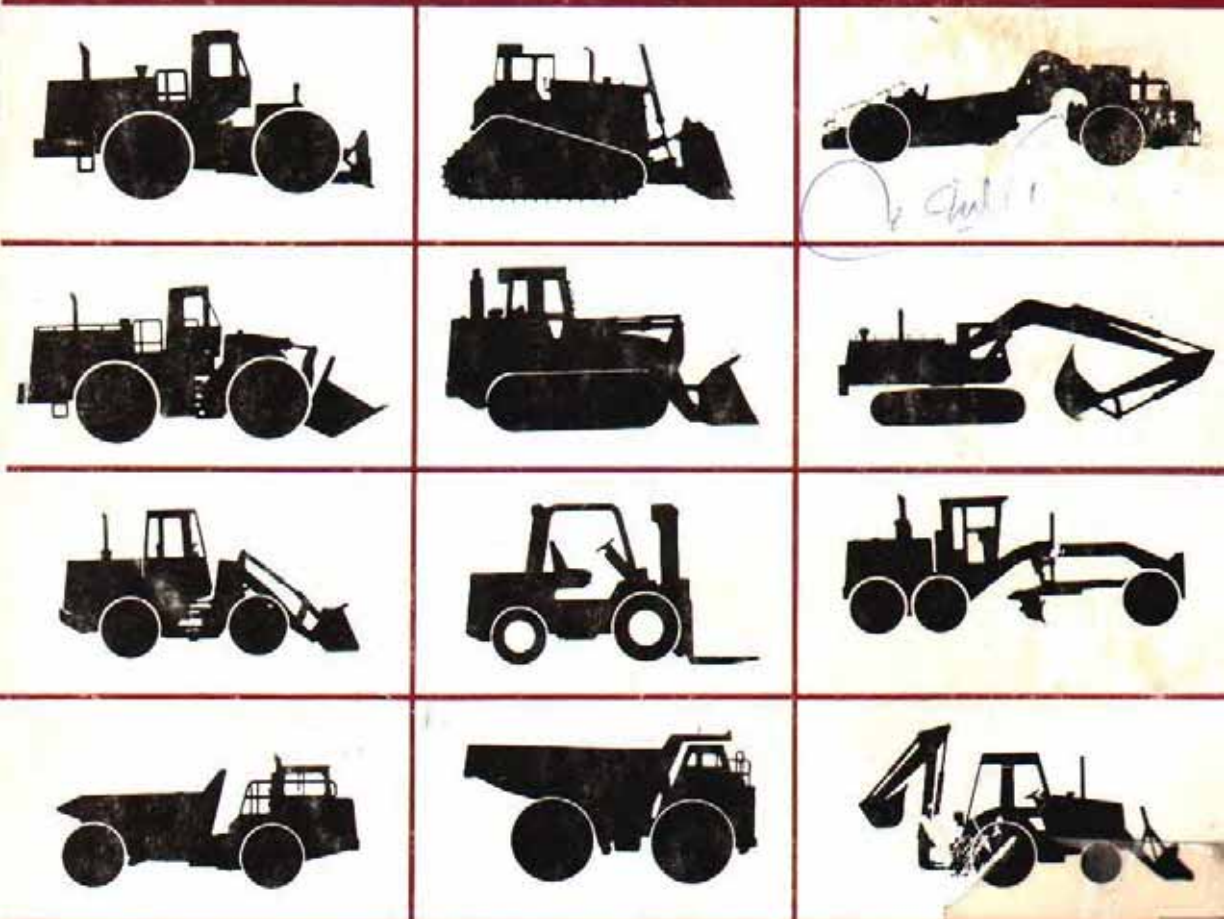


ميكنة البناء بالموقع



د. م. محمد سراج

د. م. شفق الوكيل

الناشر
عالم الكتب

٣٨ عبد الحامول لكروت القاهرة

Za3/16

محتويات الكتاب

١١	تقديم بقلم ا.د. محمد زكى حواس
١٥	مقدمة
١٩	الباب الأول : معدات ميكنة البناء
٢١	أولاً : المعدات الخاصة بأعمال أرض الموقع
	أ- معدات التسوية والحفر السطحي : البلدوزر العادي وذو الزاوية، الكشافة (سكربير) ، معدة التمهيد والتسوية (جريدر) الجرار بالمجرفة ، المقشدة (سكيمر)
٣٥-٢٣	ب- معدات الحفر العميق وتشمل : الحفارات بأنواعها (ذات الجاروف الأمامي والخلفي)، حفارات الخنادق، آلات دق الخوازيق
٥٠-٣٥	ثانياً : معدات النقل
٥١	أ- معدات النقل أفقياً : اللواري والشاحنات، الجرارات، الدناير، المونوريل، السيور المتحركة، مضخات وأنابيب نقل الخرسانة، مضخات نقل الأسمنت
٦٥-٥٤	ب- التحميل والتفريغ : اللودر الشوكية، اللوادر ذات المغرفة، (أحادية المغرفة، متعددة المغارف)، معدات التفريغ الميكانيكية، معدات تفريغ تعمل بشفط الهواء
٧٣-٦٦	ثالثاً : معدات الحركة الرأسية : الرفع
٧٤	الأوناش : الأوناش المتحركة، الأوناش ذاتية الحركة، الأوناش المحملة على لواري، الأوناش المتحركة على قضبان، الأوناش ذات الصاري، الأوناش العباري (ذات الكوبري) ، الأوناش الشابطة (الأوناش ذات السلك، الأوناش الاسكوتش، الأوناش أحادية الأبراج) ، الأوناش البرجية، (الأوناش البرجية ذاتية التحميل، الأوناش البرجية المسنودة، الأوناش البرجية المتحركة، الأوناش

بقلم الاستاذ الدكتور

محمد زكى حواس

أستاذ ورئيس قسم العمارة

كلية الهندسة - جامعة عين شمس

فى حياة كل أمة رواد يتصفون بالجرأة فى ارتياد مجالات الجديد والمستحدث والغامض؛ ليستكشفوا أركانه، ويحللوا عناصره، ثم يقدموه سلس التناول يسير التقبيل إلى مواطنيهم؛ وهكذا تتقدم الأمم. والكتاب الذى يسعدنى من كل قلبى وعقلى أن أقدمه اليوم «ميكنة البناء بالموقع» يمثل جهداً خلاقاً ورائعاً للريادة فى مجال حديث العهد بالتناول فى مصر، وارتياحه ليس فقط استكشافاً لغاية مظلمة أو صحراء شاسعة بلا أفق، وإنما هو اقتحام شجاع بلا جدال لميدان هندسى وتنفيذى فى تعدد جوانبه، وتجدد مفاهيمه وعناصره، وفى أنه سيظل مفتوح النبع مكاناً وزماناً لكل جسور يود التدقيق فى التخصص والمزيد من التعمق والصبر على ملاحقة الجديد المتطور، وشرف البلوغ لآفاق الابتكار والتجديد.

لقد قام رائدان مهندسان معماريان : دكتورة شفق العوضى الوكيل بجامعة عين شمس وقرينها ورفيق عمرها دكتور محمد سراج بجامعة الأزهر برحلتها الثانية فى مجال التأليف الهندسى بين دفتى وضفتى هذا الكتاب، وعلى متن سطره ليقدما إلى زملاء المهنة والمهندسين المتخصصين فى جميع المجالات، وللمقاولين وطلاب الهندسة بأقسامها المختلفة، عرضاً شاملاً وبياناً كاملاً يفيد المهندس المخطط والمعماري والمصمم فى مكتبه، كما يفيد المهندس المشرف على تنفيذ أو مهندس تنفيذ وإدارة المشروعات والمقاولين فى مواقع العمليات، بل ويفيد واضعى دراسات الجدوى ويخرجهم من الظن الشائع الخاطى بأن دراسات الجدوى هى مجرد حسابات واقتصاديات وتكاليف مجردة، إلى

إمكانيات استخدام المعدات والأجهزة فى كل مجالات التشييد التى صدر الكتاب بشأنها.

ولا أختتم هذا التقديم دون تكرار ما أنادى به دائماً زملاى من سبقونى ومن سيتبعونى... أن يضى كل منهم مشعلاً، ومن أزداد بأكثر فله شكر مصر ومهن التشييد والبناء، فقاقله التقدّم والتحصّر يلزمها نور المعرفة على طول الطريق. وظروف العصر لبلادنا لا تحتّم أن يضى أى صاحب خبرة غائباً عن الميدان دون أن يترك لها ولزملائه رصيد خبرته، مثبتاً ومدوناً ليكملوا من بعده لا ليبدوا من جديد. وأختّم بالحديث « لو مر بهى يوم لم أزد فيه هدى ولم أزد فيه علماً فلا يورك لى فى طلوع شمس ذلك اليوم »

زكى حواس

القاهرة فى ١٦/٥/١٩٨٩

ضرورة تغطية المخطط الزمنى والتشيدى والمحولى للمشروعات مدعوماً ببيان الأجهزة والمعدات بأنواعها؛ لاستخدام معاييرها القياسية ومعدلات أدائها فى تخطيط وبرمجة سير العمل منذ التحضير له حتى تسليمه النهائى وضمان حسن أدائه.

وقد حددت دراسة هذا الكتاب أربعة أبواب تبدأ بعرض الموضوع وتنتهى بتقديم الأمثلة من الطبيعة. ويشمل الباب الأول عرضاً بالرسم والتوصيف لمعدات ميكنة البناء فى التسوية والحفر والنقل ومعدات الخرسانة الثابتة والآلية المتحركة والسيور الناقلة، والمضخات وملحقاتها جميعاً، ثم يعرض معدات الحركة الرأسية والأفقية والدائرة، والأوناش المتحركة والثابتة والبرجية. كما يقدم فى مجال أعمال الخرسانات العادية والمسوحة كل ما يخص الفوروم والشدات والسقالات، وكذلك معدات وأجهزة التسليخ وخط الخرسانة ونقلها ودمكها وهزها.

أما الباب الثانى فقد اختص بوسائل ميكنة تشييد المبنى ذاته، وتشمل العناصر السابقة الصنع أو الصب، وميكنة التشييد بالموقع، والشدات المنزقة، وبلاطات التثبيت، والشدات الكاملة أو الجزئية النفقية والأساليب المركبة.

أما الباب الثالث ففى رأى أن الإلمام بما جاء فيه وامتلاك أركانه يعتبر من أهم أسرار نجاح تنفيذ المشروعات؛ فهو يختص بعملية تنظيم وإعداد الموقع وحركته ومدخله، وأماكن التخزين ووسائل الإمداد بالمياه والطاقة وكذلك نظمه الأمنية. وقام المؤلفان بجهد متميز فى تقديم أمثلة مختارة لما عرضناه.

وجاء الباب الرابع خاتمة طبيعية لكتاب جمع بين صفات البحث العلمى الأكاديمى الرفيع وخصائص الدراسات التطبيقية من واقع الطبيعة، والتى تصل فائدتها لحظياً وفوراً إلى قارئه المهندس لتبقى فى مخيلته وفكره لا تنمحى أبداً؛ فضم عدة أمثلة من الواقع المصرى تفاوتت من المشروعات الإسكانية الكبرى حتى مشروعات الكبارى والأنفاق والصرف الصحى؛ مما يعطى القارئ خلاصة الخبرة الحقيقية فى

مقدمة

تعرف التقنية أو التكنولوجيا بأنها جماع الوسائل المستخدمة والأساليب المتاحة في العصر؛ لتحقيق أغراض معينة في فروع الحياة العملية المختلفة؛ لتوفير كل ما هو ضروري لمعيشة الناس ورفاهيتهم.

أو بأنها أسلوب فني لتحقيق غرض عملي.

وترتبط التقنية في الأذهان بالآلات الدقيقة المعقدة وبأنها وليدة هذا العصر فقط، والواقع أن أي معالجة بسيطة لمشكلة ما تدخل في إطار التقنية؛ فاختراع العجلة في فجر الإنسانية وما أذاه من طفرة في تقدمها ما هو إلا مثال على تقنية ذلك العصر. ومثال آخر هو تطور وسيلة استخدام المياه في غسل الأيدي، فبعد أن كان الإبريق يستعمل لهذا الغرض حيث يقوم شخص آخر بصب المياه التي تختزن في حوض ثم يتم التخلص منها يدوياً، كان اختراع الصنبور العادي ثم الماء الساخن والبارد. ولمزيد من المراعاة للقواعد الصحية تطورت طريقة فتح الصنبور إلى دواسة أسفل الحوض ثم أخيراً وصل الأمر إلى استخدام ما يشبه العين السحرية حيث يسيل الماء من فتحة الصنبور بمجرد وضع اليد تحته. وبالنظر إلى هذا التطور يتضح أن التقنية -وهي هنا أسلوب فتح الصنبور- قد تطورت لتدل بتطورها على العصور المختلفة المناظرة لها. والأمثلة على ذلك كثيرة لا يتسع المقام لذكرها.

والتقنية عملة ذات وجهين، أحدهما مشرق، وهو الذي يعنى برخاء البشرية وراحة الإنسان، والآخر قبيح بما يحمله من دمار ممثل في الأسلحة والقنابل والحرب التي تسبب شقاء الإنسان ومتاعبه.

وتتشعب التقنية لتشمل جميع فروع العلوم، فهناك تقنية الفضاء، والطب، والآلات، والبناء، وغيرها.

وتعتبر الإدارة من أهم العوامل التي تساعد أو تعوق تحقيق الهدف من الميكنة، وهو سرعة وسلاسة التنفيذ. فإذا ما سيطر الجمود والتسلسل الرئاسي حيث يلتزم الأفراد بتصعيد المشكلة من أسفل الهرم التنظيمي إلى أعلاه، لكي تتم دراسة الموضوع، ثم تبدأ حركة الاتصالات هبوطاً حتى مستوى المشكلة، يكون هذا مصدر خلل في التشغيل، إذ تشكل السرعة عاملاً حاسماً في حل المشكلات. وهنا يكون الأسلوب العضوي للتنظيم هو المناسب، حيث يستجيب الأفراد لأي فعل أو رد فعل بشكل كلي وسريع ومتكامل ويلعب كل فرد دوره في سبيل حل المشكلة .

وتشكل علاقة الحركة بالزمن عاملاً آخر مهماً يؤثر بفاعلية في عملية الميكنة، وتتمثل في تحليل الحركة التي تحدث في دورة العمل الزمنية بغرض إنقاص الحركات غير المجدية، أو التي تعوق التنفيذ ثم تحسين الحركات التنفيذية وتنسيقها، وهذا يسرى على حركة كل من الإنسان والآلة في المصنع أو الموقع.

ومع زيادة الاعتماد على الميكنة سواء في تجهيز وإعداد الموقع أو في تصنيع الوحدات الإنشائية وتجميعها، يستلزم الأمر دراسة متكاملة للآلات المستخدمة في هذا الغرض، وكيفية استخدامها على الوجه الأنسب كما يستلزم دراسة بعض أساليب ميكنة التشييد، وتجهيز الموقع بما يحقق أعلى كفاءة ممكنة، وهو ما يحاول هذا الكتاب تناوله بالعرض والشرح.

والله ولي التوفيق ،

المؤلفان

وهي الأسلوب الذي يتم به تشييد الهيكل العام للمبنى وإنهاؤه من مواد معينة. ويتأثر هذا الأسلوب ليس بإمكانيات وخصائص المواد المستعملة فقط وإنما أيضاً بمدى تطور المجتمع التي تطبق فيه، فالمباني في الواقع هي التي تعكس مقدار التقدم والحضارة التي وصلت إليها الدول، لذا كان التسابق من الدول المتقدمة في إقامة المباني بالأشكال الجديدة والأحجام الكبيرة مع التطوير المستمر للمواد المستخدمة في صناعة البناء، كذلك تطوير وسائل تشييد المباني في الموقع أو إنتاج عناصرها في المصنع.

وينظره بسرعة على تاريخ تقنية البناء يتضح أن الحاجة لبناء أعداد كبيرة من المساكن في وقت قصير بعد الحرب العالمية الثانية هي التي قادت إلى التفكير في إنتاج المساكن بالجملة، وبالتالي إلى ميكنة عملية البناء.

وعلى الرغم من انتشار استخدام الطرق التقليدية للبناء في الدول النامية والفقيرة حيث الأيدي العاملة متوفرة، ورؤوس الأموال الضخمة غير متوفرة، إلا أن هذه الدول قد بدأت بصورة أو بأخرى في استخدام أساليب صناعة البناء الحديثة في طريق متواز مع الأساليب التقليدية للبناء وخاصة في مشروعات الإسكان التي تحتاج إلى سرعة كبيرة في التنفيذ مثلما يحدث الآن في مصر.

ومثل أي عملية صناعية، تقتضى تقنية عملية البناء ترتيب وتنظيم العمالة المتوفرة والأجهزة والمعدات والمواد المستخدمة، وأي مصادر أخرى يتطلبها الأمر؛ وذلك بطريقة عالية الكفاءة تفوق الطرق الحرفية والفنية السابق استخدامها.

ميكنة البناء Mechanization of Construction

تعرف الميكنة بأنها الاستعاضة بالآلة عن العامل في بعض أو جميع مراحل تنفيذ المبنى؛ حيث يكون الهدف الرئيسي اختصار زمن الإنشاء وتحسين كفاءة المنشأ، بالإضافة إلى الاستغناء ما أمكن عن العمالة الفنية النادرة غالية الثمن. ولكي تؤدي عملية الميكنة غرضها من السرعة والوفر يجب أن تخضع لتخطيط دقيق يراعى كل صغيرة وكبيرة في المشروع. ويقصد هنا بالتخطيط رسم سياسة رشيدة ومتكاملة لتنفيذ مراحل العمل المختلفة بما يحقق الهدف.

الباب الأول

معدات ميكنة البناء

مع زيادة الاعتماد على المعدات والماكينات فى مجالات أعمال البناء والتشييد، فإن من الأهمية مراعاة الاختيار المتخصص للمعدة؛ لأداء الغرض المحدد لها، مع الامام التام بكيفية استخدامها وصيانتها.

وتعتبر عملية استعراض وتصنف الكتالوجات الخاصة بصناعة هذه الماكينات بغرض اختيار المعدة الملائمة من الأمور المحيرة بسبب مجال الاختيار الواسع الذى تقدمه هذه الصناعة فى كافة أصناف المعدات. ويعتمد الاختيار النهائى على الخبرة الشخصية والتعود على نوعية خاصة من المعدات التى تنتجها شركات بعينها، ومدى توفر المعدة وقطع غيارها فى السوق، وسهولة وسرعة إصلاح الأعطال بوساطة جهاز الصيانة والإصلاح للوكيل المعتمد.

بالإضافة إلى ذلك توجد فى الدول المتقدمة هيئات خاصة لدراسة واختبار هذه المعدات والماكينات وتحليل وتقييم أمكانياتها ومدى كفاءتها فى أداء العمل المطلوب، ومن ثم إعطاء التوصيات والنصائح اللازمة لراغبي شراء أو إيجار هذه المعدات، وكذلك لمستخدميها. وعلى هذا فسوف يقتصر المجال فى هذا الكتاب على تحديد أنواع هذه المعدات بصفة عامة مع الإشارة إلى الاستخدامات المختلفة لها.

ويسبب التنوع الكبير فى استخدام هذه المعدات وإمكانياتها المختلفة، فإن عملية تصنيفها تصبح أيضاً من الأمور التى يختلف فيها الفنيون وأصحاب الرأى

والخبرة؛ فمثلاً يمكن اتباع التصنيف القائم على أساس الثبات أو الحركة للمعدات أو الخرسانة أو أية أعمال أخرى مما يلي:

تأدية وظيفتها، وفيه تنقسم الآلات إلى ثلاث مجموعات هي:

١-معدات ثابتة Static Equipments

وهي التي تقوم بوظيفتها من مكان ثابت بالموقع

٢- معدات قابلة للحركة (نقالى) Portable Equipments

وهي التي يمكن تغيير موضعها بالسحب أو الدفع أو الرفع.

٣- معدات متحركة Movable Equipments

وهي التي يمكنها التحرك من مكان إلى آخر دون الاستعانة بقوة خارجية، كذلك يمكن تصنيف المعدات تبعاً لوظيفة كل منها، حيث تنقسم إلى ثلاث مجموعات أساسية هي:

١- المعدات الخاصة بأعمال أرض الموقع Earth Working

مثل أعمال الحفر والردم والإزاحة والتسوية والتخريم ودق الخوازيق ...

٢- النقل Transporting

ويشمل الحركة الأفقية، والتحميل والتفريغ، والحركة الرأسية.

٣- أعمال الخرسانة Concrete Work

وطبقاً لهذا التصنيف ستكون دراسة معدات ميكنة البناء في هذا الكتاب.

العوامل التي تؤثر في إختيار المعدات:

يشكل اختيار المعدة المناسبة للأعمال بالموقع جزءاً هاماً من التخطيط التنفيذي للمشروع؛ لذا وجب تحليل ودراسة مجموعة عوامل خاصة بالمشروع، وتؤثر بالتبادل على بعضها البعض.

ومن أهم ما يجب دراسته عند اختيار المعدات سواء بالنسبة لأعمال أرض الموقع

١- المهمة المطلوبة: ففي كثير من الأحيان تتحدد المعدات بناء على نوعية الحركة المطلوبة من رأسية وأفقية، موضعية أو متحركة، فيكون الاكتفاء بالونش الذي يقوم بالحركتين الأوليين أو إضافة معدة من معدات النقل الأخرى.

ب- قدرة المعدة: وهذا يتوقف على حجم المادة المطلوب نقلها بالنسبة للزمن المتاح تبعاً للمجدول الزمني في حالة معدات حفر ونقل التربة. أما بالنسبة للرفع فيكون العامل الأهم هو وزن الوحدات المطلوب رفعها وحجمها.

ج- طريقة التشغيل: يؤخذ في الاعتبار مسافة واتجاه مشوار المعدة، سرعة وتردد الحركة، دراسة تتابع الحركة ثم نوع التربة.

د- المحددات المفروضة على طريقة تنفيذ المشروع؛ على سبيل المثال تكاليف وإمكانية إقامة خدمات مؤقتة للمشروع مع العلم بأن كل مشروع له المشاكل الخاصة بظروفه.

هـ- مقارنة التكاليف بين الإمكانيات المختلفة في تنفيذ المشروع.

و- إمكانية تعديل التصميم بحيث يوائم معدات أقل في القدرة، وبالتالي في التكلفة؛ مثال على ذلك: اختيار وحدات ذات حجم أقل يؤدي إلى استخدام ونش أصغر، وهكذا.

وعموماً فإن عملية الاختيار هذه ليست قاطعة، وإنما تمثل أنسب النتائج التي تم الوصول إليها من خلال التحليلات السابق ذكرها.

أولاً: المعدات الخاصة بأعمال أرض الموقع

Earth working Equipments

يعتبر استخدام معدات الحفر الميكانيكية في المواقع حديث نسبياً. ففي القرن الثامن عشر كانت القنوتات تحفر بالجهد البشري ثم يتم نقل ناتج الحفر على عربات تجرها

الحفارات بأنوعها Excavators

وهي ذات الجاروف الأمامى Face Shovel، والخلفى Backaeter والجرافة بالحبل Drag line

- حفارات الخنادق Trenchers

- آلات دق الخوازيق (بالبريمة أو المطرقة) Piling

وفيما يلي تعريف وشرح موجز لكل معدة، وكذلك مجالات استخدامها.

أ- معدات التسوية والحفر السطحي

البلدوزر العادي Bulldozer وذو الزاوية Angeldozer (شكل ٣.٢.١)

وهو في الغالب عبارة عن جرار بمحرك قوى High-Powered Tractor يسير على جنزير (كاتينة) أو إطارات كاوتشوك ضخمة، ومجهز بمجرفة أمامية ذات نصل مستقيم (أو مسنن للأرض الصلبة)، وذلك للحفر السطحي حتى عمق ٤٠ سم-وهذا يعتمد على مواصفات المعدة- كما يمكنه أيضاً إزاحة ناتج الحفر بالدفع للأمام.

وللقيام بأعمال التسوية بالردم يستخدم البلدوزر ذو النصل المركب بزاوية على محور المعدة Angeldozer .

ومعظم المجارف ذات النصل يمكن تركيبها بزاوية رأسية أو أفقية، للإستفادة بها أيضاً في أعمال التسوية بالردم. ومقاسات المجرفة تتراوح بين ١.٢٠ إلى ٤.٠٠ متر في العرض، وارتفاعها بين ٠.٦٠ إلى ١.٢٠ متر وتتم حركة المجرفة بالتحكم الهيدروليكي.

ويلاحظ أنه قبل البدء في أعمال التربة، يجب عمل رسومات توضح المناطق وكميات التربة المطلوب حفرها، وكذلك المطلوب ردمها أو توريدها، والذي على أساسه يتم وضع برنامج عمل للمعدة يقلل فيه من حركتها (مشوارالشغل) بقدر الإمكان. ويظهر فائدة هذا البرنامج في الأعمال ذات الحجم الكبير. ويوضح شكل (٤) استخدامات البلدوزر.

الخبول. لهذا كانت سرعة الحفر بطيئة حيث يقوم الفرد بحفر حوالي متر مكعب في الساعة. وفي منتصف القرن التاسع عشر استخدمت أول حفارات تعمل بالبخار، وكانت بطيئة نسبياً تصل قدرتها بالكاد إلى ١٠ أمتار مكعبة في الساعة.

أما اليوم فإنه لا يكاد يطرأ على ذهن القيام بأية عملية حفر دون الاستعانة بالمعدات الميكانيكية الحديثة حيث تتوافر منها أشكال وأحجام مختلفة تناسب جميع أنواع المواقع وجميع أنواع الأعمال المطلوبة بها.

وتشمل أعمال أرض الموقع أعمال التسوية والحفر السطحي والعميق للتربة وإزالة ناتج الحفر، كما تشمل حفر الخنادق والتخريم ودق الخوازيق.

وتحدد عملية الحفر المطلوبة، وكذا نوعية التربة والمسطح المطلوب حفره نوع آلة الحفر المناسبة. كما أن الفرق بين المعدات التي تقوم بأعمال إزاحة وتحريك التربة Earth moving، وتلك التي تقوم بالحفر Excavating هو فرق طفيف؛ بدرجة أن المعدة المصممة للحفر بإمكانها أيضاً إزاحة وتحريك التربة إلى مكان التحميل بسيارات نقل الأتربة، وبالمثل فإن المعدات المصممة أساساً لأعمال إزاحة وتحريك التربة يمكنها أداء أعمال الحفر بدرجة ما.

وإجمالاً يمكن تصنيف المعدات الخاصة بأعمال أرض الموقع تبعاً لوظيفتها إلى الأنواع التالية:

أ- معدات التسوية والحفر السطحي وتشمل:

- البلدوزر العادي Bulldozer وذو الزاوية Angeldozer

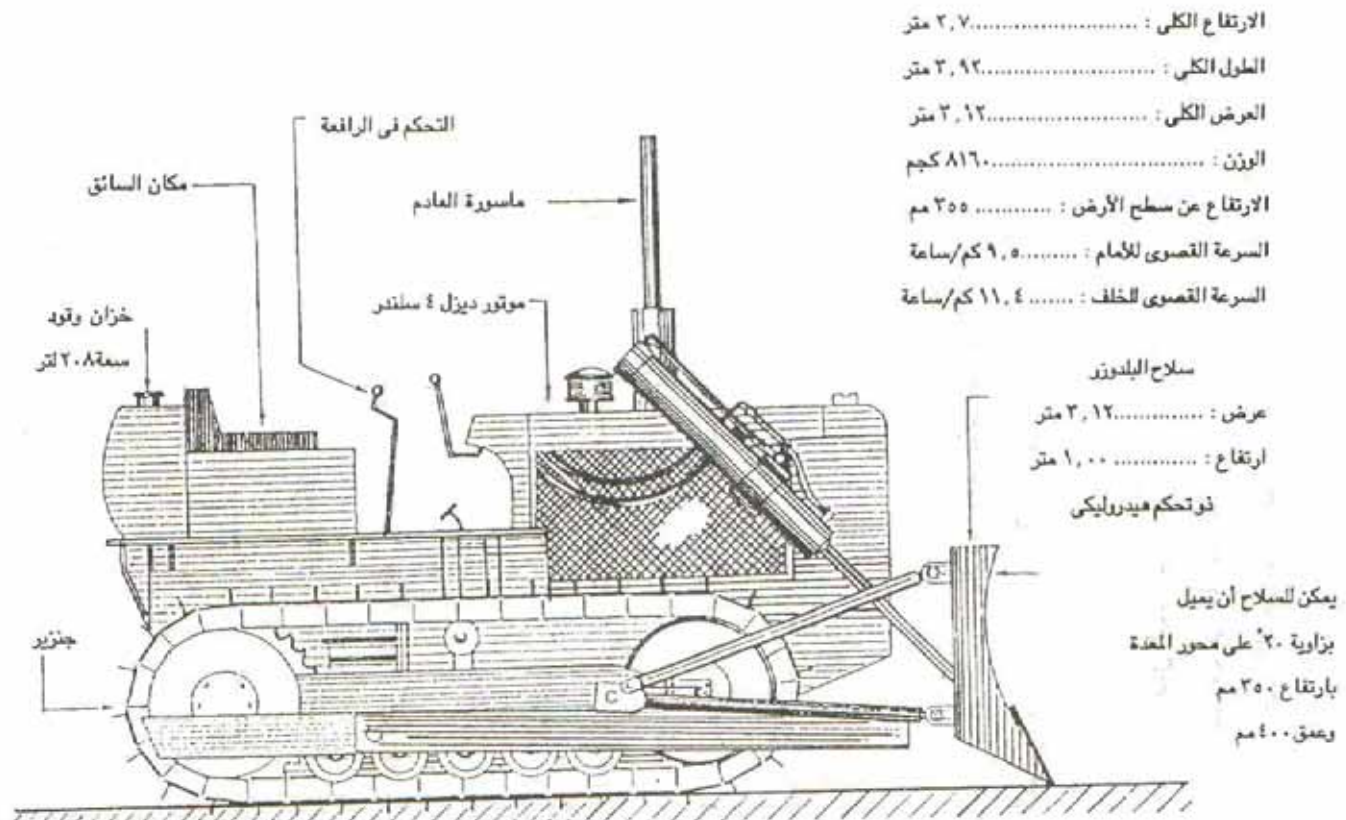
- الكشاشة Scraper

- معدة التمهيد والتسوية Graders

- الجرار بالمجرفة Tractor Shovel

- المقشدة Skimmer

ب- معدات الحفر العميق وتشمل:

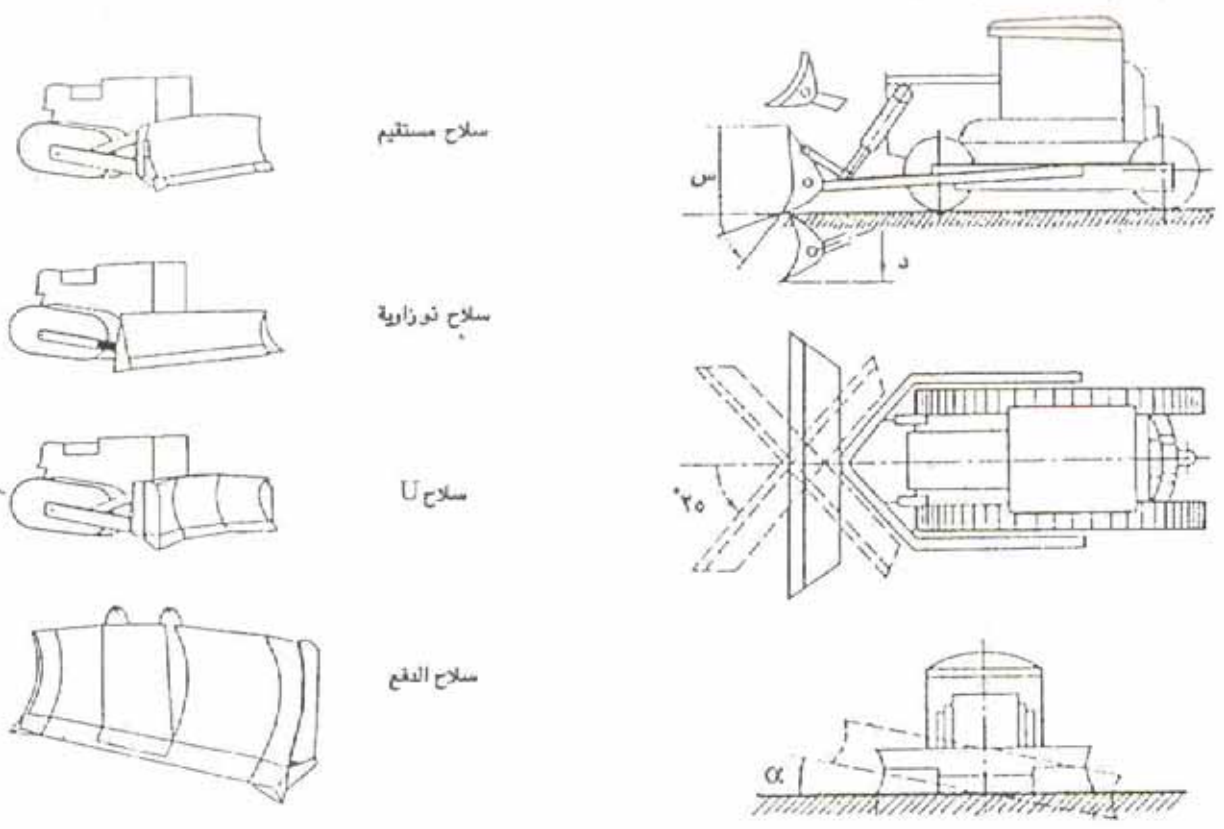


الارتفاع الكلى : ٢.٧ متر
 الطول الكلى : ٣.٩٢ متر
 العرض الكلى : ٢.١٢ متر
 الوزن : ٨١٦٠ كجم
 الارتفاع عن سطح الأرض : ٣٥٥ مم
 السرعة القصوى للأمام : ٩.٥ كم/ساعة
 السرعة القصوى للخلف : ١١.٤ كم/ساعة

سلاح البلدوزر
 عرض : ٣.١٢ متر
 ارتفاع : ١.٠٠ متر
 نوتحكم هيدروليكي

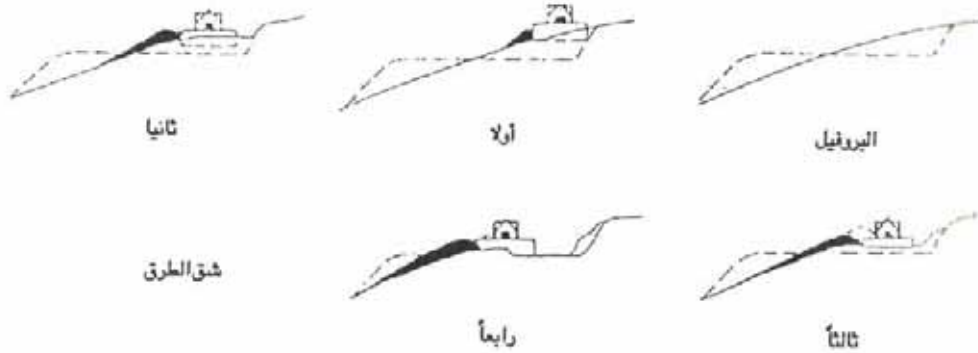
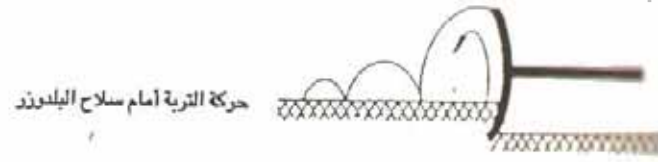
يمكن للسلاح أن يعيل
 بزاوية ٢٠° على محور المعدة
 بارتفاع ٣٥٠ مم
 وعمق ٤٠٠ مم

شكل (١) البلدوزر - نموذج كاتربيلر التقليدي



شكل (٣) الأشكال المختلفة لأسلحة البلدوزر

شكل (٢) امكانيات حركة سلاح البلدوزر نو الزاوية



شكل (٤) استخدامات البلدوزر

تتكون هذه المعدة من مكشطة بتجويف Scaper bowl مركبة على آلة بمحرك قوى، وتستعمل فى أعمال الحفر السطحي ونقل الأتربة وذلك فى المواقع ذات السطح المعرج والتي تتطلب أعمال الحفر والردم Cut & Fill وخاصة فى المساحات الكبيرة. وهذه المعدة قادرة على إعطاء نتائج جيدة ودقيقة فى أعمال التسوية ويوجد منها ثلاثة نماذج أساسية :

١- كشافة بزحافة لسحب سطح التربة Crawler-drawn Scraper

٢- كشافة ثنائية المحور Two-axle Scraper

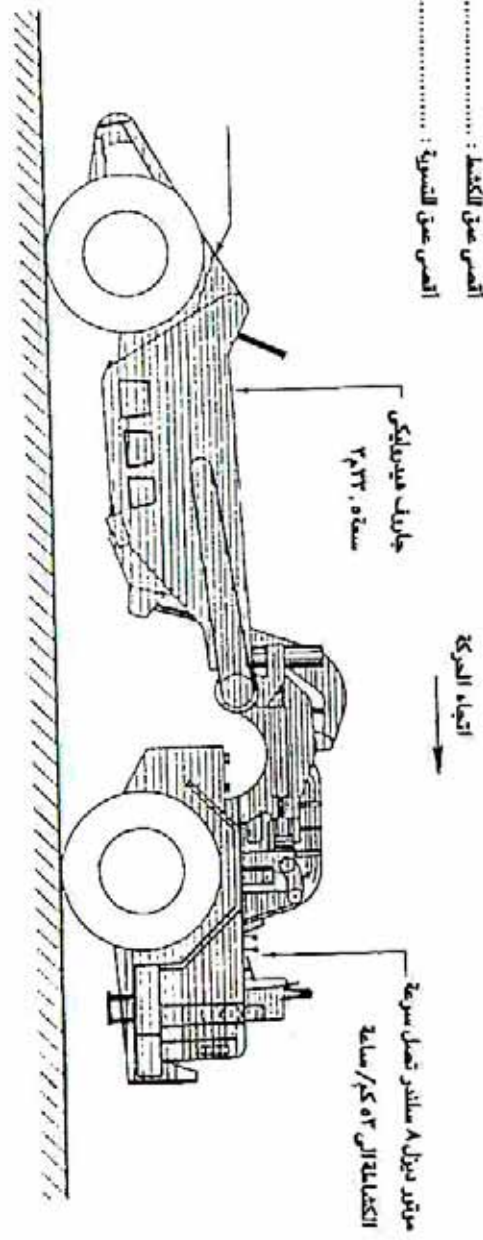
٣- كشافة ثلاثية المحور Three-axle Scraper

وأسس التصميم والتشغيل واحدة فى النماذج الثلاثة؛ حيث يمكن بإزالة سلاح المكشطة أن يقطع سطح التربة حتى ٣٠ سم، ويتم تجميع ناتج القطع من التربة فى تجويف المكشطة بحركة الآلة إلى الأمام وعند امتلائه يتم غلقه برفع سلاح المكشطة فى مكانه ببطن التجويف. وتتم عملية تفريغ ناتج الحفر برفع الجزء الأمامى من تجويف التخزين ثم دفع المحتوى بجاروف هيدروليكي. أو يتم التفريغ فى نماذج أخرى برفع الجزء الخلفى ويعثره المحتوى مع حركة المعدة إلى الأمام والاهتزاز.

