلو الواحد .

- مجموعتين عند استخدامنا الكشاطات أو مجارف العمل المستمر .
- ثلاث مجموعات عند استخدامنا للبلدوزر أو الفريدر .
- سبع مجموعات عند المعالجة اليدوية .

هذا التصنيف والتوزيع بحسب صعوبة المعالجة بهذه الآلية أو تلك له أهمية
كبرى في تنفيذ الاعمال الترابية وكذلك في صناعة آليات البناء وبحسب هذا
التصنيف تحدد معايير تكاليف إنتاج الاعمال الترابية .

تستخدم حالياً وعلى نطاق ضيق لتحديد صعوبة معالجة لترية معينة أجهزة
تحدد لئلا رعة انتشار الامواج فوق الصوتية في موقع معين وبحسب قيم هذه
السرعة تحدد نوعية التربة وصعوبة معالجتها .

٤ - ٣ : الحماية من الانهيارات وتثبيت جدران الحفريات والخنادق :

ضرورة حماية ثبات جدران الحفريات والخنادق وتقويتها تملئها الكودات،
وتتعلق بالظروف الهيدروجيولوجية للموقع (نوع التربة ، رطوبتها ، تواجد المياه
الجوفية) وكذلك عمق هذه الحفريات .

الجدول (٤ - ١) تصنيف انواع التربة لمجموعات بحسب صعوبة التعامل معها ومعالجتها بحسب الكود السوفييتي.

مجموعات التربة بحسب صعوبة التعامل معها ومعالجتها					متوسط الوزن الحجمي كغ/م ^٣	نوع التربة
ب.ت	بالبلوزر	بالكاشاطان	بالمجارف الآلية	ذات الدلو الواحد		
II	—	—	II	I	١٥٧.	حصوية بحجم حبي ٨٠ مم
III	II	—	—	II	١٩٥.	اكثر من ٨٠ مم
IV	—	—	—	IV	١٢٠.	جبس
II	II	II	II	II	١٨٠.	غضار طري
II	I	II	II	II	١٧٥.	غضار + حصويات بنسبة ١٠٪
IV	III	—	—	IV	٢٠٠٠ ÷ ١٩٥.	حشية ثقيلة قاسية
I	I	I	I	I	١٤٠٠ ÷ ١٢٠.	الطبقات الطمية التربة الزراعية
II	II	II	II	I	١٦٠.	رميلة + حصويات
III	II	II	II	II+I	١٧٠.	بنسبة ٤٠٪
II	III	—	II	I	١٦٠.	رميلة جافة
—	II	—	—	V	٢١٠٠ - ١٩٥٠.	كنغلوميرات
—	—	—	—	IV	١٨٠٠ - ١٥٥٠.	كلسية
—	—	—	—	VI	٢٦٠٠.	صخرية

يمكن أن تكون الجدران شاقولية عندما تكون التربة ذات طبيعة متماسكة ولا تتجاوز رطوبتها الحدود الطبيعية ولا وجود للمياه الجوفية ، وارتفاع هذه الحفريات لا يتجاوز ١-١٢٥ مترا في التربة الرملية والحتية و ١٥ مترا في التربة الغضارية و ٢٠ أمتار في التربة الصخرية .

في حال عدم تجاوز عمق الحفريات ٣ أمتار في التربة الصلبة المتماسكة وعند استخدامها لمجارف العمل المستوية ، يتم تنفيذ جدران الحفريات بدون حماية أو تقوية باستثناء أماكن الضيق .

ما عدا هذا فيجب إعطاء الحماية لها من الانهيار .
بوساطة هياكل تثبيت خاصة أو الهياكل الخشبية .
الاساسات مسبقة الصنع أو تركيبها .

في حال ضرورة تنفيذ العمل في حفر عميقة ، تتجاوز ثلاثة أمتار ، لا بد من استخدام وسائط التثبيت .

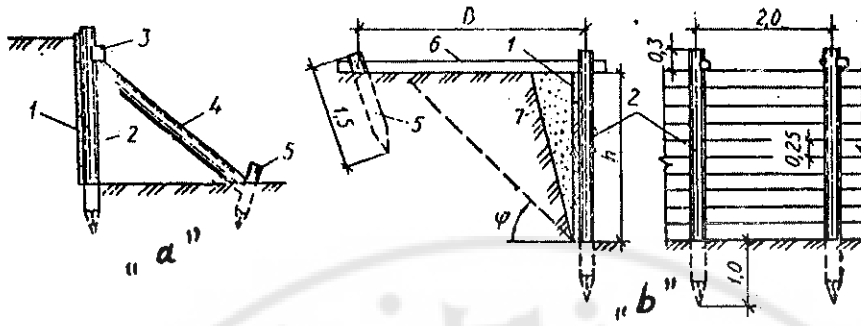
يحدد نوع هذه الوسائط بمشاورين تأهليين في الأعمال وذلك وفق أبعاد الحفريات أو الخنادق .
تواجد المياه الجوفية وظروف العمل .

٤-٣-١ : تثبيت جدران الحفر :

تصنف طرائق تثبيت جدران الحفر بحسب الهياكل المستخدمة للتثبيت :

١ - التثبيت بوساطة الدعامات المائلة : انظر الشكل (٤ - ١ - a) .

تتوضع الدعامات المائلة داخل الحفريات مما يسبب إعاقة لتنفيذ الأعمال اللاحقة داخل الحفريات ولهذا فإن استخدام مثل هذه الطريقة محدود . تتألف الدعامات الأفقية من عوارض خشبية بسماكة ٥ سم ويترك فراغ بين العوارض



الشكل (٤ - ١) - تثبيت جدران الحفر والخنادق

a - الدعامات المائلة b - التثبيت الوتدي

- 1 - دفوف خشبية 2 - وتد 3 - عارضة تثبيت 4 - دعمة مائلة 5 - وتد
6 - سلك معدني 7 - رمل

مساوٍ عرضها إذا كانت التربة متماسكة وعمق الحفرة لا يتجاوز ثلاثة أمتار ولا وجود للمياه الجوفية وبخلاف ذلك فإن العوارض الأفقية تكون على مساحة السطح الشاقولي للحفرة بكامله .

التثبيت الوتدي : الشكل (٤ - ١ - b) يتألف من عوارض أفقية وعوارض شاقولية إضافة الى حبال شد معدنية وأوتاد خشبية تتوضع خارج الحفرة على بعد :

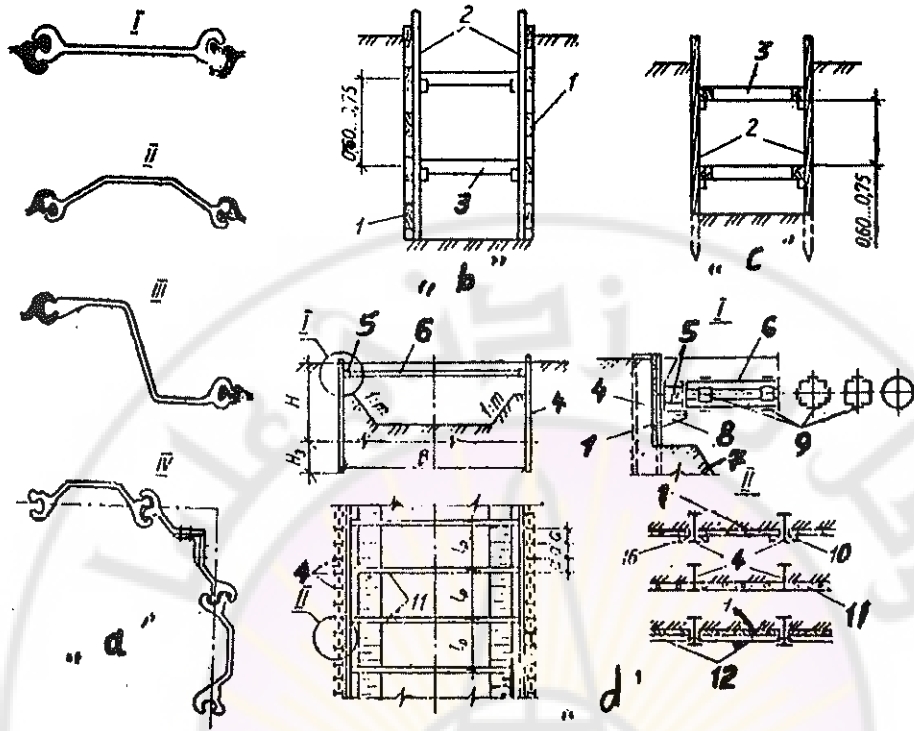
$$B \geq h \operatorname{tg} \varphi \quad (٤ - ٦)$$

حيث φ - زاوية الميل الطبيعي للتربة .
 h - عمق الحفرة (م)

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

المثبتات الظفرية : تتألف من جدار مغروس في جسم التربة مثل هذه

١٧ - تكنولوجيا الإنشاء م - ٧



الشكل (٤ - ٢) تثبيت جدران الحفر والخنادق

a — المثبتات الظفرية متعددة الاستخدام . b — المثبتات الجائزية c — المثبتات الجائزية بدون فتحات d — المثبتات الجائزية — الوتدية .

- 1 — دفوف خشبية — 2 — وتد — 3 — جائز عرضي . 4 — وتد معدني .
- 5 — حزام معدني . 6 — وصلة متحركة . 7 — جبل الحفر . 8 — ذراع .
- 9 — صفائح قوية . 10 — إسفين . 11 — طبقة بيتون . 12 — عوارض .

الجدران تصنع عادة من المعدن ونادراً من الخشب وتستخدم عندما تكون أعماق الحفرات ليست كبيرة وتوجد مياه جوفية ولا يمكننا ائزال منسوب هذه المياه: الظفر المعدني الشكل (٤ - ٢ a) يصنع عادة بعدة أشكال منها المسطح (I)

والمحذب (II) وبشكل حرف z (III) تتميز هذه الأظفار بالمتانة العالية وبقدرة عالية على تحمل الحمولات بشكل جيد ويمكن استخدامها للعديد من المرات في كل الظروف الخاصة التي يمكن أن تتميز بها التربة ولأعماق مقبولة .

المثبتات الجائزية : الشكل (٤ - ٢ - c) يتم نقل الحمولات على الجوائز المعترضة وتلعب الجدران الجانبية دور الحواجز فقط . الجوائز هنا يمكن أن تتوضع على مستو واحد أو على مستويين بحسب هيكلة الجدران .

يمكن أن تكون الجدران الأفقية على السطح الشاقولي بكامله أو بفراغات متناوبة الشكل (٤ - ٢ - b) وتصنع من الخشب .

المثبتات الظفرية الجائزية : الشكل (٤ - ٢ - d) الحمولات تتوزع على كل من الجدران الظفرية والجوائز والتي يمكن أن تكون مصنعة من الخشب أو المعدن ويستخدم هذا النوع للحفريات الضيقة وقليلة العمق .

الأظفار المعدنية بشكل حرف I يتم زرعها على محيط الحفرة وبمسافة ٥٠ سم فيما بينها وتغرس في جسم التربة لعمق ٣-٥ أمتار وبعد أن يتم حفر الحفرة وإنزال الأظفار يتم تركيب العوارض الخشبية بسماكة ٥-٧ سم مابين الأظفار المعدنية خلف عوارضها ، عندما تكون الحفرة أكثر من ٣-٤ أمتار يتم إحاطة الأظفار المفروسة بحزام معدني من البروفيل I وعليه تركيب الجوائز المعدنية المنزقة .

عندما يزيد عمق الحفرة على ١٠ - ١٢ م نضع جوائز معدنية على عدة مستويات . تصنع الجوائز المنزقة من بواربي معدنية بقطر ٣٠ - ٤٠ مم .

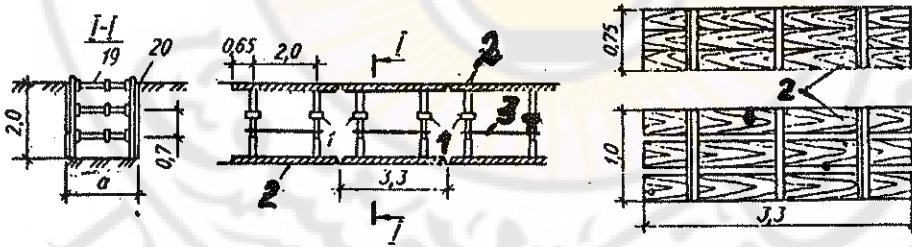
في الآونة الأخيرة لتثبيت الجدران الشاقولية للحفريات يأخذ طريقة في الانتشار

أسلوب رش هذه الجدران بالبيتون السائل بواسطة مدافع رش البيتون الناعم تحت الضغط • تدخل مكونات البيتون الناعمة ضمن جسم الجدران الترابية الرطبة وبعد ذلك تثبت الطبقات اللاحقة بالطبقات السابقة والتي لم تتصلب بعد ، توضع في بعض الحالات شبكة تسليح تحت البيتون • في هذه الحالة نحصل على جدار متماسك بسماكة ٧٥ مم •

٤ - ٣ - ٢ تثبيت الجدران الشاقولية للخنادق بالشكل الهيكلي :

يشبه الى حد بعيد تثبيت جدران الحفريات • يمكن استخدام المثبتات الأفقية والتي تتضمن فراغات كما في الشكل (٢-٤ - b) لتثبيت جدران الخنادق التي لا يزيد عمقها على ٣م وفي التربة المتماسكة والتي لا يوجد بها مياه جوفية • نادرا ما يزيد عمق جدران الخنادق على ثلاثة أمتار وحتى خمسة أمتار يتم صنع الجدران الأفقية على سطح الجدار الشاقولي بكامله •

تصنع في بعض الدول وسائط خاصة لتثبيت الخنادق مصنوعة بشكل هياكل معدنية قابلة للتركيب للعديد من المرات كما في الشكل (٣-٤) •



الشكل (٣-٤) - هياكل التثبيت الخاصة المصنعة

- 1 - الواح مصنعة .
- 2 - إطار قابل للانزلاق .
- 3 - روابط عرضيه .

٤ - ٤ - حساب حجوم الاعمال الترايية .

تحسب حجوم الاعمال الترايية عند إعداد المخططات التنفيذية ، وتلزمنا عند اختيار الحلول التكنولوجية وطرائق التنفيذ وحساب عدد الآليات وتحديد نوعيتها • كذلك يستفاد منها أثناء تحديد أولويات تنفيذ الاعمال وتنظيمها ولتحديد التكاليف وزمن الانجاز •

حجوم الاعمال الترايية تحسب أيضاً أثناء التنفيذ بالقياس على الطبيعة ، أو أثناء تقديم الكشوف الأولية أو النهائية • نستخدم لحساب حجوم الاعمال الترايية العلاقات الهندسية الرياضية المعروفة • وإذا كانت أشكال الحفريات أو الردميات معقدة فائنا نقوم بتجزئتها لمفردات بسيطة ذات أشكال هندسية بسيطة ومتعارف عليها بعد أن نقوم بحساب هذه المفردات نقوم بجمعها •

نستطيع استخدام المرشد والجداول والمخططات البيانية وذلك لتسهيل العمليات الحسابية واختصار وقت القيام بها • وفي حال كبر حجم العمليات الحسابية فائنا نلجأ الى استخدام الحاسبات الالكترونية المبرمجة •

عند حساب حجم الاعمال الترايية نقوم بحساب حجم التربة في الطبيعة ، ولكننا نضطر أحياناً لحساب حجم التربة المحفورة أو المخلخلة وبالتالي نضرب هذا الحجم بعامل خلخلة التربة (γ_L) وفي حال وجود عدة أنواع من التربة فائنا نضرب كل حجم على حدة بعامل خلخلة ذلك النوع ومن ثم نقوم بتجميع الحجم للحصول على الحجم الكلي •

نختلف طرق حساب حجوم الاعمال الترايية بحسب نوعية الاعمال الترايية وبحسب طبيعة الأرض •

٤ - ١ - حساب حجم الاعمال الترابية لأعمال التسوية السطحية :

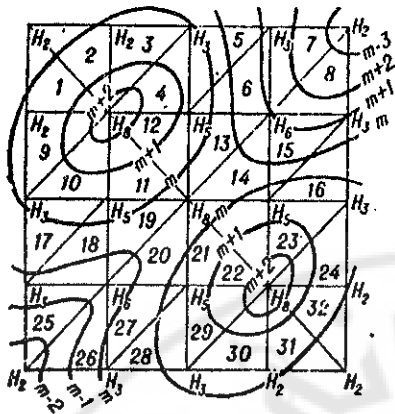
تُحسب حجوم هذه الاعمال بواسطة وضع مخطط شبكي تربيقي للموقع مبين عليه مناسيب السطح لرؤوس زوايا المربعات والتي تشمل ثلاثة مناسيب وهي المنسوب الأحمر المراد الحصول عليه بنتيجة التسوية والمنسوب الأسود الموجود أساساً على الأرض الطبيعية والمنسوب العملي الذي يجب حفره أو ردمه .

تؤخذ أبعاد أضلاع المخطط الشبكي عادة مساوية من ١٠ حتى ١٠٠ متر وذلك بحسب طبيعة الأرض وميولها الطبيعي . يجب أن يتواجد في كل مربع من مربعات المخطط الشبكي على الأقل خط تسوية واحد وليس أكثر من خطين انظر الشكل (٤-٤ - a) .

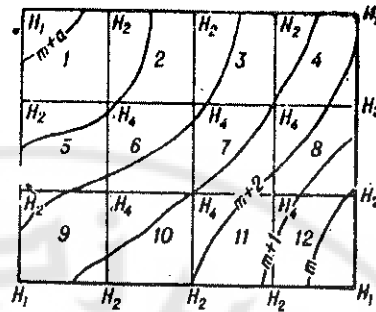
عندما يكون شكل السطح معقداً نلجأ الى تقسيم المربعات الى مثلثات بحيث تكون أقطار المربعات باتجاه متعامد مع الميول على الطبيعة . انظر الشكل (٤-٤ - b) .

نسمى دائماً عند دراسة تنفيذ الاعمال الترابية لاختصار حجم الاعمال الى أقل ما يمكن ونحصل على ذلك بأن نحقق مبدأ التوازن الصفري (balance) المتضمن استخدام حجم التربة المحفور بالكامل لردم المناطق المراد ردمها دون الحاجة لجلب ترجمة اضافية خارجية أو نقل حجم تربة زائد . أي أن نحقق المعادلة التالية :

$$V_m = V_p \mp R \quad (٧-٤)$$



« b »



« a »

الشكل (٤ - ٤) حساب حجوم اعمال التسوية السطحية

- a — مخطط السطح وعلية المخطط الشبكي التربيي .
- b — مخطط السطح وعلية المخطط الشبكي المثلي .
- (m + n , ... , m + 1 , m) — مناسب خطوط التسوية .
- H₈ , ... H₂ , H₁ — المناسب الفعلية (السوداء) لرؤوس المربعات
- المضمنة زاوية واحدة ، وزاويتين وثلاث ... وثمان زوايا .

حيث V_m — حجم التربة من مستو وهمي مفترض حتى مستوى الأرض

الطبيعية انظر الشكل (٤ - ٥ - a)

V_p — حجم التربة من المستوي الوهمي المفترض حتى المستوى المراد تسويته

دون حساب حجم الحفريات أو الردميات المراد تنفيذها بعد تسوية السطح .

R — حجم التربة الذي نحصل عليه من الحفريات أو الخنادق أو الردميات

المراد تنفيذها بعد التسوية والذي يمكن استخدامه لتسوية الأرض الطبيعية وعندئذ

تأخذ اشارة + أو الحجم الذي يتطلب ترحيله بعد التسوية وعندئذ يأخذ اشارة

(-)

وإذا قمنا بتقسيم طرفي المعادلة (٧-٤) على مساحة السطح (F) نحصل على مايلي :

$$\frac{V_m}{F} = \frac{V_p}{F} + \frac{R}{F} \quad (٨-٤)$$

حيث : $H_0 = \frac{V_m}{F}$ — المنسوب الوسطي لسطح الأرض الطبيعية •

$H_m = \frac{V}{F}$ — المنسوب الوسطي لسطح التسوية •

$\Delta h = \frac{R}{F}$ — مقدار زيادة منسوب سطح التسوية أو نقصانه •

وبذلك نحصل على العلاقة التالية :

$$H_m = H_0 + \Delta h \quad (٩-٤)$$

يحسب المنسوب الوسطي لسطح الأرض عند حساب حجم الاعمال بالمخطط لتربيعي بالعلاقة :

$$H_0 = \frac{4 \sum H_4 + 2 \sum H_2 + \sum H_1}{4 \cdot n} \quad (١٠-٤)$$

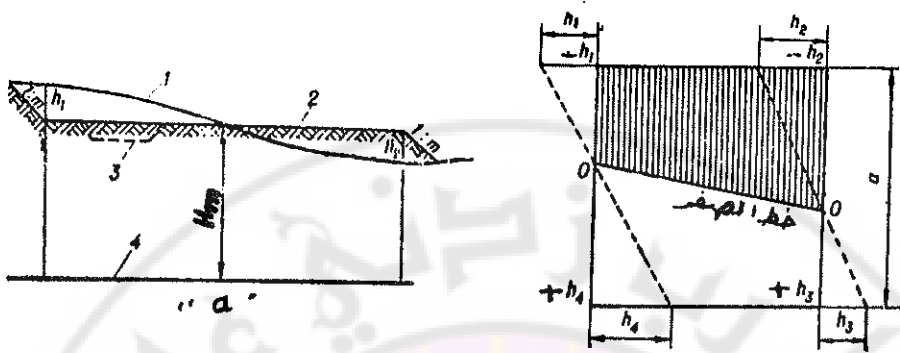
حيث $\sum H_1$ — مجموع المناسيب السوداء للرؤوس المتوسطة للمربعات •

$\sum H_2$ — مجموع المناسيب السوداء للرؤوس الطرفية للمربعات •

$\sum H_4$ — مجموع المناسيب السوداء للرؤوس الزاوية للمربعات •

n — عدد المربعات •

المنسوب الوسطي لسطح الأرض عند حساب حجم الأعمال بالمخطط المثلثي •



الشكل (٤ - ١١) a — مقطع السطح — q طريقة إيجاد خط الصفر في مربع انتقالي .

1 — سطح الأرض الطبيعية 2 — المستوى المطلوب 3 — الحفرة المراد تنفيذها 4 — المستوى الوهمي .

h_1, h_2, h_3, h_4 — المناسيب العملية لرؤوس المربعات .

(١١ - ٤)

$$H_0 = \frac{8 \sum H_8 + 7 \sum H_7 + \dots + \dots + 2 \sum H_2 + \sum H_1}{3 \cdot n}$$

حيث $\sum H_8, \dots, \sum H_1$ — مجموع المناسيب السوداء لرؤوس المثلثات المتضمنة ثماني زوايا وسبع زوايا ، ... وزاويتين ، وزاوية واحدة .
n — عدد المثلثات .

إذا قمنا بتسوية الأرض دون الأخذ بعين الاعتبار مبدأ التوازن الصفري فإن المنسوب المطلوب يعطي مسبقاً ، وعند ذلك لا حاجة لحساب متوسط المناسيب المطلوبة :

يسبق حساب حجوم الاعمال تثبيت المناسيب المطلوبة (الحمراء) لرؤوس المربعات أو المثلثات آخذين بعين الاعتبار تحقيق الميول المطلوبة للسطح إن كان

ذلك ضروريا ، ومن ثم تقوم بحساب المناسب الواجب تنفيذها (العملية) والتي تحسب بالعلاقة :

$$h_W = H_R - H_b$$

حيث h_W — المنسوب العملي الواجب ردمه أو حفره •

H_R — المنسوب المطلوب (الأحمر) •

H_b — المنسوب الأسود (العملي) •

المناسيب العملية ذات الإشارة (+) تشير الى ضرورة القيام بعملية الردم •
المناسيب العملية ذات الإشارة (-) تشير الى ضرورة القيام بعملية الحفر •
تكتب المناسيب المطلوبة أو الحمراء في الزاوية العليا اليمنى للمربعات والمناسيب الطبيعية للسطح (السوداء) في الزاوية اليمنى السفلى للمربعات • والمناسيب العملية (الواجب تنفيذها) تكتب في الزاوية العليا اليسرى بالاضافة لإشارتها •

المناسيب العملية ±	المناسيب الحمراء
	المناسيب السوداء

المربعات أو المثلثات التي تملك رؤوسها الإشارة نفسها تسمى المربعات المتشابهة (بمعنى يلزمها إما حفر أو ردم) أما المربعات التي تحمل رؤوسها إشارات مختلفة فتسمى المربعات الانتقالية • أو المثلثات الانتقالية أي أن جزءاً منها يحتاج لردم وجزءاً آخر منها يحتاج لحفر •

W — Wroking. R — Red. b — black.

لايجاد الحد الفاصل ما بين الحفر والردم أو ما يسمى الخطوط الصفرية تقوم برسم المناسيب العملية بمقياس ما على امتداد أضلاع المربعات أو المثلثات واضعين المناسيب الايجابية في جهة والمناسيب السالبة في جهة أخرى .

عند الوصل ما بين النقاط بخط يتقاطع مع أضلاع المربعات أو المثلثات بنقاط تشير الى موقع مرور خط الصفر الفاصل ما بين منطقة الحفر ومنطقة الردم .
انظر الشكل (٤ - ٥ - b) .

عند حسابنا المتوسط منسوب السطح بالعلاقات (٤ - ١٠) و (٤ - ١١) لم يؤخذ بعين الاعتبار عامل خلخلة التربة المتبقي $(\eta_{L.R})$ وحجم التربة في الميول على الحواف وعلى محيط الحفرة أو الردمية وحجم الحفرات الواقعة تحت منسوب السطح وغيرهما لذلك ولضمان شروط التوازن الصفري نحسب قيم المنسوب الوسطي المطلوب تنفيذه .

$$H_m = H_0 \mp \Delta h \quad (٤ - ١٣)$$

حيث Δh - قيم تسوية المنسوب الوسطي لمستوي سطح أرض الموقع .
(٤ - ١٤)

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

V_E - حجم التربة في الحفرة (م^٣) .

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

$V_{E.P}$ - حجم التربة في الحفرة الاضافية مضافاً اليها حجم ميول حواف

الحفرة (م^٣) .

$V'_{E.P.}$ — حجم التربة في الردمية الاضافية مضافا اليها حجم ميول

• حواف الردمية (م^٣)

F — مساحة الموقع •

$F'_{E.P.}$ — مساحة الحفریات والرديميات الاضافية • $F_{E.P.}$

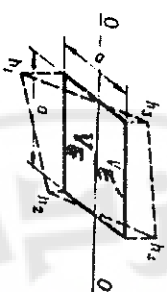
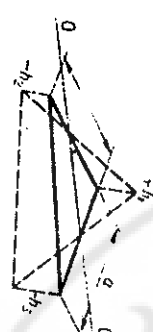
عندما تكون Δh موجبة يجب زيادة قيم H_0 وإن كانت سلبية فيجب تخفيض قيم H_0 — بعد حساب متوسط المنسوب الوسطي لسطح الأرض نقوم بتصحيح كل قيم المناسيب العملية والمطلوبة (الخضراء) وبعد ذلك نقوم من جديد بتحديد خط التوازن الصفري ونصحح حساب الحجم •

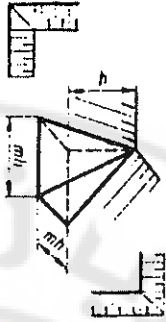
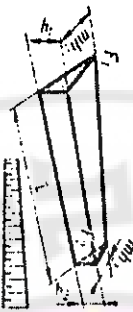
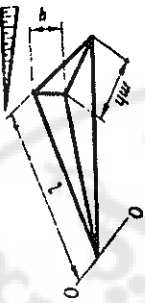
عند القيام بالعمليات الحسابية بشبكة المربعات حجم الحفر أو الردم يحسب كمجموع حجم التربة المتواجدة في حدود المربعات المستقلة وأجزائها • وكذلك فيما يتعلق بالمثلثات • حجم الردم أو الحفر فيتم حسابه مضافا إليه حجم مناطق تشكيل الميول المطلوبة لحواف الحفریات أو الرديميات ، ولذلك في الرؤوس الخارجية للمربعات وعلى محيط السطح نقوم باضافة قيم مساقط الميول h المساوية حاصل ضرب المناسيب العملية بعامل الميول الطبيعي m وبهذا نحصل على الشكل الخارجي لميول حواف الرديميات والحفریات •

لحساب حجم عناصر الحفریات أو الرديميات نستخدم العلاقات في الجدول (٤-٢) •

E — excavation حفریات E' — Embantment ردمية

الجدول (٤-٢) أشكال وعلاقات حسابي حجم الاعمال الترابية أثناء أعمال التسوية الترابية

الشكل	الملافة الحسابية	العناصر
	$V = \frac{a^2}{6}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$ (١٥-٤)	مربع متساوية (موشور رباعي)
	$V_{E'} = \frac{a^2}{4} \frac{(\sum h' E)^2}{\sum h}$ (١٦-٤) $V_E = \frac{a^2}{4} \frac{(\sum h_E)^2}{\sum h}$ (١٦-٤) ب	مربع انتقالي (حجم الردم) (حجم الحفر - V_E)
	$V = \frac{a^2}{4}(h_1 + h_2 + h_3)$ (١٧-٤)	مثلث موشور ثلاثي
	$V_1 = \frac{a^2}{6} \frac{h_1^3}{(h_1 + h_2)(h_1 + h_3)}$ (١٨-٤) ١ $V_3 = \frac{a^2}{6} \left[\frac{h_3^3}{(h_1 + h_2)(h_1 + h_3)} - h_1 + h_2 + h_3 \right]$ (١٨-٤) ب	مثلث انتقالي ١ - قسم بمشوب واحد h_1 ب - قسم بمشوبين h_2, h_3

الشكل	الملافة الحسابية	العناصر
	$V = \frac{a^2 h}{3}$ (١٩-٤)	عناصر الحواف المائلة : هرم رباعي الوجوه
	$V = \frac{a^2 h}{12}$ (٢٠-٤)	موشور ثلاثي
	$V = \frac{a^2 h}{6}$ (٢١-٤)	هرم ثلاثي

$$V_{\epsilon(\epsilon)} = \frac{a^2}{4} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n h + \sum F_{\epsilon(\epsilon)} h_{\epsilon(\epsilon)} + V_o \cdot \epsilon(\epsilon)$$

(٢٢-٤)

$$V_{\epsilon(\epsilon)} = \frac{a^2}{6} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n h + \sum F_{\epsilon(\epsilon)} h_{\epsilon(\epsilon)} + V_o \cdot \epsilon(\epsilon)$$

(٢٣-٤)

حجم سطح غير مستو
مقسم لربعات
المساحات

تتمة الجدول (٤ - ٢)



- المضطلحات : V — حجم الاعمال الترابية (م^٣) . a — ابعاد المربع أو المثلث (م) $h_1, h_2, \dots, h_n$ — المناسيب العملية — للحفرة E' — للردمية .
- Σh — مجموع المناسيب العملية المطلقة للمربعات الانتقالية (م) .
- F_2, F_1 — مساحة مقطع الحواف m — عامل ميل الحواف . L — طول الحواف
- $F_{E(E')}$ — مساحة سطح الردمية أو الحفرية الاضافية الغير محسوب مسبقا (م^٢)
- $h_{E(E')}$ — متوسط المنسوب العملي للحفر أو الردميات الاضافية $V_{o.E(E')}$ —
- حجم ميول الحواف الردمية أو الحفرية م^٣ .

لتسهيل عملية الحساب تقوم بجدولة ذلك كما في الجدول (٤ - ٣) .

الجدول (٤ - ٣)

حساب حجم الاعمال الترابية بشبكة المربعات (عند $\frac{a^2}{4}$)

رقم المربع	المناسيب العملية ، م				Σh	$\frac{(\Sigma h_E)^2}{\Sigma h}$	$\frac{(\Sigma h_{E'})^2}{\Sigma h}$	الحجم	
	h_1	h_2	h_3	h_4				حفر	ردم

بعد حساب الحجم كامله تقوم بجدولتها كما في الجدول (٤ - ٤) .

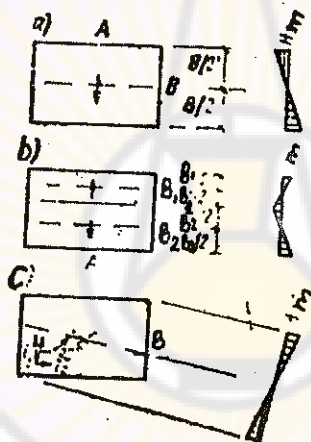
الجدول (٤ - ٤)

التربة الخارجية				التربة الداخلة			
الحجم في الوضع الطبيعي	الحجم الهندسي	اسم الموقع	الترتيب	مكان التوزيع	الحجم	اسم الموقع	الترتيب
$\frac{C}{1+\eta_{L.R.}}$	C	ردمية أساسية	١		A	خفرة أساسية	١
	D	ردمية احتياطية	٢		BB	حفرة إضافية	٢
$\frac{C+D}{1+\eta_{L.R.}} = E'$					A+B =	الإجمالي	

يكون التوازن إيجابيا عندما يكون $E > E'$
 ويكون التوازن سلبيا عندما يكون $E < E'$
 ويكون التوازن صفريا $E = E'$

في حال استخدام مبدأ التوازن الصفري ما بين حجم التربة الداخل والخارج يمكن أن يظهر فارق ما يجب أن لا يتجاوز هذا الفارق $\frac{1}{5}$ عند ذلك نحدد على مسقط السطح جزءاً منه حجمه يوافق حجم التربة الزائدة أو الناقصة ، مثل هذا الجزء نحاول قدر الامكان تحديده بعيداً عن خط التوازن الصفري .

في الحياة العملية نادراً ما نقوم بتسوية سطح ما بشكل أفقي وذلك لضرورة إعطاء ميول معينة لتصريف مياه الأمطار لا تقل عن 0.002 وبحسب الظروف الموضوعية للموقع يمكن أن تكون هذه الميول باتجاه واحد أو باتجاهين انظر الشكل (٤-٦) .



الشكل (٤-٦) أشكال تسوية السطوح بمنسوب معين وميول معينة
a — بميول ذات اتجاه واحد — b بميول ذات اتجاهين — c بميول مائلة .

عند تسوية السطح أفقياً تساوي المناسيب الحمراء المنسوب المتوسط (H_m)
ولكن عندما يملك السطح ميولاً معينة فإن H_m تؤخذ لمحور السطح المتعامد مع ميوله وعند ذلك تحسب المناسيب العملية بالعلاقة :

$$h_w = H_m \mp L_{a,i} \quad (٢٤ - ٤)$$

حيث i — الميول المعطاة (كـ عـ شـ رـي) •
 L_a — مسافة النقطة A عن محور السطح •

٤ - ٢ - حساب حجم الأعمال الترابية عند تنفيذ حفرة لنشأ أو لمبنى:

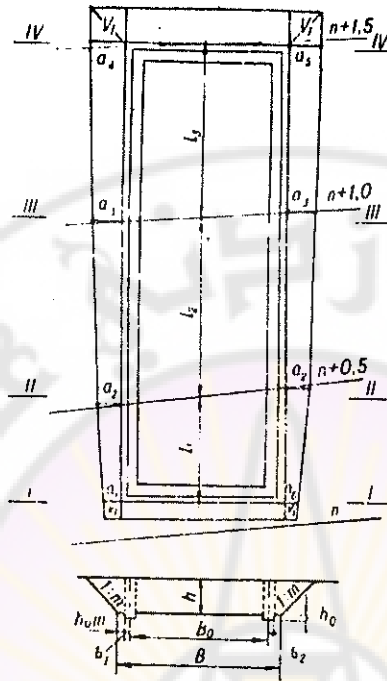
نحسب وفق المخططات التصميمية لهذا المبنى بعد معرفة مناسيب قواعد الأساسات ، وعمق الحفرة وكذلك بواسطة مخطط الموقع العام المثبت عليه خطوط التسوية (المناسيب) والمبين عليه أيضا ميول الحواف ، انظر الشكل (٤ - ٧) •
 يحسب عرض الحفرة أو طولها بالعلاقة التالية :

$$B = B_0 + b_1 + b_2 + 2.m.h_0 \quad (٢٥ - ٤) \quad (م)$$

حيث B_0 — المسافة ما بين محاور الجدران الخارجية للأساسات •
 b_1, b_2 — المسافة ما بين محور الأساس وجداره الخارجي •
 h_0 — ارتفاع الأساس •
 m — عامل ميول الحواف •

للحصول على شكل حواف الحفرة في المسقط الأفقي نقوم بإيجاد المناسيب العملية لزوايا الحفرة وفي نقاط تقاطع خطوط التسوية مع محيط قعر الحفرة ، نحدد في هذه النقاط عمق الميول ورسمها على المسقط ، بعد ربط هذه النقاط بمستقيمات نحصل على شكل ميول حواف الحفرة •

نحسب حجم التربة بالأجزاء المحصورة ما بين المقاطع على جوانب الحفرة



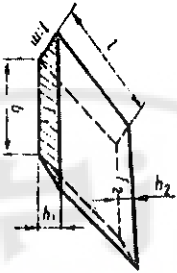
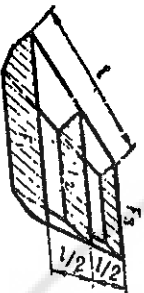
الشكل (٤ - ٧) حساب حجم الاعمال الترابية عند تنفيذ حفرة لمنشأ أو لمبنى

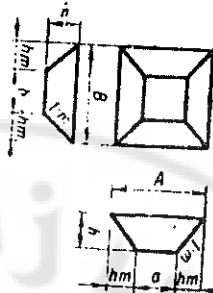
• (٢٨ - ٤) إلى (٢٦ - ٤) باستخدام العلاقات من (٢٦ - ٤) و (٢٨ - ٤)
من الجدول رقم (٤ - ٥)

تقسم أجزاء الميول في جوانب الحفرة كما في التسوية السطحية الى أهرامات
زاوية ومواشير وسطية ويحسب حجمها بالعلاقات : (١٩ - ٤) و (٢٠ - ٤) من
الجدول (٤ - ٢)

احساب حجم الحفريات معقدة الشكل تقوم بتقسيمها لأشكال بسيطة وبعد
حساب حجومها بالعلاقة (٢٦ - ٤) تقوم بحساب مجموعها ، ويكمنشأ كذلك

الجدول (٤ - ٥) أشكال وعلاقات حساب حجوم الصفيحات الترابية

الشكل	الملاقة الحسابية	اسم الصفيحة
	$V = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot l - \frac{m(h_1 - h_2)^2}{6} \cdot L$ (٢٦ - ٤)	جزء الصفيحة المحصور ما بين مقطعين شبه متوازيين متوازيين
	$F = (b + mh) \cdot h$ (٢٧ - ٤) $F = bh$ (٢٨ - ٤)	مساحة المقطع
	$V = \frac{1}{6} (F_1 + F_2 + F_3) \cdot L$ (٢٩ - ٤)	خفة ذو مقطع مختلف المساحة على مسار مساو (٣)

	$V = \frac{h}{6} [(2A+a) \cdot (2a+A)b]$ $A = B, a = b$ $V = \frac{h}{3} [(a+A)^2 - aA]$ (٣٠ - {) (٣١ - {)	حفرة مفردة
	$V = \frac{h^2}{6} (3b +$ $+ 2mh \frac{m'-m}{m'}) (m'-m)$ (٣٢ - {)	مدخل حفرة

- المصطلحات : V — حجم الأعمال الترابية ٣٢ . F — مساحة المقطع العرضي ٢٢ . B — عرض الحفرة (م) .
 a, b — أبعاد الحفرة في الأعلى . a, b — أبعاد الحفرة في الأسفل .
 L — طول المقطع (م) . m', m — عامل ميل الجدران . A, B — أبعاد الحفرة (م) .

استخدام العلاقة (٢٩-٤) للحفريات العميقة .

عندما تكون هناك ضرورة لإنشاء مدخل للحفريات نحسب حجمه بالعلاقة (٣٢-٤) .

عندما تكون الاساسات المزمع انشاؤها خطية تحت كل جدران البناء فان عمق قعر الحفرة يزداد بمقدار (x)

بموضع حجم التربة الانشائي المنحور حجم التربة الذي سنحصل عليه من الخندق الواجب انشاؤه تحت الاساسات الخطية تحسب قيمة الزيادة في العمق بالعلاقة :

$$x = \frac{V_t}{F_{f.t.}} \quad (٣٣-٤)$$

حيث V_t — حجم الخندق الذي سيتوضع عليه الاساس (م^٣) .

$F_{f.t.}$ — مساحة الحفرة (م^٢) .

كل هذه الحسابات تجدول كما في الجدول (٤-٣) .

٤-٤-٣ — حساب حجم الاعمال الترابية عند حفر الخنادق :

تحسب حجوم الاعمال الترابية كمجموع حجوم الاجزاء المستقلة ما بين المستويات العرضية المارة من نقاط انكسار المستويات الطولية بالعلاقات (٢٩-٤) و (٣٦-٤) من الجدول (٤-٥) .

يحسب عرض الخندق وفق الكودات المتبعة .

وبشكل عام لتنفيذ خندق لمد المجاريير أو لانزال البواري الناقلة للمياه
المالحة والموصولة مع بعضها بعضا أو المؤلفة من مقطع عرضي مربع •

يحبس عرض الخندق بالعلاقة :

$$B = D + 0.3 \quad (٤ - ٣٤)$$

عند استخدام مثبتات للجدران الشاقولية للخنادق فإن سماكة هذه المثبتات
تزداد على عرض الخندق •

يساوي العرض الأدنى للخندق أساس خلمي عرض الأساس مضافا اليه قيمة
تحتسب بحسب اسلوب التنفيذ المتبع ولكن ليس بأقل من عرض أداة الحفر
المستخدمة على آلية الحفر - حجوم الاعمال الترابية للمنشآت الطولية كالطرق
والقنوات وتحتسب وفق المقاطع الطولية والعرضية لهذه المنشآت •

العناصر الأساسية للمقاطع الطولية هي المناسيب الحمراء المتعلقة بحواف
مقطع سطح الارض في الحفريات أو الردميات والمناسيب العملية المحددة لعمق
الحفر أو الردم والمسافات بين المقاطع عند نقاط تغيير المسار •

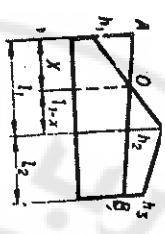
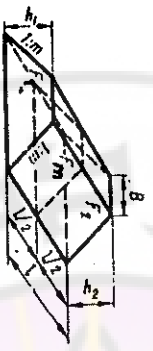
تحدد مواقع المناسيب الصفرية في نقاط الانتقال من الردم الى الحفر
بالعلاقات (٤ - ٣٥) و (٤ - ٣٦) من الجدول (٤ - ٦) •

يبين الجدول (٤ - ٦) الاشكال والعلاقات الحسابية لحساب حجوم الاعمال
الترابية لتسوية السطوح الترابية الطولية •

عندما يكون الفرق بين المناسيب العملية للمقاطع المتجاورة

$$h_1 - h_2 < 50 \quad (م)$$

الجدول (٤ - ٦) : الأشكال والملاقات الحسابية لحساب ججوم الأعمال الترابية لتسوية السطوح الترابية الطولية

الشكل	الملاقة الحسابية	المنصر
	$x = \frac{h_1 l_1}{h_1 + h_2} \quad (٣٥ - \{)$ $l_{1-x} = \frac{h_2 l_1}{h_1 + h_2} \quad (٣٦ - \{)$	مكان المنسوب الحفري العملي (اما في الانتقال من الحفر الى الردم
	$V_{E(E')} = F_m l \quad (٣٧ - \{)$ $V_{E(E')} = [F_m + \frac{m(h_1 - h_2)^2}{12}] \cdot l \quad (٣٨ - \{)$	المقاطع الوسطية للردم او الحفريات
	الردميات انظر (٣٨-٤) الحفريات : $F_m = bh + 2k + mh^2 \quad (٣٩ - \{)$ $\sum V_{E(E')} = \frac{1}{2} [b(2Zh - h_1 - h_n) + m(2Zh^2 - h_1^2 - h_n^2)] \quad (٤٠ - \{)$	مساحة المقاطع العرضي او سطية منشأة طولية تملك على مسار طولها ميو لا ثابتة ، عرض الحفر في الاسفل (الردمية في الاعلى) ثابت والمسافة ثابتة بين المقاطع العرضية .

وعلى امتداد (م) $L < 50$ يحسب بالعلاقة (٤ - ٣٧) وعلى امتداد

(م) : $L > 50$

وعندما يكون الفرق (م) : $h_1 - h_2 > 50$ يحسب بالعلاقة

(٤ - ٣٨) .

الحجم الكلي للاعمال الترابية للحفريات والردميات على منشئ طولي معين

يساوي مجموع حجوم أجزاء هذا المنشئ .



المصطلحات :

$h, h_1, h_2, \dots, h_n$ — المناسيب العملية لمحور المنشئ (م) .

l — المسافة بين المقاطع (م) .

F_m — المساحة المتوسطة للمقاطع العرضية التي تبعد عن بعضها مسافات

متساوية (م) .

m — عامل ميل الحواف .

$V_{E(E')}$ — حجم الاعمال الترابية (حفريات و ردميات) m^3 .

b — عرض المقطع في الاسفل للردميات والحفريات (م) .

Σh — مجموع ارتفاع كل المقاطع العرضية .

Σh^2 — مجموع مربع ارتفاع كل المقاطع العرضية .

k — حجم التربة في الحفرة المبدئية والنهائية .

٤ - ٤ - ٤ : توزيع الكتل الترايبية عند القيام بأعمال التسوية السطحية .

يتعلق اختيار طرق تنفيذ أعمال التسوية السطحية بكيفية توزيع الكتل الترايبية . وبالتالي فإن هذا الاختيار ينحصر بإيجاد قيمة المسافة المتوسطة لجرف التربة أو نقلها واتجاهات جرفها وتوزيعها .

المسافة المتوسطة للجرف : هي المسافة بين مركزي ثقل كتلة الحفر وكتلة الردم . قيمة هذه المسافة التقريبية كافية لتحديد واختيار طاقم الآليات الواجب استخدامه لتنفيذ أعمال التسوية السطحية . يمكن تحديد مركزي ثقل الحفر والردم بأحدى الطرق التالية :

الطريقة التحليلية :

احداثيات مركز ثقل الحفر أو الردم يحسب بالعلاقات التالية :

$$\text{للحفر} \quad X_E = \frac{\sum V_E \cdot x_E}{\sum V_E} ; \quad Y_E = \frac{\sum V_E \cdot y_E}{\sum V_E}$$

$$\text{للردم} \quad X_{E'} = \frac{\sum V_{E'} \cdot x_{E'}}{\sum V_{E'}} \quad Y_{E'} = \frac{\sum V_{E'} \cdot y_{E'}}{\sum V_{E'}}$$

حيث $X_E ; Y_E$ — احداثيات مركز ثقل الحفر .

$X_{E'} ; Y_{E'}$ — احداثيات مركز ثقل الردم .

$V_E ; V_{E'}$ — حجم الحفر والردم في حدود المربعات (المثلثات) .

$x_E ; y_E ; x_{E'} ; y_{E'}$ — احداثيات مراكز ثقل المربعات (والمثلثات) .

تحتسب المسافة المتوسطة ما بين مركزي ثقل الحفر والردم بالعلاقة :

$$L_m = \sqrt{(X_E - X_{E'})^2 + (Y_E - Y_{E'})^2}$$

وبالتالي المسافة
الطريقة البيانية لتحديد مركزي ثقل الحفر والردم
المتوسطة لجرف التربة انظر الشكل (٤ - ٨) .

على المخطط التريبي الشبكي للموقع على محورين من كل جهة تقوم
برسم منحنيات تجميع حجوم الحفر والردم مع تزايدها بحسب الانتقال من اليسار
والى اليمين . ومن الاسفل والى الاعلى كما هو مبين على الشكل .

مساحة الشكل الغير منتظم W_2, W_1 المحصور ما بين حجمي الحفر والردم
يسكن استبداله بمتوازي اضلاع قاعدتهما l_2, l_1 وارتفاعهما V —
يمبر متوازي الاضلاع هذان عن مجموع العمل اللازم القيام به لجرف
التربة ويساوي V مضروباً بمسقطي المسافة المتوسطة للجرف l_2, l_1

$$W_1 = V \cdot l_1 \quad \text{أي أن :}$$

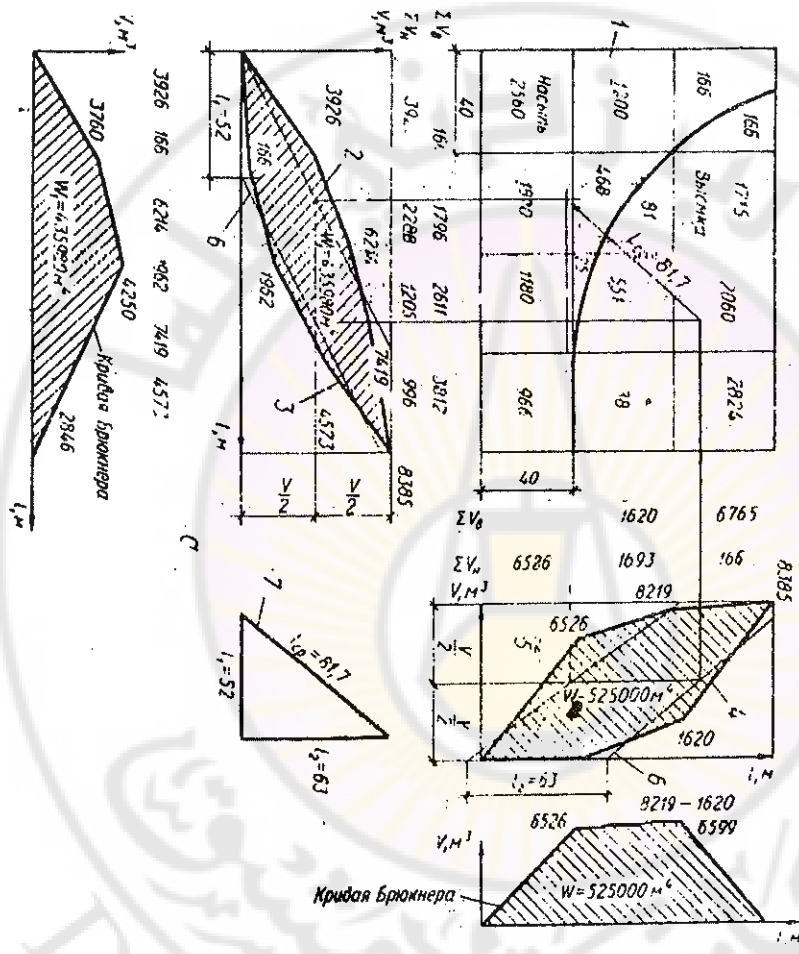
$$W_2 = V \cdot l_2$$

$$l_1 = \frac{W_1}{V} \quad \text{ومنه يمكن حساب :}$$

$$l_2 = \frac{W_2}{V}$$

وبذلك تحصل على قيمة

$$L_m = \sqrt{l_1^2 + l_2^2}$$



الشكل (٤ - ٨) طريقة ايجاد المسافة المتوسطة لجرف التربة وتوزيعها أثناء القيام بأعمال التسوية السطحية ..

لتسهيل عملية حساب الشكل W_2, W_1 . نقوم بإنشاء مخطط فرق الحفر والردم من كل جهة . نستخدم أحيانا طريقة الحساب بواسطة البرمجة الخطية وذلك من أجل السطوح ذات الميول المعقدة والمساحات الكبيرة . - الحل الأمثل . يحسب بحل المعادلة التالية :

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij} \quad (1)$$

وفق الثوابت التالية :

$$\sum_{i=1}^m A_i = \sum_{j=1}^n B_j \quad (2)$$

$$A_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad (3)$$

$$B_j = \sum_{i=1}^m X_{ij} \quad (4)$$

حيث :

m — عدد مربعات الحفر

n — عدد مربعات الردم

i — رقم مربع الحفر ($i = 1, 2, \dots, m$)

j — رقم مربع الردم ($j = 1, 2, \dots, n$)

C_{ij} — مسافة جرف m^2 من تربة مربع الحفر (i) إلى مربع

الردم (j)

A_i — احتياطي تربة مربع الحفر (i) m^3

B_j — حجم التربة اللازم ردمه في مربع الردم (j) م²
 X_{ij} — يمثل حجم التربة المنقول من مربع الحفر (i) الى مربع
 الردم (j) م³ .

تعتبر العلاقة (١) عن الحل الامثل أي القيمة الصغرى لجداء مضروب الحجم
 بمسافات الجرف .

تعتبر العلاقة (٢) عن تساوي حجم التربة في منطقة الحفر والردم .

تعتبر العلاقة (٣) — عن أن حجم التربة من أي مربع حفر ينقل بكامله إلى
 مزبج ردم .

تعتبر العلاقة (٤) عن أن كل مربع ردم يردم بكامله بعد حل هذه المعادلة
 بواسطة الحاسبات المبرمجة . تقوم بحساب المسافة المتوسطة للجرف بالعلاقة :

$$L_m = \frac{\min z}{V}$$

٤ - ٥ - تقنية تنفيذ الأعمال الترابية

يتم العرض اللاحق لتقنية تنفيذ الاعمال الترابية من خلال التعرف على
 الآليات والتجهيزات وأساليب عملها وغيرها من الامور التكنولوجية الموضحة في
 سياق العرض .

٤ - ٥ - ١ : الجرفة الآلية (متعددة الاستخدام) :

التعريف : المجارف الآلية هي الآليات المخصصة لخلطة التربة وجرفها وتحميلها

آليات الاعمال الترابية

آليات درا التربة	الجرافات المائية	المحركات الصخرية	العمل المستمر مخاروف	المخرقة الجراوة (التركس)	الجرافات السطحية	المخرقة الآلية
انظر الفقرة ٢-٥-٤	آليات وتجهيزات التحريك الهيدروليكي		- حفارات الخشبية السلمية - حفارات الخنادق الدولية	- وعاء جبهي - وعاء قابل للدوران الأفقي - وعاء قابل للدوران الرأسي	- البلدوزر - الفريدر - الكاشحات	- مخرقة أمانية - مخرقة خلفية - مخرقة لاقطة - مخرقة ذات وعاء مسحوب

الشكل (٤ - ٨) تصنيف آليات الاعمال الترابية

على آليات النقل أو تفريغها في مكان قريب ضمن مجال عمل آلية التحميل .

البنية : تتألف المجرفة الآلية من ثلاثة أقسام رئيسية هي :

- الهيكل الحامل الذي يكون مرتكزاً على جنازير أو إطارات .
- هيكل محمول قابل للدوران حول محور شاقولي دورة كاملة .
- تجهيزات الجرف وتشمل :

— الوعاء .

— الأذرع والمفاتيح .

— آلية التحريك (هيدروليكية أو ميكانيكية) .

تصنف المجرفة الآلية حسب استخدامات الجرف المستخدمة إلى :

— مجرفة أمامية .

التصنيف :

— مجرفة خلفية .

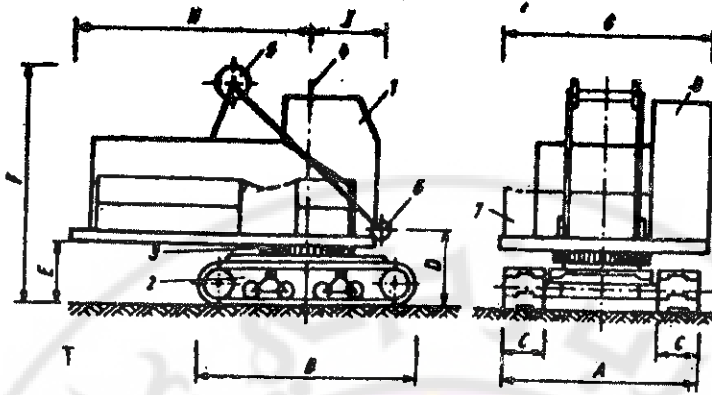
— مجرفة لاقطة .

— مجرفة ذات دولاب (شراطين) .

يوضح (الشكل ١٠) بنية الجرافة الآلية ومواصفاتها حسب التصنيف المذكور أعلاه .

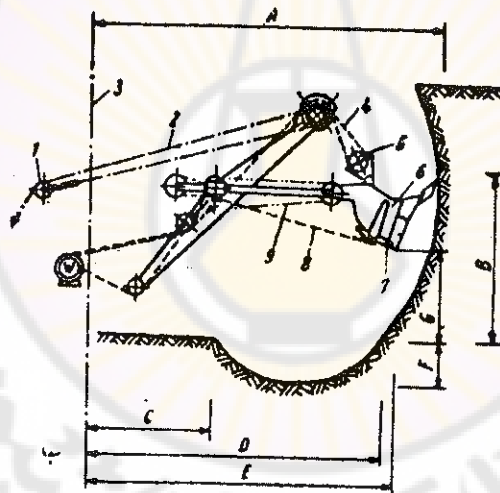
مجال الاستعمال :

المجرفة الامامية : تستخدم لحفر الوجوه شبه الشاقولية الموجودة فوق مستوى سطح ارتكاز الهيكل الحامل ، أي ان الجرف يتم فوق مستوى السطح الذي تقف عليه الآلية ، (الشكل ٤ — ١٠ — ٢) . يفضل أن تكون آلية النقل



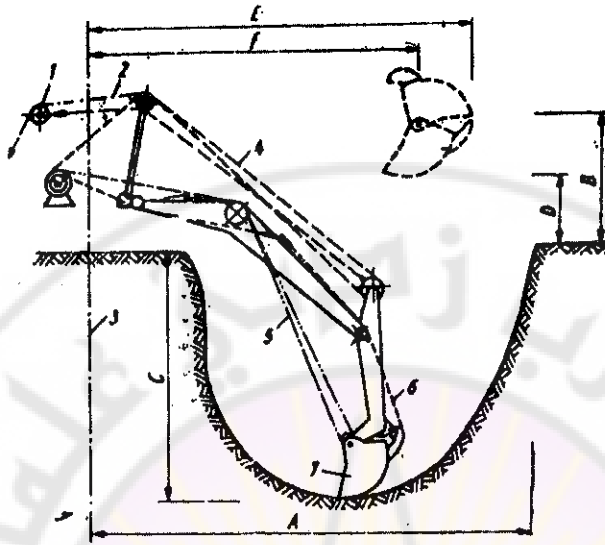
الشكل (٤-٩-٢) - العربة :

- ١ - الهيكل المحمول ٢ - الهيكل الحامل ٣ - مسنن الدوران الافقي ٤ - محور الدوران ٥ - حامل استناد ٦ - مفاصل تثبيت التجهيزات ٧ - حاجز ٨ - قمرة القيادة .

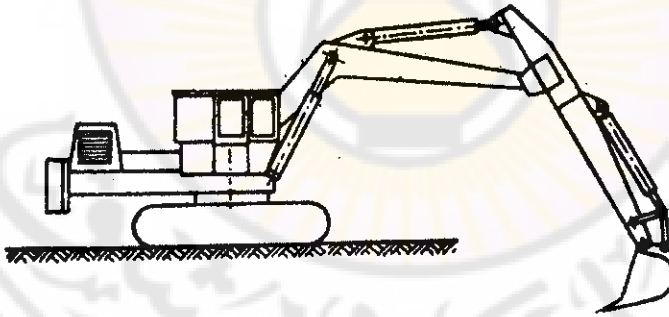


الشكل (٤-٩-ب) - تجهيزات الحفر الامامي :

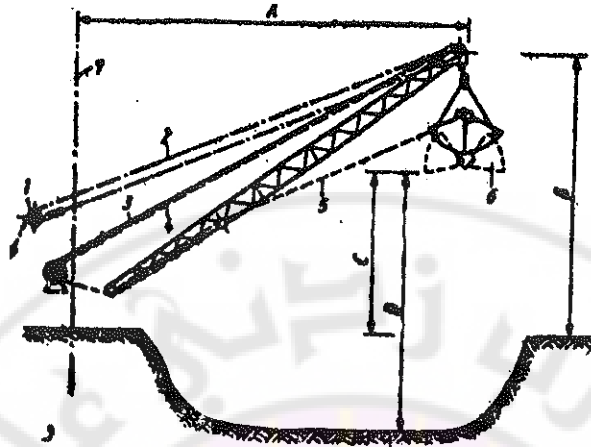
- ١ - حامل استناد ٢ - سلك التحكم بالذراع ٣ - محور الدوران ٤ - سلك الرفع ٥ - حامل استناد ٦ - الوعاء ٧ - غطاء فتحة الوعاء ٨ - سلك الفتحة ٩ - سلك الشد العكسي .



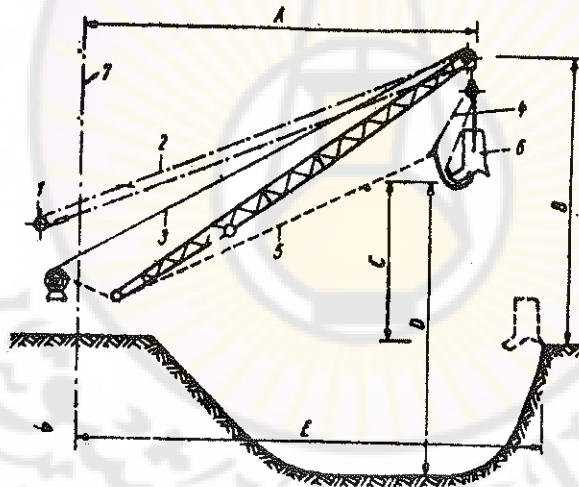
الشكل ٤ - ٩ - ج - تجهيزات الحفر الخلفي :
 ١ - حامل استناد ٢ - سلك التحكم بالذراع ٣ - محور الدوران ٤ - سلك
 الرفع ٥ - سلك الشد ٦ - سلك التفريغ ٧ - الوعاء .



الشكل ٤ - ٩ - د - تجهيزات الحفر الخلفي (هيدروليكي) :



الشكل ٤ - ٩ - هـ - تجهيزات المجرفة اللاقطة :
 ١ - حامل استناد ٢ - سلك التحكم بالذراع ٣ - سلك تثبيت ٤ - سلك الإغلاق
 ٥ - سلك التحريك ٦ - الوعاء ٧ - محور الدوران .



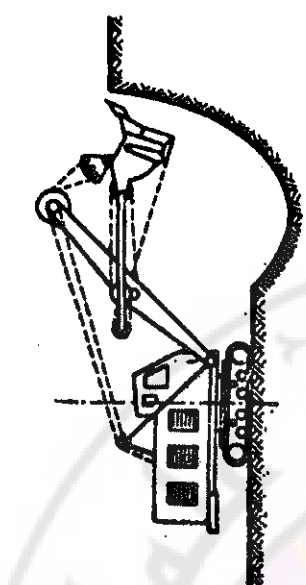
الشكل ٤ - ٩ - و - تجهيزات الدلو المسحوب :
 ١ - حامل استناد ٢ - سلك التحكم بالذراع ٣ - سلك الرفع ٤ - سلك التفريغ
 ٥ - سلك السحب ٦ - الدلو المسحوب ٧ - محور الدوران .