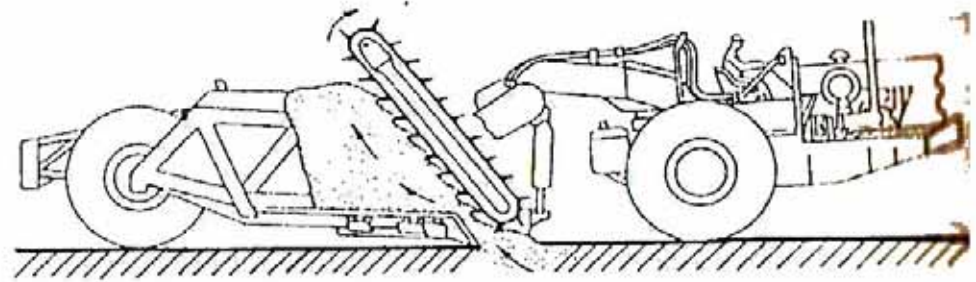
وتتكون الكشافة ذات الزحافة لسحب التربة "Crawler-drawn Scraper" من كشافة بتجويف للتخزين على أربع عجلات، ومربوطة خلف وحدة جر قوية، وتتحكم فى سرعة وحدة الجر المركبة المربوطة خلفها التى لاتزيد عن ٨ كم/ساعة عند نقل ناتج الحفر ٣ كم/ساعة فى أثناء عملية الكشط، ولهذا السبب يمكن استخدام هذا النموذج فقط لمسافة نقل لاتزيد عن ٣٠٠ متر.

أما الكشافة ثنائية المحور فتتكون من تجويف للتخزين Bowl على عجلتين مسحوب بواسطة وحدة جر على عجلتين أيضاً، ويمثلها الكشافة ثلاثية المحور (مع ملاحظة أن وحدة الجر على أربع عجلات)، وكلتاها تتميز بسهولة المناورة ومقاومة أقل عند الحركة، وقوة أكثر فى الجر. ويلاحظ أن الكشافة ثلاثية المحور لها مميزات

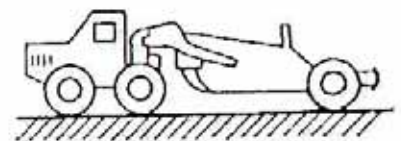
الارتفاع الكلي : ٣,٠٠ متر
 الطول الكلي : ١٥,٣٠ متر
 عرض الكشط : ٣,٧٥ متر
 أقصى عمق الكشط : ١,٠٠ متر
 أقصى عمق التسوية : ٥٠٠ سم



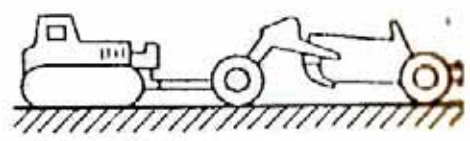
شكل (٥) الكشاشة من كاترپيلار



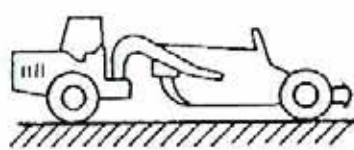
شكل (٦) حركة التربة داخل الكشاشة



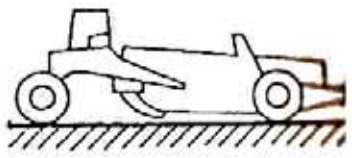
كشاشة نصف مقطورة بجرار ثنائي المحور



كشاشة ثنائية المحور مركبة على جرار



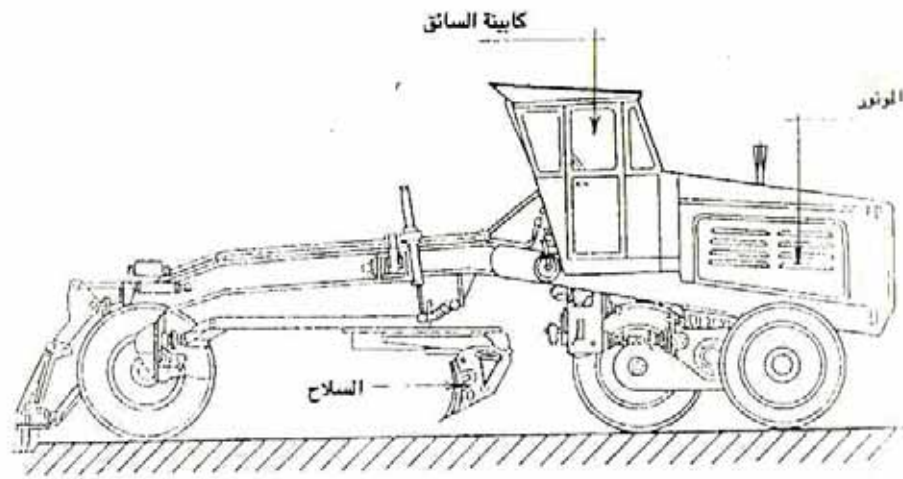
كشاشة نصف مقطورة بجرار ذي محور واحد



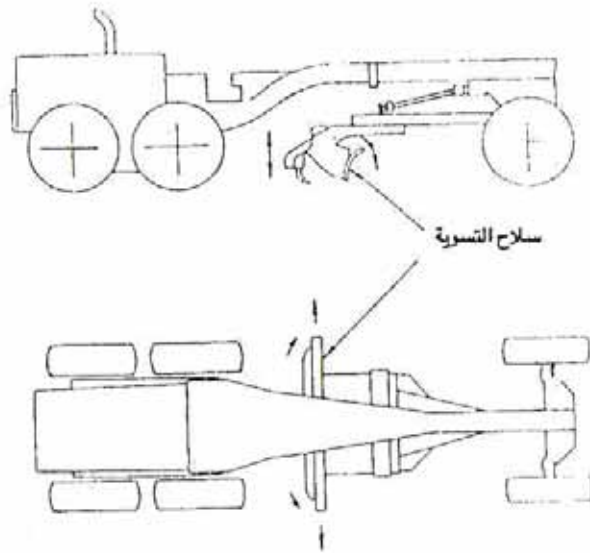
كشاشة ذاتية الحركة

شكل (٧) أشكال مختلفة من الكشاشات

أكثر في سهولة التحكم والقدرة على استعمال أعلى سرعة ممكنة، كما بالإمكان استخدام وحدة الجر مستقلة- بعد فصلها عن تجويف التخزين - في استخدامات أخرى، وهذا غير متيسر في الكشاشة ثنائية المحور. وتتراوح سعة تجويف التخزين Bowl heaped Capacities للنماذج السابقة بين 5 إلى 50 متراً مكعباً من ناتج الحفر .



شكل (8) آلة التمهيد والتسوية (القصابية)



شكل (9) رسم توضيحي للقصابية

وللحصول على معدلات وكفاءة عالية للكشاشة يراعى الآتى أثناء الاستخدام:

١- عند العمل في الأرض الصلبة يراعى تكسيدها مسبقاً بواسطة آلة تكسير (أو عزاقفة) Scarifier، ويساعد في عملية الكشط استخدام بلدوزر يعمل في دفع الكشاشة.

وفي حالة تنظيم دورة المكشظة (أو مشوار الحركة من كشط، ثم نقل الناتج، ثم التفريغ والعودة) فإنه بالإمكان استخدام بلدوزر واحد في دفع ثلاث كشاشات أثناء عملها مع بعضها في مكان واحد.

٢- في حالة العمل في موقع منحدر، يراعى الاستفادة من الانحدار، وكذلك وزن المعدة في القطع (الكشط) أثناء النزول إلى أسفل.

٣- يراعى الحفاظ على الطرق المخصصة لنقل ناتج الحفر بحالة جيدة، وذلك للحصول على أقصى سرعة للمعدة .

٤- مراعاة وملاحظة ضبط ضغط الهواء المحدد لإطارات المعدة وإلا فإنه تنتج مقاومة تؤثر على حركة المعدة للأمام أثناء عملية الكشط.

- آلة التمهيد والتسوية (القصابية) Graders

(شكل 8، 9، 10، 11، 12)

وهي آلات تماثل البلدوزر في الوظيفة، والعنصر الأساسي فيها هو النصل الخاص بالتسوية الذي يركب سواء من الأمام أو يتدلى من مركز جسم الماكينة. وتستخدم في

معدات الأراضي الكبيرة لأغراض التسوية الدقيقة للوصول إلى المنسوب النهائي
بشكله المطلوب، وذلك بعد الانتهاء من عمل البلدوزر أو الكشاشة. وهذه الآلة
تستخدمها مقصور على أعمال التسوية حيث إن قدرة قوتها المحركة غير كافية
للاستخدام في أعمال الحفر السطحي مثل البلدوزر.

- جرار بالمجرفة Tractor Shovel (شكل ١٣، ١٤)

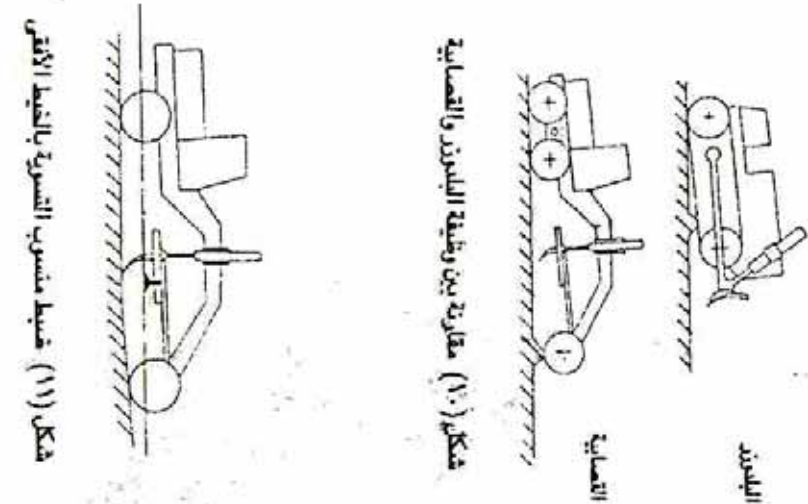
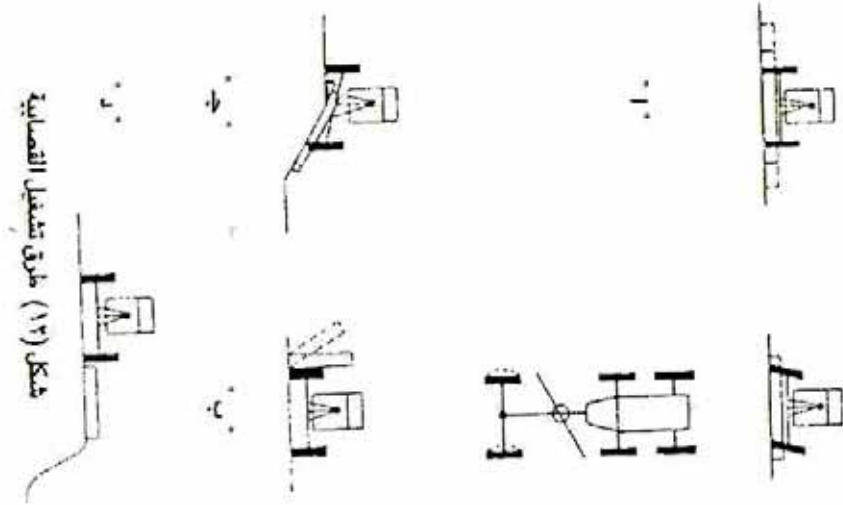
وهذه المعدة عبارة عن جرار على جنزير أو عجل ومركب على مقدمته
مجرفة أو قادوس Bucket يتم التحكم في حركته هيدروليكياً. وهو من القطع المهمة
في المعدة التي يجب أن تظهر طواعية وسهولة في الحركة والدوران.

وظيفة هذه المعدة الأساسية؛ هي جرف المواد السائبة (مثل الرمل والرمل
وكسر الحجارة والطوب ... إلخ) داخل القادوس، ثم الرفع إلى أعلى والمناورة إلى موقع
الترفيف الحمولة في عربات اللوري أو الدناير المنتظرة، وفي الغالب تجمع هذه المواد السائبة
على هيئة أكوام حيث يدفع الجرار المجرفة (أو القادوس) على مستوى سطح الأرض
لأمامها؛ وبهذا يتم ملء القادوس.

وتوجد إمكانية استبدال القادوس العادي-ذو النصل المستقيم بالشفة السفلى-
وقادوس آخر ذي نصل به أسنان للقيام بأعمال الحفر مثل عمل خطوط شريطية بأرض
الوقوف أو تقليل منسوب الحفر في المواقع ذات التربة غير المتماسكة (السائبة)

ومن الاستعمالات الشائعة للجرار المجرفة إمكانية قيامه بعدة عمليات في وقت
واحد (الحفر السطحي، التكسير، الجرف، التحميل) وذلك بتركيب قادوس خاص.

وبالإضافة إلى طريقة التفريغ الأمامية المعتادة توجد أنواع من جرار المجرفة
الحمولة بالخلف؛ أي يتم الجرف والتحميل بالأمام كالمعتاد ثم يرفع القادوس أعلى
الجرار ليصل إلى موقع التفريغ (لوري أو دنبر) خلف المعدة، كما توجد أنواع لها
القادوس للتفريغ من الجنب وذلك في حالة انتظار اللوري في الجانب الموازي للجرار، وبهذه
الإمكانات (أو الإضافات) يمكن توفير الوقت الذي يستغرقه الجرار في المناورة
للوصول إلى أفضل وضع لتفريغ حمولته.



www.cpas-egypt.com

من $\frac{1}{4}$ إلى ٤.٠٠ متر^٣ ونوعية التربة التى يتم تحميلها (رملية، صخرية).

- المقشدة Skimmer (شكل ١٥)

وهى تتكون من وحدة ذات تحكم ذاتى تعمل بالديزل ومزودة بذراع أفقية طويلة ينزل عليها جاروف فيقوم بالحفر وإزاحة الناتج فى الاتجاه المضاد لمكان المعدة، على عمق ٣٠ سم. وهى تستعمل حيث تكون الدقة مطلوبة ويمكنها إزاحة ٥٠ جاروفاً فى الساعة. ويمكن إستخدامها فى تفريغ حمولة لورى بأن ترفع الذراع الأفقية وتدور الآلة حول محورها حتى يصبح الجاروف فوق الشاحنة المطلوب تفريغها.

ب- معدات الحفر العميق

- الحفارات Excavators

وتشمل الحفارات ذات الجاروف الأمامى "Face shovel" والخلفى

Backacter والجرافة بالحبل Drag line

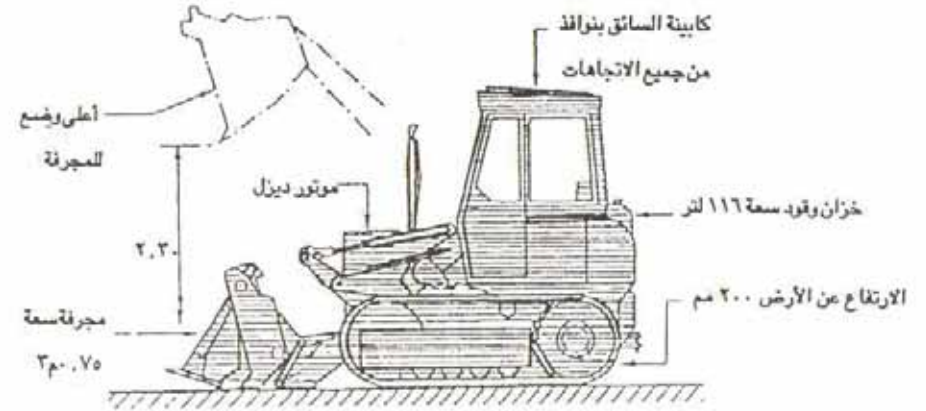
وهى ماكينات ذات تحكم ذاتى ثابتة أو تسيير على قضبان أو جنزير (كاتينة) أو على عجل حر الحركة. وتتكون من هيكل يحتوى على صينية دوارة متصلة بذراع يتم التحكم فيها بوساطة جبال صلب وكابينة للسائق.

وهذه الماكينة مصممة لتقوم بأغراض مختلفة عن طريق تغيير الذراع أو الجاروف Bucket.

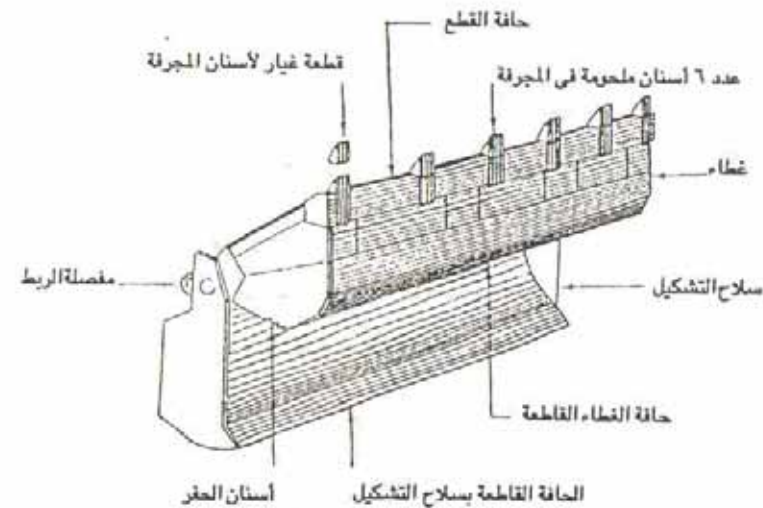
وتتميز الأنواع الثابتة من تلك الحفارات بدائرة تشغيل كبيرة تمكنها من الوصول إلى أعماق كبيرة. وفى بعض الحالات تقوم برفع الأتربة إلى مكان التشوين دون حركة الآلة نفسها، كما تقوم بتحميل عربات نقل الأتربة، ويصلح هذا النوع للأماكن التى تصعب فيها الحركة كأن تكون التربة ضعيفة أو يكون مكان التشغيل طيقاً لا يسمح بالمانورة والحركة المطلوبة.

ويمكن استخدام تلك الحفارات بتركيب جاروف أمامى "Face shovel" لتكون صالحة للحفر فى المناطق التى تعلو عن سطح الأرض شكل (١٦، ١٧) أو

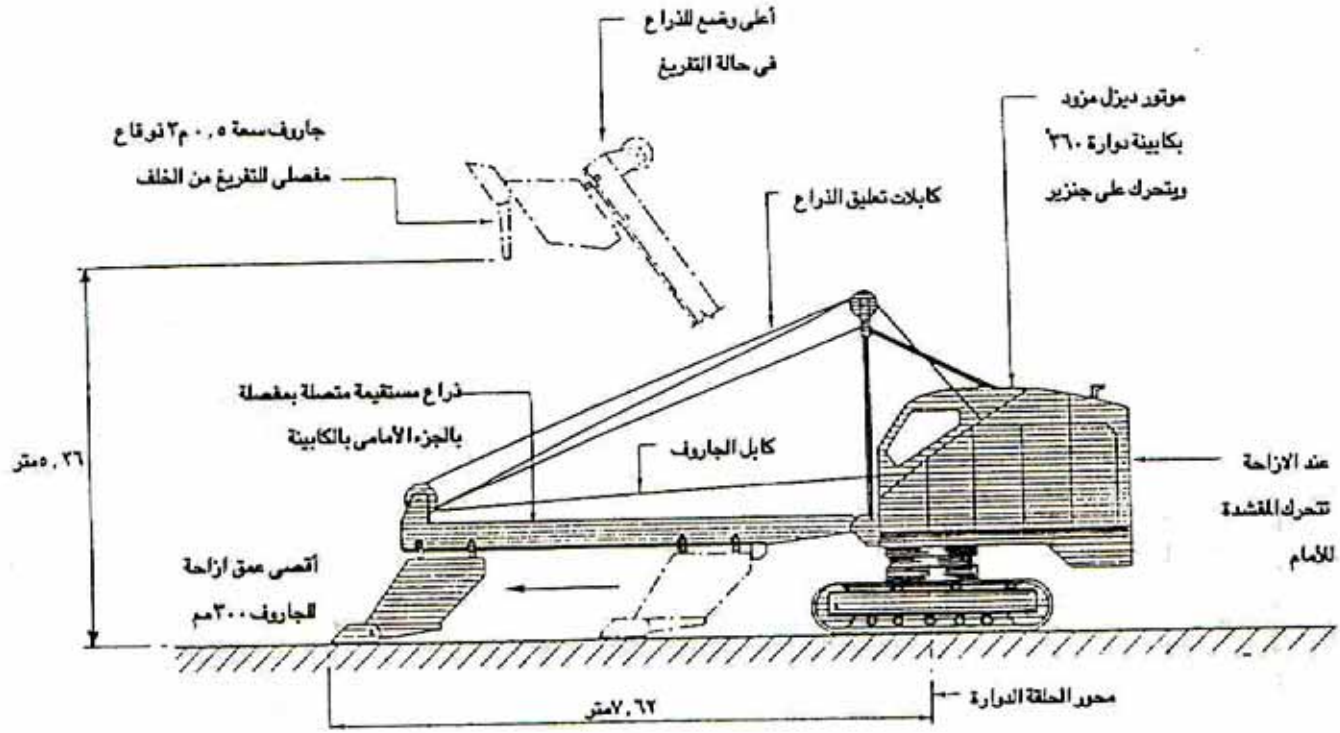
الطول الكلى بالمجرة : ٤.٣٠ متر
العرض الكلى للمجرة : ١.٨٠ متر
أقصى مسافة رفع : ٤.٦٧٥ متر
السرعة القصوى للأمام : ٦.٧ كم/ساعة
السرعة القصوى للخلف : ٨.٢ كم/ساعة



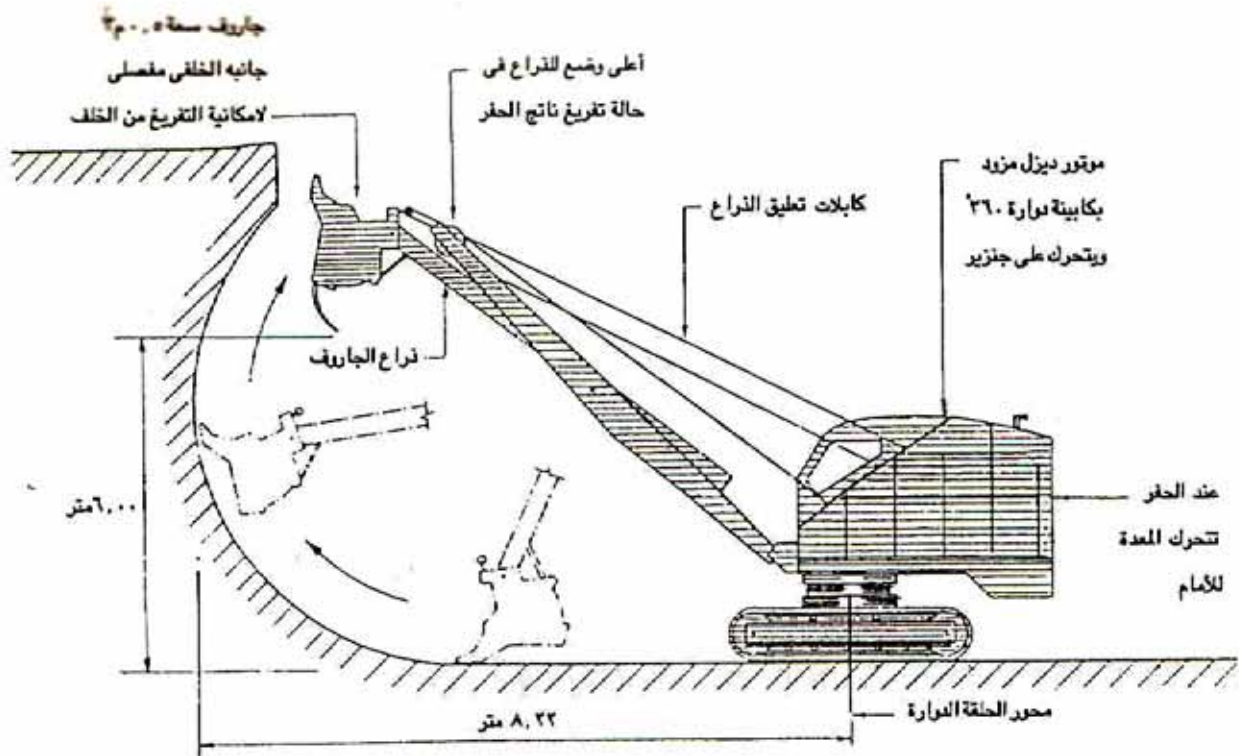
شكل (١٣) الجرار نو المجرفة التقليدى



شكل (١٤) تفصيلية مجرفة الجرار



شكل (١٥) الشكل التقليدي للمقشدة



شكل (١٦) حفار نو جاروف أمامي يعمل بالكابل

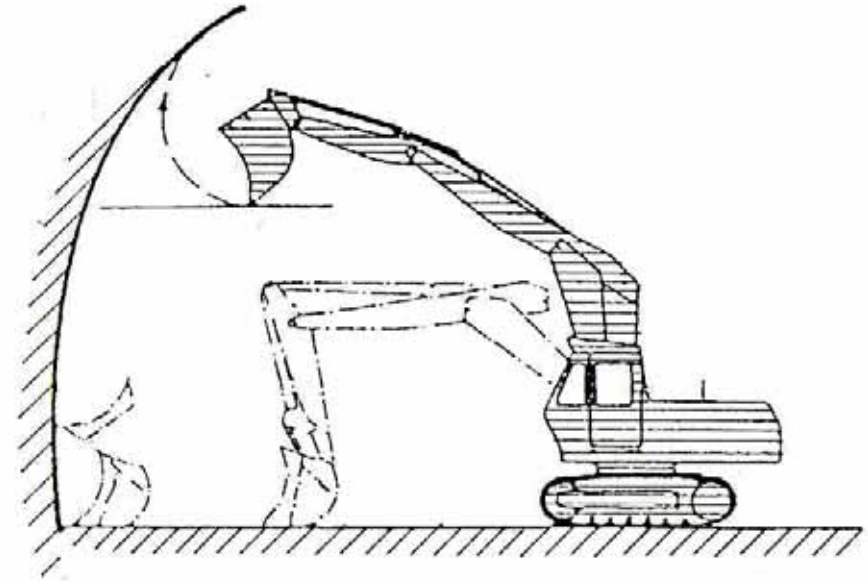
على Backacter شكل (١٩، ٢٠) وفيه يكون الحفار أعلى من منسوب الأرض
الماء حفرها مثل المحاجر والمجاري المائية، أو بتركيب سكينه كشط Skimmer لتسوية
الأرض. وشكل (١٨، ٢١، ٢٢) يمثل بعض إمكانيات تلك الحفارات.

أما الجرافة بالحبل Dragline شكل (٢٣) فتتكون من ونش ذى ذراع
طويلة ينصل به جاروف حفر صالح للاستعمال فى التربة الرخوة تحت منسوب وقوف
المعدة. وهى تشبه إلى حد ما مجرفة الحفر الخلقى. وعموماً تستعمل هذه المعدة فى
العمليات التى تكون فيها دقة الحواف غير مهمة حيث تعتمد الدقة على قدرة العامل
الذى يقوم بتشغيلها وليس على إمكانيات المعدة. وتتراوح قدرة حفر تلك الجرافات من
٣٠ إلى ٨٠ جاروفاً فى الساعة حسب نوع المعدة.

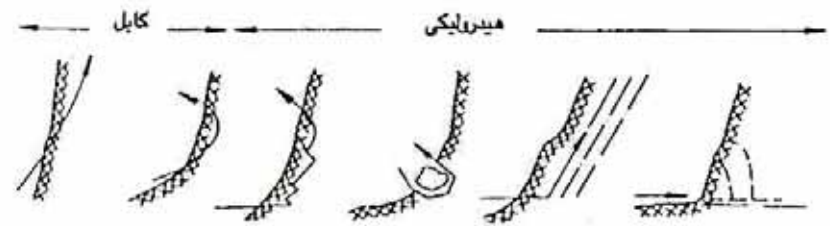
حفارات متعددة الأغراض Tractor based Equipment؛ وهى حفارات
مصممة بحيث تتركب عليها زيادات تمكنها من القيام بعمليات حفر
وهرف الأتربة. وهذه الجرارات إما أن تكون عادية على قضبان أو إطارات، وتضاف
إليها الأجزاء الخاصة بمعاملة التربة. أو تكون مصممة كوحدة واحدة مع تلك الأجزاء.
وتستعمل تلك المعدات للأعمال الصغيرة نسبياً. وتعتمد جميع هذه الأجهزة فى
تشغيلها على ضغط الزيت، وتستخدم الحفارات ذات القواديس الدوارة شكل (٢٤)
فى العمليات الكبيرة مثل المناجم حيث يكون استخدامها اقتصادياً.

- آلات حفر الخنادق Trenching machines (شكل ٢٥)

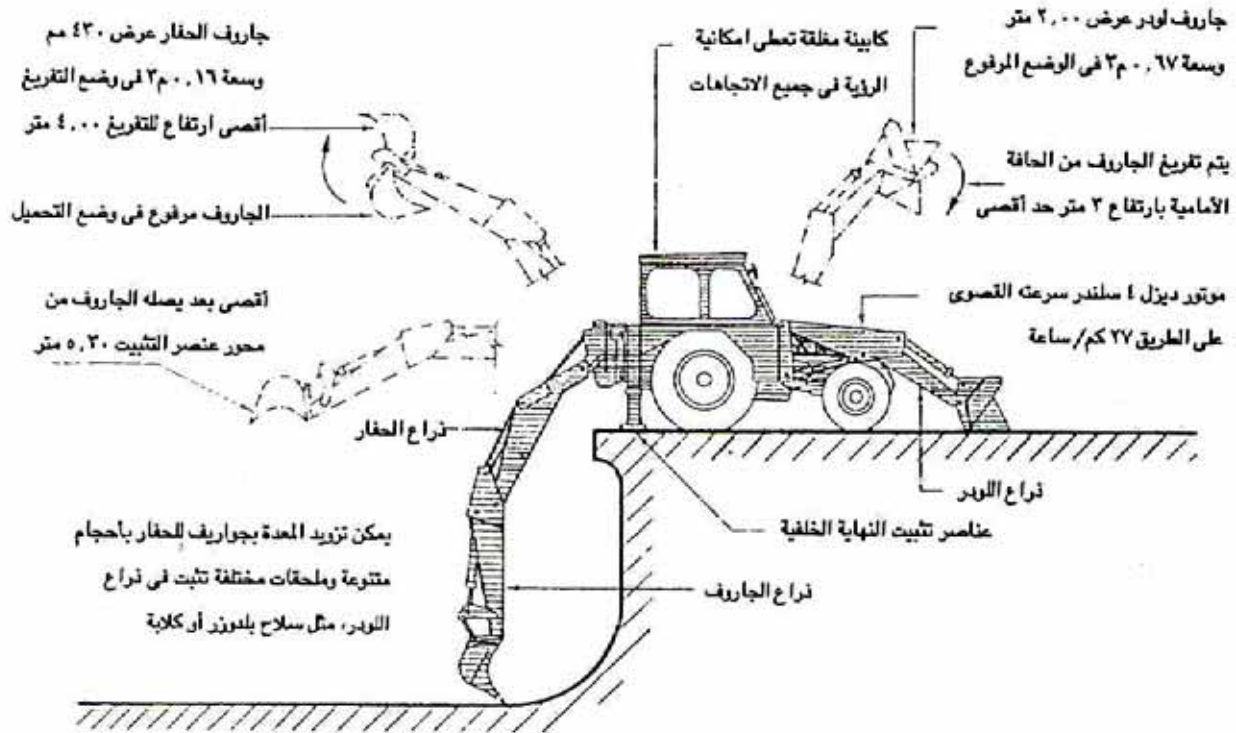
يتكون حفار الخنادق من عدة «مغارف حفر» excavating buckets مركبة
على سهر متصل بحركه جنزير على كلا الجانبين ينتهى بترس، ويمكن التحكم فى
هذه المجموعة بالوصول إلى العمق المطلوب أو الرفع إلى مستوى أفقى بواسطة رافعة
هيدروليكية. ويتم نقل وإزاحة ناتج الحفر على جانبى الخندق عن طريق سير متحرك
فى الاتجاه المستعرض أسفل المغارف buckets، ويمكن للحفار أن يحفر خندقاً طويلاً
يصل من ٤٥ سم إلى ١.٨٠ متر وعمق حتى ٤.٠٠ متر وكذلك بالإمكان أن يحفر
طرفاً بأبعاد وعمق حسب المطلوب.



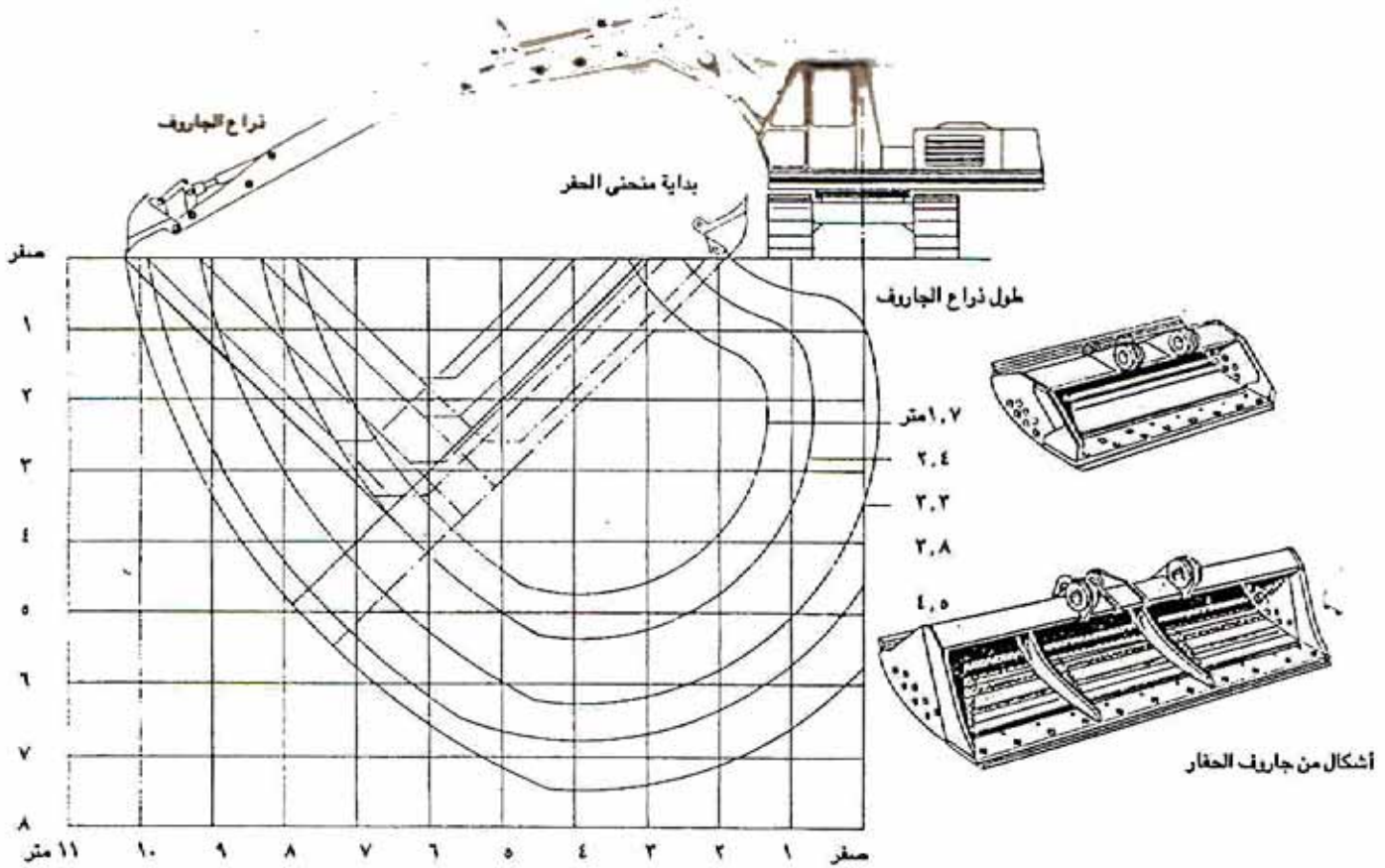
شكل (١٧) حفار ذو جاروف أمامى يعمل هيدروليكيًا



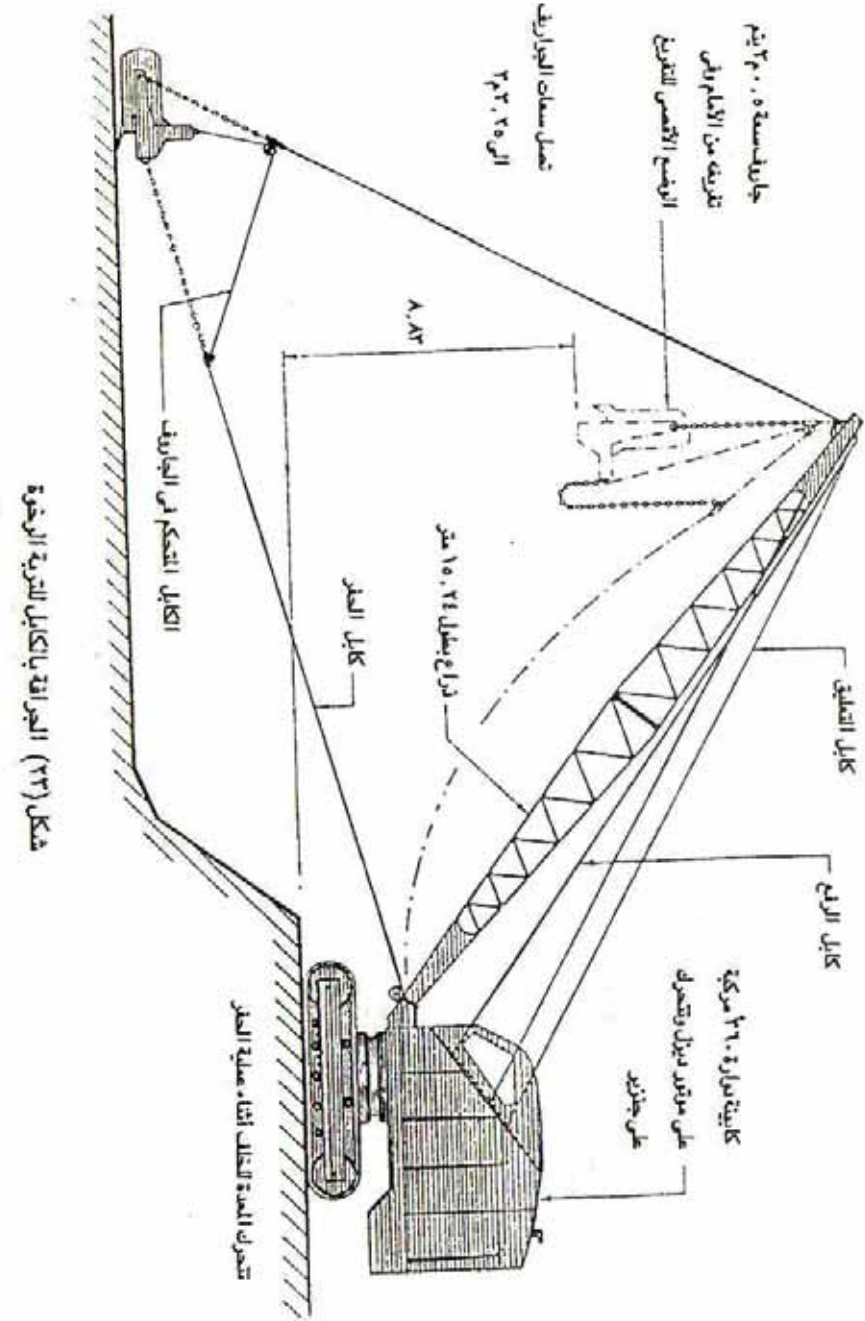
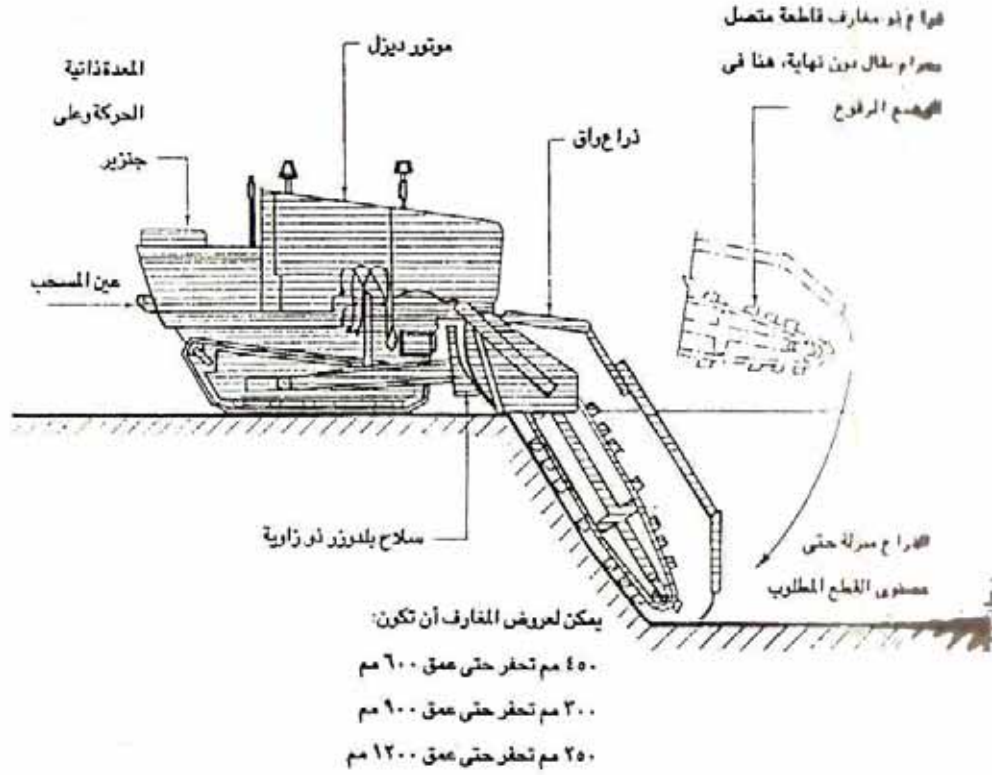
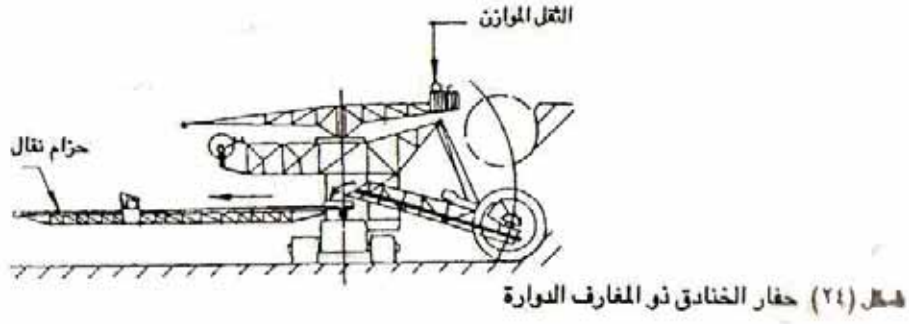
شكل (١٨) البروفيلات المكنة
باستخدام الحفار ذى الجاروف الأمامى

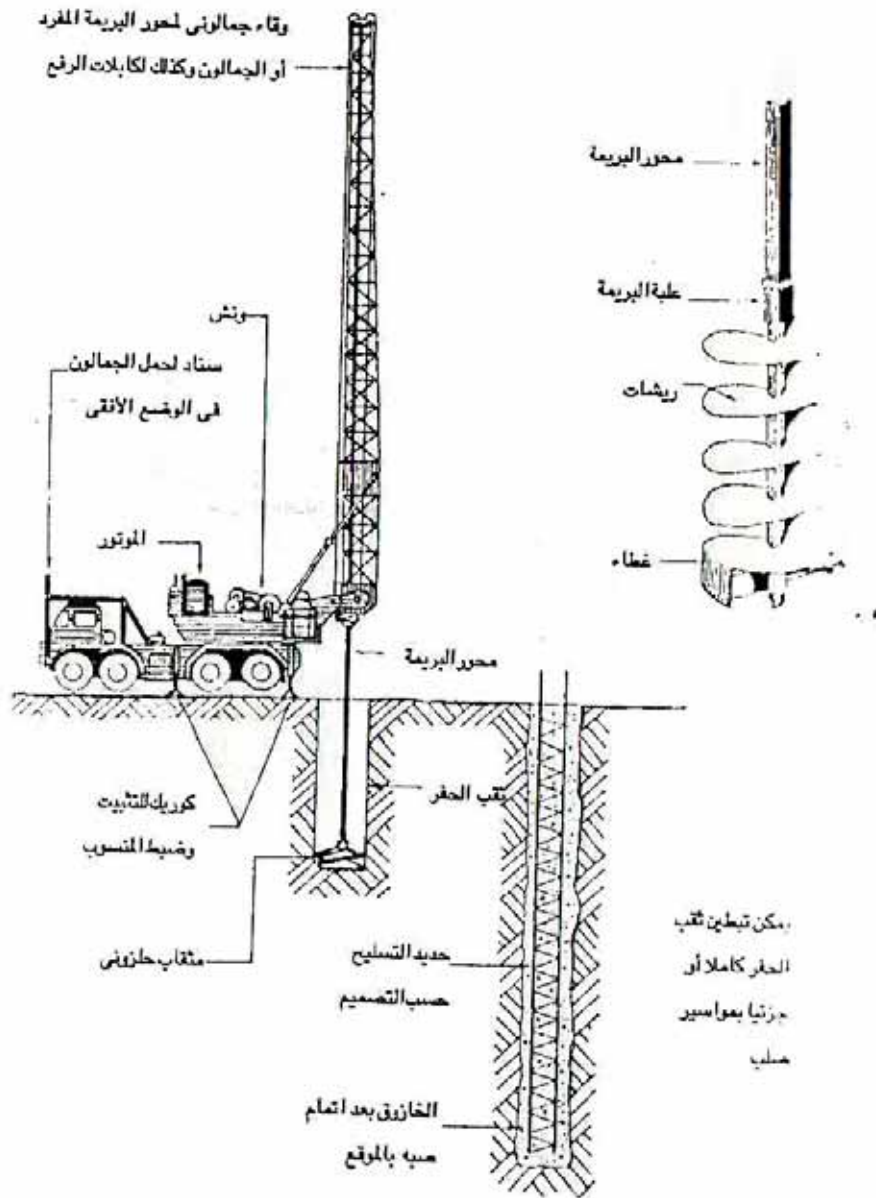


شكل (٢١) امكانيات الحفار : حفار لودر



شكل (٢٢) بعض امكانيات الحفار





شكل (٢٦) بريمة حفر الخوازيق مركبة على لوري

ونظراً لسرعته الكبيرة في الحفر، فإن استعمال حفار الخنادق لا يكون اقتصادياً إلا عند استخدامه للعمليات الكبيرة. وعادة تصمم هذه الآلة كما كينة قائمة بذاتها، وأحياناً تضاف إليها مجرفة ذات نصل (مثل البلدوزر)، وذلك لإزاحة ناتج الحفر في نفس الوقت.

- آلات دق الخوازيق Piling

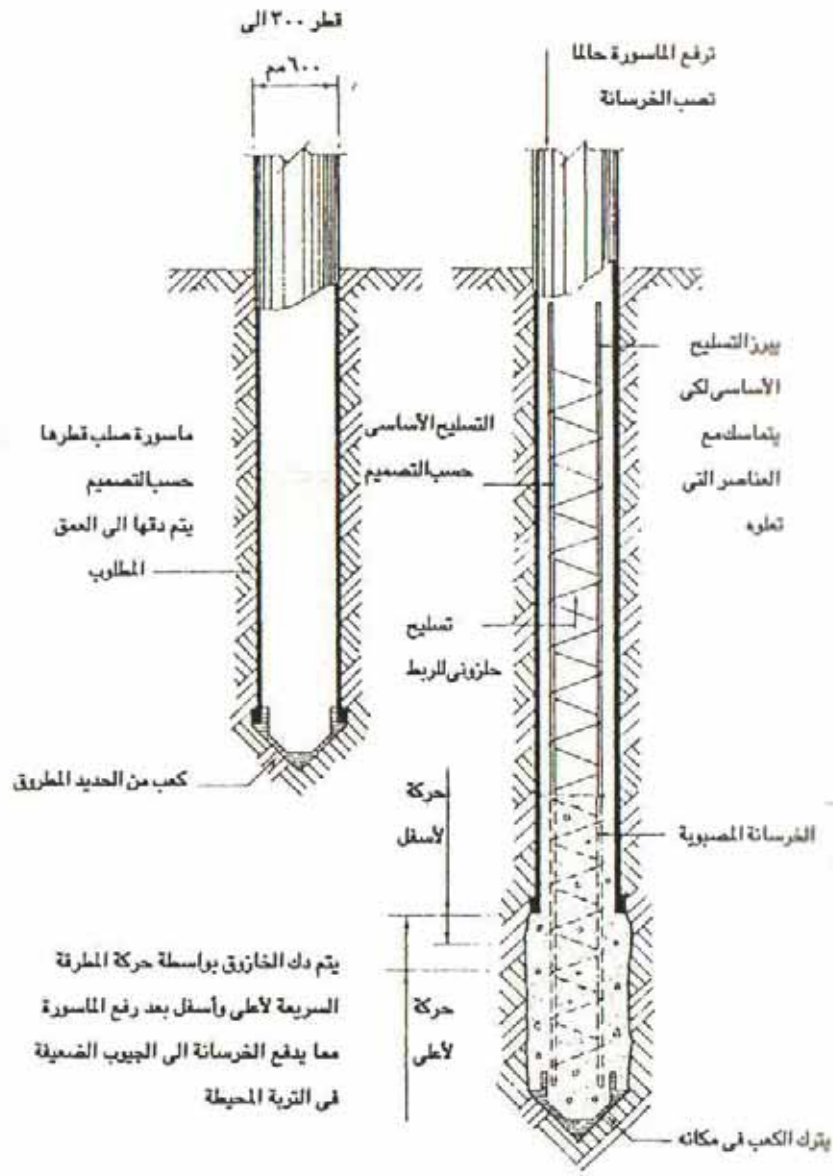
الخوازيق نوع من الأساسات العميقة تستعمل عندما تكون الطبقات العلوية للتربة أضعف من أن تتحمل المنشأ فيتم تخريم أو حفر التربة حتى الوصول إلى منسوب التأسيس المطلوب، ثم يملأ الفراغ الناتج بخوازيق خشب، أو صلب أو خرسانة عادية أو مسلحة وذلك بطرق مختلفة. ويعتمد هذا النوع على الارتكاز على القاع (منسوب التأسيس) أو على الاحتكاك الجانبي بين سطح الخازوق وبين تربة الأرض المتماسكة أو على كليهما معاً، وشكل (٢٦) يوضح بريمة حفر الخوازيق المركبة على لوري.

ويتم دفع الخوازيق داخل التربة إما بواسطة الطرق أو بالدفع أو الاهتزاز أو الحفر بالبريمة. وأكثر الأنواع شيوعاً في الاستعمال هي خوازيق المطرقة Pile driven وخوازيق البريمة Pile Drill. ويعتمد النوع الأول على الدق المستمر بمطرقة من الحديد، إما على ماسورة حديد تدفع حتى طبقة التأسيس ثم تملأ بالخرسانة المسلحة، أو على خازوق سابق الصب، وفي هذه الحالة يجب أن يتناسب وزن المطرقة وارتفاع سقوطها مع وزن الخازوق وشكل تسليحه، كما يراعى اتخاذ احتياطات أخرى حتى لا يتعرض الخازوق للكسر.

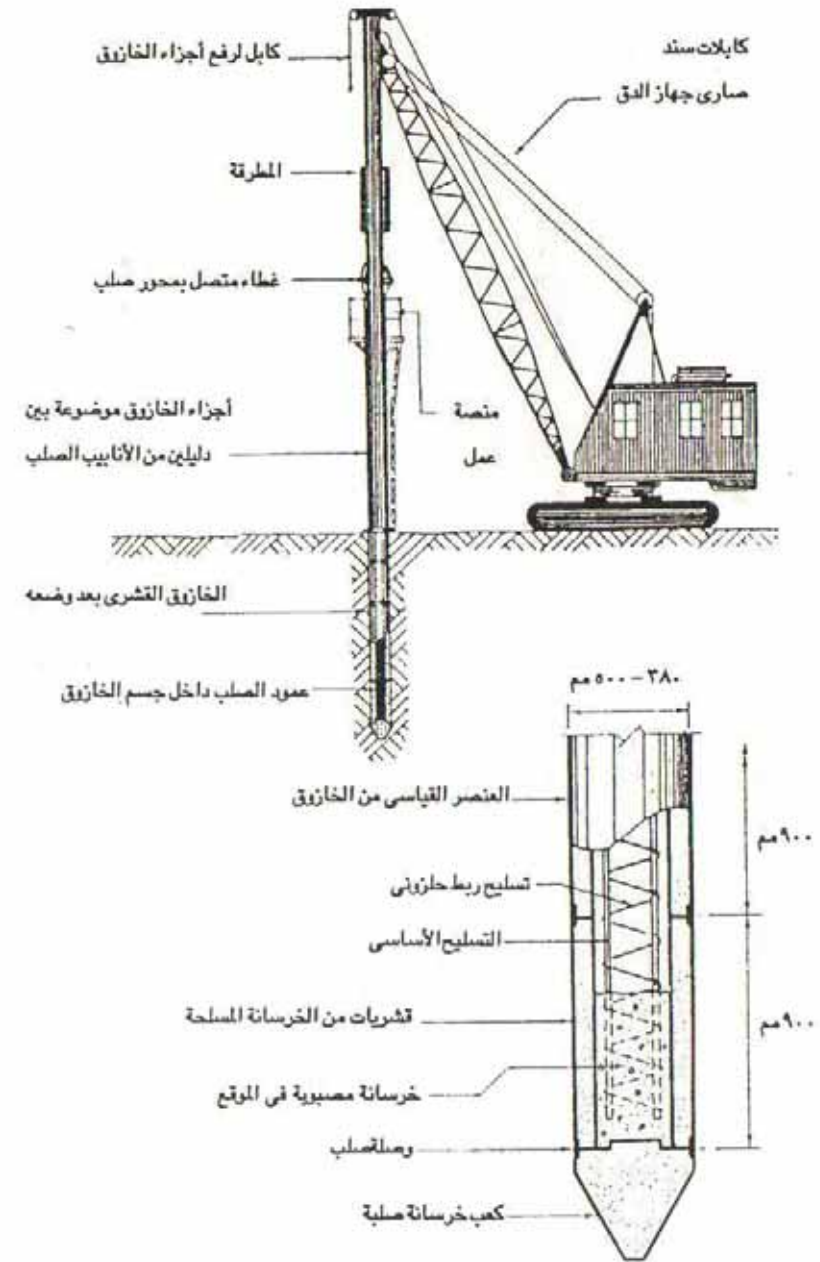
وشكل (٢٧) يبين آلة دق الخوازيق ذات المطرقة، كما تبين الأشكال (٢٨، ٢٩)

بعض طرق تنفيذ الخوازيق.

أما النوع الثاني وهي خوازيق البريمة Pile Drill. فعنه ما ينفذ ميكانيكياً باستعمال ونش ميكانيكي مركب عليه بريمة تقوم بعمل ثقب في باطن الأرض يصل إلى العمق المطلوب، وأثناء رفع البريمة يتم ضخ مونة الرمل والأسمنت مضافاً إليها مادة كيماوية خاصة لتعطي لدونة عالية للخرسانة، وذلك من خلال ماسورة بداخل البريمة. كما يمكن سحب البريمة بعد وصولها إلى العمق المطلوب، ثم صب الخرسانة في الفراغ الذي أحدثته.



شكل (٢٨) خوازيق فيبرو المصبوبة بالموقع



شكل (٢٧) خوازيق وست القشرية

www.cpas-egypt.com

البئر الفائقة، كما أن الماكينة ذاتية الحركة يمكن انتقالها من مكان إلى آخر بسرعة **وصهولة**، بالإضافة إلى أن الونش المركب عليه البريمة يمكنه تنفيذ أكثر من خازوق **واطل المساحة** التي يخدمها ذراع الونش دون الحاجة إلى تحريك الماكينة. **وشكل (٣٠) يوضح أنواعاً مختلفة من بريمة الحفر.**

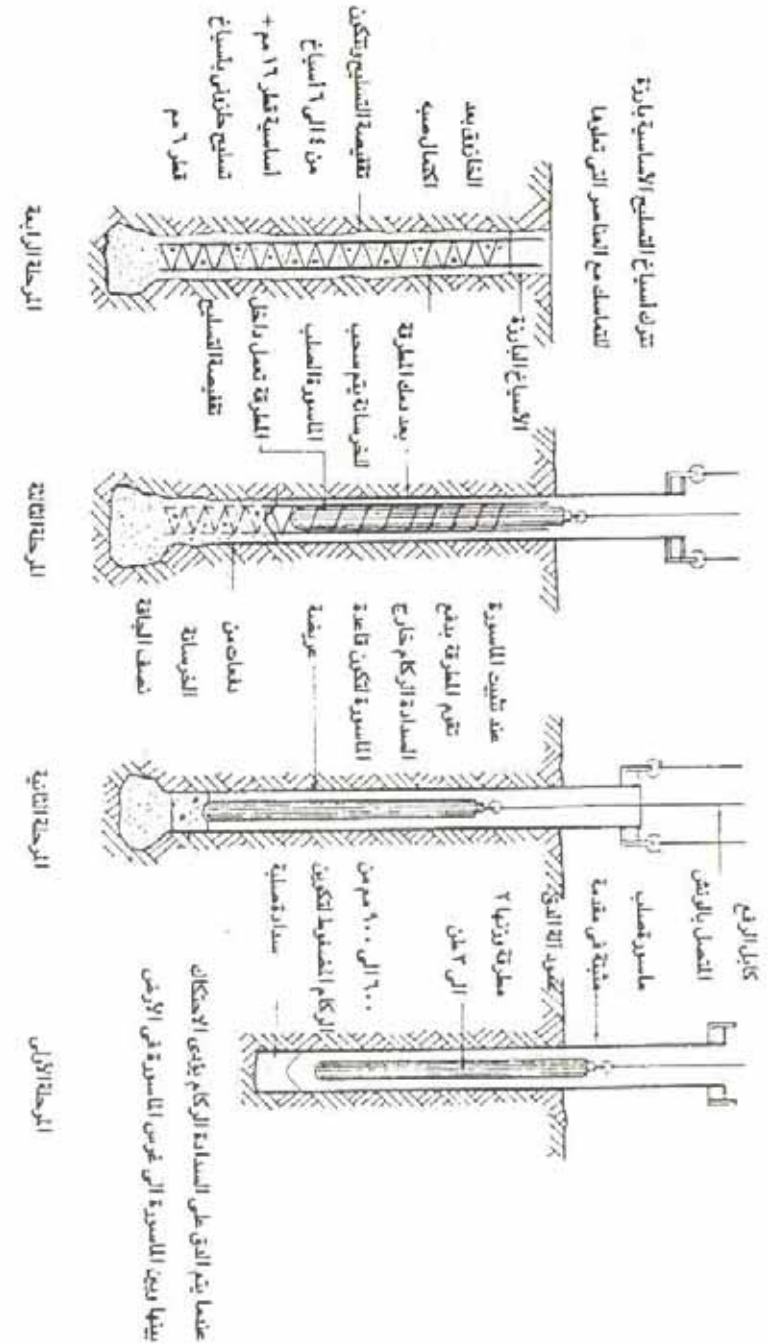
ثانياً: معدات النقل Transporting Plant

تستنزف حركة انتقال مواد البناء والعاملين بين الأجزاء المختلفة للموقع زمناً **يعتبر غير منتج**؛ لذلك فقد ثبت من الناحية الاقتصادية أن ميكنة تلك العملية تكون **أفضل** حيث يمكن أن تصل تكاليف عملية النقل فقط ١٠ إلى ١٢٪ من إجمالي **تكلفة** أعمال التشييد، كما قد تصل العمالة بها إلى ٢٥٪ من الحجم الكلى للعمالة. **ويتم** نقل مواد البناء والعاملين على مرحلتين؛ الأولى من مواقع الإنتاج (المصانع **والمحاجر) إلى** موقع البناء، والثانية من مكان التخزين أو التشوين في الموقع إلى **مكان** التشغيل والتركيب.

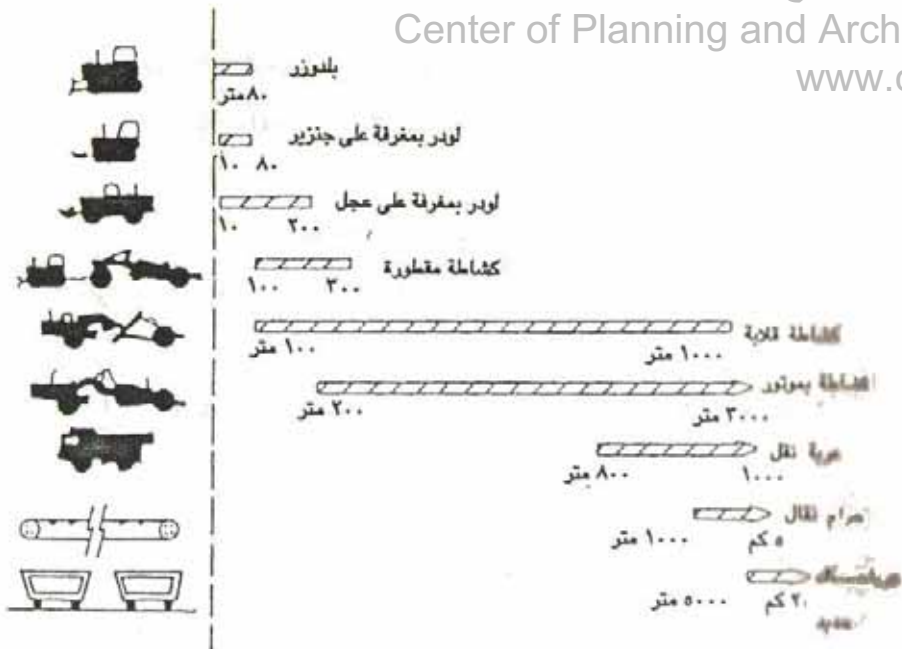
وفي كلتا المرحلتين تكون الحركة المطلوبة إما أفقية أو رأسية أو في الاتجاهين **معاً**. ومصطلح "النقل" transportation يطلق أساساً على الحركة الأفقية ولكنه **يُصوّر** يستخدم هنا ليطلق بصورة أشمل على الحركة الأفقية والتحميل والتفريغ. **وتتوقف** العوامل التي تؤثر في اختيار وسيلة نقل التربة على عدة عوامل

أهمها:

- طبيعة الموقع
- حجم المادة المطلوب نقله
- نوع المادة
- المسافة المطلوب قطعها شكل (٣١)
- الزمن المتاح
- ويضاف إلى ما سبق محددات أخرى مثل:
- هل الطرق التي يتم النقل عليها مرصوفة؟



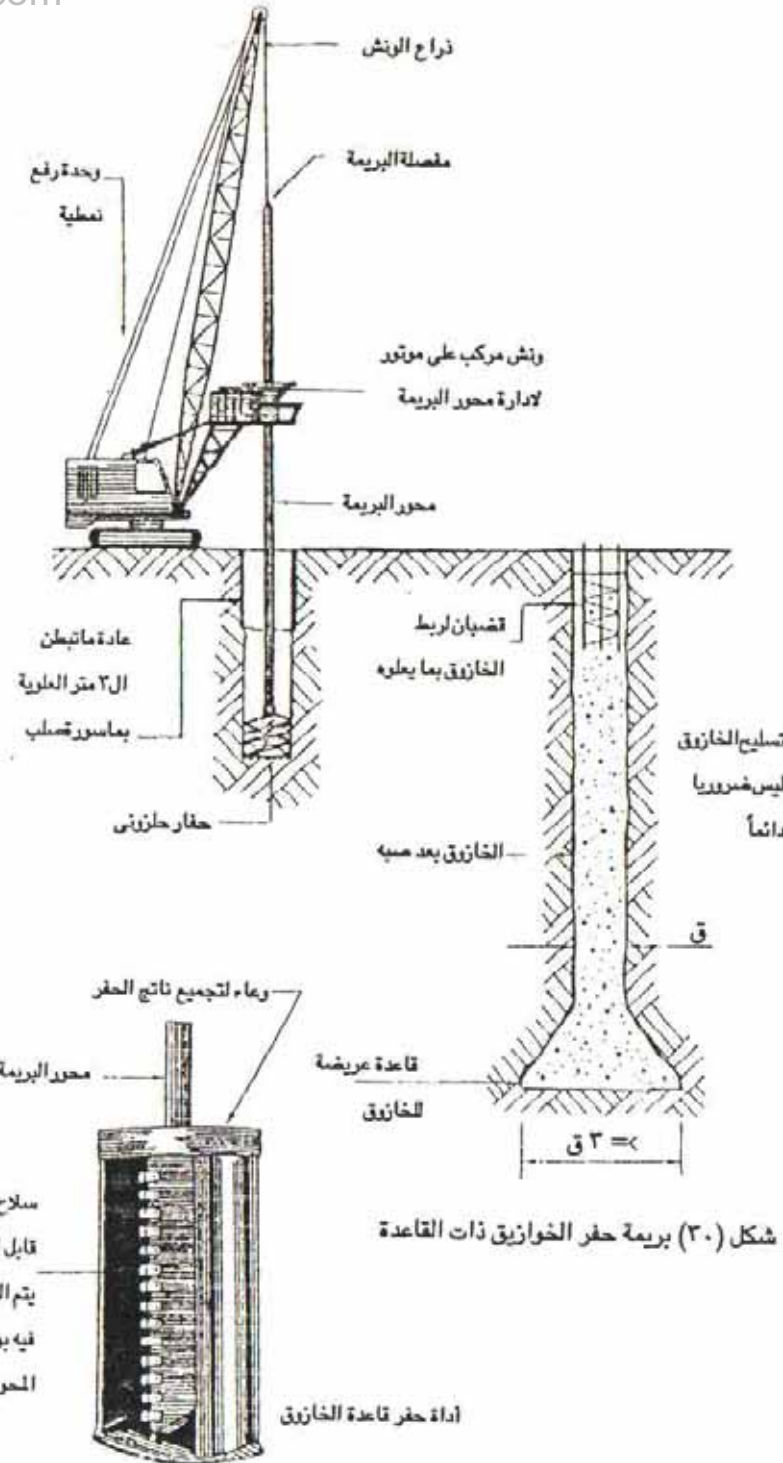
شكل (٣١) خطوات تنفيذ خوازيق قراكن بالموقع



شكل (٣١) نقل نواتج الحفر



شكل (٣٢) الأشكال المختلفة لتفريغ صندوق اللورى



شكل (٣٠) بريمة حفر الخوازيق ذات القاعدة

- هل يجب المحافظة على الطريق من حيث سلامته ونظافته إلخ...
- تعليمات الإدارة وإمكانية القيام بالعمليات ذات الأجر الإضافية وما شابه ذلك.

وجداول رقم (١) يوضح أهم مواد البناء المستخدمة، ووسائل نقلها من مكان الإنتاج إلى الموقع، وكذلك داخل الموقع نفسه.

1- معدات النقل أفقياً Horizontal Transporting Plant

١- اللواري والشاحنات Lorries & Trucks

عادة ماتتم عملية نقل العمال والمواد والمعدات بواسطة عربات لوري مجهزة بطريقة مناسبة تتراوح أحجامها من "البك أب" الصغيرة إلى الأحجام الضخمة. ومعظم تلك العربات ذات موتور يعمل بالديزل، وذلك لتقليل التكاليف.

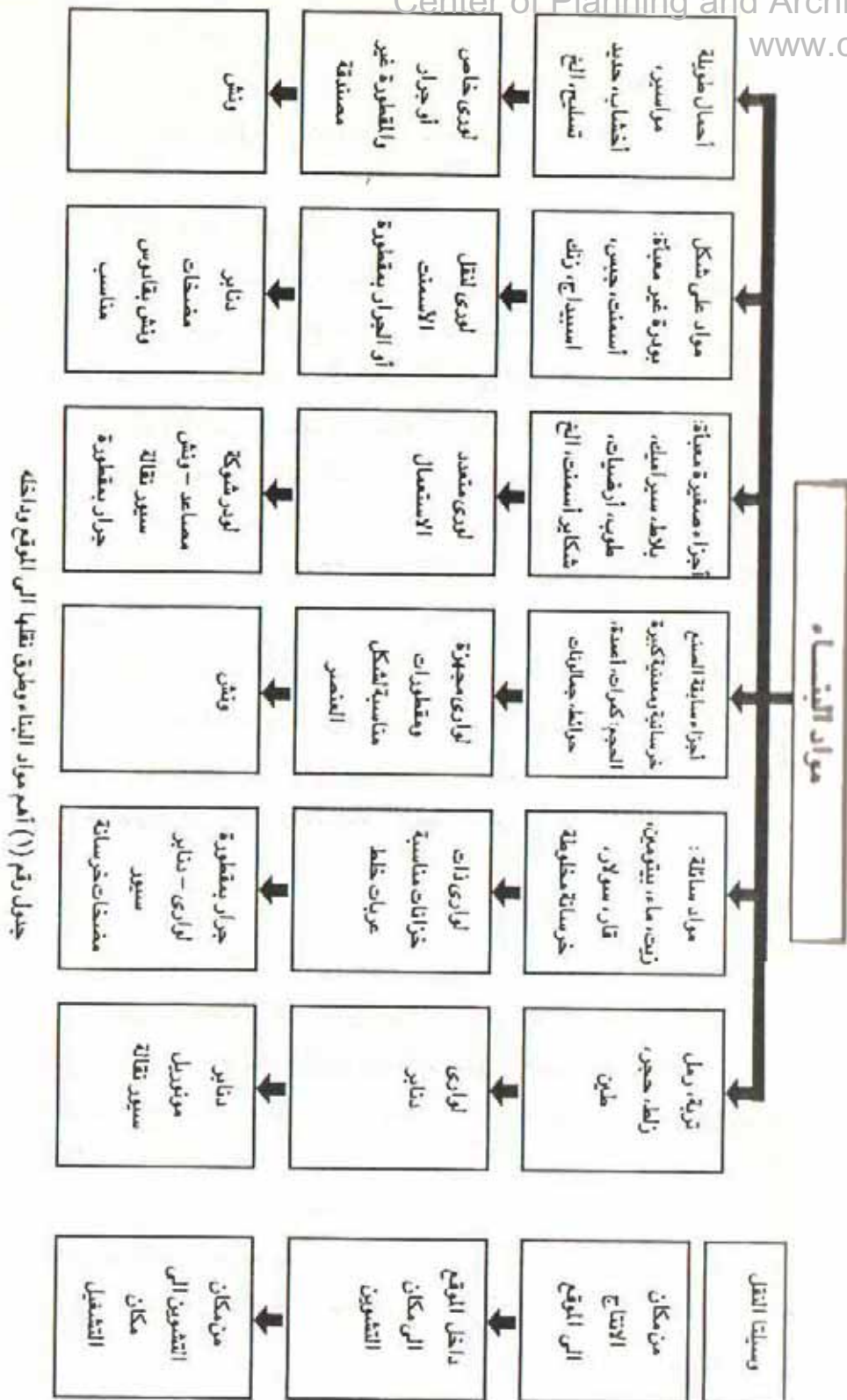
وتستعمل عربات النقل أو اللواري ليس فقط في عمليات النقل العادية بل يمتد استعمالها لتكون أساساً تركيب عليه معدات التشغيل المختلفة مثل الأوناش ومعدات الحفر والتثقيب والطبالي مختلفة الأغراض. وتبعاً للاستخدام يمكن تصنيف اللواري إلى لواري ذات جوانب متحركة، ولواري قلابية، ولواري ذات أغراض خاصة؛ مثل نقل الأسمنت وخزانات (تانكات) المواد السائلة وعناصر المباني الجاهزة... إلخ وتعتبر اللواري القلابية أكثر الأنواع شيوعاً في الاستعمال في أعمال البناء، حيث يبلغ استعمالها ٦٠٪ وذلك لنقل جميع المواد غير المعبأة، وتوجد منها الأنواع التالية (شكل

(٣٢)

أ- لواري ذات قلاب يفتح من أسفل Bottom-dump Trucks وهي تستعمل عندما يكون المراد هو تفريغ الحمولة في قمع أو في مكان محدود.

ب- لواري ذات قلاب خلفي Rear dump أو لواري ذات قلاب أمامي Front dump؛ حيث صندوق الحمولة مركب أمام كابينة السائق.