أثناء التحميل واقفة على مستوى وقوف آلية الجرف نفسها • تمتاز المجرفة الأمامية
بانتاجيتها الكبيرة بالمقارنة مع المجارف الأخرى •

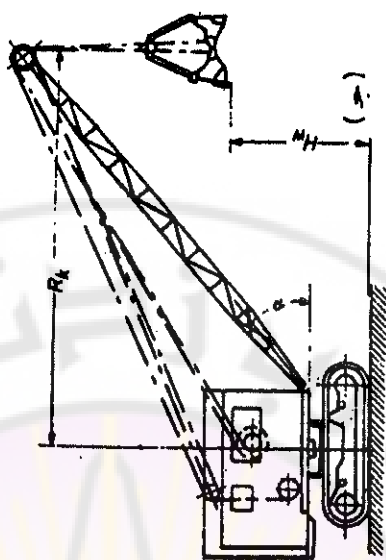
المجرفة الخلفية : تستخدم لجرف التربة الموجودة تحت مستوى سطح
ارتكاز الهيكل الحامل ودون الحاجة للنزول الى الحفرة • الحفر يتم
في مستوى أخفض من مستوى وقوف المجرفة ، (الشكل ٤ - ١٠ - ب) • يجب
اتخاذ الاحتياطات اللازمة لتجنب انهيار الوجوه المحفورة التي تقف قريباً منها المجرفة
خلال عملية الجرف لكي لا تسبب انهيار المجرفة الى الحفرة •

المجرفة اللاقطية : تستخدم في استخراج المواد المخلطة والرخوة ومن أهم
مميزاتها العمق الكبير نسبياً للحفر ، (الشكل ٤ - ١٠ - ج) •

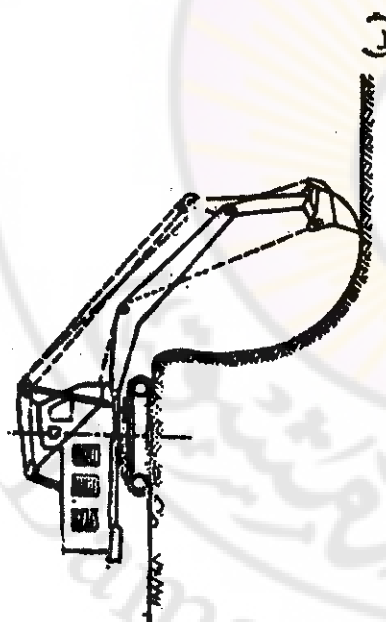
المجرفة ذات الدلو المسحوب : تستعمل من أجل حفر الخنادق والاقنية التي
يطلب فيها الحصول على ميل مستوية للجوانب • يتم الحفر أيضاً في مستوى
أخفض من مستوى وقوف الآلية ، ومن أهم مميزاتها أنها يمكن أن تزود بذراع
طويل يسهل الحفر لمسافات كبيرة نسبياً ، (الشكل ٤ - ١٠ - د) •
يبين الجدول (٤ - ٧) نوع المجرفة الآلية المناسبة حسب ظروف
الاستخدام •



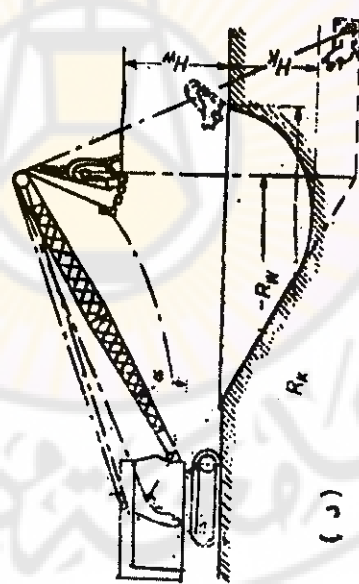
(T)



(ج)



(ب)



(د)

الشكل ٤ - ١٠ : الجراف الآلية متعددة الاستخدام
 ب - خلفية ج - لاقطة د - دلو سحب
 ٢ - أمامية

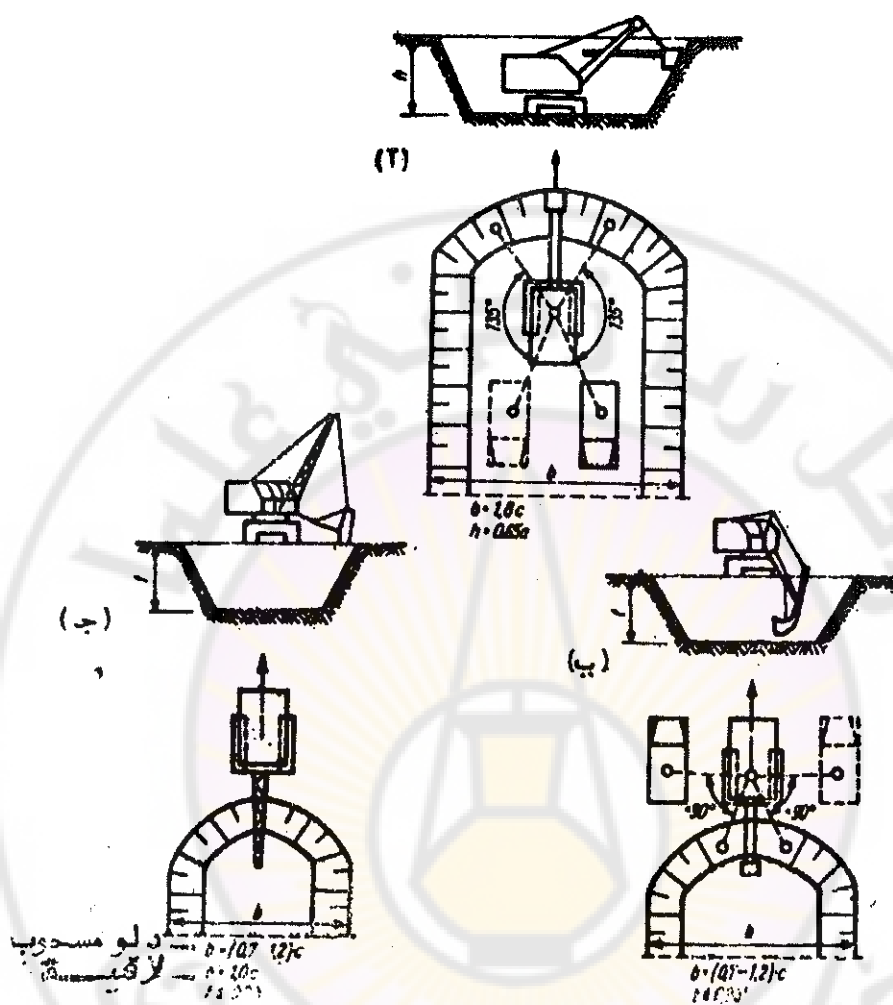
الجدول ٤ - ٧ : الرموز : ++ مناسب جدا + مناسب - غير مناسب

نوع المجرفة				ظروف استخدام
امامية	خلفية	لاقط	دراغلاين	
++	-	-	-	حفر فوق مستوى الارتكاز
-	++	++	+	حفر دون مستوى الارتكاز
-	-	++	++	حفر في مستوى الارتكاز
++	-	-	-	خلخله تربة حصوية متماسكة
++	+	+	-	جرف احجار مفجرة
++	+	++	++	جرف تربة مخالطة ضعيفة
++	++	-	-	قوة جرف كبيرة
-	-	++	++	حفر اشكال نظامية
-	-	+	++	حفر على طبقات متعددة
-	++	++	+	الحفر تحت الماء

طريقة الحفر :

يمكن التمييز بين ثلاث طرائق للحفر هي :

٢- الحفر الجبهي : خلاله يكون جدار الحفر متعامداً مع اتجاه الآلية . إن الحفر الجبهي غير محدد بالنسبة للمجارف الامامية عندما تكون وسائط النقل خلال التعبئة واقفة على مستوى وقوف الحفارة نفسه ، ذلك لأن هذه الوسائط يجب أن تنزل الى الحفرة متقهقرة ولأن زاوية دوران ذراع الحفارة كبيرة وتبلغ نحو ١٣٥ درجة مما يقلل من إنتاجية الحفارة . إن وقوف وسائط النقل على مستوى الأرض الطبيعية (العلوي) هو ممكن اذا كان عمق الحفرة ليس كبيراً ، وإذا كانت الجرافة تستطيع التفريغ ، وآلية النقل واقفة في المنسوب العلوي (منسوب الأرض الطبيعية) . يوضح (الشكل ٤ - ١١ - أ) مخططاً للحفر الجبهي .

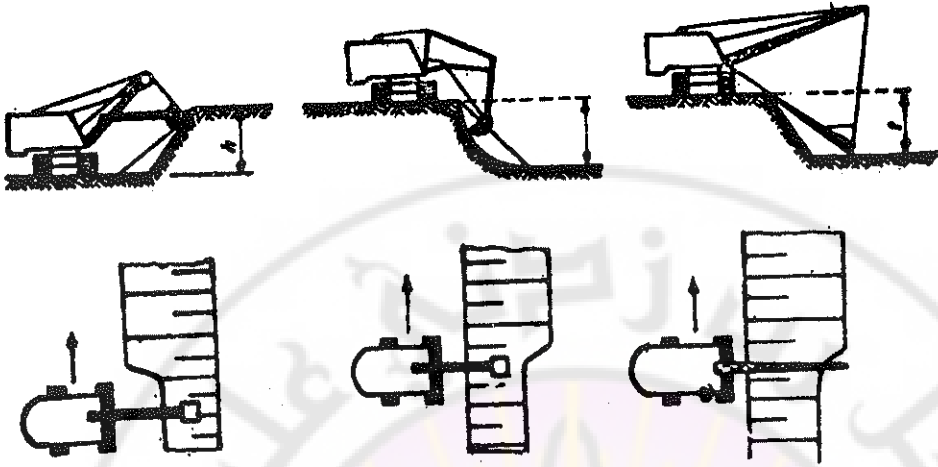


الشكل ٤ - ١١ - ٢ : الحفر الجبهي.

٢ - مجرفة أمامية ب - مجرفة خلفية ج - مجرفة دولو مسحوب (دراغلين)

الرموز : t, h, b أبعاد مقطع الحفر

- c — المجاز الأعظمي للحفر .
- b — العمق الأعظمي للحفر .
- a — ارتفاع التفريق الأعظمي .



مجرفة امامية

مجرفة خلفية

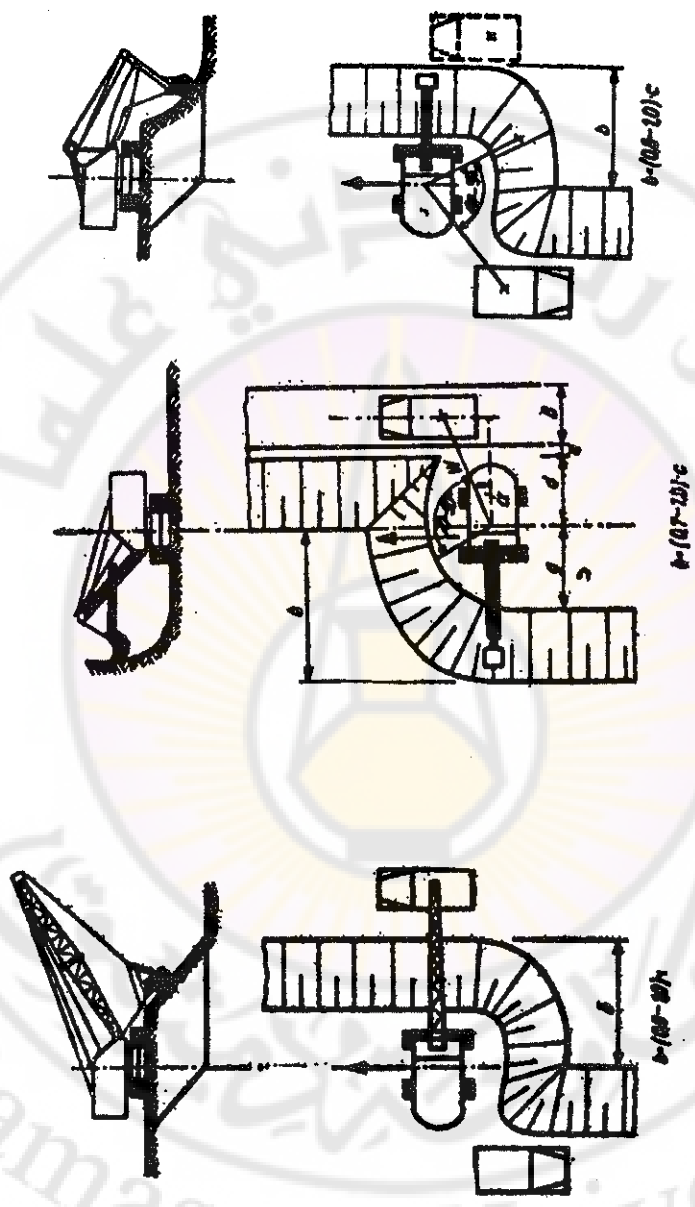
دلو مسحوب

الشكل (٤ - ١١ - ب) : الحفر الجانبي .

ب- الحفر الجانبي : وخلاله يكون وجه الأرض موازياً لاتجاه حركة الآلية • إن زاوية الدوران في هذا الحفر يمكن انقاصها الى ٩٠° (الشكل ٤-١١-ب) .

ج- الحفر المختلط : وهو الذي يجمع بين الحفر الجبهي والجانبي أثناء عمل آلية الحفر ، وهو يعد أفضل طرائق الحفر لأنها تعطي أكبر إنتاجية ممكنة لآلة الحفر .

يوضح (الشكل ٤ - ١١ - ج) مخططاً للحفر المختلط .



مجرة خلفية

مجرة امامية

مجرة دلو مسحوب (درافلاين)

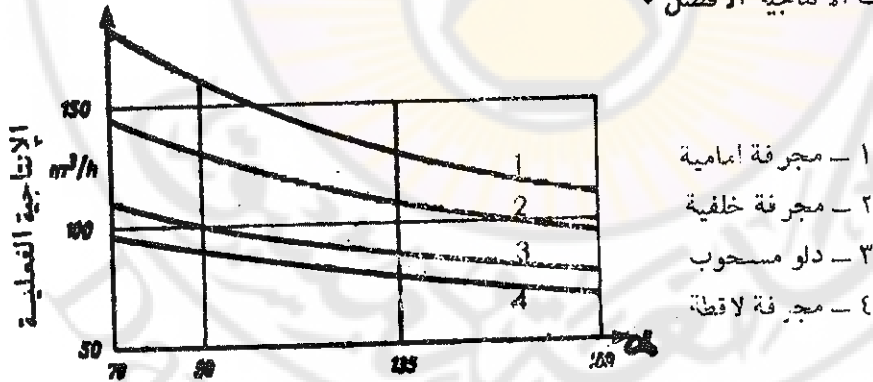
الشكل (٤ - ١٦ - ج) : الحفر المختلط .

إنتاجية المجارف الآلية

تتأثر المجارف الآلية متعددة الاستعمال بالعوامل التالية :

- نوع التربة •
- زاوية دوران الآلية من أجل تفريغ الوعاء •
- نوع آلية الحفر •
- أبعاد الحفرية وشكلها •

يوضح (الشكل ٤ - ١٢) أن إنتاجية المجرفة تقل كلما كبرت زاوية الدوران اللازمة من أجل تفريغ الدلو ، لذلك يجب العمل على أن تكون آلية النقل واقفة أثناء التحميل في مكان مناسب بحيث لا تحتاج المجرفة للقيام بزاوية دوران كبيرة • يلاحظ أيضا من الشكل أن المجرفة الامامية تتميز بأكبر إنتاجية بالنسبة الى المجارف الاخرى وتليها بالانتاجية المجرفة الخلفية فالدلو المسحوب فالمجرفة اللاقطة • لذلك يجب دراسة موقع الحفر بشكل يسمح باستخدام المجرفة ذات الانتاجية الافضل •



الشكل (٤ - ١٢) : الانتاجية الفعلية لمجرفة سعة وعائها ١ م^٣ وعلاقة هذه الانتاجية بنوع التجهيزات وزاوية الدوران من أجل التفريغ (α)

حساب الإنتاجية : تعطى الإنتاجية الفعلية للحفارة الآلية بالعلاقة :

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

حيث :

- Q — الإنتاجية الفعلية في الساعة (m^3/h) .
- V — حجم وعاء الحفر (m^3) .
- η_1 — عامل يتعلق بتغير حجم الأتربة بنتيجة الخلطة (الجدول ٤ — ٨) .
- η_2 — عامل يتعلق بملء الوعاء (الجدول ٤ — ٩) .
- n — عدد أدوار العمل في الساعة ويحسب :

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

- T — دور الحفر (بالثانية) .
 - $\sum t_i$ — مجموع الأزمنة الجزئية التي يتألف منها دور الحفر
- ويساوي :

$$\sum t = t_1 + 2t_2 + t_3$$

حيث :

- t_1 — زمن الحفر (خلطة التربة وتعبئة الوعاء) بالثانية .
- t_2 — زمن الدوران أو العودة بالثانية .
- t_3 — زمن التفريغ بالثانية .
- ψ — عامل يتعلق بتداخل الأزمنة التي تدخل في دور العمل
- ويتعلق بمهارة السائق بالدرجة الأولى .

هذا وقد دلت التجارب على المجارف الآلية أنه من أجل ظروف عمل عادية فإن الأزمنة الجزئية هي كالتالي :

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

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 :

$$T = 2 t_1 + 2 t_2 + t_3 = 1.3 T$$

نلاحظ أن الدور من أجل المعطيات السابقة طالت مدته بمقدار $\frac{30}{100}$ ، وهذا طبيعي ولذلك لكي تكون عملية إعادة الجرف اقتصادية فإن عامل ملء الوعاء يجب أن يزداد على الأقل بنسبة ازدياد الدور نفسها ، أي أنه لكي تكون عملية إعادة الجرف اقتصادية يجب أن تتحقق العلاقة التالية :

$$\frac{\eta'_3}{\eta_2} > \frac{T'}{T} \quad ; \quad \eta'_2 > \frac{T'}{T} \cdot \eta_2$$

حيث :

- T' — الدور مع إعادة الجرف .
- T — الدور دون إعادة الجرف .
- η'_2 — عامل تعبئة الوعاء مع إعادة الجرف .
- η_2 — عامل تعبئة الوعاء دون إعادة الجرف .

وإذا لم تتحقق العلاقة السابقة فطبيعي أن العمل يكون اقتصاديا دون إعادة الجرف .

الجدول ٤ - ٨ - : قيم η_1 من اجل المجرفة الآلية.

سعة الوعاء		نوع التربة
٢٠٠م - ١٠٠م	٢٥٠م - ٧٥م	
٠.٩١	٠.٨٩	رمل وبحص جاف .
٠.٨٠	٠.٧٩	رمل وبحص رطب ، غضار رطب .
٠.٧٦	٠.٧٤	غضار عادي .
٠.٦٨	٠.٦٧	غضار قاسي .
٠.٧٠٠	٠.٦٩	احجار (تفجير جيد) .
		احجار (تفجير سيء) .

الجدول ٤ - ٩ : قيم η_2 ، عامل ملء الوعاء .

دلو مسحوب او دراغلان	مجرفة امامية او حلفية	نوع التربة
٠.٤٩ - ٠.٤٨	١٤٠.٢ - ٠.٤٩٥	رمل وبحص جاف
١٤٢ - ١٤١	١٤٢.٣ - ١٤١.٥	رمل وبحص رطب
١٤٠.٠ - ٠.٤٨٠	١٤١.٢ - ١٤٠.٥	غضار رملي
١٤٢.٥ - ١٤١.٥	١٤٣.٢ - ١٤٢.٥	غضار عادي
١٤٠.٦ - ٠.٤٩٨	١٤١.٨ - ١٤٠.٨	غضار عادي رطب
١٤٢.٨ - ١٤١.٨	١٤٥ - ١٤٣.٠	غضار قاسي
١٤٠.٠ - ٠.٤٩٥	١٤١.٠ - ١٤٠.٠	غضار قاسي - رطب
١٤٢.٠ - ١٤١.٠	١٤٤.٠ - ١٤٢.٥	احجار (تفجير سيء)
٠.٤٨٠ - ٠.٤٥٥	٠.٤٩٠ - ٠.٤٧٥	

المجارف السطحية :

المجارف السطحية هي الآلات التي تستخدم بالدرجة الاولى من أجل أعمال الجرف السطحي وأعمال الردم السطحي . أما الجرف السطحي ، فالمفهوم منه حفر التربة على طبقات تتراوح سماكتها ما بين ١٠ الى ٣٠ سم وبسرعة تتراوح

بين ٢ إلى ٥ كم/سا ، والمقصود بالردم السطحي هو ردم التربة (التي تم حفرها وجرفها أو نقلها بواسطة هذه الآلة) على طبقات تصل سماكتها الى ٤٠سم .
تتطلب المجارف السطحية ظروف عمل مناسبة لكي يكون استخدامها فعالا وتمطي إنتاجية جيدة وفق الظروف التالية :

- ألا تحتوي طبوغرافية موقع العمل على تضاريس صعبة .
- أن تكون مسافة النقل غير كبيرة .
- أن تكون التربة متوسطة القساوة .

أما الآلات التي تدخل ضمن مجموعة المجارف السطحية فهي :

- البلدوزر .
- الكاشطات .
- الغريدر .

يوضح الجدول (٤ - ١٠) مجال استخدام المجارف السطحية حسب درجة قساوة التربة ومسافة النقل الاقتصادية .

الجدول ٤ - ١٠ : مجال استخدام المجارف السطحية .

نوع الآلية		مساواة التربة				مسافة النقل (م)							
		٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	٢٠٠	٥٠٠	١٠٠٠
بلدوند	ترس مائل												
	ترس مائل أفقي												
	ترس مائل شاقوليا												
كاشطة مقطورة	جرار مطاطي												
	جرار مزيج												
كاشطة متحركة ذاتية	بلدوزر مساعدة												
	بمساعدة بلدون												
غير مدر													



مجال مناسب للاستخدام
الحد الأدنى لمجال الاستخدام
الحد الأعلى لمجال الاستخدام

٤-٥-٢ البلدوزر :

- التعريف :

البلدوزر آلية مخصصة بالدرجة الاولى للقيام بأعمال حفر الطبقات السطحية وجرف التربة بواسطة دفعها الى مسافات لاتزيد على ١٠٠ م . يقوم البلدوزر أيضا بأعمال الردم السطحي وتسوية السطوح بشكل غير دقيق .

- البنية :

يتألف البلدوزر من جرار مجهز بترس أمامي . يتصل الترس مع الجرار بواسطة ذراع قابلة للحركة من أجل تغيير وضعية الترس . يزود الترس بشفرة

من أجل الغرس في التربة أو يزود بأسنان في كون التربة أكثر قساوة . يمكن للترس أن يزود بصفائح جانبية للتخفيف من فيضان التربة على الجوانب خلال جرف التربة ، (الشكل ٤ - ١٣) .

- التصنيف :

١ - حسب نوعية الجرار :

أ - مزنجرة ، ومن مميزاتها :

- القدرة على السير في التربة الطرية .
- العمل في الأراضي الصخرية .
- السير على الطرقات غير الممهدة .

ب - مطاطية ، ومن مميزاتها :

- سرعة الانتقال كبيرة .
- عدم الحاجة لآلية خاصة لنقلها من ورشة الى أخرى .

٢ - حسب نوع آلية تحريك القوس :

أ - آلية تحريك الترس هيدروليكية .

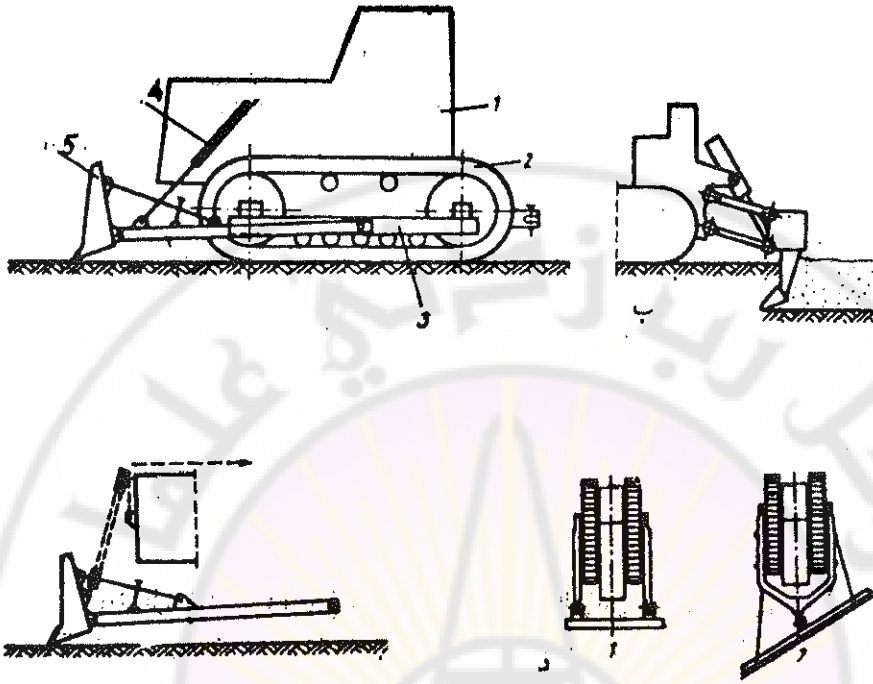
ب - آلية تحريك الترس ميكانيكية (محركات + أسلاك) .

٣ - حسب وضعية الترس :

أ - ترس جبهى : الترس يأخذ وضعية عمودية على مسار حركة الجرار ،

أي إن الأتربة تجرف الى الأمام فقط الشكل ٤ - ١٣ - د .

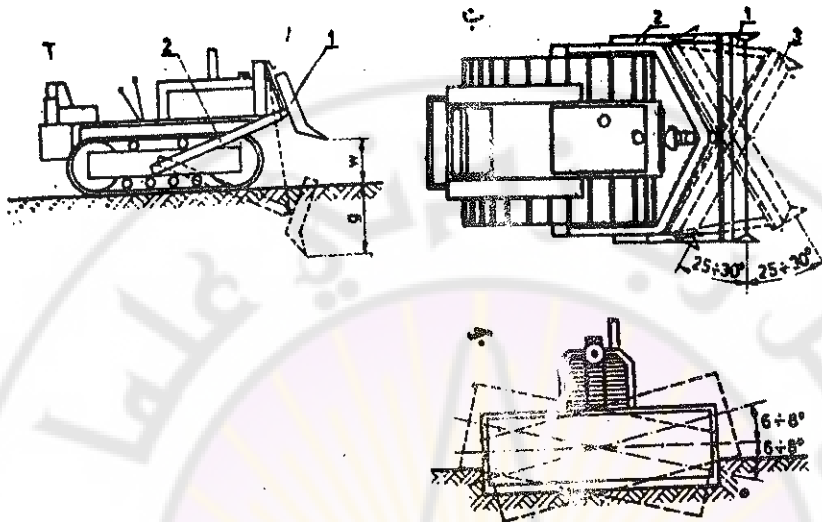
ب - ترس مائل : أي إن الترس يمكن أن يأخذ بالإضافة الى الوضعية الجبهية وضعية مائلة بالنسبة لمسار حركة الجرار ، وفي هذه الحالة يتم جرف



الشكل ٤ - ١٣ بنية البلدوزر

- ٢ - البنية الأساسية : ١ - جرار مزنجر ٢ - الهيكل الحامل ٣ - قضيب حامل الترس ٤ - مكبس هيدروليكي للتحكم بوضعية الترس الشاقولية ٥ - ترس مزود بصفائح جانبية .
 ب - محراث مثبت في مؤخرة الجرار متحرك هيدروليكي .
 ج - آلية ميكانيكية للتحكم بوضعية الترس . د - وضعية الترس ١ - جبهة . ٢ - مائلة .

التربة جانبا . يمكن أن يأخذ الترس أحيانا وضعية مائلة بالنسبة لمستوى السطح الذي يسير عليه وذلك من أجل الحصول على ميول معينة في الاتجاه المتصاعد مع اتجاه سير البلدوزر . تبلغ زاوية الميلان هذه من ٦ - ٨ درجات ، (الشكل ٤ - ١٤) .



الشكل (٤ - ١٤) : الوضعيات الممكنة للترس خلال العمل.
 أ - رفع وتنزيل . ب - تدوير الترس حول محور شاقولي .
 ج - تدوير الترس حول محور أفقي .

إن طول الترس وارتفاعه يتعلقان بقوة الجرار ، ولكن النسبة بين الارتفاع (H) والطول (L) هي عادة :

$$\frac{H}{L} = 0.31 - 0.49 \quad \text{من أجل الترس الجبهي}$$

$$\frac{H}{L} = 0.23 - 0.39 \quad \text{من أجل الترس القابل للتدوير}$$

وكذلك فإن طول الترس عادة هو أكبر من عرض الجرار (B)

$$\frac{L}{B} = 1.10 - 1.40 \quad \text{من أجل الترس الجبهي}$$

$$\frac{L}{B} = 1.20 - 1.75 \quad \text{من أجل الترس القابل للتدوير}$$

ـ مجال الاستخدام :

يستخدم البلدوزر بالإضافة الى عمله الرئيس الذي تم ذكره في التعريف للقيام بعدد كبير من الأعمال ، نذكر منها :

- ـ تنظيف الموقع من الأتقاض •
- ـ الحفر في ساحات واسعة •
- ـ مساعدة الكاشطات في عملها خلال عملية كشط التربة •
- ـ فتح الطرق الأولية في المناطق الوعرة •
- ـ ردم الحفر والخنادق •
- ـ صيانة طرقات النقل في موقع العمل •
- ـ تنظيف مصاطب الحفر وتسويتها •

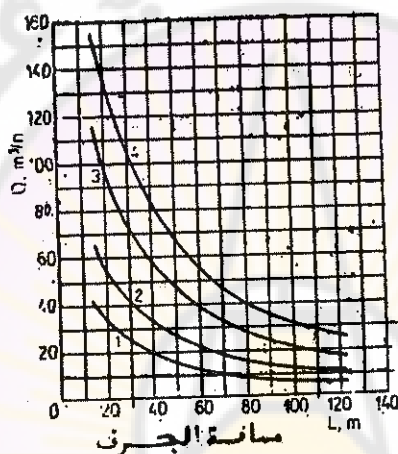
ـ طريقة العمل :

عندما يبدأ البلدوزر في العمل يتخذ الترس وضعية منخفضة ويفرس في التربة الى عمق يتراوح بين ١٠-٣٠ سم ، ومع حركة البلدوزر الى الأمام تتم عملية كشط الطبقة العليا من السطح وتتكون الأتربة المجروفة أمام الترس الذي يقوم بدفعها أمامه مسافة لا تتجاوز ١٠٠ م •

إن أفضل مجال عمل البلدوزر هو من ١٠-٥٠ م اذا كان السطح الذي يعمل عليه أفقيا ، ويمكن للبلدوزر أن يقوم بجرف التربة أمامه لمسافة تصل الى ١٠٠ م اذا كان الجرف يتم على سطح مائل نحو الأسفل • وقد دلت التجارب على أن البلدوزر الذي يعمل باتجاه الميول نحو الأسفل تزداد إنتاجيته بشكل كبير • يوضح

الشكل (١٥-٤) العلاقة بين إنتاجية البلدوزر ومسافة الجرف وميول السطح الذي يعمل عليه . لذلك يجب تنظيم عمل البلدوزر بحيث يستفاد من الميول المتوفرة (الشكل ٤-١٦) .

أما عملية الكشط نفسها فيمكن أن تكون منتظمة حيث يتم غرس شفرة الترس لعمق معين ومن ثم كشط طبقة منتظمة من الأتربة السطحية تتراوح سماكتها من ١٠ الى ١٥ سم وهذا النوع من الكشط ممكن في الأتربة الطرية ، أما اذا كانت



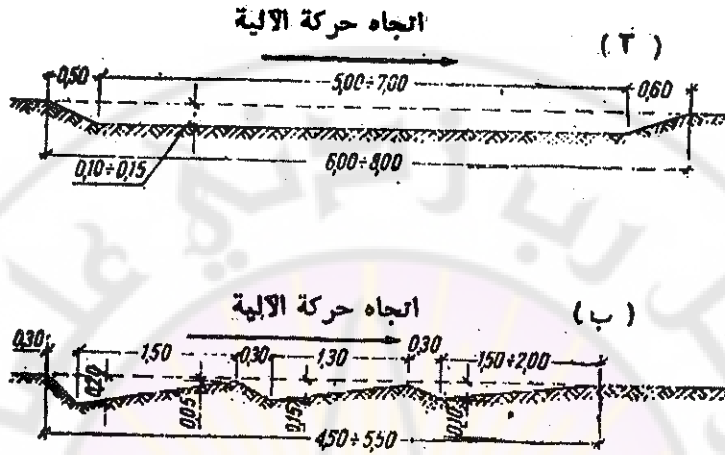
الشكل (٤-١٥) : العلاقة بين إنتاجية البلدوزر ومسافة الجرف وميول السطح من أجل جرار معين .

١- ميول ١٠٪ نحو الأعلى ٢- سطح أفقي ٣- ميول ١٠٪ نزولا ٤- ميول ٢٠٪ نزولا .



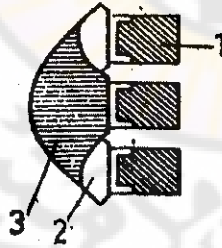
الشكل (٤ - ١٦) : طريقة عمل البلدوزر على الميول .

التربة قاسية فإن الكشط يتم بالتدرج ، يتم غرس الشفرة مرتين أو ثلاثاً خلال عملية الكشط (الشكل ٤ - ١٧) .



الشكل (٤ - ١٧) : طريقة كشط التربة : ٢ - منتظمة ب - متدرجة .

يمكن في حال أعمال التسوية على السطوح الكبيرة تنظيم العمل بحيث يعمل أكثر من بلدوزر جنباً إلى جنب ، وذلك يتطلب أن تكون التربة غير قاسية .
تزداد الإنتاجية نتيجة العمل الجماعي بشكل كبير ، يوضح (الشكل ٤ - ١٨) طريقة عمل أكثر من بلدوزر والفائدة الناجمة عن ذلك العمل المشترك .

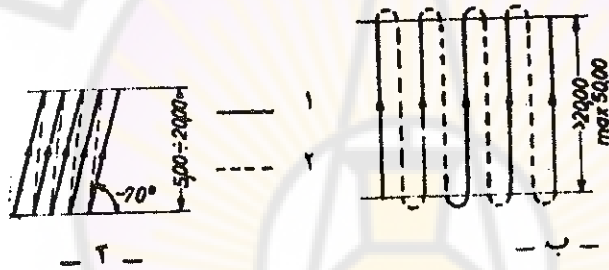


الشكل (٤ - ١٨) : مخطط عمل جماعي لأكثر من بلدوزر

- ١ - بلدوزر .
- ٢ - كمية التربة المحروقة في حال العمل الفردي .
- ٣ - كمية التربة المحروقة في حال العمل الجماعي .

إذا كانت المسافة اللازمة لجرف التربة أكبر من ٢٠م فيفضل في هذه الحالة ألا يقوم البلدوزر بعملية الدوران ليعود الى الوضعية الأساسية من أجل القيام بعملية جرف جديدة ، بل يقوم بتغير اتجاه الحركة الى الوراء فقط . (الشكل ١٩-٤ أ) . يعود السبب في ذلك الى أن دوران الآلية يطيل من دورة الآلية ، وبذلك يكون الوقت اللازم للدوران والعودة الى الوضعية الاساسية أطول مما لو قام بتغيير اتجاه الحركة الى الوراء والعودة دون دوران .

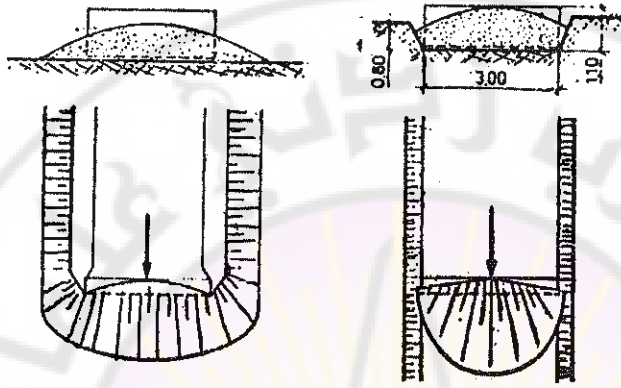
أما إذا كانت مسافة الجرف تتجاوز ذلك فيفضل أن يقوم البلدوزر بالدوران النظامي ليعود ويأخذ وضعيته الاساسية من أجل القيام بعملية جرف جديدة (الشكل ١٨-٤ ب) .



الشكل (١٩ - ٤) : مخطط حركة البلدوزر : ١ - مسافة الجرف ٢ - مسار العودة
 أ - من أجل مسافة جرف اقل من ٢٠ م .
 ب - من أجل مسافة جرف أكبر من ٢٠ م .

تتم عملية الجرف بحد ذاتها بطريقتين : الطريقة السطحية (الشكل ١٩-٤ أ) والطريقة الصندوقية (الشكل ٢٠-٤ ب) . تعتمد الطريقة السطحية على جرف التربة سطحيًا ، وتشكل التربة الفائضة على جوانب الترس خلال الجرف ميولا معينة تخفف من فيضان التربة خلال إعادة عملية الجرف على المسار نفسه . أما الطريقة الصندوقية فتعتمد على تشكيل صندوق على مسار الجرف ، ويتم ذلك بتكرار عملية الجرف على المسار نفسه لعدد معين من الدورات وبذلك يتشكل صندوق يصل عمقه الى ٢٠ م .

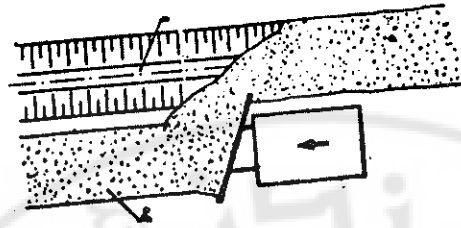
إن الصندوق المتشكل يخفف من فيضان التربة الى الحد الأدنى وبذلك يمكن زيادة مسافة الجرف الى ١٠٠م أو أكثر .



الشكل (٤ - ٢٠) : طرق جرف التربة بواسطة البلدوزر
١ - طريقة سطحية . ب - طريقة صندوقية .

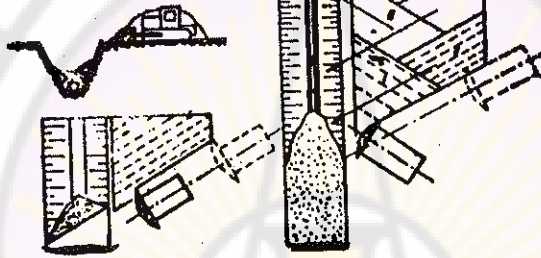
يستخدم البلدوزر مع الترس المائل جانبا للقيام بردم الخنادق . خلال حركة البلدوزر بموازاة الخندق يقوم الترس بجرف التربة جانبا في الخندق (الشكل ٤ - ٢١ - أ) .

أما من أجل ردم الخنادق العريضة ، فيستخدم الترس الجبهي وينظم العمل وفق اسلوبين . يعتمد الأسلوب الموضح في (الشكل ٤ - ٢١ - ب) على جرف التربة بحركة متوازية اتجاهها يصنع زاوية معينة مع مسار الخندق . أما الأسلوب الموضح في (الشكل ٤ - ٢١ - ج) ، فيعتمد على تجزئة مساحات العمل الى رقع . يتم في المرحلة الأولى جرف التربة من الرقعة المجاورة للخندق وإليه . إن مسارات الجرف خلال عمل البلدوزر على الرقع المختلفة ليست متوازية .



(أ)

(ب)



الشكل (٤ - ٢١) : مخطط ردم البلدوزر للخنادق

- حساب الإنتاجية :

البلدوزر آلية ذات عمل دوري ، ومن أجل حساب الإنتاجية فمن الضروري معرفة دور الآلية والذي يتعلق بنوع الآلية وبظروف العمل .

تقدر إنتاجية البلدوزر بكمية الأتربة التي يستطيع معالجتها خلال ساعة واحدة وهي تعطى بالعلاقة التالية :

$$Q = \frac{3600}{T} \cdot V \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \quad m^3/h$$

حيث :

- T — دور الآلية (ثانية)
- V — سعة الوعاء (الترس) ، م^٣
- η_1 — عامل يتعلق بخلخلة التربة
- η_2 — عامل يتعلق بملء الترس
- η_3 — عامل استغلال الزمن في يوم العمل
- إن دورة الآلية T تتألف من زمن ثابت وزمن متغير

t_{const} — الزمن الثابت : وهو لا يتعلق بنوعية التربة ومسافة كشط التربة وجرفها بل يتعلق بنوع البلدوزر وأسلوب عمله، أي بالطريقة المتبعة في كشط التربة وجرفها وبخطط حركة البلدوزر ، أي هو مجموع الأزمنة اللازمة للقيام بجميع الحركات الميكانيكية ماعدا الزمن اللازم لقطع المسافات . ويتألف الزمن الثابت من الأزمنة التالية :

$$t_{const.} = t_1 + t_2 + t_3$$

t_1 — الزمن اللازم لتغيير وضعية علبة السرعة ويقدر بنحو ١٠ ثوانٍ كل مرة يتم فيها تغيير الوضعية .

t_2 — زمن تغيير اتجاه الحركة ويقدر بنحو ١٠ ثوانٍ .

t_3 — زمن رفع الترس أو إنزاله ويقدر بنحو ١٠ ثوانٍ .

$t_{var.}$ — الزمن المتغير : وهو الزمن اللازم من أجل كشط التربة وجرفها إلى

المكان المحدد ومن ثم العودة الموضعية الأولية . وهو يساوي :

$$t_{var.} = \frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} + \frac{L_1 + L_2}{V_3}$$

L_1 — مسافة الكشط .

• L_2 — مسافة الجرف

• v_1 — سرعة الكشط

• v_2 — سرعة الجرف

• v_3 — سرعة العودة

أما بالنسبة لسعة الوعاء (الترس) فتحسب حسب العلاقة:

$$V = \frac{L \cdot H^2 \cdot \mu}{2 \operatorname{tg} \varphi} \text{ (m}^3\text{)}$$

حيث:

• L — طول الترس

• H — ارتفاع الترس

• φ — زاوية احتكاك التربة المخلخلة (الزاوية التي يصنعها الكوم الترابي

المخلخل مع سطح الأرض)

• μ — عامل فقدان التربة خلال الجرف وهو يساوي:

1.00 من أجل مسافة جرف $L_2 = 20 \text{ m}$

0.45 من أجل مسافة جرف $L_2 = 50 \text{ m}$

0.20 من أجل مسافة جرف $L_2 = 100 \text{ m}$

٤-٥-٢ الكاشطات:

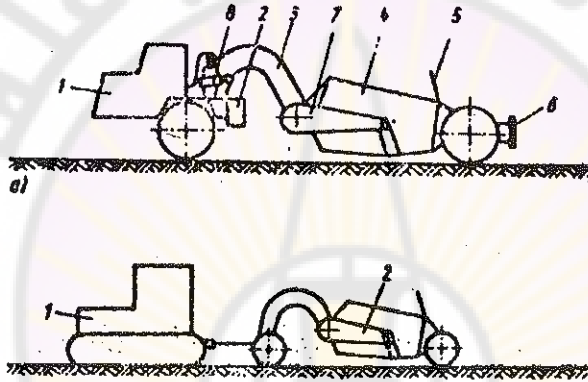
— التعريف:

هي آلات مخصصة من أجل كشط التربة وتحميلها ونقلها وإعادة فرشها على طبقات منتظمة وأحيانا من أجل رص التربة أيضا. تعد الكاشطات آلات مستقلة لأنها تستطيع العمل وحيدة دون الاشتراك مع آلات أخرى خلال عملها.

ـ البنية :

تتألف من ثلاثة أقسام رئيسة هي :

- ـ هيكل حامل يرتكز على دواليب مطاطية .
- ـ وعاء محمول على الهيكل الحامل سعة ٦ - ٥٠ م^٣ مزود بشفرة أو أسنان للغرس في التربة وتحميلها .
- ـ آلية لتحريك الوعاء .



الشكل (٤ - ٢٢) : بنية الكاشطة

- ١ - كاشطة متحركة ذاتياً : ١ - آلية الجر ٢ - مضخة هيدروليكية لتحريك الوعاء ٣ - رقبة حاملة ٤ - وعاء الجرف والنقل ٥ - جدار خلفي لدفع التربة إلى الخارج ٦ - مصدر للآليات المساعدة خلال الكشط ٧ - هيكل حامل ٨ - مكبس هيدروليكي .

ب - كاشطة مقطورة : ١ - جرار ٢ - كاشطة .

ـ التصنيف :

تصنف الكاشطات من عدة جهات نظر منها :

١ - حسب نوعية الجر :

أ - متحركة ذاتيا ، أي إن الكاشطة مثبتة مع آلية الجر وتشكلان معا آلية واحدة .

ب - مقطورة ، وهي تحتاج لجرار تعلق به لتستطيع العمل ، وهنا نميز بين :

— وحيدة المحاور

— مزدوجة المحاور

— متعددة المحاور

٢ - حسب كيفية تحريك الوعاء :

أ - تحريكاً هيدروليكياً .

ب - تحريكاً ميكانيكياً (محركات + أسلاك) .

٣ - حسب كيفية تفرغ الوعاء :

أ - تفرغاً ميكانيكياً : الجدار الخلفي للوعاء يتحرك الى الأمام ويدفع التربة خارجاً خلال التفرغ .

ب - تفرغاً عادياً : الوعاء يدور حول محور أفقي . تندفع التربة الى الأسفل بفعل الثقالة الأرضية .

٤ - حسب نوعية الجر :

أ - آلية جر مزنجرة .

ب - آلية جر على دواليب مطاطية .

— مجال الاستخدام :

تستخدم الكاشطة من أجل القيام بالأعمال التالية :

- حفر صندوق الطريق وردم جسم الطريق •
- أعمال حفر الأقبية العريضة •
- تسوية السطح ذات الرقعة الواسعة (مطارات) •
- أعمال السدود الترابية •
- أعمال استخراج من أماكن الاستخراج المكشوفة •

يتراوح مجال عمل الكاشطات بين ٣٠ - ٢٠٠٠ م وفي بعض الحالات قد تصل مسافة النقل إلى ٤٠٠٠ م. يفضل من أجل مسافات النقل القصيرة استخدام الكاشطات المجرورة بواسطة جرار مزنجر ، ومن أجل المسافات الطويلة تفضل الكاشطات المجرورة بواسطة جرار ذي دواليب مطاطية وغالباً ماتكون في هذه الحالة كاشطات متحركة ذاتياً •

— طريقة العمل :

عندما تبدأ الكاشطة عملها فان الوعاء ينخفض وتغرس الشفرة في التربة لمسق يتراوح بين ١٠ - ٣٠ سم، وعندما تتحرك الآلية الى الأمام فان التربة تدفع الى داخل الوعاء الى أن يمتلئ فتغلق الفتحة التي اندفع من خلالها التراب الى الداخل ويرتفع الوعاء قليلاً فوق سطح الأرض ومن ثم تنقل التربة الى المكان المخصص ، وهنا يفتح الجدار الأمامي وتتدفق التربة من الفتحة وخلال سير الآلية يتم فرش التراب على طبقات تصل حتى ٤٠ و ٥٠ سم. إذا كانت الدواليب الخلفية لا تتجاوز عرض الوعاء ، فانها تقوم برص التربة التي تم فرشها توالاً • يوضح (الشكل ٤-٢٣) طريقة عمل الكاشطات •

إن كيفية كشط التربة تتعلق أيضاً بدرجة تماسك التربة (مساواة التربة) ، أما كيفية كشط التربة المألوفة بواسطة الكاشطات فتتم حسب (الشكل ٤ - ٢٤) • يعتمد هذا الكشط على الفرس السريع والعميق لشفرة الوعاء في المرحلة الأولى من



(أ)



(ب)



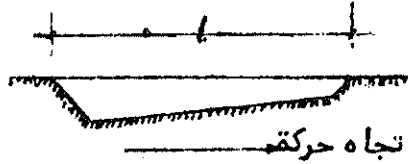
(ج)



الشكل (٤-٢٣) : أسلوب عمل الكاشطات .

١ - مرحلة الكشط . ب - مرحلة نقل التربة . ج - مرحلة تفريغ التربة .

الكشط (في التربة الطرية قد تستمر عملية غرس الشفرة خلال سير الآلية لمسافة ٢-٣) ، ولكن مع ازدياد غرس الشفرة في التربة يزداد الاجهاد على الآلية وقد يسبب ذلك عدم تمكنها من الاستمرار في الحركة ومن أجل تجنب وقوف الآلية فإنه من الضروري رفع الشفرة تدريجياً خلال المرحلة الباقية من الجرف .



الشكل (٤ - ٢٤) : الكشط السطحي بوساطة الكاشطات .

أما الطريقة المتدرجة لكشط التربة فنتبع من أجل التربة الأكثر قساوة ، ففي حين يصل الغرس الأول الى ٣٠ سم فإن الغرس الأخير قد لا يتجاوز ٨-١٢ سم (الشكل ٤-٢٥) ، ونتيجة التغير التدريجي لعمق الغرس في التربة فإنه يتم دفع التربة الموجودة داخل الوعاء بطريقة ديناميكية نحو مؤخرة الوعاء بحيث يمتلئ الوعاء بالتربة بشكل جيد ، وبهذه الطريقة من الكشط يصل عامل تعبئة الوعاء الى ١٤١ ÷ ١٤٢ .

في حال كون التربة غضارية متماسكة جدا فإن عمل الكاشطات يصبح تقريبا غير مجد ، ففي هذه الحالة يمكن أن تزود شفرة الوعاء بأسنان من أجل خلخلة التربة وبذلك تزداد انتاجية الآلية بشكل كبير قد تصل الى ١٠٠٪ ، وبالعكس فإن تزويد الشفرة بأسنان من أجل العمل في التربة الغضارية غير المتماسكة يعطي نتائج معكوسة بسبب زيادة المقاومات التي يجب أن يتغلب عليها محرك الآلية .

ومما يجدر ذكره أخيراً ، أن قدرة المحرك خلال عملية الكشط تتوزع حسب النسب التقريبية التالية :

٢٠٪ من أجل التغلب على مقاومات الحركة .



الشكل (٤ - ٢٥) : الطريقة المتدرجة لكشط التربة بوساطة الكاشطات

- ٣٠٪ من أجل التغلب على مقاومات الكشط .
- ٥٠٪ من أجل تعبئة التربة (دفع التربة) داخل الوعاء .

لذلك فإن التصميم الحديثة للكاشطات لابد من الاعتبار تزويد الوعاء بسير ناقل مثبتة عليه صفائح (مجارف) تقوم بدفع التربة المندفعة الى الوعاء نحو الأعلى وذلك للتقليل من مقاومة الأتربة داخل الوعاء وبالتالي تعبئة الوعاء بشكل أفضل .

يجب أن تتم تعبئة وعاء الكاشطة بعمق لا يقل عن ٥٠ سم . يفضل أن يكون عمق الكاشطة على طبقات رقيقة لأن ذلك يؤدي الى خلخلة التربة . في يسول عملية تعبئة الوعاء ونحصل على تعبئة أفضل .

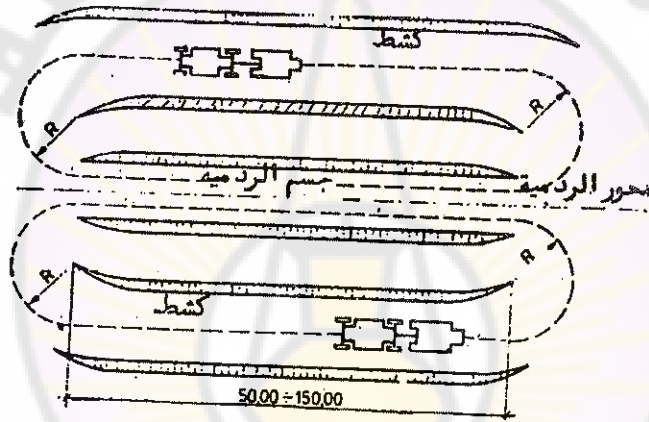
إن نقل الأتربة على ميول على الإنتاجية ، لذلك ينصح بمساحة زعاق كالألحاح على سرعة نقل مقبولة وبالتالي دور عمل صغير .

يتم تفرغ الوعاء بفرش السير الآلية وبسماكة نحو ٢٠ سم . يمكن التحكم بسماكة الطبقة التربة بواسطة رفع فوهة الوعاء أو انزالها عن السطح الذي يفرش عليه الأتربة ، ولا يصح باستخدام آلية خاصة لتسوية الأتربة المفروشة سابقا . يمكن أن تقوم الكاشطة برص التربة المفروشة اذا كانت رطوبة التربة قريبة من الرطوبة المطلوبة ، وإذا كانت الكاشطة تقوم بمرور متساو على الطبقات المفروشة .

تقوم الكاشطة بعملها من خلال مخططات حركة رئيسية (مسارات) . يتعلق اختيار أحد المخططات دون غيره بأبعاد رقعة العمل ونوعية المنشأ والمسافة بين كشط التربة وتفرغها وغيرها من العوامل . إن أهم مخططات حركة الكاشطات المستخدمة

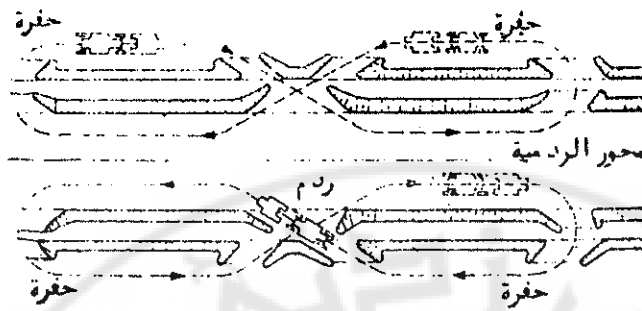
هي الحركة البيضوية وحركة ∞ والحركة المتناوبة والحركة الحلزونية .

تستخدم الحركة البيضوية لتنفيذ الردميات غير العالية ولغاينة ٢م ارتفاعا .
يتم في هذه الحركة كشط التربة من جوانب الردمية أو من حفر غير عميقة .
تستخدم هذه الحركة عندما تكون جبهة العمل غير طويلة ٥٠ - ١٥٠م (الشكل ٤ - ٢٦) .
يلاحظ من الشكل أن الآلية تقوم بدوران ١٨٠° في نهاية قسم العمل وبدايته ، وفي كل طرف من هذا القسم يتحتم على الآلية أن تصعد إلى أعلى جسم الردمية أو تنزل منه . لهذه الأسباب يفضل أن تستخدم هذه الحركة عندما تكون جبهة العمل (وقسم العمل) هي المسافة الكاملة التي ينفذ فيها جسم الردمية .

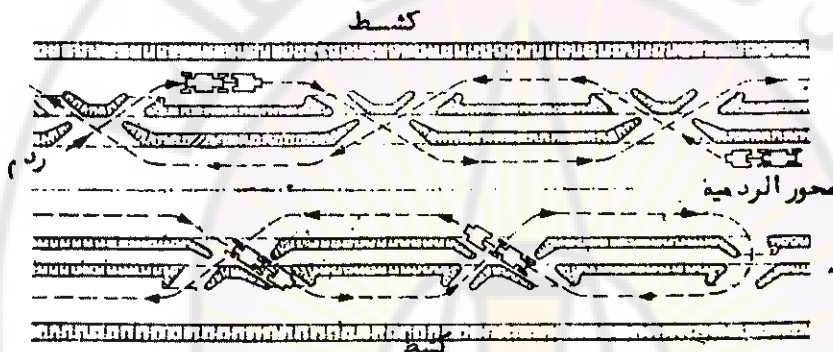


الشكل (٤ - ٢٦) : مخطط حركة بيضوية لتنفيذ ردمية بكشط التربة من الجوانب.

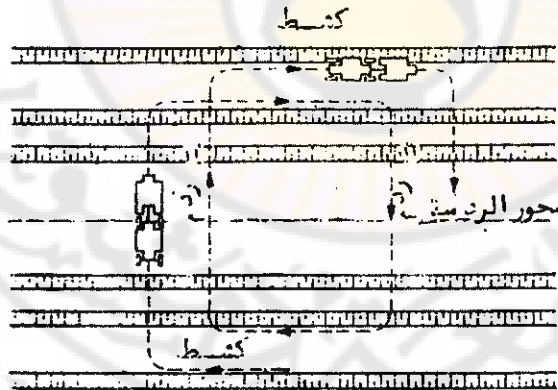
حركة ∞ (الشكل ٤-٢٧)، هي حركة قريبة من الحركة البيضوية، وتستخدم أيضا من أجل تشكيل الردميات بكشط جوانب الردمية . تختلف هذه الحركة عن سابقتها بأنها تحتاج الى دوران واحد في كل عملية كشط وردم وتقوم الآلية خلال دورة العمل الواحدة بالكشط والردم مرتين . تستخدم هذه الحركة من أجل تنفيذ الردميات التي يكون طولها أكبر من سابقتها ولكن ليس أكثر من ضعف طول الردمية المنفذة بواسطة الحركة البيضوية .



الشكل (٤ - ٢٧) : مخطط حركة ∞ لتنفيذ ردمية بكشط التربة من الجوانب.



الشكل (٤ - ٢٨) : مخطط حركة متناوبة لتنفيذ ردمية بكشط التربة من الجوانب.



الشكل (٤ - ٢٩) : مخطط حركة حلزونية لتنفيذ ردمية . كشط التربة من الجوانب.

أما الحركة المتناوبة (الشكل ٤ - ٢٨)، فهي تطوير للحركة ∞ وتستخدم من أجل تنفيذ المنشآت ذات المسار الطويل • هذه الحركة تقلل دوران الآلية إلى الحد الأدنى •

يوضح (الشكل ٤ - ٢٩) الحركة الحلزونية • يتم كشط التربة من جانبي الردمية وباتجاه متوافق مع محور الردمية • أما الردم فيتم على مسار متعامد مع محور الردمية • تستخدم هذه الحركة إذا كان عرض الردمية كبيراً وكافياً من أجل تفريغ الوعاء •

٣ - حساب الإنتاجية :

تُحسب إنتاجية الكأشطات حسب العلاقة :

$$Q = \frac{60}{T} V \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$$

حيث : η_1, η_2, η_3 — كما ورد في حساب إنتاجية البلدوزر •

V — سعة الوعاء •

T — دور عمل الآلية وهو يساوي : $T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$

حيث الأزمنة الجزئية هي : زمن خلخلة الوعاء وتعبئته ، زمن نقل الأتربة ، زمن كشط التربة (تفريغ الوعاء) ، زمن العودة وزمن المناورة (تغيير علبة السرعة واتجاه الحركة) •

٤-٥-٤ الفريدر :

- التعريف :

آلية مخصصة بالدرجة الأولى للقيام بأعمال تمهيد طبقات السطوح العليا وتبويتها (التسوية النهائية) • ويمكن استخدامها أيضا من أجل القيام بعمليات جرف التربة لمسافة لا تتجاوز ٣٠م اذا كانت التربة تسمح بذلك •

- البنية :

يتألف الفريدر من الاجزاء الرئيسية التالية :

- هيكل حامل يتألف من ذراع طويلة ترتكز على دواليب مطاطية من جهة وجرار من جهة ثانية •

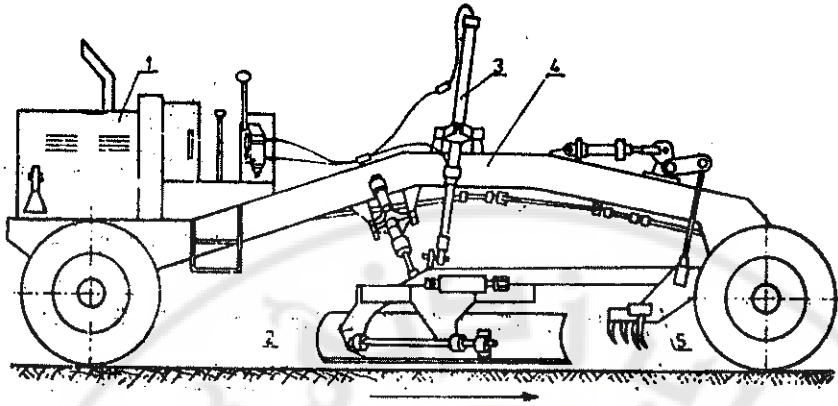
- الترس المحمول على الهيكل وهو قابل للدوران حول محور أفقي وشاقولي وقابل أيضا للانزاح الى اليمين أو اليسار بالنسبة الى المحاور الطولي للآلية • دواليب الفريدر قابلة للميل على محور استنادها مما يمكنها من العمل على سطوح مائلة يصل ميلها الى ٣٠٪ • يوضح (الشكل ٤-٣٠ والشكل ٤-٣١) بنية الفريدر •

- التصنيف :

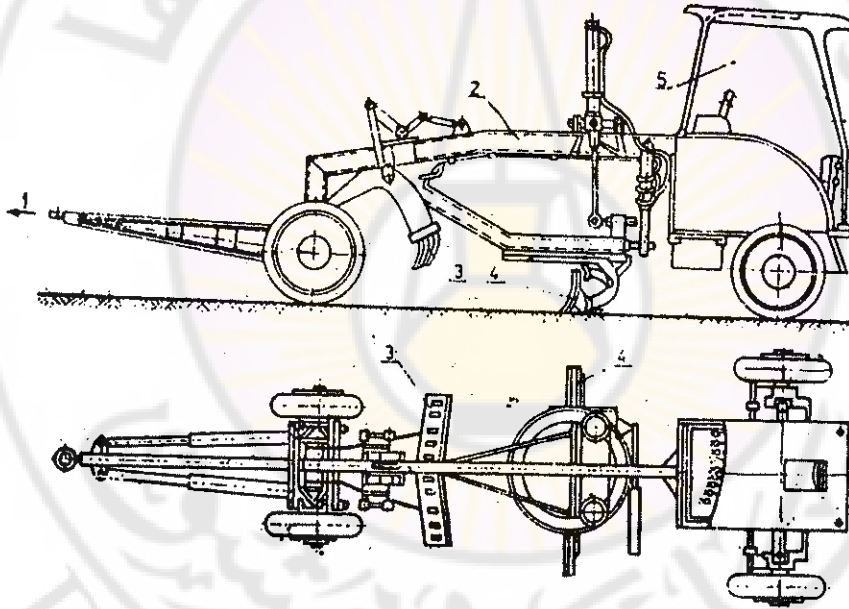
١ - حسب نوعية الجر :

- متحركة ذاتيا ، أي إن الهيكل مثبت مع آلية الجر ويشكل معا آلية واحدة •

ب - مقطورة ، الفريدر يتم ربطه بآلية جر منفصلة •



الشكل (٣٠ - ٤) : بنية الفريدر المتحرك ذاتيا.
١- محرك ٢- ترس ٣- مكبس تحريك القوس ٤- هيكل حامل ٥- تجهيز إضافي.



الشكل (٣١ - ٤) : بنية الفريدر المقطور
١- جرار ٢- هيكل ٣- تجهيز إضافي ٤- ترس ٥- قمرة القيادة.

٢ - حسب نوعية التوجيه :

- أ - هيدروليكية •
- ب - بوساطة كابلات •

- مجالات الاستخدام :

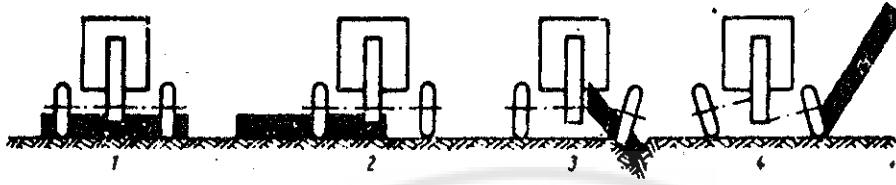
- تمهيد السطوح وتسويتها وإعطاء المقطع الشكل المطلوب •
 - مزج الأتربة ومواد البناء •
 - صيانة الطرقات التي تستعملها آليات الورشة •
 - تنفيذ الميول الجانبية •
- يوضح (الشكل ٤ - ٣٣) ظروف العمل التي يمكن للغريدر العمل فيها وأنواع الاعمال التي ينفذها ومرونة عمله •
- طريقة العمل :

يعتمد عمل الغريدر على إعطاء الترس الوضعية الفراغية المعينة من أجل تنفيذ المقطع المطلوب ، وخلال سير الآلية يقوم الترس بجرف الطبقات السطحية العليا للأتربة وتوزيعها بشكل متساوٍ على السطح •

- حساب الإنتاجية : تحسب إنتاجية الغريدر وفق العلاقة التالية :

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

حيث : A — إنتاجية الغريدر المقدرة بالسطح المهد خلال ساعة m^2/h .
L — طول الشوط ، m .