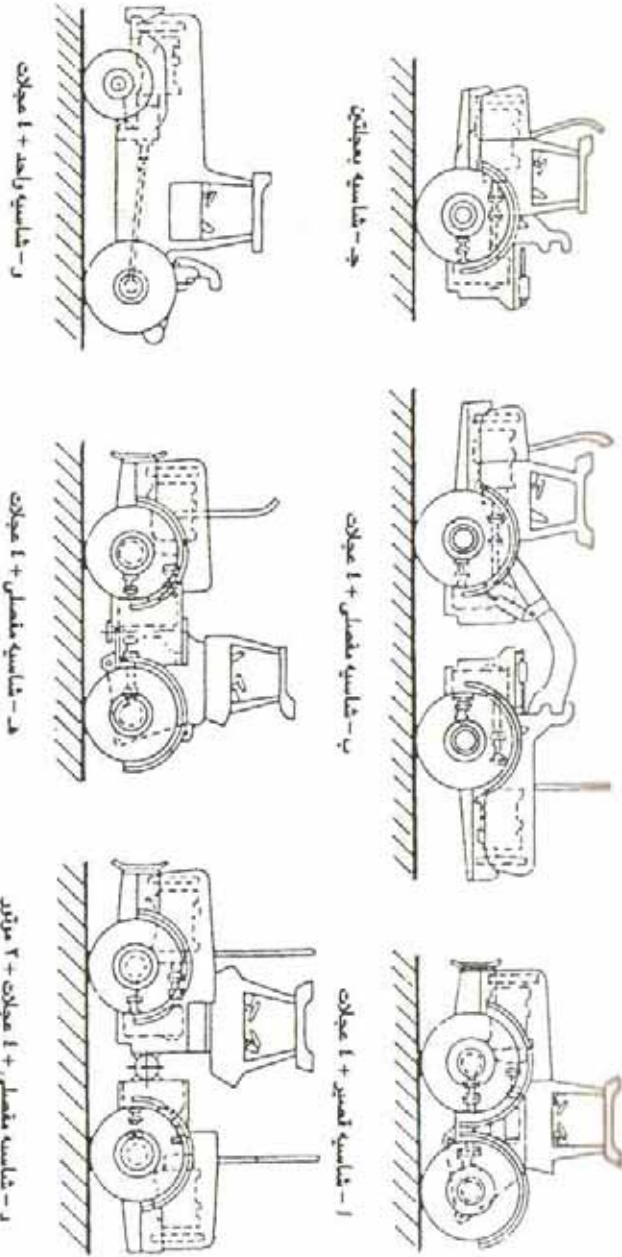
ج- لواري ذات قلاب جانبي Side dump Trucks؛ وهي تستعمل عندما يكون تفريغ الحمولة مطلوباً في مكان به حركة مرور ثقيلة



ومستمرة.

د- لوارى ذات جوانب متحركة Side dumping Lorries

وغالباً ما تعمل قلابات اللوارى بضغط الزيت.



شكل (٣٣) الأشكال الأساسية للجرارات

٢- الجرارات Tractors

تكون الجرارات إما على جنزير (كاتينة) أو على عجل (إطارات كاتشوك). والنوع الثانى أسرع حيث تبلغ سرعته ٤٠ كم/ساعة، وأكثر فاعلية على الطرق الجيدة حيث يكون من الأفضل استخدام النوع الأول فى التربة الضعيفة والطرق المؤقتة، وهو أبطأ من النوع الثانى فلا تتعدى سرعته ١٢ كم/ساعة.

ويمكن تصنيف الجرارات إلى جرارات ذات استخدام عام، وجرارات زراعية وجرارات خاصة بالمحاجر. وتستعمل جرارات خاصة صغيرة الحجم لتركب عليها معدات مختلفة للتشغيل، وشكل (٣٣) يوضح أشكالاً مختلفة من الجرارات ذات الأحجام المختلفة.

وينتشر استعمال الجرارات المخصصة لأعمال النقل فى أعمال البناء حيث يمكن أن يركب عليها صندوق خلفى بأشكال مختلفة، ويوضح شكل (٣٤) لورى لنقل الأسمت مكوناً من الخزان المركب على جرار نصفى ذى أربع عجلات، كما يمكن أن تتركب مقطورة على الجرار وذلك لنقل الأحمال الكبيرة شكل (٣٥).

٣- الدنابر Dumpers

وهى مخصصة لنقل المواد غير المعبأة مثل نواتج الحفر والأحجار ومكونات الخرسانة، ويمكن استعمالها أيضاً فى نقل الأجهزة الصحية وأجزاء الشدات والطوب... الخ. وهى تعمل إما بالديزل أو الكيروسين العادى، وذلك فى الأحجام الصغيرة (سعة ٥ إلى ١٤ قدم^٣). وتتكون هذه الأحجام من ثلاث عجلات يتحكم فى حركتها عامل يسير على قدميه. وهى تستعمل حتى فى المواقع غير الممهدة بين المباني المختلفة فى الموقع نظراً لصغر حجمها والسهولة فى المناورة.

أما الأحجام الأكبر (سعة حتى ٧ ياردة^٣) فلها أربع عجلات ومزودة بمقعد

السيارات يسمح له برؤية واضحة لمكان تفريغ الحمولة، ويمكن ن يكون القادوس جانبياً أو محورياً (شكل ٣٦، ٣٧).

٤- المونوريل *Monorail Transport* (شكل ٣٨)

وهي عربات صغيرة متصلة تجرى على قضيب مفرد *Monorail*، ووظيفتها الأساسية هي نقل الخرسانة من مكان الخلط إلى موقع الصب. وهذه العربات لا تتطلب سائقاً حيث إنها تتحرك بموتور (بنظام تعشيق التروس) وعند الوصول إلى مكان التفريغ المطلوب، يتم فك التعشيق يدوياً أو أوتوماتيكياً.

٥- السيور المتحركة *Conveyors* (شكل ٣٩)

تعمل السيور بوساطة موتور كهربائي، ويتم التحكم في حركتها عند نهاية الحط. وهي تستعمل لنقل جميع الأحمال الصغيرة مثل نواتج الرمل من مكان الحفر إلى معدات النقل، وكذلك الخرسانة من مكان الخلط إلى موضع الصب.

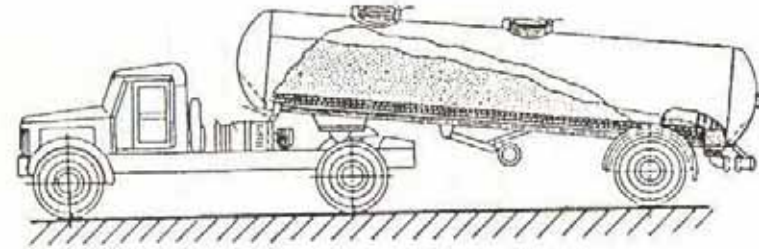
٦- مضخات وأنابيب نقل الخرسانة *Concrete Pumps and Placers*

وهي تعمل إما ميكانيكياً حيث تضخ خلطة الخرسانة من القمع في خط أنابيب لتكون ممتلئة دائماً خلال فترة التشغيل، وتعتبر بهذا مصدراً مستمراً للخرسانة يؤخذ منه عند الطلب شكل (٤٠).

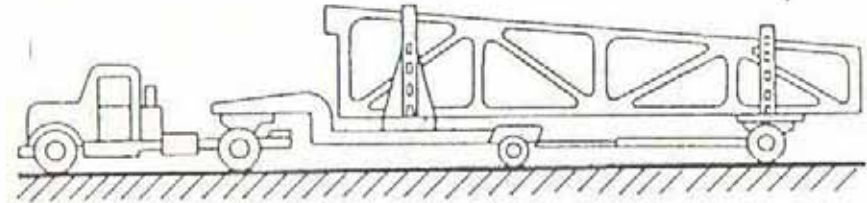
وإما أن تعمل بضغط الهواء حيث تدفع الخرسانة داخل الأنابيب لتخرج على دفعات، وتبقى الأنابيب فارغة معظم الوقت شكل (٤١).

٧- مضخات نقل الأسمنت *Cement Pump* (شكل ٤٢)

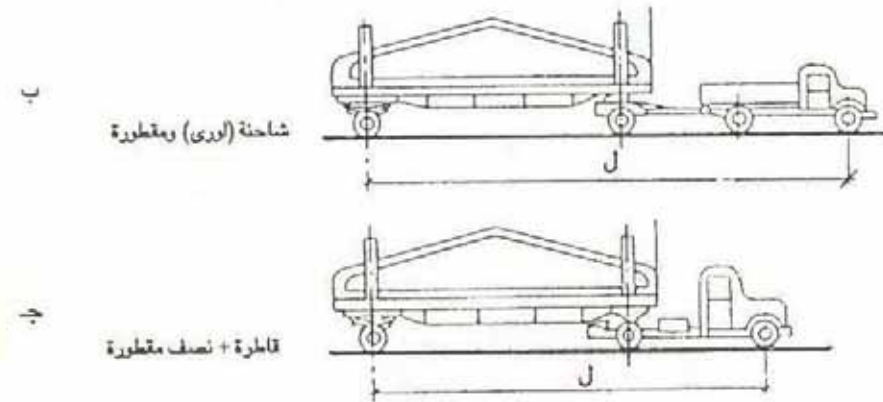
يسحب الأسمنت من القمع إلى حلزون التغذية الذي يدور بسرعة ١٠٠٠ لفة/دقيقة ثم إلى فراغ مخصوص حيث يسحب بالشفط إلى ماسورة الخروج ويمكن نقله أفقياً بهذه الطريقة حتى مسافة ١٥٠٠ متر، ورأسياً حتى ارتفاع ٣٠ متر. ويبلغ قطر ماسورة خروج الأسمنت ٣٠-٢٠٠ مم.



شكل (٣٤) شاحنة (تريلا) بخزان لنقل الأسمنت

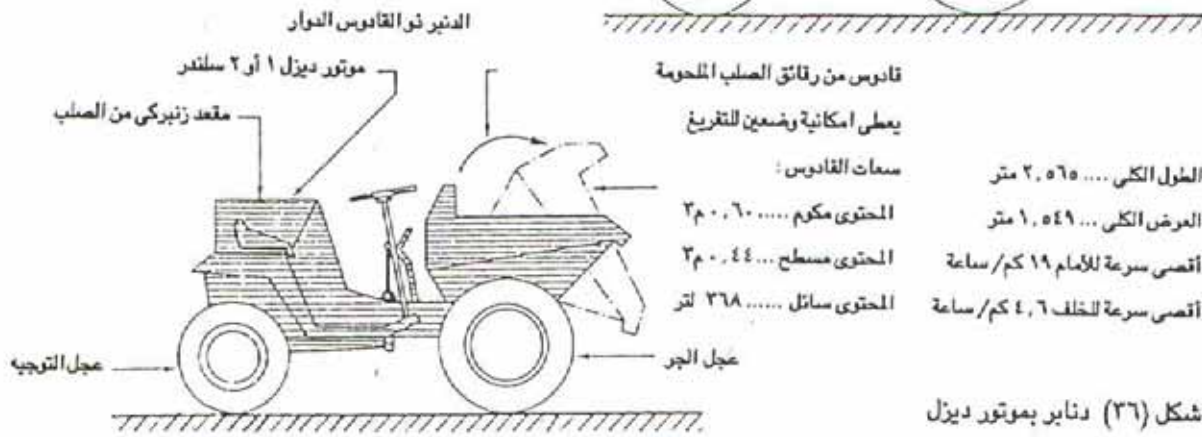
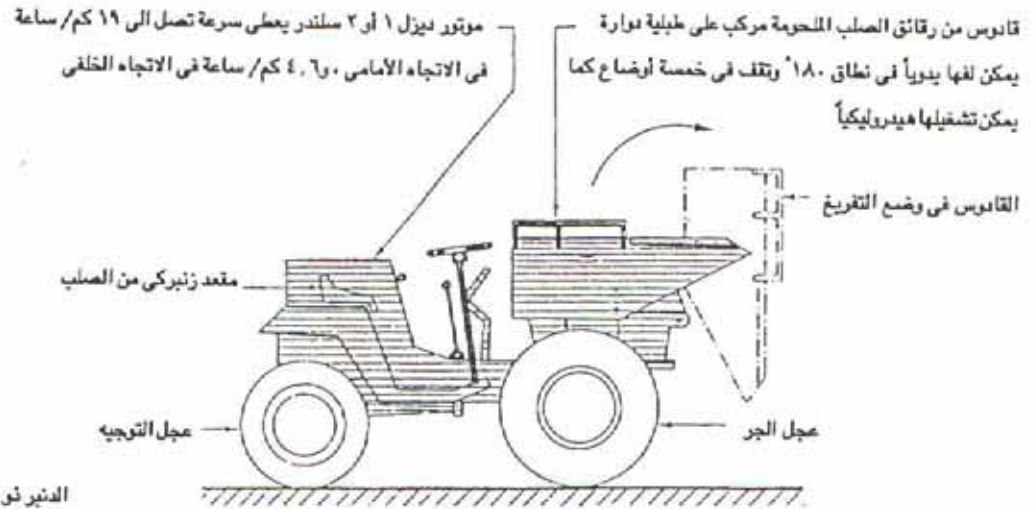


شاحنة + نصف مقطورة مزودة بجزء لزيادة الطول



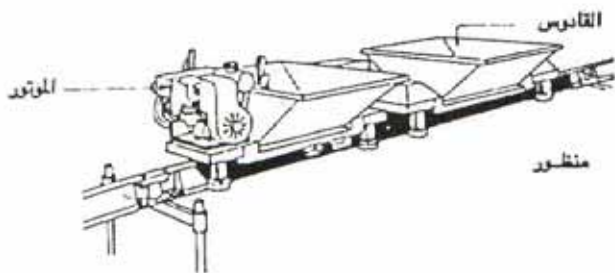
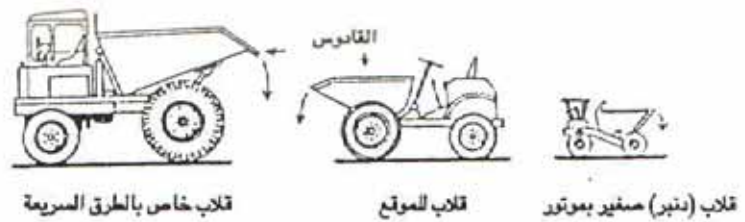
شكل (٣٥) بعض طرق نقل عناصر سابقة الصنع على مقطورات

الطول الكلى ٢,٧٢٤... متر
 العرض الكلى ١,٣٠٨... متر
 ساعات القادوس:
 المحتوى مكوم ٢٠,٦٢... م٣
 المحتوى مسطح ٢٠,٥١... م٣
 المحتوى سائل ٥١٠... لتر

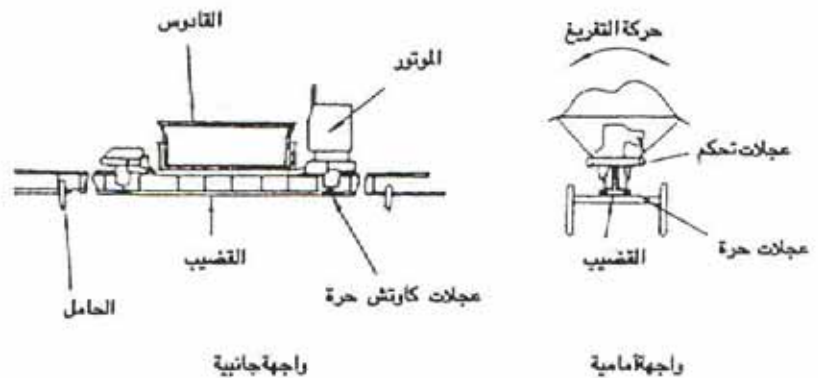


شكل (٣٦) دنابر بموتور ديزل

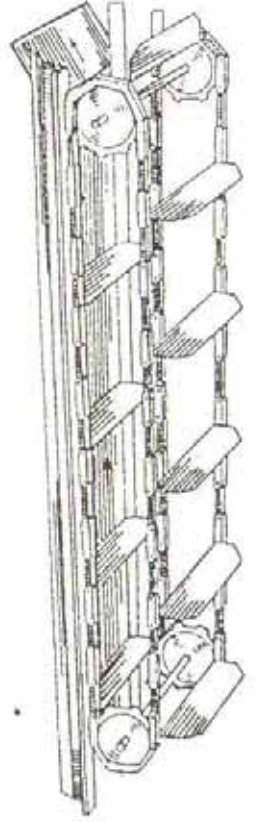
شكل (٣٧) تدرج فى أحجام (القلابات) الدناير



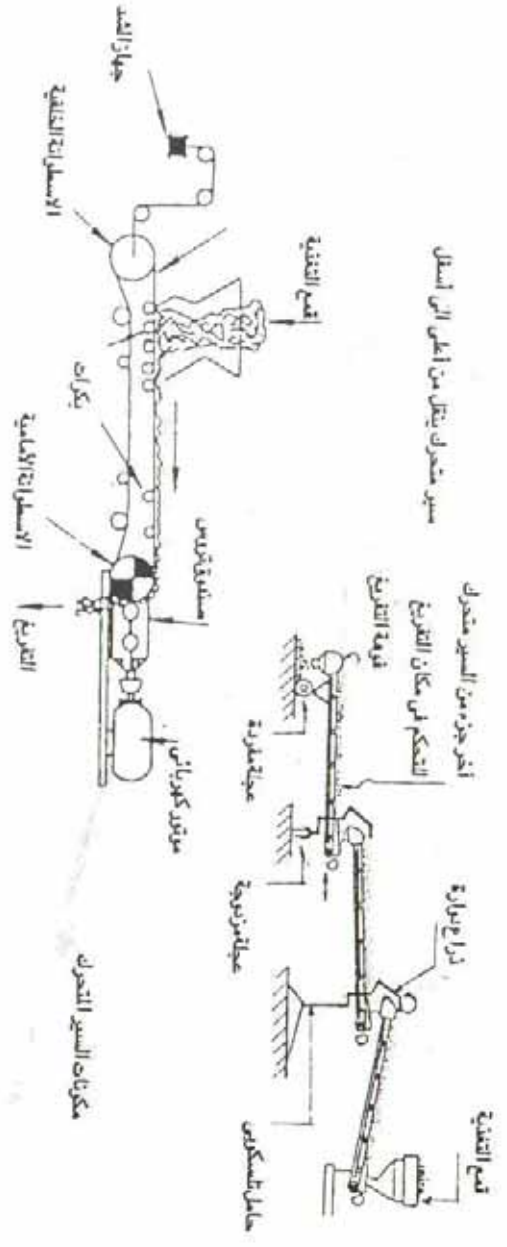
شكل (٣٨) الموتوريسل



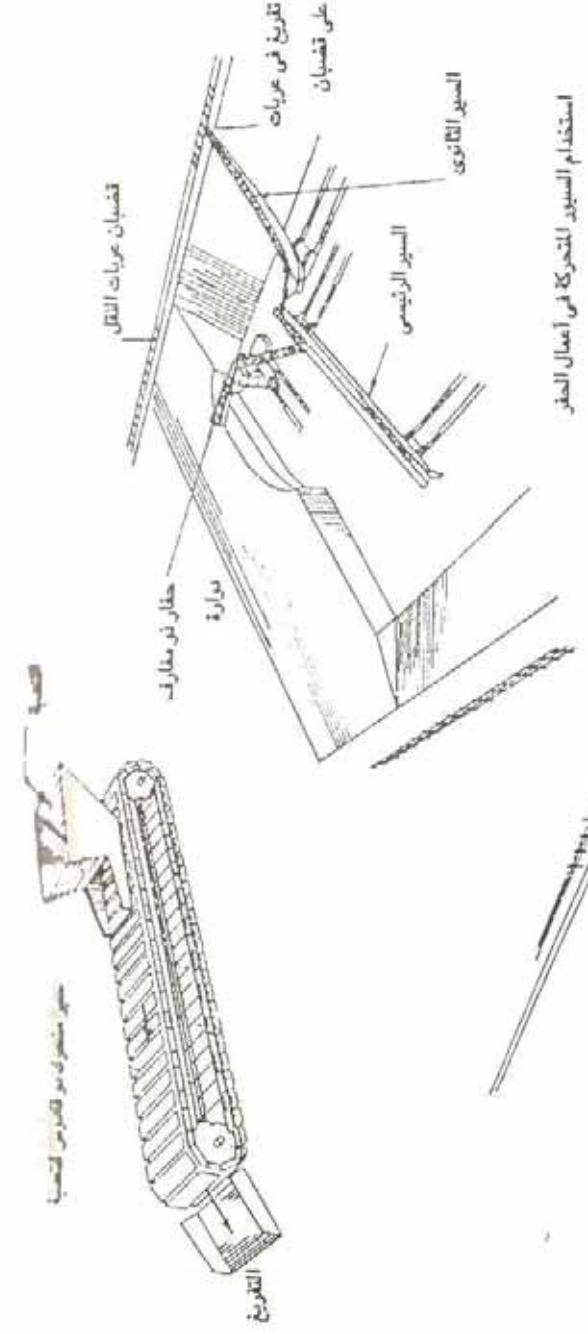
شكل (٣٩) - ١ - السيور المتحركة



سيور متحرك ذو حواجز



مكونات السيور المتحرك

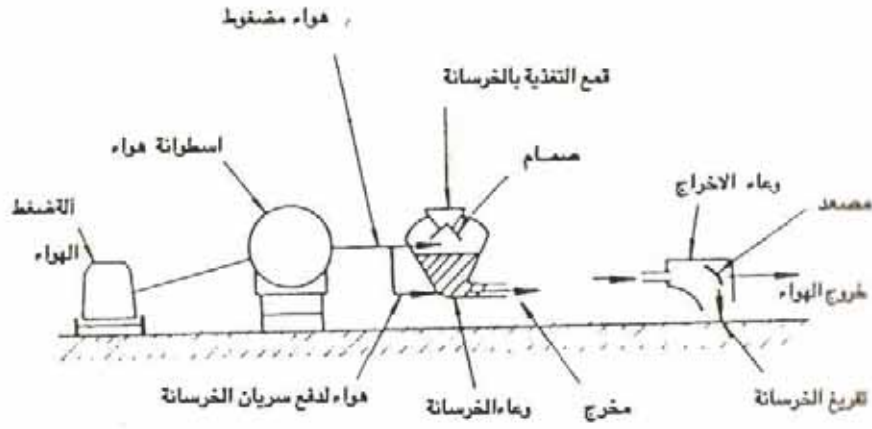


استخدام السيور المتحركة في أعمال الحفر

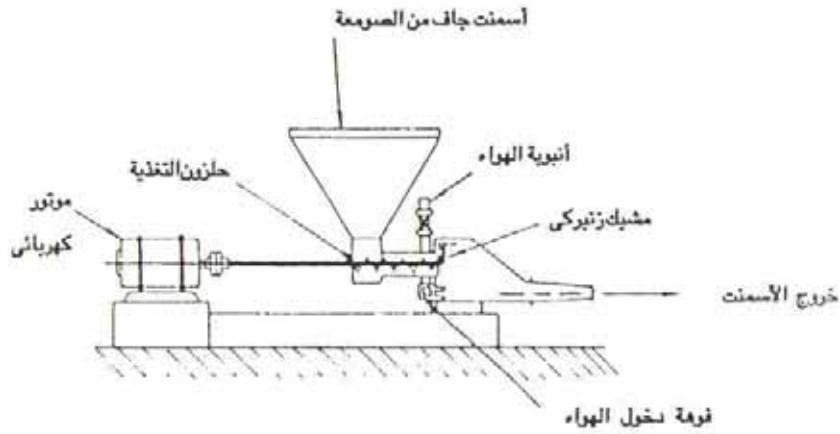


استخدام السيور المتحركة في أعمال نقل التربة والرمل

شكل (٣٩) - ٢ - السيور المتحركة

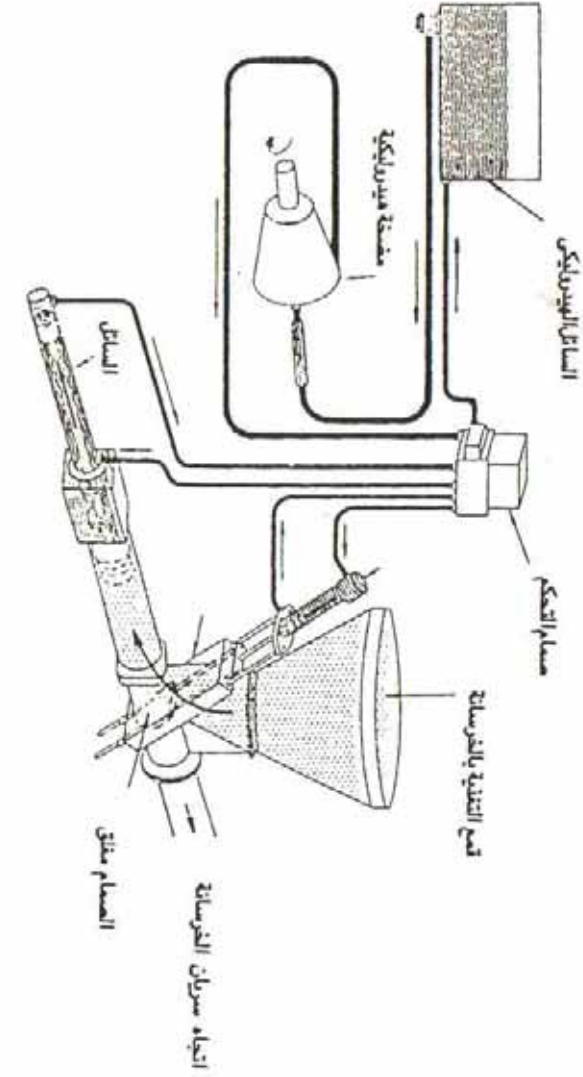


شكل (٤١) مضخة خرسانة تعمل بضغط الهواء



شكل (٤٢) مضخة لنقل الأسمنت البودرة

شكل (٤٠) مضخة خرسانة تعمل بالضغط الهيدروليكي



ب- التحميل والتفريغ Loading and Unloading

تستخدم معدات التحميل (اللوادر) Loaders ومعدات التفريغ Unloaders في هذا الغرض حيث إن قيام معدات الحفر بتلك الوظيفة لا يكون فعالاً على النطاق الواسع. وتصنف اللوادر إلى نوعين:

الشوكية Fork lift loader؛ وهي خاصة بتحميل المواد المعبأة في صناديق والشكاير والطوب المجمع في بالات...إلخ. واللوادر ذات المفرفة Scooping Loader؛ وهي خاصة بتحميل المواد غير المعبأة.

أما معدّات التفريغ فهناك الميكانيكية منها Power unloader، وتلك التي تعمل بضغط الهواء Pneumatic unloader وهي تستخدم في تفريغ الرمل والزلط وكسر الحجر والأسمنت من عربات السكك الحديدية.

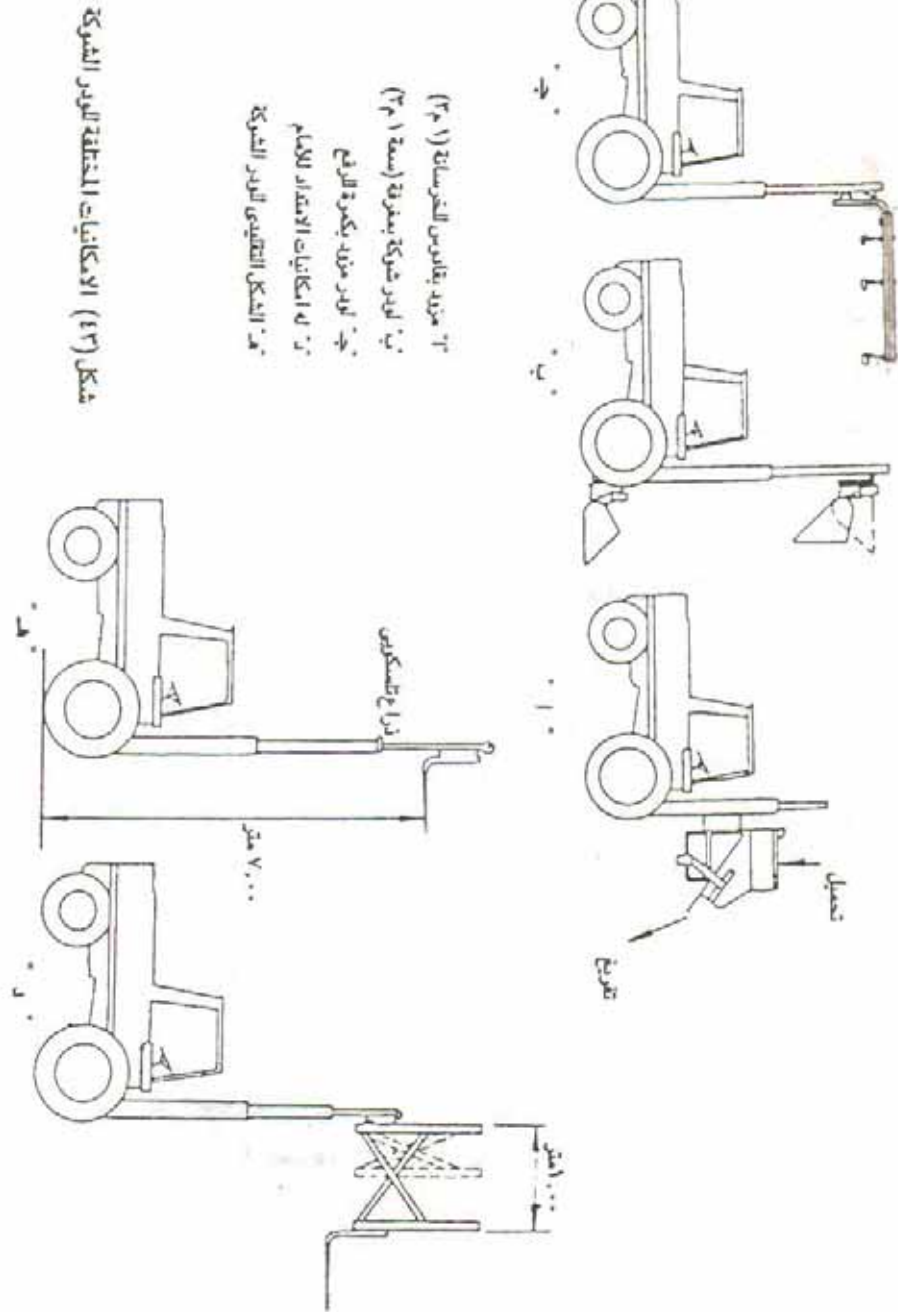
١- اللودر الشوكية Fork lift Loader (شكل ٤٣)

وقد بدأ استخدام هذه المعدة في مجال البناء والتشييد على نطاق واسع في أوائل السبعينات، وهي تستخدم على الطرق المرصوفة ولذلك فإن استخدامها يكون أساساً إما في المخازن (أماكن التشوين) أو في نقل الأجزاء الصغيرة المصنعة، وذلك في مصانع الوحدات الجاهزة.

ويمكن أن يصل وزن الأحمال التي ترفعها الشوكية من ٣ إلى ٥ أطنان وارتفاع الحركة حتى ٦ أمتار، وتبلغ سرعة الرفع بها ٣ إلى ٥٠ متر/دقيقة وهي محملة، وتبلغ سرعة السير بها ٢٠ كلم/ساعة وهي محملة و٤٠ كلم/ساعة وهي فارغة.

وأهم جزء في "اللودر الشوكية" هو الشوكية ذاتها التي تقوم بعملية رفع الأجزاء المطلوب تحميلها، وتركب إما أمامية أو جانبية؛ وذلك لرفع الأحمال الطويلة مثل المواسير والخوازيق.

ويختلف شكل الشوكية باختلاف الأحمال المطلوب رفعها، كما يمكن أن تزود بجاروف Shovel ليتمكنها من رفع المواد غير المعبأة مثل الرمل والزلط. ويمكن أيضاً إضافة عمود إطالة لرفع بعض الأحمال إلى ارتفاعات يمكن أن تصل إلى ٧ أمتار. وتتميز هذه المعدات بسرعة الحركة وقدرة المناورة وانخفاض الهالك مما أدى إلى سرعة انتشارها.



٢- اللوادر ذات المغرفة Scooping Loaders

اللوادر أحادية المغرفة Single bucket Loaders

وهي تستخدم في كافة أغراض التحميل، ومعدّة لتناسب الظروف المختلفة، وهي تسير إما على عجل أو على جنزير. ويعتبر النوع الأول أكثر سرعة وقدرة على المناورة من النوع الثاني، كما أنه لا يشكل خطراً على رصف الطرق التي يسير عليها. أما النوع الثاني (الجنزير) فيقوم بتوزيع الأحمال ويستعمل حيث تكون التربة رخوة ولا يخشى عليها من آثار الجنزير.

ويقوم اللودر بمبكرة عملية التحميل والإنشاء، وذلك بتغيير الملحقات Attachment وأهمها الجاروف (أو القادوس) Bucket وشكل (٤٤، ٤٥) يوضح أهم أشكال تلك الملحقات. وينقسم هذا النوع من اللوادر إلى خفيف تصل قدرته رفعه إلى طنّين، ومتوسط بقدرة ٤ أطنان وثقيل بقدرة تصل إلى عشرة أطنان.

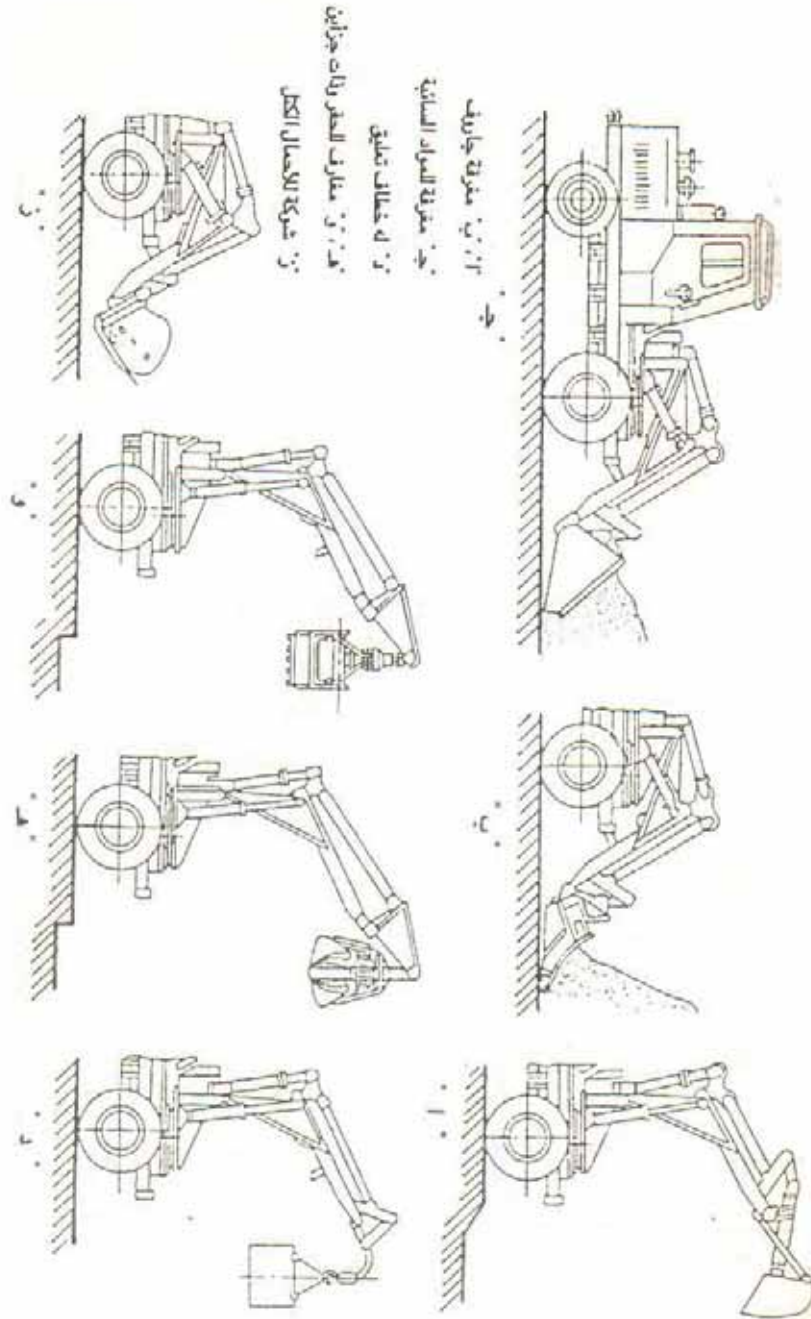
اللوادر متعددة المغارف Multi-bucket Loaders

وهي ذات حركة مستمرة وتستخدم في المشاريع الضخمة مثل إنشاء الطرق والأعمال التي تتطلب تحميلاً متواصلاً، وتصل فاعليتها من ٤٠ إلى ٦٠٪ أكثر من اللوادر أحادية المغرفة.

وهذه اللوادر عملية جداً في شحن وتفريغ اللواري ذات القلابات المسطحة، كما يمكن استخدامها على خطوط الإنتاج في مصانع الوحدات الجاهزة حيث تقوم بعملية وضع الرمل والزلط داخل الخلاطات (شكل ٤٦) والجزء الذي يقوم بعملية التحميل عبارة عن خط تغذية يتكون من سير رافع مزود بعدة أجرقة، ويتوسط لولبين عن



شكل (٤٦) لودر متعدد المغارف



شكل (٤٤) الأشكال المختلفة للمغرفة التي يمكن تركيبها باللودر

يسمونه ويساره. وعند دوران الخط تنتقل المواد إلى الأجرفة من خلال عملية الغرف
ومساعد على ذلك وجود مكشطة أسفل الخط (في بدايته).
وعادة مايكون تفرغ الأحمال على سيور نقالة تنقلها بدورها إلى اللواري، أو
وسيلة النقل خارج الموقع.

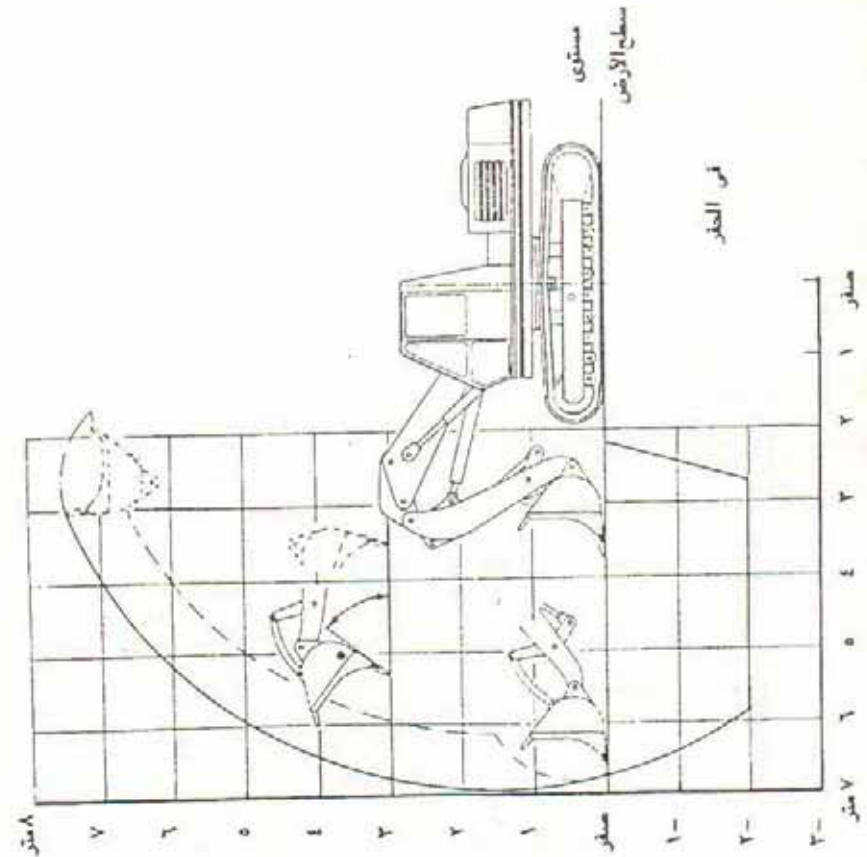
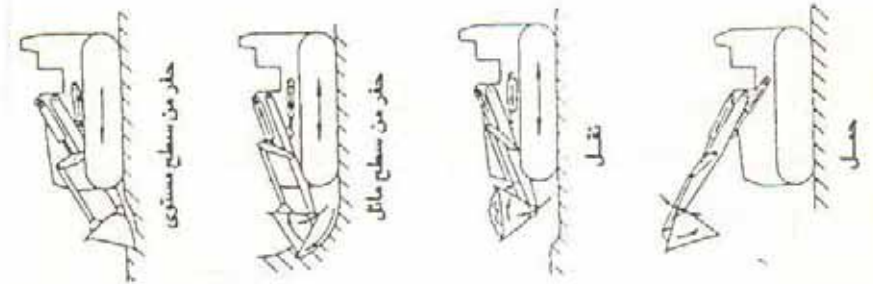
٣- معدات التفرغ الميكانيكية *Power unloaders*

وهي تستعمل على المقياس الكبير في تفرغ الشاحنات غير المغطاة المحملة
بالرمل أو الزلط أو كسر الحجر (شكل ٤٧).
ويتكون الجهاز من إطار جمالونى ذاتى الحركة على عجل أو قضبان حديدية،
معلق فيه اثنتان من الروافع ذات المغارف *Bucket elevators*. ويتصل بهذه المجموعة
سيور متحرك آخر *Belt Conveyor* لنقل الأتربة إلى سير التفرغ. وتتم عملية
التفرغ كالتالى:

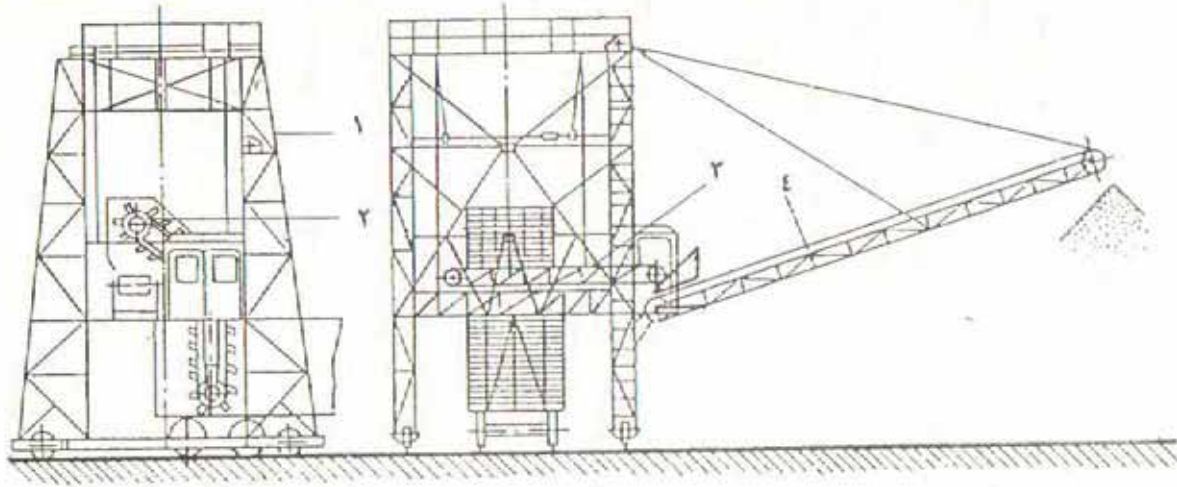
تقف الشاحنة المرغوب تفرغها تحت الإطار مع مراعاة أن تكون مجموعة
الروافع فى الوضع العلوى. وعند بدء التشغيل يتم إنزال الروافع داخل صندوق
الشاحنة، ويراعى أن يكون عرضه الداخلى أكبر من عرض الروافع، وعندئذ تبدأ سيور
الروافع فى الدوران، وتقوم الجواريف بغرف المادة من الأمام إلى الخلف، ويتحرك الإطار
الجمالونى حتى يصل إلى نهاية صندوق الشاحنة لتفرغه. بعد ذلك ترتفع الروافع إلى
أعلى ثم تأتى شاحنة أخرى موضع الأولى، أو فى بعض الأحيان يتحرك الإطار نفسه
ليفرغ السيارة التالية. ويمكن مقارنة فكرة التشغيل هذه بفكرة الجهاز الآلى لغسيل
السيارات. ويسمح طول سير التفرغ *Dumping belt Conveyor* بنقل المواد حتى
مسافة ٢٠ إلى ٢٥ متراً من الشاحنة المطلوب تفرغها، كما يمكن أن يتحرك بزاوية
تصل إلى ٢٠°، وذلك لإمكانية تكديس المواد إلى ارتفاع يصل من ٨ إلى ٩ أمتار.
تبلغ قدرة التفرغ لتلك المعدة من ٣٠٠ إلى ٤٥٠ طن/ساعة.

٤- معدات تفرغ تعمل بضغط الهواء *Pneumatic Unloaders* (شكل ٤٨)

وهي تقوم بتفرغ من ٢٠ إلى ٥٠ طن/ساعة. وتبلغ المسافة التى تنقل إليها



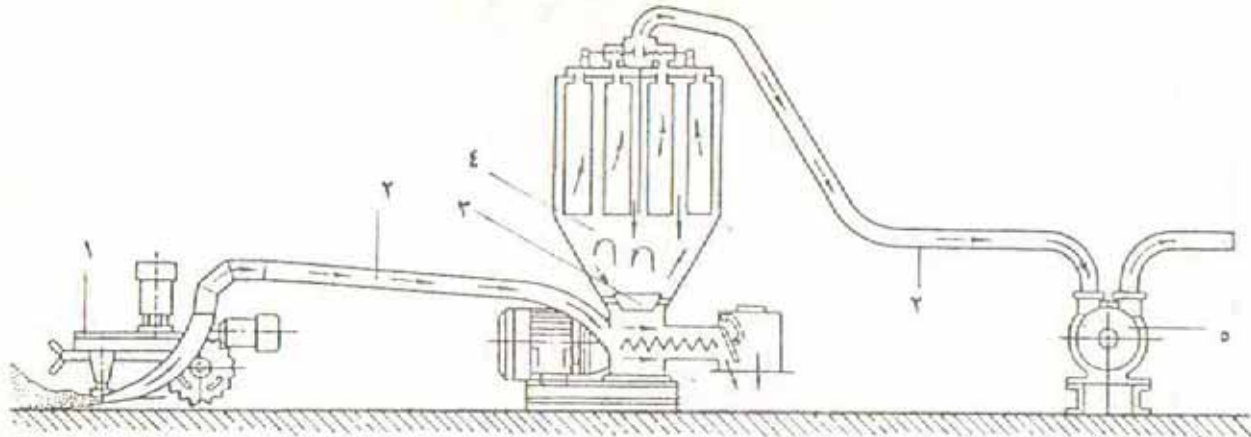
شكل (٤٥) اللودر ذو الغرفة المتحرك على جنزير وامكانيات تشغيله



٢ - رافعة متعددة المغارف
 ٤ - سير متحرك مائل

١ - إطار جمالوني متحرك ذاتيا
 ٣ - سير متحرك أفقي

شكل (٤٧) معدة التفريغ الميكانيكية



٢ - أنابيب شفط المادة السائبة
 ٤ - غرفة تجميع المادة

١ - لوحة الشفط
 ٣ - بوابة
 ٥ - مضخة شفط

شكل (٤٨) معدة تفريغ بشفط الهواء

وتعتمد كافة الأوناش المعروفة والمعقدة التركيب فى تشغيلها على نفس الأسس
صليبة، يضاف إليها مميزات إمكانية الحركة ومرونتها فى كافة الاتجاهات، لذا فإنها
تعد فى حل الكثير من مشاكل النقل والرفع. وهناك طرق متعددة لتصنيف الأوناش
من الأنواع ومن أبسطها تقسيمها إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي: (جدول رقم ٢)

١- الأوناش المتحركة Mobile Cranes

ب- الأوناش الثابتة Satic or Stationary Cranes

ج- الأوناش البرجية Tower Cranes

ويمكن تناول هذه الأنواع بالشرح وإيضاح مجالات وإمكانات استخدامها
كما يلي:

١- الأوناش المتحركة Mobile Cranes

وتتنوع تنوعاً كبيراً من حيث التصميم والقدرة، وتتميز بدائرة تشغيل كاملة
٣٦٠° ومحور منخفض وصارى يمكن التحكم فى حركته.

وتنقسم الأوناش المتحركة إلى خمس مجموعات.

١- الأوناش ذاتية الحركة Self Propelled Cranes

٢- الأوناش المحملة على لوارى Lorry mounted Cranes

٣- الأوناش المتحركة على قضبان Track mounted Cranes

٤- الأوناش ذات الصارى Mast Cranes

٥- الأوناش (العبارى) ذات الكوبرى Gantry Cranes

١- الأوناش ذاتية الحركة Self Propelled Cranes (شكل ٤٩)

وقدرتها لا تتعدى غالباً ١٠ أطنان، وهى إما محملة على عجل (إطارات
تارتشوك) أو على جنزير Crawler. ويمكن قيادة النوع الأول بالتحرك من موقع إلى
آخر على الطرق الأسفلت العادية؛ وذلك بسرعة لا تتعدى ٣٠ كلم/ساعة. وللوصول
إلى أقصى فاعلية لهذا النوع يجب أن تكون الأرض صلبة، لذلك فإنه فى معظم المواقع
تتم الاستعانة بالنوع المحمل على جنزير.

ويمكن تمييز الأوناش ذاتية الحركة عن الأنواع الأخرى من الأوناش المتحركة بأنها
مزودة بكابينة واحدة يقوم السائق منها بقيادة الونش وتشغيله. وفى الأنواع الصغيرة

الونش المطلوب تفريغها من ١٢ إلى ٤٠ متراً، ويصل ارتفاع التخزين إلى ٣٥ متراً،
وفكرة التشغيل بها هى نفس فكرة المكينة الكهربائية Vacuum cleaner.

ثالثاً: معدات الحركة الرأسية: الرفع

Vertical movement, Hoisting Equipments

كثيراً ما تتطلب عمليات البناء والتشييد رفع المواد الخام أو المصنعة ثقيلة
الوزن إلى ارتفاعات عالية؛ لذا كانت ميكنة هذه العمليات ضرورية حيث تزيد من
السرعة فى التنفيذ، مما يخفض الفترة الزمنية غير المنتجة (فترة النقل والرفع)، علاوة
على الاستغناء عن جزء كبير من العمالة البشرية، مما يخفض التكلفة العامة للمشروع.
وقد استعملت معدات الرفع على مر العصور حيث كانت الروافع البسيطة
المعروفة لدى الحضارات القديمة؛ فاستخدمت الحبال مع الكمرات الخشبية لتكوين هذه
الروافع والتي مازالت أنواع منها تستخدم حتى الوقت الحالى. وقد تأثرت معدات الرفع
-مثلها مثل معدات النقل- باختراع الآلة البخارية التي زادت من قدرة هذه المعدات،
وتزايدت هذه القدرة والإمكانية أكثر باستخدام الموتورات الكهربائية أو التي تعمل
بالبديزل أو بالهواء المضغوط. ومن أهم المعدات التي تستخدم حالياً فى عمليات الرفع؛
الأوناش والمصاعد والسيور.

١- الأوناش Cranes

يمكن تعريف الونش بأنه معدة أو آلة لرفع الأحمال بواسطة حبل، ونظراً لتعدد
أنماط الأوناش المعروضة فى السوق فإن اختيار المناسب منها يجب أن يتم فى المقام الأول
على أساس العائد الاقتصادى مع اعتبار ظروف الموقع.

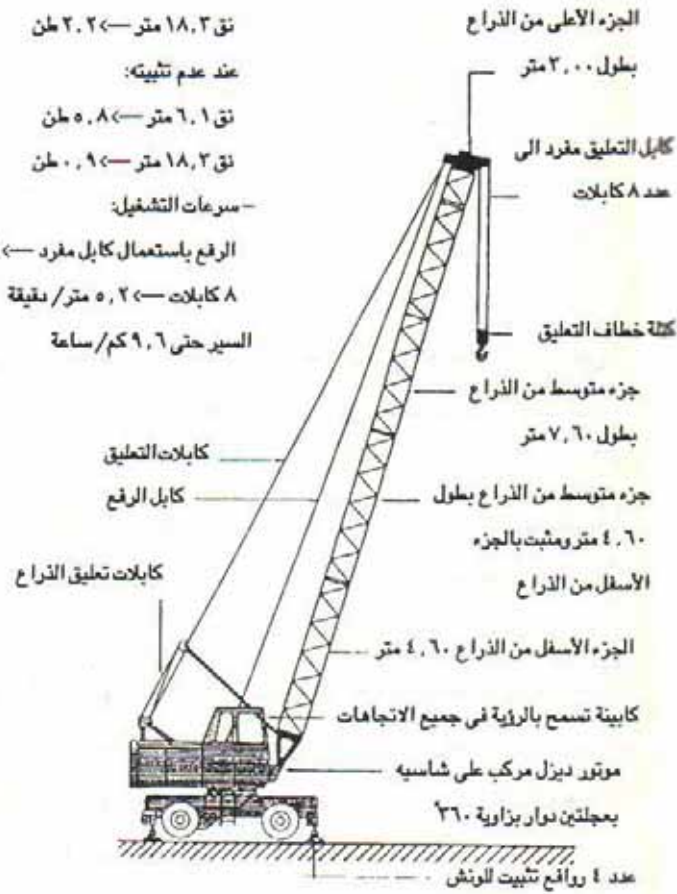
وأبسط أشكال الونش المعروفة يتكون من بكرة يلتف حولها الحبل أو السلك،
وتعلق من كمره أو سقالة ويتم التشغيل يدوياً. ونظراً لما يتطلبه هذا النوع من مجهود
عضلى فإنه لا يستخدم إلا فى حالة الأحمال الخفيفة وفى العمليات الصغيرة. ويمكن
زيادة قدرة هذا النوع باستخدام مجموعة بكرات بدلاً من واحدة.

- أقصى طول للذراع الاصلية ٢٨,١ متر يمكن زيادته
- بإضافة جزء بطول ١٢,٢ متر أو ٦,١ متر
- قدرة الرفع بذراع طوله ١٩,٨ مع تشبيته:

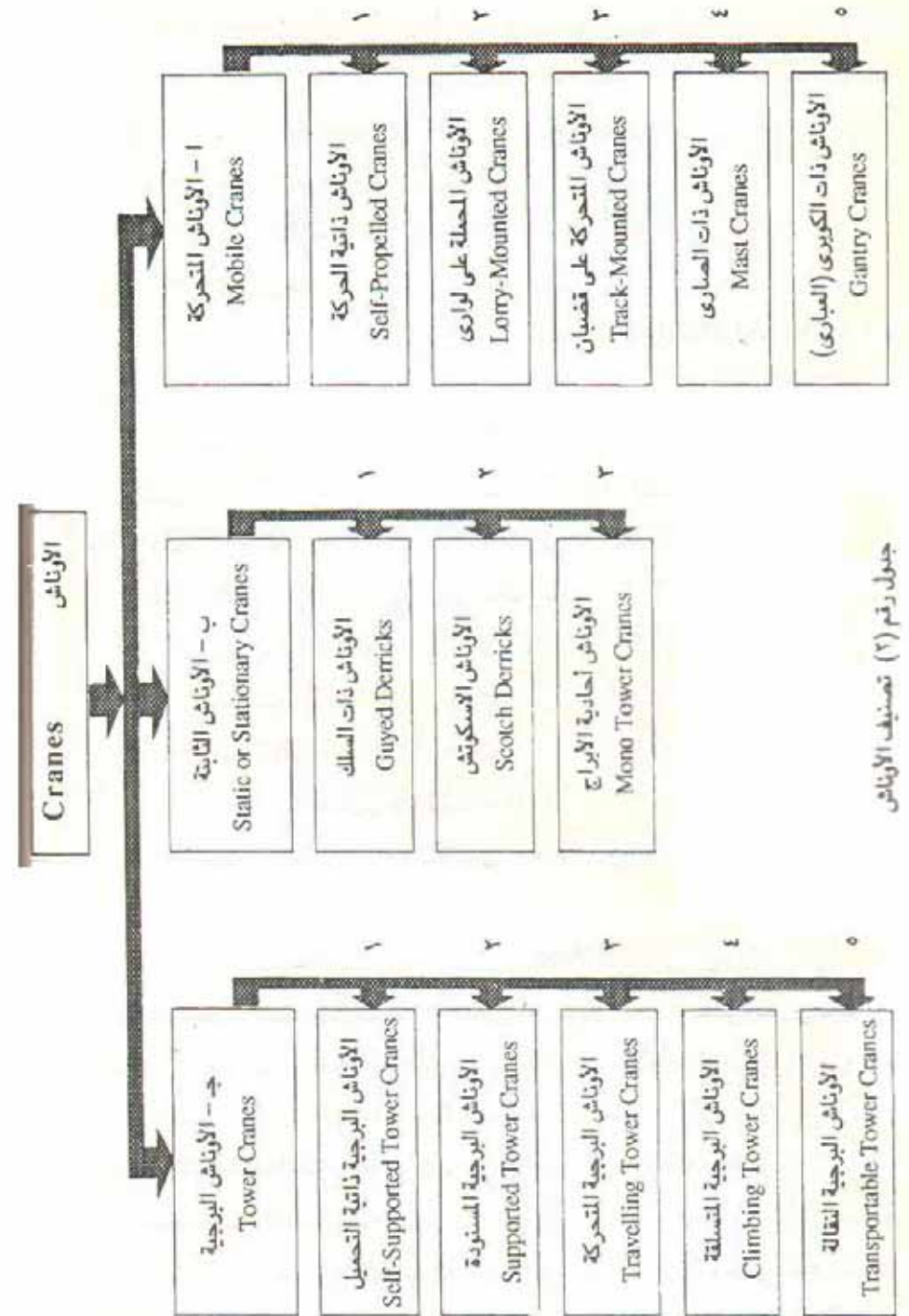
- نق ٤,٦ متر < ١٥,٥ طن
- نق ١٨,٣ متر < ٢,٢ طن
- عند عدم تشبيته:

- نق ٦,١ متر < ٥,٨ طن
- نق ١٨,٣ متر < ٠,٩ طن
- سرعات التشغيل:

- الرفع باستعمال كابل مفرد < ٤٢,٧ متر/ دقيقة
- ٨ كابلات < ٥,٢ متر/ دقيقة
- السير حتى ٩,٦ كم/ ساعة



شكل (٤٩) الشكل التقليدي للونش ذاتي الحركة



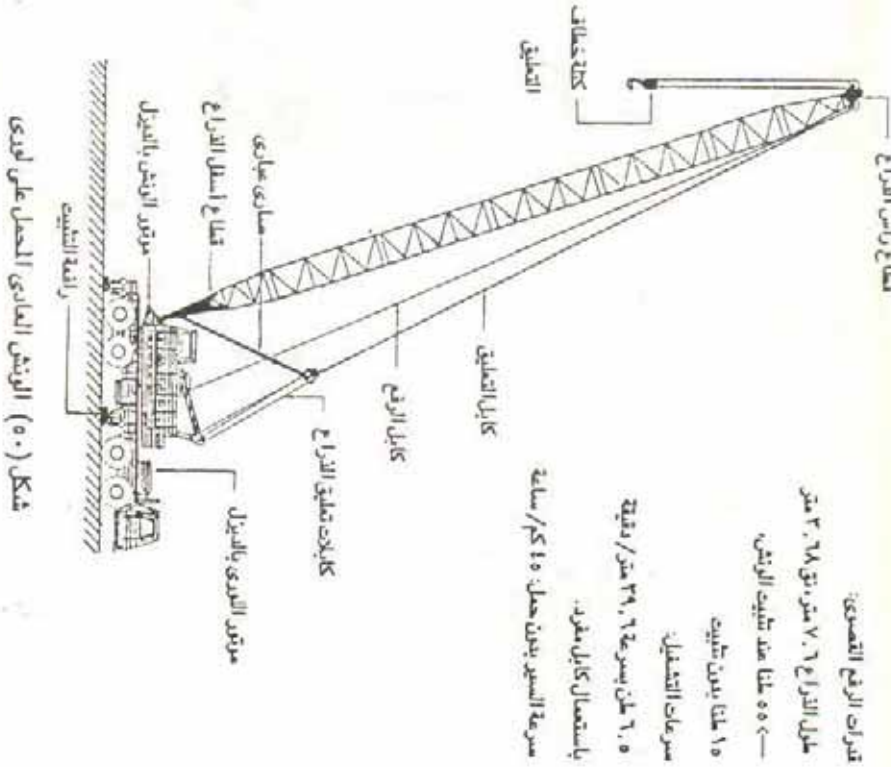
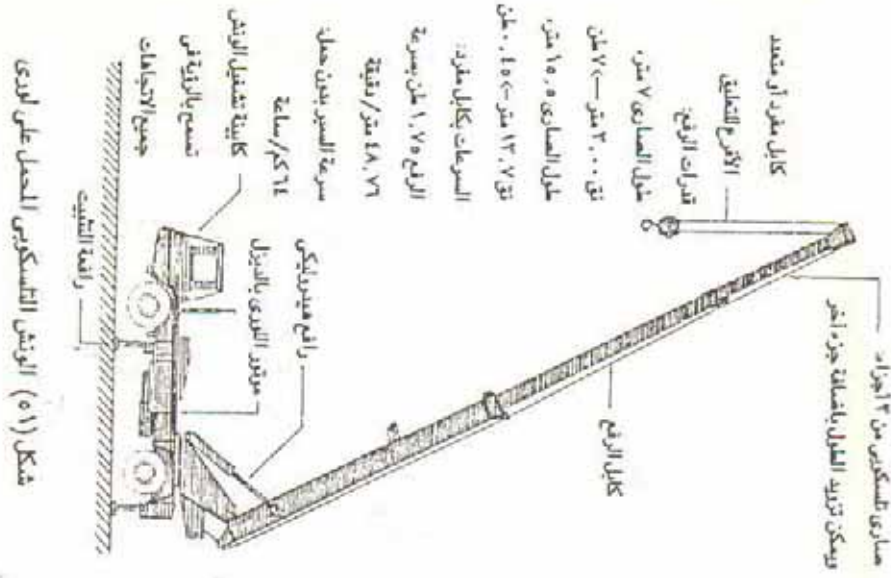
يكون الصارى تلسكوبياً للحصول على إمكانيات أكبر في التشغيل. وعموماً فإنه كلما كان الصارى أقصر كان الحمل الممكن رفعه أكبر.

٢- الأوناش المحملة على لورى Lorry mounted Cranes شكل (٥١، ٥٠)
 ولهذا النوع حرية أكبر في الحركة على الطرق العامة عن تلك ذاتية الحركة، حيث تصل سرعتها إلى ٤٨ كم/ساعة. ولكن تقل تلك الحركة في الموقع ذاته حيث تحتاج إلى أرض صلبة مهيأة. لذلك يكون استخدامها أساساً في الأغراض التي تتطلب حركة سريعة من موقع إلى آخر وفي المباني منخفضة الارتفاع. وفي هذا النوع يقوم السائق بقيادة اللورى بالطريقة العادية، ولكن يتم تشغيل الونش من كابينة أو موضع آخر منفصل. وتتراوح قدرة الرفع لهذا النوع من ٥ إلى ٢٠ طناً، وذلك في الوضع الحر، ويمكن زيادة تلك القدرة باستخدام سنادات ائزان Outrigger stabilisers.

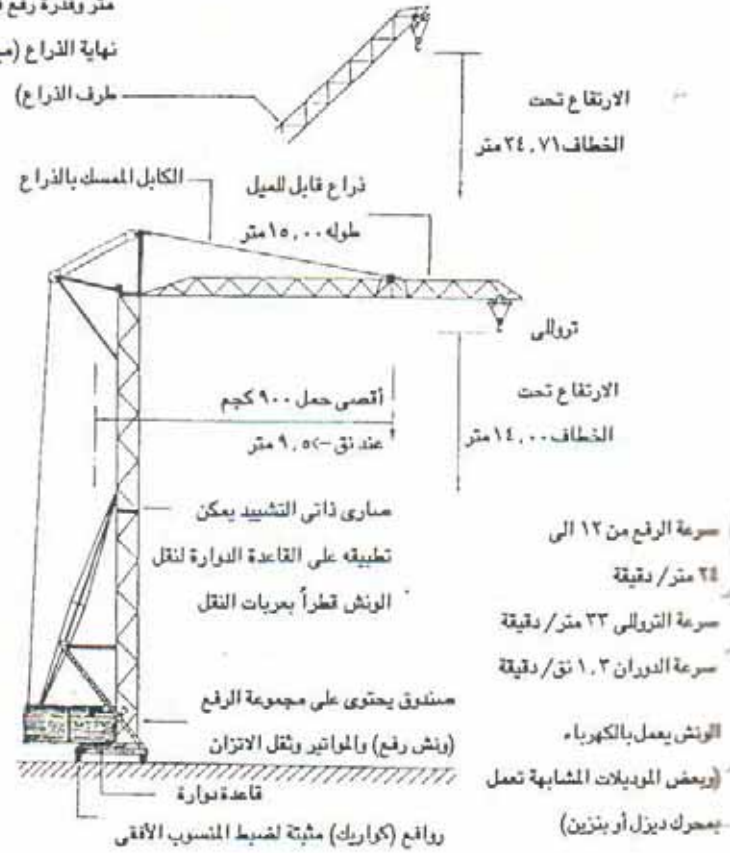
ويوجد نوعان أساسيان من الصواري، وهما التلسكوبى والجمالونى. والنوع الأول أسرع في التركيب؛ لذلك فإن استخدامه أنسب في حالة تأجير المعدة لمدة قصيرة.

٣- الأوناش المتحركة على قضبان Track mounted Cranes شكل (٥٢)
 وحسب ظروف المشروع فإن تركيب ونش ذى جنزير متحرك على قضبان حديدية، يغطى مساحة تخديم أكبر؛ وذلك بسبب حركته بطول القضبان. ويستخدم هذا النوع في المواقع ذات الاستطالة والمخصصة لمشاريع الاسكان، حيث يمكن للونش الواحد التخديم على أكثر من مكان دون الحاجة إلى أرض صلبة أو مهيأة. ويمثل هذا النوع في قدرته الونش المحمل على لورى. ومن عيوب هذا النوع أن الحركة في الاتجاه الأفقى مقيدة باتجاه واحد هو اتجاه القضبان.

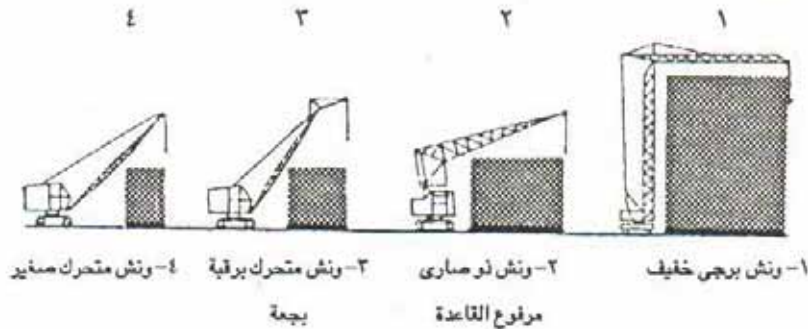
٤- الأوناش ذات الصارى Mast Cranes شكل (٥٣)
 ويمكن أن تكون مركبة على لورى أو على جنزير وقضبان. وهى تشبه إلى حد كبير الأوناش البرجية المتحركة ولكن هناك ثلاثة فروق أساسية وهى:
 - يتصل الصارى بالذراع الأفقية؛ ويثبت في الوضع الرأسى بواسطة كابلات شد.



يمكن إمالة الذراع إلى أعلى بزاوية ٤٥
لتغطي أقصى دائرة تشغيل تق ١٠.٧
متر وقدرة رفع قصوى ٥٥٠ كجم عند
نهاية الذراع (مع تثبيت التروالى عند

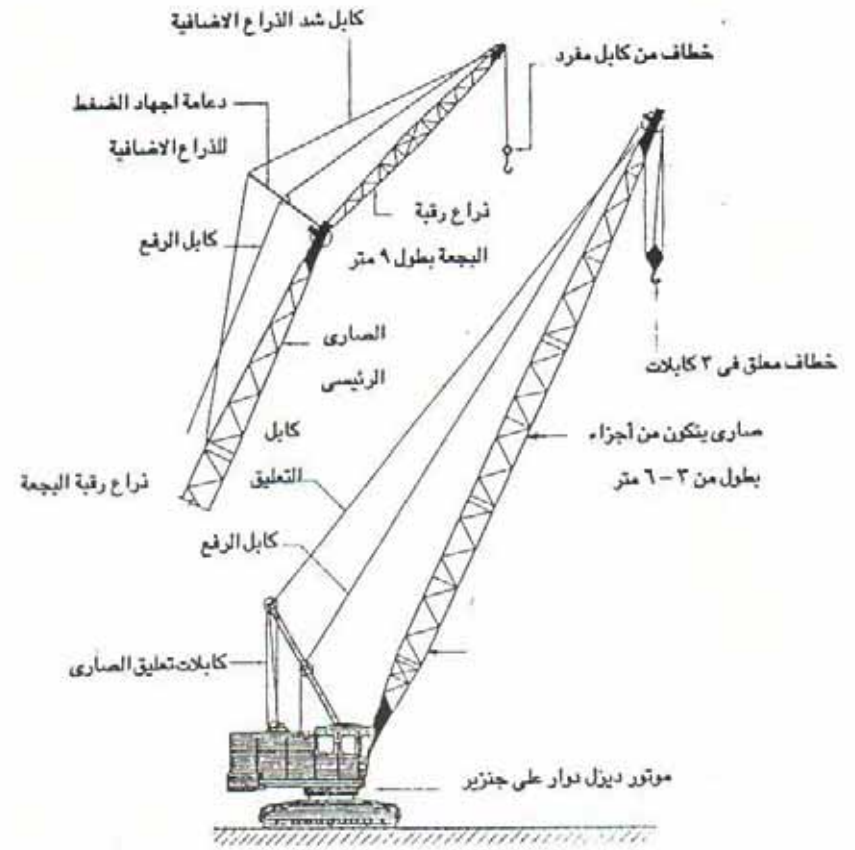


شكل (٥٣) الونش (القابل للتحريك) ذو الصاري ذاتي التشييد



شكل (٥٤) حيز التشغيل للأوناش المختلفة وعلاقتها بالمبنى مع ملاحظة أن طول الذراع واحد في الحالات الأربع

يتكون الصاري من أجزاء بطول من ٣ إلى ٦ أمتار ليصل طوله إلى ٢٧.٠٠ متر في حالة التعليق بكابل ثلاثي مع دائرة تشغيل تق: ٧.٦ متر وقدرة رفع تصل إلى ١٤ طن. وفي حالة تق: ٢٦.٠٠ متر، تكون قدرة الرفع ٢ طن. يمكن إضافة ذراع رقية البيجة بطول من ٩.٠٠ إلى ١٢.٠٠ ليصل طول الصاري إلى ٥١.٨ متر.



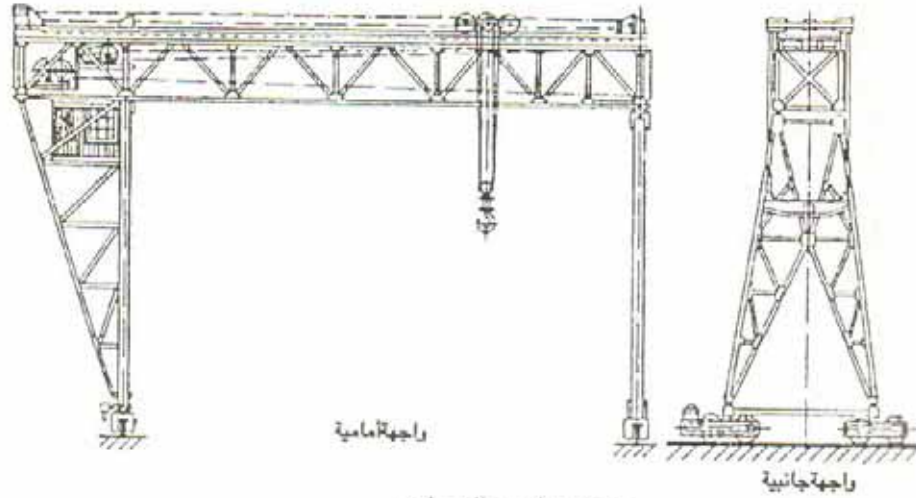
شكل (٥٢) الأوناش المتحركة على قضبان

- تدور الذراع الأفقية حول الصاري على منسوب عالٍ حيث يمكن التحكم في اتجاهها.

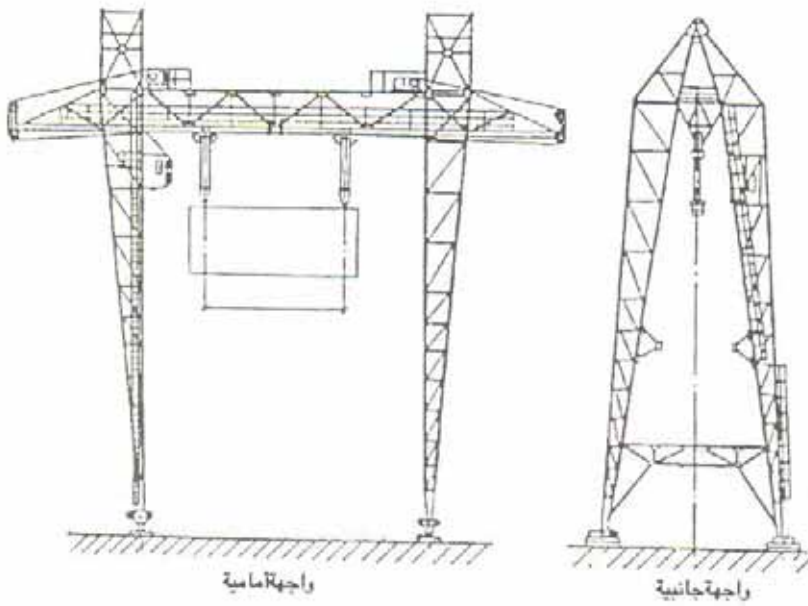
- يتم التشغيل من الكابينة الخاصة بالمعدة.

ومن أهم مميزات الأوناش ذات الصاري والمحور العالى، إمكانية اقترابها من المبنى أكثر من مثيلاتها ذات المحور المنخفض؛ لذا كان إستخدامها مطلوباً فى المواقع الضيقة.

وعموماً فإنه يتعين عند توزيع الأعمال والمعدات المختلفة فى الموقع وضع الونش على بعد كافٍ من المبنى حتى لا يصطدم الذراع المنخفض بقمة المبنى. وإذا لم تسمح أبعاد الموقع بهذا يمكن استخدام ذراع رقبة البجعة Swan neck Jib كما هو مبين بشكل (٥٤) أو اللجوء إلى استخدام الأوناش ذات الصاري والمحور المرتفع.



ونش ذو صاري جمالونى واحد



ونش ذو صارين جمالونيين

شكل (٥٥) أشكال من الونش العيارى

٥- الأوناش ذات الكوبرى (العيارى) Gantry Cranes شكل (٥٥، ٥٦)

وهى أوناش تتحرك على قضبان وتستخدم فى العمليات الكبيرة لرفع المعدات ومواد البناء الثقيلة، وأيضاً قطع الكبارى سابقة التجهيز مثل البلاطات والكممرات... إلخ. وتتراوح قدرة الرفع لهذا النوع من الأوناش من ١٠ إلى ٥٠٠ طن. وتستخدم عندما يكون المطلوب تغطية كل من مسطح الصب ومسطح التخزين بالحركة. وتتكون الونش ذو الكوبرى من كمرة جمالونية أفقية ترتكز على صارين رأسيين على شكل جمالون ويرتكزان بدورهما على عجل يتحرك على قضبان حديدية.