الشكل (٤ - ٣٢) : مجالات استخدام الفريدر والوضعية الممكنة للترس .
 ١- الترس في الوسط ٢- الترس خارج الآلية ٣- حفر الخنادق ٤- تسوية
 السطوح المائلة (ترس مائل) ٥- تسوية السطوح المائلة (الفريدر على السطح)
 ٦- حركة لا محورية (خطوة الذئب) .

- l — طول الترس ، m .
- α — زاوية ميلان الترس عن الوضعية الجبهية له .
- 0.5 — عامل تصحيحي يأخذ بعين الاعتبار تداخل الأشواك .
- m — عدد الأشواك اللازمة من أجل تمهيد السطح .
- v — سرعة الآلية خلال التمهيد .
- t_1 — الزمن اللازم من أجل تغيير اتجاه الآلية .
- η — عامل استغلال الزمن .

٤ - ٥ - ٥ الطرق الهيدروميكانكية لتنفيذ الاعمال الترابية

تشمل هذه الطرق أعمال جرف التربة لسطح ما ونقلها وتوزيعها ضمن حدود الموقع أو خارجه • وتتم كل هذه الاعمال بوساطة الماء •

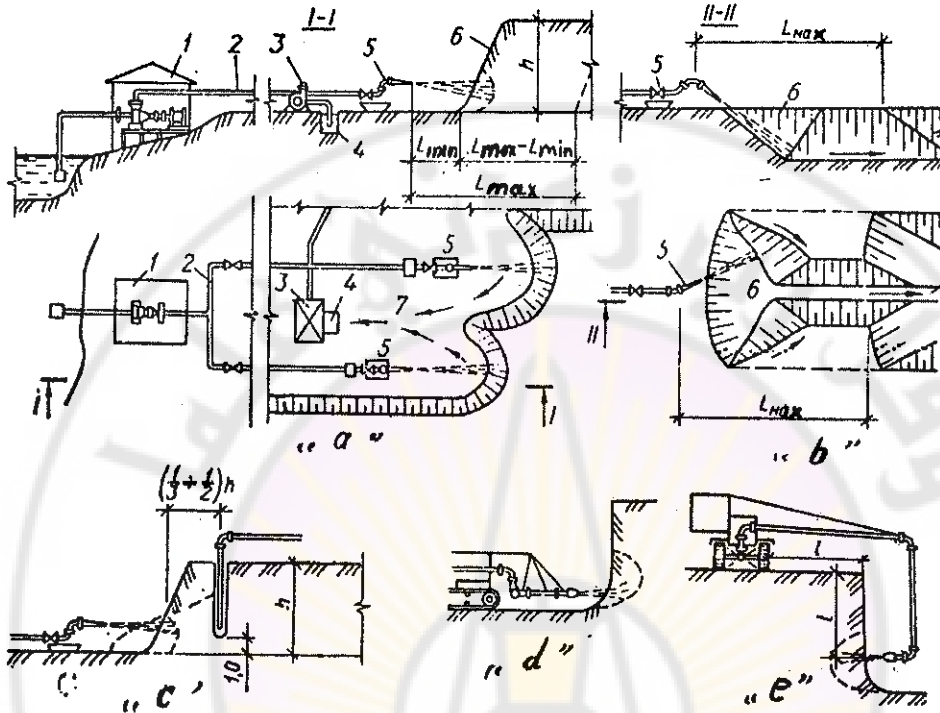
تتميز هذه الطرق بارتفاعها العالية واستمرارية تنفيذ الاعمال بما في ذلك في الأماكن التي يصعب علينا الوصول إليها • مما يمكننا من تنفيذ هذه الاعمال تحت سباح الماء أو تحت سطح الأرض دون اللجوء الى تنفيذ أعمال مساعدة مثل تجفيف التربة وإنزال مناسيب المياه الجوفية وما الى ذلك من أعمال مرافقة ومساعدة •

إلا أن هذه الطرق تتطلب إنشاء شبكة من الانابيب والبواري المائلة للماء إضافة الى تجهيزات فنية خاصة • ولذلك فإن استخدام هذه الطرق اقتصادي وفعال في الاعمال التي تتضمن حجوما كبيرة من الاعمال الترابية ونوعيات من التربة قابلة للذوبان في الماء ، إضافة الى توفر مصادر الحصول على الماء والطاقة •

نقوم للقيام بأعمال التسوية بحفر التربة بوساطة الماء في أماكن الحفر ونقلها أيضا بوساطة الماء الى أماكن الردم • ولكن في أغلب الأحيان نقوم بجرف مساحات واسعة بالماء من أماكن أخذ للتربة تتوضع إما على سطح الأرض (اليابسة) أو تحت سطح الماء (قعر الانهار والبحيرات) •

عند أخذ التربة من أماكن على سطح الأرض نستخدم ما يسمى مدافع الماء الشكل (٤ - ٣٣) •

أما عندما نقوم بجرف التربة اللازمة لإنشاء الردميات أو تنظيف قعر الانهار وتوسيعها فاننا نستخدم أجهزة خاصة تقوم بعملية تجريف التربة بوساطة الماء كما في الشكل (٤ - ٣٤) •



الشكل (٣٣-٤) معالجة التربة بواسطة مدافع الماء

- a — طريقة الحفر الجبهي من الاسفل الى الاعلى — طريقة الحفر التراجعي
 من الاعلى الى الاسفل — c — الحفر الجبهي من الاسفل الى الاعلى بمساعدة
 الآبار — d — المدافع المحمولة على مجنزرات — 1 — محطة ضخ — 2 — أنبوب
 تغذية بالمياه — 3 — مضخة ضخ للخليطة الطينية — 4 — حفرة تجميع — 5 — مدافع الماء
 — 6 — جبهة العمل — 7 — قنوات لتصريف الخليطة الطينية .

مدافع الماء : تتألف من اسطوانة معدنية ذات ساعد يمكن تحريكها في جميع
 الاتجاهات الشاقولية والافقية موصولة بأنبوب ضخ للماء من محطة ضخ خاصة .
 تتركب في مقدمة الاسطوانة المعدنية فوهة للتحكم بشدة خروج الماء من المدفع

وشكله بطاقة دفع قوية تقوم بحفر التربة وجرفها وتشكيل مايسى بالخليطة الطينية والتي تتجه بعد تشكلها عبر قنوات تصريف سطحية أو عبر بوازي تصريف لمكان توزيع التربة أو تشكيل الردميات .

عندما يكون مكان الردم أو التوزيع أعلى من مستوى الحفر أو حين النقل لمسافات بعيدة ، فإننا ننقل الخليطة الطينية بواسطة مضخات خاصة تضخ الماء الحامل للتربة انظر الشكل (٤ - ٣٣ - a) ووفقا لتصنيف صعوبة التعامل مع التربة بهذا الاسلوب فإن التربة الرملية تعد من الدرجة I و II والتربة الغضارية من الدرجة III . VI والماء اللازم لمعالجة ١ م^٣ تربة رملية من ٣ - ٩ م^٣ بضغط قدره ٠.٢٥ ميغاباسكال . والماء اللازم لمعالجة ١ م^٣ تربة غضارية من ٥ - ١٤ م^٣ وتحت ضغط من ٠.٢ - ٠.٧ ميغاباسكال .

الماء اللازم لمعالجة ١ م^٣ تربة (رملية + غضارية + بحص) كنفلوميرات تحتاج الى ٢٢ م^٣ ماء .

تتحكم بكمية الماء وسرعة تدفقه بواسطة تغيير فوهات المدافع المستخدمة من (٥٠ - ٢٠٠ مم) وضغط من ٠.٢ حتى ١٥٠ ميغاباسكال .

يمكن حساب الانتاجية حسب كمية الماء المتدفق من مدافع الماء اللازم لحفر ١ م^٣ تربة بالعلاقة التالية :

$$Q_w = F \cdot v = F \cdot \eta \cdot \sqrt{2g \cdot P}$$

حيث F — مساحة المقطع العرضي لفوهة المدفع عند المخرج (م^٢) .

v — سرعة خروج الماء من الفوهة م/ثا .

η — عامل الاستهلاك ويساوي : 0.93 ÷ 0.9 = η .

- g — تسارع السقوط الحر (م/ث^٢)
- p — الضغط عند الفوهة (باسكال)

ويمكن حساب الانتاجية حسب كمية التربة المنقولة بواسطة الماء بالعلاقة التالية :

$$Q_s = 3600 Q_w / q_s$$

حيث q_s — حجم الماء (م^٣) اللازم لحفر ١ م^٢ من التربة ونقله .
هناك أسلوبان لحفر التربة بواسطة مدافع الماء :

١ — الحفر الجبهي من الاسفل الى الاعلى انظر الشكل (٤ — ٣٣ — a) :
يركز مدفع الماء على القاعدة المواجهة لجهة الحفر ويتقدم بالاتجاه المعاكس لتصريف الماء الحامل للتربة المحفورة . تختلف طريقة معالجة التربة الرملية عن طريقة معالجة التربة الغضارية .

تقذف التربة الرملية غير المتناسكة بتيار الماء على عرض جبهة العمل ذات الميول المساوية زاوية الميول الطبيعي . التربة الغضارية المتناسكة ميولها الطبيعية قريبة من الشاقول ولذلك نقوم بقص قاعدة جبهة العمل من الاسفل حتى انهيار كتلة التربة العليا ومن ثم نقوم بتصريف التربة المنهارة وتجريفها بواسطة الماء المندفعة .

يعد قص قاعدة جبهة العمل من أصعب العمليات إذ أنه لحفر ١ م^٢ من التربة نحتاج الى ما يصل الى ٥٠ م^٣ ماء . ولكننا نستطيع تعويض ذلك ونرفع الانتاجية اذا حققنا دورية أكثر لعدد لانهايات .

ويمكننا زيادة الانتاجية وذلك بواسطة ضخ الماء في آبار شاقولية أمام

المناطق التي تقوم بجرفها بواسطة مدافع الماء تحت ضغط ٧٠ ميجا باسكال • انظر الشكل (٤ - ٣٣ - ٥) إذ أن زيادة رطوبة التربة تسهل عملية الحفر بواسطة مدافع الماء وبخاصة في التربة ذات المسامات الهوائية ، وحين ذلك فإن ارتفاع جبهة الحفر يمكن أن يصل إلى عشرين مترا •

فيما يتعلق بالتربة الثقيلة يستحسن أن تقوم مبدئيا بعملية الخلطة المسبقة بواسطة البلدوزر أو بالتفجير • حرصا على مراعاة متطلبات أمن العمل تحدد المسافة العظمى لاقترب مدفع الماء من الوجه الجبهي للتربة بالعلاقة التالية :

$$L_{\min} \geq \varphi \cdot h$$

حيث φ — عامل اقتراب مدفع الماء من السطح الشاقولي للتربة المعالجة •

$\varphi = 0,8 \div 1,2$ — عندما يوجه مدفع الماء يدويا •

$\varphi = 0,5$ — عندما يوجه مدفع الماء بأسلوب نصف آلي •

$\varphi = 0,3$ — عندما يوجه مدفع الماء آليا •

h — ارتفاع جبهة العمل (م) •

تكون عادة القوة الاعظمية لشدة تيار الماء المندفِع على مسافة ٣-٤ أمتار من فوهة المدفع، لهذا يفضل استخدام المدافع عن قرب من جبهة العمل، وارتفاع جبهة العمل يجب ألا يقل عن ثلاثة أمتار •

عند زيادة بعد مدفع الماء عن جبهة العمل تقل فعالية الحفر ولذلك فإن المسافة العظمى لبعُد مدفع الماء عن سطح جبهة العمل تحدد بالعلاقة :

$$L_{\max} = (0,2 \dots 0,4) P$$

حيث يُستخدم العامل 0,2 — عند استخدام مدفع ماء ذي ضغط $P \leq 0,8$ (ميجا باسكال) •

تقوم بتقديم موضع تركيز مدفع الماء بعد حفر مسافة قدرها L تحدد بالعلاقة :

$$L = L_{\max} - L_{\min}$$

تنحصر مساوىء هذا الاسلوب في الحفر ببقاء أجزاء من التربة غير محنورة مما يتطلب معالجة لاحقة بواسطة البلدوزر .

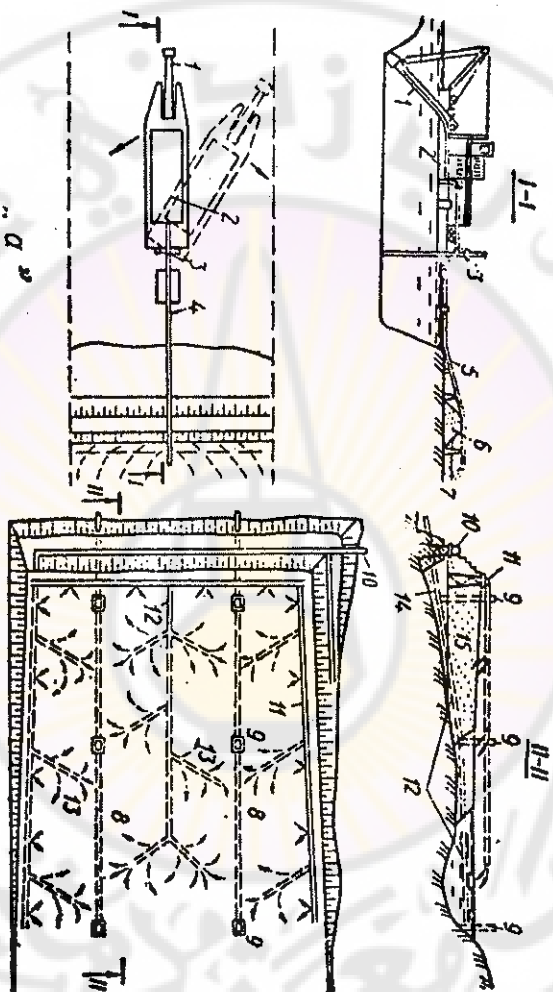
٢- الحفر التراجعي : الشكل (٤ - ٣٣ - b) تتوضع مدافع الماء على السطح العلوي لحافة الميول . ينطبق اتجاه الماء مع اتجاه تصريف الخليطة الطينية .

نقوم بواسطة تيار الماء المندفع بحفر قناة محورية لتصريف الخليطة الطينية ثم نقوم بحفر التربة القريبة من المدفع وعلى حواف القناة المحورية . عرض جبهة العمل يتراوح ما بين ١٠-١٥ مترا .

تكمن أفضلية أسلوب الحفر التراجعي في أن مدفع الماء يتوضع على مكان جاف . يستخدم تيار الماء للتصريف الأسرع للخليطة الطينية الى أماكن تجميعها ونقلها .

إلا أن هذا الاسلوب يتميز أيضا بضعف الانتاجية الناتج عند صعوبة حفر قناة التصريف وصعوبة تشكيل الإنهيارات ولذلك تميز أسلوب الحفر الجبهى وبخاصة عند حفر التربة الثقيلة والمتماسكة بانتشار أوسع في الاستخدام ، أسلوب الحفر التراجعي غالبا ما يستخدم لحفر التربة الرملية والتربة الغضارية الطرية .

نستخدم في أسلوب الحفر التراجعي مدافع الماء المحمولة على مجنزرات الشكل (٤ - ٣٣ - e, d)



الشكل (٤ - ٣٤) تنفيذ الاعمال الترابية بواسطة أجهزة تحريف التربة من تحت الماء لإنشاء الردييات

- a — عمل أجهزة الجرف العائمة b — إنشاء الردييات 1 — جهاز الجرف 2 — عوام مزودة بمحطة ضخ 3 — أوتاد تثبيت
- 4 — أنبوب ضخ عالم 5 — أنبوب ضخ مرفوع من سطح الأرض 6 — حاجز ترابي 7 — مكان توزيع التربة 8 — قنوات
- تصريف الماء 9 — حفر تجميع الماء 10, 11 — أنابيب توزيع الخليطة الطينية 12, 13 — أنابيب توزيع 14, 15 — مستويي
- الردم الأول والثاني .

يمكن أن يتم نقل التربة تلقائياً عندما تعطى ميول محددة لمجاري التصريف تتعلق بنوعية التربة والحجم الحبي لهذه التربة .

عندما يتم النقل بواسطة الانابيب أو البواري وتحت ضغط معين من حفرة تجميع خاصة بوساطة مضخات خاصة أو دوايب ضخ إلى أماكن تجميعها أو تشكيل الردميات . يجب أن لا تقل سرعة جريان تيار الماء الناقل للتربة عبر أنابيب أو بواري التصريف عن السرعة الحدية المانعة لترسب التربة من الماء الناقل لها .

اجهزة تجريف وضخ التربة من تحت الماء : تقوم بوساطة هذه الاجهزة بتعزيز قاع المجمعات المائية وذلك بتجريف وضخ الخليطة الطينية على مساحة محددة تحت الماء تحت ضغط معين بوساطة الانابيب إلى مناطق التصريف أو انتشار الردميات .

تتألف أجهزة تجريف التربة وضخها من تحت الماء ، الشكل (٤-٣٤ - a) من عوامة مجهزة بمعدات تجريف وخلخلة لتربة قعر المجمعات المائية - مضخة للماء الناقل للتربة على سطح العوامة - أنبوب عائِم متصل بالياصة - أوتاد ومراس لتثبيت المجموعة أثناء تنفيذ الاعمال .

يبدأ العمل بفرس جهاز التجريف لمنسوب معين في قعر المجمع المائي وبعد بدء العمل يتحرك الجهاز إلى الخلف وإلى الامام إضافة إلى الجوانب لتوسيع جبهة العمل .

تصل انتاجية مثل هذه الاجهزة حتى ١٥٠ م^٣/سا وقدرة نقل للتربة المنحلة بالماء تصل لمسافة ٣٥ كم .

نحتاج لمعالجة ١ م^٣ من التربة الرملية إلى ٧-١١ م^٣ ماء ونحتاج لمعالجة ١ م^٣ من تربة رملية خشنة وحصويات ١٤-٢٢ م^٣ ماء . هذا الاسلوب من الحفر

يستخدم لتنفيذ الردميات ويتم ذلك من خلال ترسيب التربة المحمولة من الماء الحامل لها وذلك عندما تصل سرعة تيار الماء لسرعة لا تتجاوز ٠.٣ - ٠.٣٠ سم/ثا. بعد أن تصل التربة الى حوض تجميع الردمية في المكان المراد تنفيذها به انظر الشكل (٤ - ٣٤ - b) •

تنفذ الردمية التي سبني عليها مستقبلا منشأة ما بشكل طبقات سماكتها ٠.٢٥ - ٠.٣٥ م

نقوم قبل تنفيذ الردمية باحاطة الموقع بوساطة البلدوزر بمساتر ترابية • وعندما يكون ارتفاع طبقة الترسيب لا يزيد على ٢ مترا ، نقوم قبل وقت كاف بتنفيذ الاساسات اللازمة وشبكات التخديم اللازمة • إذا كان موقع تنفيذ الردمية غير مستو فالتا نقوم بترسيب التربة في أخفض المناطق أولا •

عندما يزيد ارتفاع الردمية على ٥ أمتار نقوم بتنفيذ الردمية على مراحل • الشكل (٤ - ٣٤ - b) •

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 الى خارج مكان الردمية •

٤-٥-٦ - اعمال رص التربة

عموميات : يقوم بأعمال رص التربة عند تسوية سطح ما أو عند تنفيذ ردمية معينة أو عند إعادة ردم التربة حول المنشآت وبين الاساسات وكذلك عند انشاء القواعد تحت الاساسات •

نقوم برص التربة على طبقات متساوية الارتفاع • يتعلق ارتفاع طبقة الرص بنوعية التربة ورطوبتها ونوعية الآلية المستخدمة إضافة لظروف موقع العمل •

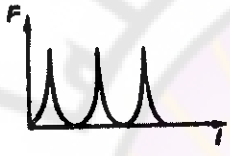
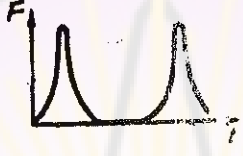
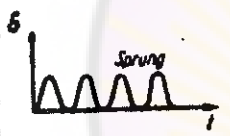
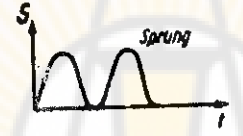
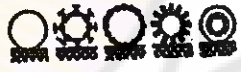
٤-٥-٦-١ اساسيات في رص التربة :

يتم رص التربة بثلاث طرق :

- الدحي : يعتمد على تطبيق حمولات استاتيكية على التربة المراد رصها.
- الطرق : يعتمد على تطبيق حمولات ديناميكية دورية بوساطة ثقل يسقط بشكل حر على السطح المراد رصه •
- الاهتزاز : يعتمد على توليد اهتزازات ذات تردد عالٍ في التربة •

وكنتيجة لهذه الانواع المتعددة لطرائق الرص فانه تتولد بين ذوات التربة قوى أكبر من قوى الاحتكاك السائدة فيها مما يؤدي الى انزياح حبيبات التربة بعضها عن بعض ، وتتخذ الحبيبات الصغيرة مكانا مناسباً بين التي هي أكبر منها وبالتالي الى زيادة الوزن الحجمي للتربة • يمكن دمج أكثر من نوع واحد من أنواع الرص مما يؤدي الى نتائج أفضل • يوضح (الشكل ٤-٣٥) مبدأ العمل لرص التربة من أجل الطرائق الثلاث المذكورة أعلاه •

إن الميار الذي يقاس به ارتصاص التربة هو الوزن الحجمي للتربة ويتعلق بنسبة الرطوبة وفق العلاقة :

	الاهتزاز	الطرق	الدحي
مبدأ العمل			
مخطط تطبيق القوة			
مخطط الحركة الشاقولية			
مخطط عمل الآلات			
الآلات المستخدمة	- مطارق مهتزة - صفائح مهتزة - أسطوانات مهتزة	- مطارق هاوية - مطارق انفجارية - مطارق كهربائية	- أسطوانات معدنية - أسطوانات معدنية ذات نتوءات - دواليب مطاطية

الشكل (٤ - ٣٥) : أساليب عمل آليات الرص.

$$\gamma_{os} = \gamma_o \frac{1}{1 + w} \text{ G/cm}^3$$

حيث :

- γ_{os} — الوزن الحجمي لعينة التربة الجافة تحت حرارة ١٠٥ °
- γ_o — الوزن الحجمي لعينة التربة الرطبة
- w — نسبة الرطوبة

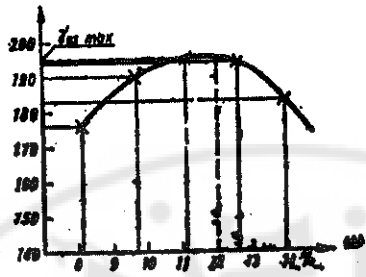
نقول بأن التربة مرصوصة رصاً أعظمية إذا تم الحصول على أعلى وزن حجمي ممكن لها ، أما نسبة الرطوبة التي تعطينا أكبر وزن حجمي فتدعى بنسبة الرطوبة المثالية . يتم تحديد نسبة الرطوبة المثالية مخبرياً بواسطة جهاز Proctor المعروف . يوضح الجدول (٤ - ١١) الرطوبة المثلى لعدد من أنواع الاتربة .

الجدول (٤ - ١١) : الرطوبة المثلى لأنواع الاتربة

نوع التربة	الرطوبة المثلى %	الوزن الحجمي الاعظمي
تربة رملية متجانسة الحبيبات	٨ - ١٢	١٥٥ - ١٧٠
تربة رملية غير متجانسة الحبيبات	٨ - ١٢	١٧٠ - ١٩٠
تربة رملية غضارية	٩ - ١٤	١٧٠ - ١٩٥
تربة طينية (طمي)	١٦ - ٢٢	١٦٠ - ١٨٠
تربة غضارية	١٢ - ١٦	١٦٠ - ١٨٥

يوضح (الشكل ٤ - ٣) العلاقة بين الوزن الحجمي ونسبة الرطوبة ويلاحظ أنه من أجل نسبة رطوبة معينة يكون الوزن الحجمي أعظمية .

إذا كانت نسبة الرطوبة قليلة فإن التربة تبدي مقاومات كبيرة ضد الارتصاص مما يتطلب طاقة أكبر لتنفيذ عملية الرص تتجلى بمدد أشواط آلية الرص الى

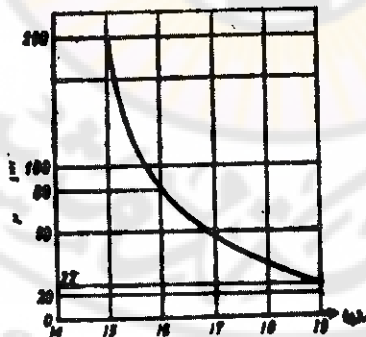


الشكل (٤ - ٣٦) : العلاقة بين الوزن الحجمي للتربة ونسبة الرطوبة.

الضنف أو أكثر أحيانا عما لو كانت التربة تحتوي على نسبة رطوبة مثالية • لذلك يعتمد الى ترطيب التربة الجافة خلال عملية الرص • يوضح (الشكل ٤ - ٣٧) العلاقة بين نسبة الرطوبة وكمية العمل الميكانيكي المطلوب من أجل تربة غضارية رملية حسب التشكيل الجيبي التالي :

رمل أكبر من ٠.٠٥ مم - ٠.١٤ ، طمي ٠.٠٠٢ مم - ٠.٠٥ مم - ٠.٧٢ ،
غضار أصغر من ٠.٠٠٢ مم - ٠.١٤ .

يتضح من الشكل أن إنقاص نسبة الرطوبة الى ٣٪ فقط يتطلب زيادة العمل الميكانيكي الى أربعة أضعاف تقريبا • أما إنقاص النسبة الى ٤٪ فيتطلب عشرة أضعاف تقريبا •



الشكل (٤ - ٣٧) : العلاقة بين نسبة رطوبة التربة وكمية العمل الميكانيكي المطلوب للرص .

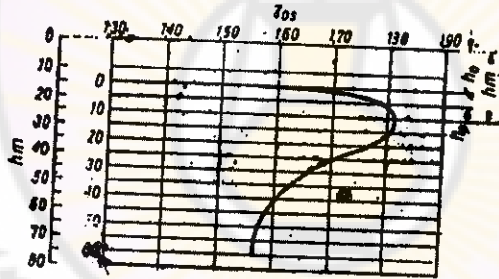
إن تأثير الرص في عمق الطبقة المرصوفة هو متغير ، وإن معرفة هذا التأثير لا بد منها إذا ما أردنا تنفيذ رص جيد للتربة . يتم الحصول على قيمة أعظمية للارتصاص على عمق معين ، ومع ازدياد العمق فإن الارتصاص يتناقص بشكل متسارع . يوضح (الشكل ٤ - ٣٨) العلاقة بين الوزن الحجمي للتربة في أعماق مختلفة للطبقة المرصوفة لتجربة معينة .

٤ - ٥ - ٦ - ١ آليات الرص الاستاتيكية :

١ - المداحي ذات الاسطوانات الملساء :

- التصريف :

هي آلية تستخدم من أجل رص التربة بوساطة الضغط الستاتيكي المطبق من أسطوانات معدنية ملس على السطح العلوي للتربة المراد رصها .



الشكل (٤ - ٣٨) : الوزن الحجمي للتربة المرصوفة بدلالة العمق .

- البنية :

تتألف من هيكل حامل لمعاور ترتكز عليها دواليب أسطوانية ملس معدنية ومفرغة تملأ بالرمل أو الماء من أجل زيادة وزن الآلية وبالتالي زيادة الضغط على السطح المرصوص .

١ - التصنيف :

١ - حسب نوعية الجر :

- متحركة ذاتيا ، أي أن المدحاة تشكل مع الآلية الجارة آلية واحدة .
- مقطورة وتحتاج الى جرار من أجل جرها .

٢ - حسب عدد المحاور :

- ذات محورين ودولابين أمامي وخلفي حيث الاسطوانات الخلفية تمر على السطح ذاته الذي تمر عليه الاسطوانة الامامية .
- ذات محورين وثلاث أسطوانات بحيث ترتكز أسطوانة واحدة على المحور الامامي وأسطوانتان على المحور الخلفي .
- ذات ثلاثة محاور وثلاث أسطوانات ، أي إن كل أسطوانة ترتكز على محور منفصل ، وتمتاز هذه المدحاة بالثقل الكبير الذي يرتكز على الاسطوانة الوسطى عندما تمر فوق منطقة عالية من السطح مما يسبب تولد ضغط أكبر على هذه المنطقة وتقوم الاسطوانة برصها تحت فعل ستاتيكي أكبر من غيرها من المناطق .

— مجال الاستخدام :

تستخدم من أجل رص التربة المتماسكة وطبقات الحصويات والأحجار المكسرة . لا يفضل استخدامها من أجل رص طبقات الرمل الناعم أو الأتربة المتفتتة أو الأتربة الغضارية الرطبة . من مساوئ هذه الآلية أنها تولد قوى أفقية على السطح الذي تسير عليه فتساعد على تشكيل تعرجات على السطح ، ولهذا السبب تصمم المداحي الحديثة بحيث يكون الضغط على الاسطوانة الامامية أصغر من الضغط على الاسطوانات الخلفية وبذلك تقوم الاسطوانة الامامية بعملية رص

مبدئية ، أما عملية الرص الاساسية فتقوم بها الاسطوانات الخلفية بعد أن تكون طبقة السطح قد تم رصها مبدئيا مما يساعد على تجنب هذه التعرجات •

من سليات هذه المداحي أيضا هي أنها تشكل بعد الرص سطحاً أملس غير مناسب من أجل التصاق أو ربط الطبقات التي تقع فوقها •

إن سماكة الطبقة التي يمكن أن ترص بواسطة هذه المداحي تتراوح بين ١٠ - ٣٠ سم وذلك يتعلق بنوعية التربة • فبينما تكون سماكة طبقة التربة ذات التشكيل الجبي المتجانس صغيرة ، فإن هذه السماكة يمكن أن تزداد بازدياد الفروقات بين أحجام أجزاء الركام المشكل للطبقة المراد رصها •

- طريقة العمل :

تعتمد طريقة العمل على تعيين ضغط الاسطوانات على السطح المراد رصه وكذلك على تحديد عدد الاشواط التي يجب أن تقطعها الآلية على السطح ، ويتم ذلك باجراء تجارب أولية على السطح ميدانيا • أما حساب ضغط الاسطوانات المطبق على السطح فيحسب وفقا للعلاقة التالية :

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

حيث :

- P — الضغط المؤثر في السطح kg/cm² .
- G — الثقل المطبق على محور الاسطوانة kg .
- b — عرض الاسطوانة cm .
- h — مقدار غروس الاسطوانة في السطح المعالج cm .
- D — قطر الاسطوانة cm .

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

ومن حيث طول الشوط ، فيفضل ألا يقل عن ٢٠٠ م وذلك من أجل الحصول على إنتاجية جيدة نتيجة الاقلال من الزمن اللازم لمناورة الآلية (تغيير اتجاه الحركة) أما سرعة الآلية خلال العمل فتتراوح بين ٨ - ١٠ كم/سا .

في حال المداحي المقطورة ، فإن قوة الجرار اللازمة لجر المدحاة يمكن تحديدها حسب مايلي :

من أجل تربة غير متماسكة $F = 0.25 G$

من أجل تربة متماسكة $F = 0.40 G$

حيث :

F — وزن المدحاة .

G — قوى الجر اللازمة .

— الإنتاجية :

ت حسب وفق العلاقة التالية :

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

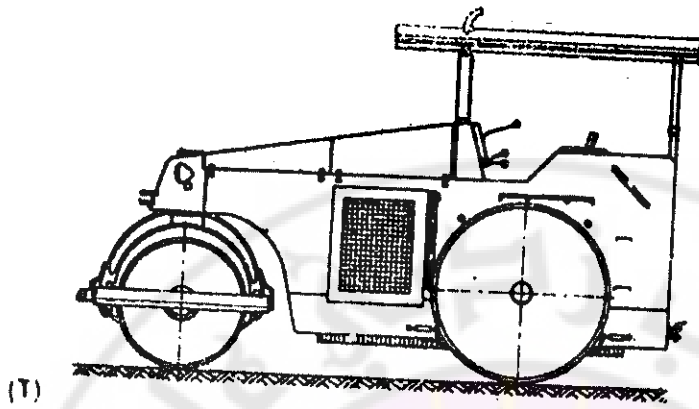
حيث :

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

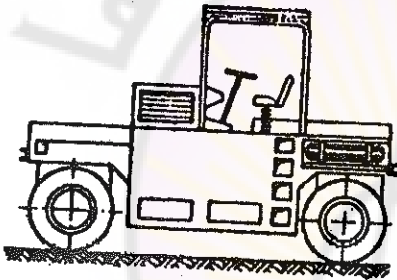
b — عرض الأسطوانة (m) .

0.2 — عامل تصحيحي لتداخل الأشواط .

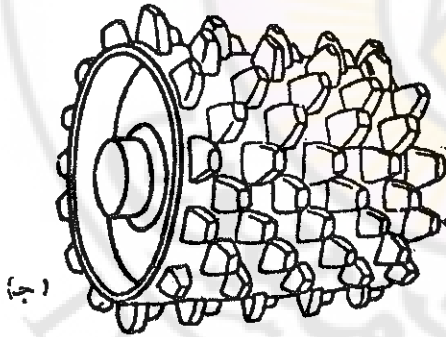
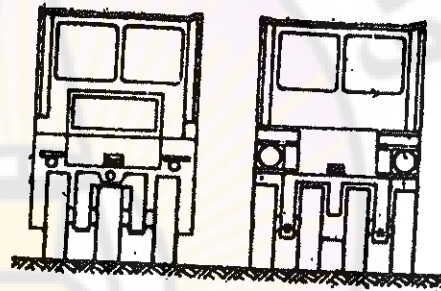
m — عدد الأشواط .



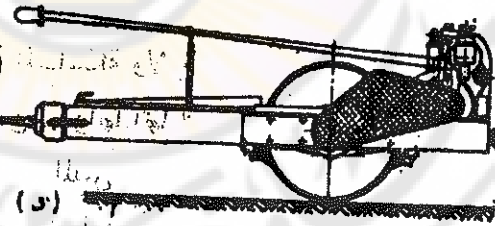
(T)



(ب)



(ج)



(د)

الشكل (٤ - ٣٩) : أنواع المداحي

١ - أسطوانتان ملس ب - مداحي مطاطية

ج - أسطوانة ذات نتوءات د - أسطوانة مقطورة ملس ومهتزة

عامل استغلال الزمن •

v — السرعة الوسطية وهي تساوي : $\frac{L}{t_1 + t_2}$

t_1 — الزمن اللازم لقطع الشوط •

t_2 — الزمن اللازم لتغيير اتجاه الحركة •

L — طول الشوط •

ب — المداحي الأسطوانية ذات التواءات :

— التعريف :

هي آلية تستخدم من أجل رص التربة بوساطة الضغط السنائيكي المتولد من عجن التربة •

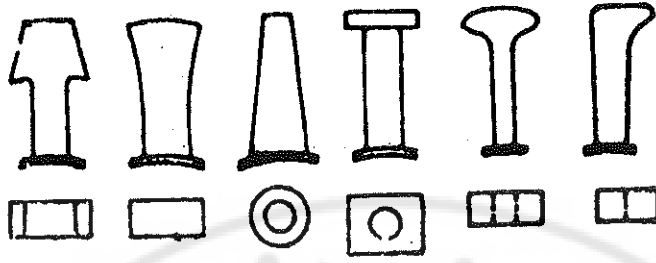
— البنية :

لا تختلف عن بنية المداحي الأسطوانية الملس سوى أنه تركيب على سطوح الأسطوانات تتواء ذات أشكال مختلفة • يوضح الشكل (٤ — ٤٠) أشكال عدد من التواءات المستخدمة •

— التصنيف :

تستخدم من أجل رص التربة المتناسكة ولا يفضل استخدامها من أجل التربة الغضارية المشبعة بالرطوبة • من مميزات أنها لا تولد تمرجات على السطح المرصوص كما في المداحي الأسطوانية الملس • أما سماكة الطبقة التي يمكن أن ترص فتتراوح بين ٢٥ — ٤٠ سم وهي تساوي طول التواء المثبتة على سطح الأسطوانة •

تحتاج المداحي ذات التواءات الى عدد أقل من الأشواك لرص التربة بالمقارنة



الشكل (٤ - ٤٠) : اشكال النتوءات في المداحي الاسطوانية

مع الأسطوانات الملس ، بالإضافة الى كون سماكة طبقة التربة التي تستطيع رصها تعادل ضعف سماكة طبقة التربة تقريبا في حالة الرص بواسطة الأسطوانات الملس . من مميزات هذه الآلية أيضا أنها تترك طبقة خشنة على السطح المرصوص مما يساعد على ارتباط جيد مع الطبقات التي تقع فوقها . أما قيمة الضغط المتولد على السطح المرصوص فتحسب بالعلاقة التالية :

$$P = \frac{G}{n \cdot A} \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$$

حيث :

- P — الضغط على السطح
- G — الثقل الواقع على الاسطوانة
- n — عدد النتوءات الموجودة على صف واحد
- A — مساحة النتوء الواحد

— طريقة العمل :

عندما تمر المدحاة ذات النتوءات على سطح التربة تغرس فيها النتوءات وتمعجنها وتضغط عليها وترصها ابتداء من أسفل طبقة التربة الى الاعلى ، وإذا تكرر مرورها عدة مرات ، فإن الطول المغروس للنتوءات داخل التربة يتناقص

تدريجياً حتى يصبح الطول المفروض لا يتجاوز ٣ - ٥ سم . (الشكل ٤ - ٦ - ج) .

يتم الرص ابتداء من المحيط الخارجي للسطح ونحو الداخل كما في المداخل الملس ، أما طول الشوط الاقتصادي فيجب أن لا يقل عن ٢٠٠ م ، سرعة العمل تساوي أيضاً من ٨ ÷ ١٠ كم / س .

- الإنتاجية :

تحسب كما في الاسطوانات الملس .

ج - المداحي المطاطية :

- التعريف :

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

- البنية :

تتألف من هيكل يحمل صندوقاً حديدياً يعبأ بأوزان . يرتكز الهيكل على محاور تحملها دواليب مطاطية .

- التصنيف :

١ - حسب نوعية الجر :

أ - تكون متحركة ذاتياً .

ب - أو مقطورة .

٢ - حسب عدد المحاور :

٢ - وتكون ذات محورين مترادفين وعدد من الدواليب المطاطية يتراوح

بين ٣ - ٩ على كل محور .

ب - محور واحد (مقطورة) ، وتستخدم من أجل الحصول على ضغوط

عالية .

٣ - حسب الوزن :

٢ - خفيفة لغاية ٣٠ طنا .

ب - ثقيلة لغاية ١٠٠ طن .

- مجال الاستخدام :

إن أفضل النتائج تعطىها المداحي المطاطية في رص الاتربة الرطبة ويمكن استخدامها في رص جميع أنواع الاتربة تقريبا .

- طريقة العمل :

إن قيمة الضغط على السطح المرصوص تتعلق بالوزن الكلي الواقع على المحاور وعدد الدواليب على المحور الواحد مضافا اليه قيمة الضغط السائد داخل هذه الدواليب .

هذا ويمكن تغيير الضغط في الدواليب في الآليات الحديثة بحيث يتناسب مع الضغط المطلوب مع تقدم العمل . أما عدد الاشواك فيحدد نتيجة القيام باجراء تجارب ميدانية .

تساوي سماكة الطبقات المرصوة من ١٥ ن ٢٥ سم بالنسبة للآليات الخفيفة،

وقد تصل الى ٦٠ سم بالنسبة للآليات الثقيلة • تتراوح سرعة هذه الآليات ما بين ٢٠-٤ كم/سا •

أما قوة الجر اللازمة لجر هذه المداحي فتعطى حسب العلاقة التالية :

$$F = \frac{G}{50} \left(1 + \frac{h}{5} \pm \frac{i}{2} \right) \text{ [kg/cm}^2 \text{]}$$

وذلك من أجل المداحي التي لا يتجاوز وزنها ٤٥ طنا ، أما اذا زاد وزن الآلية عن هذه القيمة ، فإن القوى الجارة المطلوبة تساوي :

$$F = \frac{G}{50} \left(1 + \frac{h}{11} \pm \frac{i}{2} \right) \text{ ; kg/cm}^2$$

حيث :

- F — قوة الجر اللازمة •
- G — وزن المدحاة •
- h — سماكة الطبقة المرصوفة •
- i — ميل السطح بمقدار نسبة مئوية •

— الإنتاجية :

تُحسب الإنتاجية كما تُحسب للاسطوانات الملّس •

٤-٥-٦-٢ آليات الرص الارتجاجية :

يتصف الاتجاه برص التربة بواسطة المداحي الاسطوانية الملّس وذات التتواءات الى الاستفادة من الرج إضافة الى الوزن الستاتيكي للآلية نظرا لزيادة فعالية الآلية نتيجة استخدام الرج • تشكل المداحي الارتجاجية حاليا نحو ٧٠٪ من مجمل مبيعات تجهيزات الدحي •

تقوم فعالية الدحي بالمداحي الارتجاجية بالعوامل التالية :

- الوزن الستاتيكي للآلية •
- عدد الأسطوانات المرتجة •
- تردد الاهتزاز وسعته (الارتجاج) •
- سرعة المدحلة •

الوزن الستاتيكي :

بازدياد الوزن الستاتيكي للمدحلة (دون أي تغيير في بقية المتحولات) يزداد الضغط الستاتيكي والديناميكي على التربة. بنسبة معينة ، وقد أثبتت الاختبارات أن فعالية التأثير في عمق الطبقة المرصوفة تتناسب وبشكل تقريبي مع وزن المدحلة •

عدد الاسطوانات المرتجة :

يقدر الاختلاف ما بين مدحلة ذات اسطوانتين مرتجتين (مدحلة ترادفية) ومدحلة ذات أسطوانة ارتجاجية واحدة بنحو $\frac{1}{80}$ على التربة بنحو $\frac{1}{50}$ على الإسفلت •

التردد والسعة :

إن فعالية المداحي الارتجاجية تأخذ قيمة أعظمية عند التردد $25 \div 50$ هرتزا. تنخفض هذه الفعالية بشكل سريع إذا قل التردد عن 25 هرتزا • تزداد فعالية المداحي الارتجاجية مع ازدياد سعة الاهتزاز الذي يتراوح بين $4-8$ مم من أجل دحل الاسفلت (التردد المطلوب يتراوح بين $33 - 50$ هرتزا) و $1 \div 2$ مم من أجل دحي الاتربة وحشوات الضخور (التردد المطلوب يتراوح بين $25 - 30$ هرتزا) •

إن الجمع ما بين سعة كبيرة وتردد عالٍ يولد اجتهادات عالية على محاور الاسطوانات وهذا بدوره يؤدي الى مشكلات تصميمية .

السرعة :

تتحدد سرعة المداحل الارتجاجية عادة بين $3 \div 6$ سم/سا وذلك من أجل دحي التراب والحشوات الصخرية . يجب الحفاظ على السرعة هذه اذا كانت متطلبات الكثافة عالية وإذا كانت المنخفضة ، الدحل والطبقات ثخينة .

٤-٥-٦-٣. رص الطرق :

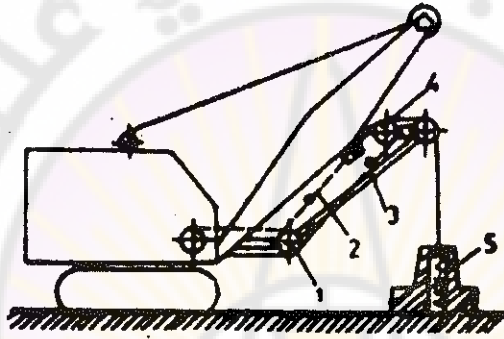
تستخدم المطارق الهاوية ، عادة من أجل دحي التربة بوساطة الطرق .

إن مبدأ رص التربة بواسطة الطرق يعتمد على الطرق الدوري والسريع لسطح التربة الذي ينتجته التربة الموجودة تحت السطح المطارق وأيضا الموجودة قربها من موضع الرص . إن التأثير الديناميكي في التربة بوساطة الطرق يسهل التغلب على قوى التماسك بين ذرات التربة ، ولذلك فإن الثقل اللازم للقيام بعملية الرص هو أصغر بكثير من الثقل اللازم في حالة الرص الستاتيكي .

١ - المطارق الهاوية :

وهي تستخدم كتجهيزات للجرافة الآلية متعددة الاستخدام . المطرقة بحجم ذاتها هي كتلة من البليتون (بلاطة) تتراوح أبعادها بين 60×60 سم و 120×120 سم ويتراوح وزنها بين ١٥ - ٣ طنا . أما ارتفاع السقوط الحر فيتراوح ما بين ١٥ - ٢ م . يبلغ عدد الطرقات ما بين ١٥ - ٢٥ طرقة في الدقيقة . أما كيفية عمل هذه المطارق ، فهي موضحة في الشكل (٤-١) ، حيث

يدير محرك الجرافة ملفاف /١/ والذي بدوره يقوم بتدوير السلسلة /٢/ المجهزة بأكثر من خطاف /٣/ خلال دوران السلسلة يتعلق هذا الخطاف المعلق في نهاية السلك الذي يشد المطرقة /٤/ ، وعندما يتم جر السلك الذي يشد المطرقة الى الملفاف (وتصبح مرتفعة عن سطح الارض) ، فان الخطاف يتحرر من الخطاف /٣/ وتهوي المطرقة على السطح . وبعدها يقوم أحد الخطافات الموجودة على السلسلة بجر السلك ثانية وتكرر العملية . أما النابض /٥/ فالهدف منه التخفيف من فعل الشد الفجائي لخطاف السلك .



الشكل (٤ - ٤١) : مطرقة هوائية مركبة على جرار حفارة متعددة الاستخدام (طريقة العمل مشروحة في النص)

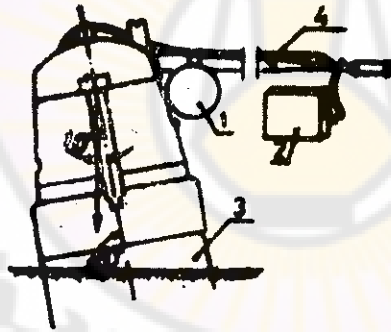
ب - المطارق المرتعة الانفجارية :

تعتمد على الاستفادة من الطاقة المتولدة في احتراق مزيج من الوقود والهواء في حجرة احتراق محرك المطرقة ثنائي الشوط . هذه الطاقة تقوم بتحريك السطح الطارق بواسطة ذراع تتصل مع مكبس المحرك وبنتيجة هذه الحركة فان المطرقة تقفز الى الأعلى مسافة تتراوح بين ٢٥ - ٥٠ سم ، ومن ثم السقوط الحر على السطح المطروق ، وتكرر هذه الحركة بشكل دوري وتردد يبلغ نحو ٥٠ مطرقة في الدقيقة . تتصل ذراع بالمطرقة من أجل التوجيه .

تصنف المطارق الانفجارية حسب وزنها كما في الجدول (٤ - ١٢) . ففي المطارق الخفيفة يكون سطح المطرقة الذي يمس الطبقة المرصوفة عمودياً على محور المطرقة ، مما يتطلب من العامل الذي يوجه الآلية أن يقوم بدفعها وهي في الهواء من أجل تغيير موضع سطح الطرق . أما في المطارق المتوسطة والثقيلة فإن سطح المطرقة بشكل مع محورها زاوية معينة مما يؤدي الى الانتقال الذاتي الى الأمام بعد كل طرقة بمسافة نحو ١٥سم وبذلك تقتصر وظيفة العامل على توجيه حركة المطرقة فقط الشكل (٤ - ٤٢) .

الجدول (٤ - ١٢) : تصنيف المطارق الانفجارية حسب وزنها .

نوع المطرقة	الوزن	سمائة الطبقة المرصوفة
خفيفة	٦٥ - ٢٠٠ كغ	١٠ - ٢٥ سم
متوسطة	٢٠٠ - ٥٠٠ كغ	٢٠ - ٣٠ سم
ثقيلة	٥٠٠ - ٢٠٠٠ كغ	٣٠ - ٧٠ سم



الشكل (٤ - ٤٢) : مطرقة انفجارية

١- خزان الوقود ٢- بطارية ٣- السطح الطارق ٤- ذراع التوجيه.
ج - المطارق الكهربائية :

تعتمد على تحريك سطح المطرقة بواسطة ذراع متصلة بمحرك كهربائي ، وهي تستخدم من أجل رص التربة في الأماكن التي لا تصل إليها المطارق الأكبر .

يتراوح وزن هذه المطارق بين ٣٥ - ١٥٠ كغ ، أما تردد هذه المطارق فيتراوح ما بين ٤٥٠ - ٦٠٠ طرقة في الدقيقة .

حساب انتاجية المطارق :

تحسب انتاجية المطارق وفق مايلي :

أ - من أجل المطارق الهاوية :

$$A = \frac{60 \cdot n (a - c)^2}{m} \cdot \eta$$

حيث :

- A — الإنتاجية مقدرة بالمتر المربع من السطح المرصوص في الساعة .
- n — عدد الطرقات في الدقيقة .
- a — طول ضلع مربع السطح الطارق (m) .
- c — عامل تصحيحي لتداخل السطح المطروق ويساوي :

$$c = 0.1 - 0.2 \text{ m}$$

m — عدد الأشواط .

η — عامل استغلال الزمن .

ب - من أجل المطارق الانفجارية والكهربائية :

$$A = \frac{60 \cdot n \cdot l (D - C)}{m} \cdot \eta$$

حيث :

- m, n, A — كما في المطارق الهاوية .
- l — خطوة المطرقة .

- D — قطر السطح الطارق أو عرضه •
- C — مسافة تداخل السطوح المطروقة •
- عامل استغلال الزمن ويساوي :
- من أجل المطارق الانعجارية 0.6 •
- من أجل المطارق الكهربائية 0.7 ÷ 0.75 •

٤-٥-٦-٤ رص التربة في العمق :

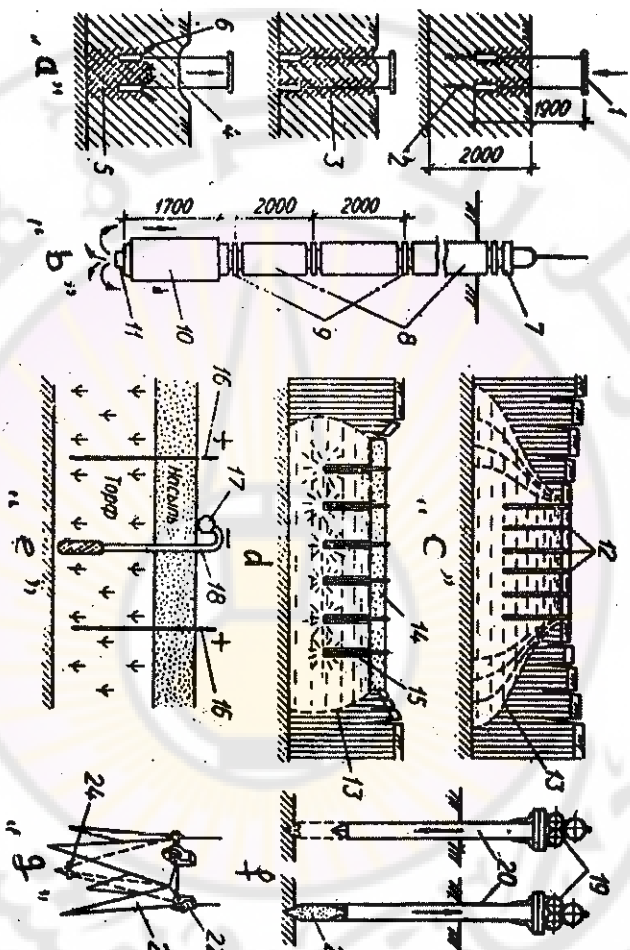
تقوم بتنفيذه بواسطة أجهزة الاهتزاز الهيدروليكية المزودة بأنايب لضخ الماء اللازم لترطيب التربة •

تفرس مجموعة الاهتزاز في جسم التربة المراد رصها بواسطة رافعة لعمق ٢ مترا انظر الشكل (٤ - ٤٣ - a) ويبدأ الاهتزاز لفترة ٢٠-٣٠ ثانية •

تتحول تحت تأثير الموجات الاهتزازية حبيبات التربة المشبعة بالماء لتربة قابلة للهبوط والارتصاص •

عند الانتهاء من عملية الاهتزاز نرفع المجموعة مع ابقاء تدفق الماء مستمرا

-
- ←
- 1 — مجموعة جهاز الاهتزاز
 - 2 — التغذية بالماء عند انزال جهاز الاهتزاز
 - 3 — المنطقة المشبعة بالماء
 - 4 — هبوط التربة تحت تأثير الرص
 - 5 — المنطقة المرتصة
 - 6 — التغذية بالماء عند رفع جهاز الاهتزاز
 - 7 — وصلة ربط
 - 8 — وصلات جذوع الاهتزاز
 - 9 — وصلة مرنة
 - 10 — رأس جهاز الاهتزاز
 - 11 — فوهة التغذية بالماء
 - 12 — آبار
 - 13 — حدود التربة المشبعة بالماء
 - 14 — طبقة رمل
 - 15 — آبار زرع عبوات التفجير
 - 16 — أقطاب سائلة
 - 17 — مضخة (قطب موجب)
 - 18 — الفلتر الابري
 - 19 — جهاز اهتزاز
 - 20 — اسطوانة معدنية
 - 21 — الوند الرملي
 - 22 — مفصل
 - 23 — أذرع الوند
 - 24 — جهاز الفتح •



الشكل (٤١ - ٤٢) : رصن التربة في العمق

هـ - جهاز الاهتزاز الهيدروليكي المستخدم لمق ٢ متراً. ب - جهاز الاهتزاز الهيدروليكي المستخدم لمق ١٠ المتراً.
 ج - رصن التربة بواسطة فسخ الماء في الإبرار. د - رصن التربة بواسطة التفجير. هـ - رصن التربة بواسطة
 فسخ الماء ومساعدة التيار الكهربائي المستعمل. ف - رصن التربة بواسطة الاوتاد الرملية. غ - شكل الوحد
 القابل للانفتاح .

تستغرق كل هذه العملية من ٢-٣ دقيقة • نقوم بغرس جهاز الاهتزاز الهيدروليكي المركب على عمود طويل الشكل (٤-٤٣ - b) ورفعه بوساطة الرافعة ونستطيع بوساطته رص تربة رملية لعمق يصل الى ١٠ أمتار •

نقوم برص التربة السكنية بوساطة الماء وذلك بصبه مبدئيا في آبار معبأة بمواد نفوذة للماء الشكل (٤-٤٣ - c) • يتم رص التربة تحت تأثير الوزن الذاتي للتربة ولهذا فإن الطبقات العليا تتطلب رصا اضافيا بوساطة الدحي أو الطرق • حفر الآبار ومائها بالمواد النفوذة غير معقد إلا أن عملية الهبوط الذاتي تتم ببطء قد يصل الى ٦٠-١٠٠ يوم • ولكننا نستطيع اختصار هذا الوقت الى ٣-٧ أيام وذلك بأن نقوم بحشو هذه الآبار بمواد متفجرة نقوم بتفجيرها بشكل متتال بفارق زمني لا يزيد على بضع ثوان انظر الشكل (٤-٤٣ - d) قد يصل عمق مثل هذا الرص الى ٣٠ مترا •

نقوم برص التربة الغضارية الطرية والوحلية والطينية بوساطة طبقة من الرمل أو بوساطة الاوتاد الرملية • وننفذ ذلك بوساطة أسطوانة متعددة الاستخدام يتراوح قطرها بين ٤٠٠ - ٥٠٠ مم • مزودة بنهاية قابلة للانفتاح انظر الشكل (٤-٤٣ - g, r) • تحرك الاسطوانة أثناء نزولها في جسم التربة وترصها وبعد أن نزلها في جسم التربة نقوم بتعبئتها بمواد رملية أو من التربة المتواجدة في موقع العمل ومن ثم نقوم سحب الاسطوانة فارغة •

٤-٥-٧ - أعمال التفجير :

تعد أعمال التفجير إحدى الطرق الأساسية لتنفيذ الأعمال الترابية الصعبة • وإذا كنا لا نستخدم التفجير في الأماكن المأهولة إلا في حالات خاصة فإن استخدام

التفجير في الاماكن غير المأهولة يعد في بعض الحالات من الطرق الاساسية لتنفيذ الاعمال الترابية •

يفهم تحت مفهوم التفجير التحول الكيميائي السريع والمفاجيء للمادة المتفجرة والمترافق بظهور طاقة ضخمة قادرة على القيام بعمل ميكانيكي •

المواد المتفجرة : عبارة عن مواد كيميائية أو خليط منها قادرة تحت التأثير الخارجي عليها أن تتحول الى غاز بسرعة كبيرة مشكلة ضغطا غازيا هائلا مولدا لطاقة ضخمة •

بحسب سرعة الانفجار تقسم المواد المتفجرة لثلاث فئات :

الفئة الاولى : وتشمل المتفجرات الصاعقة — كالمتفجرات الزئبقية ($Hg(CNO)_2$) وأسيد الرصاص وتستخدم كحشوة لكبسولة الصاق • وتتميز بسرعة تفجيرها حال التأثير المباشر بها من خلال الشرارة أو النار أو الطرق أو الاحتكاك لذا تصنف بخطرتهما •

الفئة الثانية : وتتضمن المواد سريعة الانفجار مثل الديناميت والامونيت والترويتيل $CH_3(NO_2)_3$ وتتميز بحساسيتها القليلة للطرق وبالتالي توفر الامان بالتعامل معها مما يوفر لها الاستخدام الاوسع انتشارا •

الفئة الثالثة : وتتميز ببطء سرعة الانفجار وتشمل : البارود وخليطة من نترات الامونيا NH_4NO_3 والكبريت والفحم •

أكثر ما تستخدم لتفجير التربة والصخور مواد الترويتيل والسيليترا الاميني • يستخدم الترويتيل بشكل بودرة بلون أصفر وعديم التأثير بالماء أو بشكل مكعبات أو بشكل معجونة •

السيليتير الأمني ، يستخدم بشكل بوحدة معبأة بلفائف ورقية أو مضغوطة بشكل مكعبات ، لونه أبيض وسريع التأثير بالماء .

العبوة : عبارة عن كمية المتفجر المحددة بالوزن وبشكل وضعه في الكتلة الترابية أو الصخرية المراد تفجيرها .

توضع العبوة عادة داخل حاوية ماء . ومزودة بصاقق تفجير . يمكن أن تكون العبوات خارجية متوضعة على سطح الكتلة المراد تفجيرها ويمكن أن تكون داخلية ضمن الكتلة المراد تفجيرها . من حيث شكل التوزيع يمكن أن تكون مركزة أو موزعة .

اساليب التفجير : يمكن تفجير العبوات المتوضعة في جسم التربة بالاسلوب الناري أو الكهربائي أو بواسطة الفتيل الصاقق .

الاسلوب الناري : يعد الاسلوب الاساسي ويتم بوساطته تفجير العبوات المفردة (تفجير جذور الاشجار - تفجير الاساسات - حفر القنوات الافقية وغيرها) . يتم التفجير بهذا الاسلوب بوساطة الصاقق وفتيل الاشتعال أو بوساطة المشعل (الأنبوبة الحارقة + فتيل اشتعال + مشعل ميكانيكي أو احتكاكي) .

الانبوبة الحارقة : يمكن إعدادها في موقع العمل وهي عبارة عن أنبوبة معدنية قياسية مزودة بفتيل اشتعال طرفه الحر ذو قص مائل .

الصاقق : الشكل (٤ - ٤٤ - a) يقوم بتفجير العبوة ويمكن أن يكون بغلاف من الألمنيوم أو النحاس أو الورق ، ينفجر الصاقق تحت تأثير حرارة الفتيل المشتعل من لهب المشعل الكهربائي أو من انفجار الفتيل الصاقق .

الفتيل الصاقق : يستخدم لتفجير عدد من العبوات ، الفتيل يحتوي بداخله

على مواد متفجرة من الفئة الثانية محاطة بخيطين موجّهين وعدد من الخيوط المغلفة
محاطة بمادة عازلة للرطوبة . إذا كانت نهايات الفتيل الصاعق لا تزيد على ست،
فإن التفجير يتم بواسطة الانبوبة الحارقة وإذا زاد على ذلك فأننا نستخدم وصلة
ربط أسطوانية . طرق وصل الفتيل الصاعق مبين على الشكل (٤-٤٤ - c)
يمكن بعد خروج الفتيل من العبوات وصله على التسلسل أو بالتوازي أو بشكل
• رزم

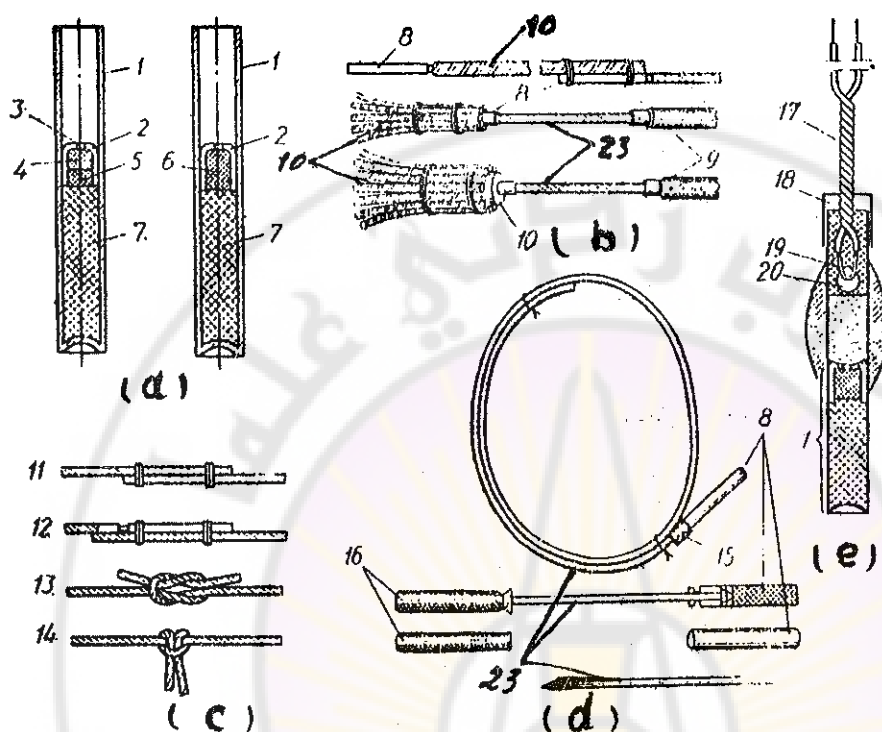
الاسلوب الكهربائي : يستخدم عندما نريد تفجير عدد كبير من العبوات
لتنفيذ مثل هذا التفجير يلزمنا ، صاعق كهربائي - أشربة وصل كهربائي - مولد
تيار كهربائي - أجهزة فحص وقياس كهربائية •

الصاعق الكهربائي : سريع التأثير ويتألف من كبسولة الصاعق والمشعل
الكهربائي مجعوعين في مظروف معدني •

الصاعق الكهربائي بطيء الانفجار يتضمن الشكل (٤-٤٤ - e) بالإضافة
الى المشعل الكهربائي وكبسولة الصاعق على مبطيء انفجار متوضع بين مركب
الاشتعال - وكبسولة الصاعق •

مولدات التيار الكهربائي : يمكن أن تكون مولدات ميكانيكية (دينامو)
أو بطاريات جافة أو مولدات حمضية ، أو مولدات الطاقة والانارة المتحركة أو
المحمولة •

يمكن عند وصل شبكات التفجير وبحسب نوعية مولد التيار الكهربائي أن
نصل الشبكات على التسلسل أو على التوازي بالصواعق •



الشكل (٤ - ٤٤) معدات اسلوب التفجير الناري والكهربائي

- a - الصاعق - b طرق تفجير ووصل الفتيل الصاعق c - طرق ربط الفتيل
 الصاعق d - الأنبوسة الحارقة e - صاعق كهربائي 1 - غلاف الصاعق
 2 - فمع 3 - شبك معدني 4 - مادة متفجرة صاعقة 5 - اسيد الرصاص
 6 - مادة متفجرة صاعقة زئبقية 7 - تروتل 8 - الصاعق 9 - فتيل
 10 - الفتيل الصاعق 11 - الوصل الثاني 12 - الوصل الثاني مع الصاعق
 13 - الوصل على شكل العقدة البحرية 14 - الوصل على شكل العقدة الثانية
 15 - عازل 16 - الفتيل المحترق 17 - اقطاب التيار الكهربائي 18 - غلاف
 بلاستيكي 19 - الشريط المتوهج 20 - الخليط القابل للاشتعال 21 - عازل
 بلاستيكي 22 - مبطيء انفجار 23 - فتيل الاشتعال :

الطرق الأساسية لتنفيذ الأعمال الترابية بواسطة التفجير :

نقوم بتفجير التربة والصخور أثناء تنفيذ الحفريات والخنادق والقنوات والكهوف ومنشآت أخرى تحت سطح الأرض . كذلك عندما نريد خلخلة التربة أو هدم المنشآت في أرض الموقع . ولتحقيق ذلك نستخدم عبوات للنسف وعبوات للخلخلة وعبوات لانشاء التجاويف انظر الشكل (٤ - ٤٥ - a ; b) .