وينزلق على الكمرة الأفقية التورللى الذى يقوم بعملية رفع الأحمال. ويتم التحكم فى حركته من كابينة التحكم الموجودة عند زاوية تقابل الكمرة الأفقية مع الصاري الرأسى.

وتتراوح المسافة بين الصارين الرأسيين من ١٠ إلى ٥٠ متراً وأحياناً تمتد هذه المسافة بعد الصارين فى شكل كابولى بطول من ٤ إلى ١٠ أمتار، وذلك لتوسيع مجال التشغيل. وبالإمكان أن يصل ارتفاع هذا النوع من الأوناش إلى ٣٠ متراً.

وهذا النوع من الأوناش يتوفر فيه عنصر الأمان وسهولة الاستخدام، حيث لا يتطلب نوعية معينة من الأرض (مرصوفة أو ترابية) ولا يستخدم به ثقل، كما يعطى

الفرصة لمجال رؤية كبير والحركة في ثلاثة اتجاهات رأسية وأفقية ومستعرضة.
وعلى الرغم من الاستعمال المحدود لهذا النوع إلا أنه يكون نموذجياً بالنسبة
للمساكن الجاهزة متوسطة الارتفاع.

ب- الأوناش الثابتة Static or Stationary Cranes

وهي التي لا تتحرك عن موضع التشغيل بالموقع حيث تثبت على قاعدة ثابتة،
وتستعمل حيث يكون المطلوب رفع أحمال ثقيلة وقليلة العدد نسبياً، وهي منتشرة
الاستعمال في رفع أجزاء المنشآت المعدنية.
وتشمل الأوناش الثابتة الأنواع التالية:

١- الأوناش ذات السلك (أو الشدادة) Guyed Derricks

٢- الأوناش الأسكوتش Scotch Derricks

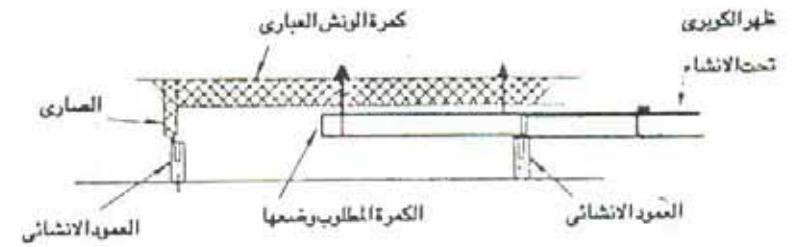
٣- الأوناش أحادية الأبراج Monotower Derricks

١- الأوناش ذات السلك Guyed Derricks (شكل ٥٧)

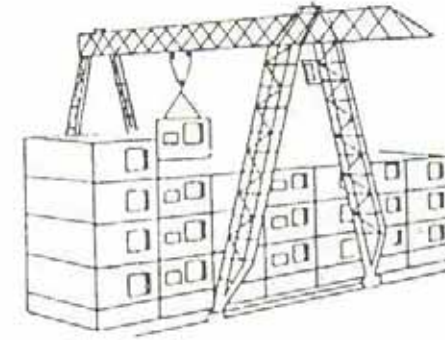
وهو نوع بسيط وغير مرتفع الثمن نسبياً، يحركه موتور ديزل أو كهربائي؛
ويتكون من صاري جمالوني مزود بقاعدة حاملة ومثبت في وضعه بواسطة خمسة
كابلات أو أكثر. والذراع الرافعة (وهي غير متصلة بالصاري وتدور حول محور)
منخفضة، وتقل قليلاً في الطول عن الصاري الرأسى بحيث لا تعوق الكابلات المثبتة
حركتها في دائرة كاملة.

٢- الأوناش الأسكوتش Scotch Derricks (شكل ٥٨)

وهي تتكون من صاري دوار حتى زاوية 270° وذراع جمالوني. ويأخذ الصاري
وضعا رأسياً بواسطة جمالونين صلب متصلين بأعلى الصاري، ويميلان بزاوية 45°
على الأفقى ويصنعان زاوية 90° في المسقط الأفقى. وتتصل أطرافهما السفلية كل
بجمالون ثالث في المستوى الأفقى ليكون كل ثلاثة مثلث، ويربط جمالون أفقى بين
نهايتي المثلثين. وتلك الأطراف السفلية مثبتة بكتل خرسانية (بلوكات) ثقيلة



استخدام الونش العبارى في رفع كمرات الكبارى



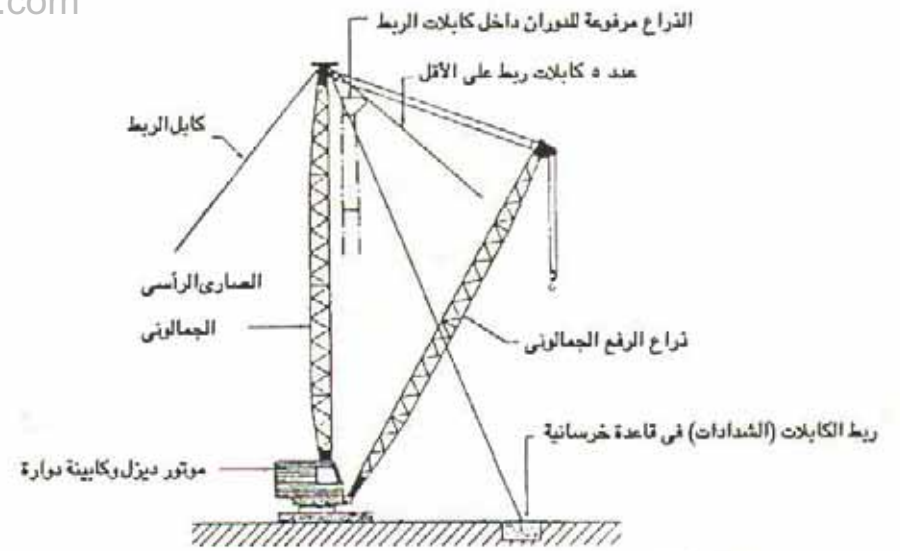
استخدام الونش العبارى في المباني متعددة الطوابق

شكل (٥٦) استخدامات الونش العبارى

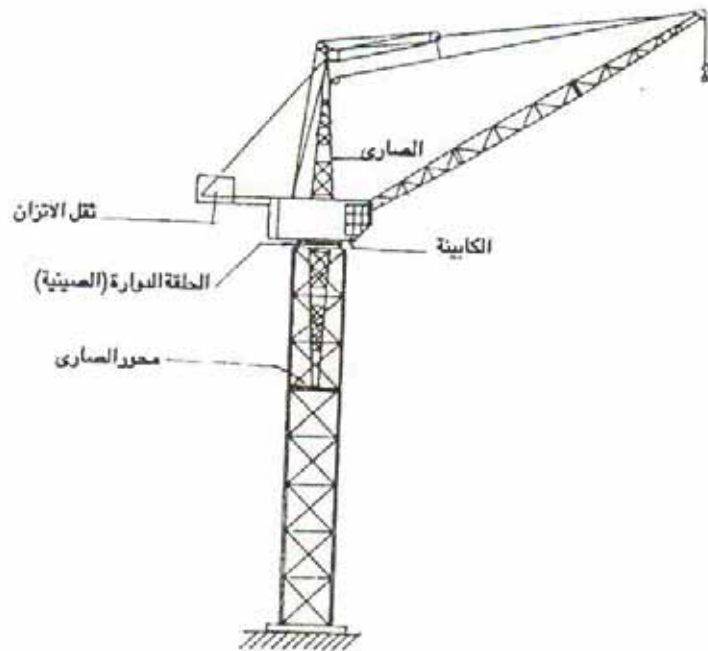
مشتركة. وعادة ما يستخدم موتور كهربائى وأحياناً ما يستخدم موتور ديزل فى هذا النوع من الأوناش. ويستخدم هذا النوع - مثل النوع السابق - فى أعمال المنشآت المعدنية.

٣- الأوناش أحادية الأبراج Monotower Derricks (شكل ٥٩)

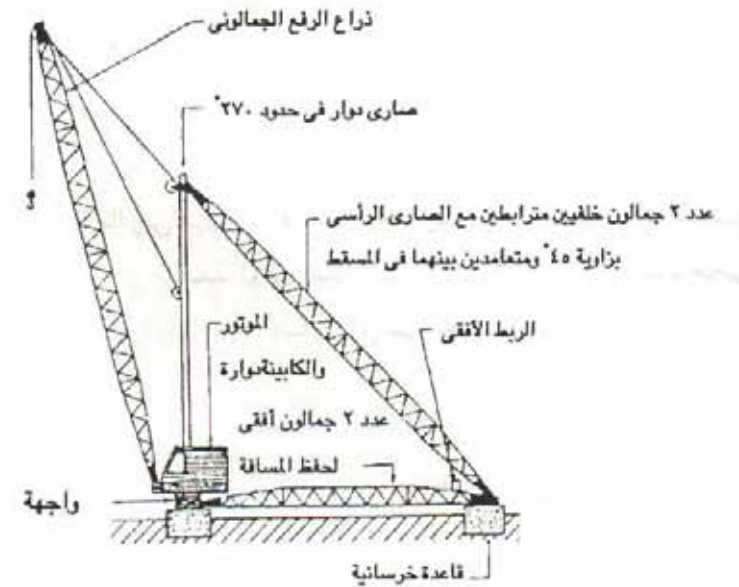
وهى فى فكرتها الأساسية عبارة عن ونش اسكوتش مرفوع على برج جمالونى مشين. ويتمدد صاري الونش العلوى إلى مسافة معقولة داخل جسم البرج. ويصل لارتفاع البرج إلى ٢٤ متراً بينما يصل طول الذراع إلى ١٦ متراً، ويرفع حملاً حتى ٦٠ طنين، وذلك عند أقصى طول ذراع له، ولكى يكون استخدامه بطريقة اقتصادية، يجب أن يأخذ وضعاً مركزياً فى الموقع ليعطى أكبر دائرة تشغيل ممكنة.



شكل (٥٧) الونش ذو الكابل



شكل (٥٩) ونش أحادى البرج



مسقط أفقى

شكل (٥٨) الونش الاسكوتش

ج- الأوتاش البرجية Tower Cranes

بدأ استخدام هذه الأوتاش مع بداية الخمسينات، وهي تعمل بالكهرباء، وذات وزن خفيف سهلة النقل وسريعة التركيب، مما يجعلها من أكثر المعدات شيوعاً في مواقع العمل. وتوجد تلك الأوتاش في أشكال مختلفة من حيث تثبيت الذراع بالصاري؛ فهناك النوع ذو الذراع الأفقية التي تدور دائرة كاملة حول الصاري. وهناك النوع ذو الذراع التي يمكن تحريكها في المستوى الرأسى علاوة على حركتها الدائرية. وفي جميع الأحوال فإن الذراع والصاري مكونان من منشأ جبالونى، وتثبت كابينة السائق بأعلى الصاري. ويصل طول الذراع إلى ٣٠ متراً وقدرة الرفع إلى خمسة أطنان عند هذا الوضع.

وتتميز الأوتاش البرجية ذات الذراع الأفقية بإمكانية جعل الحمل قريباً من البرج، أو بتعبير أدق من تقصير ذراع الرافعة مما يمكن معه زيادة الحمل، كما يتميز النوع الثانى (ذو الذراع المتحركة فى المستوى الرأسى) بإمكانية رفع الحمل أعلى من موانع الحركة المتمثلة فى المباني المجاورة للمشروع؛ مما يجعل لها دائرة تشغيل حرة. ولكى يمكن زيادة ارتفاع الصاري فقد صممت بعض الأوتاش على أساس الصاري التلسكوبى Telescopic Mast حيث الذراع متصلة بجزء علوى منفصل قابل للإنتلاق داخل أو خارج الجسم الرئيسى للصاري أو البرج، وأثناء عملية التشغيل يتم تثبيت الجزأين معاً، وتأمينهما شكل (٦٠، ٦١، ٦٢، ٦٣)

والأنواع الأساسية للأوتاش البرجية هي:

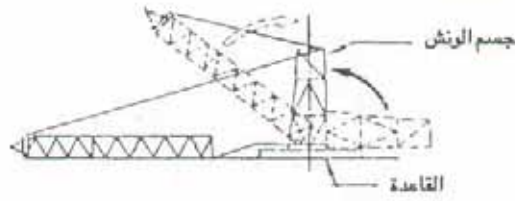
- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| ١- الأوتاش البرجية ذاتية التحميل | Self supported tower Cranes |
| ٢- الأوتاش البرجية المستنودة | Supported tower Cranes |
| ٣- الأوتاش البرجية المتحركة (السائرة) | Travelling tower Cranes |
| ٤- الأوتاش البرجية المتسلقة | Climbing tower Cranes |
| ٥- الأوتاش البرجية النقلة | Transportable tower Cranes |

وسوف نتناول أوصاف وخصائص وقدرة كل من هذه الأوتاش على حدة كالتالى:

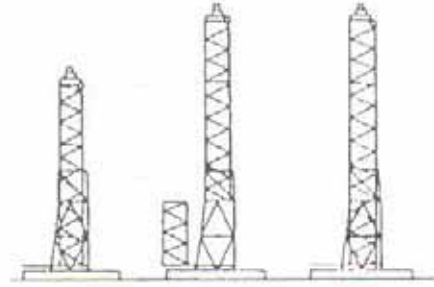
- ١- الأوتاش البرجية ذاتية التحميل Self supported tower Cranes

(شكل ٦٤، ٦٥)

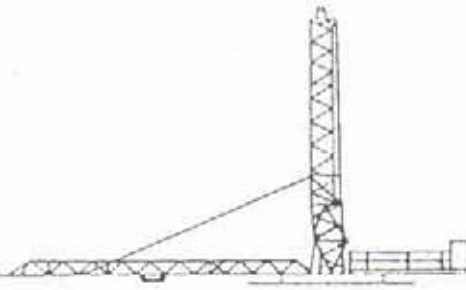
١- يتم اعداد القاعدة وينصب الجزء الأول من الصارى الى مكانه



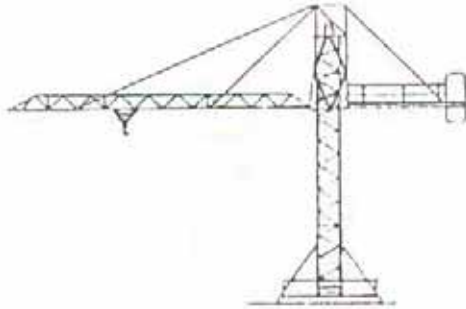
٢- توضع الطبلية الدوارة فوقه وكذلك بقية أجزاء الصارى المتسلقة



٣- تثبت الذراع وتقل الاتزان فى مكانهما



٤- تربط الذراع بالكابلات ويتم رفعها ذاتيا أو بواسطة ونش



شكل (٦٠) خطوات تشييد ونش برجى

نتقدم بجزيل الشكر للمهندس رضا نصير المعيد بقسم
الهندسة المعمارية بهندسة عين شمس على معاونته فى
إخراج الرسومات،
كذلك للمهندس جلال عبادة المعيد بنفس القسم لقيامه
بتصميم وتنفيذ غلاف الكتاب.

المؤلفان

كذلك لابد من تقديم بالغ الشكر والامتنان للدكتور على
الحفناوى على مجهوده السخى لإخراج الأشكال
بالكمبيوتر بهذا التنسيق الجميل .

الناشر

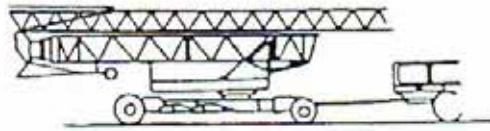
ميكنة البناء بالموقع
المؤلفان : د. م. شفق العوضى الوكيل ، د. م. محمد عبد الله سراج
الطبعة الأولى ١٩٩٠
عالم الكتب - ٣٨ عبد الخالق ثروت - القاهرة
ص.ب. : ٦٦ محمد فريد - ت : ٣٩٢٦٤٠١

وهي ذات قدرة رفع أكبر من الأنواع الأخرى. ويجب أن يكون الصاري مثبتاً في لأرض تثبيته جيداً، وذلك إما بواسطة جاويط Bolt مثبت بقاعدة خرسانية أو بواسطة قاعدة خاصة للصاري مدقونة في أساس خرساني. وغالباً ما يكون الصاري ثابتاً، لكن فيها أنواع يكون فيها البرج (الصاري) دواراً وتكون الذراع متحركة (أو ثابتة) في مستوى الرأسى. وهذا النوع مصمم للمواقع الضيقة وتوضع إما أمام المبنى المقترح أو بجانبه، ويكون طول ذراعها مناسباً لتغطية كل أجزائه.

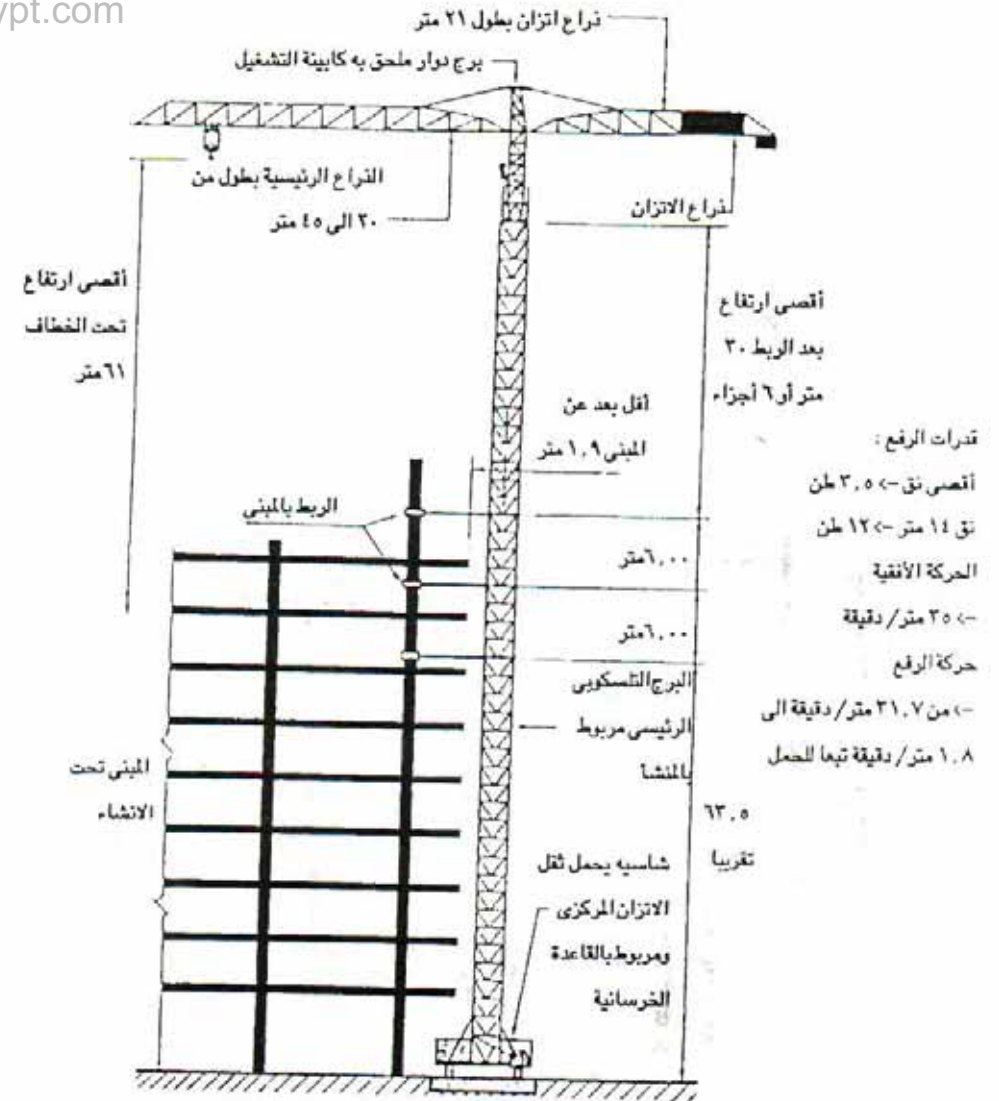
٢- الأوناش البرجية المسندة Supported tower Cranes

(شكل ٦٦)

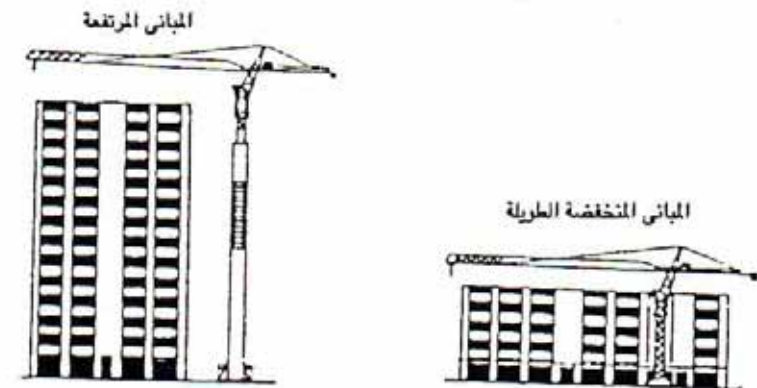
وهي تشبه السابقة من حيث التكوين، لكنها تستعمل في رفع الأحمال إلى ارتفاعات تفوق تلك التي يصل إليها النوع السابق أو النوع المتحرك من الأوناش البرجية. وفيها يتم ربط الصاري وتثبيته بالمنشأ، وذلك باستخدام مشدات من الصلب Steel Stay مفردة أو ثنائية تحقق الثبات المطلوب. وهذا الربط يؤدي إلى إجهادات إضافية على المبنى يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند التصميم (المعماري والإنشائي). وعادة ما تكون الذراع في مثل هذا النوع ذات حركة دائرية أفقية حيث إن الذراع المائلة تصبح عديمة الفائدة في هذه الحالة.



شكل (٦٣) نقل ونش برجي على الطريق السريع

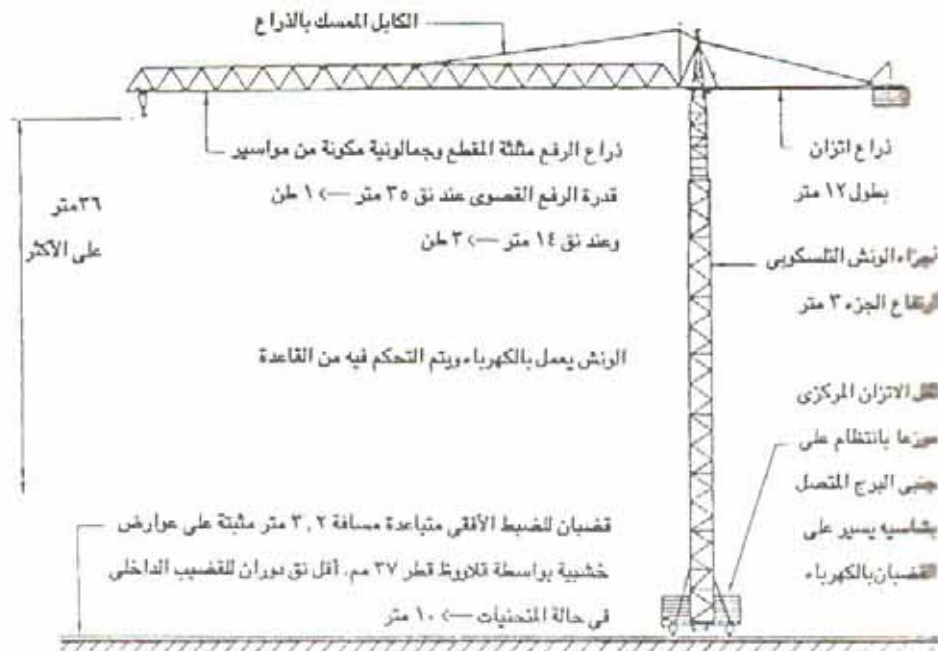


شكل (٦٦) الأوناش المدعمة (المسندة)



شكل (٦٥) استخدامات الأوناش ذاتية التشييد (ذاتية التحميل)

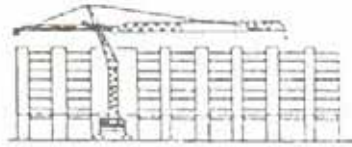
٣- الأوناش البرجية المتحركة (السائرة) Travelling tower Cranes (شكل ٦٧)



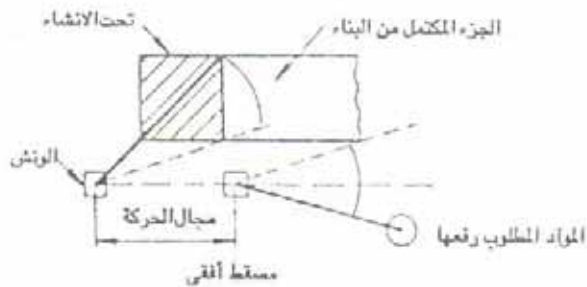
سرعات الرفع:

- حمل حتى ١.٢ طن ← ٦٠ متر/ دقيقة
- حمل حتى ٣ طن ← ٣٠ متر/ دقيقة
- السرعة الأفقية ← ٣٠ متر/ دقيقة
- سرعة الدوران ← ٠.٨٣ نق/ دقيقة
- سرعة حركة الونش ← ٢٠ متر/ دقيقة

الشكل التقليدى للونش البرجى السائر



واجهة



شكل (٦٧) شكل واستعمال الونش البرجى المتحرك (السائر)

وتستعمل فى المواقع الكبيرة نسبياً، وذلك لتغطية متطلبات الحركة الرأسية فى الموقع بصورة أفضل. ويسير هذا النوع من الأوناش على قضبان حديدية ذات تباعد كبير نسبياً بوساطة عجل مثبت أسفل صينية ثقيلة، ويجب أن لا يزيد ميل أو إنحدار القضبان عن ٢٠٠/١، وهذا النوع يتطلب بالضرورة أرضاً صلبة وجافة ومعدة بعناية، ويتم التأكد واختيار حالة الأرض باستمرار حتى يتحقق من ثبات الونش. ويتحرك الونش على القضبان بالكهرباء، وبراغى حماية الكابيل المغذى بتوصيله بعمود لولبى يقوم بسحب الكابيل عند حركة الونش، وذلك لتقليل احتمال قطعه فى حالة مرور العجل فوقه. وتتشابه الأوناش المتحركة مع مثيلتها الثابتة من حيث حركة الذراع وقدرة الرفع.

٤- الأوناش البرجية المتسلقة Climbing tower Cranes (شكل ٦٨)

وهو مصمم لرفع الأحمال فى المباني العالية Tall buildings. ويقوم المنشأ بحمله حيث يرتفع من دور إلى دور تبعاً لتطور عملية البناء. ولا يتطلب الصارى الذى يمتد إلى أسفل بارتفاع عدة أدوار إلا فتحة صغيرة مربعة بضلع من ١.٥ إلى ٢.٠ متر. ويتم تحميل الونش على الأدوار المختلفة بوساطة أطواق وخوابير صلب Steel Collars and Wedges. ويتم رفع الصارى مع الأدوار بوساطة رافعة خاصة تعتبر جزءاً أساسياً فى التصميم. ولا يتطلب هذا النوع من الأوناش المركبة داخل البناء إلا ذراعاً قصيرة (بالقياس للأنواع الأخرى) تغطى مسطح التشغيل. وتتكون الذراع والصارى من أجزاء صغيرة سهلة الفك والتركيب يتم تدليتها إلى أسفل بوساطة رافعة خاصة متصلة بالصارى، وذلك عند الانتهاء من عملية الرفع؛ حيث يتم إنزال رافعة الونش يدوياً إلى الأرض. وقصر الصارى فى هذا النوع، وكذلك قصر الذراع وسهولة التشغيل تجعله من أرخص الأنواع، بشرط أن يكون المنشأ ذا متانة ومصمماً إنشائياً لتقبل حمل الونش.

٥- الأوناش البرجية النقالة Transportable tower Cranes (شكل ٦٩)

وهي نوع من الأوناش البرجية أقل في الحجم والقدرة من الأنواع السابق ذكرها. ومن مميزات إمكانية نقلها من موقع إلى آخر دون فك، وذلك عن طريق تطبيق أجزاء الصاري والذراع في وضع أفقى، وبذلك يسهل جره والانتقال به إلى الموقع المطلوب.

اعتبارات عامة لإستخدام الأوناش فى مواقع البناء المختلفة.

من الأهمية الإشارة إلى مجموعة الاعتبارات التالية التى يجب مراعاتها عند اختيار واستخدام الأوناش فى مواقع البناء المختلفة:

١- من المفضل استخدام الأوناش ذات الذراع الدوارة فى قطر دائرة كاملة حيث تكون ذات مرونة وقدرة عالية على المناورة.

٢- تستخدم الأوناش المتحركة Mobile Cranes فى إقامة المباني المنخفضة المنتشرة على الموقع، وفى حالة المواقع الشريطية تستخدم الأوناش المتحركة على قضبان.

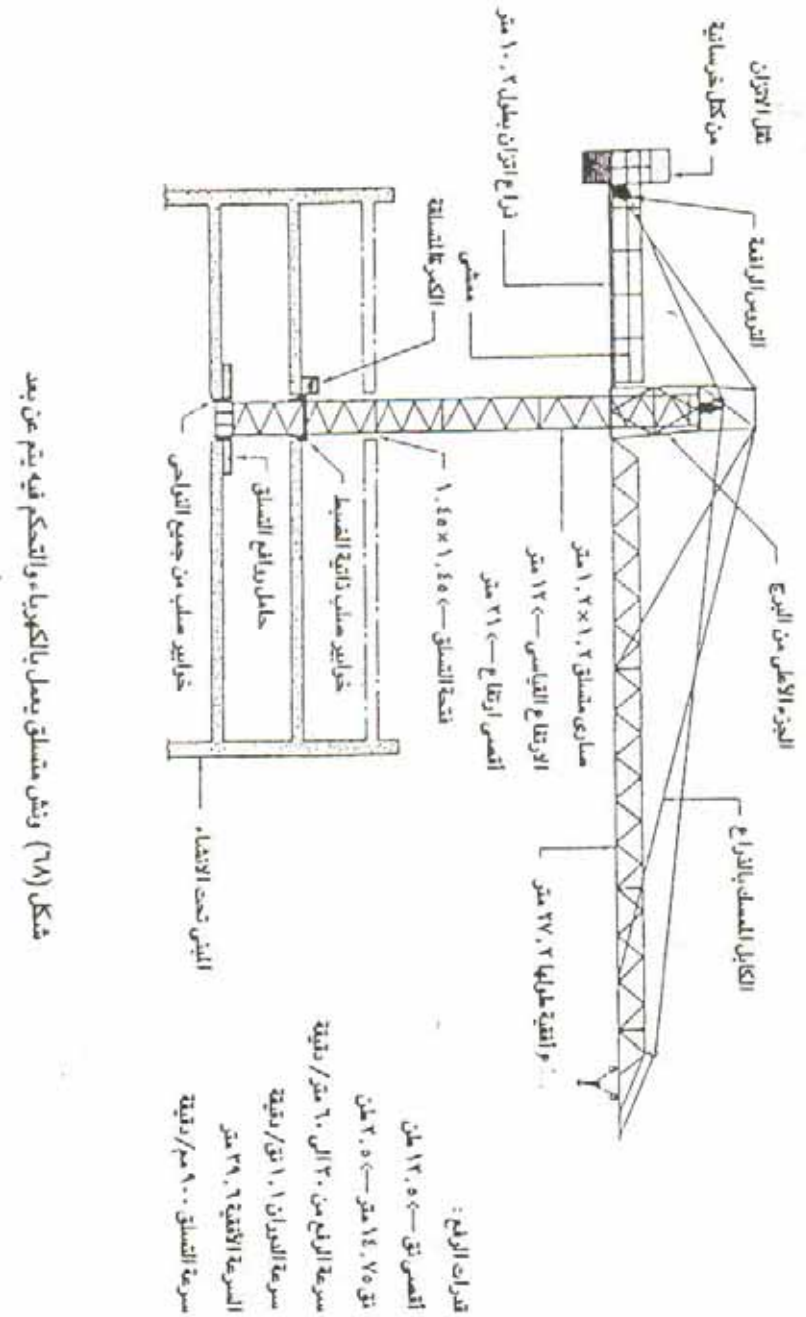
٣- يستخدم الونش المتحرك على لورى فى مهام النقل بين المواقع المختلفة نظراً لما يحتاج إليه من مكان متسع للحركة، ويجب جعل مسار حركته بحيث يتفادى كل العوائق.

٤- يمكن تركيب أذرع للأوناش المتحركة لتصل إلى ٣٠ متراً، وفى تلك الحالات يزود الونش بقواعد للارتكاز، مع الأخذ فى الاعتبار حدود أقرب بناء لضمان حرية دوران الثقل الموازن.

٥- تستعمل الأوناش التلسكوبية فى المباني المرتفعة لغرض زيادة ارتفاع الصارى دون فك الونش وإعادة تركيبه

٦- إذا زاد ارتفاع الصارى عن ٣٠ متراً يربط الونش فى المبنى بوساطة شدادات وفى هذه الحالة يراعى اختيار الوضع المناسب لذلك.

٧- عند استخدام الأوناش المتسلقة يجب ترك الفراغات الكافية لحركة الصارى



عند تصميم المينى. وشكل رقم (٧٠، ٧١) يوضح شكل المباني وأثرها على تحديد موضع ومسارات خطوط حركة الأوناش فى الموقع.

ملحقات الونش :

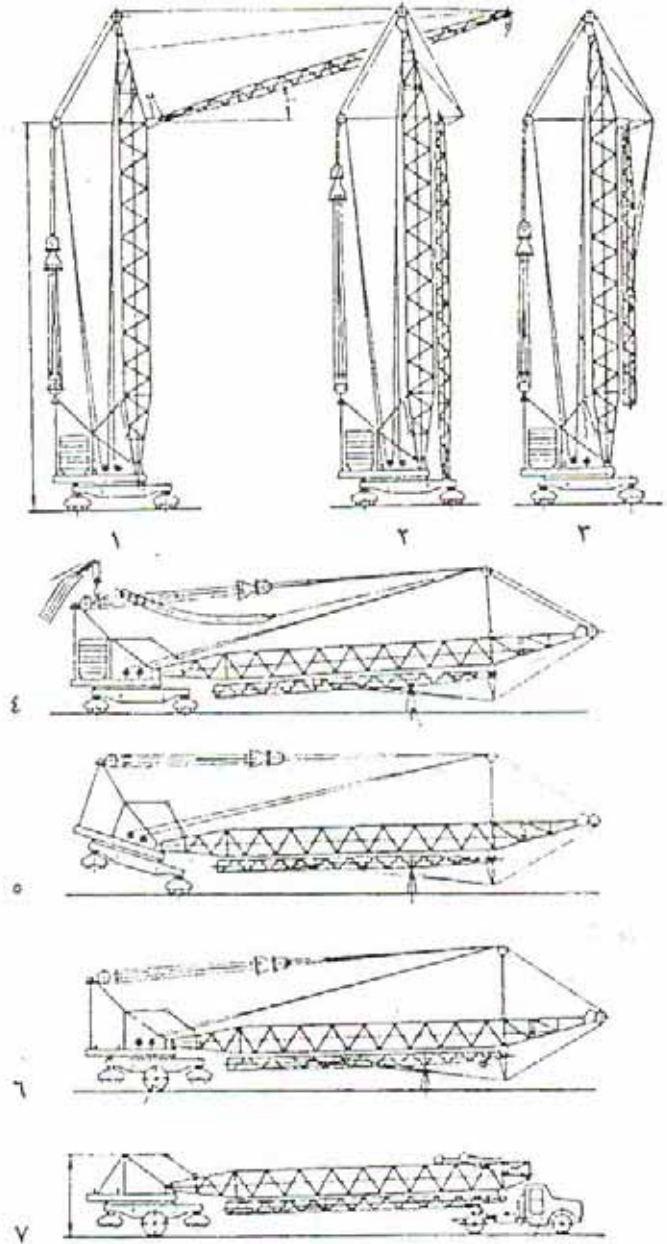
تصمم الأوناش على أساس إمكانية رفع جميع أنواع المواد بدءاً من الوحدات المصنعة إلى المواد السائبة والسائلة؛ وقد صممت أشكالاً متعددة من من الأوعية و القواديس Skips لحمل تلك الأخيرة (شكل ٧٢). ومن أهم شروط تلك الأوعية أن تكون متينة الصنعة سهلة الاتصال بخطاف الونش، سهلة التنظيف سهلة التحميل والتفريغ وذات سعة اقتصادية مناسبة. أما الوحدات الخرسانية أو الحديدية المصنعة فعادة ما يتم رفعها ومناولتها من نقط محددة مسبقاً وذلك باستخدام جنازير وسلاسل Slings.

١- كابلات الونش Wire ropes

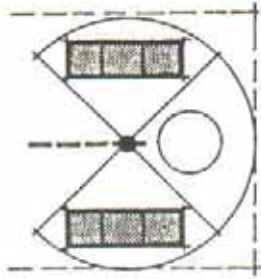
ينتشر استخدام الكابلات الصلب على نطاق واسع فى معدات البناء سواء فى مهام الحركة الرأسية أو الأفقية. وتتكون تلك الكابلات من أسلاك يتراوح قطرها من ٥ إلى ٣٠ مم، تُجمع فى حزم ثم يلف عدد من تلك الحزم Strands حول عمود معدنى، ويمكن أن تتماثل أو تختلف أقطار الأسلاك المكونة لنفس الكابل. وتوجد أشكال مختلفة من الكابلات تبعاً لطريقة لف الأسلاك حول العمود. فهناك السلك ذو اللفة المعتادة regular lay واللفة الطويلة long lay واللفة المركبة combined lay.