نحاول عند اختيارنا لتكنولوجيا التفجير قدر الامكان أن نختار حجم العبوة الكافي لتفتيت التربة والصخور بالنعومة المطلوبة وتحقيق الميل المطلوبة للحفريات والردميات ، والسعي لتحقيق استمرارية أعمال النقل والتعزيل مراعين الشروط الاقتصادية وأمن العمل .

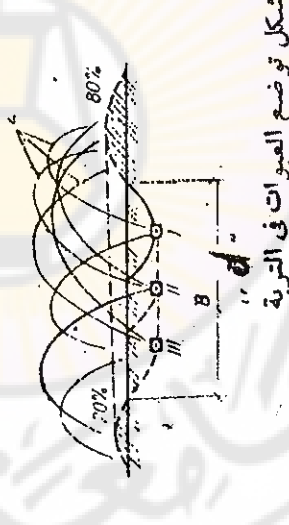
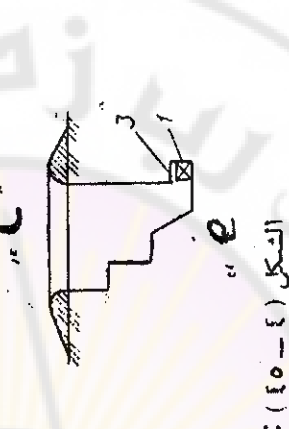
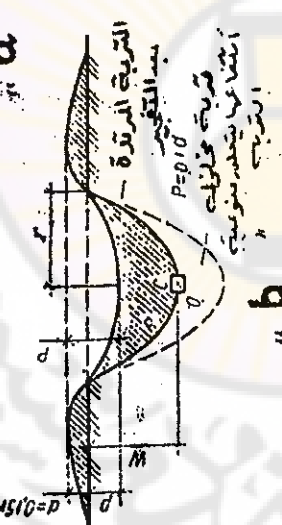
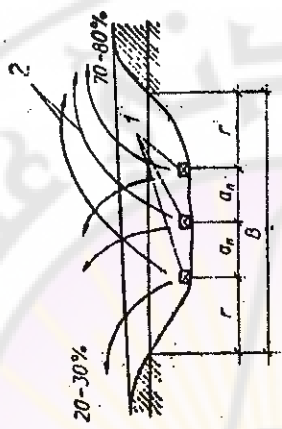
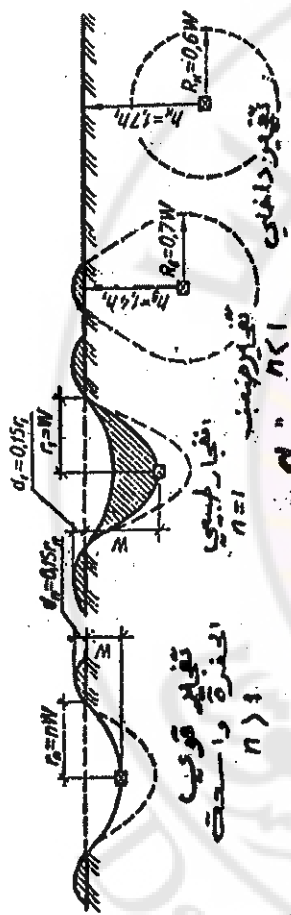
الفعالية الخارجية لتأثير انفجار العبوة تحدد بقطر الحفرة المتشكلة مأخوذاً على سطح الأرض (r) وكذلك العمق الظاهر لهذه الحفريات (P) (من سطح الأرض حتى قعر الحفرة الظاهر) .

يحدد التأثير التدميري لانفجار العبوة المتوضعة في جسم التربة أو الصخرة بعامل تأثير الانفجار (n) المساوي لنسبة قطر الحفرة الى مسافة المقاومة الدنيا:

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

انظر الشكل (٤ - ٤٥ - a ; b) . مسافة المقاومة الدنيا هي المسافة من مركز العبوة حتى المستو الاقرب للسطح الحر .

وبحسب قيم (r) يمكن أن نصنف أنواع الحفريات كمايلي :



الشكل (٤-٥) : شكل توضيح العيوب في التربة

عندما تكون $n = 1$ فان الحفرة عادية والانفجار طبيعي
 عندما تكون $n > 1$ فان الحفرة واسعة والانفجار قوي *
 عندما تكون $n < 1$ فان الحفرة غير موجودة والانفجار داخلي
 ويبدو لنا نقط بروز خارجي للتربة عن سطح الارض *

عندما تكون $n = 0$ فان الانفجار يتم داخل سطح الارض *

انظر الشكل (٤-٤٥-٤) a *

لتحقيق الاقتصادية بمصروف المواد المتفجرة عند حساب العبوات تؤخذ قيمة
 $n = 1,5, \dots, 3$ للعبوات المركزة و $n = 2,5 \dots 3,5$ للعبوات الموزعة *

نبحث في الطرق الاساسية للتفجير وفق شكل توضع العبوات *

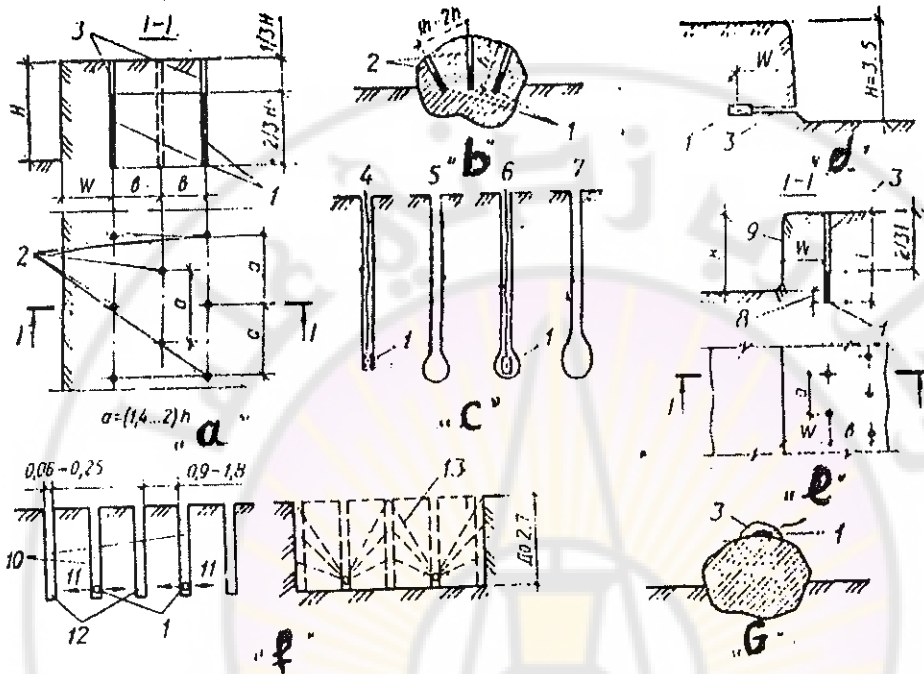
١- طريقة عبوات الثقوب : انظر الشكل (٤-٤٦-٤) a تستخدم للتفجير
 السطحي وللتفجير تحت الارض * تجهز الثقوب مسبقا وتحشى بالمواد المتفجرة
 بمقدار $\frac{2}{3}$ من عمقها ، يحشى الثلث الاخير من الثقب بخليطة من الرمل والفضار *

يفجر كل صف من الثقوب المحشوة بالعبوات في وقت واحد بالاسلوب
 الكهربائي أو بواسطة الفتيل الصاعق * نفجر مبدئيا الصف القريب من السطح



a - فعالية التفجير b - عناصر الحفرة c - توضع عبوات التفجير الموجة
 (بفواصل زمنية محددة) d - توضع عبوات التفجير الموجة (في وقت واحد)
 هـ - مكان توضع العبوة المركزة r - قطر التفجير d - ارتفاع التربة المتجمعة على
 اطراف الحفرة P - العمق الاجمالي للحفرة R - قطر التفجير C - كمية التفجير
 W - مسافة المقاومة الدنيا 1 - عبوة المادة المتفجرة 2 - انفجار الكتلة
 الاساسية للتربة 3 - كوة العبوة *

I - II - III - تسلسل تفجير العبوات *



الشكل (٤٦ - ٤) أشكال وطرق وضع العبوات أثناء القيام بعمليات خلخلة التربة

a - توضع العبوات في الثقوب b - توضع العبوات في الثقوب لتفجير صخرة
c - تسلسل تنفيذ الفجوات في الثقوب d - توضع العبوة في الجيب e - توضع
العبوة في الآبار المحفورة مسبقا f - توضع العبوة في الشقوق g - توضع الحشوة
السطحي :

1 - العبوة 2 - الثقوب 3 - سداة 4 - حشوة التفجير المبدئي 5 - نتيجة
التفجير المبدئي 6 - حشوة التفجير التالي 7 - نتيجة التفجير التالي 8 - مقدار
النزول عن سطح الأرض الجانبية 9 - جبهة العمل 10 - شقوق مجهزة للعبوات
11 - اتجاه انهيار التربة بعد الانفجار 12 - شق خال من العبوة 13 - خط انهيار
الكتل الواقعة ما بين الشقوق .

الحر وبعد ذلك الصف الذي يليه ، نستخدم أسلوب التفجير الكهربائي بوساطة الصاعق المبطن حسب الصفوف وذلك حتى يكون التفجير متسلسلا .

يفضل لتفجير صخرة مفردة كما في الشكل (٤ - ٤٦ - b) حفر ثقوب صغيرة الاقطار (٢٥ - ٣٠ مم) وبعمق ٥٠-٧٥٪ من ارتفاع الصخرة ، تؤخذ المسافة بين الثقوب مساوية عمق الثقوب أو مساوية ضعفها . تفجر كل الثقوب في الصخرة في وقت واحد .

طريقة عبوات الآبار : الشكل (٤ - ٤٦ - e) و (٤ - ٤٧ - a - b)
نقوم بحفر الآبار بمحاذاة حافة جبهة العمل بعمق (١٠ ÷ ٣٠ م) وبقطر يصل الى ٢٠٠ مم وأكثر ويمكن أن تكون شاقولية أو مائلة يزيد عادة قطر البئر من ٢-١ م على عمق حافة الكتلة المراد تفجيرها . الشكل (٤ - ٤٦ - e) تحشى هذه الآبار بالعبوات إما بشكل موزع أو بالكامل ماعدا الثلث الاخير الذي يحشى بالسدادة الفضارية الرملية .

تؤخذ المسافة ما بين الآبار وحافة الكتلة أي مسافة المقاومة الدنيا بحسب ارتفاع الآبار (H) وتؤخذ مساوية H/2 عندما يكون H = ١٠ م و H/4 عندما يكون H = ٢٥ م .

تؤخذ المسافة ما بين الآبار (a) عادة مساوية

$$a = (0,7 \div 0,9) W$$

والمسافة ما بين صفوف الآبار : b

$$b = (0,7 \div 0,8) W$$

تفجر عادة عبوات الآبار بالاسلوب الكهربائي • أو بالقنابل الصاعق ويجب أن تكون هناك تمديدات احتياطية ويمكن القيام بالتفجير بأن واحد أو بفواصل زمنية •

طريقة العبوة بشكل حوالة : تستخدم عندما يكون حجم العبوة لا يتسعها البئر المحفور عند ذلك نقوم بتوسيع قاعدة البئر على شكل كرة ونقوم بالتفجير إما بعبوة واحدة أو بعدة عبوات صغيرة محشوة بالتالي • الشكل (٤ - ٤٦ - c) • تؤمن لنا هذه الطريقة أكبر حجم من التربة المفجرة وأقل عدد من حفر الآبار •

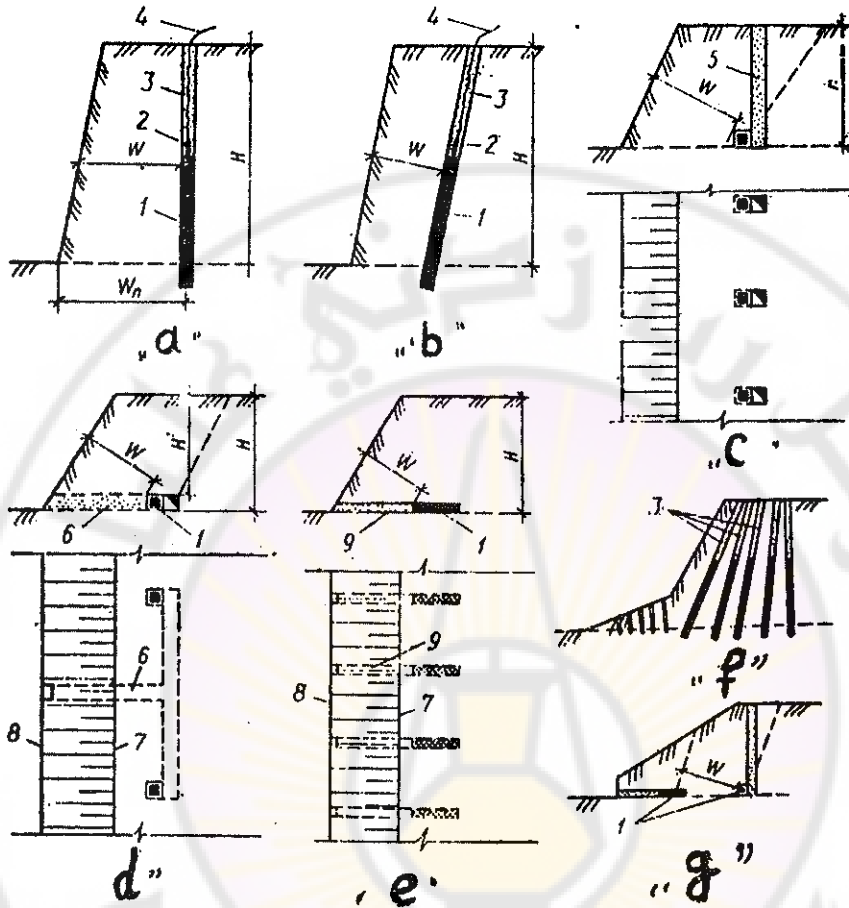
طريقة العبوة في الجيوب الصغيرة : تستخدم عادة عندما لا يزيد ارتفاع الكتلة المراد تفجيرها على ٦ أمتار في أنواع التربة غير الصخرية الشكل (٤ - ٤٦ - d) وكذلك في حالات التفجير الخاصة مثل تفجير أساس معين • يؤخذ طول الجيب مساويا $\frac{1}{3}$ من ارتفاع الكتلة ولكن ليس بأكثر من ٦ أمتار •

$$b = (1,5 + 0,8) W \text{ المسافة بين الجيوب}$$

تستخدم طريقة حشوة الجيوب للتفجير الموجهة للكتل الترابية الكبيرة أو لحفر حفريات أو خنادق ذات مقاييس كبيرة ، نقوم بحفر آبار شاقولية في التربة المراد تفجيرها أو قنوات أفقية الشكل (٤ - ٤٦ - d) والشكل (٤ - ٤٧ - c) •

طريقة العبوة المتوضعة على الجسم المراد تفجيره :

الشكل (٤ - ٤٦ - g) ، تستخدم هذه الطريقة لتفجير الهياكل المعدنية والمنشآت الخاصة ولتقليل تطاير المتفجر نقوم بتغطية العبوة بطبقة من الغضار والرمل •



الشكل (٤-٧) أشكال توضع العبوات لمختلف أشكال تفجير الكتل الترابية

المرتفعة :

a — حشوة الآبار الشاقولية b — حشوة الآبار المائلة c — الحشوة الجيبية
d — الشاقولية e — الحشوة الجيبية الأفقية f — الحشوات
المركبة حشوة الآبار وحشوة الثقوب g — الحشوات المركبة الجيبية الشاقولية
والأفقية .

1 — العبوة 2 — الصاعق 3 — سدادة 4 — الفتيل الصاعق 5 — كوة الحشوة
6 — دهليز 7 — 8 — الحافة العليا والسفلى للكتلة الترابية 9 — جيب .

تكنولوجيا الإنشاء م - ١٤

- ٢٠٩ -

تقوم عادة بتفجير العبوات المفردة بواسطة القليل الصاعق أو المشعل الكهربائي •

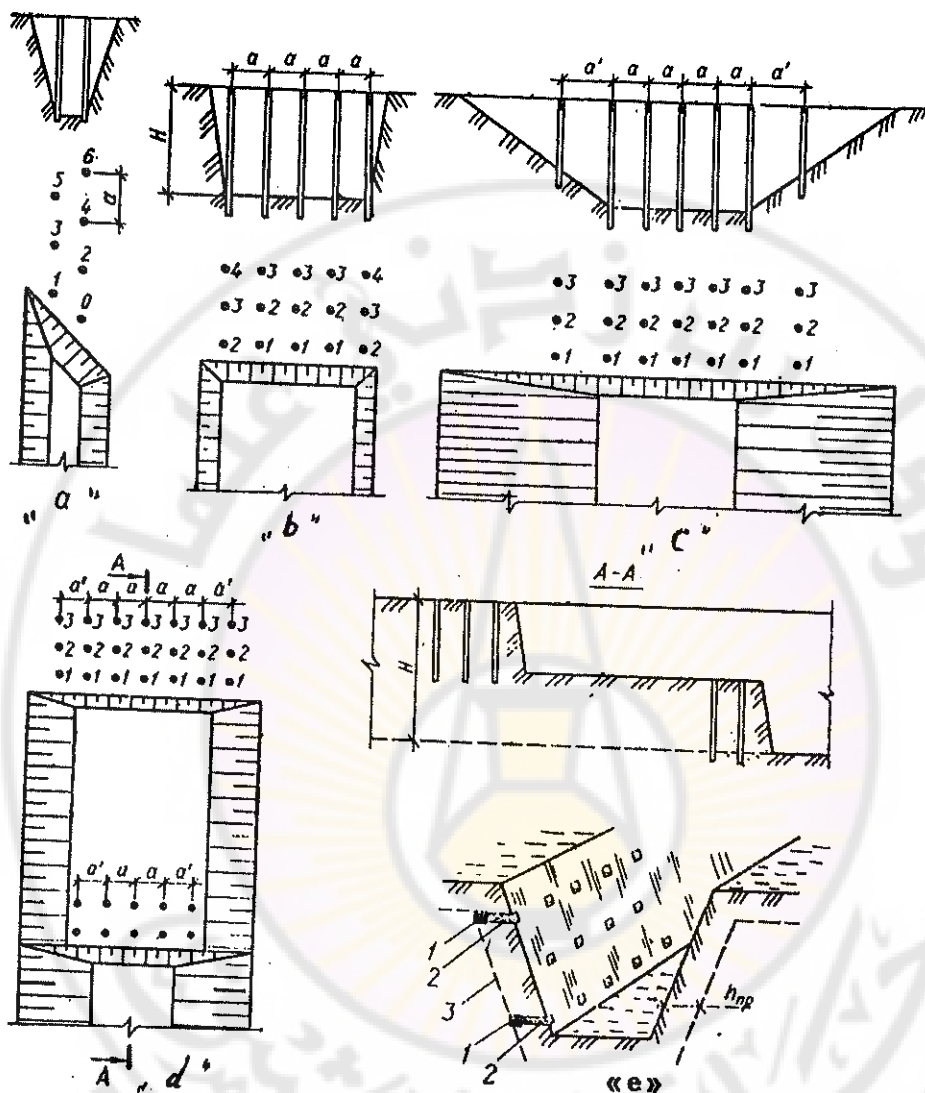
من الممكن أن نستخدم عدة أشكال للتفجير تتداخل فيها عدة طرق ، مثال ذلك عند حفر الخنادق وتوسيع الحفريات ومد الطرق في الجبال والمناطق المرتفعة يمكن تفجيرها بطريقة الثقوب والآبار ، الشكل (٤ - ٤٧ - ٤) أو عند تفجير التربة الزائدة والتي تملك ميولا معينة عند ذلك يمكن استخدام الحشوات الجببية والجببية الصغيرة • الشكل (٤ - ٤٧ - g) •

خلطة التربة بواسطة التفجير :

عند تنفيذ الحفريات : توسيعها يتم التفجير في الحدود المراد خلطتها مبدئيا • تستخدم طريقة حشوة الثقوب عند التفجير لطبقة واحدة الشكل (٤ - ٤٨ - c , b , a) ، وكذلك عند التفجير لعدة طبقات الشكل (٤ - ٤٨ - d) • يتعلق عدد الطبقات بالاتجاه الشاقولي ومعايير توضع العبوات بمقاييس الحفريات وقساوة التربة •

نضع بشكل عام العبوات في قعر الخنادق المراد حفرها عند خطوط بداية صف واحد ، في الحفر التي يزيد عرضها على ارتفاعها بمقدار ٥ ر نضع العبوات على ثلاثة صفوف وأكثر •

نضع بشكل عام العبوات في قعر الخنادق المراد حفرها عند خطوط بداية تشكيل الميول • الشكل (٤ - ٤٨ - b) •



الشكل (٤ - ٨) : أشكال توضع الحشوات أثناء تنفيذ الحفريات أو توسيعها :
 a - توضع الثقوب في خندق ضيق (1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 - تسلسل تفجير الحشوات)
 b - توضع الأبار أثناء تنفيذ خندق ذي حواف مائلة بشدة c - توضع
 الأبار أثناء تنفيذ خندق ذي حواف مائلة قليلا . d - توضع الحشوات على عدة
 مستويات . e - توضع الحشوات الجيبية لتوسيع خندق ما .
 1 - الحشوة 2 - السدادة 3 - خطوط حدود تأثير التفجير .

تنفيذ الحفر بواسطة التفجير الموجه :

تستخدم التفجير الموجه أثناء تنفيذ الحفريات والخنادق أو تنفيذ الردميات للسدود والمنشآت الهندسية المشابهة وكذلك لتعزيل الانهار وتوسيعها .

التفجير الموجه يمكن أن يتم بعبوات مفردة مركزة أو موزعة وذلك بحسب مقاييس الحفر وأشكالها .

ويمكن أن نقوم بتفجير عدة عبوات في آن واحد متوضعة في صف واحد أو في عدة صفوف . انظر الشكل (٤ - ٤٨ ، d, c, b,) والشكل (٤ - ٤٥ ، d, c, b,) حيث يكون كمية العبوات مختلفة ، أو القيام بتفجير عدد من العبوات المتقاربة في الكمية بأزمنة متتابة .

وإذا كنا نريد انشاء خندق ذي مقطع مثلث نقوم بتفجير صف واحد من العبوات المتقاربة ، الشكل (٤ - ٤٨ ، b,) والشكل (٤ - ٤٥ ، b) .

للحصول على حفرة مقطوعها شبه منحرف نضع العبوات في صفين أو في ثلاثة صفوف الشكل (٤ - ٤٨ ، d, c,) والشكل (٤ - ٤٥ ، d, c,) .

زيادة عدد العبوات غير مجيد وذلك لتفادي عودة التربة الى الحفرة مرة ثانية بعد الانفجار .

في حالة وجود ثلاثة صفوف من العبوات فان الصف الاوسط للعبوات نضعه أكبر من حجم العبوات الجانبية بعدد (n) أي بنسبة ٢٥ - ٥٠٪ .
حساب كمية العبوة : تحدد كمية العبوة بالعلاقة التالية :

$$Q = K \cdot W^3 (0,4 + 0,6 n^3)$$

حيث Q — كمية المادة المتفجرة مقدرة بالكغ .

- K — عامل يتعلق بخواص التربة ونوعية المادة المتفجرة .
- W — خط المقاومة الدنيا .
- n — عامل فعالية المادة المتفجرة الذي يتراوح ما بين (1 ÷ 3)

ويمكن حساب كمية المادة المتفجرة بالعلاقة التالية :

$$Q = A \cdot b r^3$$

- حيث Q — كمية المادة المتفجرة .
- A — عامل يتعلق بنوعية التربة ونوعية التفجير .
- b — عامل يتعلق بمقياس الحفرة المراد تنفيذها .
- r — قطر الحفرة المتشكلة من الانفجار .

امن العمل اثناء القيام باعمال التفجير :

يقوم بأعمال التفجير فنيون مختصون بأعمال التفجير ويتحملون المسؤولية عن مثل هذه الاعمال .

أماكن التفجير نحاول عزلها عن الامكنة القريبة منها وذلك بوضع اشارات تشير الى الخطر . وكل عامل يتواجد في منطقة التفجير يعلم بإشارة الاحتماء . عند التفجير نقوم بتمديد أشرطة الوصل وفيتل الصاعق قبل وضع العبوات ويجب اعادة كل الحسابات والأخذ بعين الاعتبار أنه تحت تأثير الرياح تتزايد مسافة سقوط نواتج الانفجار بمقدار ٢٠ - ٥٠٪ باتجاه الرياح .

أثناء وضع الصواعق ونقلها يجب أخذ الحيطة الكاملة لتفادي الصدمات والتعريض لدرجات حرارة عالية . يسلم مايتبقى من المواد المتفجرة بعد الانتهاء للمستودع والزوائد غير اللازمة يتم التخلص منها .

الفصل الخامس

تقنية النقل الأفقي

٥ - ١ مقدمة

يصنف النقل الأفقي في أعمال الهندسة المدنية إلى نقل خارجي ويدعى أحيانا نقلاً بعيداً، ونقل داخلي ويدعى نقلاً قريباً .

النقل الخارجي :

وهو يشمل نقل مواد البناء والمواد نصف المصنعة أو المصنعة بالإضافة إلى نقل كل ما يحتاجه المشروع من تجهيزات وأيضاً ترحيل الأتربة والأنقاض خارج المشروع .

النقل الداخلي :

يشمل نقل المواد المذكورة أعلاه داخل حدود المشروع من ساحات التخزين والمستودعات إلى مجال عمل آلات النقل الشاقولي ومن ثم بواسطة هذه الآلات إلى أماكن التنفيذ .

يصنف النقل الأفقي أيضاً حسب نوعية المسارات التي يتحرك عليها إلى :

- النقل على الطرقات .
- النقل على السكك .

– النقل المائي •

- هذا وظراً لأهمية النقل على الطرقات في المشاريع المدنية وبخاصة في القطر، فسوف تقتصر على شرح هذا النوع من النقل •

٥ – ٢ النقل على الطرقات :

٥ – ٢ – ١ التصنيف :

إن النقل على الطرقات يمكن أن يتم بواسطة أنواع لاهصر لها من الآليات التي تختلف بتصنيفها ، ولكن يمكن حصر جميع أنواعها من حيث المبدأ في صنفين: الصنف الأول : وهي الآليات غير المجهزة بمعدات تمكنها من القيام بعمليات التفريغ والتحميل •

الصنف الثاني : وهي الآليات المجهزة بمعدات تمكنها من القيام بعمليات التفريغ أو التفريغ والتحميل معاً •

الصنف الأول يضم :

- آليات مجهزة بصندوق ثابت للشحن مثبت على آلية النقل •
- آليات مجهزة بصندوق منفصل (قاطرة ومقطورة) •

الصنف الثاني ويضم :

- سيارات ذات صندوق مجهز بمكابس هيدروليكية من أجل التفريغ (قلاب) •
- سيارات مجهزة برافعات هيدروليكية من أجل التحميل والتفريغ •
- سيارات مجهزة بخزانات من أجل نقل المواد الناعمة وتفرغها •
- سيارات مجهزة بخزانات من أجل نقل المواد الناعمة وتفرغها •

- سيارات مجهزة بخلاطات من أجل نقل البيتون .
- سيارات مجهزة بمعدات خاصة ولأجل أعمال خاصة .

٥-٢-٢ العوامل المؤثرة في اختيار آلية النقل :

إن العوامل المؤثرة في اختيار آلية النقل والتي تنعكس بالتالي على اقتصاديته هي :

- نوع الحمولة .
- الشروط التقنية التي تتطلبها عمليات البناء .
- مسافة النقل .
- نوع آليات التحميل والتفريغ التي تعمل مع آلية النقل .
- طوبوغرافية الأرض .
- نوعية الطرقات التي تسير عليها الآليات .

٥-٢-٣ تنظيم النقل على الطرقات :

يتصف النقل على الطرقات بالدورية ، هذا وإن دورة عمل الآلية تتألف من التحميل ، النقل إلى مكان التفريغ ، التفريغ والعودة من أجل التحميل التالي . اعتماداً على ذلك فإن زمن دورة الآلية والذي يشكل مجموع الأزمنة الجزئية للدور ، يمكن التعبير عنه بالعلاقة التالية :

$$T = t_1 + \frac{L}{v_1} + t_2 + \frac{L}{v_2} \quad (1)$$

حيث :

- t_1 — الزمن اللازم من أجل التحميل (ساعة) .
- L — مسافة النقل (كم) .

- v_1 — سرعة النقل (الذهاب)، (كم/سا)
- v_2 — سرعة العودة (كم/سا)
- t_2 — زمن التفريغ (ساعة)

وباستخدام السرعة الوسطية الآلية والتي تعادل :

$$\bar{v} = \frac{2v_1 \cdot v_2}{v_1 + v_2} \quad (2)$$

وبتعويض هذه القيمة في العلاقة (١) نحصل على :

$$T = t_1 + \frac{2L}{\bar{v}} + t_2 \quad (3)$$

إن النقل على الطرقات يمكن أن ينظم بأسلوبين وذلك إما بآليات مجهزة بصندوق ثابت أو باستخدام قاطرة ومقطورة . إن العلاقتين ١ و ٣ صالحتان من أجل الأسلوب الأول ، ذلك لأن الآلية تتوقف عن العمل خلال التحميل والتفريغ . أما في حال استخدام القاطرات والمقطورات فإن الدور يساوي :

$$T = \frac{2L}{\bar{v}} + t_3 \quad (4)$$

حيث :

t_3 — الزمن اللازم لمناورة الآلية من أجل تعليق المقطورة وفكها (ساعة)
إن إنتاجية آلية النقل والتي هي تعبير عن كمية المواد مقدرة بالطن /يوم^٢ والتي يمكن أن تنقلها الآلية في زمن معين (t) يمكن حسابها من العلاقة :

$$Q = n \cdot q \cdot \eta_1 \quad (5)$$

حيث :

Q — إنتاجية الآلية في الزمن t .

q — حمولية الآلية الاسمية مقدرة بالطن أو م^٣ .

η₁ — عامل استغلال الحمولية وهو يتعلق بنوع المواد المنقولة وبشكل

الصندوق ويساوي النسبة بين الحمولية الوسطية للمواد المنقولة

خلال دورة واحدة إلى الحمولية الاسمية .

n — عدد الدورات في الزمن (t) ويساوي :

$$n = \frac{t}{T} \cdot \eta_2 \quad (٦)$$

حيث :

T — زمن دورة الآلية (ساعة) .

η₂ — عامل استغلال زمن العمل ويساوي النسبة بين الزمن الفعلي الذي

تعمل فيه الآلية إلى زمن العمل الكلي ويعادل 0.85 ÷ 0.8

t — زمن عمل الآلية (ساعة) .

يمكن من العلاقتين (٥) و (٦) كتابة :

$$Q = \frac{t}{T} \cdot q \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \quad (٧)$$

ومنه فإن عدد الآليات اللازمة لنقل كمية المواد m في زمن يساوي :

$$m = M \div Q \quad (٨)$$

٥-٢-٥ مخطط سير آليات النقل :

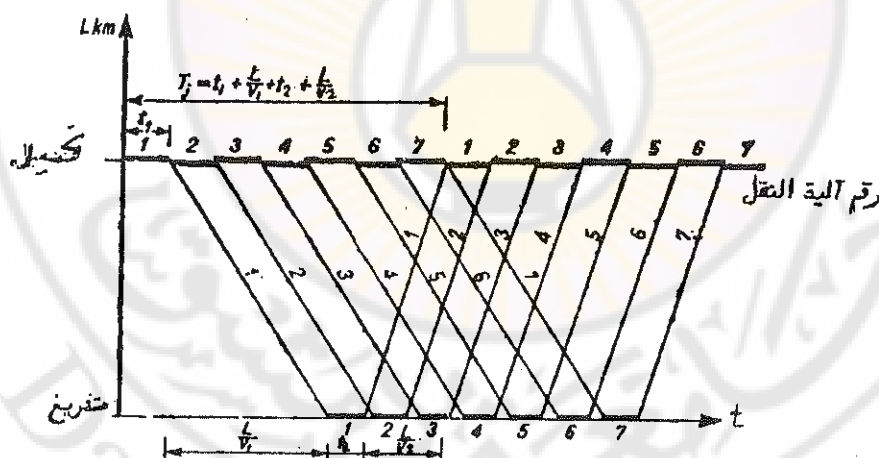
إن عمل آليات النقل يجب أن يكون منظماً بحيث يؤمن التنسيق مع الآليات

الأخرى التي تقوم بعملية التحميل أو التفريغ • إن استمرارية عمل آليات التحميل والتفريغ تؤمن فقط عند الافتراض أنه خلال زمن نقل المواد إلى مكان التفريغ والعودة من أجل التحميل التالي ، فإنه يجب أن يتم تحميل جميع الآليات المتبقية الموضوعة في العمل • أي إنه إذا كان العدد الكلي للآليات التي تقوم بالنقل هو (m) فإن العدد (m-1) من الآليات يجب أن يتم تحميلها خلال فترة ذهاب آلية واحدة والتفريغ والعودة ، أي إنه يجب أن تتحقق العلاقة التالية:

$$(m-1)t_1 = \frac{2L}{v} + t_2 \quad (9)$$

$$m = \frac{2L + (t_1 + t_2) \cdot v}{t_1 \cdot v} = \frac{T}{t_1} \quad (10) \text{ ومنه } m$$

إن الرقم m الذي تم الحصول عليه يجب زيادته بمقدار ١٠٪ نظراً لتوقع حصول أعطال طارئة في بعض الآليات • إن تحديد عدد الآليات يمكن أيضاً إيجادها بطريقة رسم مخطط تشغيل آليات النقل كما في الشكل (٥ - ١) •



الشكل ٥ - ١ : مخطط تشغيل آليات نقل ذات صندوق ثابت .

٥-٢-٦ السعة الاقتصادية لآلية النقل :

إن السعة الاقتصادية لآلية النقل تحدد بالموامل التالية :

- المسافة بين مكان التحميل والتفريغ
- إنتاجية الآلة التي تقوم بالتحميل
- مواصفات مسار النقل
- الشروط الموضوعية في مكان التحميل

إن اختيار آلات نقل صغيرة نسبياً بالنسبة لآلات التحميل يتطلب بالضرورة عدداً كبيراً من آلات النقل وتسبب أيضاً هدراً كبيراً في الوقت الناشئ عن الزمن اللازم للمناورة قرب آلية التحميل ، وبالعكس فإن اختيار آلات نقل كبيرة بالنسبة لآلات التحميل يسبب ضياعاً في الوقت بسبب الزمن الطويل الذي تحتاجه آلية التحميل لتعبئة آلية النقل ، هذا وقد دلت الأبحاث على أن الحل الأفضل هو اختيار آلية نقل (في الأعمال الترابية مثلاً وماشابهها) عندما تكون سعة صندوق الشحن أكبر من سعة وعاء آلية الحفر بمقدار ٧ - ١٠ مرات

٥-٣ الاشكال الخاصة للنقل الداخلي الافقي :

يعتبر النقل بواسطة السيور الثقالة ، والاسلاك المعلقة والنقل عبر الانابيب من أكثر الاشكال الشائعة والمستخدمة في النقل الافقي الداخلي

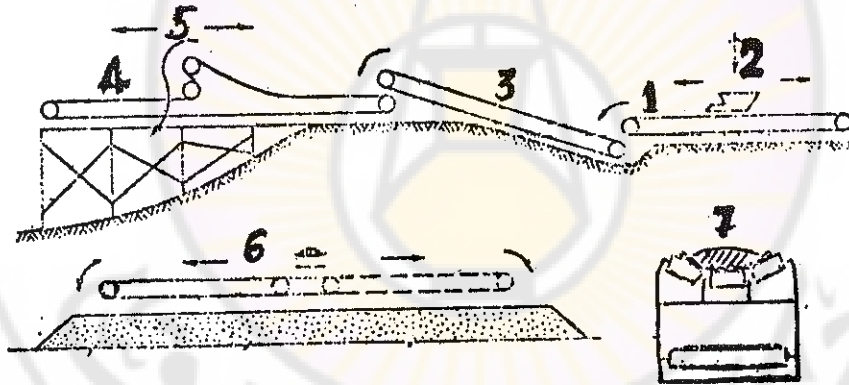
السيور الناقلة الشكل (٥-٣) عبارة عن سير مستمر عرضه من ٣٠-١٥٠ سم

تصنع السيور الناقلة على الاغلب من مواد مطاطية مقواة بالخيطوط القطنية

أو المعدنية وأحياناً تكون مصنعة من مواد فولاذية بشكل شبك .

يمر السير الناقل على دولابين احدهما يقوم بتحريك السير والآخر للتوجيه والتثبيت . القسم العلوي من السير الناقل يستند على اسطوانات متحركة على محاورها وتعطي السير شكل مقعر، أما القسم السفلي فيكون بشكل مستوي . يمكن أن تكون السيور الناقلة بشكل أفقي أو مائل بزاوية لا تزيد عن زاوية انزلاق المواد المحمولة .

تستخدم السيور الناقلة لنقل التربة ، والمواد الحصوية والرمل والخلطة البيتونية . وأحياناً لنقل قطع مسبقة الصنع صغيرة الحجم كالطوب مثلاً .
تحميل المواد على السير الناقل بواسطة وعاء تحميل (2) والذي يمكن أن يتحرك على مسار السير الناقل .



الشكل : (٥ - ٢)

مخطط منظومة السير الناقل

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 .

يفرغ السير الناقل بواسطة الدولا ب الثاني أو بوساطة وسائط تفريغ خاصة (4) والتي يمكنها أيضاً التحرك على مسار السير الناقل .

تشكل السيور الناقلة من مجموعات : 1 — سير التحميل ، 2 — وعاء تحميل متحرك 3 — سير النقل، 4 — سير التفريغ ويمكن أن يصل طول هذه المجموعة عدة كيلومترات .

يمكن أن يتم توزيع المواد المنقولة على سير ناقل عرضي ارتدادي العمل متعامد مع السير الناقل الاساسي انظر الشكل (٥ — ٢ — 5) .

محركات الاجزاء المشكلة لمجموعة السيور الناقلة توحد بنظام تشغيل وإيقاف واحد ، يمكننا من ضبط السرعة والتوقيف عند حصول حادث أو خلل معين .

الاسلاك المعلقة : تستخدم في المناطق التي يصعب علينا استخدام الاشكال المتعارف عليها للنقل الافقي وخاصة في الوديان والمناطق الجبلية . في مثل هذه الاحوال نستخدم الاسلاك المعلقة على الابراج . يكون وعاء التحميل مثبتاً على الاسلاك ويقوم بحركة دائرية مع حركة الاسلاك .

النقل بوساطة الانابيب : يستخدم لنقل بعض المواد القابلة للذوبان في الماء كالتربة ، أو الخلطة البستونية والخلطة الاسمنتية أو الاسمنت .



الفصل السادس

تقنية أعمال البيتون المسلح المنفذ في المكان

مقدمة :

تصنف الأساليب المستخدمة في تنفيذ أعمال البناء إلى أساليب تقليدية وأساليب متطورة .

يعرف الأسلوب التقليدي بأنه الأسلوب الذي تتم فيه أسس التصميم والتنفيذ بطريقة أصبحت سائدة لفترة زمنية طويلة بهذه الدولة أو إحدى مناطقها ، وعادة مايكون أسلوب العمل في هذه الحالة مبسطاً ومعروفاً لدى جميع العاملين ، كما يعتمد على نسبة كبيرة من العمال والفنيين في تنفيذ المخططات وتسيير العمل .

بناء على هذا التعرف فإن هذا الأسلوب يختلف من دولة الى أخرى طبقاً لظروف كل دولة وامكانياتها وبالتالي فإنه ليس تعريفاً مطلقاً بل نسبياً ، ففي حين تعتمد الدول النامية على العمل اليدوي في التنفيذ ، نجد الدول المتقدمة صناعياً تتبع حداً أدنى من المكننة في الأسلوب التقليدي .

أما الأساليب المتطورة فهي الأساليب التي يتم فيها التنفيذ بالاعتماد على أسس معينة وهي :

- ٢ - توحيد المقاييس طبقاً لنظام التوحيد القياس .
- ب - تجزئة العملية الإنتاجية إلى مراحل مستقلة بعضها عن بعض .

- ج - تنظيم العمل بدرجة عالية من الكفاية .
- د - إحلال المكننة عوضاً عن العمل اليدوي كلما أمكن ذلك .
- هـ - القيام بالبحوث والتجارب المستمرة من أجل تحسين أساليب البناء وطرقه .

هذا وتقسم الأساليب المتطورة في البناء إلى :

- أساليب البناء مسبق الصنع (المصنعة) ،
- أساليب البناء المختلط ،

وتهدف جميع هذه الأساليب إلى تحقيق الأهداف الرئيسة التالية :

- اختصار زمن التنفيذ ،
- الإقلال من الكلفة ،
- الإقلال من عدد العمال ،
- تحسين جودة أعمال ،
- تحسين ظروف العمل .

إن الأعمال الجزئية تدخل ضمن نطاق أعمال البيتون المصبوب في المكان هي :

- أعمال القالب ،
- أعمال التسليح ،
- أعمال تحضير البيتون وصبه ومعالجته .

يوضح الشكل ٦ - ١ مراحل تنفيذ البيتون المسلح المصبوب في المكان .

٦-١ أعمال القالب :

إن الأعمال الجزئية التي تشملها أعمال القالب هي :

- تصنيع عناصر القالب ،
- جمع عناصر القالب وتركيبها في المكان المحدد لها في المنشأة ،
- فك القالب وتنظيفه وتحضيره للاستخدام التالي ،
- نقل القالب وتركيبه في مكان الاستخدام التالي •

٦-١-١ تعريف القالب ووظيفته :

القالب هو المعدات التي توفر وتحقق المتطلبات التي تفرضها عملية تنفيذ البيتون المسلح خلال التنفيذ إلى حين حصول العنصر على مقاومة كافية تسمح بفكه •

إن خصائص تنفيذ البيتون المصبوب في المكان تتطلب من القالب أن يؤمن شروطاً معينة يجب أخذها بعين الاعتبار حين تصميم أعمال القالب وتنفيذها ، هذه الشروط هي :

- تحمل الوزن الذاتي للبيتون وحديد التسليح وقطع البناء المغموسة والوزن الذاتي للقالب ،
 - تحمل القوى التي تؤثر في القالب خلال عملية الصب إن كانت تلك القوى سببها حركة العمال أو نتيجة استخدام أدوات العمل ،
 - نقل القوى الخارجية المؤثرة في القالب وتوزيعها ، إما على سطح الأرض أو على عناصر انشائية متصلة قابلة لتحمل تلك القوى ،
- ٢٢٥ - تكنولوجيا الانشاء م - ١٥

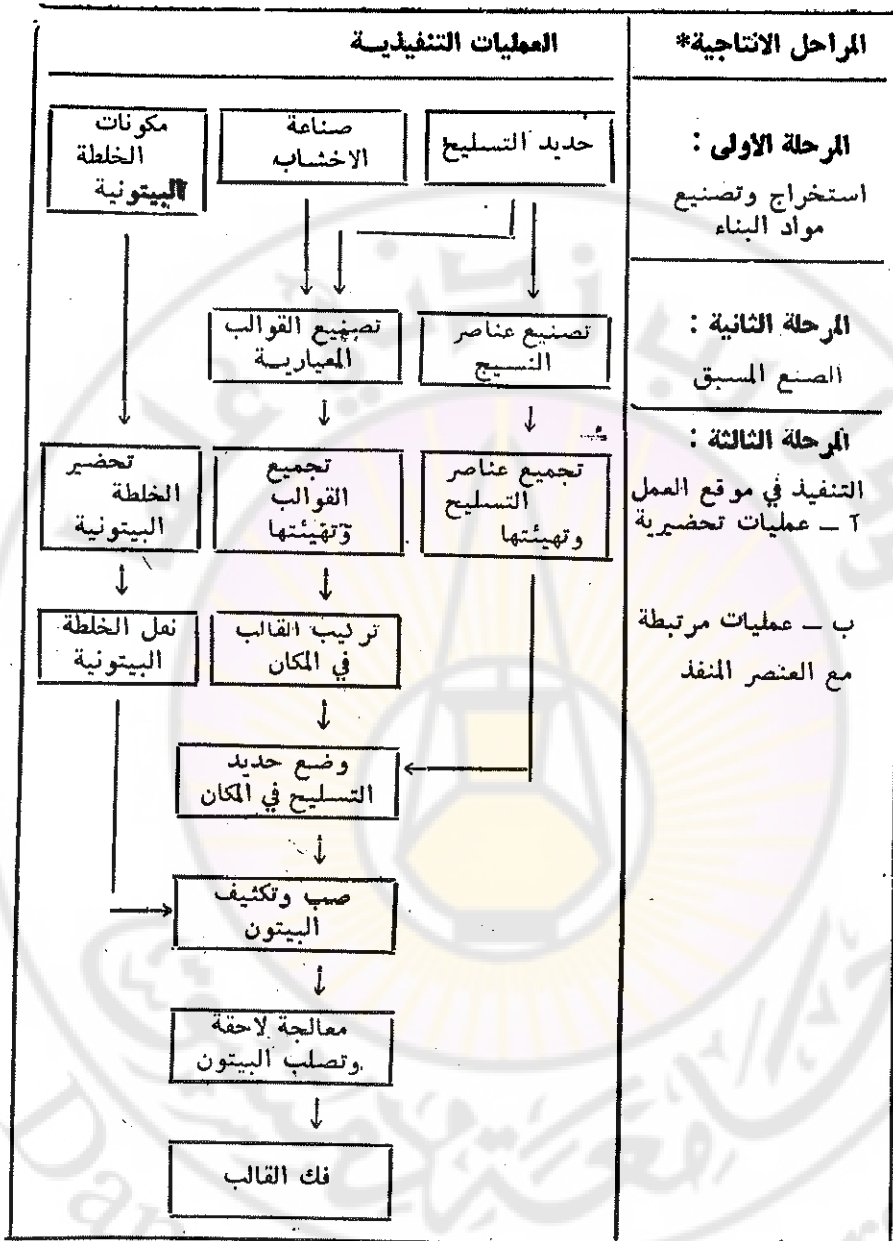
- تأمين الشكل الفراغي وإبعاد العناصر الوارد تنفيذها ،
- إعطاء السطح البيتوني الشكل المطلوب حسب المصورات (اللون والنموذج) • •
- حماية البيتون وعملية التصلب الذاتية من عوامل الجو الخارجية أو الاهتزاز حتى الوصول الى نسبة مقاومة معينة للبيتون •
- بالإضافة الى هذه المتطلبات العامة للقالب ، فإن القوالب الحديثة تؤمن مايلي :

- اختصار الزمن اللازم لتصلب البيتون بواسطة تسخين القالب أو بواسطة طرح المياه الزائدة الموجودة في البيتون عن طريق امتصاص تلك المياه بواسطة الضغط المنخفض •
- استخدام بنية القالب من أجل حمل منصات عمل لتسهيل القيام بأعمال التسليح وأعمال صب البيتون ورجّه ، وأيضاً من أجل حمل سقائل عمل للمعالجة لاحقة للسطوح (كما في القوالب المنزقة) •

٦-١-٢ عناصر القالب :

إن العناصر التي يتألف منها القالب يمكن تصنيف حسب الوظيفة التي يقوم بتحقيقها كل عنصر ، هذه العناصر هي :

- سطح القالب ،
- الهيكل الحامل للسطح ،
- العناصر الحاملة والمثبتة للهيكل (دعائم — جوائز •• الخ) •
- عناصر تقوية ،
- عناصر ربط ،
- تجهيزات فك القالب ،
- منصات العمل (انظر الشكل ٦-٢) •



الشكل (٦ - ١) : البنية الهيكلية لعملية تصنيع البيتون المسلح المصبوب في المكان.

* انظر الفصل الأول ، الفقرة ١-٥ .

إن العناصر التي تتألف منها القوالب الحديثة من المفروض أن تكون قابلة للاستبدال بغيرها تقوم بالوظيفة نفسها ، أو يمكن بواسطتها تنفيذ أعمال القالب لأكثر من مهمة واحدة ، فعلى سبيل المثال يجب أن تكون الدعامات قابلة للتحكم بطولها ليستطاع استخدامها من أجل ارتفاعات متعددة ، أو أن تكون الجوائز التي ترتكز عليها سطوح القالب (أو هياكلها) قابلة لزيادة طولها ، بحيث يتناسب وطول فتحة البلاطة المراد تنفيذها ... الخ •

تدعى عناصر القالب نظاما قالبيا إذا حققت الشروط التالية :

أ - إذا كانت عناصر القالب متوافقة بعضها مع بعض من حيث الأبعاد وقدرة التحمل •

ب - إذا كانت قابلة لإعادة استخدامها وهي منفصلة أو مجتمعة •

ج - إذا كانت قابلة للاستخدام من أجل تنفيذ عناصر بناء مختلفة الأبعاد •

أما المقصود بالقالب متعدد الاستخدام (UNIVERSAL) فهو عندما يكون لدى القالب المرونة الكافية لتلبية المتطلبات التنفيذية من أجل تنفيذ عناصر بناء إنشائية متعددة (مثل الجدران والاساسات وغيرها) •

٦-١-٣ سطح القالب :

إن سطح القالب هو العنصر الذي يكون بتماس مباشر مع البيتون المصبوب وهو يعكس بصورة دقيقة شكل العنصر المراد تنفيذه • إن الوظائف التي يقوم القالب بتحقيقها مذكورة في الفقرة / ٦-١-١ / أما عمله الإنشائي فيعتمد على استقبال جميع القوى المؤثرة فيه خلال التنفيذ ونقلها الى العناصر الخشبية التي يرتكز عليها (هيكل القالب) ، لذلك فإن أهم الخصائص التي تحدد قابلية السطح

• للاستخدام هي قدرة تحمله على الانعطاف .

أما العوامل التي تلعب دوراً هاماً في اقتصادية سطح القالب فهي عدد المرات التي يمكن استخدام هذا السطح في عملية الصب وسعر المادة التي يتألف منها ، وأيضا جودة السطح الذي يمكن الحصول عليه . ومما يجدر ذكره أن تكاليف اهتلاك سطح القالب تعادل نحو ٥٠٪ من تكاليف الاهتلاك الكلية للقالب ، لذلك فإن تحليل العوامل المذكورة سابقا له أهمية خاصة حين اختيار السطح المناسب للاستخدام .

إن المواد التي تستخدم كسطح للقالب هي :

- الخشب (دفوف خشبية) ،
- مواد ذات أصل خشبي (ألواح معاكسة ولأنيه ... الخ) .
- مواد صناعية ،
- صفائح معدنية .

أما أنواع سطح القالب فهي حسب تطورها وبالتسلسل :

- الدفوف الخشبية ،
- دفوف خشبية + طبقة خشب معاكس من جهة واحدة ،
- دفوف خشبية مثبتة على إطار خشبي ،
- دفوف خشبية مثبتة على إطار خشبي + طبقة خشبية معاكس ،
- ألواح لأنيه مثبتة عليها طبقة مواد صناعية من جهة واحدة ،
- ألواح لأنيه مثبت عليها طبقة مواد صناعية من جهتين : (قابلة للاستخدام أو على الوجهين) .

إن مجاز ارتكاز سطح القالب على عناصر هيكل يتراوح بين ٥٠ - ٨٠ سم ،

وذلك حسب مواصفات السطح والأحمال الواقعة عليه .

إن خواص سطح القالب فيما يتعلق بالتأثير المشترك فيما بينه وبين البيتون هي قابلية لامتصاص المياه ودرجة نعومة السطح وقابلية إعطاء السطح الشكل التزييني المحدد إن كان ذلك مطلوباً ، ومن مميزات المواد التي يتألف منها سطح القالب والقابلة لامتصاص المياه هي أنها تقلل من حدوث بقع وتغيير في لون البيتون أو حدوث فقاعات هواء قابلة للكسر والتهشيم ، وبالعكس ذلك ، فإن السطح غير القابل لامتصاص الرطوبة معرض لحدوث عدم تجانس في لون البيتون وكذلك حدوث فقاعات الهواء وغيرها من الأمور التي تتعلق بعدم التوزيع الجيد لكمية المياه الموجودة في البيتون الذي هو بتماس مباشر مع السطح ، ولكن السطح غير القابل لامتصاص الرطوبة يعطي من ناحية أخرى سطحاً أملس دون الحاجة لأعمال الطينة أو سطحاً ذا شكل تزييني دقيق إن طلب ذلك .

أما خصائص العناصر المشكلة لسطح القالب ومواصفاتها ، فيمكن إيجازها بسايلي :

٢ - الدفوف الخشبية :

وهي تكون عادة بسماكة ٢٥ مم وعرض ٨ - ٢٠ سم وطول ٤ - ٥ م . وقد تستخدم في حالات خاصة دفوف سماكة ٣٠ مم .

من مميزات الدفوف الخشبية :

- سهولة الشغل والتثبيت والمرونة في الحصول على الأبعاد المطلوبة ،
- تحملها للصدمات والطرق ،
- عازلية جيدة للحرارة .

أما سلبياتها فهي :

- تتأثر بالرطوبة ولذلك لا تعطي سطوحاً ملمس دقيقة ولا تعطي أبعاداً دقيقة.
- الالتصاق الكبير مع البيتون ،
- تترك الفراغات بين الدفوف خطوطاً واضحة على سطح البيتون ،
- صعوبة التنظيف بسبب التصاق البيتون عليها ،
- سرعة الاهتلاك ولا يمكن استخدامها لمرات متعددة وتستهلك كميات كبيرة من الخشب .

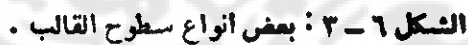
ب - الدفوف المثبتة على إطارات خشبية :

تستخدم بهدف الاقلال من استهلاك الدفوف واختصار زمن تنفيذ القالب ، وهي دفوف خشبية مثبتة على إطار خشبي . تشكل الدفوف والاطار مع بعضهما بعضاً عنصراً واحداً ذا أبعاد معينة ، وغالباً ما يكون طول العنصر الرئيس يساوي ضعف عرضه . تبلغ مساحة العنصر غالباً ١ - ٢م^٢ بحيث يستطيع حمله عامل واحد أو عاملان ، وقد تصنع عناصر ذات أبعاد أصغر بحيث تكون أبعادها متفقة مع أبعاد العنصر الرئيس ، وتسمى هذه العناصر عناصر متممة . إن اتجاه التحميل للعناصر الرئيسة يكون غالباً بالاتجاه الطويل ، انظر (الشكل ٦ - ٣/٢) . فيما عدا ذلك فإن خصائص هذه العناصر تشبه الى حد كبير خصائص الدفوف الخشبية .

ج - الألواح الملساء :

وهي تشبه إلى حد كبير الألواح المعروفة باسم ألواح اللاتيه وقد يحيط بهذه الألواح إطار خشبي بسماكة الموارض الخشبية نفسها المشكلة للوح اللاتيه . تلتصق على هذه الألواح وعلى الوجهين طبقات من الصفائح الرقيقة من مواد اصطناعية . تصنع هذه الألواح بأبعاد مختلفة وتبلغ مساحة العنصر الرئيس

— تتأثر بالرطوبة بنسبة أقل من الدفوف الخشبية •



ج، د، هـ، و۔ الواح مجلس

• اتجاه التحميل :

- الحصول على سطوح ملس ودقيقة ،
- الالتصاق مع البيتون غير كبير ،
- سهولة التنظيف ،
- حواف الألواح وأماكن التثبيت قابلة للعطب بسرعة بسبب انتفاخ الحواف والأماكن التي تتعرض للرطوبة وأيضا بسبب الطرق ،
- يفضل استخدامها في حال توفر مساحات كبيرة للسطح البيتوني المراد صبه من أجل الإقلال من التشريك ،
- تحمل كبير للقوى الخارجية ،
- إمكان استخدامها لمرات متعددة .

د- الصفائح المعدنية :

وهي عادة تكون مثبتة على إطارات معدنية وذات مقاييس مختلفة ، وتستخدم فقط في القوالب المعدنية . نظرا لارتفاع سعرها فيجب أن تستخدم فقط في القوالب ذات النظم القياسية المياريّة ومن خواصها :

- الالتصاق الكبير مع البيتون .
- النقل الحراري الكبير .
- غير مرنة في الاستخدام .
- الحصول على سطح دقيقة ومستوية .
- إمكان استخدامها لمرات كثيرة .
- سهولة فقدان العناصر المعدنية الصغيرة المستخدمة للتثبيت .
- صعوبة استخدامها مع مواد أخرى للقالب .
- تحمل كبير للقوى الخارجية .

٦-١-٤ هيكل القالب :

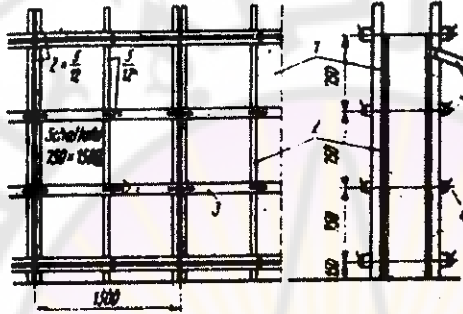
إن عناصر هيكل القالب هي التي تستقبل القوى العمودية المؤثرة في سطح القالب خلال التنفيذ ، وبوساطة هذه العناصر تنتقل القوى على الركائز التي تحمل القالب . إن هيكل القالب يجب أن يوفر ما يلي :

- تثبيت سطح القالب خلال التنفيذ .
- حماية سطح القالب من التشوهات .
- تحمل القوى الأفقية التي تحدث من احتكاك البيتون الطري على سطح القالب .
- تثبيت بنية القالب وتقويتها بالاشتراك مع عناصر التقوية .
- حمل منصات العمل وإمكان وضع شكاكل لتعليق القالب على خطاف الرافعة .

إن هيكل القالب يمكن أن يتألف مما يلي :

- مورينات خشبية عادية .
- مورينات خشبية مثقبة : وهي مورينات عادية يتم تثقيبها على امتداد طولها بثقوب طولانية وبمسافات معينة ثابتة . الهدف من هذه الثقوب هو تسهيل ربط عناصر الهيكل بعضها مع بعض بوساطة عناصر الربط الحديثة وتجنب أية أعمال تثقيب اضافية للهيكل أو لسطح القالب الذي يجب أن يكون مجهزا بثقوب تتناسب ومسافات مع الثقوب الموجودة في المورينات ، حيث أن أي تثقيب اضافي لعناصر القالب يؤدي الى العطب السريع للعناصر ويحتاج الى زمن طويل نسبيا لتنفيذ الأعمال .
- اضافة الى ذلك ، فإن الثقوب الموجودة في المورينات يوفر إمكان ربط

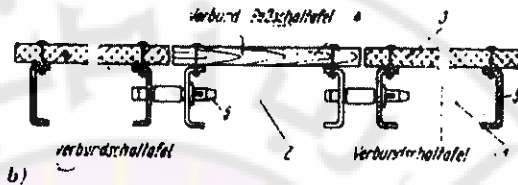
أكثر من مورينة واحدة بوساطة عناصر ربط معينة مما يؤدي الى الحصول على مقطع أكبر في حال ضرورة الحصول على عناصر قوية لهيكل القالب يوضح الشكل (٦ - ٤) كيفية استخدام المورينات المثقبة في قالب جداري .



الشكل (٦ - ٤) : بنية قالب جداري باستخدام مورينات والواح ملس
 ١- الواح ملس . ٢- عوارض حاملة (مورينات مثقبة) . ٣- عوارض مثقبة (مورينات مثقبة) . ٤- روابط ، ٥- دعومات .

— إطارات معدنية بالاتجاه الطولي للإطار ، ويتم تثبيت سطح القالب الذي يتألف في هذه الحالة من ألواح خاصة ، إما مباشرة على الإطار المعدني بوساطة براغي وعزقات معينة ، أو يمكن إدخال عناصر خشبية في الإطار الحامل ليتم تثبيت السطح على هذه العناصر بوساطة مسامير . يوضح (الشكل ٦-٥) أحد الأمثلة للعناصر المذكورة .

— جملونات خاصة قابلة لزيادة طولها بحيث يناسب طول الفتحة المراد صبها، وقد تم تطوير عدد كبير من هذه الجملونات من قبل الشركات الصانعة لمثل هذه المعدات وهي في الغالب جملونات معدنية تحتوي على عناصر معينة خشبية في الجناح العلوي لتسهيل تثبيت السطح الخشبي الى الهيكل بوساطة مسامير عادية . يوضح (الشكل ٦ - ٦) مثالا لأحد الجوائز الشبكية .



لعنصر قالبی (سطح + هیكل) .

-
- Technical drawing of a truss bridge structure. The drawing shows a side elevation of a truss with a central span of 15.60. The total length of the bridge is 20.00. The height of the truss is 2.00. The drawing includes dimensions for the span, total length, and height.

عدا ذلك فقد تم تطوير عدد كبير من المعدات لاستخدامها كهيكل القالب ولا مجال لذكرها جميعا هنا ، ولا بد من الرجوع الى النشرات التوضيحية التي تصدرها الشركات الصانعة للتعرف الى خصائص المسائل المرتبطة بهذا الموضوع وكيفية حلها •

٦-١-٥ العناصر الحاملة لهيكل القلب :

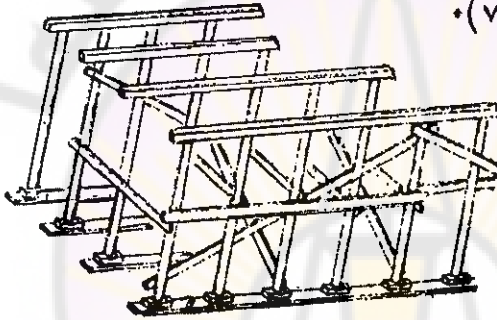
وهي ركائز هدفها تثبيت هيكل القلب في موضعه وتحمل جميع القوى

الحاصلة خلال التنفيذ ونقلها الى الأرض أو عناصر إنشائية جاهزة قابلة لتحمل تلك القوى .

أما العناصر التي يمكن استخدامها لحمل هيكل القالب فقد يمكن أن تكون:

٢- ركائز خشبية دائرية :

من مميزاتها سهولة صيانتها ومرونتها في الحصول على الطول (الارتفاع) المطلوب ، أما سلبياتها فهي نسبة الاهتلاك الكبيرة وتحملها الضعيف للقوى الواقعة عليها (الشكل ٦ - ٧) .