ويحتوى جدول دليل الكابلات على بيانات عن قطر الكابل وقدرته ورقمه من حيث التدرج فى القدرة والخصائص الميكانيكية.

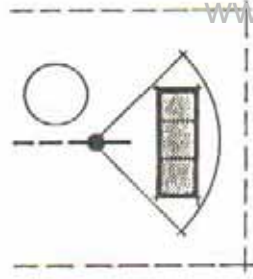
ويفضل فى الأوناش استخدام الكابل ذو اللفة المعتادة الذى يصل عمره الافتراضى إلى سنتين. وعموماً فإن جميع الكابلات يتم تشحيمها أثناء التصنيع، ولكن ذلك لا يمنع الحاجة إلى تنظيفها وتشحيمها بعد الاستعمال، ويجب الكشف بدقة على تلك الكابلات كل ستة أشهر لضمان سلامتها.



شكل (٦٩) خطوات تطبيق أجزاء الونش النقال وتحميله على مقطورة بون فك



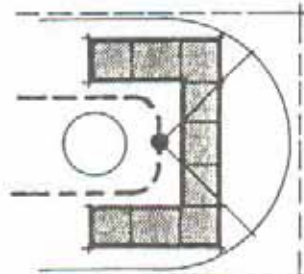
حركة الونش في اتجاه مواز للوحدتين



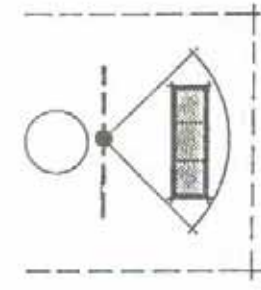
حركة الونش في اتجاه عمودي على المبنى



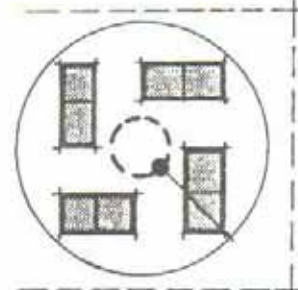
حركة الونش بشكل حرف L لتتناسب المبنى



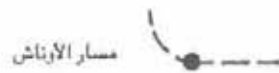
حركة الونش في مسار بشكل حرف U حسب كتلة المبنى



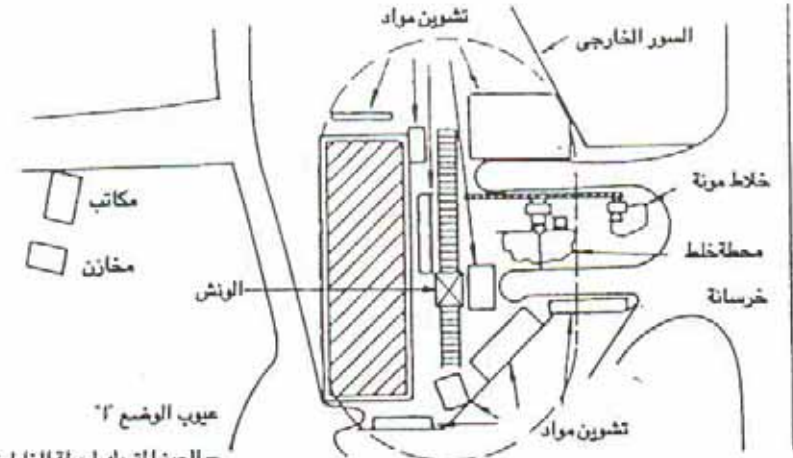
حركة الونش في اتجاه مواز للمبنى



حركة الونش في الفراغ الداخلي لخدمة مجموعة مباني



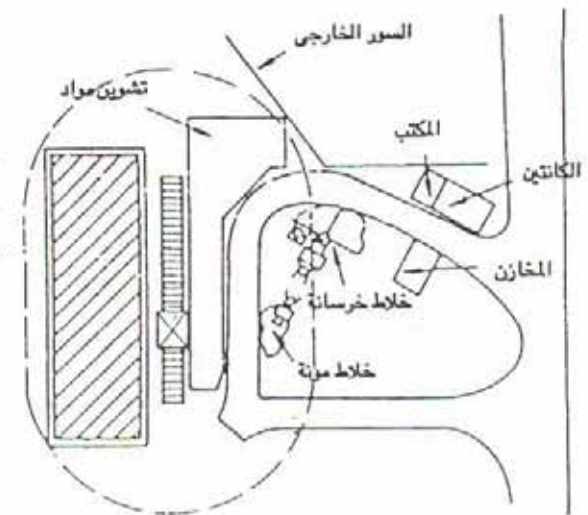
شكل (٧١) شكل المبنى والموقع العام
وأثرهما على تحديد وتوجيه مسارات الحركة
للونش في الموقع



الوضع الخاطيء 'أ'
عيوب الوضع 'أ'
- الحيز المتروك لمحطة الخلط ضيق
- خلط المونة خارج دائرة تشغيل الونش
- المواد مبعثرة في الموقع
- المكاتب والمخزن بعيدة عن الموقع

مزايا الوضع 'ب'

- المكتب والمخازن بجوار المدخل والمخرج
- يصل بين المدخل والمخرج طريق يخترق الموقع
- خلط المونة داخل نطاق الونش
- المواد مشونة بطول قضبان الونش
- اختيار خلط أصغر للملئة حجم الموقع



الوضع المقترح 'ب'

شكل (٧٠) مثال على وضع الونش البرجي في الموقع

٢- المصاعد Hoists شكل (٧٣)

وهي معدات تستخدم لنقل المواد والأشخاص رأسياً عن طريق طبلية أفقية تتحرك على دلائل رأسية بوساطة ونش. وعادة ما تصمم المصاعد خصيصاً لرفع المواد أو الأشخاص فقط، ولكن توجد حالياً مصاعد تخدم الغرضين معاً. ويجب لدواعي الأمان ألا يستعمل الأشخاص المصاعد المصممة للمواد فقط.

وتوجد مصاعد المواد في شكلين الأول مثبتة والثانية متحركة.

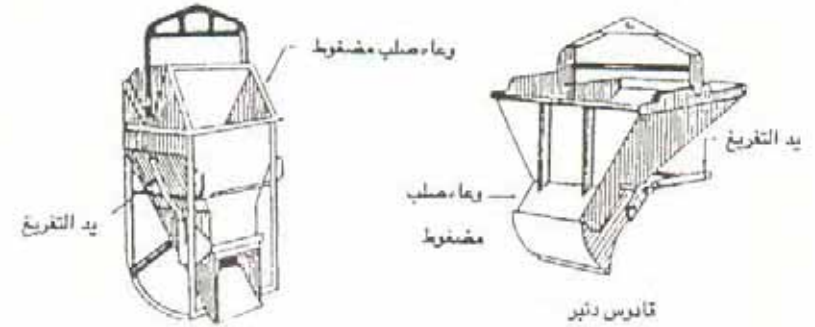
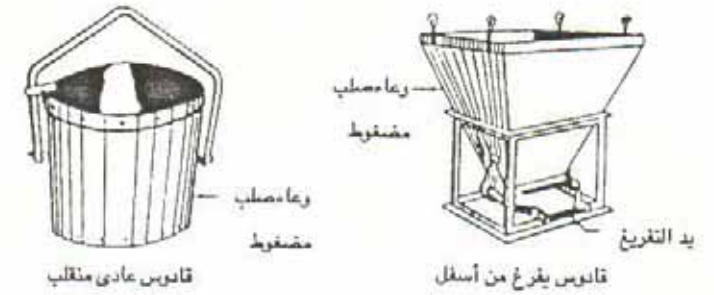
ويتكون النوع المثبت لهذه المصاعد من صاري صغير المقطع يتصل بالطبلية متحركة، التي إما أن تكون معلقة مركزياً أو جانبياً (في حالة الأحمال الصغيرة) وبمروحة بالدلائل Guides التي تكون برجاً مقلداً وتثبت في حائط المبنى أو في سقالة رأسية لضمان الثبات.

أما المصاعد المتحركة فيبلغ أقصى ارتفاع تخدمه ٢٤ متراً، ولا تحتاج إلى ربطها بالمنشأ، ويجب أن تسوى الأرض من تحتها ويضبط منسوبها لضمان الثبات. ويجب أن يكون الشخص القائم بتشغيل المصعد مدرباً وعلى دراية كبيرة بالعملية، كما يجب أن تكون الرؤية واضحة في جميع الاتجاهات من كابينة التشغيل. ويمكن أن تستبدل الطبلية في بعض الأحوال بأجزاء تخدم أغراضاً أخرى مثل حلة بقلابة لرفع الخرسانة.

أما مصاعد الأشخاص فهي تتكون إما من كابينة أشخاص تتحرك داخل برج جمالوني معلق أو من كابينة أو إثنين تتحرك على جانب واحد، أو على جانبي البرج الرأسع المثبت بواجهة المبنى. وفي كلتا الحالتين يمكن تشغيل المصعد بوساطة موتور كهربائي أو ديزل أو جاز. وهي مصممة بحيث يمكن أن تصل قدرتها إلى ٣٠ «هاندريدويت» (حيث الهاندريدويت = ١٠٠ رطل)، وتصل قدرة رفع الأنواع الكبيرة منها إلى ثلاثة أطنان.

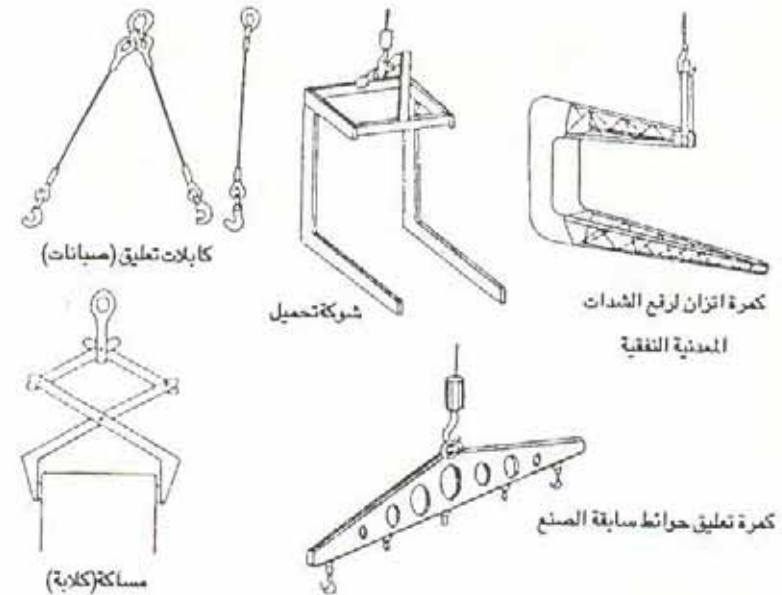
٣- السيور الرافعة Elevator Conveyor belt

وهي تتكون من سير أو سلسلة دوارة مثبت عليها جواريف أو مساكات، تبعاً لنوع المادة المطلوب رفعها. وقد سبق شرحها في الفصل الخاص بأعمال النقل.



ملحقات أوناش لرفع المواد السائبة (أسفل)

ملحقات أوناش لرفع المواد المعبأة (المتماسكة)



شكل (٧٢) بعض ملحقات الونش

رابعاً: أعمال الخرسانة العادية المسلحة ومعداتھا

تصنف الأعمال الخرسانية إلى عناصر سابقة الصنع، وأخرى مصبوبة في الموقع، يمكن استخدام كلا النوعين في نفس المبنى. وبالنسبة للعناصر المصبوبة في الموقع فإن أعمال الفورم والشدات تستأثر بحوالي ٦٠٪ من تكاليف العمالة المستخدمة في إنشاء من الخرسانة المسلحة، أما التسليح والصب فيكون نصيب كل منهما ٢٠٪.

ويؤدي تحسين الأداء في تنفيذ عمليات الخرسانة المسلحة والعادية إلى استخدام عمالة أقل وتكاليف أقل مع سرعة في الإنجاز.

وللوصول إلى هذا الهدف ينبغي اتباع التالي:

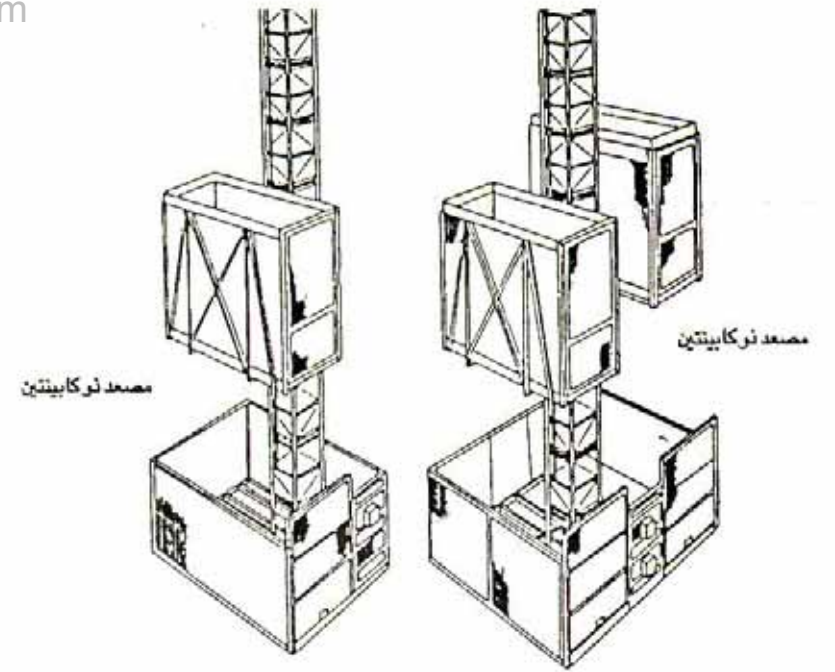
- ١- ميكنة عملية خلط الخرسانة.
 - ٢- سبق تشكيل ولحام حديد التسليح بالشكل المطلوب للعناصر المختلفة وميكنة نقلها إلى موضعها في المنشأ.
 - ٣- استخدام شدات وفورم متينة مع إمكانية إعادة استعمالها مرات عديدة على أن يراعى اتباع ميكنة عمليات النقل والتركيب.
- ومن المعروف أن عملية تشييد المنشآت الخرسانية تتكون من مجموعة من الأعمال التحضيرية التي تتم خارج الموقع، ومجموعة أخرى من الأعمال تتم داخله. والجداول رقم (٣) يوضح تلك الأعمال وعلاقتها ببعضها البعض.

وبناء على ما سبق سوف تختص الدراسة بما يلي:

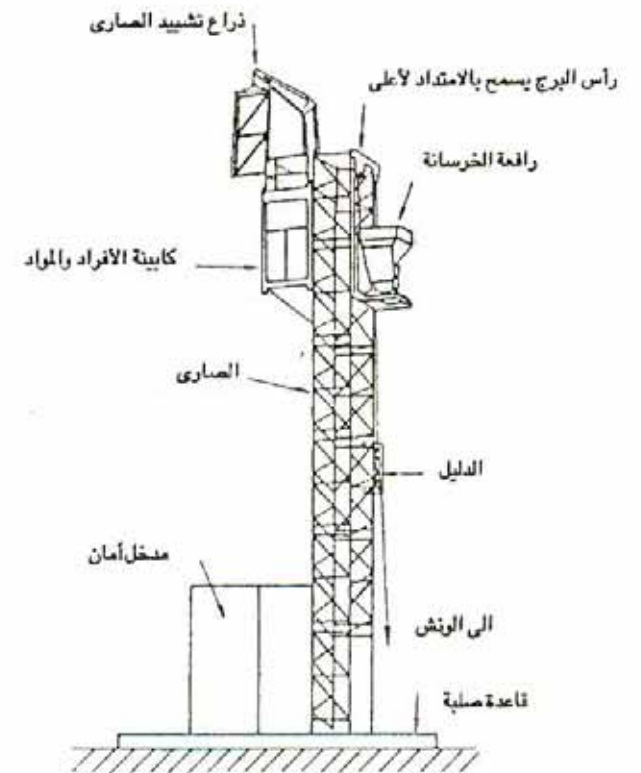
- ١- أعمال الفورم Formwork وتشمل صناعة الفورم وتجميعها وصنعها.
- ب- أعمال التسليح Reinforcement work وتشمل تجميع وإعداد شبكات التسليح ووضعها في أماكنها.
- ج- أعمال الخرسانة Concreting وتشمل الخلط mixing والنقل وصب ومعالجة الخرسانة.

١- أعمال الفورم Form work

« الفورمة » form هي عبارة عن قالب يتحقق بواسطته صب العناصر المختلفة بالأبعاد التي حددها التصميم.



شكل (٧٣) مصاعد الأفراد والمواد (المهمات)

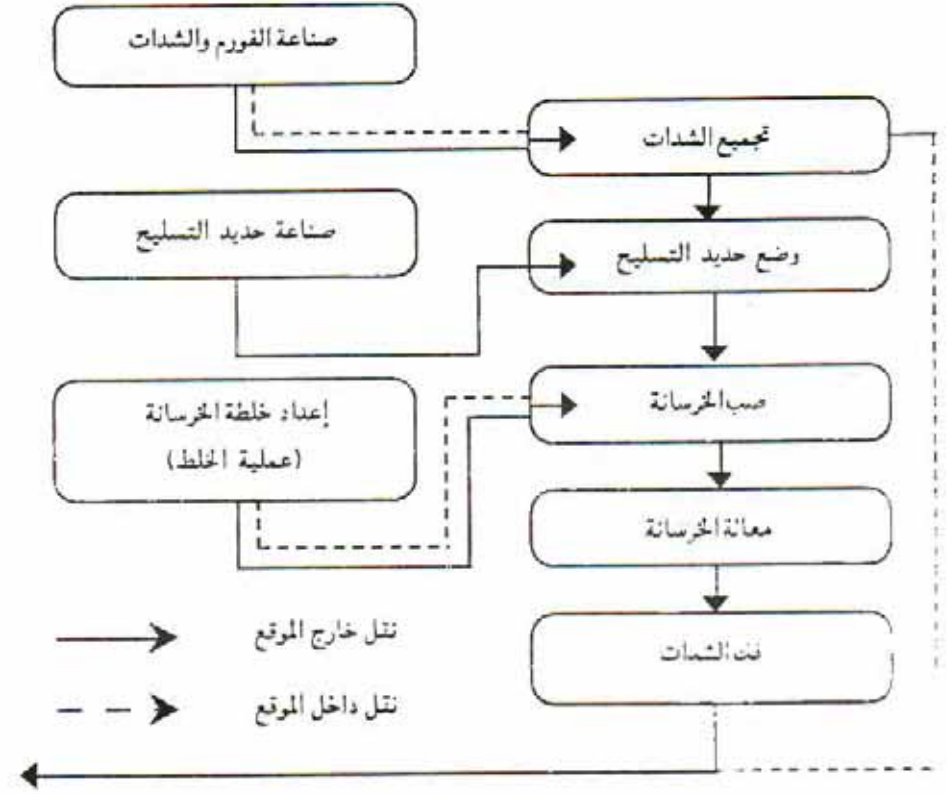


الاعمال التحضيرية خارج الموقع

الاعمال التي تتم داخل الموقع

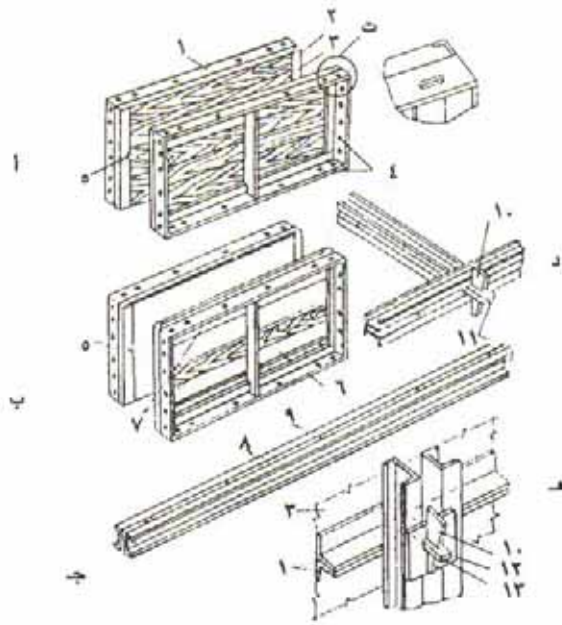
- ١- يجب أن يساعد التصميم المعماري على استخدام أقل عدد ممكن من نماذج الفورم .
- ٢- مناسبة المادة المصنوعة منها الفورم للغرض المستعملة من أجله والحجم العملية ككل.
- ٣- القوة الكافية لتحمل الإجهادات الرأسية والأفقية للخرسانة أولاً وأحمال السقالات والأحمال الناتجة عن عمليات الصب والرفع.
- ٤- المتانة وطول العمر الافتراضى دون صيانة مكلفة.
- ٥- خفة الوزن لإمكان استخدام الوحدات ذات الحجم الكبير.
- ٦- الإنهاء الجيد والدقيق للعنصر المصبوب بعد فك الفورمة مباشرة، وذلك لتوفير تكاليف عملية الإنهاء.
- ٧- سهولة الفك والتركيب لإختصار الوقت وإمكان إتمام هذه العملية بوساطة عمالة عادية أو نصف مدربة للإقلال من التكاليف.

وتصنع الفورم إما من الخشب أو الصوف الزجاجى Reinforced Fibreglass Moulds التى يكثر استخدامها عند عدم إمكان استعمال الفورم الخشبية بسبب متطلبات خاصة فى العناصر المعمارية مثل الأسطح المنحنية والبروفيلات الدقيقة، وأيضاً عدم إمكان استعمال الفورم المعدنية بسبب ارتفاع تكلفتها. كما تصنع الفورم أيضاً من الخشب والمعدن معاً أو من الصلب Steel Forms، حيث يصبح استخدامها اقتصادياً فى حالة كثرة عدد الوحدات المطلوبة من نماذج محدودة العدد. ومن مزايا الفورم الصلب الحواف الحادة والسطح الأملس مما ينتج عنه وحدات جيدة الإنهاء، مما يقلل تكلفة هذه العملية بحيث يمكن ترك السطح الخرساني على حاله أو يصبح سطحاً جاهزاً لاستقبال الدهانات أو البياض. وشكل (٧٤، ٧٥) يبين رسماً توضيحياً لكلا النوعين. وفى المشاريع الكبيرة يعتبر استخدام الفورم الصلب اقتصادياً عن الفورم الخشبية، لأن عدد مرات استخدام الفورم الصلب يصل من ١٠٠ إلى ٢٠٠ مرة، بينما يتراوح فى الحالة الثانية بين ١٠ إلى ١٥ مرة فقط قبل الحاجة إلى إصلاحها وصيانتها.



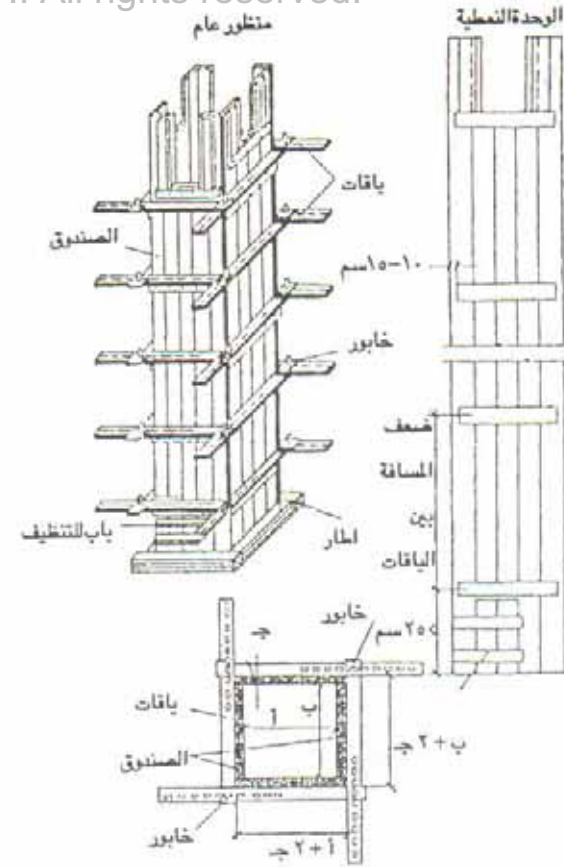
جدول رقم (٣)

«الشدّة» Suhttering تشمل «الفورمة» Form والسقالات الحاملة لها Scaffolding وعناصر الربط Fasteners. ويتم تصنيع الشدات إما خارج الموقع أو فى ورش خاصة بالموقع، وهذا يكون أكثر وفراً فى حالة الحاجة إلى عدد كبير منها. ولأن أعمال الفورم من البنود التى يمكن للمقاول التحكم فى تكاليفها، فإن الوصول إلى أفضل أسلوب لإستخدام الفورم يساعد كثيراً فى خفض التكاليف مع



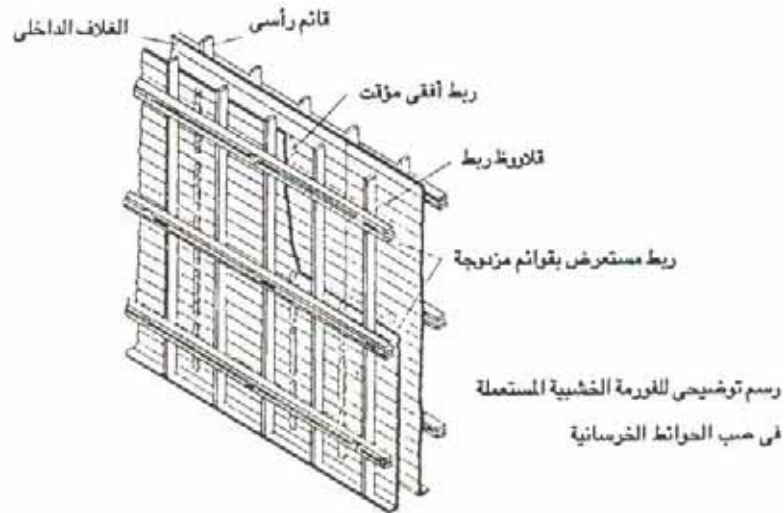
رسم توضيحي للفرمة المركبة التغطية

- أ - بانوه ميطن بألواح خشبية ب - بانوه ميطن بألواح بلاستيك ضد الماء ج - عنصر ربط د - ربط متعامد هـ - تفصيلة للرباط بين البانوه وعنصر الربط.
- ١ - إطار صلب ٢ - نهاية الإطار ٣ - تطيين من الألواح الخشبية ٤ - ثقوب لتجميع البانوهات هـ - ثقوب لقصبان الشد ٦ - بطانة داخلية غير متفتحة للماء ٧ - ألواح غير مستمرة ٨ - قطاع للربط ٩ - دكم خشبية ١٠ - ٣٠ × ٢٠ مم ١١ - خابور ١٢ - فلكة لمنع تسرب الماء ١٣ - خطاف الشد.



مسقط أفقي

فرمة العמוד الخشبية



رسم توضيحي للفرمة الخشبية المستعملة في صب الحوائط الخرسانية

شكل (٧٤ - تابع) الفرمة والشدات الخشبية



شكل (٧٤ - يتبع) الفرمة والشدات الخشبية

ويجب أن يراعى عند تصنيع الفورم الأخذ فى الاعتبار إيجاد ثقوب أو وجود
فتحات معدنية (علاقات) يمكن تعليقها منها.

تصنيف الفورم Classification of Forms

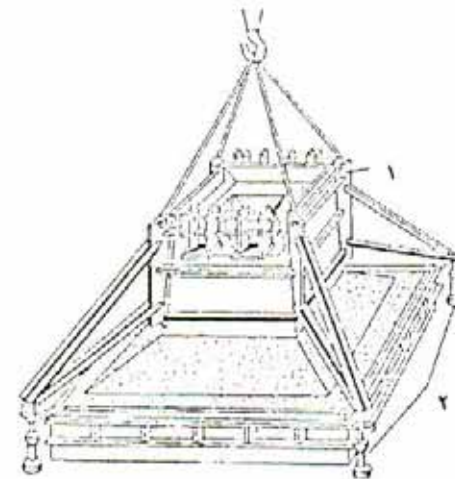
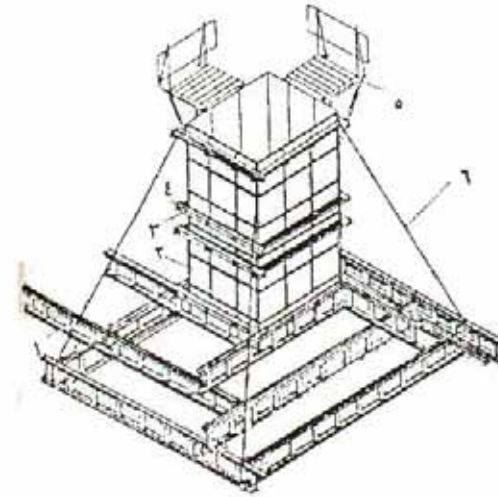
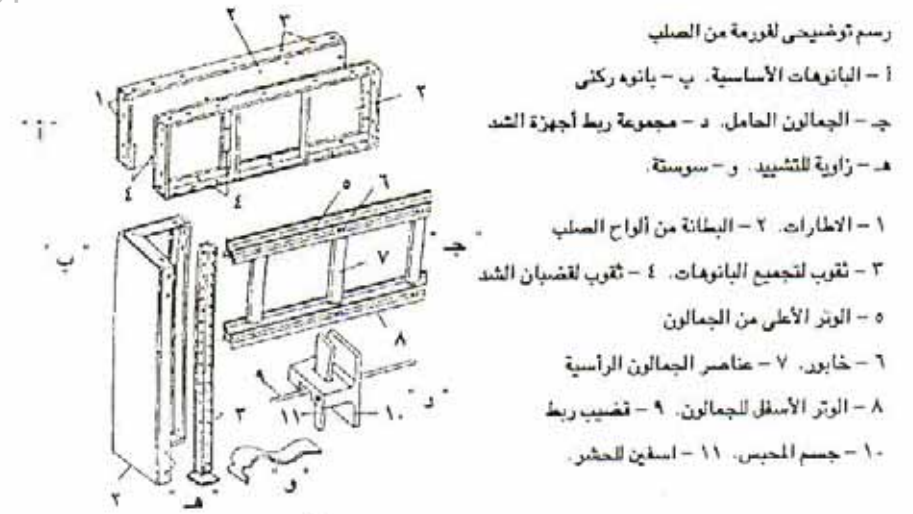
تصنف الفورم إلى الأنواع التالية طبقاً لطريقة استعمال الفورمة؛

الفورم المركبة Combined or Sectional Forms

وتتكون من تجميع عناصر سابقة الصنع مثل البانوهات والصناديق والأجزاء
حسنة وماشابه ذلك، علاوة على الأجزاء الحاملة للفورمة. وبعد الانتهاء من الصب
وهذا النوع من الفورم يتم تنظيفه وإعادة استخدامه. كما يسمح تصميم هذا النوع
من الفورم بفك الأسطح الجانبية منها دون الارتباط بعملية فك الأجزاء السفلية من
هيكل الكمرات التى لا تتحرك إلا بعد أن «تشك» الخرسانة وتبلغ قوة معينة.

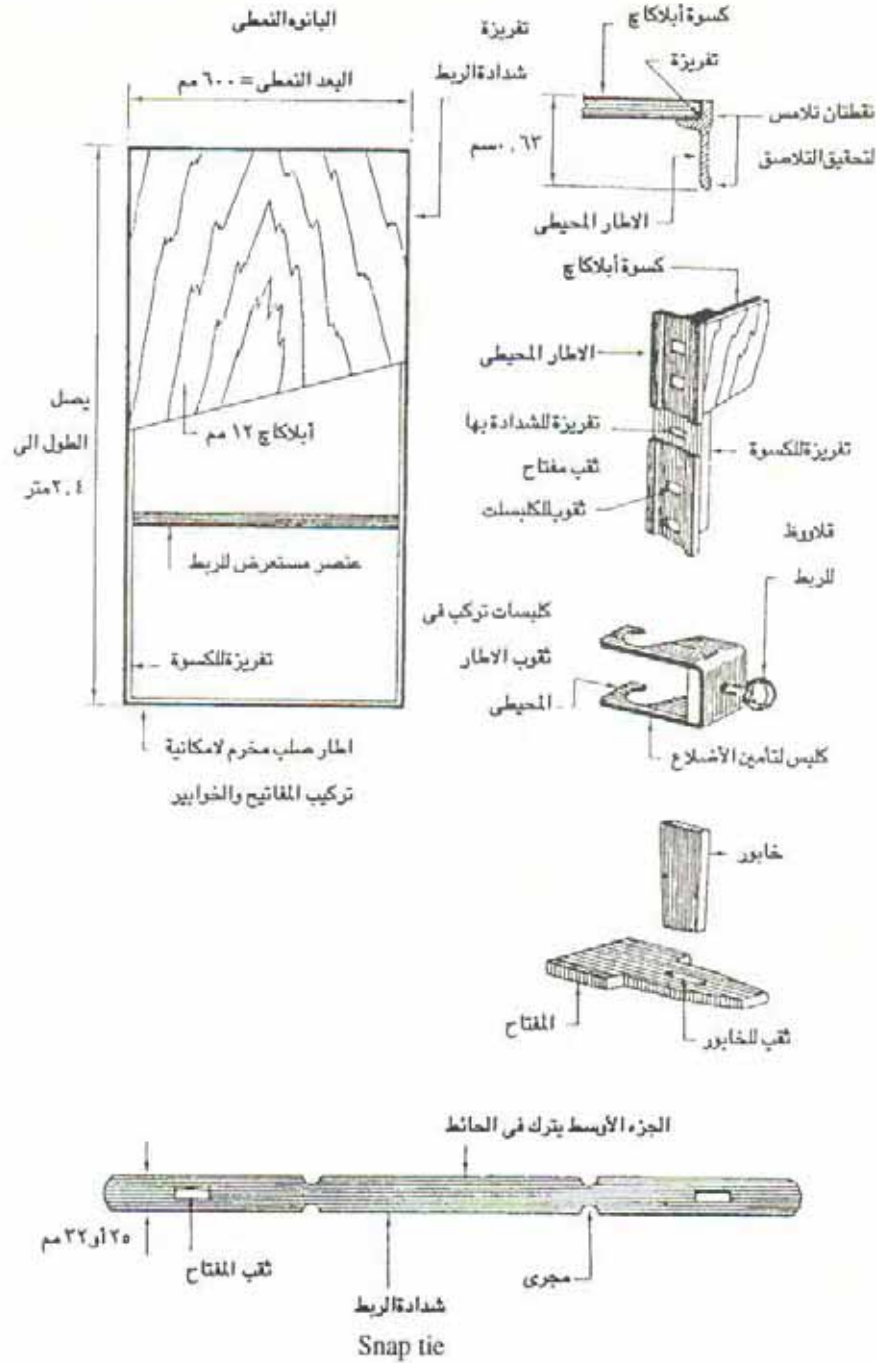
وتعتبر الفورم النمطية أو الممتدة System or Patent Formwork تطويراً
لمنوع السابق، وعادة ما يعرف هذا النوع باسم الشركة المنتجة. وقد صممت الفورم
نمطية لتغطى معظم الاشتراطات التى سبق ذكرها للاستخدام الجيد والوفر فى
تكاليف؛ وذلك بتنميطها وسهولة تجميعها وربطها وتأمينها. وتعتبر وحدة اللوح أو
«بانوه» الأساسية unit Panel هى العنصر الرئيسى فى الفورمة، ويجب أن توفى
شروط التالية:

- ١- أن يتوافر منها تنوع كبير من الوحدة مختلفة الأبعاد المضاعفة لمديول
- ٢- تكون مصنوعة من مواد متينة.
- ٣- مغطاة بطبقة متينة من المواد التى تعطى أنواع الإنهاء المطلوبة.
- ٤- يجب أن تكون الوحدات قابلة للاستخدام المتعدد؛ بمعنى استخدامها
للكرات والأعمدة والبلاطات.
- ٥- تكون مصممة بحيث يسهل ضمها لتكوين ألواح ذات أبعاد كبيرة.
- ٦- أن تكون خفيفة الوزن بحيث يمكن حمل وحدة اللوح الأساسية دون الحاجة
إلى روافع ميكانيكية.
- ٧- أن تكون مصممة بحيث يمكن لأى مستوى من العمالة تركيبها وفكها



شكل (٧٥) أنماط من الفورم الصلب

بسهولة .