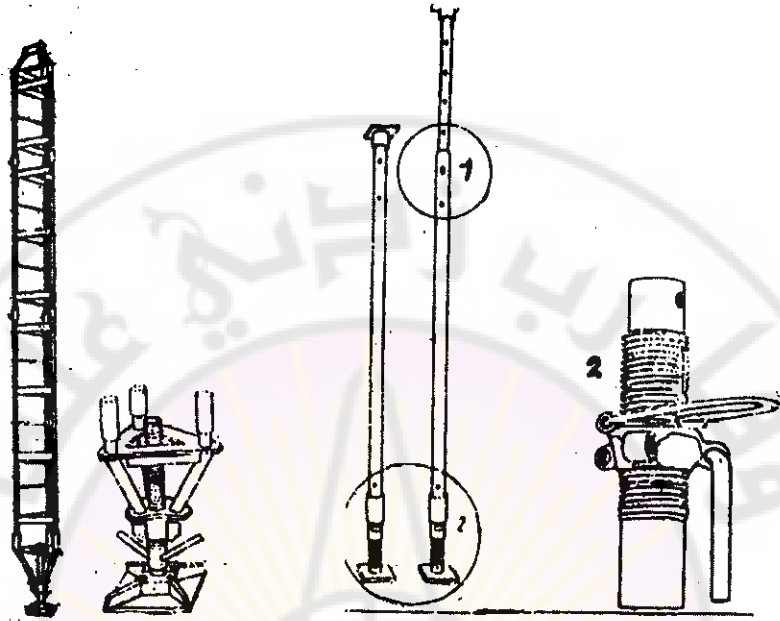


الشكل (٦ - ٧) : استخدام الاعمدة الخشبية الدائرية لحمل قالب السقف

ب- ركائز تلسكوبية معدنية :

وهي أنبوبان من المعدن ينزلق أحدهما داخل الآخر ، وبوساطة ثقب موجود على هذين الأنبوبين يمكن إدخال قطع معدنية صغيرة لمنع الانزلاق بالنسبة لبعضها بعضا وبذلك يمكن الحصول على أطوال مختلفة للركائز حسب الطلب . بالإضافة الى ذلك ، يكون أحد الأنابيب (غالبا الأنبوب السفلي ذو القطر الأكبر) مجهزاً بأسفله ببولب يساعد على الحصول على الارتفاع المطلوب بدقة .

من مميزات هذه الركائز أنها تستخدم مرات متعددة (قلة الاهتلاك) . ولا تتطلب صيانة كبيرة ، كما تتميز بمرونة للحصول على الأطوال المطلوبة .



الشكل ٦ - ٩ : ركيـزة برجـية
مع تفضيل لقاعدة الركيـزة .

الشكل ٦ - ٨ : ركيـزة تلسكوبية .
١ - وصل الانابيب .
٢ - قاعدة الركيـزة .

أما مساوئها ، فهي أنها تتطلب أعمالا اضافية لتقوية هذه الركاكـز ضد الانزياح وتحملها ضعيف اذا زاد الارتفاع على ٥ م . (الشكل ٨ - ٦) .
جـ - ركاكـز برجـية :

وهي أعمدة يتم تشكيلها من مقاطع معدنية . تتم زيادة طول الأعمدة بزيادة عدد هذه العناصر . تستخدم من أجل الاعمال على ارتفاعات كبيرة ، ومن أجل تحمل قوى كبيرة . تستخدم بشكل رئيس في أعمال الجسور البيتونية المسلحة . تجهز هذه الركاكـز بلولب في أسفلها للحصول على الارتفاعات المطلوبة بدقة . أيضا من أجل تسهيل عملية فك القالب ، (الشكل ٦ - ٩) .

٦-١-٦ عناصر التقوية :

إن وظيفة عناصر التقوية هي :

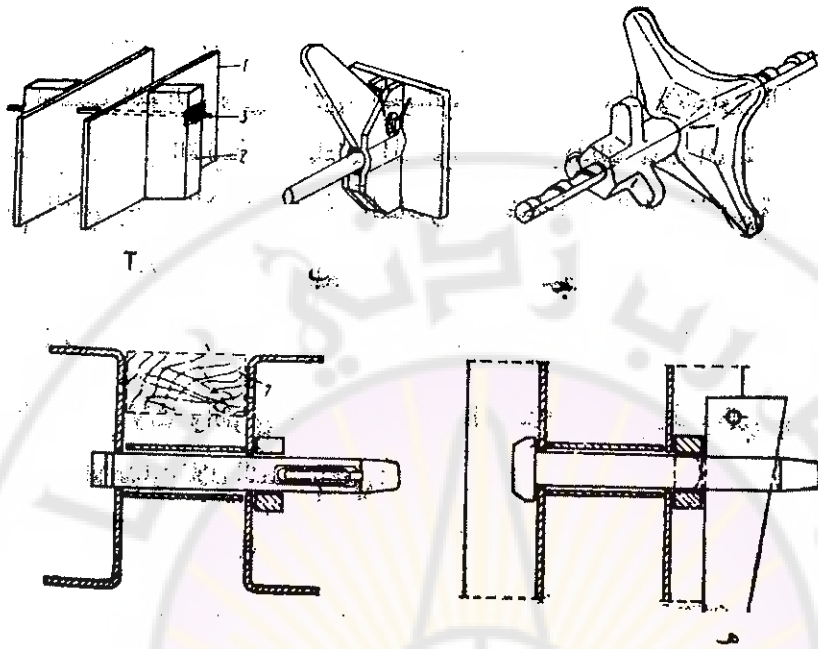
- حماية القالب من الانقلاب (بالنسبة لقالب الجدار) •
- حماية القالب من الاثرياح بفعل القوى المماسية ما بين البيتون المسلح القالب •
- تحمل القوى الأفقية الناتجة من الرياح •
- ربط عناصر القالب بعضها مع بعض بحيث يمكن نقل هذه العناصر بواسطة الرافعة قطعة واحدة من مكان الاستخدام إلى مكان استخدام آخر دون الحاجة إلى فك هذه العناصر إلى أجزاء •
- تستخدم من أجل تأمين هذه الوصلات مورينات خشبية أو أنابيب معدنية .
- تقاطع معدنية يتم ربطها مع الركائز الحاملة للهيكل بشكل قطري وبواسطة أنواع متعددة من عناصر الربط • تتحمل عناصر التقوية هذه خلال عملها قوى شد أو ضغط •

٦-١-٧ عناصر الربط :

يجب أن يحدد عدد عناصر الربط وموقعها بحيث تستطيع تحمل القوى الواقعة عليها (هذا الموضوع له أهمية عند تحديد عناصر الربط التي تربط وجهي القالب الجداري) • يوضح (الشكل ٦ - ١٠) بعض أنواع عناصر الربط •

٦-١-٨ حساب القوالب :

إن أعمال التنفيذ بالقوالب الحديثة التي تعتمد على نظام مقياسي مجدد تتطلب وضع دراسة فنية توضح توضع عناصر القالب المستخدمة على مخططات خاصة لهذا الغرض •



الشكل ٦ - ١٠ :-

- أ - مخطط ربط وجهين متقابلين .
- ب - عنصر مثبت بواسطة الضغط .
- ج - عنصر مثبت (لولب) .
- د - عنصر ربط لاطارين معدنيين (مقطع عرضي) .
- هـ - مقطع طولي .
- ١ - السطح ٢ - الهيكل ٣ - شداد .

تُعطي الشركات الصناعية للنظم القلبية جداول توضح تحميل العناصر المستخدمة لتشكيل القالب والشروط اللازم توفرها من حيث عدد عناصر الربط وأنواعها وتبايناتها وكيفية تقوية العناصر وغير ذلك من الأمور التفصيلية . لكن في كثير من الحالات ، لابد من حساب عناصر القالب إنشائياً وتصميمه .

إن كوارث انهيارات القالب خلال التنفيذ كثيرة ومعظمها تسبب من عدم الحساب المسبق لعناصره وعدم وجود تصميم له .

تحسب القوالب وفق مبادئ الحساب الإنشائي بحيث لا تتجاوز الاجهادات في مقاطع العناصر القالبية الاجهادات المسموحة ، وكذلك يجب أن يتحقق شرط السهم الذي يجب ألا يتجاوز في العناصر المعرضة للانطفاف والمكسية بورقة اسمنتية عن $1/400$ من المجاز الحسابي و $\frac{1}{350}$ بالنسبة للعناصر غير المكسية بورقة اسمنتية .

أما الحمولات والقرى الواقعة على القالب خلال التنفيذ والتي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار خلال التصميم فهي :

٢ - الحمولات الشاقولية :

- الوزن الذاتي للقالب : يتراوح بين ٤٠ - ٦٠ كغ/م^٢ .
- الوزن الذاتي للبيتون الطري ويؤخذ كما يلي :
- البيتون المادي ٢٥٠٠ كغ/م^٢
- البيتون المسلح ٢٦٠٠ كغ/م^٢

— حمولات العمل والنقل :

- الحمولات الواقعة على سطح القالب الأفقي والعناصر الحاملة للسطح مباشرة (هيكل القالب) ٢٥٠ كغ/م^٢ .
- الحمولات الواقعة على العناصر الأفقية الحاملة لهيكل القالب ٥٠ كغ/م^٢ .
- الحمولات الواقعة على العناصر الشاقولية (الركائز) ١٠٠ كغ/م^٢ .

ـ حمولات اضافية :

ناجمة عن تفريغ البيتون من ارتفاع لا يزيد على متر واحد ، وهي تؤخذ حسب حجم الوعاء أو الواسطة التي يفرغ منها البيتون وفق مايلي :

- ـ حجم الوعاء لغاية ٠,٢ م^٣ ٢٠٠ كغ / م^٣
- ـ حجم الوعاء ٠,٢ - ٠,٧ م^٣ ٤٠٠ كغ / م^٣
- ـ حجم الوعاء أكبر من ٠,٧ م^٣ ٦٠٠ كغ / م^٣
- ـ تفريغ بواسطة مضخة أو مزارب ٢٠٠ كغ / م^٣

ـ حمولات ناجمة عن رج البيتون :

تؤخذ فقط في حساب العناصر التي لا تؤثر في سطحها حمولات الهل والنقل مثل قاع الجوائز والعناصر التي لا يمكن ان يتم عليها نقل العمال وحركتهم ١٠٠ كغ / م^٣ .

ب ـ الحمولات الأفقية :

- ـ قوى أفقية سببها عدم شاقولية الركائز : تؤخذ كقوة تؤثر في رأس الركيزة بما يعادل ١٪ من الحمولات الشاقولية .
- ـ حمولات ناجمة عن الرياح : تؤخذ كما يحدده الكود .
- ـ قوى ناتجة من الضغط الجانبي للبيتون (بخاصة لجوانب القوالب الجدارية) وهي تتعلق بأمور متعددة منها :
 - ـ طريقة تكشيف البيتون المصبوب .
 - ـ درجة طراوة البيتون .
 - ـ سرعة الصب .

- مقطع العنصر المصبوب .
- درجة حرارة التصلب .
- مكونات الخلطة البتونية .

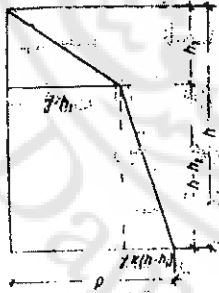
إن الحساب الدقيق للضغط الجانبي للبيتون هو من الأمور الصعبة بسبب تعدد العوامل المرتبطة بذلك ، ولذا فإن معظم طرق حساب الضغط الجانبي للبيتون هي طرق تقريبية ولكنها تعطي الدقة الكافية .

نفترض إحدى هذه الطرق أن الضغط الجانبي للبيتون هو وفق الشكل ٦ - ١١ ، ويعطي الضغط الأعظمي بالعلاقة :

$$P = \gamma_b [h_1 + (h - h_1) \cdot K] \sin \alpha$$

γ_b = الوزن الحجمي للبيتون .

- h_1 - عمق تأثير الرجاج المغموس (يتراوح عادة بين ٠,٤٨ ÷ ٠,٦١ م) .
- h - ارتفاع الطبقة البتونية التي لم تتصلب بعد .
- K - عامل يتعلق بزاوية الاحتكاك الداخلية للخلطة البتونية (γ) .
- وزاوية الاحتكاك بين البتون و سطح القالب (β) .
- α - زاوية ميل القالب الجداري عن الأفق .



الشكل ٦ - ١١ :
مخطط الضغط الجانبي للبيتون
على القوالب الجدارية

(١) يمكن إهمال تأثير الاحتكاك بين البتون و سطح القالب (المؤلف) .

الجدول (٦ - ١٢)

K		نوع البيتون
0.15	50°	بيتون بعد الرج
0.3	30°	بيتون طري
0.44	20°	بيتون رخو
1.0	0°	بيتون خلال الرج

- يوضح الجدول ٦ - ١٢ قيم K حسب نوعية البيتون المصبوب .
- أما ارتفاع الطبقة البيتونية التي لم تتصلب بعد فتحسب كما يلي :

$$h' = t_b \cdot v_b$$

- t_b — زمن تصلب البيتون (عادة ٤ ساعات) .
- v_b — سرعة صل البيتون مساقولياً ، لم ارتفاع / ساعة .

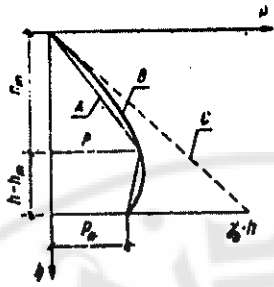
يعطى ضغط البيتون الجانبي مع الأخذ بعين الاعتبار تأثير الحرارة ومكونات الخلطة البيتونية وفق (الشكل ٦ - ١٣) وبالعلاقة التالية .

$$P = \gamma h_m = 1.62 \gamma \sqrt[3]{v_b} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \text{ kg/m}^2$$

γ — الوزن النوعي للبيتون kg/m^3 .

h_m — عمق الضغط الأعظمي ؛ m

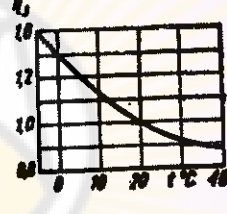
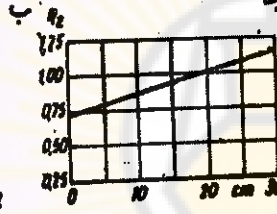
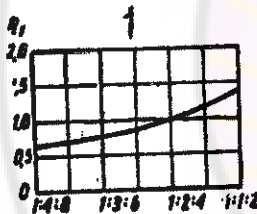
v_b — سرعة الصب m/h .



الشكل ٦ - ١٣

- ١١ - عامل يتعلق بنسب مكونات الخلطة البيتونية •
- ١٢ - عامل يتعلق بطراوة البتون مقاسا بمبوط المخروط •
- ١٣ - عامل يتعلق بدرجة حرارة المحيط •

يعطي الشكل ٦ - ١٤ قيم η_1, η_2, η_3



الشكل ٦ - ١٤

إن العمق الذي يتعرض لضغط أعظمي هو :

$$h_m = 1.62 \sqrt{\frac{s}{v_b}} ; \{m\}$$

يعصل الضغط الأعظمي بعد المباشرة بالصب ومرور زمن معين مقداره :

$$T_m = \frac{1.62}{\sqrt{\frac{s}{v_b}}} ; \{h\}$$

إذا كان ارتفاع القالب أكبر من عمق الضغط الجانبي الأعظمي ، فإن الضغط عند قاعدة القالب يحسب وفق العلاقة :

$$P_n = \frac{3 \cdot \gamma_b \cdot (h - h_m)}{3 \cdot \gamma_b} \cdot P ; \quad [kg/m^2]$$

في حال استخدام رجايات خارجية ، يفترض أن ضغط البيتون الجانبي على جدار القالب هو ضغط هيدروستاتيكي على كامل ارتفاع الطبقة البيتونية التي لم تتصلب بعد ، أي :

$$P = \gamma_b \cdot h ; \quad [kg/m^2]$$

٦-١-٩ أنواع القوالب :

إن تعدد أنواع القوالب المستخدمة حالياً في تنفيذ البيتون المسبوب في المكان يجعل من الصعب التمييز بين أنواع القوالب إلا من خلال تصانيف معينة تشمل عدداً من الصفات المشتركة لهذه القوالب . يمكن أن تصنف أنواع القوالب حسب مايلي :

- ٢ - حسب حركة القالب خلال عملية الصب ، وهنا نميز بين :
 - قوالب ثابتة : وهي القوالب التي تبقى محافظة على شكلها وموقعها خلال تنفيذ العنصر الى حين حصول البيتون المسبوب على مقاومة كافية تسمح بفك القالب . إن عمليات بناء القالب والتسليح والصب تتم بالتتابع خلال التنفيذ .
 - قوالب منزلقة : وهي القوالب التي تكون بحركة دائمة خلال التنفيذ،

حيث تتم عمليات الصب والتسليح في الوقت نفسه الذي تتحرك فيه القالب (ينزل فيه القالب) .

ب - تصنف القوالب الثابتة إلى قوالب ضائعة وقوالب يعاد استخدامها ، وهذه الأخيرة تقسم بدورها إلى :

— قوالب موضعية (تقليدية) .

— قوالب تركيب يدوي .

— قوالب منقولة .

يوضح الشكل ٦ - ١٥ تصنيف القوالب حسب التقنية المستخدمة في التنفيذ

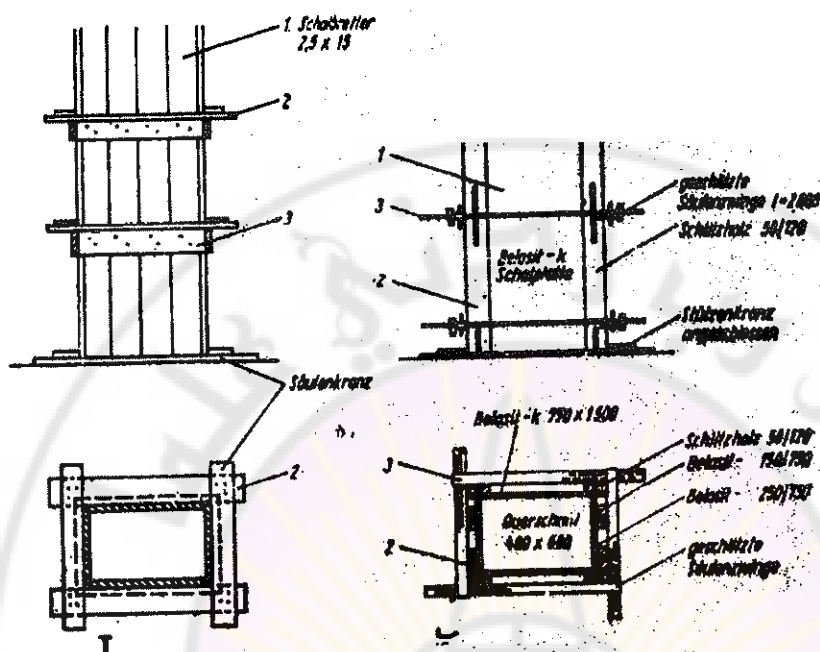
٦-١-١٠ القوالب الموضعية :

وهي تقابل الطرق التقليدية المعروفة حيث تستخدم الدفوف والموزينات والأعمدة الخشبية وأحيانا الألواح المس والخشب المعاكس في أعمال القالب . إن تشكيل القالب وبناءه يتم مباشرة في موقع العمل وبوساطة الجهد العضلي ، ودون الحاجة إلى آليات رفع من أجل تركيب القالب . يوضح الشكل ٦ - ١٦ على سبيل المثال كيفية تشكيل القالب للعمود .

إن إحدى مميزات القوالب الموضعية هي إمكان تشكيل القالب لعناصر انشائية مختلفة الأشكال والأبعاد ، ولكنها تتطلب زمن تنفيذ طويلا . على الرغم من أن السعر المنخفض نسبيا للمواد الأولية المستخدمة في هذه القوالب ، إلا أن الاهتلاك الكبير بالإضافة إلى قلة الانتاجية يجعل من الضروري طرح هذه الأمور على بساط البحث حين اتخاذ القرار حول نوع القالب الواجب استخدامه .

الشكل ١٥ : تصنيف القوالب .





الشكل ٦ - ١٦ : قالب موضعي لعمود .

- أ - ١ - دقوف خشبية ٢٥ مم ٢ - إطار من دقوف ٣ - مبسطة (طيشة) .
 ب - ١١ - لوح لاملس ٢ - مودينة مثقبة ٣ - إطار معدني (سوار) من مبسطات معدنية مثقبة .

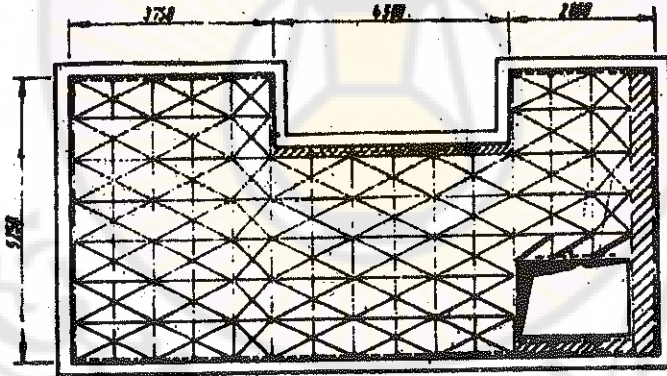
٦ - ١ - ١١ : قوالب التركيب اليدوية :

تتصف بكون القالب يتم تشكيله من عناصر معيارية مسبقة الصنع . يقوم العامل بنقل هذه العناصر وجمعها في مكان التنفيذ لتشكيل القالب المطلوب ، دون الحاجة إلى رافعة نظراً لوزنها المحدود . قد تستخدم الرافعة إذا ما أريد زيادة مكتة أعمال النقل حيث تقوم بنقل مجموعة من العناصر من مكان إلى آخر .

تتم أعمال الفك أيضا يدويا ودون الحاجة الى آلية رفع .

إن وزن العناصر يجب ألا يتجاوز ٣٠ كغ للعنصر الواحد إذا كان العمل يتم من قبل عامل واحد ، و ٦٠ كغ إذا كان العمل يتم من قبل عاملين ، وقد يصل وزن العنصر حتى ٨٠ كغ كحد أقصى .

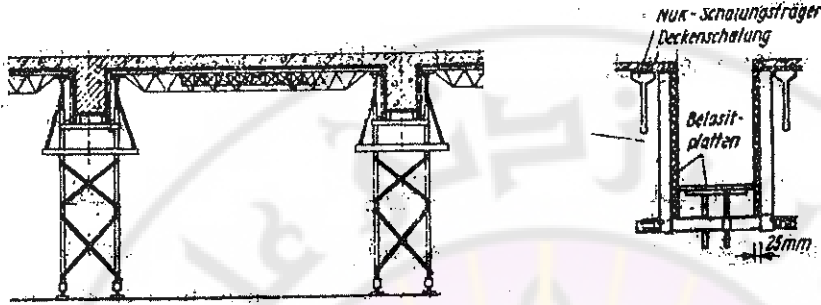
يتطلب استخدام القوالب المعيارية أن تكون أبعاد العناصر الانشائية المراد تنفيذها متناسبة مع أبعاد العناصر القالبية المستخدمة . إن عدم تحقيق هذه الخاصية يتطلب تكملة أعمال القالب بالطريقة التقليدية (الموضعية) مما يطيل زمن التنفيذ ، وقد تستخدم الدفوف الخشبية أو ألواح ملس لمثل هذه الأعمال التكميلية . يوضح (الشكل ٦ - ١٧) مخططا لقالب بلاطة منفذ من عناصر معيارية ومبين عليه أيضا المساحات المكتملة بالطريقة التقليدية ، أما (الشكل ٦ - ٤) فيوضح كيفية تنفيذ قالب جداري بوساطة عناصر معيارية تركب يدويا . و (الشكل ٦ - ١٨) يوضح كيفية استخدام العناصر المعيارية من أجل قالب لبنية سقف



الشكل ٦ - ١٧ :

- ٥ - ركيزة تلسكوبية
- ٥ - جملون حامل للسطح
- x - أعمدة خشبية ، الخطوط المائلة - سطوح تكميلية
- ٥ - عناصر معيارية (الواح ملساء)

يشمل جوائز وبلاطات ويلاحظ إمكان الحصول على أبعاد مختلفة للجوائز وفتحة البلاطة .



النموذج ١٨

١٢ - ١ - ٦ - القوالب المنقولة :

وهي القوالب التي يمكن تجميعها من عناصر معيارية مسبقة الصنع ، وقد تصنع قوالب خاصة من أجل تنفيذ منشآت معينة وتشكل مع بعضها بعضاً قالباً ذا سطح كبير ووزن كبير مما يتطلب آلية رفع وتجهيزات خاصة من أجل نقله من مكان إلى آخر وأيضاً للتساعيد في التركيب . أثبتت هذه القوالب في السنوات الأخيرة أنها يمكن أن تستخدم بشكل اقتصادي ، ولذلك يزداد استخدامها في أعمال التنفيذ بشكل مطرد . تتراوح مساحة سطح القوالب المنقولة ما بين ١٠ - ٢١٥ م^٢ وسطياً بشكل عام ، وقد تصل إلى ٢١٥٠ م^٢ في بعض الأعمال الخاصة .

إن مميزات هذه القوالب هي :

- اختصار اليد العاملة نظراً لأن القالب يتم تجميعه مرة واحدة وبعد استخدامه يتم فكها قطعة واحدة دون الحاجة إلى تجزئته إلى عناصره الأساسية وينقل إلى مكان الاستخدام التالي بعد تنظيفه وإطلائه بالمواد

• المانعة لالتصاق البيتون •

— إطالة عمر المواد المستخدمة في القالب نظراً للوصلات والزوايا الثالثة التي تربط العناصر بعضها بعضاً •

إن نقل القالب يتم بواسطة رافعة أو بواسطة تجهيزات أخرى مثل الدواليب كما هي الحال في القوالب الفراغية أو المتحركة أفقياً •

لكي يكون استخدام هذه القوالب اقتصادياً ، نظراً لثمنها العالي نسبياً ، يجب أن يكون التنفيذ سريعاً ، أي أن تكون دورة الاستخدام سريعة • من الأمور الواجب أخذها بعين الاعتبار في الابنية الطابقية حين التصميم ، أن البلاطات العلوية المنفذة بهذه القوالب يجب أن تحصل على مقاومة كافية بعد زمن قصير نسبياً من أجل تنفيذ البلاطات التالية • أما الإجراءات المتخذة في التنفيذ لتسريع تصلب البيتون والحصول على مقاومة كافية حين تحميله بحمولات تنفيذية (حمولات خلال التنفيذ) فقد تكون إما بإضافة مواد مسرعة للبيتون ، أو باستخدام أسمنت ذي ماركة عالية ، أو باستخدام بيتون ساخن ، أو بتسخين القالب بالتيار الكهربائي ، أو بتسخين الجو المحيط بالقالب •

يجب أن تكون القوالب المنقولة ذات بنية قوية بسبب تعرضها لقوى كبيرة خلال النقل والتركيب ، وأيضاً بسبب استخدام طرق نقل البيتون وضخه ذات إنتاجية عالية (مضخات - أوعية ذات أحجام كبيرة) ، وأيضاً بسبب الاتجاه إلى الإقلال قدر الامكان من الشدادات التي تربط الوجوه المتقابلة للقالب مما يزيد من المجازات التي تتحمل ضغط البيتون الجانبي ، ولأنسى أيضاً ، أن القالب يجب أن يعاد استخدامه لمرات متعددة دون فكة إلى عناصره الأساسية وغيرها من الأمور • كل ذلك يتطلب كما تم ذكره بنية قوية للقالب مما يزيد من وزنه الذاتي ويجعل هذه القوالب غالية الثمن نسبياً ، إضافة إلى أن هذه القوالب تتطلب استخدام معدات

بناء ذات إنتاجية عالية (روافع برجية ، مضخات بيتون ، جبالات ... الخ) . إن هذه الزيادة في ثمن المعدات يجب أن تقابلها سرعة في التنفيذ إذا ما أريد أن يكون استخدامها اقتصاديا ، لذلك يجب العمل على التحضير الدقيق بحيث تكون المعدات التي تشترك مع هذه القوالب في التنفيذ ، متناسبة مع بعضها بعضا من حيث الإنتاجية ، وأن يتم تنظيم العمل وفق طريقة التنفيذ المتتابع ، وأن يكون التنفيذ مستمرا ومستقرا . وكذلك نظرا لأن هذه القوالب تجمع من عناصر معيارية محددة بنظام قياس معين ، لذلك من المفروض أن تكون أبعاد العناصر في المنشأة متوافقة مع أبعاد القوالب المستخدمة . هذه الخاصية يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار خلال التصميم .

إن أهم القوالب المنقولة المستخدمة في تنفيذ الأبنية هي :

- القوالب المستوية (قوالب الجدران وقوالب الأسقف) .
- القوالب الفراغية (النفقية) .

٦-١-١٢-١ القوالب المستوية :

نستخدم من أجل تنفيذ الجدران والأسقف كل على حدة، وأما تعريفها فيتضمن الخصائص التالية :

- يتم تشكيلها غالبا من عناصر معيارية مثبتة على هيكل حامل ومقواة بعناصر تقوية .

- يتم نقل القالب الى مكان التنفيذ وأيضا نقله من المكان بعد تنفيذ العنصر وتصلبه بواسطة رافعة دون الحاجة الى فك القالب الى عناصره الأساسية المشكلة له .

— الحصول على سطوح مستوية ملس دون الحاجة الى أعمال الطينة الإسمنتية •

إن الهدف من استخدام القوالب المستوية هو اختصار زمن التنفيذ لأعمال القالب وذلك بواسطة نقل القالب كوحدة متكاملة الى مكان التنفيذ وتركيبه بسرعة بواسطة وصلات سهلة الربط ، وأيضا نقله من المكان المصبوب الى مكان الاستخدام التالي بواسطة الرافعة •

إن اقتصادية استعمال القوالب المستوية تحدد بالأمور التالية :

أ — ثمن القالب •

ب — بنية القالب ونوعيته التي تحدد عدد المرات التي يمكن استخدامه فيها •

ج — الزمن اللازم للتركيب والفتك (تنفيذ الربط) •

إن الأمور المذكورة أعلاه والمحددة لاقتصادية القالب مرتبطة بالعوامل الجزئية التالية :

١ — كبر مساحة القالب :

وتتعلق بما يلي :

— نوع آلية الرفع المستخدمة •

— كيفية التغلب على قوى الالتصاق بين سطح القالب والبيتون •

ومن المعروف أنه كلما كبرت مساحة القالب تطلب ذلك بنية أقوى للهيكل الحامل وعناصر التقوية وبالتالي فإن وزن القالب يكبر • إن مساحة القالب في الحالات العادية تتراوح بين ٩ — ١٥ م^٢ •

٢ — نوعية سطح القالب :

بالنسبة لسطح القالب فإنه توجد بعض النظم القالبية تعطي حرية باختيار

نوعية السطح ، ولكن غالبية القوالب المطورة تحدد نوعية السطح الواجب استخدامه وحيث يشكل السطح عنصراً متكاملًا مع العناصر الحاملة له .

إن سطح القالب يجب أن يحقق مايلي :

- أن يتألف من عناصر مساحتها كبيرة نسبياً وذلك من أجل التخفيف قدر الإمكان من اللصاقات التي تترك أثراً في البيتون المصبوب .
- أن يتحمل القوى الناتجة من الحجاز أكبر من ٣٥ سم ومن أجل حملات تساوي ٥ أطنان
- أن يعطي سطوحاً بيضاء ليس لا تتطلب أعمالاً إضافية لإصلاح العيوب .

٢- الهيكل الحامل والعناصر

ويجب أن تحقق مايلي :

- أن تستخدم من أجل صب على الأقل (هذه الرقعة متعارف عليه عالمياً) .
- أن تكون مقاومة لتحميل القوى الواقعة عليه دون تشوهات ملحوظة .
- أن يتألف من عناصر قليلة العدد .
- أن تكون عناصر الربط سهلة الاستعمال ولا تتطلب زمناً طويلاً لتنفيذ الربط وأمانة في الاستعمال وعددها أصغري .

٤- القوالب كوحدة متكاملة :

يجب أن تتوفر الخصائص التالية :

— إمكان تشكيل قوالب ذات أبعاد مختلفة بواسطة تجميع عناصر القالب الأساسية المعيارية •

— إمكان التحكم في وضعية القالب الشاقولية والأفقية وغالباً ما يتم ذلك بواسطة لوائب •

— وزن القالب يتراوح بين ٣٥ — ٧٠ كغ/م^٢ والوزن الكلي للقالب يجب أن يكون متناسباً مع قدرة الرافعة •

— إمكان تثبيت منصات العمل •

— عدد العناصر (الشدادات) التي تربط وجهي القالب الجداري يجب أن يكون أصغر ما يمكن •

أنواع القوالب المستوية :

تقسم القوالب المستوية المنقولة الى مجموعتين :

آ — قوالب الجدران •

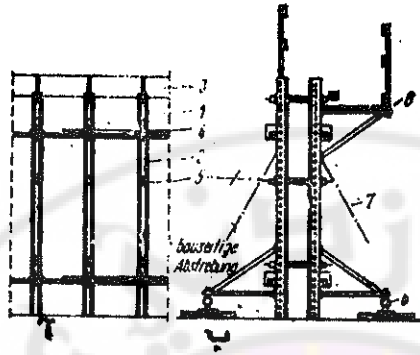
ب — قوالب الأسقف •

قوالب الجدران :

وهي القوالب المخصصة من أجل تنفيذ الجدران • يوضح (الشكل ٦-١٩) مثالا لقالب جداري ، وتلاحظ منصة العمل التي تساعد من أجل صب البيتون ورجه والمثبتة مباشرة على الجدار ، وكذلك تلاحظ قاعدة الجدار المجهزة بلولب لإعطاء الجدار وضعية الشاقولية المطلوبة وأيضا من أجل تثبيت الجدار • أما إذا كان الجدار مرتفعاً ، فقد لا يكفي هذا التثبيت ولا بد في هذه الحالة من تدعيم إضافي كما هو واضح من الشكل •

من أجل تحديد موضع القالب بالنسبة لمحور الجدار فإنه غالباً ما يستعان

تكنولوجيا الانشاء م — ١٧



الشكل ٦ - ١٩ : قالب جداري .

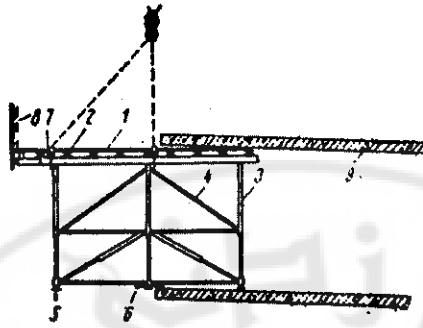
- ١ - سطح القالب
- ٢ - هيكل القالب (بروفيل معدني)
- ٣ - وصلة لزيادة ارتفاع القالب
- ٤ - تقوية أفقية
- ٥ - عنصر رابط لوجهي القالب بواسطة شداد
- ٦ - قاعدة تثبيت القالب مجهزة لمولب
- ٧ - دعامة مائلة اضافية
- ٨ - منصة عمل
- ٩ - عتبة .

بما نسميه العتبة ، وهي صبة بيتونية بارتفاع $8 \div 10$ سم ، تصب مسبقا قبل تركيب الجدار ، وهي تحدد مكان الجدار اللازم تنفيذه وسماكته .

قوالب الاسقف :

وهي مخصصة من أجل تنفيذ أسقف كاملة والتي يكون سطح القالب مرتبطا مع الهيكل بحيث يمكن نزع القالب عن السطح البيتوني دفعة واحدة ، دون الحاجة لفك القالب الى العناصر الأساسية المشكلة له ومن ثم ينقل القالب قطعة واحدة إلى مكان الاستخدام التالي .

تتألف قوالب الأسقف من هيكل يشبه الى حد كبير شكل الطاولة ولذلك تدعى بالقوالب الطاولة ، ويثبت على هذا الهيكل سطح القالب . يمكن استخدام طاولة



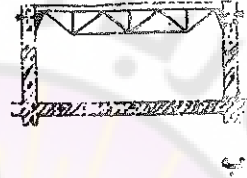
الشكل ٦ - ٢٠ : قالب اسقف بشكل طاولة .

- ١ - سطح القالب (الواح ملمس) ٢ - عوارض حاملة للسطح (هيكل ٣) - ركائز
تلسكوبية ٤ - تقوية القالب ٥ - لولب ٦ - دواليب ٧ - مكان لتثبيت
المعلقات ٨ - حاجز ٩ - سقف متصلب .

واحدة أو أكثر من أجل تشييل قالب السطح المطلوب ، وغالبا ماتكون ركائز هذه
الطاوالات تلسكوبية للحصول على ارتفاعات مختلفة . تجهز هذه الطاوالات أيضا
بدواليب من أجل جرها الى خارج كتلة البناء وذلك بعد نزع سطح القالب عن
البيتون . يوضح (الشكل ٦ - ٢٠) العناصر التي يتألف منها القالب وأيضا
كيفية تعليق القالب على خطاف الرافعة بعد جره الى حافة البناء الخارجية لنقله
الى مكاز الاستخدام التالي .

تستخدم أيضا بالاضافة الى القوالب الطاولة القوالب الدرجية وتدعى
كذلك نظراً لأن كيفية اخراجها خارج كتلة البناء (بعد تصلب السقف) تشبه
الى حد كبير كيفية سحب الدرج . تتألف القوالب الدرجية من هيكل حامل
للسطح ومقوى بعناصر تقوية . ترتكز بنية القالب على السطوح الداخلية للجدران
بوساطة فتحات موجودة مسبقا في الجدران ووصلات تثبيت . انظر (الشكل

٦ - ٢١) .



الشكل ٦ - ٢١ : قالب اسقف درجي :

٢ - مخطط ارتكاز القالب على الجدران ب - قالب درجي خلال نقله .

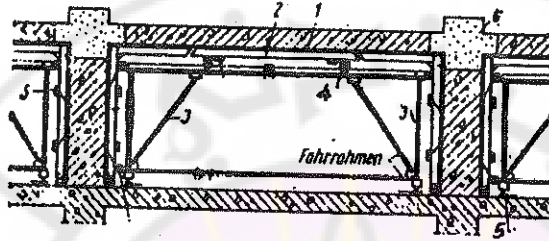
إذ استخدام قوالب الأسقف المذكورة أعلاه هو ممكن فقط عندما يكون التصميم أخذاً بعين الاعتبار إمكان إخراج القالب خارج كتلة البناء قطعة واحدة .

٦ - ١ - ١٤ - ب القوالب الفراغية (النفقية) :

هي القوالب التي يمكن بواسطتها تنفيذ الجدران والأسقف بعملية واحدة ، أي باستخدام قالب واحد .

القوالب الفراغية هي تطور للقوالب المستوية المنقولة بحيث أصبح من الممكن جمع قالب الجدران والأسقف على هيكل واحد يشكّل ما يشبه النفق .

إن مبدأ عمل هذه القوالب يعتمد على تركيب هذه الاتفاق متوازية بعضها مع بعض بحيث تبعد سطوحها الخارجية الشاقولية بعضها عن بعض مسافة تساوي سماكة سماكة الجدران ، وبحيث تكون سطوحها العلوية واقعة الى مستوى أفقي واحدة وتشكل بالتالي السطح المطلوب من أجل تنفيذ الأسقف . (الشكل ٦-٢٢) .

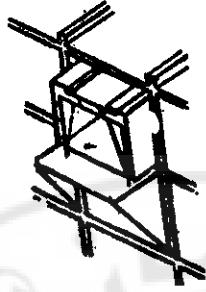


الشكل ٦-٢٢ : قالب أفقي خلال التنفيذ .

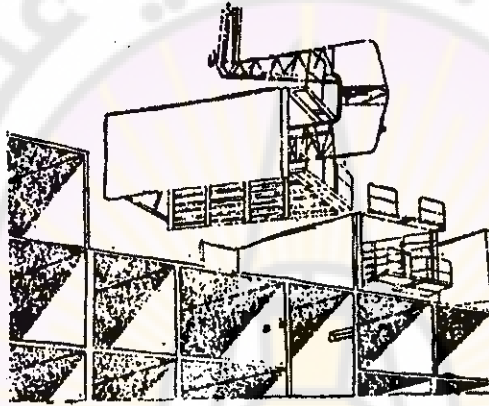
- ١ - سطح القالب ٢ - عنصر قابل للتبديل للحصول على مجازات مختلفة
- ٣ - هيكل حامل لقالب السقف والجدار ٤ - لولب يستخدم لنزع القالب عن
- البيتون ٥ - دواليب تتحرك على سكة ٦ - قطعة بيتونية مغموسة لتحديد
- سماكة الجدار والبلاطة ولتحديد مكان جدار الطابق الأعلى .

يجهز القالب الفراغي بروافع لولبية من أجل إعطاء سطوحه الوضع الفراغي المطلوب ويجهز أيضا بمجالات تمكنه من التدرج على سكة فوق السطح الذي يقف عليه مما يسهل جره الى خارج البناء بعد نزع السطوح عن البيتون المتصلب بوساطة الروافع اللولبية أيضا . يقف القالب الفراغي بعد جره الى حافة البناء على السكة على مسطبة مؤقتة ، ثم تقوم الرافعة بنقله الى مكان الاستخدام التالي (الشكل ٦-٢٣) . يمكن الاستغناء عن المسطبة المؤقتة إذا استخدمت معلقة بشكل حرف U كما هو موضح في (الشكل ٦-٢٤) .

نظرا لأن القوى التي تؤثر في القالب خلال التنفيذ كبيرة وتتطلب من القالب أن تكون له مقاومة فراغية كبيرة ، لذلك ، فإن معظم نظم القوالب النفقية تعتمد على الحديد كمادة أولية من أجل تصنيعه .



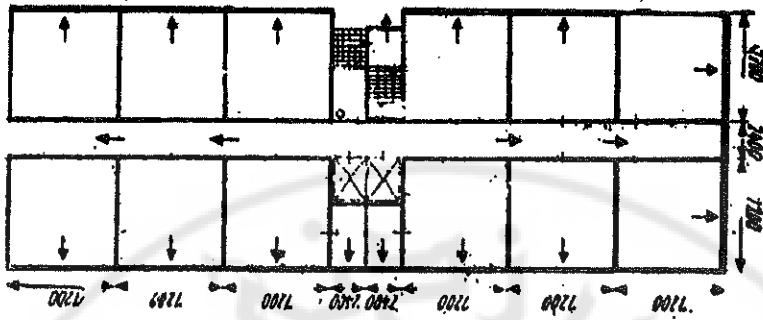
الشكل ٦ - ٢٣ : قالب فراغي يقف على مسطبة مؤقتة مثبتة في البناء .



الشكل ٦ - ٢٤ : قالب فراغي خلال نقله بواسطة معلقة .

- مجال الاستخدام :

تستخدم القوالب الفراغية من أجل تنفيذ الابنية ذات الجملة الإنشائية الجدارية . يمكن أن يكون اتجاه الجدران طوليا أو عرضيا بالنسبة لمحور البناء ، ويمكن الجمع بين الاتجاهين . ولكن استخدام هذه القوالب يتطلب أن يكون التصميم يسمح باخراج القالب خارج كتلة البناء قطعة واحدة ، (الشكل ٦-٢٥) .



الشكل ٦ - ٢٥ : مسقط لبناء منفذ بواسطة قالب فراغي.
الخطوط الفاتكة توضح الجدران الحاملة المنفذة بواسطة القالب الفراغي
والاسهم توضح اتجاه إخراج الانفاق

- مراحل التنفيذ :

يوضح الشكل التالي (٦ - ٢٦) مراحل التنفيذ باستخدام القوالب الفراغية .

٦-١-١٥ القوالب المنزلقة :

هي القوالب التي يمكن بواسطتها تنفيذ عناصر المنشأ الحاملة الشاقولية فقط (الجدران) دون توقف . إن القالب الشاقولي المنطبق مع مسقط البناء يتحرك شاقولياً من الاسفل الى الاعلى (ينزلق) بواسطة تجهيزات خاصة ، وجنباً إلى جنب مع الزلاق القالب الى الاعلى ، تتم عمليات التسليح وصب البيتون تدريجياً . أما تنفيذ الاسقف ، في حال وجودها ، فيتم كمرحلة لاحقة . تتراوح سرعة الزلق بين ٢-٥م في اليوم .

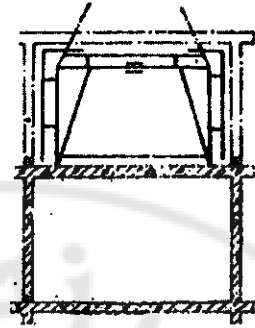
- مجال الاستخدام :

تستخدم القوالب المنزلقة من أجل تنفيذ المنشآت ذات الطابع البرجي ، والتي



(١٢)

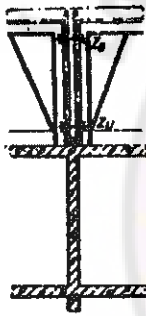
- تركيب حديد التسليح من شبكات مسبقة الصنع .



(١١)

- نقل القالب وتركيبه في مكان التنفيذ .

- ربط القوالب التي تقع على صف واحد بعضها مع بعض .



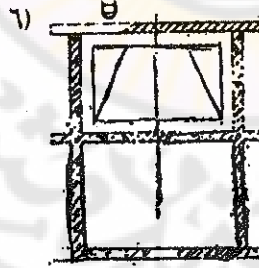
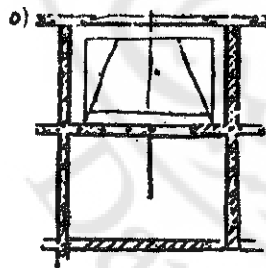
(١٤)

- ربط القوالب متوازية بعضها مع بعض بواسطة شدادات . يتبع ...

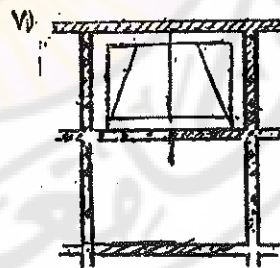


(١٣)

- صب البيتون ورجه .



(٦)



(٧)

- تركيب تسليح الاسقف

- صب السقف

- فك القالب وإخراجه

من شبكات جاهزة .

خارج المبنى .

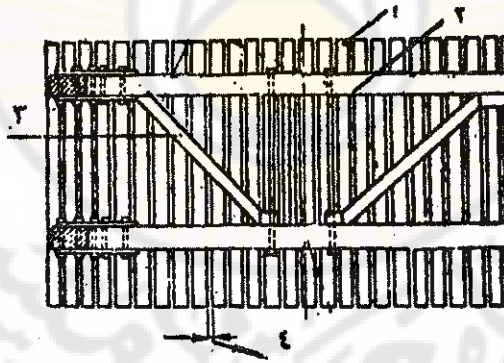
الشكل ٦١ - ٢٦ : مراحل التنفيذ وساطة قوالب فراغية .

تتكون جملتها الإنشائية من جدران حاملة مثل المداخل ، الصوامع ، أبنية برجية ، أبراج تبريد ، نواة الأبنية العالية ، ركائز الجسور ... وغيرها • لايفضل استخدامها من أجل المنشآت قليلة الارتفاع •

– بنية القالب وعمله :

تتألف تجهيزات القالب المنزلق من العناصر الاساسية التالية : القالب،تجهيزات الانزلاق ، إطارات حاملة ومنصات العمل •

٢- القالب : يتألف من سطح القالب والذي يكون شاقولياً • يكون المسقط الأفقي لسطح القالب منطبقاً تماماً مع مسقط البناء المراد تنفيذه (زلقه) • يجب أن يكون سطح القالب مستوياً وله مقاومة ضد الاحتكاك مع البيتون • يمكن استخدام الدفوف الخشبية المصقولة سماكة ٣٠ مم والخشب والحديد كسطح للقالب • يبلغ ارتفاع سطح القالب نحو ١٢٠ سم • يثبت سطح القالب على هيكل للقالب وهو عارضتان خشبيتان أفقيتان ، واحدة في الأعلى والاخرى



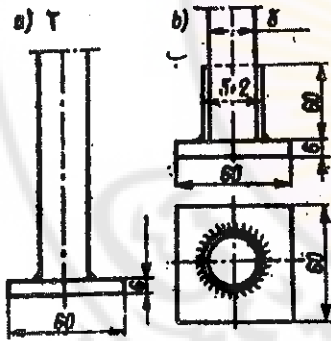
الشكل ٦ - ٢٧ : بنية القالب المنزلق

١ - السطح (دفوف خشبية)	٢ - الهيكل (عارض خشبية)
٣ - عناصر التقوية	٤ - فراغ بين الدفوف •

في أسفل السطح • تقوى العوارض الخشبية بعوارض مائلة لاعطاء القالب مقاومة كافية ضد التشوهات في مستوى سطح القالب خلال التنفيذ • يوضع (الشكل ٦-٢٧) ، كيفية تنفيذ القالب •

ب - تجهيزات الانزلاق : وتتألف من :

١ - قضبان الارتكاز : إن وظيفة قضبان الارتكاز هي حمل جميع الحمولات الشاقولية الناتجة خلال التنفيذ • وهي قضبان من الحديد المرن يبلغ قطرها ٢٥ - ٢٠ مم ، وتكون متوضعة في وسط الجدار المراد زلقه وبمسافات معينة تحددها الحمولات الواقعة على القالب وقدرة الروافع • يبلغ طول القضبان ٢ - ٤ م ويمكن وصلها بعضها مع بعض حيث تدخل نهايات القضبان بواسطة أسنان (الشكل ٦-٢٨) • ترتكز القضبان على القاعدة بواسطة صفيحة معدنية أو تدخل ضمن أنبوب قصير • الأنبوب القصير والصفيحة المرتبطة معه يشكلان قاعدة للقضيب،



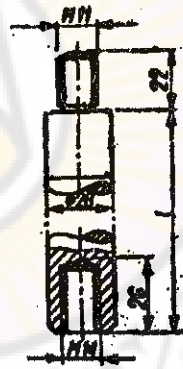
الشكل ٦ - ٢٩ :

كيفية ارتكاز القضيب على القاعدة .

٢ - بواسطة صفيحة •

ب - بواسطة أنبوب قصير

وصفيحة •



الشكل ٦ - ٢٨ :

كيفية وصل قضيب الارتكاز •

في حال إذا ما أردنا استعادة قضبان الارتكاز بعد الانتهاء من تنفيذ المنشأة ،
(الشكل ٦ - ٢٩) •

٢ - روافع منزلقة :

تكون مثبتة حول قضبان الارتكاز المذكورة أعلاه وتحيط بها ترتفع خلال عملها إلى الأعلى ، ومع ارتفاعها تقوم برفع القالب الذي يكون مثبتاً معها بواسطة الاطار الحامل • إن مبدأ عمل الروافع الهيدروليكية موضح على الشكل ٦ - ٣٠ ، ففي الشوط I يكون الرأس السفلي للرافعة مثبتاً حول القضيب • في الشوط II نتيجة للضغط الداخلي في الرافعة يتحرك المكبس ويرتفع جسم الرافعة نحو الأعلى . مقدار يبلغ نحو ٢٥ مم ، وفي الشوط III يتم تثبيت الرأس العلوي للرافعة حول قضيب الارتكاز ، ويصبح الرأس السفلي حراً • وبعدها نتيجة انخفاض الضغط داخل المكبس ، يرتفع الرأس الحر إلى الأعلى ، وبذلك تكون الرافعة قد تسلقت حول قضيب الارتكاز مسافة ٢٥ مم تقريباً ، (الشوط IV) ومن ثم تتكرر العملية دورياً وتنزلق الرافعة بشكل مستمر على امتداد قضيب الارتكاز •

٣ - أنابيب الانزلاق :

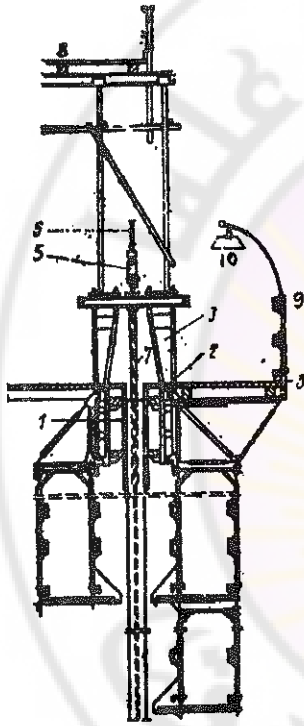
وهي أنابيب مغموسة في الجدران وتحيط بقضبان الانزلاق وتمتد من أسفل الرافعة إلى المنسوب السفلي للقالب • تثبت هذه الأنابيب مع إطارات الحاملة بحيث تنزلق داخل الجدار إلى الأعلى مع ارتفاع القالب ، وبذلك تشكل فراغاً داخل الجدار حول قضبان الارتكاز • يسمح هذا الفراغ باستخراج قضبان الارتكاز من داخل الجدار بعد الانتهاء من التنفيذ •

ج - الإطارات الحاملة :

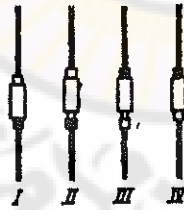
وهي تشكل من مقاطع معدنية غالباً ولها شكل الحرف U مقلوب

يُثبت على حوافها الداخلية القالب • تثبت الاطارات من الاعلى مع الرافعة المنزلة،
وبذلك يرتفع القالب إلى الأعلى مع الرافعة التي تنزلق الى الأعلى على امتداد
قضيب الارتكاز •

الشكل ٦ - ٣٠ :



- ١ - سطح القالب .
- ٢ - هيكل القالب .
- ٣ - الإطار الحامل .
- ٤ - قطعة وصل الإطار الحامل
مع الرافعة .
- ٥ - رافعة هيدروليكية .
- ٦ - قضيب الارتكاز .
- ٧ - انابيب النزلاق .
- ٨ - منصات عمل .
- ٩ - حاجز .
- ١٠ - إنارة .
- I - IV - مبدأ عمل الرافعة المنزلة .



د - منصات العمل :

وهنا نفرق بين منصات علوية وتكون في مستوى الحرف العلوي للقالب •
تستعمل هذه المنصات من أجل حركة العمال ومواد العمل خلال التنفيذ ، (أحيانا

تصميم إضافة الى هذه المنصات ، منصة علوية فوق مستوى الحرف العلوي للقالب وتستعمل من أجل التخزين المرحلي للبيتون الطري وحديد التسليح) . أما المنصات السفلية ، فهي تقع دون مستوى القالب وتستخدم من أجل معالجة السطح البیتوني بعد ظهوره من القالب ، أو من أجل أعمال الطينة الاسمنتية ، إن وجدت ، وغيرها من الأعمال اللاحقة . يوضح (الشكل ٦ - ٣٠) بنية القالب المنزلق .

بعض الشروط الفنية الواجب توافرها ومراعاتها في التنفيذ والتصميم :

- يجب أن يغطي سطح القالب ميلا عن الشاقول نحو ($0.5\% \div 1\%$) من ارتفاع القالب بحيث يكون البعد بين حرفي القالب السفليين أكبر من البعد بين الحرفين العلويين ، وذلك من أجل تخفيف احتكاك البيتون مع سطح القالب .
- يجب أن تكون سرعة الزلق مناسبة لنوعية البيتون المصبوب وسرعة تصلبه ودرجات الحرارة .
- يجب أن يكون مسقط المنشأ واحداً على ارتفاعها كاملاً ، ولكن يمكن إنقاص سماكة الجدران مع ارتفاع المنشأ .
- يجب الإقلال قدر الإمكان من عدد الفتحات في الجدران والحفاظ على أن تكون هذه الفتحات صغيرة قدر الامكان .
- يجب أن يسمح ارتفاع المنشأ بالاستخدام الاقتصادي للقالب .
- يجب أن يراعي التصميم النواحي التكنولوجية التي يتطلبها القالب .
- يفضل أن يتم التنفيذ دون توقف ، أي إنه يفضل الاعتماد على وريديات مستمرة . يفضل تشغيل وريدين 12×2 ساعة عوضاً عن ثلاث وريديات 8×3 ساعات . مع العلم أن التوقف عن صب البيتون هو ممكن ، وفي هذه الحالة يجب أن تقوم الروافع بحركة دائمة في المكان .

٦ - ٢ تقنيه أعمال التسليح :

٦ - ٢ - ١ مقدمة :

يحدد اتجاه تطور أعمال التسليح بالأمور التالية :

- مكنة أعمال التسليح •
- استخدام اللحام الكهربائي •
- استخدام مجموعات إنشائية مسبقة الصنع من قضبان التسليح ذات مواصفات معيارية لتشكيل العناصر الحديدية التي تدخل في العناصر البيتونية المسلحة •

إن الاتجاهات المذكورة أعلاه ، يمكن تطبيقها في معامل البيتون المسبق الصنع أو في ورشات التسليح في موقع العمل مباشرة •

نتيجة لتطبيق التقدم التقني في أعمال التسليح يمكن الحصول على النتائج التالية بالمقارنة مع الطرائق اليدوية لأعمال التسليح :

- أ — توفير في كميات الحديد تبلغ $10 \div 15\%$ •
- ب — توفير العمالة بما يعادل ٣ — مرات •
- ج — توفير في المساحات اللازمة للقيام بالأعمال التحضيرية •
- د — استخدام أفضل الآليات •
- هـ — استخدام يد عاملة خبيرة ترفع من جودة الأعمال •
- و — استخدام تقنيات متقدمة من أجل التصنيع والنقل ترفع من اقتصادية وجودة التنفيذ •

أما الأعمال الجزئية التي تدخل ضمن نطاق أعمال التسليح فهي :

- أ - تنظيف قطع الحديد وتجليسها •
- ب - التكسيح •
- ج - اللحام والربط •
- د - معالجة الحديد على البارد •
- هـ - تركيب عناصر التسليح في المكان •

٦-٢-٢ تنظيف الحديد وتجليسه وقطعه :

يورد الحديد المستخدم في أعمال التسليح بشكل قضبان طولها ١٢ متراً ، وقد يصل طولها إلى ١٥ متراً لبعض الأقطار الكبيرة ، أو بشكل ملفات (كعكة) من أجل الأقطار الصغيرة ٨ مم ومادون •

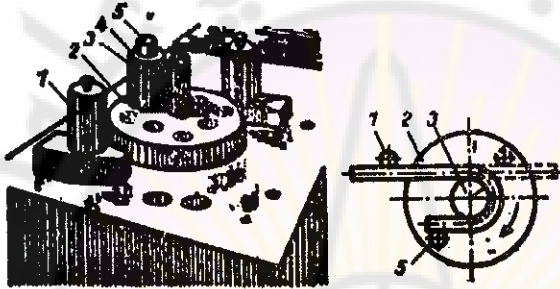
يتم التنظيف والتجليس والقطع للحديد الملفوف بوساطة آلات تقوم بهذه الوظائف في عملية واحدة • تصل سرعة الآلات الحديثة لهذا الغرض إلى ٦٠م/دقيقة •

أما القضبان ، فيتم تجليسيها يدوياً بوساطة معدات خفيفة ، ويتم 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 آلات قطع كهربائية أو هيدروليكية أو بوساطة النشر أو الحرارة •

٦-٢-٣ 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 الرئيس والثانوي • يدور القرص حول محوره الرئيس باتجاهات متعاكسة وبزوايا دوران معينة يحددها البرنامج الموضوع لتشغيل الآلة ، وبذلك يمكن الحصول على أشكال مختلفة لتشكيل الأساور والعكفات والتكسيح • يوضح (الشكل ٦ - ٣١) مبدأ عمل آلية تكسيح قضبان الحديد •



الشكل ٦ - ٣١ : مبدأ عمل آلية تكسيح الحديد :

- ١ - مصد ٢ - قرص معدني مدار ٣ - محور مركزي :
٤ - اسورة لزيادة قطر المحور ٥ - المحور المكسح (الثانوي)

٦ - ٢ - ٤ معالجة الحديد على البارد :

إن القضيب الحديدي الأملس الطري إذا تم شده بحيث يتعرض لإجهادات أكبر من حد المرونة ، يلاحظ بعد ازالة هذه الاجهادات أنه قد حصل على حد مرونة جديدة اجهادات أكبر من التي كان يتحملها قبل تعرضه للشد •
أما إذا ما انتظرنا عدداً من الأيام بعد تعرض القضيب الى قوى الشد المذكورة، فيلاحظ بأن الحديد قد حصل على حد مرونة جديدة أكبر من حد المرونة الذي تولد في الحديد بعد شده مباشرة •

بهذه الطريقة يمكن زيادة حد مرونة الحديد الأولية من ٢٣٠٠ - ٢٥٠٠ كغ/سم^٢

إلى حد مرونة مباشرة بعد الشد تبلغ نحو ٣٠٠٠ كغ/سم^٢ ، أما إذا انتظرنا عدداً من الأيام فإن حد المرونة يرتفع الى ٤٠٠٠ كغ/سم^٢ ، كذلك يزداد حد سيلان الحديد بمقدار طفيف نتيجة لهذه المعالجة .

إن معالجة الحديد على البارد يمكن أن تتم بعدة طرق وهي :

أ - سحب القضبان ، ويستخدم من أجل الحديد الذي يورد بشكل ملفات .

ب - شد القضبان المستقيمة من طرفيها من أجل الحديد الذي يورد بشكل رزم .

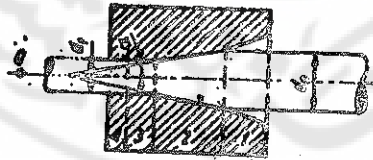
ج - ضغط السطح الخارجي لقضبان التسليح عمودياً على محورها بحيث يؤدي إلى تغير في شكل مقطعها (عجنها) .

د - جدل القضبين بعضهما مع بعض .

هـ - ليّ قضبان الحديد من أجل الحديد ذي المقطع المربع .

سحب القضبان :

يتم بواسطة آلات خاصة بحيث يمرر قضيب التسليح ضمن ثقب قطرها أصغر من قطرها الأولي ومن ثم سحبها ، يجب أن تكون القوة Q أكبر من القوة اللازمة لتغيير المقطع وكذلك أكبر من القوى المماسية الناتجة خلال عملية السحب في المجال ٣ و ٢ ، كما هو موضح في الشكل أدناه .



تتراوح سرعة السحب بين ٥٠ - ١٠٠ م/ثانية ويجب ألا يزيد انقاص المقطع

دفعه واحده عن ٢٠٪ من مساحة المقطع الأولية للحديد الأملس المطاوع ،
أي إن القطر بعد السحب يجب ألا يكون أصغر من ٩٠، من القطر الاولي ، أو ١٠٪
من مساحة المقطع بالنسبة للحديد متوسط الطراوة ، أي ٩٥، من القطر الأولي .

عجن الحديد :

يتم أيضا بوساطة آلات معينة تقوم بعجن السطح الخارجي للقضبان وتغير
شكل مقطعها . يبلغ عمق تأثير العجن في السطح نحو ١٥٪ من قطر القضيب المعالج .
إن الحديد المعالج على البارد بهذه الطريقة يزداد تماسكه مع اليتون نتيجة
التنوعات الحاصلة .

شد الحديد :

يتم بتعريض القضيب الى قوة شد بأساليب متعددة ، أو البارد ما يتم ذلك
بتثبيت أحد أطراف الحديد في ركيزة ثابتة وتعريض الطرف الآخر الى قوة شد .
٦-٢-٥ - اللحام الكهربائي :

يعد اللحام الكهربائي الاسلوب شائع الاستخدام والرئيس في أعمال
التسليح . وهو يعتمد على الاستفادة من القدرة الحرارية المتولدة عند مرور التيار
الكهربائي ضمن مقاومة معينة والتي تعطى بالعلاقة التالية :

$$Q = 0.24 \cdot A \cdot I^2 \cdot t$$

يلاحظ من العلاقة . أن أفضل طريقة للحصول على قدرة حرارية كبيرة هو
زيادة شدة التيار نظراً لأنها مرفوعة الى التربيع ، ويستفاد من ذلك عملياً باستخدام
التوتر العالي ٢٢٠ أو ٣٨٠ ، الذي عند مروره إلى محولات خاصة يتم تخفيض
فرق الكمون وزيادة شدة التيار . إن فرق الكمون الخارج من المحولات يتراوح
بين ١ - ١٢ فولطاً فقط . أما شدة التيار فقد تصل إلى عشرات الألوف من
الأمبير .

أما الأساليب المعتمدة في اللحام الكهربائي فيمكن أن تصنف إلى أسلوبيين :

- آ - بوساطة استخدام مادة وسيطة للحام (القوس الكهربائي) •
- ب - دون استخدام وسيط (لحام المقاومة) •

يستخدم القوس الكهربائي بالدرجة الاولى في أعمال لحام المنشآت المعدنية، أما لحام المقاومة فهو الشائع في أعمال التسليح ، ولذلك يقتصر على شرحه في مجال هذا البحث • وهنا نميز بين نوعين من لحام المقاومة وهما :

- آ - اللحام التناكبي •
- ب - اللحام النقطي •

- آ - يستخدم اللحام التناكبي من أجل وصل القضبان بعضها مع بعض • ويتم اللحام بوساطة طريقتين :
 - طريقة التلدين •
 - طريقة الصهر •

تعتمد طريقة التلدين على تقريب أطراف القضبان بعضها من بعض بحيث يتم تماس الأطراف المقطوعة بدقة كافية ، ونظراً لأن التماس لا يتم على المقطع كاملاً ، لذلك ، فإن مقاومة مرور التيار تكون كبيرة وتتولد نتيجة ذلك حرارة عالية تقوم بتلدين أطراف القضبان إلى درجة معينة ، ومع ازدياد لدونة الحديد تتم زيادة الضغط على القضبان وبذلك يتم الوصل •

أما طريقة الصهر فتعتمد على تقريب أطراف القضبان بعضها من بعض وإبعادها بسقدار قليل بحيث لا يتم تماس جيد بين مقاطع الحديد المطلوب

لحامها ، وبذلك تتولد حرارة تمتد الى عمق أكبر نسبياً • أما في المرحلة المتقدمة من الوصل ، فإنه يتم تماس الوجهين وتتم العملية كما في اللحام بواسطة التلدين المذكورة أعلاه •

أما شدة التيار والزمن اللازم لعملية الوصل فهما يتعلقان بنوع الحديد وقطره وإمكان المحولات المستخدمة وطريقة اللحام المتبعة ، ففي حين نحتاج الى شدة تيار تتراوح بين ٣-٥ أم/م^٢ في طريقة الصهر ، فإننا نحتاج الى شدة تيار تتراوح بين ١٠ - ٢٥٠ أم/م^٢ في طريقة التلدين •

مقدار الضغط يساوي :

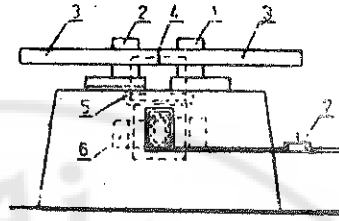
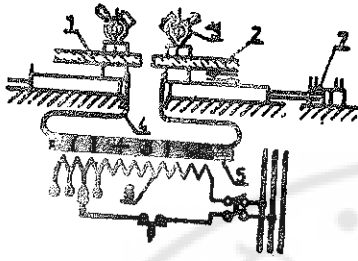
- ٣ ÷ ٥ كغ/م^٢ للحديد الطري •
- ٦ ÷ ٨ كغ/م^٢ للحديد ذي جذ مرونة ٤٠٠٠ كغ/سم^٢ •
- مقدار الضغط خلال عملية التلدين ١٠ ÷ ١٢٪ من قيمة الضغط الكلية •
- دورة التبريد ٠,٢ ÷ ٠,٨ ثا •

بوضح (الشكل ٦ - ٣١ والشكل ٦ - ٣٢) مبدأ اللحام بالتلدين والصهر •

ب - اللحام النقطي : من أجل وصل قضبان الحديد المتعامد والتي تمس بعضها بعضاً في أماكن تماس مساحتها صغيرة • عند مرور التيار باتجاه متعامد مع محور القضبان (عند نقاط التماس) تكون المقاومة في أماكن التماس أكبر ما يمكن ، وبالتالي تتولد حرارة في هذه الأماكن ويصبح الحديد في حالة لدنة ، ومن ثم يتم تعريض القضبان لضغط معين وبالتالي يتم الوصل (اللحام) •

يتم اللحام النقطي بطريقتين :

١ - طريقة سريعة وتعتمد على تمرير تيار كبير وزمن لحام قصير •



الشكل ٦ - ٣٣ : مبدأ اللحام بالصهر
١ و ٢ أطراف القضبان المراد وصلها .
٣ - مثبت للقضبان .
٤ - الوشعة الثانوية للمحول .
٥ - نواة المحول .
٦ - الوشعة البدائية للمحول .
٧ - آلية لتحريك القضيب
(التحريض) ولضغط القضيب
(الوصل) .

الشكل ٦ - ٣٢ : مبدأ اللحام بالتلدين
١ - مثبت للقضبان (ثابت) .
٢ - مثبت للقضبان (متحرك) .
٣ - القضبان المراد وصلها .
٤ - مكان الوصل .
٥ و ٦ - وشائع المحول .
٧ - فاصمة .

$$t = 0.1 \div 0.5 , \text{ sec}$$

$$I = 120 \div 3000 , \text{ A/mm}^2$$

ب - طريقة بطيئة وتعتمد على تمرير تيار غير كبير نسبيا مع زمن أطول للحام .

$$t \geq 0.8 , \text{ sec}$$

$$I = 80 \div 120 , \text{ A/mm}^2$$

مع الأخذ بعين الاعتبار الأمور التالية :

- الحديد الذي يحتوي على نسبة فحم $\geq 0.2\%$ يسكن لحامه
بالسريع أو البطيء .

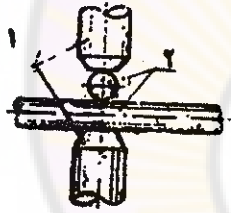
- الحديد الذي يحتوي على نسبة فحم $< 0.2\%$ يجب أن يتم لحامه
بالبطيء ، لعدم تجانس المادة في حالة اللدونة .

– الحديد المعالج على البارد يجب أن يلحم بسرعة لكي لا يفقد المرونة التي حصل عليها • (حد المرونة ينخفض بمقدار ٤ – ٧٪ وهذا مسموح به) •

– جودة الوصل تتأثر بنتيجة الضغط المطبق وكذلك مساحة الالكترودات •
– قطر الالكترودات يجب ألا يزيد على ٢٠ مم عند وصل الحديد المعالج على البارد •

– قطر الالكترودات يجب أن يكون أكبر من ٢٠٪ من مساحة الأقطار الملحومة ، كذلك أكبر من ٣٠ مم من أجل الحديد المسحوب على الحامي •

يبين الشكل التالي مبدأ اللحام النقطي •



- ١ – الالكترودات •
- ٢ – القضبان المتعامدة •

خصائص العناصر المصنعة بواسطة اللحام الكهربائي :

– تشكل القضبان عقداً ثابتة في أماكن التقائها وبذلك تزداد متانة العنصر الكلية ضد التشوهات التي لها أهمية كبيرة خلال نقل العناصر وتركيبها في موضعها •

– توفر الهياكل الملحومة تماسكاً أفضل مع البيتون لأن نقاط التقاء القضبان الرئيسة مع الثانوية تشكل عقداً ثابتة •

– إن وجود عقد ثابتة لا يستلزم وجود عكفات في نهايات القضبان ويوفر

في العمالة والحديد ، إضافة الى أن العقد الثابتة تؤمن توزيعا متساويا
لإجهادات الحديد الرئيسة .

— 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 التريبط يدويا وذلك لعدم وجود تماسك
جيد مع البيتون .

— بسبب عدم وجود عكفات فإن شكل التسليح يصبح مبسطا وإن ذلك
يسمح بتبسيط عملية التسليح واستخدام مكننة عالية .

— إن شكل عناصر التسليح غير قابلة للتشوه بوجود العقد الثابتة وتحافظ
الهياكل على التباعد المطلوب بين القضبان وعلى مكانها في العنصر
المصبوب ، إن كان ذلك خلال عملية النقل أو التركيب أو الصب
ورج البيتون .

— استخدام اللحام الكهربائي يسمح باستخدام أقطار صغيرة (الشيء غير
الممكن بالربط اليدوي لمتطلبات تنفيذية) إن ذلك إضافة الى الاستغناء
عن العكفات يؤدي الى توفير في كمية الحديد تتراوح بين ١٠ - ١٥٪
بالمقارنة مع الربط اليدوي .

٦-٢ تقنية أعمال البيتون :

إن الأعمال الجزئية التي تدخل ضمن أعمال البيتون هي :

— تحضير الخلطة البيتونية وتتضمن :

- ٢ - توريد المواد وتخزينها المرحلي ونقلها إلى مجال عمل آلية الجبل .
- ب - معايرة المواد .
- ج - جبل المواد .
- د - نقل الخلطة البيتونية إلى مكان الصب .
- هـ - صب الخلطة البيتونية إلى مكان الصب .
- و - صب البيتون ورجه .
- ز - معالجة البيتون المصبوب .

٦-٣-١ تحضير الخلطة البيتونية :

٢- توريد المواد وتخزينها ونقلها :

— الإسمنت : يورد الإسمنت إلى مراكز صنع البيتون إما بأكياس معبأة سعة ٥٠ كغ أو بحاويات خاصة لنقله . إن الإسمنت المورد بأكياس يكتب عليها الإسمنت وتاريخ صنعه ، أما الإسمنت الفرط فيجب أن يزود بشهادة منشأ تحدد تاريخ الصنع وماركة الاسمنت ونوعه .

إن استخدام المكنتة في أعمال تحضير الخلطة البيتونية يتطلب أن يورد الإسمنت بالحاويات نظرا لطريقة الوزن المتبعة للإسمنت التي تتم بميزان خاصة . إن الطريقة الأكثر شيوعا في تفريغ الإسمنت هي التي تعتمد على ضخه باستخدام الهواء المضغوط إلى حاويات ثابتة (سيلو) متوضعة في مكان قريب من تجهيزات تحضير الخلطة البيتونية .

يجب أن يستخدم الإسمنت خلال فترة محددة من تاريخ الصنع ولا تتجاوز القيم التالية :

٣٠ يوما من أجل الإسمنت سريع التصلب .

٤٥ يوماً من أجل الإسمنت ماركة ٤٥٠ أو أكثر •

٩٠ يوماً من أجل بقية أنواع الإسمنت •

يمكن القول بشكل عام ، إن كيفية توريد المواد وتخزينها المرحلي ونقلها إلى

مجال آلية الجبل ، يتعلق بكيفية تصميم مراكز الجبل •

ب - تصميم مراكز الجبل :

يمكن تصميم مراكز الجبل بطرق كثيرة جداً تتعلق باستطاعة المركز وزمن

عمله لوطريقة توريد المواد ونوعية الآليات المستخدمة وظروف موقع العمل وغيرها •

ولكن يمكن أن نفرق بين مبدئين رئيسين لتصميم هذه المراكز وهما :

• تصميم شاقولي

• تصميم أفقي

وفي كل من هذين المبدئين يمكن أن نفرق بين تصميم قطري وتصميم

على نسق •

إن هذين المبدئين موضحان في (الشكل ٦ - ٣٤) •

وطبعي فإنه يمكن الاستفادة في كثير من الحالات من هذين المبدئين في

التصميم •

أما الجدول ٦ - ٣٥ فيوضح ميزات مبادئ تصميم مراكز الجبل وسليباته •

ج - معايرة المواد :

تتم معايرة المواد التي تدخل في تركيب الخلطة البتونية حجماً أو وزناً •

تتصف المعايرة الحجمية بالبساطة وانخفاض كلفة المعدات اللازمة لهذا الغرض ،

ولكن لايمكن استخدامها من أجل جميع المواد ، فالوزن الحجمي للإسمنت مثلاً

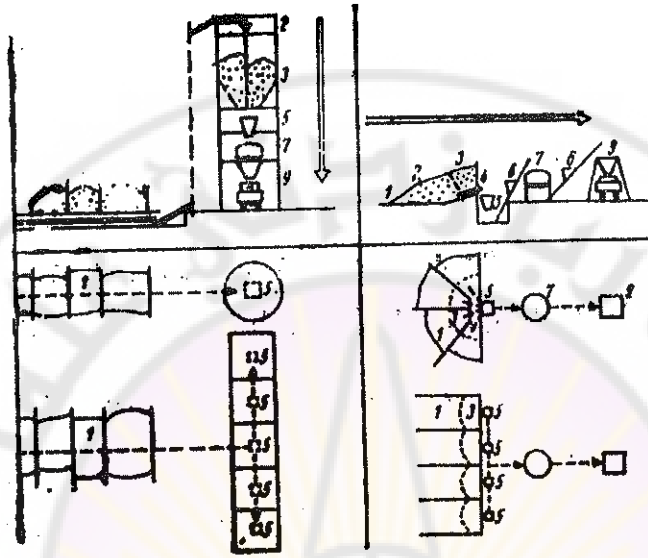
المبدأ الشاقولي

المبدأ الأفقي

مقطع شاقولي

تصميم قطري
(مسطط)

تصميم على سق
(مسطط)



الشكل ٦-٣٤ : مبادئ تصميم مراكز الجبل .

- ١ - تخزين احتياطي للحصويات .
- ٢ - تلقيم (نقل) إلى مخزن العمل .
- ٣ - مخزن العمل .
- ٤ - تلقيم الميازين .
- ٥ - ميازين .
- ٦ - مصعد (تلقية) الجبال .
- ٧ - جبال .
- ٨ - مصعد إلى مخزن البيتون .
- ٩ - مخزن مرحلي للجبال البيتونية .

الشكل (٦ - ٣٥)



إذا كان مخلخلا يزيد بمقدار ٥٠٪ على وزنه الحجمي فيما لو كان مرصوصا ، وكذلك فإن الوزن الحجمي للرمل ذي نسبة رطوبة ٢٪ يزيد بمقدار ٢٣٪ على وزنه الحجمي فيما لو كان جافا ويزداد وزنه الحجمي بمقدار ٢٨٪ على وزنه الجاف إذا وصلت نسبة الرطوبة إلى ٤٪ ، وكذلك يزيد الوزن الحجمي للرمل الجاف المرصوص بمقدار ١٠٪ على الرمل المخلخل .

أما بالنسبة للحصويات ، فإن زيادة نسبة الرطوبة لا تؤثر في زيادة الوزن الحجمي بشكل ملموس ، لذلك يمكن استخلاص النتائج التالية .

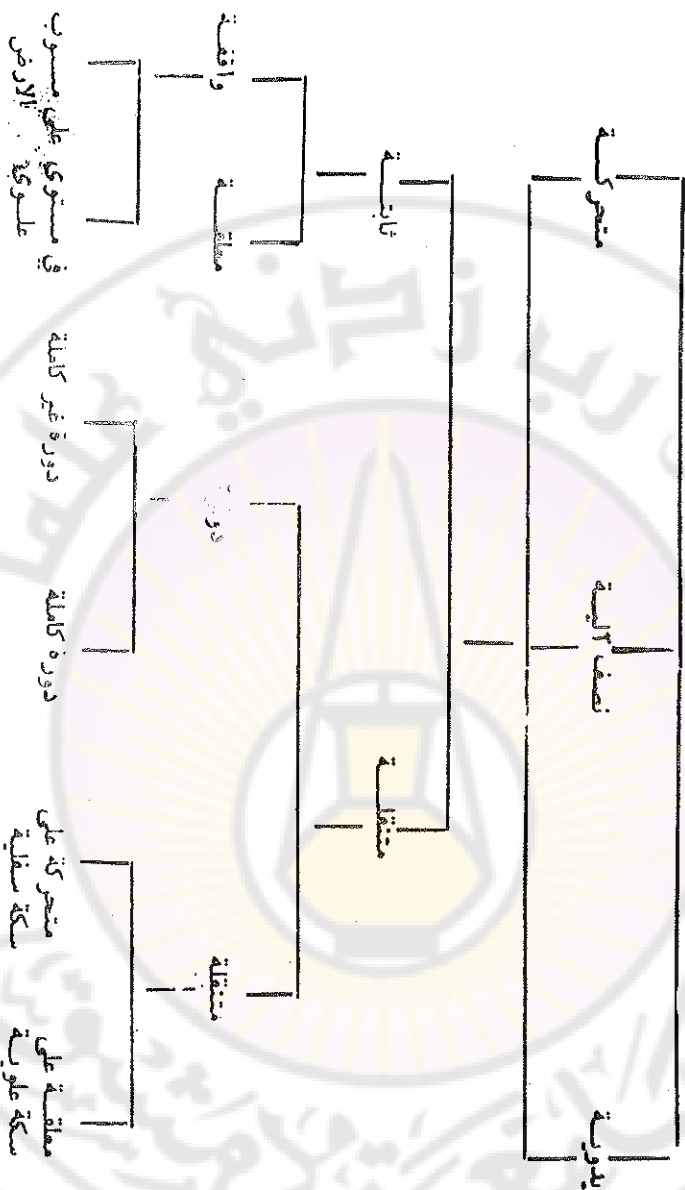
- يجب أن تتم معايرة الإسمنت والرمل وزنيا .
 - يمكن أن تتم معايرة الحصويات وزنيا أو حجما .
 - تتم المعايرة الوزنية بوساطة عدد كبير من أنواع الموازين الخاصة التي تصنف إلى موازين يدوية ونصف آلية وآلية .
 - الموازين اليدوية : يتم التحكم بتعبئة الميزان وتفرغه يدويا .
 - الموازين نصف الآلية : يتم التحكم بتعبئة الميزان آليا وتفرغه يدويا .
 - الموازين الآلية : يتم التحكم بتعبئة الميزان وتفرغه آليا .
- عدا ذلك ، تصنف كل من الأنواع المذكورة أعلاه إلى تصانيف فرعية حسب التصميم الخاصة المذكورة في (الجدول ٦ - ٣٦) .

معايرة المياه :

تتم بمعايرة حجمية أو زنية أو ذات تدفق دوري :

- المعايرة الحجمية : الاستفادة من مبدأ السيفونيات .
- معايرة بتدفق دوري : يتم تدفق المياه بسرعة معينة وزمن معين (مبدأ العدادات) وهي تستخدم بشكل مطرد في الجبال الحديثة .

انواع الموازين



الشكل ٦ - ٣٩ : انواع الموازين لمعايرة مواد الخلطة البيتونية

ـ المعايير الوزنية : تستخدم في مراكز الجبل الكبيرة لضرورة تقصير الزمن
اللازم لمعايرة المياه لتناسب سرعة الجبل •

معايرة المواد الإضافية :

تورد المواد الإضافية بشكل مسحوق أو معجون أو سائل ويفضل أن تضاف
إلى المياه بعد معايرتها إما وزنياً أو حجماً •

دـ جبل المواد :

يتم جبل المواد بآليات تعتمد على أساليب مختلفة للجبل ونسبة لهذه الأساليب
تفرق بين الأنواع التالية :

- ـ جبال السقوط الحر : وتعتمد على الثقالة الأرضية في عملية الجبل •
- ـ جبال قسرية : تعتمد على خلط المواد بعضها مع بعض ميكانيكياً ، لذا
تدعى (خلطات) •
- ـ جبال اهتزازية : تعتمد على الاهتزاز إضافة إلى أحد المبدئين السابقين •

جبال السقوط الحر :

هي وعاء اسطوانى أحد أطرافه أو كلاهما يشكل مخروطاً مقطوعاً ومفتوحاً •
يدور الوعاء حول محور أفقى أو مائل ومثبت في داخله صفائح طولية أو مائلة ،
عندما يدور الوعاء تقوم الصفائح بجرف المواد الموجودة في أسفل الوعاء إلى الأعلى
حيث تسقط سقوطاً حراً خلال جرف المواد إلى الأعلى وبسقوطها ترتطم بالمواد
الموجودة في أسفل الوعاء ، وتتم عملية الجبل •

تفرق في هذه الآليات بين آلات ذات محور دوران ثابت وآليات وعاءها قابل
للدوران حول محور متعامد مع محور الخلط • ففي الأولى يتم التفرغ بتغير اتجاه

دوران الوعاء وبذلك تقوم الصفائح الداخلية والمثبتة على الوعاء بشكل حلزوني بدفع المواد خارج الفتحة • أما في النوع الثاني ، فإن التفريغ يتم بتدوير الوعاء حول المحور المتعامد مع محور دورانه خلال الجبل ، وبذلك يتم التفريغ بالاستفادة من الشقالة الأرضية •

الجبالات القسرية :

يتم الجبل بواسطة صفائح تحرك ضمن وعاء ثابت أو دوار وهناك أنواع كثيرة جداً من التصميم من أهمها نعدد التالية أدناه والتي سسميت بحسب حركة الصفائح خلال الجبل :

حركة نجمية : محور رئيس شاقولي ثابت دوار يقوم بتدوير محوريين ثانويين قابلين للدوران حول نفسيهما مثبتة عليهما صفائح الخلط •

حركة متعاكسة : محوران شاقوليان ثابتان دواران يقومان بتحريك الصفائح المرتبطة بهما وبالوقت نفسه يدور الوعاء حول نفسه •

حركة دائرية : تتألف الجبالة من محور شاقولي مثبت عليه صفائح الخلط ووعاء ثابت • عندما يتحرك المحور الشاقولي يحرك الصفائح المثبتة عليه ويتم خلط المواد • تعد الجبالات الدوارة (ذات الحركة الدائرية) أفضل الأنواع للأسباب التالية :

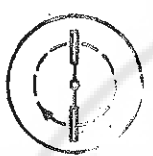
تستغرق زمنا قصيرا للجبل نظرا لسرعة الحركة ،

ذات وزن خفيف بسبب بساطة التركيب ،

ذات اهتلاك صغير بسبب قلة العناصر المتحركة ،

تحقق نظافة العمل لكون الوعاء مغطى من الأعلى •

يوضح (الشكل ٦ - ٣٧) الأنواع الرئيسة للجبالات القسرية وخصائص أقسامها الرئيسة •

نوع الجباله	مخطط رمزي للجباله مقطع افقي		الحور الدور	الوعاء	بنية الخلط	صممه الخلط
نجمة					دوارة	دوارة
مناكسة				دوار	ثابتة	دوارة
دوارة			اتجاه واحد	ثابت	دوارة	ثابتة

الشكل ٦ - ٣٧ : الانواع الرئيسة للجباله القسريه.

بتميز الجبل القسري من الجبل بالسقوط الحر بما يلي :

- إمكان تحضير خلطة يتنوية تنصف بأية درجة لدونة •
- إنقاص زمن الجبل ، انظر (الجدول ٦ - ٣٨) ،
- تغليف المواد الناعمة للحصويات بشكل أفضل •
- تحسين مقاومة البيتون من ١٠ ÷ الى ٢٠٪ بالمقارنة مع جبال السقوط الحر •

أما سلبيات الجبل القسري فهي :

- استخدام حصويات ذات أقطار صغيرة نسبيا •
- الجبال القسرية سريعة الاهتلاك •
- يتطلب طاقة أكبر من جبال السقوط الحر •

الجدول ٦ - ٣٨ : زمن الجبل وسرعة الدوران وعامل التعبئة للجبال القسرية وذات السقوط الحر.

نوع الجبل	زمن الجبل [ثانية]	سرعة الدوران [دورة/دقيقة]	عامل التعبئة %
سقوط حر	$90 \sqrt{D}$	$\sqrt{\frac{400}{D}}$	$60 \div 70$
جبل قسري	$30 \sqrt{D}$	$\sqrt{\frac{250}{D}}$	$25 \div 30$

D — قطر وعاء آلة الجبل •

حساب إنتاجية الجبال : من أجل حساب الإنتاجية فانه لا بد من معرفة حجم وعاء الجبال وعامل تعبئة الوعاء ، أما المقصود بعامل تعبئة الوعاء فهو النسبة بين حجم المواد الجافة التي تقوم الجبال بخلطها والحجم النظري للوعاء •

يتراوح هذا العامل بين ٠.٢٥ ÷ ٠.٧ وذلك يتعلق بشكل الوعاء وطريقة العمل
انظر (الجدول ٦ - ٣٨) •

يقصد بـ إنتاجية الجبال حجم البيتون الذي يمكن الحصول عليه في ساعة
عمل واحدة ويعطى بالعلاقة :

$$Q = \frac{q}{1000} \cdot n \cdot \eta_1 \cdot \eta_2$$

حيث :

Q — الإنتاجية : م^٣/h [m³/h]

q — حجم المواد الجافة التي تستوعبها الجبال • [dm³]

n — عدد الدورات في الساعة •

η_1 — النسبة بين حجم الخلطة البيتونية وحجم المواد الجافة ويقدر
بنحو ٠.٧ •

η_2 — عامل استغلال الزمن •

٦-٢-٢ نقل الخلطة البيتونية :

تنقل الخلطة البيتونية بعد تحضيرها الى مكان الصب ، وبما أنه يتم تحضير
الخلطة البيتونية في مراكز الجبل خارج موقع العمل أو داخله لذلك يجب التفريق
بين النقل من خارج الموقع (نقل خارجي) والنقل داخل الموقع (نقل داخلي)
لأن كل نوع من النقل يتطلب آليات وتجهيزات مختلفة •

— النقل الخارجي : يتم النقل الخارجي إما بنقل الخلطة البيتونية أو بنقل
المواد الجافة الموزونة حيث يتم جبلها خلال النقل وقبيل الوصول الى موقع العمل.
بقليل • يتم النقل الخارجي بأنواع متعددة من آليات النقل التي يجب أن تحقق

الشروط التالية:

- سرعة النقل •
 - قلة الاهتزاز خلال النقل •
 - سرعة التفريغ •
 - حماية من العوامل الجوية الضارة •
- يتعرض البيتون خلال نقله الى انفصال المواد التي تدخل في تركيبه نتيجة الاهتزاز • يزداد الانفصال بازدياد درجة طراوة البيتون وأيضا إذا كان شكل وعاء التحميل غير مناسب •

إن أهم الآليات المستخدمة لنقل البيتون هي التالية :

- سيارة قلاب ذات صندوق عادي : يفضل استخدامها للمسافات القصيرة نظرا لسهولة انفصال المواد خلال النقل •
- سيارة قلاب ذات صندوق عميق : يصمم شكل الصندوق بحيث يخفف كثيرا من فصل المواد • يمكن أن يزود الصندوق بخلاط •
- جبالات محمولة على سيارات : يتم التفريغ بواسطة الدوران العكس للجبال المحملة • من خصائص هذه الجبال سهولة التفريغ والارتفاع العالي للتفريغ وصعوبة التنظيف وكمية النقل الكبيرة •

إن اختيار نوعية آلة النقل يتعلق بالأمور التالية :

- زمن النقل •
- طراوة البيتون •
- كمية البيتون •

أما مميزات البيتون المنقول من خارج الموقع فهي :

- اختصار المساحات في موقع العمل •
- الاستغناء عن مخبر في موقع العمل •
- سرعة المباشرة في التنفيذ •
- الإقلال من اليد العاملة •
- اختصار عمليات نقل البيتون داخل موقع العمل (إذا كان الصب المباشر من الآليات ممكنا) •
- إنتاجية عالية •
- جودة عالية للبيتون •
- استخدام مكثف لمراكز الجبل (يقدر عامل الاستغلال $0.6 \div 0.7$ بينما يقدر هذا العامل $0.05 \div 0.3$ بالنسبة لمركز الجبل في موقع العمل) •

أما السلبات فهي :

- كلفة إضافية تتمثل في ثمن آلية النقل •
- كلفة إضافية لتنظيف الرعاء الذي ينقل فيه البيتون •
- زيادة المسافات التي تقطعها مواد البيتون •
- يتطلب دقة عالية في تنظيم العمل •

يتم تفريغ البيتون بعد وصوله الى موقع العمل ويمكن اتباع الاساليب التالية للتفريغ :

- ٢ — التفريغ المباشر في مكان الصب : يتطلب هذا الاسلوب أن تكون الأبعاد الفراغية للعنصر المراد صبه وتوضعها بالنسبة لآلية النقل تسمح بذلك ،

بأن يكون ارتفاع العنصر مثلاً ملائماً لارتفاع التفريغ ، أو أن يكون المستوى الذي تقف عليه الآلية آمناً ضد الانهيارات •

ب - التفريغ في وسائط خاصة تنقل البيتون الى مكان الصب ،

ج - التفريغ في أوعية التخزين المرحلي ومن ثم يتم تفريغ البيتون بوسائط تنقله الى مكان الصب •

يفضل دائماً أن ينظم تفريغ البيتون دون الاعتماد على التخزين المرحلي ما أمكن ذلك ، وعلى سبيل المثال :

— تفريغ مباشر في وعاء مضخة البيتون •

— تفريغ مباشر في الاوعية المنقولة بوساطة الرافعة •

— تفريغ مباشر في الوعاء المغذي (الملقم) للسبيل الناقل •

— **النقل الداخلي :** يشمل النقل الداخلي نقل الخلطة البيتونية من مركز الجبل الى موقع العمل أو من أوعية التخزين المرحلي الى مكان الصب (ال قالب) •

يتم النقل الداخلي بطرق كثيرة تفرضها ظروف تنفيذية وموضوعية مثل :

— كمية البيتون وزمن الصب : يحددان استطاعة النقل •

— الشكل الفراغي للعناصر المصبوبة والجملة الإنشائية : عناصر نقطية مثل الأعمدة والأساسات الصغيرة ، وعناصر خطية مثل الجدران والجوائز والأساسات المنفصلة وعناصر مسطحة مثل الأسقف والأساسات الكبيرة وبيتون النظافة •

— طريقة تحضير الخلطة البيتونية •

— نوعية البيتون •

— الآليات والوسائط المتوفرة في المشروع •

— ظروف الموقع الطبوغرافية •

— ظروف الطقس •

إن أهم الاساليب المستخدمة لنقل الخلطة البيتونية الى مكان الصب هي :

— بوساطة عربات •

— بوساطة السطل •

— بوساطة مضخات ونظام أنابيب •

— بوساطة سير ناقل •

— **النقل بوساطة العربات :** يمكن أن تكون العربات يدوية أو متحركة ذاتيا

أو متحركة على سكة (مسار) • تستخدم العربات اليدوية من أجل صب كميات بيتون غير كبيرة ويجب أن تتم حركتها على مسارات مؤقتة مرفوعة عن حديد التسليح • إن سعة هذه العربات لا تتجاوز ١٥٠ ل • أما العربات المتحركة ذاتيا، فتستخدم بالدرجة الأولى من أجل نقل البيتون لصب الاساسات المنفردة وغيرها من العناصر التي تشيد على المنسوب الذي يمكن أن تسير عليه العربات أو دونه ، وكذلك تستخدم لنقل البيتون الى مجال عمل آلية الرفع الشاقولي (رافعات أو مصاعد) • ويتراوح سعة وعاء العربته بين ٥٠ - ٧٥ م^٣ وتصل سرعتها الى ٢٠ كم/سا ويمكن أن تقلب على انحدار مقداره ١٥٪ •

فيما يتعلق بالنقل على السكة (المسار) فيتم بوساطة عربات تسير على سكة ضيقة أو يمكن أن تكونا العربات معلقة على سكة وحيدة علوية (يستخدم هذا الاسلوب الاخير في عدد قليل من البلدان) • يستخدم النقل على المسار من أجل كميات بيتون ومسافات نقل تتراوح بين ٥٠ - ٥٥٠٠ م^٣ ويمكن أن تقلب على انحدار مقداره ٢٠٪ • تتراوح سعة العربات بين ٥٠ - ١ م^٣ •

– النقل بواسطة السطل : يتم نقل السطل بواسطة آلية رفع شاقولي (مثل المصاعد) أو آلية رفع شاقولي – أفقي (رافعة برجية بأنواعها المتعددة) .
سعة السطل بين ٢٥م – ١م^٣، أما من أجل تنفيذ المنشآت التي تتطلب كميات كبيرة من البيتون وزمن تنفيذ طويل كالسدود مثلا ، فتستخدم غالبا الرافعات السلكية (سلك مشدود بين برجين تتحرك عليه عربة مزودة بشنكل لتعليق السطل) . يمكن نقل البيتون بواسطة هذه الرافعات لمسافة ١٠٠٠ م ويصل حجم الوعاء الى ٦ م^٣ وتصل سرعة النقل الى ٣٠٠ م/دقيقة ، وسرعة رفع السطل أو إنزاله الى ١٢٠ م/دقيقة .

– النقل بواسطة الانابيب : يتراوح قطر الانابيب الناقلة للبيتون بين ١٠٠ – ١٨٠ مم ، ويتم الحصول على الضغط اللازم للنقل من مضخات ميكانيكية أو من ضواغط هوائية .

إن ضغط المضخة المستخدمة يجب أن يتغلب على القوى التالية :

- قوى احتكاك البيتون مع السطح الداخلي للانبوب .
 - قوى الاحتكاك الداخلية لمواد الخلطة البيتونية .
 - وزن عمود البيتون الشاقولي في حالة الضخ الشاقولي .
- تقدر قيمة ضغط المضخة اللازمة للتغلب على القوى المذكورة أعلاه وفقا لما يلي :

- ١٠ كغ/سم^٢ من مقطع الانبوب من أجل كل متر طولي أفقي للانابيب .
- ١٠ كغ/سم^٢ من مقطع الانبوب من أجل كل ١٠° انعطافا أفقيا كان أم شاقوليا .
- ٨÷١٠ كغ/سم^٢ من مقطع الانبوب من أجل كل متر طولي شاقولي للانابيب .

تعطي الشركات الصانعة استطاعة المضخة مقدرة بالمسافة الاعظمية الافقية التي يمكن للمضخة أن تقوم بنقل البيتون ضمن أنابيب معدنية ذات قطر معين ودون وجود أية انعطافات ، وبالتالي فإن طول نظام الانابيب الممكن نقل البيتون ضمنه يجب أن يحقق العلاقة التالية :

$$L_o = L_v + L_a + L_h \cdot K \leq L_{max.}$$

حيث :

- L_o — طول نظام الانابيب (الطول الحسابي المكافئ لسار النظام) .
- L_v — طول الأنابيب الأفقية .
- L_a — الطول المكافئ للاكواع ويقدر بـ : $\frac{\sum a}{10}$
- L_h — ارتفاع الضخ (طول الانابيب الشاقولية) .
- K — عامل المقاومة الشاقولية ويعادل ٦ - ٨ .
- $L_{max.}$ — استطاعة الضخ الافقية الاعظمية (الاستطاعة الاسمية) .

مثال :

يراد التأكد من إمكان استخدام مضخة استطاعتها القصوى ٣٥٠ م ضمن الظروف التالية للورشة :

- ارتفاع المنشأ ٢٠ م (ارتفاع الضخ أو الانابيب الشاقولية) .
- أبعد نقطة للصب من مكان توضع المضخة ١٠٠ م (طول الأنابيب الأفقية) .
- يتطلب نظام التمديدات كوعين ٩٠° وكوعا واحدا ٤٥° .
- يفترض بأن $K = 8$.

الحل :

$$L = 100 + \frac{2.90 + 45}{10} + 20.8 = 260.5 \text{ m} < 350$$

إن طول المسار المكافئ هو ٢٦٠.٥ م أفقيا وهو أقل من البعد الأفقي الأعظمي الذي يمكن للمضخة أن تنقل اليه البيتون وهو ٣٥٠ م وبالتالي فإن هذه المضخة كافية لتنفيذ الطلب .

يتطلب نقل البيتون بواسطة الانابيب بعض الشروط التنفيذية الواجب توافرها مثل :

- تتراوح كمية المواد الناعمة لحد ٠.٢ م بين ٣٥٠ - ٤٥٠ كغ/م^٣ بيتون .
- ألا تقل كمية الاسمنت عن ٢٧٠ كغ/م^٣ .
- قابلية جيدة للاسمنت لامتصاص المياه ولكن أن لا يكون ناعما جدا ،
- شكل مدور للحصويات قدر الإمكان ،
- يتراوح هبوط المخروط ٦ - ٨ سم عند استخدام مضخات و ٣ - ٧ سم عند استخدام ضواغط هوائية ،
- تسلسل حبي معين (المنحني البياني الوسطي مابين السفلي والعلوي) ،
- يمكن استخدام مواد ملدنة لتسهيل النقل ،
- يجب ألا يبقى البيتون في حالة ركود ضمن الانابيب لفترة تزيد على ١٥ دقيقة .
- تتراوح نسبة الماء في الإسمنت بين ٠.٥ - ٠.٧ .
- لا يزيد القطر الأعظمي للحصويات عن ٣٠٪ من قطر الانبوب .
- يجب تنظيف الانابيب بعد كل توقف عن الصب ، إما بدفع كرة اسفنجية وماء داخل الانابيب أو بشفط البيتون من داخل الانابيب الى وعاء المضخة

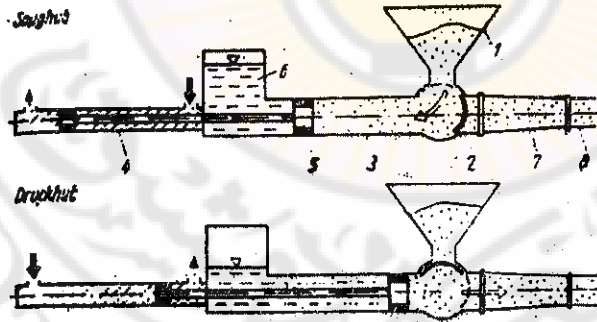
بحركة عكسية لعمل المضخة ، ومن ثم غسل الأنابيب بالماء .

يتم ضخ البيتون بوساطة مضخات تعتمد على مبدأ المكبس أو حركة دائرية داخلية أو بوساطة ضواغط هوائية .

ففي المضخات التي تعتمد على مبدأ المكبس ، يتم شفط البيتون من وعاء تغذية المضخة الي حجرة الضخ في الشوط الأول ، ومن ثم يقوم المكبس بدفع البيتون الى الأنابيب بعد إغلاق الفتحة الموجودة بين وعاء التغذية وحجرة الضخ في الشوط الثاني . تحتوي المضخة عادة على مكبس واحد وأحيانا مكبسين . يتم تحريك المكابس ميكانيكيا أو بوساطة الهيدروليك (الشكل ٦-٣٩) .

تعطي الشركات الصانعة عادة إنتاجية المضخات مقدرة بكمية البيتون الطري المرصوص التي يمكن تضخها في الساعة . يمكن أيضا حساب إنتاجية المضخات وفق مايلي :

$$Q = 60 \frac{\pi}{4} d^2 \cdot S \cdot n \cdot m \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \quad [m^3/h]$$



الشكل ٦ - ٣٩ : مبدأ عمل مضخة مكبس تحريك هيدروليكي

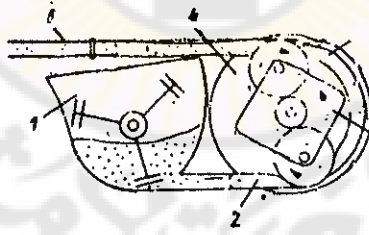
١ - وعاء التغذية ٢ - بوابة دوارة ٣ - حجرة الضخ ٤ - مكبس هيدروليكي ٥ - مكبس الضخ ٦ - حجرة المياه ٧ - تقاسة ٨ - أنبوب .

حيث :

- d — قطر المكبس • [m]
- s — خطوة المكبس • [m]
- n — تردد المكبس • (دورة/دقيقة)
- m — عدد المكابس •
- η_1 — عامل تعبئة حجرة الضخ (0.7 - 0.9) •
- η_2 — عامل ارتصاص البيتون • 0.8

أما مبدأ عمل المضخات التي تعتمد على حركة داخلية دائرية فهو موضح في (الشكل ٤٠-٦) • تتألف المضخة من وعاء تغذية وحجرة ضخ هي أسطوانة يمر في مركزها محور يقوم بتدوير دولابين يقومان خلال حركتهما بضغط أنبوب مرن معبأ بالبيتون • إن حركة المحور المركزي باتجاه واحد تؤمن ضغط البيتون داخل الأنبوب المرن باستمرار وضخه •

يعتمد مبدأ ضخ البيتون بوساطة ضواغط هوائية على تفريغ كمية من البيتون



الشكل ٦٠ - ٦ : مبدأ عمل المضخات الدوارة •

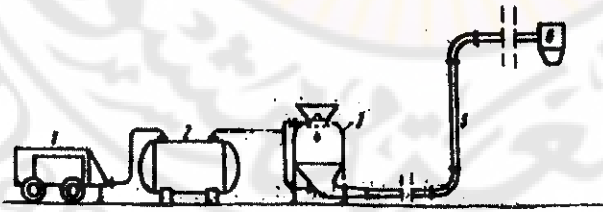
- ١- وعاء تغذية مع خلاط
- ٢- أنبوب مرن (أنبوب الشفط والضخ)
- ٣- أنبوب مرن (عند الضخ)
- ٤- حجرة الضخ
- ٥- آلية التحريك
- ٦- أنبوب النقل •

تتراوح بين ٥٠ - ٨٠ م^٢ في حجرة محكمة الإغلاق تتصل بنظام أنابيب للنقل، ومن ثم تعريض الحجرة لضغط الهواء . يوضح (الشكل ٦ - ٤١) التجهيزات اللازمة لهذا النوع من الضخ .

إن ضخ البيتون بهذه الطريقة هو إذاً دوري وليس مستمراً كما في المضخات الأخرى وتتراوح إنتاجية هذه المضخات بين ٥ - ١٥ م^٣/سا وبسرعة ضخ تتراوح بين ١ - ٣ م/ثا ، وهي سرعة أكبر من سرعة المضخات الميكانيكية التي تتراوح سرعة الضخ بوساطتها بين ٢ - ٨ م/ثا . يفضل ألا تستخدم الضواغط الهوائية لنقل البيتون لمسافة تتجاوز ٢٠٠ م أفقياً أو ١٥ م شاقولياً .

ـ النقل بوساطة السير الناقل : إن أفضل مجال لاستخدام السير الناقل لنقل البيتون هو من أجل صب العناصر الختية . ينقل البيتون بوساطة السير الناقل أفقياً أو بسيول لا تتجاوز ١٥٠ بالنسبة للبيتون الطري و ٢٥٠ بالنسبة للبيتون البارد .

يتألف السير الناقل من قشاطر محمول على محاور أسطوانية دوارة متعامدة مع محور القشاطر وترتكز على جملة حاملة معدنية خفيفة . يجب أن تتم تغذية القشاطر بالبيتون لنقله بشكل مستمر أي إنه في حال



الشكل ٦ - ٤١ : التجهيزات اللازمة لضخ البيتون بواسطة الضواغط الهوائية .
١ - ضاغط هوائي ٢ - حجرة الهواء المضغوط ٣ - حجرة الضخ ٤ - مغلاق
٥ - أنبوب ٦ - تفرغ .

استخدام جبال ذات عمل دوري لا بد من تفريغ البيتون بعد جبهه في وعاء تخزين مرحلي أولاً ومن ثم تتم تغذية القشاطر من هذا الوعاء .

إن ميزة السير الناقل هي إنتاجه الكبيرة التي قد تصل الى ١٠٠ م^٣/ساعة وأكثر ، ولكن سلبياته متعددة منها :

- التصاق المونة الاسمنتية مع القشاطر .
- سهولة حدوث انفصال في مكونات الخلطة البيتونية نتيجة للاهتزاز أو تفريغ البيتون من قشاطر الى آخر .
- جفاف الخلطة البيتونية خلال النقل بسبب أشعة الشمس والهواء .
- تأثير الخلطة البيتونية بدرجة حرارة الجو .

لهذه الأسباب يلاحظ تفهقر باستخدام السيور الناقلة لنقل البيتون ، ولكنها لا زالت تستخدم لنقل البيتون في الأماكن المعلقة (معامل البيتون مثلاً) ، أو لنقل البيتون لمسافات قصيرة وبوساطة سيور ناقلة وحيدة .

إن الأمور الواجب مراعاتها بهدف عدم حدوث انفصال مكونات الخلطة البيتونية هي التالية :

- عدم استخدام بيتون طري ما أمكن ذلك .
- تخفيف سرعة القشاطر بحيث لا تتجاوز ١٥ م/ثا .
- زيادة كمية الاسمنت عند البدء بتغذية القشاطر لتعويض الاسمنت الملتصق بالقشاطر .
- استخدام صفيحة أو مزراب أو وعاء وسيط في مكان تفريغ البيتون لمنع السقوط الحر للخلطة .

تحتسب إنتاجية السير الناقل بالعلاقة التالية :

$$Q = 0.36 A \cdot V \cdot k_{\alpha} k_g \text{ m}^3/\text{h}$$

- A — مساحة مقطع البيتون المنقول cm^2 .
- V — سرعة القشاطر وتتراوح بين ١ — ١٥ م/ثا .
- k_{α} — عامل تخفيضي يتعلق بزاوية القشاطر مع الأفق وتؤخذ ١ من أجل زاوية لحد 10° ، وتؤخذ ٠.٨٥ من أجل زاوية 25° .
- k_g — عامل يتعلق بزيادة الوزن الحجمي للبيتون بعد الرص ويمادل ٠.٧٥ للبيتون الجامد ، و ٠.٩٥ للبيتون الطري .

٦-٣-٣ صب البيتون :

يشكل صب البيتون المرحلة الأخيرة لحركة الخلطة البيتونية • إن أهم الأمور الواجب مراعاتها خلال صب البيتون هي التالية :

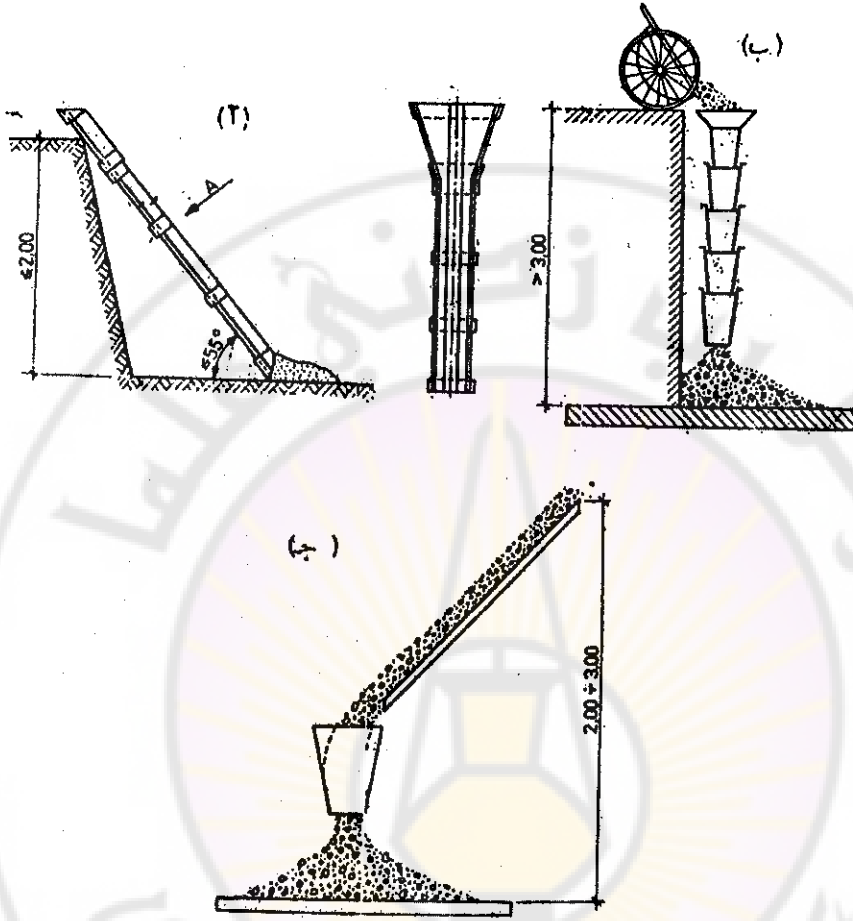
- أ — عدم حدوث انفصال لمكونات الخلطة البيتونية .
- ب — صب البيتون بعد جبهه خلال فترة قصيرة لا تتجاوز الفترة اللازمة لبدء تصلب الإسمنت .

ج — عند صب البيتون على طبقات يجب أن يتم صب الطبقة اللاحقة قبل بدء تصلب إسمنت الطبقة المصبوبة سابقا •
يصب البيتون في مكان توضع الأخير بطريقتين :

أ — مباشرة •

ب — غير مباشرة •

الصب المباشر : وهو يتم اذا لم يتجاوز ارتفاع سقوط البيتون مترا واحدا



الشكل (٦ - ٤٢)

وذلك لتجنب فصل المواد • يمكن أن يتم الصب المباشر بالطرق التالية :

مباشرة من وسائط النقل الخارجي (جبالات محمولة على سيارات) ، حيث
 تلاحظ تحت فتحات التفريغ مزاريب توزيع قابلة للتدوير أفقيا •

— من فوهة نظام الأنايب الناقلة للخلطة البستونية •

— بوساطة السطل المنقول بالرافعة •

— بوساطة عربات •

الصب غير المباشر : يجب اعتماده عندما يزيد ارتفاع سقوط البيتون على متر واحد • يستخدم في الصب غير المباشر مايلي :

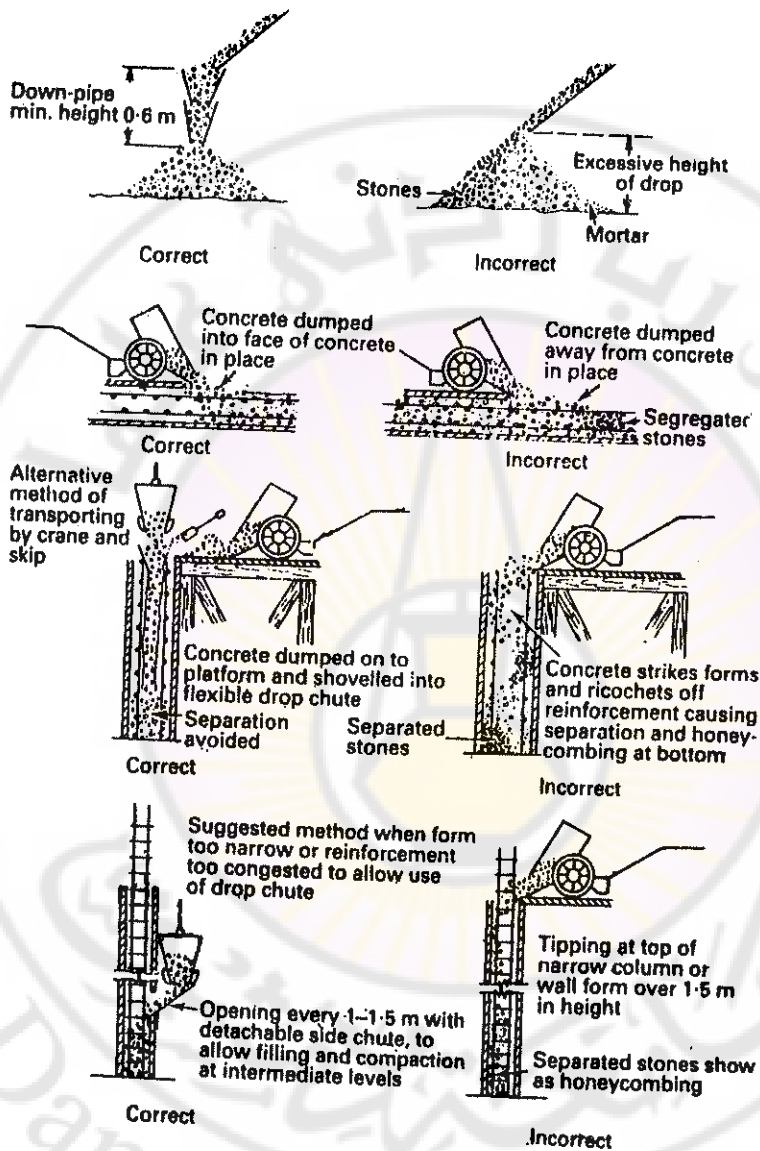
— مزاريب لا تزيد زاوية ميلها على الأفق ٥٥ - ٦٠° من أجل ارتفاع أقل من مترين (الشكل ٦ - ٤٢ - أ) •

— مزاريب مزودة نهاياتها بقمع إذا تراوح الارتفاع بين ٢ - ٣ م (الشكل ٦ - ٤٢ - ب) •

— نظام أقمعة مربوط بعضها مع بعض على التسلسل إذا زاد الارتفاع على ٣ أمتار (الشكل ٦ - ٤٢ - ج) •

في حال عدم إمكان استخدام التجهيزات المذكورة سابقا لأمور تنفيذية (بسبب وجود تسليح داخل القالب مثلا) فلا بد من لحظ فتحات في جدران القالب نباعدات شاقولية لا تزيد على مترين •

يبين الشكل (٦ - ٤٣) بعض الحالات الخاطئة والصحيحة خلال صب البيتون •



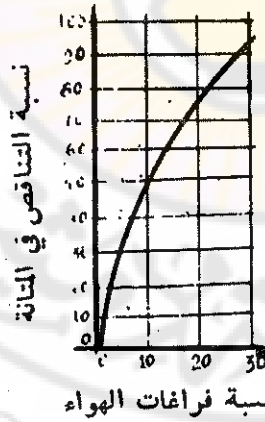
الشكل (٦ - ٤٣)

٦-٣-٤ تكنولوجيا تكثيف البيتون

إن الهدف من تكثيف البيتون هو إزالة فقاعات الهواء من البيتون والحصول على كثافة عالية بوساطة الرص والرج حيث يضمن الرج اتصالاً وثيقاً بين البيتون وسطح حديد التسليح والاجزاء المطمورة .

ومن أجل الحصول على كثافة عظمى فمن الضروري استخدام خلطة بيتونية ذات قابلية تشغيل عالية تكون العامل من وضعها في الأماكن المخصصة بوساطة الأجهزة اللازمة بدون صعوبة ، ومن جهة أخرى يجب أن لا تكون الخلطة طرية جداً لكي لا تكون معرضة للانفصال وضعيفة وذات كثافة منخفضة نتيجة للحجم المشغول بالماء الفائض .

يبين لنا الشكل (٦-٤٤) تزايد انخفاض المتانة نتيجة لوجود الفراغات، هذه



الشكل (٦-٤٤) العلاقة بين تناقص المتانة ونسبة الفراغات في البيتون

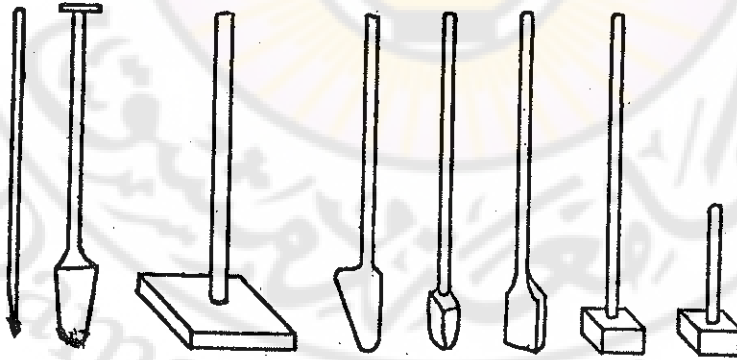
الفراغات تتضمن حجوم الهواء المحبوس والفراغات المتشكلة من الماء الفائض عند جفافه ، لذلك اعتماداً على حالات التوضع يجب الوصول الى حل وسط بين توفير امكانية تشغيل مناسبة والحاجة الى تخفيض نسبة الماء الى الاسمنت ما أمكن .

يجب عند رص البيتون الانتباه الى عدم تغيير موضع فضبان التسليح أو عدم التشوه في الروابط بين هذه القضبان وكذلك عدم ازاحة أو التسبب بمطرب في القوالب وللحصول على سطح كثيف وخالٍ من التعشيش والثقوب يراعى عمل البيتون المجاور للقالب بشكل جيد .

الرص اليدوي : تتضمن طرائق الرص اليدوي الاعتيادية الرص والتخشية والجرف، وذلك باستخدام أدوات مناسبة لذلك .

وتستخدم في اجراء الرص اليدوي أدوات من الخشب أو الحديد كما هو مبين في الشكل رقم (٦ - ٤٥) .

كما يجب أن تكون الطبقة السفلى التي سبق رصها ورجها بحالة لدنة أي لم يحدث لها أي تشوه أو تصلب في أي جزء منها قبل اتمام عملية الرص للطبقة التي



الشكل (٦ - ٤٥) أدوات الرص اليدوي للخرسانة

تعلوه) حتى لا تتكسر الاجزاء المتصلبة تحت تأثير عملية الرج ولتحقيق التماسك بين الطبقتين من البيتون .

وبراعى أن يستمر الرص اليدوي الى حين توقف تسرب الفقاعات الهوائية وحتى تظهر طبقة رقيقة من عجينة الاسمنت فوق السطح الخارجي للبيتون وعندئذ يتوقف الرص لأن استمراره بعد ذلك يؤدي الى تواجد ماء كثير ومواد ناعمة على سطح البيتون .

رج البيتون وهزه : إن تعريض البيتون وذراته الى الاهتزاز يجعل تلك الذرات تفقد احتكاكها مع بعضها البعض وتحاول كل ذرة التقرب من الاخرى وخاصة بوجود المونة والماء الذي يساعد على جعل الذرات تتحرك بسهولة وهي تسبح في هذا السائل المحيط بها والذي يساعدها على التقارب والاقبال من الفراغات الهوائية .

فالمونة تساعد على انزلاق البحص والرمل والتقرب من بعضها بعضا ثم تملأ تلك المونة جميع الفراغات بين الذرات ، وتصدد فقاعات الهواء الى الاعلى . لهذا فان حجم البيتون ينقص وتزداد كثافته واكتنازه .

بالاضافة الى وجود المونة يساعد على انزلاق البحص والرمل لملء فراغات القالب الدقيقة .

على الرغم من أن استخدام الهزازات قد امتد الى معظم أقسام أعمال البيتون ، وبسبب بساطة الاجهزة اللازمة فالرج اليدوي قد يكون أكثر اقتصادية . ولكن لا يمكن تصميم عملية الرج اليدوي على كافة العناصر البيتونية فهناك بعض الحالات التي تكون فيها عملية الرج اليدوي غير كافية لتكثيف البيتون المصبوب .

إن قساوة الخلطات البيتونية تتعلق بخصائص أجهزة خلط ومعالجة وتوزيع وإنهاء البيتون أما المصاعب التي نواجهها عادة فهي :

- ١ - إنتاج بيتون كثيف جدا في الخلطات •
- ٢ - إنتاج بيتون كثيف جدا في الشاحنات والنايب وبعض وسائل النقل الأخرى •

٣ - النقص في الاهتزاز المناسب في النقاط البعيدة نسبيا عن أجهزة الرج مما يؤدي الى حصول فصل في المواد •

٤ - أعمال الانهاء للسطوح الأفقية ، كما في أعمال الطرق مثلاً للحصول على تركيب منتظم خالٍ من الاجزاء الحصوية القاسية •

إن ازدياد قساوة الخلطة البيتونية يؤدي الى زيادة تكاليف العمليات المختلفة من الخلط الى الانهاء • لذلك يجب أن تكون درجة الكثافة منتقاة بحذر لضمان توازن ملائم بين العوامل المتعددة التي تخص عملاً معنياً •

إن خصائص الآلة المتوفرة للرج تؤثر كثيرا في اختيار كثافة البيتون اللازمة ، لذلك فهي تكون العامل الحاسم في تحديد درجة كثافة المزيج لانتاجه في الموقع أحيانا •

إن بعض الخبراء الفنيين لشركات الأعمال الإنشائية يعتبرون أن قوة الرج تؤثر كثيرا في سرعة العمل وتؤثر في فوائد الرج علماً أن آلات الرج ذات الاستعمال الشائع التي تغطي نحو (٣٠٠٠ هزة/دقيقة) هي ملائمة تماما •

يمكن استخدام بيتون عالي الطراوة لرص فعال بوساطة الرجايات كما يمكن استخدام البيتون الجاف وبخاصة عند وجود كمية زائدة من الملاط في المزيج ولكن الرج في هذه الحالة يمكن أن يتسبب في فصل مكونات الخلطة بعضها عن بعض

لأن الأجزاء الكبيرة سوف ترسب في القاع وطبقة الملاط سوف تتشكل على السطح لذلك يجب أن يتم الرج لفترة قصيرة .

مبادئ آليات الرج المستخدمة :

كل آلة رج يجب أن تتصف بما يلي :

١- التردد : إن التردد تابع لحجم ذرات البحص فإذا كانت الذرات كبيرة وجب استعمال رجاج ذي موجة طويلة (ترددات قليلة أي في حدود ١٥٠٠ هرتز في الدقيقة) .

بينما البيتون ذو البحص صغير الحجم (١٠-١٥) مم فإن تردد الاهتزاز يجب زيادته الى حدود (٣٠٠٠ - ٦٠٠٠) هرتز في الدقيقة

أما اذا كان الاهتزاز من أجل ذرات بيتون ناعمة أو من أجل المونة فإن الرجاج يجب أن تصل تردداته الى (١٢٠٠٠ - ٢٠٠٠) هرتز في الدقيقة، ولكن بشكل عام نجد أن البيتون المسلح المستعمل في الانشاءات ذا بحص متوسط وبالتالي فإن الاهتزازات التي تتراوح بين (٥٠٠٠ - ٦٠٠٠) هرتز في الدقيقة هي الأكثر استعمالاً . وكلما زاد عدد الاهتزازات فإن تكثيف البيتون يصبح أفضل .

أنواع آليات الرج المستخدمة ، هناك ثلاثة أنواع وهي :

- ١- رجاجات داخلية .
- ٢- رجاجات خارجية .
- ٣- رجاجات سطحية .

تستمد هذه الرجاجات طاقتها من منابع مختلفة ندر منها الهواء المضغوط أو الكهرباء أو البنزين أو الديزل ولكن أسهلها هي الكهربائية أما أقلها خطراً وصيانة فهي العاملة على الهواء المضغوط .

١ - الرجاجات الداخلية :

تكون على شكل إبرة ذات رأس مدب تغرس في البيتون وتقوم برج الاقسام المحيطة بها ولهذا يجب نقلها من نقطة لأخرى •

الرجاجات الداخلية ذات أقطار تتراوح بين ٢٥ مم وتصل الى ١٠٠ مم وأحيانا حتى ١٥٠ مم من أجل الاعمال الكبيرة أما طول الابرة فيتراوح من ٣٠ الى ٥٠ سم • تستعمل الابر الرفيعة من أجل المنشآت ذات التسليح القريب من بعض والسماكات القليلة للبيتون •

أما من حيث تكنولوجيا البيتون الموزج داخليا فيجب اتباع الطريقة التالية للحصول على نتائج جيدة :

١- يجب أن يكون سمك الطبقة المرجوة مساويا طول الابر الرجاجة ولا يسمح برج طبقة ذات ارتفاع أكبر من طول الابرة • وفي جميع الحالات يجب أن لا تزيد على ٦٠ سم وعندما يكون المقطع عريضا يمكن أن تزداد سمك الطبقة حتى ٩٠ سم •

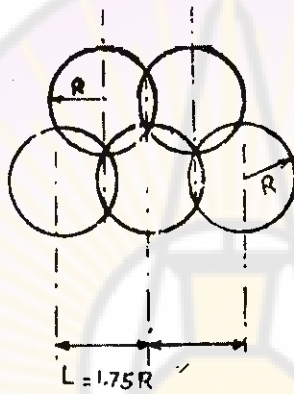
٢- يجب ادخال الابرة ضمن البيتون بهدوء بحيث تنزلق بفعل الاهتزاز ويجب كذلك سحبها بهدوء بحيث يعلق الفراغ مباشرة •

٣- يفضل عدم ملاسة الابرة الرجاجة لحديد التسليح بقدر الامكان •

٤- حتى يتم نقل الابرة من مكان لآخر وبمسافات صحيحة ذات تباعد مقبول لهذا يجب تحديد نصف قطر تأثير الابرة علماً بأنه يتعلق بنوعية البيتون ومقدار طراوته لهذا يجب تحديده مباشرة في الورشة وذلك بتشغيل الابرة لمدة دقيقة حتى تبدأ المونة بالصعود الى الاعلى وتشكل دائرة • يقاس نصف قطر هذه

الدائرة ثم تعطى المعلومات لنقل الابرة لمسافة أفقية قدرها $(L = 1,75 R)$ تقريباً . بحيث تتقاطع الدوائر مع بعضها بعضاً لضمان الاهتزاز بشكل جيد وعدم حدوث جيوب غير مرجوة ويجب أن لا تزيد المسافة (L) على ٤٥ سم ويفضل جعل الدور الثاني منزلقاً حتى تحصل تقطيعاً كاملاً للمساحة المرجوة .

إن نصف قطر التأثير يتناقص كلما زاد تواتر الرجاء وكلما كان البيتون جامداً رشيحاً انتسليحاً . ويحسب أحياناً بدلاً من (d) قطر ابرة الرجاء ويؤخذ $(= 5d)$.



٥ - تستمر عملية الرج حتى تبدأ فقاعات الهواء بالصعود وتبدأ طبقة المونة بالتشكل على السطح . عندها تسحب الابرة بهدوء دون أن تشكل أي فراغ . وإذا زاد زمن الرج فإنه يحصل انفصال في الذرات .

٦ - يجب عدم ملاسة الابرة لجدار القالب بل يجب أن تبقى على بعد نحو (١٠) سم من القالب .

وهناك ملاحظات واحتياطات يجب مراعاتها خشية حدوث انعكاسات وخطورة على مقاومة البيتون والمنشأ نوردتها فيما يلي :

١ - عندما تقوم برج البيتون السائل (المائع جداً) فإن السرج يضر جداً
ويسبب انفصال البحص وسقوطه الى الاسفل وصعود الماء والمرونة الأخف إلى
الأعلى وذلك لأن البحص سوف يسبح ضمن الماء والمرونة ويسقط الى الأسفل .

٢ - اذا كان البيتون جافاً جداً فإن الابرّة سوف تستقطب الماء والمرونة وتحدث
فراغات وتجويفات ضمن البيتون وحول البحص الأخشن ، فتتجمع المرونة في مكان
الابرّة ويتجمع البحص في المناطق الوسطية مع بعض الفراغات .

٣ - طالما أن نقط غرس الابرّة يجب أن لا تكون متباعدة ولا تزيد على
(١٧٥) مرة نصف قطر التأثير . فإن زيادة المسافة بين مواضع غرس الابرّة الرجاجة
يجعل البيتون ذا كثافات غير متجانسة ويسبب تفاوتاً في المقاومة والكثافة .

٢ - الرجاجات الخارجية :

رجاجات القوالب أو الرجاجات الخارجية تكون عادةً متصلة بشكل وثيق
بالقوالب بوساطة وسائل ربط (ملزمة ٠٠٠) وهي تسبب حركة اهتزازية للقالب
تنتشر داخل البيتون .

يستعمل هذا النوع من الرجاجات في حال عدم امكان دخول الرجاجات
الفاطسة ضمن البيتون مثل العناصر ذات التسليح الكثيف أو عندما يكون المقطع
العرضي للعنصر ضعيفاً .

إن هذا النوع من الرجاجات يحتاج الى طاقة أكبر بالمقارنة مع الرجاجات
الداخلية وذلك بسبب امتصاص القوالب لجزء كبير من الطاقة كما أن ربطها مع
بعضها بعضاً بشكل جيد لمنع أي تسرب من البيتون .

تركب هذه الرجاجات على القالب المعدني وتقوم برجه فتتقل الاهتزازات

الى البيتون • وتستعمل في المنشآت المسبقة الصنع والقطع الصغيرة والجدران الرقيقة والأفلاق حيث يصعب ادخال الأبرة الرجاجة بين القالب وجرار النفق •

يتألف الرجاج من مكبس لا مركزي يحدث اهتزازات تتراوح بين (٦٠٠٠ - ٢٠٠٠٠) هزة بالدقيقة • يركب الرجاج ويثبت على جدار القالب ويتم تشغيله بعد صب البيتون ويفضل وضعه في الزوايا والأماكن التي يتغير اتجاهها • ويشترط أن يكون القالب صلباً حتى تنتقل الاهتزازات من مكان لآخر • وكتيماً حتى لا تتسرب المونة من خلال الشقوق والفراغات •

تتراوح المسافة بين الرجاجات المثبتة على القالب بين (٧٥) و (١٠٠) سم في الاتجاهين الأفقي والعمودي •

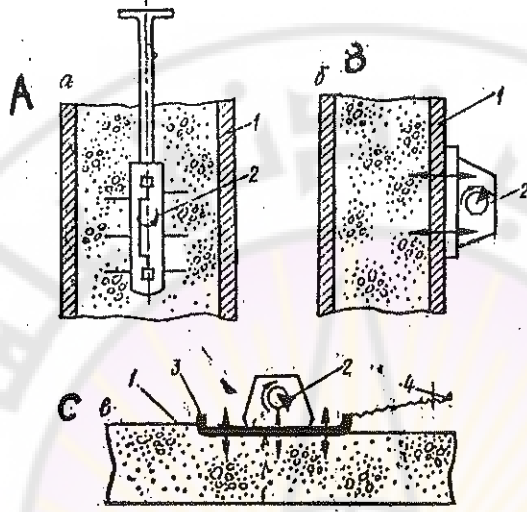
إن أفضل طريقة لجعل الاهتزاز فعالاً هي جعل الرجاج مشتباً بيراعي تخترق القالب من طرف لآخر حتى تنتقل الاهتزازات للطرف الآخر من القالب •

انظر الشكل رقم (٤٦-٦) حيث يعطي فكرة عن أنواع الرجاجات وبما فيها الرجاج الخارجي وطرق تثبيته بالقالب المعدني •

تجدر الملاحظة أنه عند استعمال رجاجات القوالب لا يسمح بأن يكون عمق طبقات البيتون المرجوجة أكثر من (١٠-٢٠) سم حتى تستلمح لفقاغات الهواء بالصعود الى السطح •

الرجاجات السطحية : تكون لدينا سطوح مستوية مثل السقوف والأرضيات أو الطرق أو مهابط الطائرات التي تكون سماكتها قليلة (حتى ١٥ سم) تستعمل رجاجات مركبة، على زحافات أو صفائح معدنية تمسح بوساطتها السطوح العلوية للبيتون حيث تقوم بضغط البيتون وزجه وكذلك تسويته ، وتستعمل كذلك في الحوائط المائلة من إكساء أقبية الري حيث تساعد على فرش البيتون المائل وتسويته

وتكثيفه ، تكون الصفيحة عادة ذات أطراف محدبة حتى تسهل حركة الصفيحة التي يسحبها العمال على السطح فتقوم بتسويته ورضه ورجه بأن واحد .

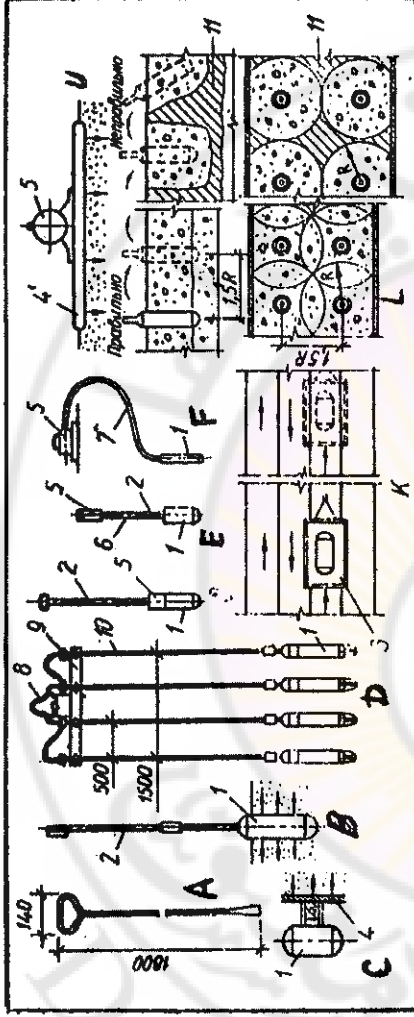


(الشكل ٦ - ٤٦) أنواع الرجاجات

A - رجاج داخلي B - رجاج خارجي C - رجاج سطحي
 1 - القالب 2 - اتجاه حركة الرجاج أو اتجاه حركة المحرك الداخلي للرجاج
 3 - الصفيحة المعدنية التي يثبت عليها الرجاج 4 - حبل معدني مرن لتغيير وصفية الرجاج

ويفضل إمرار تلك الصلائح السطحية الرجاجة مرتين أو ثلاث مرات على سطح البهتون ، وبمع استعمال الابرة الرجاجة في رج السقف بل يجب استعمال الرجاجات السطحية كما في الشكل (٦ - ٤٦ - C) .

كما يبين الشكل التالي (٦ - ٤٧) أنواع الرجات بالتفصيل مع توضيح عمل الرجاج الداخلي وتأثير الابرة الرجاجة على السطوح الداخلية للبيتون .



الشكل (٦-٤٧) الرجايات المستخدمة لتكثيف البيتون

- A — أداة رج يدوية من الحديد B — رجاج داخلي C — رجاج خارجي
D — رجاج داخلي مؤلف من مجموعة من الابر الرجاجة E — ابرة رجاجة مع
محرك في نهاية الابرة F — ابرة رجاجة مع ساعد عبارة عن أنبوب مرن الحركة وفي نهايته العلوية محرك.
U — رجاج سطحي K — حركة الرجاج السطحي L — امكنة وضع الرجاج
الداخلي (الابرة الرجاجة).
1 — هيكل الرجاج 2 — 10 — ساعد الرجاج او الانبوب 3 — صفيحة معدنية
4 — القالب 5 — محرك 6 — ساعد الرجاج أنبوب غير مرن (قاسي) .
7 — ساعد أو أنبوب مرن 8 — خاتم ربط معدني بين الابر الرجاجة 9 — رابطة
معدنية 11 — المناطق المروجة من البيتون .

خبرة العمال : إن الحصول على بيتون متجانس مرصوص جيداً يعتمد بشكل أساسي على مهارة العمال وخبرتهم وقد دلت القياسات على صب البيتون ورجه يعتمد على المهارة ومن المهام عند تعليم العمال بذل الجهد اللازم للحصول على التجاوب اللازم والضروري • إن استعمال آلات الرج من قبل عمال بدون خبرة هو أكثر خطورة من الرج اليدوي في المساحات الصغيرة على سبيل المثال إذا بقي الزجاج في موضع واحد لفترة طويلة ومن أجل الحصول على أفضل النتائج عند رج البيتون بأسرع وقت ممكن يجب تعليم العمال كيفية صب البيتون والاستخدام الأفضل لأجهزة الرج •

إن أدوات الرج يجب أن تنظف وأن تزال بقايا الاسمنت بعد الاستعمال كما أن الصيانة المستمرة للأجزاء الميكانيكية ضرورية من أجل الحفاظ على الأجهزة جيدة وملائمة للعمل بكفاية •

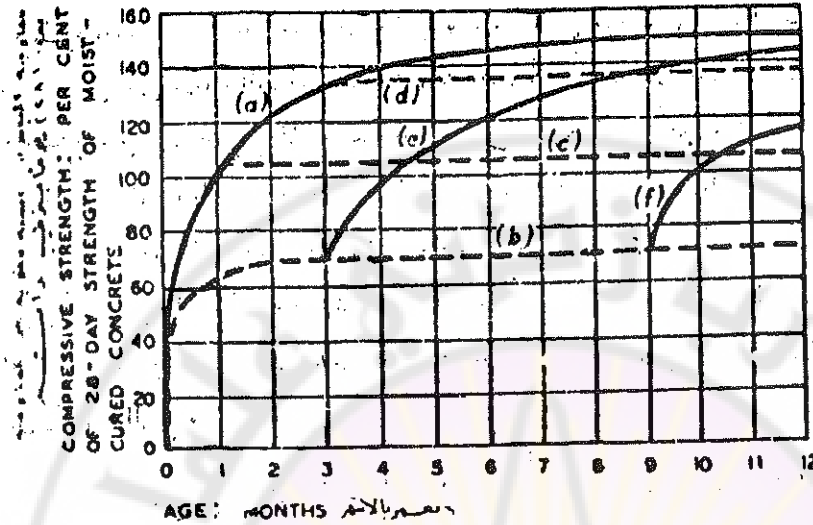
٦-٣-٥ معالجة البيتون بعد صبه :

يحتاج البيتون المصبوب حديثاً إلى عناية فائقة حتى يصل إلى المقاومة المطلوبة وهناك طرق متعددة لمعالجة البيتون بعد الصب مباشرة •

١. المعالجة بالترطيب المائي :

إن ترطيب البيتون بشكل تدريجي بعد صبه يزيد من مقاومته بشكل ملحوظ • ففي الشكل رقم (٦ - ٤٨) نجد تأثير الترطيب في مقاومة البيتون منذ تاريخ صبه حتى (١٢) شهراً •

إن المنحنيات الستة الواردة في الشكل تثبت بشكل واضح أن الترطيب المائي



الشكل (٦ - ٤٨)

المستمر يزيد من مقاومة البيتون المحفوظ بدرجة حرارة (٢٣) درجة مئوية تقريبا. إن جميع قيم المنحنيات هي قيم مقارنة ومنسوبة لمقاومة بيتون مبلل خلال (٢٨) يوما من تاريخ صبه.

١ - المنحني المستمر ذو الرقم (a) من أجل البيتون المرطب بشكل دائم منذ الصب حتى الشهر الثاني عشر، فنجد أن مقاومة البيتون تزيد نحو ٤٥٪ على المقاومة للببتون المبلل لمدة ٢٨ يوما.

٢ - المنحني (b) المنقط يغطي مقاومات البيتون غير المبلل والمعرض للهواء فنجد أن جميع نقاطه تقع تحت نسبة ٨٠٪ من مقاومة البيتون المبلل لمدة ٢٨ يوما.

٣ - المنحني (c) من أجل البيتون المبلل لمدة شهر واحد ثم المعرض للهواء حتى (١٢) شهرا. فنجد أنه يحافظ على مقاومة تساوي ١٠٠٪ تقريبا من

مقاومته بعد (٢٨) يوما ولا تزيد المقاومة بعد ذلك .

٤ - المنحني (d) : هو من أجل بيتون مبلل لمدة (٣) أشهر ثم معرض للهواء لمدة (١٢) شهرا .

٥ - المنحني (e) : هو من أجل بيتون معرض للهواء لمدة (٣) أشهر ثم مبلل بالماء حتى (١٢) شهرا .

٦ - المنحني (f) : من أجل بيتون معرض للهواء مدة (٩) أشهر ثم مبلل حتى (١٢) شهرا .

نستنتج من المنحنيات المذكورة أن ترطيب البيتون مفيد دوماً حتى عدة أشهر من صبه وأن المقاومة يمكن أن تزداد مع ازدياد مدة الترطيب .

يتعلق العمل الكيميائي والذي ينتج عند تشكل البيتون وتصلبه على وجود الماء وعلى الرغم من أنه توجد عادة كمية كافية من الماء أثناء المزج إلا أنه من الضروري ضمان بقاء الماء أو إضافته لتمكين التفاعل الكيميائي من الاستمرار . إن النقصان الكبير في الماء والنتائج عن التبخر يؤدي إلى توقف الاماهة وهذا يؤدي بالنتائج إلى نقصان متانة البيتون .

بالإضافة إلى التبخر يحصل تصلباً سريعاً وتقلصاً سريعاً يؤدي إلى ظهور إجهادات شد تسبب تشققات في البيتون الذي لا يكون قد وصل إلى مرحلة تمكنه من مقاومة هذه الاجهادات بشكل كاف .

٢ طريقة التغطية : وتستخدم هذه الطريقة للبيتون المعرض لتأثير الرياح وأشعة الشمس المباشرة .

٢ - التغطية بالخيش أو بقماش من التيل يبلل بالماء مرتين يوميا .

ب - التغطية بطبقة من الرمل سمكها ٥ سم أو بنشارة الخشب وتبلل مرة يوميا .

ج - التغطية بالقش أو التراب المبلل .
عندما يتصلب البيتون بدرجة كافية يغطى بطبقة من التراب بسماكة حوالي ٥ سم أو بطبقة من القش سماكة ١٥ سم لحفظ السطح مبللاً لمدة ٧-١٢ يوماً .
ويتوقف تكرار البلل على معدل التبخر الذي يعتمد بدوره على المواد المستخدمة ودرجة الحرارة ودرجة الرطوبة للجو المحيط وفي الاحوال العادية تبلل الاغطية من مرة الى أربعة مرات يوميا .

المعالجة بالتراب المبلل في شوارع المدينة غير مرغوب فيها ويجب ملاحظة خلو الفضاء المستعمل من التراب والاحجار المكسرة أو الزلاط من وجود مثل هذه الاحجار بسبب جفاف المنطقة من البيتون الملاصق لها وبالتالي يعمل على انكماش هذه المنطقة من البيتون دون غيرها فلا يكون هناك تجانس تام في سطح البيتون .

د - التغطية بالورق : وهي احدى الطرق للمعالجة الحديثة بالنسبة للأسطح الافقية ويستخدم فيها نوع من الورق يقاوم منفذية الماء ويوضع هذا الورق على سطح البيتون بعد التشطيب مباشرة ويترك في مكانه لفترة المعالجة المطلوبة .
ويوجد هذا الورق على شكل لفات مما يسهل استخدامه في معالجة بلاطات الارضيات البيتونية وفي معالجة بيتون الرصف . وعند استخدام هذا الورق يجب التأكد من خلوه من الثقوب كما يجب العناية بسد الوصلات بين أجزاء الورق المتجاور .

هـ - التغطية بالبيتومين : في الاماكن الجافة (مثل الصحراء) التي لا يمكن الحصول فيها على الماء بسهولة حيث توضع طبقتين من الاسفلت الناتج عند تكرير البترول أو القطران ويراعى أن توضع احدى هذه المواد على سطح البيتون في خلال ساعة صبه والغرض من استخدام هذه المواد هو منع تبخر ماء الخلط .

٣. طريقة الاحواض او الفمر : تستخدم في حالة بيتون الارصفة وقد تكون هذه الاسطح مائلة مما يجعل وجود الماء عليها غير ممكن لذلك تعمل حواجز طولية وعرضية (على شكل أحواض يمكن ازالته بسهولة) وتملا هذه الاحواض بالماء وتزال بعد أن تتم المعالجة .

٤. استخدام المركبات الكتيمة : وفيها يلصق على السطح البيتوني بعد الانتهاء من التسوية مستحلب ماء قاري (أي بيتومين سائل) وبعد تعرضه للهواء وهو على سطح البيتون نجد أن المستحلب يتجزأ على سطح البيتون تاركاً شريحة رقيقة من البيتومين ويمكن استعمال الاسفلت أو قطران الفحم في مثل هذه التغطية أو التكسية لسطح البيتون .

إلا أن استعمال مثل هذه الاغطية السوداء غالباً ما يكون محصوراً في نطاق ضيق مثل الاساسات لتواجد الرطوبة والتشبع الدائم من المياه الجوفية في باطن التربة . أما في الاماكن الاخرى فيضيق النطاق أما استعمال مثل هذه الطريقة بسبب رداءة شكل البيتون الناتج بهذا الوضع .

وفي الطقس الحار تسمح الأسطح المغطاة بهذه الطبقة السوداء اللون امتصاص الجزء الأكبر من الحرارة وبذلك تؤدي الى ارتفاع درجة حرارة البيتون عن الحد المعقول . وبالتالي يعمل ذلك على نقص الرطوبة الموجودة في البيتون كما تحدث تشققات في البيتون .

وللحصول على نتائج مرضية باستعمال المركبات الصافية الرائقة فانه يجب تظليل السطح لمدة الايام الثلاثة الاولى من عمر البيتون وذلك لمنع حدوث تبخر للماء من داخل البيتون .

ومن الناحية العملية وجد أنه ممكن إعطاء الغطاء الواقعي — سواء كان اسفلت

أو مستحلب بيتوني - انتظام في السماكة والقوام في جميع المساحات من سطح البيتون كما أنه عند استخدام طبقة واحدة فقط يلاحظ حدوث ثقب منتشرة على السطح الناتج • لذا يفضل استعمال الغطاء البيتوميني على طبقتين لتلافي حدوث مثل هذه الشغرات •

وعند استعمال المركبات الكتيمة على الأسطح التي أزيلت عنها الشدات فإنه يستحسن ترطيبها بالماء لمدة بضع ساعات قبل استخدام الطبقة الكتيمة نظراً لأن الشدات تسمح ببعض الجفاف •

كما تستعمل مركبات الشمع غير الملونة بشكل عام في بعض المنشآت الخاصة حيث لا يمكن تطبيق طريقة المعالجة بالماء عليها أو حيث لا تكون الأنظمة السوداء مرغوبة بها •

وقد تترك هذه المركبات بقعاً صغيرة على السطح تكون في الغالب كافية للحد من استعمالها • إلا أنه يمكن الحصول على نتائج أفضل عند استعمال هذه المركبات على الأسطح البيتونية إذا ظللت هذه الأسطح مما يساعد على منع تبخر الماء •

ولما كانت عملية تظليل الأسطح البيتونية صعبة التنفيذ خصوصاً في أيام الرياح الشديدة فقد أمكن إيجاد أنواع مختلفة من المركبات البيضاء غير الشفافة أمكنها أن تؤدي أغراض التظليل وتعتبر مركبات الشمع غير الملونة بديلاً مقبولاً لعملية المعالجة بالماء في بعض المنشآت الخاصة •

قبل وضع المركب الشمعي على أسطح البيتون تغمر هذه الأسطح بالماء بعد مرور يوم أو اثنين من تركيب القالب وذلك لأن هذه القوالب تسمح بحدوث بعض الجفاف كما يمكن استخدام طبقة من كلوريد الكالسيوم توضع على سطح البيتون بعد تكوين محلول منه بمعدل ١ كغ لكل م^٢ من السطح •

٥. استعمال القوالب الخشبية الرطبة : يفيد استعمال القوالب الخشبية الرطبة أو المبللة في منع حدوث الانكماش أو التشققات في سطح البيتون بين أماكن اتصال الألواح الخشبية المستعملة في الشدة وبعضها الآخر وبالتالي فإنه يساعد على حفظ نسبة معينة من الرطوبة داخل البيتون .

كما أنه عند عمل معالجة للسطح البيتون بعد ازالة القالب فإنه ينصح بازالتها على وجه السرعة على قدر الامكان كما أن القوالب المكونة من الألواح الخشبية الضيقة والكثيرة في السطح الواحد لا يكون مفعولها متكاملًا في منع حدوث نقص في الرطوبة بداخل البيتون كما ان ازالة القوالب من البيتون خصوصا اذا احتاج الأمر الى ترميم أي جزء من البيتون يتفضل لو كان سريعاً .

٦-٣-٦ الأعمال البيتونية في الطقس البارد

إن تنفيذ الأعمال البيتون في فصل الشتاء مرتبط بدرجة الحرارة السائدة فإذا انخفضت درجة الحرارة الى خمس درجات فما دون عندها لا يفضل صب البيتون لأن عملية التصلب اذا ما استمرت درجات الحرارة بالانخفاض سوف تتوقف .

إن عملية تصلب البيتون تحدث عندما يتفاعل الاسمنت مع الماء ويشكل الحجر الاسمنتي الكريستالي التركيب ويتحد في جسم صلب مع مكونات الخلطة البيتونية . إن التفاعل الكيماوي اتحاد الاسمنت مع الماء مرتبط بدرجة حرارة الخلطة البيتونية . ويقدر ارتفاع درجة الحرارة هذه العملية (أي التصلب) تتسرع وبالعكس عند هبوط درجة الحرارة تتأخر عملية التفاعل الكيماوي وبالتالي يتأخر تصلب البيتون .

في درجات الحرارة المنخفضة - الماء الموجود في الخلطة البيتونية - يتحول

الى الحالة الجامدة وعملية تفاعله مع الاسمنت تتوقف كلياً بالنتيجة تصلب البيتون يتوقف . بالإضافة لذلك عند تجمد الماء يزداد حجمه ونتيجة لذلك تظهر قوى ضغط داخلية تؤدي الى عدم تكثيف البيتون وتخريب البناء الكريستالي للحجر الاسمنتي ومهما تحسنت الظروف الجوية بعد ذلك فلا يمكن اصلاح ذلك .

إن تجمد البيتون المصبوب حالياً يقلل من متانته ومن تماسكه مع حديد التسليح أيضاً يقلل من الكثافة والمقاومة والديمومة .

إذا البيتون اكتسب المتانة الكافية بعد صبه فإن انخفاض درجات الحرارة وبدء التجمد لا يؤثر عليه .

أقل حد للمتانة المطلوبة الى حين بدء تجمد البيتون يسمى المتانة الحرجة . هذا المقدار مرتبط بماركة البيتون وشكل العناصر . وهو يتراوح بين ٤٠-٥٠٪ من المتانة المدروسة للبيتون .

أما بالنسبة للعناصر البيتونية طويلة المجاز مثل بلاطات الجسور فإن حد المتانة الحرج يجب أن لا يقل عن ٧٠٪ من المتانة المدروسة . في ظروف فصل الشتاء حرارة الخلطة البيتونية يمكن أن تصل الى ٤٥° درجة نتيجة لاستخدام مواد الخلطة المسخنة والماء المسخن . فيمكن تسخين هذه المواد بوساطة البخار والماء يسخن بمختلف الطرق الحرارية المعروفة .

ولكن عند استخدام المواد المسخنة لا بد من تغيير نظام تغذية الجبال بهذه المواد . ففي فصل الصيف أولاً يصب الماء في الجبال بعد ذلك تدخل باقي مواد الخلطة مع بعض ، لكن في فصل الشتاء بعد صب الماء في الجبال يجب ادخال المواد الحصوية ثم خلطهم بعد ذلك يمكن ادخال الرمل والاسمنت وتكرار الخلط . استمرارية الخلط لمكونات الخلطة شتاءً تزداد بـ ١٢ - ١٥٠ مرات .

قبل صب البيتون شتاءً يجب أن ينظف القالب وكذلك حديد التسليح من الثلج أو قطع الجليد • وبعد صب البيتون فإن البيتون المصبوب يجب أن يحفظ في ظروف معينة تؤمن اكتسابه حد المتانة المطلوبة • الطرق الرئيسية لحفظ البيتون شتاءً هي التالية :

الحفظ بالتغطية للسطوح البيتونية المصبوبة للمحافظة على بقاء درجة الحرارة الموجبة وتوجد طريقة حفظ البيتون بدون تسخين بطريقة الكاظمة أو الترمس أو استخدام الاضافات ضد الجليد (البيتون البارد) •

حفظ البيتون بوساطة تسخين البيتون الاصطناعي (تسخين كهربائي أو البخار أو بالهواء الساخن) •

اختيار طريقة حفظ البيتون مرتبط بشكل وحجم العناصر المصبوبة ومكونات الخلطة البيتونية وزمن اكتساب البيتون المتانة المطلوبة والظروف الحجمية السائدة ومرتبطة أيضاً بنوع وعدد المعدات لدى الجهة المنفذة •

— طريقة حفظ البيتون بالتغطية : حفظ البيتون بالتغطية مرتبط مع امكانية صرف النفقات الاضافية لذلك هذه الطريقة تستخدم بشكل محدود وفي الظروف التكنولوجية الضرورية •

مواد التغطية عادة تستخدم العناصر الخفيفة الموجودة وخاصة المواد البلاستيكية التي تعمل بالهواء المضغوط فعلى السطح الخارجي تقوم بالتغطية ثم تأمين الهواء المضغوط وله درجة حرارة معينة • وبذلك نمنع تعرض البيتون لدرجات الحرارة المنخفضة •

— طريقة الكاظمة أو الترمس : إن البيتون الذي له حرارة ١٥-٢٠° درجة يصب في قالب مسخن باحدى الطرق المذكورة سابقا وتصلب البيتون يحصل بفضل

درجة الحرارة المكتسبة أثناء تحضير الخلطة بالإضافة الى درجة الحرارة المكتسبة أثناء اتمام الاسمنت ومجموع الكميتين الحاريتين كافية لأن يكتسب البيتون المتانة المطلوبة في حال هبوط درجة الحرارة نحو الصفر .

يصب البيتون مع الاضافات ضد التجمد في القالب بدون تسخين وحتى لا يتجمد الماء المتبخر تغطي الاجزاء المفتوحة منه .

إن إدخال الاضافات الى الخلطة البيتونية ينقص درجة حرارة تجمد الماء وعملية التصلب تسير بشكل أبطأ . ولكن البيتون يكتسب المتانة المطلوبة في هذه الحالة ، مواد الاضافات الأكثر استعمالاً تترات الصوديوم (NaNO_2) والبوتاس (K_2CO_3) ، كلور الكلسيوم (CaCl_2) وكلور الصوديوم (NaCl) .

الاضافات ضد الجليد - كلور الكلسيوم وكلور الصوديوم - لا تستعمل افراديا ولكن يجب تشكيل مركب مشترك من المادتين السابقتين تؤلف الاضافة. حجم المواد المضافة للخلطة البيتونية من الاملاح الكلورية يجب أن لا تزيد عن ٧.٥٪ من حجم الاسمنت .

يتم ادخال الاضافات الى البيتون عند تحضير الخلطة البيتونية بشكل مسحوق مخلول بالماء . أما بالنسبة لصب وتكثيف البيتون مع الاضافات فيتم هكذا كما في البيتون العادي بدون اضافات .

حد المتانة الحرج للبيتون مع الاضافات (الاملاح الكلورية) يجب أن لا تنقص عن ٢٥٪ من المقاومة المدروسة .

التسخين الاصطناعي : أساسه رفع درجة حرارة الخلطة البيتونية المصبوبة والمحافظة على درجة الحرارة هذه حتى يحصل البيتون على حد المتانة الحرج .

التسخين بواسطة الاقطاب الكهربائية أساسه اصدار الحرارة عند مرور التيار

الكهربائي من خلال البيتون المصبوب منذ وقت قصير • لذلك عند صب الخلطة البيتونية يوضع قطبين كهربائيين موصولين بالتيار الكهربائي إما في داخل السطح البيتوني أو على محيطه بشرط أن لا يتلامسا مع حديد التسليح ويمكن تثبيت الأقطاب الكهربائية على الوجه الداخلي للقالب الخشي ، وبوساطة الأقطاب الكهربائية يتم تسخين الخلطة البيتونية المصبوبة •

يتم التسخين أيضا باستخدام المدافئ التي تعمل على التيار الكهربائي وتثبت على القالب الخشبي وتؤدي نفس الهدف التي تؤديه الأقطاب الكهربائية • أيضا يمكن تسخين البيتون بوساطة الأشعة تحت الحمراء باستخدام المشعات والأجهزة التي تؤمن الأشعة تحت الحمراء لتسخين البيتون • أيضا يمكن استخدام التأثير الكهربائي عن طريق استخدام الوشائع المغناطيسية التي تحول التيار الكهربائي لقدرة حرارية تسخين البيتون وهذه الطريقة تستخدم في القوالب المعدنية إما لتسخين القالب أو لتسخين حديد التسليح • أيضا يمكن استخدام البخار لتسخين البيتون وذلك يتطلب تأمين البخار حول السطح البيتوني المصبوب وتركب أنابيب على الفتحات أو الشقوق في القالب الخشبي ويجري في هذه الأنابيب البخار الساخن وبذلك يتم تسخين البيتون •

٦ - ٣ - ٧ : الأعمال البيتونية في الطقس الحار

لا بد من الانتباه لتبخر الماء في الحرارة العالية وخصوصا لدى ترافق الحرارة العالية مع رطوبة منخفضة ورياح جافة • وهي ظروف مناسبة لتشكيل الشقوق قبل وبعد التصلب •

يفضل أن لا تزيد حرارة البيتون عن (٣٢ م°) أثناء عملية الصب • كما يفضل

أن لا تزيد حرارة البيتون عن (٢٧ م°) في الطقس الحار و (٣٢ م°) في الحالات الأخرى .

جبل البيتون

يجب المحافظة على المواد باردة قدر الامكان ، ويجب أخذ الاحتياطات التالية:

- ١- تغطي أكوام الحصىيات وتظل من الشمس .
 - ٢- ترطب الحصىيات بالماء خصوصاً لأن تبخر الماء يساهم في تخفيض حرارة الجو . ويفضل استخدام ماء بارد ويجب الابتباه لرطوبة الحصىيات لأنها تؤثر على تشغيل الخلطة .
 - ٣- ماء الجبل أبرد ما يمكن في خزانات مدهونة بالابيض أو أفايب إمداد الماء مدفونة تحت الأرض أو معزولة .
 - ٤- تبريد الماء باضافة ثلج مكسّر أو بالبرادات .
 - ٥- تجنب الاسمنت الساخن مع أن حرارة الاسمنت لا تأثير لها كالحصىيات أو الماء . تحسب حرارة البيتون الناتج عن حرارات المواد وأوزانها .
- نحصل على (١ م°) خفض من حرارة البيتون من خفض الحصىيات (٣٢ م°) أو خفض الماء (٤ م°) .

- ١- احدى المشاكل هي التصلب السريع للبيتون بعد جبله مما يؤدي لصعوبة رصه خلال الفترة المحددة للنقل والرص . والحل هو تخفيض زمن النقل أو تغطية البيتون بأغطية مبللة خلال النقل أو رشه بالماء .
- كل المعدات يجب طلاءها بالابيض لتخفيض الحرارة من التعرض للشمس . أن الاسطح البيضاء تكون (١٧ م°) أبرد من السوداء .

٠٢ هناك ضرورة لزيادة الماء في جبلة البيتون لتعويض الضياع خلال النقل لكنها تفقدنا السيطرة على نوعية البيتون الناجم وهناك خطر تشكل شقوق التقطع اذا كانت الخلطة طرية جدا ، أو تخلخل البيتون خلال الرص أو النقل •

٠٣ هناك طريقة أخرى لتأخير التصلب السريع للبيتون هي استخدام إضافات مؤخرات الأخذ • هذه الإضافات تستعمل عادة لتتقيص نسبة الماء وزيادة صفات اللدونة وهي مفيدة لمنع التصلب المبكر الذي تسببه الحرارة العالية على إمامة الاسمنت • لذا يفضل تجربة بعض الخلطات لمعرفة تأثير المؤخرات على البيتون الطازج والتصلب •

٠٤ وإذا كان نقل البيتون لمسافة طويلة ضروري يفضل استعمال سيارات الجبل track mixers بفضل حماية البيتون فيها وإمكانية تأخير الجبل حتى بدء تفريغ البيتون لصبه •

٠٥ نقطة هامة هي اختيار الوقت من النهار للجبل ويفضل عدم العمل خلال الحرارة العالية مثلاً يفضل في الصباح الباكر أو المساء أو في الليل •

٠٦ يجب أخذ الاحتياطات من سخونة القوالب قبل صب البيتون خصوصاً المعدنية لأن البيتون المصبوب فيها سيكون ذو نوعية سيئة ، لأنه سيجف بسرعة لذلك تبلل بالماء قبل صب البيتون •

حماية البيتون ومراقبة التشقق

تصبح حرارة البيتون المتولدة من الهدرجة والمكتسبة من حرارة الشمس أكبر بـ (١٠ - ١٥ م°) في بلاطة خلال (٤-٥ ساعات) من صبها •

عند تبرد البيتون في الليل يحدث تقلص وتشقق •

يعالج البيتون برشه بمركبات خاصة أو تغطية عند الحرارة (٢١ م°) بأغطية فاتحة اللون لتعكس أشعة الشمس •

الشقوق : هناك احتمال حدوث شقوق في المستقبل اذا تصلب البيتون في حرارة عالية وانخفضت حرارته في المستقبل • وبالإضافة لشقوق تناوب الحرارة والبرودة هناك مشكلة شقوق التقلص بسبب التبخر السريع للماء من السطوح المكشوفة وهي شقوق مستقيمة بطول (5 cm - 200 cm) بشكل مجموعة شقوق متوازية بزاوية (٤٥°) لاتجاه الانشاء • تظهر بعد (١ - ٣ ساعات) من صب البيتون وتبدو كأنها في شقوق سطحية لكنها قد تستمر على عمق البلاطة ، وتسبب تآكل الحديد (لا يزيد طولها وعرضها مع الزمن) ولا تؤثر على مقاومة البيتون.

إن شدة هذه الشقوق تتعلق بـ :

- (١) معدل التبخر
- (٢) حرارة الجو
- (٣) حرارة البيتون
- (٤) الرطوبة النسبية
- (٥) سرعة الرياح •

الاحتياطات : عندما تصبح سرعة التبخر عن (١ كغ/م^٢) يجب أخذ الاحتياطات اللازمة •

١- استخدام مركبات معالجة مباشرة عند جفاف السطح تحتوي لون أبيض لعكس أشعة الشمس أو للحماية أيضا من الشقوق الحرارية بسبب تناوب الحرارة والبرودة •

٢- أو بأغطية polythelene مباشرة بعد صب البيتون (٤-٥ ساعات) مع تأمين تهوية تحت هذه الاغطية لمنع زيادة الحرارة تحت الاغطية •

٣- أغطية من الخيش المبلل ورش سطح البيتون بالماء •

كل هذه الطرق ضرورية لابقاء سطح البيتون بارد أو تحتاج للماء ، لكن عملياً وجد أنه في الطقس الحار يكون الماء غير كاف في المناطق الجافة .

حتى في حال إمكانية وجود ماء قد يحتوي على أملاح تتركز على السطح أو قريبة منه مسببة تبلور مائهات الكالسيوم ($Ca OH$) . ضعف متانة الطبقة السطحية .
والحل هو إبقاء الخيش بعيداً عن السطح عدة سنتمترات ويثبل الخيش فقط .

مقاومة البيتون المصبوب في الطقس الحار :

تزداد مقاومة البيتون بمرور عدة أيام بزيادة درجة الحرارة ، لكن تأثير الحرارة العالية على المقاومة الحديثة للبيتون في مراحل مبكرة أقل وضوحاً ، لكن ستخضع المقاومة بعد (٢٨) يوماً بمقدار (١٥٪) عند جبل البيتون في درجات عالية وتصلبه بحرارة (٢٣°م) .

في المخبر : جبل البيتون بحرارة ٣٨°م يعطي مقاومة أقل بـ ١٥٪ من جبلة بحرارة ١٨°م مع إبقائه يوماً واحداً بنفس حرارة العجل ثم وضعه بالماء بقية ٢٨ يوم بحرارة (١٤ - ١٩°م) .

صب البيتون في الطقس الحار :

إن تأثير الحرارة على البيتون يتلخص بالأمور التالية :

- يؤدي الى تسريع التبلور بالنسبة للأسمنت أي تسريع تجمده .
- نجد أنه عندما تتجاوز الحرارة (٤٠°م) فإن البيتون يبدأ بالتبلور بعد (١٠) دقائق فقط من خلطه ، وهذا يخلق صعوبات في التنفيذ إذا لم نسرع بصب البيتون في القالب فوراً . وقد يلجأ رئيس الورشة الى إضافة الماء لتأمين سيولة البيتون مما يقلل من مقاومته بشكل واضح .

— يضاف إلى ذلك أن حرارة الطقس تسبب تبخر الماء في الأقسام المعرضة للهواء الخارجي مما يؤدي إلى تشقق البيتون وعدم تبلوره بشكل ملائم بسبب نقص الماء الضروري لعملية الإماهة •

إن أفضل طريقة لوقاية البيتون في الطقس الحار هي الحفاظ على حرارة معقولة للبيتون لا تزيد عن (٣٠° م) وذلك بتغطيته وعزله عن الهواء الخارجي ومنع حدوث أي تبخر ويتم ذلك بتأمين رطوبة مقبولة تخفف من التبخر •

إن أهم النصائح الواجب اتباعها عندما تكون درجة حرارة الطقس عالية هي:

١ - المواد الحصوية :

يجب تحاشي استعمال الحصويات ذات الفراغات والثقوب لأنها تمتص الماء اللازم لتبلور البيتون وتؤثر على المقاومة ، أما إذا كنا مضطرين لاستعمال تلك المواد فمن الواجب ترطيبها أو رشها بالماء قبل جيلها •

٢ - استعمال مواد مؤخرة للتبلور :

طالما أن الحرارة الشديدة تجعل الاسمنت سريع التبلور فإن إضافة مواد مبطنة المتبلور تصبح ضرورية جدا في هذه الحالات •

٣ - ضرورة رش وترطيب القوالب واستعمال قوالب كثيفة لا تتسرب منها المياه وكذلك لا يحصل فيها امتصاص •

٤ - يجب تأمين عدم جفاف سطح البيتون وتبخر الماء منه (ويمكن معرفة ذلك عندما يصبح السطح ناشفا بعد أن كان لائعا) •

إن أفضل طريقة هي فرش طبقة من الرمل فوق البيتون وترطيبها بالماء بشكل مستمر حتى تمنع التبخر والتشقق •

أما إذا كانت السطوح مائلة (مثل أطراف الاقنية) أو شاقولية مثل الجدران فإن الطريقة المثلى هي رش سطح البيتون بعد صبه بطبقة بلاستيكية تعزل البيتون عن الهواء الخارجي وتمنع تبخر الماء وبالتالي تمنع حصول التشقق بسبب فقدان الماء المتبخر .

هناك أنواع عديدة من المواد البلاستيكية (منها مايزول ويختفي بعد عدة أيام) ومنها مايمكن التخلص منه بالفرشاة بعد أن تكون المواد قد أدت واجبها ومنعت تبخر مياه البيتون . من أهم تلك المواد نذكر :

- السيمفيل الوردي (Cimphil rose) .
- اللانكو كوفرسيم (Lanco - coversem) .

حيث يمكن رش هذه المواد بواسطة مضخات محمولة على الظهر وتعمل على الهواء المضغوط مثل طريقة دهان الابنية والخشب وبهذه الطريقة يمكن الاستغناء عن رش البيتون بعد صبه .

٦-٣-٨ : فك القالب والشدادات :

لمعرفة الوقت الذي يجب عند ازالة الشدادات من على سطح البيتون بعد اكتسابه المقاومة المناسبة وتصلبه يمكن تحديده مصحوباً بعمل اختبارات على عينات اسطوانية الشكل ومأخوذة من الخلطة البيتونية من مكان منتظم في وسطها ويكون الاختبار بالتحميل بالضغط محورياً بأجهزة خاصة لمعرفة مدى حصول هذه العينات على مقاومتها النهائية ويجب اعادة حساب هذه المدة متى تواجدت أي ظروف مؤثرة على المقاومة مثل نوع الاسمنت أو حدوث أي تغيير في درجات الحرارة للبيتون . وعلى أي حال يؤخذ في الاعتبار عامل أمان يساوي (٢) على الأقل عند اكتفاء

البيتون بحصوله على المقاومة النهائية والتي بها يمكنها أن تحمل نفسها بالاضافة الى تحمل أي حمل يمكن أن تتعرض له •

وهناك بعض المواصفات تنص على ازالة الشدادات البيتونية من البلاطات بعد ١٤ يوما • ومدة أقل من ذلك تصل الى ٧ أيام في الجدران والاعمدة البيتونية، ويعتمد هذا على الظروف الجوية المحيطة بالخلطة الموضوعة داخل القالب اذا أجريت لها معالجة لتفادي الحرارة والانكماش بالجفاف أو لم تعمل لها أي معالجة • وعند ازالة الدعامات الخشبية من البيتون يجب أن تسمح هذه العملية بأن يحمل البيتون الحمل الواقع عليه تدريجيا و بانتظام حتى لا يحدث له أي تشوه يؤثر على صفاته الانشائية •

اشتراطات اسس التصميم والتنفيذ لفك القالب والشدادات :

أ - تؤثر درجة حرارة الهواء وطول المجاز والحمولة التي سيتعرض لها المنشأ ونوع الاسمنت على تحديد المدة الواجب انقضائها بين صب البيتون وفك القالب والشدادات ويجب التأكد في حالات المنشأ الخاصة من أن مقاومة مكعب البيتون وقت الفك وصلت الى ضعف الاجهادات التي سيتعرض لها المنشأ عند الفك •

ب - يمكن الاسترشاد بالقيم التالية عند فك القالب والشدادات للاعمال المعتادة في درجات الحرارة العادية :

اولا : في حالة استعمال الاسمنت البورتلاندي العادي :

- يمكن عادة فك قالب الجوانب والتي تعمل كمجرد غلاف للبيتون بعد يومين •

- لا يجوز فك القالب والشدات الحاملة للجواء والبلاطات قبل انقضاء مدة

بالايام تساوي ضعف المجاز بالامتار مضافا الى ذلك يومين وبعد أقصى قدره واحد وعشرون يوما .

وتعتبر المعادلة التالية من المعادلات التجريبية المفيدة لتعيين زمن فك القوالب البيتونية .

$$\text{الزمن باليوم} = 2 + 2L$$

حيث L = طول المجاز بالمتر

ثانيا : في حالة استعمال الاسمنت البورتلاندي سريع التصلب :

تكون المدة حسب نوع الاسمنت المستعمل ولا تقل بأي حال عن نصف المدة المذكورة سابقا .

(ج) يجب الحذر وتأجيل فك القالب والشدات مدة مناسبة في الحالات التي تنخفض فيها درجة الحرارة عن (١٠°) مئوية خاصة عند استخدام الاسمنت البورتلاندي سريع التصلب .

(د) يمكن عادة فك قالب وشدات الاعمدة ذات القياسات المألوفة في المباني العادية بعد انقضاء يومين من صبها .

وفي حالات الاعمدة التي ستعرض للحمولات بعد الفك مباشرة وفي أعمدة المنشآت الخاصة كالاطارات تحسب المدة الواجب انقضاءها قبل فك الشدة كما جاء بالنسبة للجوائز المعادلة لها كما يلزم اطالة هذه المدة في حالة الاعمدة الطويلة الخفيفة نسبيا .

(هـ) عندما تكون ركائز القالب حاملة لاحمال اضافية كما في حالة الطابق الذي يحمل وزن الطابق التالي حديث الصب - لا يجوز فك الركائز الاضافية قبل انقضاء ثمانية وعشرون يوما مع اتخاذ كافة الاحتياطات التي تضمن سلامة المنشأ

كاستمرار الركائز حتى ترتكز على أرضية تتحمل الاثقال عليها بأمان .

(و) في الحالات الخاصة مثل الجوائز المقلوبة والاسقف المعلقة بواسطة أعمدة قد تبدأ المدة المحسوبة لفك الشدات من تاريخ صب الجسم المقلوب للجوائز أو صب السقف الحامل للسقف المعلق .

(ز) يراعى عند فك القالب والشدات الحرص التام على عدم تعريض البيتون المسلح للهزات أو الصدمات كما يراعى التأكد من تصلبها قبل فك الشدة .

- الترميم :

يعتبر ترميم البيتون من خطوات صناعة البيتون التي يتوقف عليها شكل ومظهر المنشأ البيتوني الى حد كبير فعمليات التشطيب من ملء للفجوات واصلاح لأماكن التقشير وإزالة ما يوجد من زوائد وتنظيف للسطح الخارجي للبيتون كل هذه العمليات هي التي تتحكم في مظهر المنشأ البيتوني لذلك يجب اجراء هذا التشطيب بدقة كبيرة وبمناية فائقة وفيما يلي بيان موجز لترميم البيتون :

١ - ترميم البيتون :

بعد ازالة الشدات يوجد عادة بسطح البيتون فجوات وثقوب قد تنتج من ازالة قضبان الربط التي يجب نزعها في اتجاه الواجهة الداخلية للعائط وذلك لتجنب كشط السطح الخارجي للمنشأ كما أنه في كثير من الاحيان يكون السطح غير مستو ويلزم القيام بعملية الترميم للاماكن المحتوية على فراغات أو أي عيب آخر وتتم عملية الترميم بكشط أمان العيوب لعمق لا يقل عن انش واحد بحيث تكون جوائبها عمودية على السطح ثم تبلل المساحة التي سيتم ترميمها - ومساحة تحيط بها لا يقل عرضها عن ٦ انش - بالماء لمنح امتصاص الماء من مونة الترميم ثم تمد خلطة من أجزاء متساوية من الاسمنت البورتلاندي والرمل مع كمية كافية من الماء

للحصول على خلطة سهلة الفرش ثم تفرش هذه الخلطة بعناية على السطح ثم تتبع مباشرة بمونة الترميم التي يشترط فيها أن تكون المواد المستعملة فيها هي نفس المواد وبنفس النسب المستخدمة لعمل البيتون ولا تختلف مونة الترميم عن البيتون المستعمل إلا في أنها لا تحتوي على البحص الكبير وتكون نسب مواد مونة الترميم بنسبة جزء اسمنت : ٣ أجزاء رمل وعادة لا تستخدم مونة أغنى من هذه . وقد يضاف بعض الاسمنت الأبيض بدلاً من الاسمنت البورتلاندي العادي وذلك للحصول على لون مماثل للبيتون المحيط فإذا كانت المونة مستعملاً فيها نفس الاسمنت والرمل المستعملة في البيتون فإن المونة تظهر أعمق لونا من البيتون وتحدد نسبة الاسمنت الأبيض الى الاسمنت العادي عن طريق المحاولة للترميم . ويجب أن تكون كمية ماء الخلط قليلة بحيث تتفق مع عمليات مناولة المونة ووضعها .

كما يجب دك المونة تماما في مكانها وتوضع بحيث يكون سطح الترميم أعلا بقليل من السطح المحيط به ثم تترك المونة لمدة من ١-٢ ساعة للسماح بالانكماش الابتدائي قبل عملية تشطيب السطح وفي النهاية يجب أن يتفق السطح الناتج مع الاسطح المحيطة به من حيث اللون والشكل ثم تجرى عملية المعالجة للترميم حسب ماهو منصوص عليه في موضوع المعالجة وغالبا ما تستعمل المعالجة بالخيش المبلل أو المشمعات وذلك لمنع المونة من الجفاف السريع .

ويلاحظ أن المساحات السطحية للبيتون المحتوية على ثقوب كبيرة يجب أولا إصلاحها بالطرق التقريبية مثل سدها بحبيبات بحص ذي مقاس لا يقل عن ١٠ مم ثم لحمها على السطح بمونة اسمنت لمباني مكونة من طبقة رقيقة ولا يكتفى باليباض فقط على هذه الثقوب والثغرات الموجودة بسطح الخرسانة .

وفي حالة وجود السطوح البيتونية المنقرة (المششة) والناتجة عن المونة الجافة الملتصقة بالشدة الخشبية بعد فكها وإزالتها من سطح البيتون يجب العمل

على اصلاحها النقر وتشطيب السطح النهائي يجب ألا يسمح للسطح بالوصول الى درجة الجفاف أو للبيتون التي أسفله أي البيتون الداخلي أن يصيبها أي ضرر من جراء عملية الاصلاح المطلوبة . وفي الاسطح الخشنة يجب العمل على فركها وحكها على طول المساحة الخشنة الى أن تصل الى مستوى معتدل مناسب للنعومة . وهناك طريقة أخرى بازالة الخدوش السطحية الموجودة وتنظيف السطح من هذه البقايا التي قد تعلق بالسطح ثم فرش مونة اسمنت ورمل فوقها لتعطي سطحاً ناعماً وتملاً بدلاً من الطبقة المزالة من السطح الخارجي للخرسانة .

٢ - تنظيف الجدران والاسطح البيتونية :

لا تبدأ عمليات التنظيف قبل تمام صب جميع الجدران بما في ذلك عمليات الترميم وملء الثقوب ويجب ألا يسمح بأي عملية من عمليات التنظيف أثناء صب البيتون فإذا لوحظ وجود كمية زائدة من الزيت المستخدم لتشحيم القالب على أسطح البيتون أو اذا كان لون البيتون غير متجانساً فتتم عملية تنظيف السطح بعمل مونة مكونة من جزء من الاسمنت البورتلاندي و $\frac{1}{4}$ جزء من الرمل الناعم مع كمية كافية من الماء بحيث يكون قوام هذه المونة مائلاً لقوام البياض الغليظ أما اذا كان اللون المرغوب فاتحاً فيمكن استعمال كمية من الاسمنت البورتلاندي الأبيض لكل أو جزء من كمية الاسمنت في الخلطة للحصول على اللون المطلوب ثم تبلل أسطح البيتون بكمية كافية من الماء لمنع امتصاص الماء من الخلطة ثم تفرش هذه الخلطة بواسطة فرش خاصة أو بواسطة رشاش (Spray Gun) بانتظام بحيث تملأ كل الفقاعات الهوائية والثقوب ثم يدعك الحائط بقوة بعد فرش هذه الخلطة مباشرة بواسطة فلين أو أي مادة مناسبة ثم تسوى المونة وهي مازالت طرية باستخدام حكاك اسفنجي مناسب (A Sponge Rubber Float) لإزالة الأجزاء الزائدة من الخلطة بدور نزعها من الثقوب ثم يترك السطح حتى يجف تماماً ثم يسمح بقوة باستخدام خيش

جاف لإزالة المونة الجافة تماما وبذلك تتم عملية تنظيف السطح ويجب عدم وجود أي اختلاف في لون الأجزاء المختلفة منه •

ويراعى الانتهاء من عملية التنظيف في نفس اليوم الذي تبدأ فيه وعدم ترك أي مونة على الجدار أثناء الليل كما يراعى صنفرة الخشب المستخدم في القالب والشدات بعد كل استعمال للحصول على أسطح نظيفة مستوية • وعند وجود بقع غامقة بعد تنظيف المبنى كله فيجب إزالتها وذلك بمسحها بعناية بواسطة حكاك « حجن تجليخ ناعم » بدون استخدام الماء ويلاحظ عدم خدش أو تغيير مظهر سطح البيتون بعد هذه العملية •

وعند وجود زوائد من المونة التي تسقط من ألواح القوالب فيمكن إزالتها باستخدام مطرقة ولكن بحذر كما يمكن إزالة الأصباغ والبقع الخشنة وعروق المونة الناتجة من تساقط المونة عند رفعها للطوابق العليا وذلك باستخدام أحجار البري أو بحجر السن الذي يستعمل في سن الأدوات وذلك بدون كشط طبقة من المونة أو عمل أي تغيير بنسيج السطح البيتوني كما يمكن استعمال كمية من الماء لتسهيل عملية ذلك • ويمكن إزالة الكميات الزائدة من الزيت بدعكها بمحلول من حامض المورباتيك المخفف مع استعمال فرشاة صلبة خشنة كما يجب قبل استعمال هذا المحلول رش الحائط كله بالماء وأيضا بعد استعمال المحلول •

٦-٣-٩ : الإضافات

١ - تعريف : ماهي الإضافات ؟

الإضافات هي أي مادة خلاف الاسمنت والبعض والماء تستعمل كنمصر خامس في البيتون وتضاف الى ماء الخلط أو العجينة البيتونية مباشرة قبل أو بعد الخلط

أو أثناء طحن الاسمنت وذلك بغرض اعطاء البيتون الطازج أو البيتون المتصلب خواص معينة مطلوبة مثل التسريع أو الإبطاء من زمن التصلب بغرض الحصول على بيتون غير تقوذي للماء أو بيتون خفيف .. الخ .

وقد يكون الغرض من الإضافات هو تحسين خواص البيتون الطازج مثل تحسين القابلية للتشغيل أو تحسين خواص البيتون المتصلب مثل زيادة المقاومة المبكرة للبيتون .

وفي بعض الحالات قد ينتج عن استخدام الإضافات تأثيرات ضارة لبعض خواص البيتون بالرغم من تحسينها لخواص أخرى فمثلاً المواد المسحوقة سحقاً ناعماً تحسن قابلية البيتون للتشغيل إلا أنها قد تضعف مقاومة البيتون وتزيد مقدار انكماش لذلك يشترط عند استخدام الإضافات مراعاة مايلي :

١ - أن لا تزيد تكاليف البيتون كثيراً أو أن تتناسب الزيادة في التكاليف مع الفائدة المطلوبة من استخدام الإضافات .

٢ - أن يعدم أو يقل التأثير الضار على خواص البيتون أو بمعنى آخر مراعاة التأثيرات المضادة التي يمكن حدوثها بالنسبة للخواص الأخرى خلاف تلك التي يقصد تحسينها باستعمال الإضافات .

٣ - أن يكون الحصول على الخواص المطلوبة للبيتون باستخدام إضافات بكمية صغيرة (غالباً حوالي ٠.٠٥ إلى ٢٪ من وزن الاسمنت) لا تغير كثيراً في النسب الأساسية لمكونات الخلطة .

٢ - الغرض من الإضافات :

نستخدم الإضافات لأغراض كثيرة قد تستخدم لأكثر من غرض واحد إلا أننا يمكن أن نجمل مجموعة الأغراض التي يمكن أن تستخدم فيها الإضافات فيمايلي :

- ٢ - تحسين قابلية التشغيل للبيتون •
- ٣ - تباطؤ عملية تبخر الماء من البيتون •
- ٤ - تعجيل أو تسريع التصلب للحصول على مقاومة مبكرة وقد تكون عالية •
- ٥ - إعطاء التصلب في ظروف صب خاصة •
- ٦ - تقليل الحرارة المتولدة من الاماهة •
- ٧ - المحافظة على درجة حرارة حفظ البيتون •
- ٨ - تقليل ظاهرة الانكماش والتصلب •
- ٩ - تعويض أو إنقاص التفاعلات الكيميائية •
- ١٠ - تحسين المتانة •
- ١١ - تقليل النفوذية •
- ١٢ - تحسين مقاومة التآكل والتحمل مع الزمن •
- ١٣ - إنتاج أنواع من البيتون ذات أوزان خفيفة •
- ١٤ - زيادة ثبات البيتون وتقليل التغيرات الحجمية •
- ١٥ - إكساب اللون للحصول على بيتون ذو ألوان مختلفة •

٣ - تصنيف الإضافات :

يمكن تصنيف الإضافات الى مجموعات بحسب الغرض منها كما يلي:

- أ - إضافات تحسين قابلية التشغيل •
- ب - إضافات الهواء المحبوس •
- ج - إضافات الغاز المحبوس •
- د - المنشطات والعوامل المساعدة •
- هـ - إضافات ضد نفوذية الماء •
- و - إضافات تقليل التغير الحجمي •

ز - إضافات معالجة البيتون .

ح - إضافات ضادة للبكتريا .

ط - إضافات ملونة للبيتون .

وفيما يلي موجز لأهم هذه الانواع من الإضافات شائعة الاستخدام في مجال تكنولوجيا البيتون .

(٢) إضافات تحسين قابلية التشغيل :

ويمكن تقسية هذه الإضافات الى ما يأتي :

١- المواد المسحوقة ناعما .

٢- العوامل المبللة .

١- المواد المسحوقة ناعما :

هي تلك المواد التي تضاف للبيتون فتسهل نقله وصبه في القالب بدون حدوث انفصال حبيبي أو تصنع لمكونات الخلطة ومن أمثالها المطحونة .

الرمل البركاني : وهو مادة تتفاعل مع أي كمية من الكلس أثناء عملية تصلب الاسمنت ولهذا يعمل على تحسين متانة البيتون ويكسبها مقاومة ضد الكبريتات والماء ولكنه يقلل أحيانا من صلابة البيتون .

- الرماد المتطاير : ينتج الرماد المتطاير خلال عملية حرق فحم الوقود وأصبحت محطات القوى هي المصدر الرئيسي للإمداد به وهو يحتوي على كمية الفحم غير المحترق والنسبة التي يجب أن يوجد بها في حالة استخدامه كمادة مضافة للبيتون حوالي ٨٪ من وزن الاسمنت .

(ب) اضافات الهواء المحبوس :

هي مواد تضاف الى الاسمنت قبل أو بعد طحنه أو للمونة أو للبيتون أثناء خلطهما وتسبب ادخال الهواء أو حبسه أثناء وجودهما في مخلوط مع غيرها •
ومن أنواعها راتنجات الخشب الطبيعي والعوامل المبللة المختلفة مثل أملاح الفلزات القلوية كالصوديوم أو الصبائون المذاب في الراتنجات الحمضية •

وبلاحظ أنه من الضروري أن يكون الهواء المحبوس على صورة فقاعات صغيرة لكي يكون السطح الناتج من أقل حجم هوائي كاف لأن يغطي أكبر مساحة محيطية ويجب ألا نخلط بين الفقاعات الصغيرة الناتجة من العوامل المدخلة للهواء وبين الفجوات الناتجة من التماسك الضعيف • ولقد حددت المواصفات نسبة الفراغات بما يتراوح بين ٣٥ - ٦٥٪ بالحجم ويلاحظ أن أثر حبس الهواء بصفة عامة هو:

١ - زيادة قابلية التشغيل والتحمل مع الزمن •

٢ - تقليل الكثافة والمقاومة •

٣ - تقليل التبخر والانفصال الحبيبي بين المكونات •

ولقد استحدثت في السنين الأخيرة بعض المواد التي تضاف للبيتون بغرض حبس كمية من فقاعات الهواء دقيقة الحجم • وهذه الطريقة تزيد من مقاومة الخرسانة للتجمد وتأثير ذوبان الجليد وتحقق بعض الأغراض الأخرى • وهذه الإضافات تعتبر من أكبر التطورات التي حدثت في صناعة الخرسانة في فترة العشرين سنة الأخيرة ويعتبر الاستخدام الرئيسي لهذا النوع من البيتون هو بيتون الطرق •

وعند استخدام هذه الإضافات فإن فقاعات صغيرة جداً تنتشر خلال الكتلة الخرسانية ويتم ذلك بإحدى الطريقتين الآتيتين :

١- إضافة مواد تحدث رغاوي (Foaming Agent) وذلك أثناء خلط البيتون مثل المركبات العضوية كالراتنجات الطبيعية (Natural Resins) والزيوت (Oils) والشحومات النباتية والحيوانية (Animal & Vegetable Fats) والعوامل المبلة مثل الأملاح القلوية وصابون السلفونيك .

٢- استخدام مواد تتفاعل مع الاسمنت عند إضافة ماء الخلط إليه منتجة غازا (Gas) مثل الهيدروجين ، على هيئة فقاعات دقيقة كثيرة ومن أمثلتها مسحوق الألومنيوم ومسحوق الزنك التي تتفاعل مع القلويات الموجودة بالاسمنت منتجة الهيدروجين وكذلك مثل بيروكسيد الهيدروجين (Hydrogen Peroxide) الذي ينفصل منه الهيدروجين أثناء التفاعل . ويمكن الحصول على فقاعات الهواء المحبوس السابقة بإضافة هذه المواد أثناء عملية الخلط أو باستخدام اسمنت خاص هو الاسمنت ذو الهواء المحبوس (Air Entrained Cement) حيث تضاف هذه المواد إلى الاسمنت أثناء الصناعة ويتكون الهواء المحبوس عند إضافة ماء الخلط إلى الاسمنت أو البحص بتكون فقاعات محتوية على هواء من الجو وليس غازاً من المتصاعد أثناء التفاعل .

وتستخدم هذه الإضافات بنسبة تتراوح بين ٠.٠١٪ أو ٠.٠٥٪ من وزن الاسمنت ويلاحظ بالإضافة إلى أن استعمال هذه المواد يمكن من حبس الفقاعات الهوائية في البيتون فانه يمكن أيضاً من خفض محتوى الرمل المستخدم بالبيتون بمقدار يعادل حجم هذه الفراغات الهوائية . وأيضاً كل ١٪ من الهواء المحبوس تؤدي إلى إمكان إنقاص الماء في الخلطة بنسبة ٣٪ بدون حدوث أي تغير في قوام البيتون مع ازدياد قليل في القابلية للتشغيل .

أما بالنسبة لباقي الإضافات فقد تم استعراضها في الفقرات (٦ - ٣ - ٦) (٦ - ٣ - ٧) صب البيتون في الطقس الحار أو في الطقس البارد.

٦-٣-١٠ : صب البيتون تحت الماء :

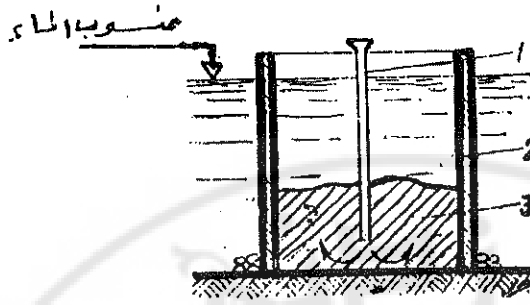
صب البيتون تحت الماء يسمونه نقل الخلطة البيتونية الى تحت الماء وصبها دون ضخ الماء أو تفرغة القالب من الماء . تستخدم هذه الطريقة عند بناء أقسام مساند الجسور (التي تحت الماء) ، وأساسات مساند أعمدة الكهرباء ، وفي أعمال البناء والاصلاحات للمنشآت المائية مثل السدود والاقنية .

لصب البيتون تحت الماء تستخدم مختلف الطرق : الانابيب المتحركة شاقوليا أو طريقة الخلطة المتصاعدة ، أو بالسطول أو الصناديق المحكمة الاغلاق . أو صب الخلطة البيتونية في أكياس .

طريقة الانابيب المتحركة شاقوليا : هذه أكثر طريقة متطورة لصب البيتون تحت الماء على عمق ١٥ حتى ٥٠ مترا . بهذه الطريقة تنصب المنشآت في القالب الذي سوف يمزل البيتون المصبوب عن الماء المحيط بالقالب .

نوع الحاجز المستخدمة إما من قالب مصمم خصيصا كما في الشكل كتل فراغية (صناديق) من الخشب أو من البيتون المسلح أو من المعدن أو من عناصر المنشآت (بلاطات قشرية ، جدران ضخمة ، آبار مصنعة وتزحل في الماء ، أساس وتدي قشري ، أو قشريات ذات أقطار كبيرة . عناصر القالب يجب أن لا تسمح لتسرب الخلطة البيتونية أو المونة الاسمنتية .

انقل الخلطة البيتونية للحفرة تنصب أو تثبت الانابيب الفولاذية الخالية من وصلات اللحام بأقطار من ٢٠٠ - ٣٠٠ مم ، والمؤلفة من عدة أقسام بطول من ١ - ٣ م . تعلق هذه الانابيب بالرافعة ومثبتة مع جدار الحاجز أو القالب .



الشكل (٦ - ٤٩) : صب البيتون تحت الماء بطريقة الانابيب المتحركة شاقوليا

- 1 — الانابيب المتحركة شاقوليا .
2 — القالب ،
3 — البيتون المصبوب في المكان .

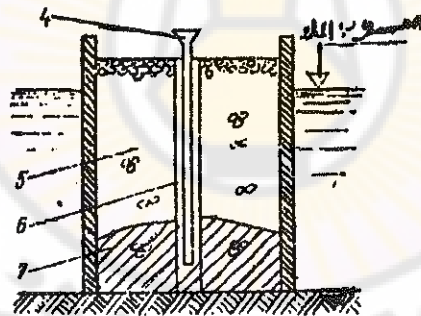
في أعلى الانابيب قمع لاستقبال الخلطة البيتونية ، ومن الاسفل الانابيب ببوابات معدنية بحيث لا تسمح بدخول الماء لداخل الانبوب ولكنها تسمح بخروج الخلطة من الانبوب . قطر عمل الانبوب لا يزيد عن ٦ متر . وعدد الانابيب اللازمة لصب البيتون في الاعماق يحسب من خلال حاجة تغطية المساحة الواجب صبها . تملأ الانابيب النازلة الى القعر بالخلطة البيتونية ثم تفتح البوابات أو الحواجز في نهاية الانبوب لتخرج الخلطة من الانبوب وتتملأ قاع ثم يرفع قليلا الانبوب ليسمح للخلطة بالخروج . وتستمر عملية الصب هكذا مع استمرار رفع الانابيب والخلطة تأخذ حجم القالب وتبدأ بالصعود الى أعلى مع استمرار عملية الصب . علماً أن السطح الخارجي للخلطة عند ملامسته الماء سوف يفصل الاسمنت الموجود في القسم العلوي للخلطة ولو جزئياً .

يتم توصيل الخلطة بواسطة انابيب الضخ أو من الخلاطات مباشرة . والانابيب يجب أن تبقى مغروسة دائماً في البيتون بما لا يقل عن ٨٠ سم على عمق الصب حتى ١٠ متر وبما لا يقل عن ١٥٠ سم على عمق حتى ٢٠ متراً . في استمرار

عملية الصب ترفع الانابيب بواسطة الرافعة والجزء العلوي ينزع في كل مرحلة يزيد فيها عن ارتفاع سطح القالب .

صب الخلطة البيتونية بطريقة الانابيب المتحركة شاقوليا يتم مع رج البيتون المصبوب ويجب أن تكون الخلطة قابلة للحركة وتقدر هذه القابلية بهبوط المخروط من ٦-١٢ سم . أما اذا استغنيا عن الرج فهبوط المخروط من ١٦ - ٢٠ سم . وتحضر الخلطة باستخدام مواد حصوية بنسبة ٢٠٪ الى ٣٠٪ بحص . مع اضافة مواد مسرعة للتصلب .

طريقة الخلطة المتصاعدة : في هذه الطريقة يتم نقل الخلطة الى الانبوب والخلطة هنا عبارة عن اسمنت مع رمل فقط أما المواد الحصوية من بحص مختلف القياسات يتم رميه من الاعلى أي من على مستوى سطح الماء الى الاسفل حتى يصطدم بالخلطة المتصاعدة من الاسفل كما في الطريقة السابقة والانبوب اللازم لنقل الخلطة في هذه الحالة بقطر ٣٨ - ١٠٠ مم والخلطة في هذه الحالة مع مواد مسرعة



الشكل (٦ - ٥٠) طريقة الخلطة المتصاعدة

٢ - القالب ، ٤ - الانبوب ناقل الخلطة ٥ - الحصويات المتساقطة ، ٦ - بوازي لحماية الانبوب ٧ - الحصويات المتساقطة تختلط مع الخلطة البيتونية ويشكل الجسم البيتوني المصبوب في مكان الصلب .

لتصلب والخلطة البيتونية المتصاعدة في هذه الحالة عند التقاءها مع البحص تمتص من البحص الماء الموجود في البحص وداخل فراغاته مما يشكل جسما صلبا من بيتون مصبوب في المكان كما في الشكل .

عند صب البيتون واستمررا تصاعد الخلطة ترفع الانابيب ببطء بحيث يبقى ٨٠ متر من الانبوب تحت الخلطة المصبوبة وعند تساقط المواد الحصوية حول الانبوب يجب أن لا تزيد عن دائرة قطرها ٣ متر .

طريقة الخلطة المتصاعدة تستخدم على عمق ٢٠ مترا ويمكن استخدام الاحجار ذات النقط المتوسطة الحجم لرميها الى الاسفل لتختلف مع الخلطة البيتونية وتشكل جسما صلبا وأحيانا تستخدم هذه الطريقة لصب البيتون على عمق ٥٠ مترا .

إن لهذه الطريقة محاسن عديدة منها : بدل نقل البيتون وصبه يمكن استخدام خلاط أو خلاطات أقل انتاجية من الطريقة السابقة . من ناحية أخرى نقل الخلطة هنا يبدل بنقل المونة الاسمنتية مع رمل ثم إضافة بحص أو أحجار يمنع تفوق المواد في الماء ويشكل جسما صلبا . ولكن من سلبياتها لا بد من اختيار التركيب الحبي الدقيق للرمل . إن زيادة الانابيب لا يغطي دائما جميع الفراغات التي لا تملأ بالخلطة البيتونية وإن زيادة عدد هذه الانابيب لا يحل المشكلة في بعض الأحيان وتبقى فراغات غير مملوءة بالخلطة البيتونية . وتستخدم هذه الطريقة في حال صعوبة استخدام طريقة الانابيب المتحركة شاقوليا أو في ظروف حرجة لصب الخلطة البيتونية تحت الماء أو في بناء العناصر ذات التسليم الكثيف .

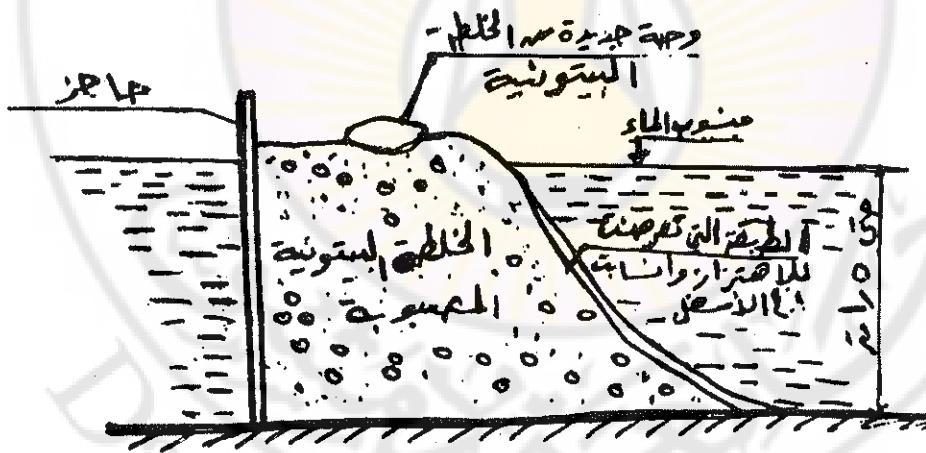
— طريقة صب البيتون تحت الماء باستخدام القواويس : الخلطة البيتونية توضع في قادوس أو في مخزن محكم الاغلاق بحيث لا يسمح بتسرب الماء لداخله أو يتسرب الخلطة لخارجه وينزل في الماء الى الاعماق المطلوبة وسعة هذه الصوامع من ٢ م الى ٣ م ويمكن فتحها في الاسفل عند الوصول الى العمق المطلوب وبشكل يمنع

من تآثر الخلطة عند فتح الصومعة • ومن حسنات هذه الطريقة أنه يمكن استخدامها على أعماق مختلفة وبدون استخدام أجهزة مساعدة مثل السلاسل والحواجز وتستخدم عند وجود الأساس غير المستوي والمتعرج التضاريس الطبيعية وتوجد اختلافات كبيرة بين بعض أعماقه وارتفاعاته • هذه الطريقة تستخدم عند استخدام بيتون ذو ماركة لا تزيد عن ٢٠٠ •

٥١-٦) الشكل - طريقة رج او اهتزاز الخلطة البيتونية •

يتم تشكيل ما يشبه بالجزيرة من الخلطة البيتونية ثم استخدام طريقة الرج أو الاهتزاز لهذه الخلطة ، تستخدم هذه الطريقة لعرض الماء حتى ١٥ متر للعناصر ذات المساحات الكبيرة وماركة البيتون حتى ٣٠٠ • تسب العناصر الى منسوب أعلى من مستوى سطح المياه إما يعادل ضعف ارتفاع الماء في النهر أو البحيرة •

تستخدم الخلطة البيتونية بهبوط المخروط من ٥ - ٧ سم • ويوضع حاجز للخلطة من أحد جوانبها ومن الجانب الآخر يترك ملاصقا للماء • تنقل الخلطة بواسطة



الشكل (٦ - ٥١) : صب البيتون بطريقة الاهتزاز او الارتجاج

الانابيب أو المضخات أو بواسطة صوامع وعند تفريغ الخلطة في كل مرة يجب أن يزيد ارتفاعها عن ٣٠ سم فوق مستوى سطح الماء ثم يبدأ بتطبيق الرج أو الاهتزاز للخلطة وتشكل زاوية ٣٥ - ٤٥ ° من الخلطة البيتونية في الجنب الملاصق للماء مع استمرار الاهتزاز تتوزع الخلطة أو تسيل الى الاسفل وهكذا حتى يتم صب كامل الجزء المراد صبه .

وعند تفريغ كل قسم من الخلطة البيتونية يجب أن لا تقترب أكثر من ٢٠ - ٣٠ سم من مستوى سطح الماء ، حتى لا تفقد الخلطة الترابط بين ذراتها .

١ - طريقة صب البيتون بواسطة الاكياس :

تنزل الخلطة البيتونية تحت الماء معبأة في أكياس مربوطة بحجم ١٠ - ١٥ لتر مصنوعة من القماش المتين . الخلطة البيتونية يجب أن يكون هبوط مخروطها ١ - ٥ سم باستخدام مواد حصوية كبيرة الحجم حتى (٢٠) مم .

هذه الطريقة تستخدم كمساعدة عند ترصيص مناطق الفتحات في أماكن اتصال القوالب مع القمر غير المستوي وكقالب للصب تحت الماء على عمق (٢) متر وكحاجز ضد التيارات المائية القوية وأيضاً في حالات الحوادث والفيضانات .

٦-٣-١١ - فواصل البيتون الانشائية والوظيفية

من أهم واجبات المهندس الانشائي أو المدني الاحاطة الكاملة بتفاصيل ووظائف وأنواع الفواصل في البيتون وتصميمها لتأمين خطر التشقق أو التشوه في المنشآت البيتونية .

انواع الفواصل في البيتون العادي والمسلح :

يجب التمييز بين نوعين أساسيين من الفواصل :

١ - فواصل توقف الصب :

وهي مناطق التوقف أو الانقطاع الاضطراري عن صب البيتون بسبب انتهاء العمل في الوردية أو بسبب انتهاء كمية البيتون المخصصة للصب ، حيث فطر لايقاف الصب في منطقة معينة (يجب أن يتم اختيارها وتحديد سلفا) • ثم تابع الصب في اليوم التالي أو في وقت لاحق بحيث يتصل البيتون القديم المصبوب سابقا مع البيتون الجديد المصبوب لاحقا بدون أي تأثير على سلامة البيتون أو مقاومته من جراء التوقف عن الصب ثم متابعته •

٢ - فواصل الحركة (الوظيفية) :

هي فواصل اصطناعية يجب القيام بها أو تنفيذها لأنها تؤدي وظيفة أو عدة وظائف ، ومن أهدافها تأمين حركة أجزاء المنشأ بحرية لتأمين سلامته ومقاومته •
إن من أهم العوامل المؤثرة في البيتون نجد (تغير الحرارة ، والتقلص ، والهبوط التفاضلي ، والهزات الارضية والزلازل) حيث أن وجود الفاصل الحركي يؤمن تحاشي هذه العوامل التي قد تؤثر على سلامة المنشأ وتوازنه في حال عدم وجود فاصل وظيفي ••

تقسم الفواصل الوظيفية الى عدة أنواع :

٢ - فاصل التعدد •

ويلحظ من أجل تلافي حادثة التعدد في البيتون •

ب - الفاصل الموجه أو فاصل التحكم •

ج - فاصل الانكماش (التقلص) •

د - فاصل الهزات الارضية (الزلازل) •

هـ - الفواصل الخاصة •

وقبل البدء بشرح تفاصيل هذه الانواع تجدر بنا الاشارة الى أن هذه الفواصل تتطلب كلفة اضافية ومن الافضل دمجها ببعضها بقدر الامكان بحيث يقوم الفاصل بعدة وظائف بأن واحد • ويفضل دوما أن يحكم الفاصل الانشائي (فاصل توقف الصب) عند الفاصل الوظيفي •

١ - فواصل توقف الصب :

من الضروري التمييز بين الفاصل الحركي والفاصل الانشائي لأن الفاصل الحركي يسمح بالحركة لقسم من البناء بمعزل عن القسم الآخر المنفصل عنه بينما في الفاصل الانشائي نعتبر انه ليس هناك انفصال بينهما بل يجب أن يكون الفاصل (متصلا) وكتيما بشكل جيد بحيث يؤمن الترابط بين البيتون المتصلب سابقا والبيتون الطازج المصبوب مجددا فعندما يكون المنشأ كبيرا بحيث لا نستطيع صب البيتون دفعة واحدة وبشكل متواصل عندها يتوجب علينا أن نؤمن في منطقة انقطاع الصب الكتامة ضد تسرب المياه وتأكد الحديد والمقاومة ضد القوى الخارجية كالشد والقص •

أما في ورشات القالب المنزلق كالصوامع وغيرها فإن الصب يكون متواصلا و بدون انقطاع حتى ينتهي المنشأ •

ولا يمكن للمهندس أن يترك موضوع الفاصل الانشائي لارادة ومبادرة مهندس التنفيذ بل عليه تحديد المناطق التي يمكن أن يتوقف فيها الصب بدون حصول أي خطر أو تجنيب في المنشأ •

الاماكن التي يسمح بتوقف الصب عندها وعمل فاصل انشائي :

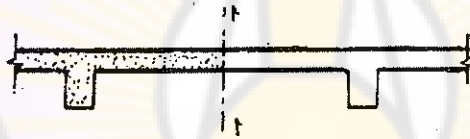
١- في الاقسام المضغوطة (التي يوجد فيها) اجهاد ضغط فقط) .

يمكن الفاصل أن يكون متعامدا مع اتجاه اجهاد الضغط ويسمح فقط بانحراف $(10^\circ =)$ درجات عن الاتجاه المذكور .

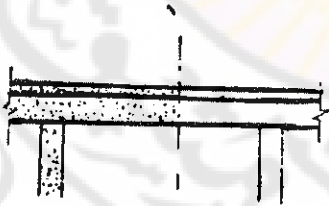
٢- في الاقسام الخاضعة لانعطاف :

(مثل الجوائز والاسقف العادية والبلاطات المعصبة) في هذه الحالات يفضل أن يكون مستوى الفاصل مائلا (45°) درجة بالنسبة للمحور السليم أي بنفس الانحدار الطبيعي للبيتون . ويجب أن يتم اتقاؤه في منطقة اجهاد القص الاصغر

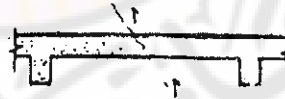
فاصل صلب
فصل البلاطات والمحاور



فاصل صلب في منتصف البلاطة



فاصل صلب في منتصف المحاور



فاصل مائل
في منتصف البلاطة

الشكل (٦ - ٥٢)

ونذكر فيما يلي بعض الامثلة التفصيلية :

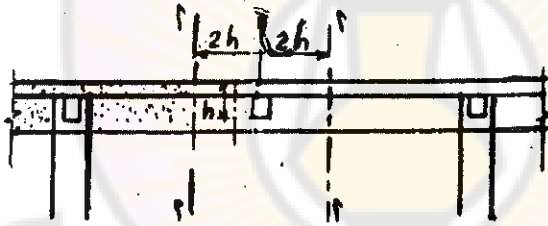
٢-٢ في الجوائز أو البلاطات الخاضعة للانمطاف :

— يراعى أن يكون توقف الصب في المنطقة التي يكون فيها اجهاد القص أصغرياً مثل منطقة منتصف البلاطة أو منتصف الجوائز • ويجب عدم التوقف عند المساند حيث يكون القص أعظمية ، الشكل رقم (٦ - ٥٢) •

— يجب عدم التوقف في منتصف الجوائز الرئيسية اذا كان هناك جائز ثانوي يستند عليها ، في هذه الحالة يجب أن تبعد نقطة توقف الصب عن منطقة استناد الجائز الثانوي بمقدار ضعفي ارتفاعه (الشكل ٦ - ٥٣) •

فاصل انشائي

عند وجود جائز ثانوي يتقاطع في منتصف الجائز الرئيسي

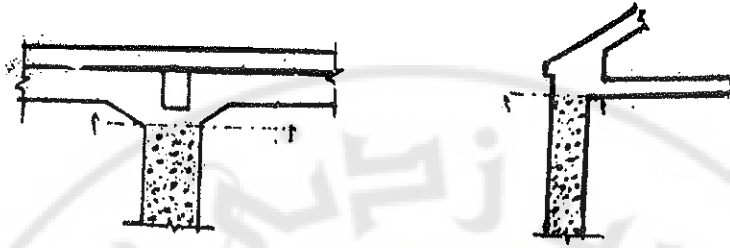


الشكل (٦ - ٥٣)

— عند التقاء الجائز مع العمود يمكن عمل فاصل انشائي مع منسوب قاع الجائز الشكل رقم (٦ - ٥٤) ، أو قاع القسم المشطوف اذا وجد •

— يمكن عمل فاصل انشائي عند سطح التقاء البلاطات مع الجوائز سواء كانت الجوائز عادية أو مقلوبة • وعند وجود شطقات في البلاطة عند استنادها على الجائز فيتم صب منطقة الشطقات مع البلاطة وليس مع الجائز •

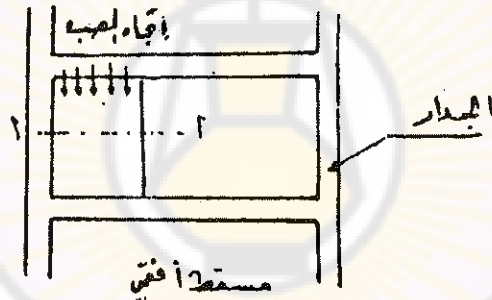
فاصل توقف : صب عند تلاقي



الشكل (٦ - ٥٤)

٥-٢ في الاسقف المعصبة المستندة على جوائز رئيسية :

يتم صب البيتون باتجاه متعامد مع الجوائز الرئيسية وبعرض يتراوح بين (٣ - ٤) م. ويمكن التوقف في منتصف فتحة السقف المعصب الشكل (٦-٥٥).



الشكل (٦ - ٥٥)

بلاطة معصبة باتجاه واحد

طرق تنفيذ منطقة الفاصل الانشائي :

- ١- يفضل أن لا يكون سطح البيتون عند الفاصل أملساً بل خشناً . ويمكن تثقيب سطح البيتون عند التوقفه عن الصب لتأمين مسامير ارتباط بين البيتون

القديم والجديد ، وبعد التصلب يجب تنكيش السطح عند الفاصل لتحاشي تجمع المونة ، ثم ينظف بالهواء المضغوط لطرد بقايا البتون الناعمة المكسرة ، ويفضل كذلك غسل السطح ثم تشييفه حتى لا تبقى أية جيوب مائية عند الصب .

٢- عندما يكون سطح الفاصل مائلا (٤٥) درجة يفضل وضع قضبان تؤمن الاتصال بين طرفي الفاصل .

٣- يجب تحاشي صب روبة اسمنتية عند منطقة الفاصل لأنه يجعل الاتصال ضعيفا .

٤- يمكن استعمال مادة مبطنة لتصلب الاسمنت في البتون المصبوب حتى لا يجف بسرعة وحتى يلتصق بالبتون الجديد المصبوب لاحقاً .

٥- يمكن استعمال مواد لاصقة حديثة في مكان الفاصل لتأمين الارتباط الجيد .

طريقة وشكل الاتصال في الفاصل الانشائي :

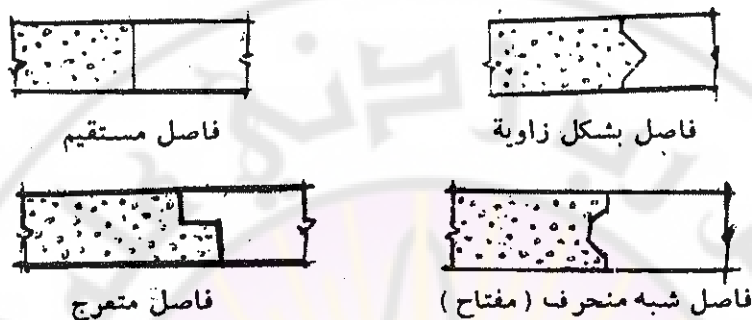
هناك عدة أشكال لفاصل الصب نذكر أهمها :

- ١- فاصل مستقيم سواء كان مستوى الفاصل أفقيا أو مائلا أو شاقوليا .
- ٢- فاصل بشكل زاوية .
- ٣- فاصل بشكل متعرج بعدة زوايا قائمة .
- ٤- فاصل بشكل شبه منحرف ويسمى اتصال بشكل مفتاح . الشكل (٦-٥٦) .

ومن أجل تأمين تلك الاشكال يستعمل قالب خاص يحجز خلفه البتون المصبوب في المرة الاولى عند توقف الصب . ثم يرفع ذلك القالب بعد جفاف وتجمد البتون ويعالج السطح كما ذكرنا أعلاه ثم تقو بالصب اللاحق . هذه الطريقة

تستعمل من أجل الفاصل من البلاطات والجسور وكذلك من أجل الجدران البيتونية الطويلة التي تضطر لايقاف الصب فيها في مناطق غير معروفة سلفاً • في هذه الحالة يجب ايقاف الصب بشكل شاقولي ولا يقبل الفاصل المائل •

اشكال الفاصل الانشائي في البلاطات او الجدران



الشكل (٦ - ٥٦)

فاصل انشائي مع حديد ربط اضافي في الجدران والبلاطات



الشكل (٦ - ٥٧)

لهذا نقوم بنصب قالب شاقولي مؤقت ذو مفتاح (مثلثي أو شبه منحرف)
هذا القالب يحتجز البيتون خلفه بمستوى شاقولي وعندما نعاود الصب نرفع القالب
ونصب البيتون الجديد .

في بعض الاحيان نضع حديدا اضافيا لتأمين الاتصال بحيث يغمس نصفه في
البيتون المصبوب أولا ويترك نصفه الثاني ليدخل في صب القسم الثاني من الجدار
الشكل رقم (٦ - ٥٧) .

كما تجدر الاشارة الى أن الفاصل الانشائي يختلف عن الفاصل الحركي لأن
الثاني يسمح لقسم من البناء بالحركة بمعزل عن القسم الثاني المجاور له عند الفاصل
بينما العكس في الفاصل الانشائي حيث يجب أن يتأمن الاتصال والارتباط بين
طرفيه بشكل جيد . كما يجب أن تتأمن الكتامة في منطقة الفاصل المذكور .

لهذه الاسباب يجب أن يتم الاتفاق بين المهندس المشرف على التنفيذ والمتعهد
على تحديد أماكن الفواصل الانشائية ، حيث أنه يجب أن لا تترك للمتعهد الحرية
الكاملة بتحديد مكان فواصل الصب . فالمتعهد قد يترك ذلك الموضوع للصدفة
وحسب حجم البيتون المجهول والمنقول الى مكان الصب فعندما ينتهي البيتون
يتوقف عن الصب مهما كان موضع التوقف . وعندما يحين موعد انصراف العمال
يتوقف الصب أيضاً . وكثيراً ما يبدأ الصب في منتصف النهار بدلاً من الساعات
المبكرة ويتوقف عند الانصراف بغض النظر عن المكان الذي سيتوقف عنده الصب
(حتى ولو كان في منطقة القص الاعظمي) .

لهذا فان واجب المهندس المشرف دراسة التوقف الباقي المتاح للصب وحساب
حجم البيتون الذي سيصل الى المكان النظامي لفاصل التوقف لأبعد أو أقرب من
مكان الفاصل ولو أدى الأمر الى توقف الورشة قبل أوانها عند الوصول الى
منطقة التوقف النظامية .

الفصل السابع

تنظيم موقع العمل وتجهيزه

٧-١ -١ -٢ : عموميات :

إن تنفيذ المشاريع المدنية يختلف عن الانتاج في الصناعة المتمركزة وذلك لكون تنفيذ كل مشروع يخضع لظروف محلية ومناخية معينة مرتبطة بالمكان الذي ينفذ فيه ، ومن المشكلات الاضافية المرتبطة بتنفيذ المشاريع المدنية أيضا ، كون كل مشروع يتطلب تقنية خاصة به وجهازاً بشرياً فنياً وادارياً يعمل في المشروع خلال مدة تنفيذه فقط . إن موقع العمل يتحول خلال تنفيذ المشروع الى مركز انتاجي ليقوم بانتاج ذي طبيعة معينة (مثله مثل سائر المصانع الثابتة) تتفاعل على أرضه عناصر الانتاج لتقوم بعمليات البناء المتعددة التي ينتجتها يتم الحصول على المنشآت المطلوبة ، لذلك فإنه من الضروري تهيئة الظروف المواتية والجيدة والمدروسة بشكل منطقي واقتصادي بما يتناسب والظروف الموضوعية المتوفرة في منطقة المشروع من جهة ، ومتطلبات عمليات البناء من جهة أخرى لكي تستطيع عناصر الانتاج هذه القيام بدورها على الشكل الأمثل .

وعليه ، يمكن القول بأن تنظيم موقع العمل وتجهيزه يشمل دراسة جميع التجهيزات التي يجب أن تتوفر في موقع العمل لكي يمكن لعمليات البناء أن تتم حسب الحقائق الموضوعية في الدراسة الفنية والتقنية للمشروع .

إن الوفرة المادية الذي يمكن الحصول عليه من خلال الدراسة الجيدة لموقع

العمل مرده ليس فقط كون هذه الدراسة تهيء الشروط الجيدة لسير عمليات البناء على الشكل الأمثل وما يتبع ذلك من توفير في عناصر الانتاج وزمن التنفيذ ، بل أيضا لكون الدراسة الدقيقة والاقتصادية لتجهيزات موقع العمل بحد ذاتها تؤمن وفرا مباشرا في كلفة هذه التجهيزات في مرحلة تحديد هذه التجهيزات ومواصفاتها . أما التجهيزات الواجب دراستها في موقع العمل فتشمل :

- شبكة الطرقات داخل موقع العمل والطرقات الموصلة إليه .
 - الساحات المكشوفة والمسقوفة والمستودعات المغلقة لتوضيع المواد الاولى وعناصر البناء .
 - الورشات والمصانع المساعدة مثل المجبل المركزي ، مصنع الشبكات واقفاص التسليح، المنشرة ، ورشة الحدادة ، مصنع لتصنيع العناصر البيتونية المسلحة ، المرآب ... إلخ .
 - الأبنية المساعدة المؤقتة كالأبنية الادارية والمخابر وأبنية الخدمات للعاملين .
 - شبكات المرافق العامة مثل شبكة المياه الحلوة والمالحة وضد الحريق ، شبكة الكهرباء ، شبكة الهواء المضغوط وغيرها .
- هذا ويتم تحديد التجهيزات وتوقيعها على المخطط العام لموقع العمل حسب التسلسل الوارد فيه أعلاه ، وهذا يعني أننا نبدأ بتخطيط موقع العمل انطلاقا من دراسة شبكة الطرقات الداخلية وربطها مع الشبكة الخارجية ، ذلك لأن الخطأ في توقيع هذه الطرقات يجر وراءه خسائر مالية غالبا ما تكون كبيرة . أما ساحات تخزين المواد ومستودعاتها ، فيتم تحديدها كخطوة ثانية بعد تحديد الطرقات ، وذلك لأن هذه الساحات والمستودعات لها ارتباط مباشر مع الطرقات التي عليها سوف يتم نقل المواد الى تلك الساحات والمستودعات . في المرحلة الثالثة يتم تحديد موقع الورشات والمصانع المساعدة التي لها علاقة مباشرة مع الطرقات بالدرجة الاولى ، وأيضا مع ساحات التخزين والمستودعات ، من ثم يتم توقيع الأبنية

المساعدة المؤقتة في مكان يتناسب وموقع العمل الكلي • أما شبكات المرافق العامة فتتم دراستها كمرحلة أخيرة ، ذلك لأنها يجب أن تخدم جميع التجهيزات والأبنية ، ولذلك فإن دراستها تتم بعد توقيع جميع المنشآت والتجهيزات •

وطبيعي أن التجهيزات المذكورة أعلاه يجب دراستها وتوقيعها بحيث تؤمن الحد الأدنى والاقتصادي لمتطلبات عمليات البناء • أما توضعها فيجب أن يدرس على غرار دراسة المشاريع الصناعية من حيث إيجاد العلاقات الوظيفية التقنية بين بعضها بعضاً من جهة ، وبينها وبين منشآت المشروع المراد تنفيذها من جهة أخرى •

لكي نستطيع دراسة موقع العمل بشكل اقتصادي يجب أن تكون الدراسة التكنولوجية لسير تنفيذ الأعمال معروفة ومحددة (مع العلم أن مخطط تنظيم موقع العمل يشكل جزءاً رئيساً و متمماً للدراسة التكنولوجية للمشروع) • أما أهم الأمور التي يجب توفرها لنتمكن من دراسة موقع العمل فهي :

- ١- تقنية تنفيذ عمليات البناء الرئيسة •
- ٢- البرنامج العام لتنفيذ المشروع •
- ٣- برامج إمداد المشروع بالمواد الأولية وعناصر البناء وبرامج تشغيل اليد العاملة والآليات واحتياجات المشروع للطاقة والمياه وغيرها •

إن تقنية تنفيذ عمليات البناء الرئيسة لها تأثير مباشر ورئيس في تنظيم موقع العمل وتجهيزه ، لأنها تحدد نوعية المعدات التي يحتاجها التنفيذ ، وبالتالي يجب تحديد المكان الأمثل لتوضعها وحركتها ضمن المشروع • والمعروف أن احتياجات التقنيات المتقدمة لا تتطلب عدداً كبيراً من العمال وبالتالي فإن الاحتياجات إلى أبنية خدمات تقل ، ولكن هذه التقنيات تحتاج إلى مساحات أكبر لعمل آلات البناء ومعداته ، والجدير ذكره في هذا المكان ، أن موقع العمل بحد ذاته له تأثيره العكسي

في تقنية البناء ، ذلك لأنه في كثير من الحالات يجب اتباع تقنية في التنفيذ بما يتناسب وموقع العمل . فإذا كانت مساحة موقع العمل صغيرة ولا تسمح بإشادة تجهيزات مؤقتة فإن طرق تشييد معينة تفرض نفسها في مثل هذه الحالة ويجب اتباعها في التنفيذ نظراً لعدم وجود أي مساحات لإجراء العمليات التنفيذية المساعدة . من طرق التشييد هذه يمكن مثلاً ذكر طريقة استخدام القوالب المنزقة أو طريقة البناء برفع البلاطات الكاملة .

أما برنامج التنفيذ العام فهو يحدد تسلسل تنفيذ العمليات والزمن اللازم للتنفيذ وأيضاً حجم التنفيذ المطلوب لكل عملية . هذه الأمور تشكل المنطلق والقاعدة من أجل دراسة موقع العمل بما يخص :

- حساب المساحات اللازمة للمساحات اللازمة لتوضع المواد الأولية والعناصر المسبقة الصنع .
- تصميم الطرقات للنقل الداخلي والخارجي .
- تحديد حجم الورشات والمصانع المساعدة .
- حساب الطاقة والمياه وغيرها ثم تحديدها .

أما برنامج توريد المواد فيمكن بالاعتماد عليه تحديد المساحات والمستودعات اللازمة لتخزينها ، وأيضاً فإنه اعتماداً على برنامج عمل الآلات يتم تحديد نوع هذه الآلات وعددها وفترة عملها في المشروع ، وتحديد أماكن توضعها ومجال عملها ، وكذلك فإن برامج عمل آلات النقل ، والتي تشمل كثافة الآليات ونوعها ، فإنها تفرض مواصفات معينة للطرق الواجب تصميمها وكذلك طول رصيف التفريغ على امتداد ساحات التخزين ومستودعاته .

٧-٢ قواعد عامة :

بما أن الهدف من تجهيزات موقع العمل هو تسهيل تنفيذ الأعمال في مشروع معين ، وبالتالي فإنها تجهيزات مؤقتة وغير دائمة وتنتهي وظيفتها بانتهاء تنفيذ المشروع ، لذلك فإنه يجب الأخذ بعين الاعتبار الأمور التالية في مرحلة دراسة هذه التجهيزات وبناءها :

١ - يجب الإقلال من كلفة هذه التجهيزات قدر الإمكان ولكن بحيث لا ينعكس ذلك سلبيا على حسن سير تنفيذ المشروع .

٢ - يجب الاستفادة قدر الإمكان من الإمكانيات المتوفرة في موقع المشروع أو المنطقة المحيطة بالمشروع . إن دراسة الإمكانيات المتوفرة تساعدنا مثلا على تحديد مصادر تزويد موقع العمل بالطاقة والمياه والمواد الأولية أو الاستفادة من التجمعات السكنية القريبة لدراسة الأمور المتعلقة باليد العاملة وغيرها من الأمور المتعددة .

٣ - يجب التأكد فيما إذا كان بالإمكان تنفيذ بعض منشآت المشروع الأصلية قبل غيرها وذلك لاستخدامها كتجهيزات لموقع العمل مثل الابنية المساعدة أو المستودعات وغيرها .

٤ - يجب التأكد فيما إذا كان بالإمكان تنفيذ شبكات المرافق العامة للمشروع للاستفادة منها خلال التنفيذ (مثل شبكات المياه الحلوة والمالحة وغيرها) .

٥ - يجب الأخذ بعين الاعتبار إمكانية استخدام التجهيزات من أجل مشروع آخر بعد الانتهاء من تنفيذ المشروع . إن الاتجاه العالمي بهذا الخصوص هو الاعتماد على منشآت مؤقتة أو قابلة للفك وإعادة التركيب في مكان آخر .

– يجب دراسة تجهيزات موقع العمل بحيث تستطيع جميع الشركات والجهات التي لها علاقة بتنفيذ المشروع والاشراف عليه الاستفادة منها •

نظراً لتعدد المواضيع المرتبطة بتجهيز موقع العمل وتنظيمه فسوف يقتصر في الشرح اللاحق على دراسة بعض هذه التجهيزات وبشكل مختصر وذلك بهدف

• إيضاح منهجية تنفيذ هذه الدراسات •

٢-٧ الطرفات :

عند تخطيط شبكة الطرقات في موقع العمل يجب الاعتماد بالدرجة الاولى قدر الإمكان على الطرقات المصممة أساساً للمشروع ذاته التي سوف تصبح طرقات دائمة وثابتة بعد الانتهاء من تنفيذ المشروع ، وفي حال كون هذه الطرقات لا تكفي من أجل تجهيز موقع العمل فيمكن استكمال شبكة الطرق بطرق إضافية مؤقتة ولفترة التنفيذ فقط •

وفي حال اعتماد الطرقات التابعة للمشروع ذاته كطرقات خلال مرحلة التنفيذ فيفضل في هذه الحالة تنفيذ الطبقات الأساسية للطريق فقط واستخدامها خلال التنفيذ على أن يتم تنفيذ الطبقات العلوية لهذه الطرقات بعد الانتهاء من تنفيذ المشروع ، وبذلك نحصل على الفوائد التالية :

- تجنب تخريب الطبقات العلوية لهذه الطرقات بسبب مرور وسائط النقل الثقيلة التي تزود المشروع بالمواد وغيرها خلال تنفيذ المشروع •
- إن مرور الآليات الثقيلة على طبقات الطرقات الأساسية تشكل نوعاً من دحي هذه الطبقات خلال مرحلة التنفيذ وبالتالي الحصول على طرقات ذات مواصفات جيدة بعد تنفيذ الطبقات العلوية •

— إن استخدام طرق المروع الرئسة تغنينا عن تنفيذ طرق مؤقتة وبالتالي توفر في الأموال •

إن وجود طرق قابلة لتحمل أثقال الآليات في المروع يقلل من زمن حركتها ويقلل أيضا من كلفة الإصلاح للاعطال التي تنشأ بسبب سوء حالة الطرق •
إن الأمور التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار من أجل تخطيط الطرق في موقع العمل هي التالية :

أ — تحديد مسار الطرق الرئسة بشكل أولي يتناسب وربطها مع الشبكة الخارجية كما يتناسب أيضا وتوضع كتل أبنية المروع والتحديد أيضا فيما إذا كانت هذه الطرق ذات حركة عابرة أم حركة حلقية •

ب — يفضل أن تكون الطرق الرئسة ذات حركة في اتجاه واحد بخاصة إذا كانت حركة النقل قوية فوقها ، وهذا يتطلب بالتالي بوابتين للآليات، واحدة للدخول والثانية للخروج •

ج — يحدد بعد محور الطريق عن كتل أبنية المروع بعد الأخذ بعين الاعتبار ما يلي :

— نوع آليات النقل الشاقولي التي تخدم الأبنية خلال التنفيذ ، والبعد اللازم لتوضعها عن حرف البناء ، لكي تؤمن لها حرية الحركة ، فالرافعة البرجية مثلا تتطلب أن تكون مبتعدة عن حرف البناء مسافة معينة لكي تستطيع القيام بحركة دوران البرج •

— عرض الأماكن المكشوفة اللازمة لتوضع المواد الأولية أو عناصر البناء اللازمة للتنفيذ ، هذه المواد والعناصر يجب أن تتوضع بين الطريق وآلية الرفع الشاقولي وضمن مجال عمل الأخيرة •

— نوع آليات النقل الأفقي التي تستخدم الطريق ، والمعروف أنه حسب ما تكون مواصفات هذه الآليات فإنها تتطلب عرضا معيناً للطريق الذي تسير عليه الشكل ١-٥ يظهر كيفية تحديد بعد محور الطريق عن حرف البناء المراد تنفيذه.

د — يتم تحديد المسار النهائي للطرق الرئيسية بعد توقيع جميع الأبنية اللازمة كتجهيزات لموقع العمل وربطها مع الطرق الرئيسية بطرق قانونية إذا لم تكن التجهيزات واقعة مباشرة على امتداد الطرق الرئيسية .

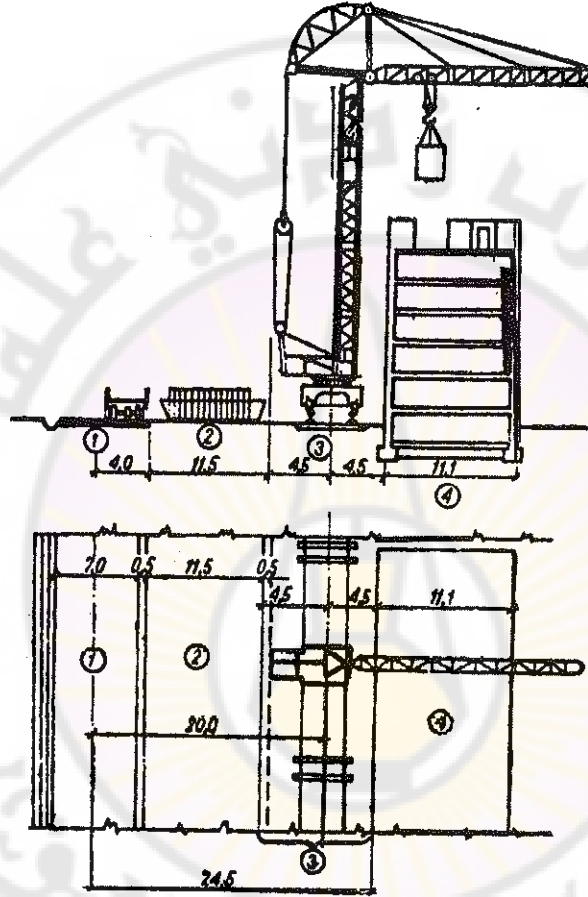
هـ — عند دراسة الطرق في موقع العمل يجب الأخذ بعين الاعتبار العامل التنظيمي والعامل الاقتصادي ، فيما يخص العامل الأول يجب أن تؤمن هذه الطرق الترابط المنطقي لجميع منشآت مواقع العمل بعضها مع بعض ، وفيما يخص العامل الثاني ، يجب الاختصار قدر الامكان من طول هذه الطرق واختيار الحل الاقتصادي لتنفيذها ، ويجب أن تؤمن أقل حجم ممكن من النقل الداخلي .

٤-٣ الساحات والمستودعات :

عند توقيع أماكن توضع المواد والمستودعات في موقع العمل يجب مراعاة الأمور التالية :

- المواد أو العناصر التي يحتاج لها بكميات كبيرة يجب تفريدها وتخزينها في أقرب مدى ممكن من البناء بحيث تكون قريبة من مكان آليات النقل الشاقولي أو ضمن مجال عمل آليات النقل الشاقولي الأفقي .
- المواد اللازمة لتصنيع عناصر مسبقة الصنع يجب تخزينها قرب أماكن التصنيع .

ـ المواد التي تتطلب حماية ضد الامطار والرطوبة يجب أن تخزن في أماكن مسقوفة أو مغلقة حسب المتطلبات .



الشكل (٧ - ١) : كيفية تحديد بعد محور الطريق عن البدء.

- ١- طريق ذو اتجاهين .
- ٢- ساحة توضع المواد أو القطع مسبقة الصنع .
- ٣- مجال عمل الرافعة .
- ٤- بناء قيد الانجاز .

حساب مساحات التخزين :

من أجل التمكن من حساب المساحات اللازمة لتخزين المواد وتوضعها في المشروع فإنه لا بد قبل كل شيء من تحديد كمية المواد الاحتياطية اللازم توفرها •
إن كمية المواد الاحتياطية يمكن إيجادها من العلاقة التالية :

حيث :

$$R = q \cdot t$$

$$\begin{aligned} R &= \text{كمية الاحتياطي} \cdot \\ q &= \text{كمية المواد المستهلكة يوميا} \cdot \\ t &= \text{الزمن الاحتياطي} \cdot \end{aligned}$$

إن قيمة q يمكن إيجادها بسهولة وذلك في برامج تنفيذ الأعمال أو برامج توريد المواد •

وأما قيمة t والتي تمثل عدد الأيام التي يجب أن يتوفر خلالها احتياطي في المواد فإنها تتعلق بأمور كثيرة حسب طبيعة تنظيم العمل في المشروع وحسب بعد المشروع أو قربها من المواد الأولية أو حسب أمور موضوعية كثيرة أخرى •

أما مساحة التخزين فيمكن إيجادها من العلاقة :

$$A_n = \frac{R}{K}$$

حيث :

$$A_n = \text{المساحة الصافية Net اللازمة للتخزين}$$

$K =$ كمية المواد التي يمكن أن تخزن على مساحة متر مربع واحد .

إن الجدول ٧ - ١ يعطينا قيمة K لبعض المواد الرئيسة المستخدمة في تنفيذ المشاريع المدنية .

نوع المادة	الوحدة	أهمية التخزين / K	ارتفاع التخزين م	ملاحظات
حصويات	٢م طن	١٥ - ٢٠٠ ٢٦ - ٣٤	١٥ - ٢٠	تكوين يدوي
حصويات	٢م طن	٣٠٠ - ٤٠٠ ٥٠٠ - ٧٠٠		تكوين آلي
إسنت	طن	١٦	٢٠٠	إكياس
قضبان حديد	طن	٣٧ - ٤٢	١٢	رزم
أخشاب	٢م	٢ - ١٣	٢ - ٣	رزم
(مورينات) دقوف	٢م	١٢ - ١٨	٢ - ٣	رزم

الجدول ٧ - ١ : كمية المواد التي يمكن تخزينها على مساحة متر مربع صاف .

أما المساحة الإجمالية اللازمة فيمكن الحصول عليها بعد الأخذ بعين الاعتبار العامل المتعلق استغلال مساحة التخزين حسب العلاقة :

$$A_b = A_n \cdot \alpha$$

حيث :

A_b — المساحة الإجمالية (Brut) .

α — عامل استغلال المساحة ويتعلق بكيفية التخزين ونوعه .

إن الجدول ٧ - ٢ يوضح قيمة α لبعض أنواع التخزين .

الجدول ٧ - ٢ : قيمة عامل استغلال مساحة التخزين لبعض أنواع التخزين والمواد

العامل	نوع التخزين
١٣٥ - ١٤٠	مستودعات مغلقة مجهزة برفوف وبينها ممرات بمرص متر واحد بالإضافة الى ممر رئيس بمرص ٢٥٥ - ٣٥٠ م .
١٤٥ - ١٦٠	مستودع مطلق لمواد معينة بأكياس .
١٤٠ - ١٥٠	مستودع مكشوف لمواد خشبية (رزم) .
١٥٠ - ١٦٠	مستودع مكشوف لمواد حديدية (رزم) .
١٦٠ - ١٧٠	مستودع مكشوف للحصويات .

من المستحسن أن يتم حساب مساحات التخزين وذلك بتنظيم جداول حسب المثال الوارد في الجدول ٧ - ٣ ولجميع المواد الرئيسة التي تستهلك بكميات كبيرة .

$$Q_{pr} = 1.2 \frac{K \sum q_{pr}}{8.3600} \quad L/sec$$

حيث :

- 1.2 — عامل إضافي لأعمال غير ملحوظة .
- K — عامل إضافي لعدم تساوي التنفيذ ويؤخذ لأعمال البناء : ١٤٥ .
- q_{pr} — كمية المياه اللازمة من أجل تنفيذ الأعمال .

الجدول ٧ - ٤ يوضح كمية المياه اللازمة لتنفيذ عدد من أعمال البناء .

نوع الاعمال	الوحدة	كمية المياه اللازمة (ل / وحدة)
تحضير البيتون	م ^٢	٢٠٠
إطفاء الكلس	طن	٢٥٠٠ - ٣٥٠٠
غسل الحصىات	م ^٢	٧٥٠ - ١٠٠٠
رش البيتون	م ^٢	٣
أعمال الطينة	م ^٢	٣ - ٥

الجدول ٧ - ٤ : مؤشرات استهلاك المياه من أجل بعض عمليات التنفيذ .

أما كمية المياه اللازمة للجهاز البشري Q_{per} فإنها تتعلق بنوعية الخدمات الشخصية التي توفر للعمال في المشروع ، ويمكن حسابها اعتمادا على برنامج تشغيل اليد العاملة بحيث تأخذ بعين الاعتبار الفترة الزمنية التي يكون فيها عدد العمال أكبر ما يكون وباعتبار أن الاستهلاك الشخصي من المياه يعادل ١٠ - ١٥ لتر في اليوم على الأقل . تضرب كمية المياه المحسوبة بعامل يتعلق بعدم تساوي الاستهلاك ويقدر بـ ٢٠٥ .

أما بالنسبة للمياه ضد الحريق Q_f فتؤخذ بما يعادل ١٠ لتر في الثانية

كحد أدنى .

إن كمية المياه الكلية اللازمة هي مجموع الكمية المطلوبة لتنفيذ الأعمال
والجهاز البشري وضد الحريق ، أي :

$$Q = Q_{per} + Q_{pr} + Q_f$$

أما إذا كان المشروع يتألف من عدد من المنشآت ، ففي هذه الحالة تفرق
بين حالتين:

أ - إذا كانت $Q_{pr} + Q_{per} > Q_f$ فإن كمية المياه المطلوبة هي :

$$Q = Q_{pr} + Q_{per}.$$

ب - إذا كانت $Q_{pr} + Q_{per} < Q_f$ فإن كمية المياه المطلوبة هي :

$$Q = Q_f + 0.5 (Q_{pr} + Q_{per})$$

ومنه فإن قطر الأنبوب الذي يوفر هذه الكمية من المياه يحسب وفق
العلاقة التالية :

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v}}$$

بعثت نفترض أن سرعة المياه في الأنابيب هي :

$$v = 1 + 1.5, \text{ m/sec}$$

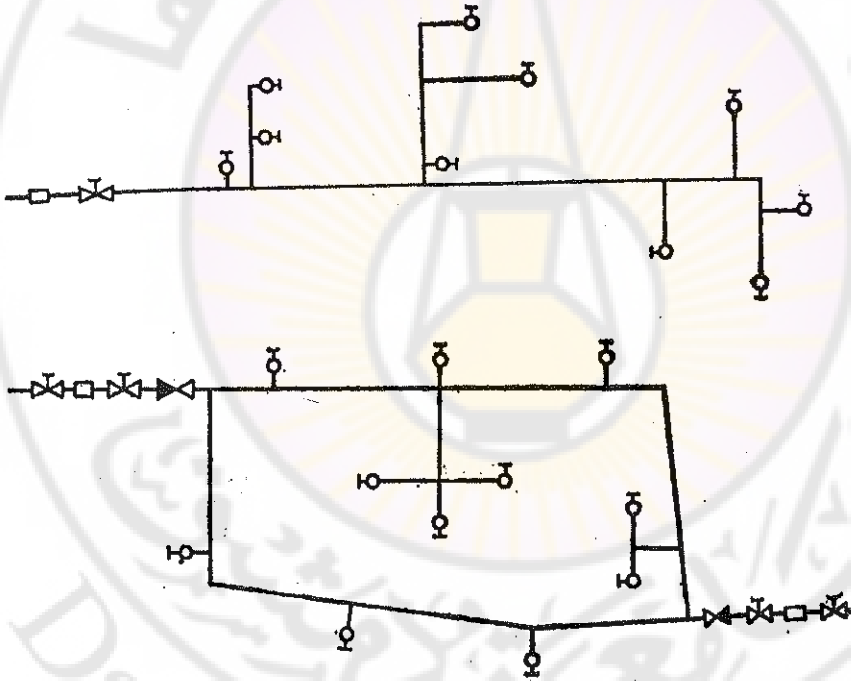
تصميم شبكة المياه المؤقتة في موقع العمل بعدة طرق :

أ - شبكة ذات اتجاه واحد •

ب - شبكة مغلقة •

ج - شبكة مختلطة •

تستخدم الشبكة وحيدة الاتجاه (الشكل ٧ - ٢ - أ) من أجل الورشات الصغيرة أو عندما يكون موقع العمل مستطيلا (على سبيل المثال منشآت على امتداد طريق) • إن سلبية هذا التصميم هي أنه في حالة حدوث خلل في إحدى نقاط الشبكة



أخذ مياه

مكر عدم رجوع

مكر

عداد مياه

الشكل ٧ - ٢ : مخطط رمزي لشبكة المياه في موقع العمل

فإن المياه تنقطع عن باقي الشبكة • أما الشبكة المغلقة (الشكل ٢-٧ - ب)
فينصح باستخدامها من أجل المشاريع الكبيرة وهي تؤمن استمرار وصول المياه
(في حال انقطاع أحد فروع الشبكة) عن طريق الفرع الآخر •

يمكن تصميم الشبكة كشبكة مختلطة إذا كان موقع العمل محصوراً بين
شارعين تمر فيهما شبكة المياه العامة •

ينصح بتحديد شبكة المياه المؤقتة على امتداد أرصفة الطرقات بحيث تبعد
متراً واحداً تقريباً عن حافة الرصيف •

أ - شبكة ذات اتجاه واحد •

ب - شبكة مغلقة - تغذية من طرفين •

تجهيز الشبكة بفوهات إطفاء بتباعدات لا تتجاوز ٨٠ م ، ويجب أن تبعد
فوهات الحريق عن المنشآت مسافة تتراوح بين ١٠ - ٢٥ م •



مراجع الكتاب

- ١- تكنولوجيا الانشاء وتنظيم المشروعات ، الدكتور فتحى الصدي ، دمشق ١٩٨٥ - ١٩٨٦ م .
- ٢- آليات البناء والطرق ، الدكتور مسلم طعمة ، دمشق ١٩٨٥ - ١٩٨٦ م .
- ٣- تكنولوجيا البناء ، مجموعة من المؤلفين تحت اشراف البرفسور ليتفينوف . و. بلاكوفايو ، باللغة الروسية ، كييف ، ١٩٨٥ م .
- ٤- تكنولوجيا البناء ، البرفسور اتاييف . س. ، دانيلوف ، بريكين ، باللغة الروسية ، موسكو ، ١٩٨٤ م .
- ٥- تكنولوجيا البناء ، مجموعة من المؤلفين تحت اشراف البرفسور دانيلوف ، موسكو ، ١٩٧٧ م (باللغة الروسية) .
- ٦- تكنولوجيا البناء ، البرفسور سميرنوف . ن. ، لينينغراد ، ١٩٧٦ .
- ٧- تكنولوجيا البناء ، بادينا . غ. ، ميشانينوف . آ. ، باللغة الروسية ، لينينغراد ١٩٨٧ م .
- ٨- تكنولوجيا الانشاءات (١) . المؤلف المهندس عبد الكريم الشامي ، حلب ١٩٨٢ - ١٩٨٣ .
- ٩- تكنولوجيا الانشاءات (٢) المؤلف المهندس عبد الكريم الشامي ، حلب ١٩٨٥ .
1. K. Fiedler, Grundlagen der Bautechnologie, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1975.
2. R. L. Peurifoy Construction Plannig Equipment and Methods, 1970 McGraw - Hill Book Co. ترجمة د. محمد ايوب صبري العزي
3. D. Lemser, Grundlagen der Mechanisierung and Automatisierung der Bauprozesse, VEB Cerlag für Bauwesen, Berlin, 1976.

4. Knaupe und Autorenkollektiv, Tietzprozesse, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1977.
5. A. Stetonski J. Walezak, Technologia Robot Budowlanych, Arkady, Warsaw, 1983.
6. W. Lenkiewicz, Technologia Robot Budowlanych, PWN, Warsaw , 1985.
7. L. Rowinski, Technologia Zmechanizowanych Robot Budowlanych, PWN, Warsaw, 1978.
8. Rohling U. Autorenkollektiv, Technologie des Monolithischen Beton und Stahlbetonbaues, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1978.
9. Kluge und Autorenkollektiv, Rationelle Schalentechnik , Band 1 , VEB Verlag für Bauwesen , Berlin , 1977.
10. Schriftenreihen der Bauforschung, Reihe Hochbau, 6 ; DBI , Berlin ,
11. Schriftenreihen der Bauforschung , Reihe Hochbau ; 23 , DBI , 1974. 1969.
12. ف. تسجيسكي ، اللحام الكهربائي ، دار مير للطباعة والنشر ، موسكو ، ١٩٦٨ .
13. Zaumseil, Die Gleithauweise, VEB Verlag für Bauwesen , 1966.
14. M. Wojcicki, Zgarniarki, Arkady , Warsaw , 1976.
15. A. Dyzewski, Technologia i Organizacja Budowy, Tom I , II ; Arkady, Warsaw, 1971.

* * *

جدول الخطأ والصواب

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
٦	٦	المهندس	المهندس
١٠	٢١	التكنولوجيا	التكنولوجيا
١٥	٧	ومنشآت	ومنشآت
٢٧	١٩	٦٠	٥٠
٢٨	٩	$1 \times \frac{1}{2} \times \frac{15}{20} \times \frac{5}{20}$	$1 \times \frac{1}{2} \times \frac{15}{20} \times \frac{5}{20}$
٢٨	١٠	$1 \times \frac{1}{2} \times \frac{5}{20} \times \frac{15}{20}$	$1 \times \frac{1}{2} \times \frac{15}{20} \times \frac{5}{20}$
٣٤	١٣	وموجود	وجود
٣٧	٢	آليات	آليات
٤٠	١	آلية	آلية
٤٠	١٣	وقد	قد
٤٠	الاخير	فان	تحذف
٤٩	١٣	داء	اداء
٤٩	١٨	باقدرة	بالقدرة
٥٤	١٠	درحرجة	درحرجة
٥٥	٥	تبديل العمود الثاني بالعمود الثالث وبالعكس	تبديل العمود الثاني بالعمود الثالث وبالعكس
٥٦	٣	المسور في ادناه	المسور ادناه
٧١	١٦	تنظيف	تنظيف
٧٧	١١	الجوية	الجوفية

الصفحة	السطر	الخطا	الصواب
٧٨	٤	(٣-٦-٤) e	(٣-٦-٤) c
٧٩	٦	تشكيل	تشكيل
٧٩	١٤	نهاية	نهايته
٨٨	١٤	ردميات	ردميات
٨٩	٧	الآليات	الآليات
٩٢	١٥	قابلية	قابلية
٩٤	٦	الكشطات	الكشطات
٩٨	٥	عوارض	عوارض
١٠٢	١٦	ترجمة	ترجمة
١٠٣	٤	مناسب	مناسب
١٠٥	١١	يعطي	يعطي
١٠٦	١	المناسب	المناسب
١١٢	٤	خفرة أساسية	خفرة أساسية
١٧٥	٩	انشاء	انشاء
١٧٢	١٦	إلا	إلا
١٨٦	الاخير	الاشواك	الاشواك
١٨٩	٩	رض	رض
١٨٩	١٦	الاشواك	الاشواك
١٨٩	الاخير	١٥ ن ٢٥ سم	١٥ الى ٢٥ سم
٣١٢	١١	١ تبقى	أن تبقى
٣٢٠	٦	البلل	النبلل
٣٢١	١٢	النطاق اما استعمال	نطاق استعمال
٣٢٣	٥	البيتون	البيتوني
٣٢٣	١٨	ويقلتر	ويقلتر

الصفحة	السطر	الخطا	الصواب
٣٢٨	١	٢٧ م	٢٧ م
٣٣٠	٤	شقوق	شقوق
٣٣٤	١٢	انضمتها	انقضائها
٣٣٦	١٨	امان	امكان
٣٣٧	١٩	لباني	لباني
٣٣٨	١٦	او	تحذف
٣٣٨	٢١	بدود	بدون
٣٣٩	٦	حجن	حجر
٣٤٠	١٠	انكماش	الانكماش
٣٤٢	٧	تقسية	تقسيم
٣٤٣	٥	الصلبون	الصابون
٣٤٣	١٧	وتحقن	وتحقق
٣٤٤	١٣	يتكون	يتكون
٣٤٥	٥	للمنشأ	للمنشآت
٣٤٥	٦	مختلف	مختلف
٣٤٥	١٧	الخليه	الخالبة
٣٤٦	٧	بلخروج	بالخروج
٣٤٧	٣	رجع	رج
٣٤٨	٤	واستمررا	واستمرار
٣٤٨	٨	لتختلف	لتختلط
٣٤٨	١٨	التكثيف	الكثيف
٣٤٨	٢٠	يتسرب	بتسرب

الصفحة	السطر	الخطا	الصواب
٣٥١	١٨	التمدد	التمدد
٣٥١	١٩	التمدد	التمدد
٣٥٢	١٢	سبيلنا	سابقاً
٣٥٢	١٩	وبون	وبدون
٣٥٢	٢٢	تجنيب	تجنيب
٣٥٦	الاخير	نقوم	نقوم
٣٥٨	١٣	الكاملة	الكاملة
٣٦٣	١٧	للاستفادة	للاستفادة

* * *

الفهرس

الصفحة

الموضوع

الفصل الاول : مدخل الى علم تكنولوجيا (تقنية) البناء (صدي) ٥

- ٢ ١-١ مقدمة
- ٧ ٢-١ مفهوم تكنولوجيا البناء
- ١٠ ٣-١ مكانة علم تكنولوجيا البناء بين علوم هندسة البناء
- ١٤ ٤-١ تعاريف عامة
- ١٦ ٥-١ تصنيف عمليات البناء
- ٢١ ٦-١ خصائص عمليات البناء واتجاهات تطورها

الفصل الثاني : اساسيات في مكثنة عمليات البناء (صدي) ٢٤

- ٢٤ ١-٢ العوامل المؤثرة في اختيار آلات البناء
- ٣٧ ٢-٢ الأسس الهندسية للآليات
- ٦٠ ٣-٢ أسس حساب الانتاجيات

الفصل الثالث : تقنية تنفيذ الاعمال التحضيرية في موقع العمل (خير الله) ٦٨

- ٦٩ ١-٣ ازالة الابنية والعوائق الطبيعية
- ٧٢ ٢-٣ تصريف المياه السطحية وتخفيض مناسيب المياه الجوفية
- ٨٢ ٣-٣ الطرق الساحية لتحديد موقع العمل وانزال المنشآت على الطبيعة

الفصل الرابع : تقنية الاعمال الترايبية (صدي ، خير الله)

٨٧	١-٤ مقدمة
	٢-٤ الخواص التكنولوجية للتربة وتصنيفها
٨٩	حسب صعوبة التعامل معها
٩٤	٣-٤ الحماية من الانهيارات وتثبيت جدران الحفریات والخنادق
١٠١	٤-٤ حساب حجوم الاعمال الترايبية
١٢٦	٥-٤ تقنية تنفيذ الاعمال الترايبية
١٢٦	١-٥-٤ المجرفة الآلية (متعددة الاستخدام)
١٤٣	٢-٥-٤ البلدوزر
١٥٤	٣-٥-٤ الكاشطات
١٦٤	٤-٥-٤ الفريدر
١٦٨	٥-٥-٤ الطرق الهيدروليكية لتنفيذ الاعمال الترايبية
١٧٧	٦-٥-٤ اعمال رص التربة
١٩٨	٧-٥-٤ اعمال التفجير

٢١٤ الفصل الخامس : تقنية النقل الافقي (صدي ، خير الله)

٢١٤	١-٥ مقدمة
٢١٥	٢-٥ النقل على الطرقات
٢٢٠	٣-٥ الاشكال الخاصة للنقل الداخلي الافقي

الفصل السادس : تقنية اعمال البيتون المسلح المنفذ في الكان (صدي : من ٦-١ الى ٦-٣ ، العيد : من ٦-٣ الى ٦-٤ الى نهاية الفصل السادس)

٢٢٥	١-٦ اعمال القالب

٢٧٠. -٢-٦ تقنية اعمال التسليح
-٣-٦ تقنية اعمال البيتون

٣٥٩ الفصل السابع : تنظيم وتجهيز موقع العمل (صدي)

- ٣٥٩ -١-٧ مميزات
٣٦٣ -٢-٧ قواعد عامة
٣٦٤ -٣-٧ الطرقيات
٣٦٦ -٤-٧ الساحات والمستودعات
٣٧١ -٥-٧ احتياجات المشروع للمياه
المراجع المستخدمة
جدول الخطأ والصواب