شكل (٧٦) الغرم النمطية - العنصر النموذجي

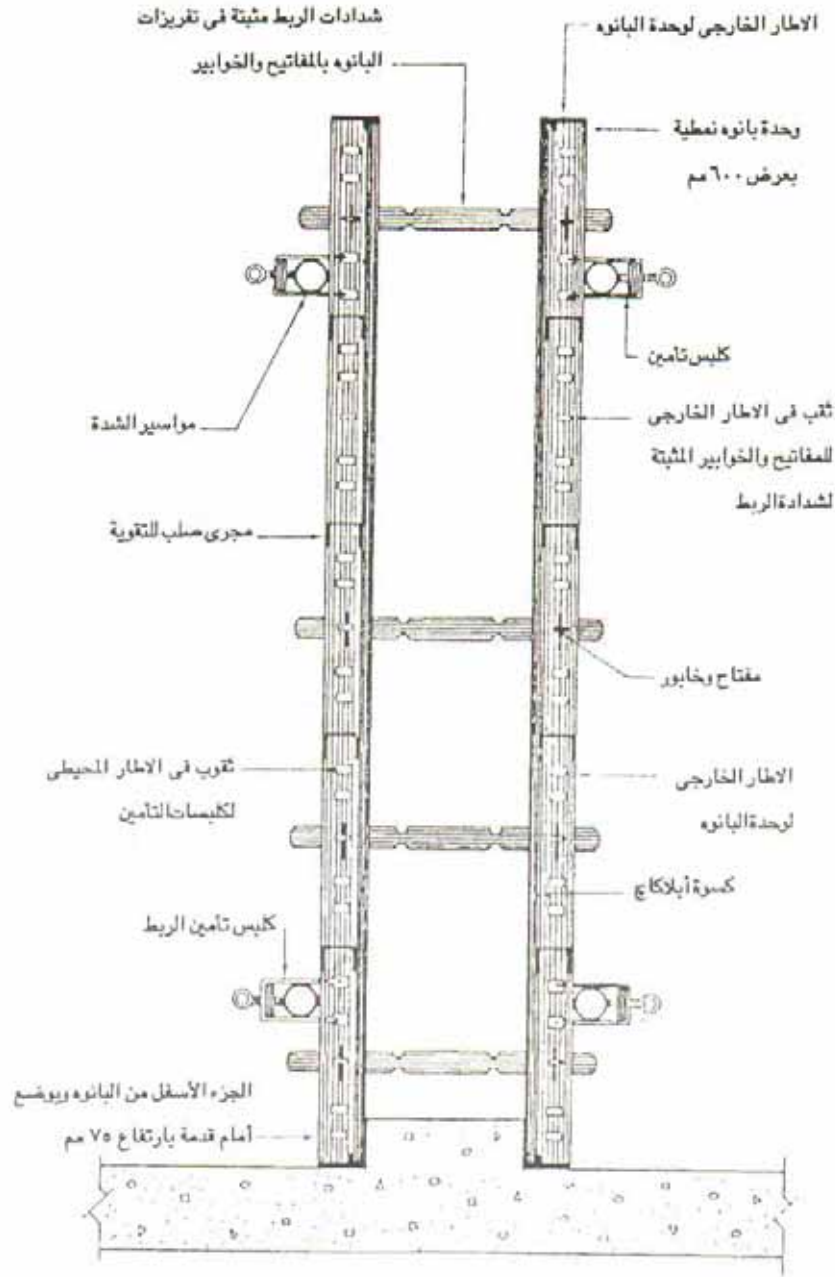
٨- يمكن توفيقها مع وحدات الشدات العادية حيث تكون الأبعاد غير مضاعفة تماماً لأبعاد وحدة اللوح الأساسية.

وغالباً ما تتكون وحدة اللوح الأساسية من بروز من قطاعات على شكل حرف L أو حرف U من المعدن الخفيف ومربوط بوساطة قطاعات مستعرضة إذا لزم الأمر . وعادة ما يزود البرواز الخارجى بثقوب خاصة بثبيت الوحدات فى حالة تجميعها مع بعضها البعض أو لإمكانية تثبيتها بالروافع الميكانيكية. ويغطى البرواز بلوح من المعدن الخفيف أو الأبلكاكج حسب الرغبة. ويستعمل مع هذا النوع السقالات المكونة من مواسير معدنية. وشكل (٧٦، ٧٧، ٧٨) يبين تفاصيل خاصة بالفورم النمطية واستخداماتها فى الأعمدة والكمرات والحوائط.

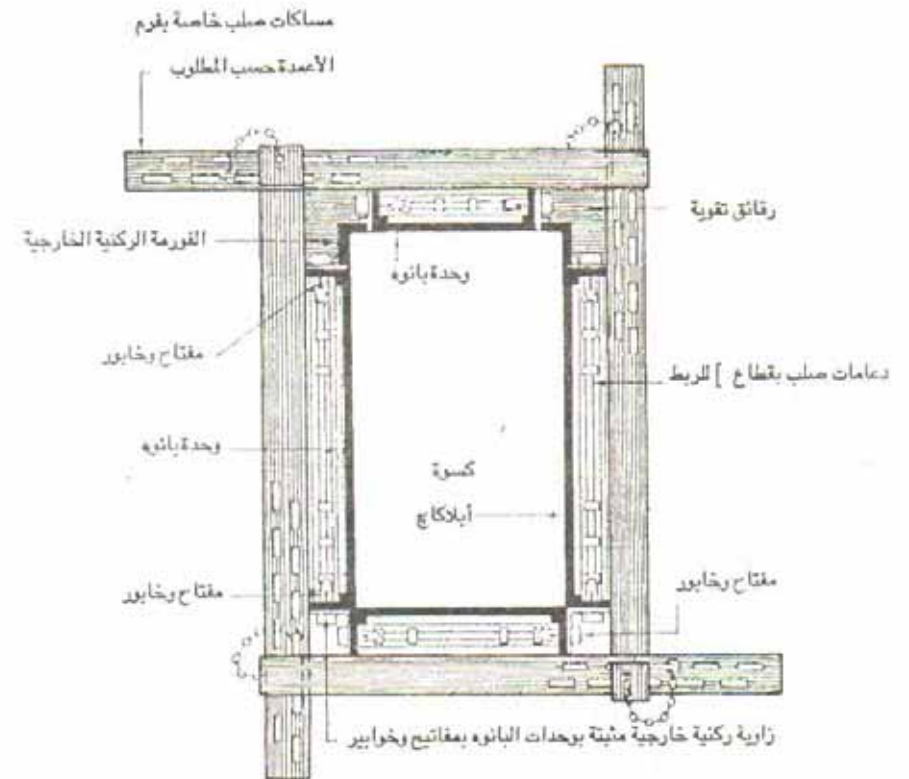
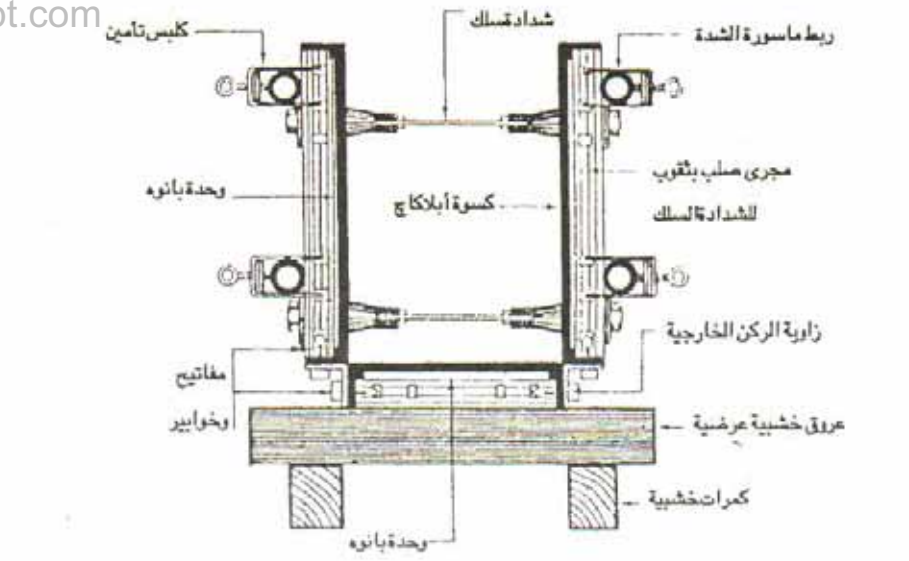
ومن أهم أنواع الفورم النمطية ما يسمى بالفورمة الطبلية Table Formwork شكل (٧٩) وهى تستخدم بغرض صب بلاطات الأسقف ذات المسطحات الكبيرة فى المباني متوسطة الارتفاع والعالية، حيث يكون من أهم مميزاتها! اختصار زمن فك وتركيب وضبط فورم البلاطات؛ وذلك برفعها كوحدة واحدة بدون فك ووضعها فى موقعها الجديد من المنشأ (السقف التالى)

وأهم ما يجب توافره فى هذا النوع من الفورم هو:

- ١- استخدام وسيلة دقيقة لضبط مناسب وميول الفورمة.
 - ٢- استخدام وسيلة ملائمة لخفض منسوب الطبلية تحت البلاطة بعد تمام عملية الصب.
 - ٣- استخدام وسيلة لسحب الفورم بعيداً عن المنشأ بعد انتهاء عملية صب الخرسانة وتصلبها، ثم وضعها بطريقة يسهل للونش حملها لإعادة تركيبها فى وضعها الجديد.
 - ٤- أن تزود فورمة الطبلية بمنصة عمل (كابولى) على الحافة الخارجية للبلاطة بغرض توفير استخدام سقالات منفصلة، والتي يمكنها أن تشكل عائقاً فى عملية سحب ونقل الفورمة بالإضافة إلى تكاليف تشييدها.
- ويمكن استعمال قوالب من البلاستيك مع الأسلوب السابق لإنشاء بلاطات



شكل (٧٨) الغرم النمطية للحوائط



شكل (٧٧) الغرم النمطية للكمرات والأعمدة

خرسانية مفرغة لتغطية مسطحات كبيرة نسبياً وتقليل عدد الأعمدة الحاملة للسقف بدون الحاجة إلى استعمال كمثرات ضخمة (شكل ٨٠).

٢- الفورم الدائمة Permanent Forms شكل (٨١)

وهي عبارة عن شدات shutterings تترك بأكملها في المنشأ بعد صب الخرسانة سواء لصعوبة أو لارتفاع ثمن إزالتها، أو لاستخدامها كبطانة للمسح المصبوب. ويمكن أن تتكون الفورم الدائمة من بلاطات خرسانة مسلحة أو أسمنت مسلح أو من ألواح البلاستيك أو الأسبستوس، وفي حالات نادرة من المعدن؛ فمثلاً يمكن استخدام ماسورة خرسانية كفورمة داخلية لعمود مستدير. وعادة ما تصنع تلك الفورم الدائمة في الموقع، ولضمان التصاقها بخرسانة المنشأ المصبوبة يتم رشها بالحجر الجيري لخلق سطح خشن.

٣- الفورم النقالة Travelling Forms

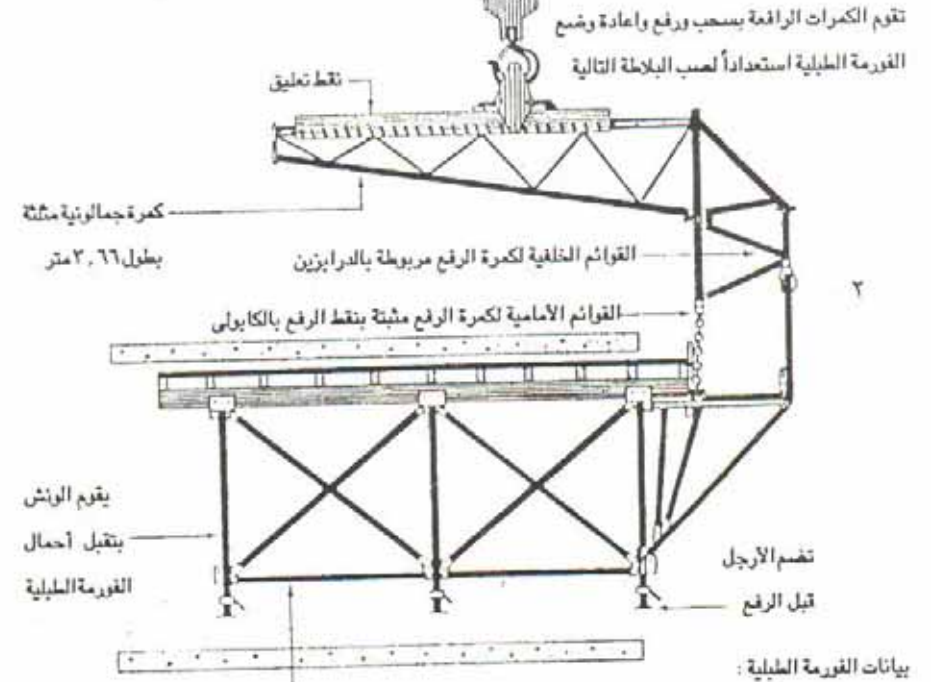
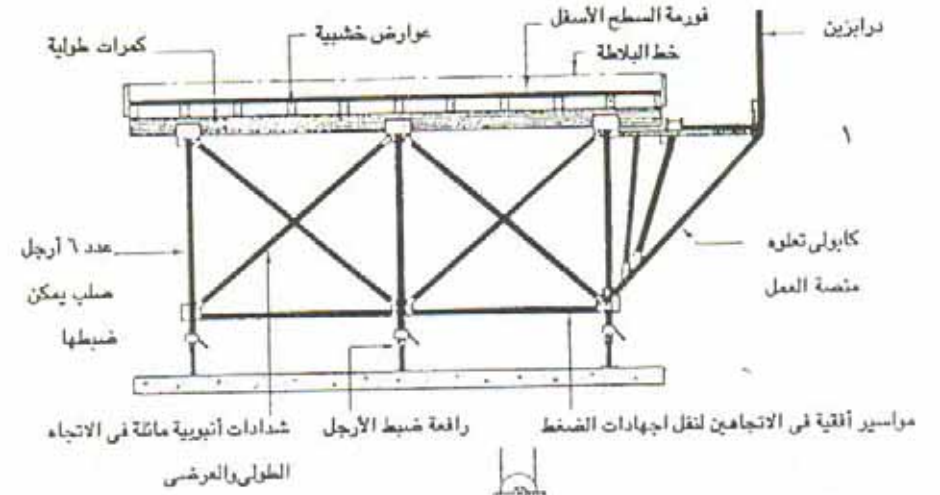
ويتمثل هذا النوع في استخدام مجموعة من الفورم ذات الحركة المصنعة في تشييد منشأ ذي عناصر إنشائية ثابتة، ويمكن تصنيف تلك المجموعة إلى ثلاثة أنواع حسب طريقة التشغيل ومجالات الاستخدام وهي:

١- الفورمة المنزلقة (الشدة المنزلقة) Slipform

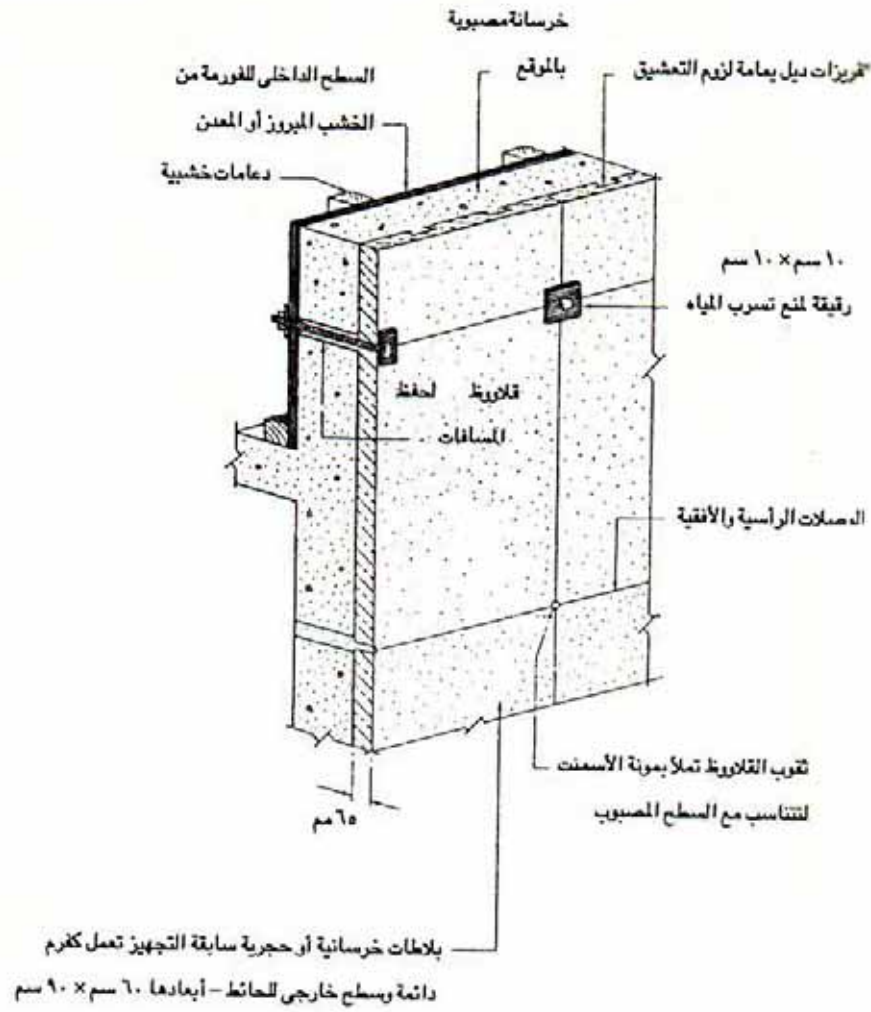
وهي التي تتزامن حركتها المتجهة إلى أعلى مع صب الخرسانة المستمر (وسوف تتم دراستها بالتفصيل في الباب الثاني) وتستخدم في صب الأبراج العالية ذات المقطع الثابت مثل أبراج المصاعد والصوامع ودعامات الكبارى الرأسية والمباني متعددة الأدوار ذات المحيط الخارجي الصغير.

ب- الفورمة المقطعية Sectional Form

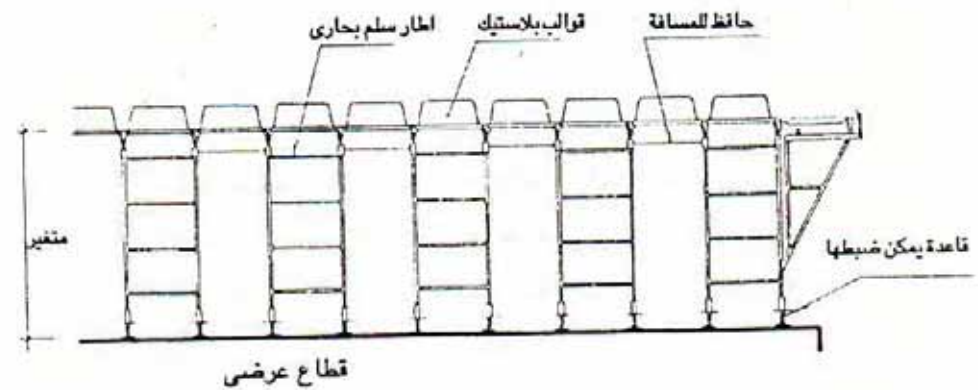
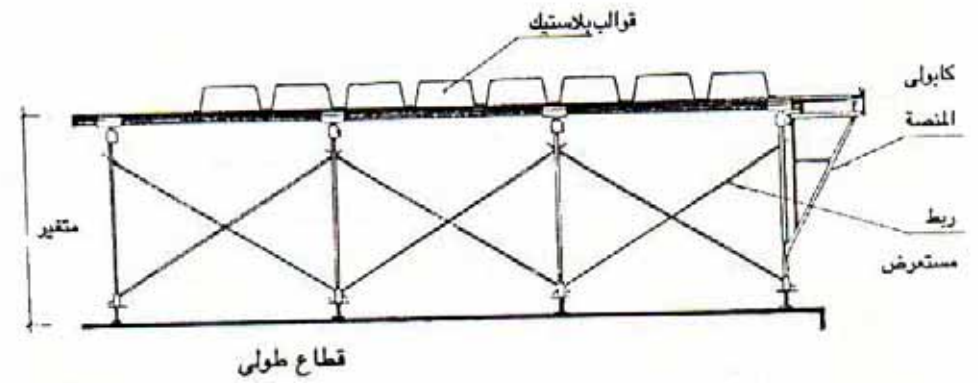
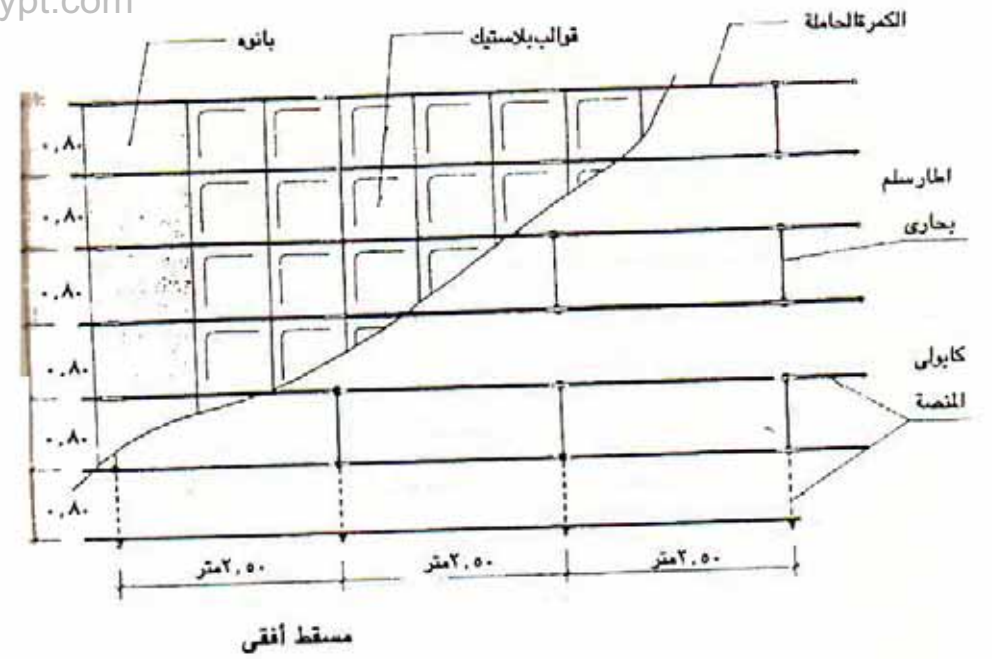
وفي حالة استخدامها يتم صب الخرسانة بارتفاع الفورمة، وتبقى في موضعها حتى تصل الخرسانة إلى قوة مناسبة لترفع الفورمة إلى المستوى الأعلى وهكذا. ويستخدم هذا النوع في المباني العالية ذات المقطع الثابت أو المتغير مثل الأبراج المخروطية وأبراج التلغيزيون والمشاهدة...إلخ.



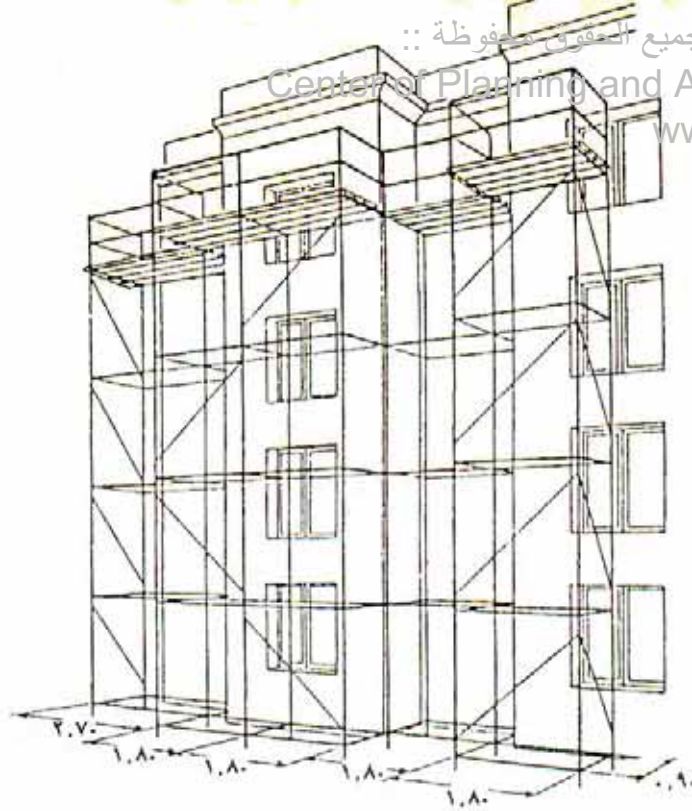
شكل (٧٩) الفورم الطولية - أسلوب "كويكفورم"



شكل (٨١) مثال للفرم الدائمة



شكل (٨٠) استعمال قوالب بلاستيك مع الفورمة الطولية لإنشاء بلاطات مفرغة



شكل (٨٣) سقالة تبدأ من سطح الأرض وتغطي واجهة المبنى
 الوحدة النمطية (الموديول) ٩٠ سم ومضاعفاتها

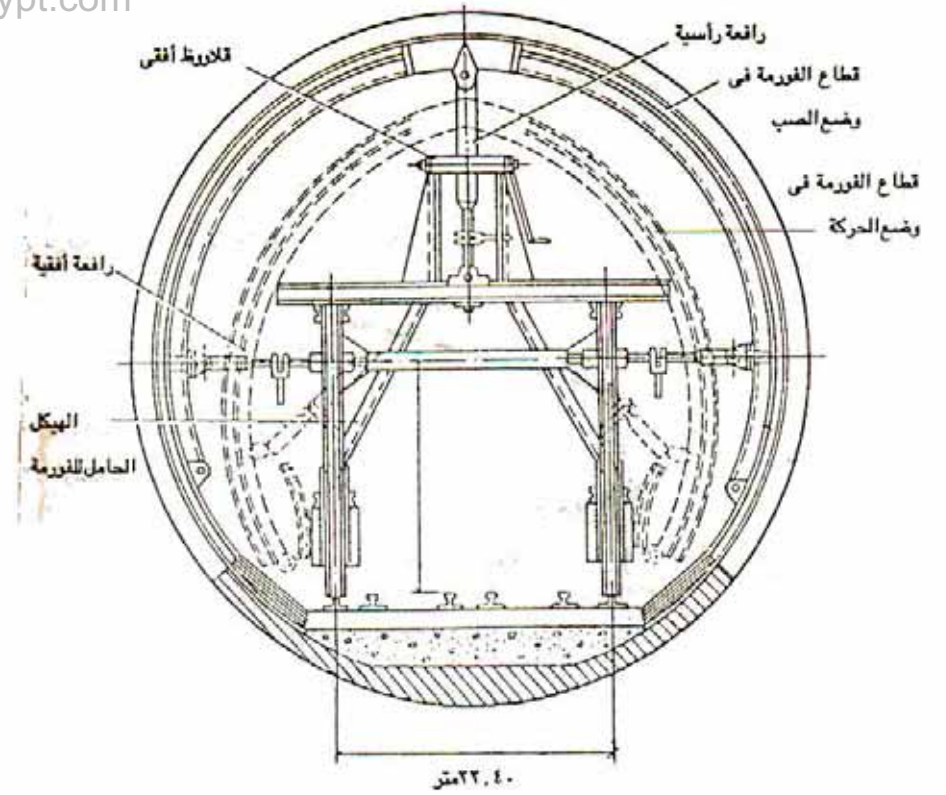
٣- السقالات Scaffolding

السقالة هي إطار مؤقت عادة ما يكون مصنوعاً من مواسير من الصلب أو الألومنيوم المجهزة بواسطة كلبسات أو عناصر ربط لتوفير وسيلة للوصول إلى مناسيب عالية في المنشأ، وأيضاً لتوفير منصة آمنة تمكن القيام بأعمال البناء والتشطيب المختلفة على تلك الارتفاعات.

وعلاوة على السقالات العادية (شكل ٨٣) التي تبدأ من منسوب الأرض لتغطي واجهات المبنى، فهناك أنواع مختلفة من السقالات أهمها:

السقالات المدلاة Slung Scaffolds

وهي سقالات تعلق بواسطة سلاسل أو حبال وغير مزودة بوسيلة لرفعها أو خفضها. وأهم مجالات استخدامها هو إمكانية الوصول إلى الأسقف العالية أو بطنيات الأسطح عالية المنسوب. ويجب التأكد من متانة الحبال المعلقة وثبيتها بإحكام بعناصر التعليق الخاصة أو العناصر الإنشائية بالسطح الموجود فوق المنطقة المطلوب الوصول إليها.



شكل (٨٢) الفورمة الدراجة لاقامة الأنفاق

ج- الفورمة الدراجة Rolling Form (شكل ٨٢)

وهي نفس فكرة النوع السابق ولكن في حالة المنشآت الأفقية ذات المقطع الثابت مثل الأنفاق والممرات الأفقية؛ حيث يتم جذب الفورمة أفقياً إلى موقعها الجديد بعد تمام تصلد الخرسانة ووصولها إلى قوة مناسبة.

وأخيراً فإن اختيار الفورم المناسبة للمباني متعددة الأدوار والمنشآت المركبة ليس بالعملية السهلة، بل يتطلب خبرة ودراية كبيرة سواء في تصميمها أو في اختيار المواد المناسبة أو في استخدامها وتشغيلها بالموقع. ويمكن أن يؤدي تصميم خاطئ للفورمة أو سوء تركيبها إلى انهيار المنشأ أثناء عملية التشييد، أو على الأقل إلى صب عناصر غير موجودة أو مطابقة للتصميم، وبالتالي غير مقبولة وكلا الأمرين نتيجته المحتملة زيادة كبيرة في التكاليف، بل وتدمير لسمعة شركة المقاولات المنفذة.

السقالات البارزة Truss-Out Scaffolds (شكل ٨٤)

وهي سقالات محملة على عناصر بواجهة المنشأ، وتستخدم عندما تكون الرغبة في عدم إنشاء سقالات عادية تبدأ من منسوب سطح الأرض. ويتم التثبيت في المنشأ بواسطة دعائم مثبتة داخلياً بين السقف والأرضية تبرز منها مواسير السقالة على الواجهة.

السقالات المعلقة Suspended Scaffolds (شكل ٨٥)

وتتكون من منصة عمل معلقة من دعائم مثبتة فوق السطح النهائي للمبنى وترز عن واجهته، وقابلة للحركة الرأسية والأفقية على واجهة المبنى. وهي تعتبر وسيلة دخول المبنى من أي نقطة في الواجهة وتصلح لأعمال تنظيف واجهة والصيانة الخفيفة. وكثير من المباني العالية (الحديثة) يتم تزويدها بسقالة معلقة دائمة.

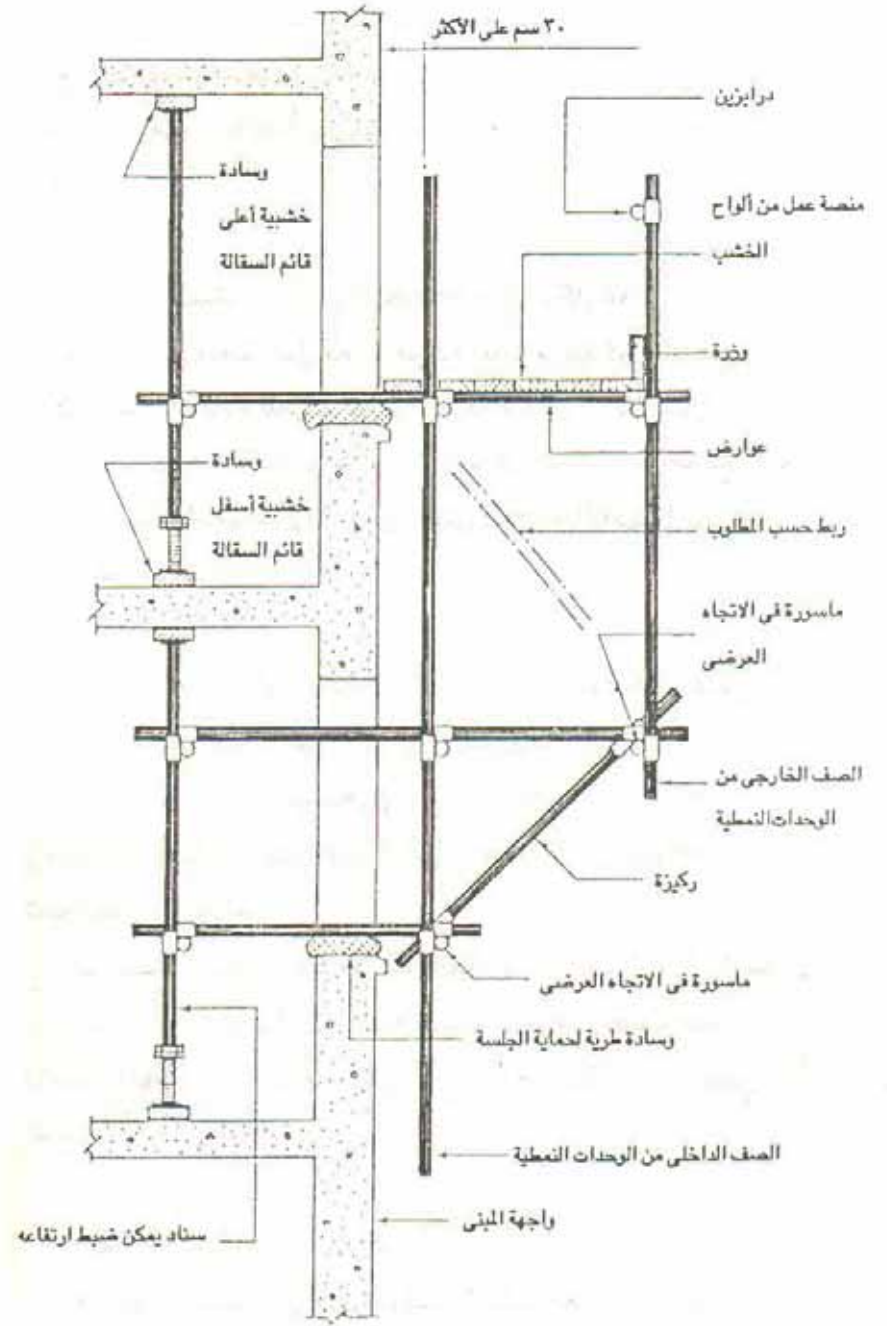
السقالات البرجية المتحركة Mobile tower Scaffolds (شكل ٨٦)

ويستعملها عادة النقاشون لأعمال البياض والدهانات الخارجية وأعمال الصيانة. وهي أساساً عبارة عن برج مستطيل أو مربع، يتكون من مواسير السقالات مركبة على عجل مزود بفرامل. ويتم الوصول إلى المنسوب الأعلى بواسطة سلم بحارى رأسى مثبت بجانب برج السقالة.

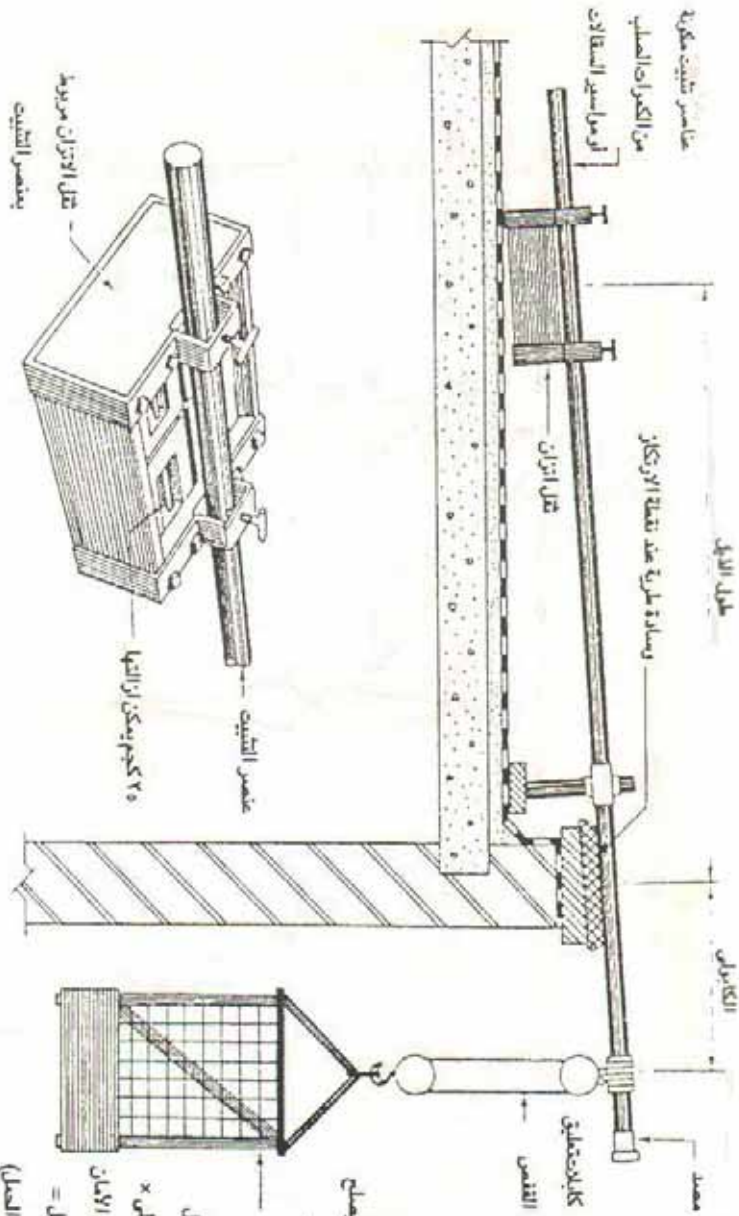
أما منصة العمل فيجب ألا يقل أبعادها عن ١,٢ × ١,٢ متر. ولتحقيق الاتزان التام يجب ألا يزيد ارتفاع البرج عن ثلاث مرات ونصف أصغر ضلع له، وذلك في الأعمال الداخلية، وثلاث مرات في الأعمال الخارجية، ويحد أقصى ١٠ أمتار في الارتفاع إلا إذا تم ربطه بالمبنى.

السقالات النمطية System Scaffolds

وفكرتها الأساسية هي تجهيز مواسير السقالة العادية التي يتم تربطها بواسطة «مساكات» خارجية، بوصلات يمكن ربطها مباشرة ببعضها البعض. وهذا النوع سهل التركيب ويمكن التنوع في استخدامها كما أنه يمكن للعمالة نصف المدربة تجميعها.



شكل (٨٤) السقالات البارزة (كابولي)



يتحقق الاتزان عندما يكون طول الأتزان \times طول التذييل = الكابولي \times وزن القلمس محمول، لكن لتعامل الأمان يضاف طول الأتزان \times طول الألياف = على الأقل $3 \times$ الكابولي \times وزن القلمس إلا في حالة الربط التتبع للجبانات لتعطي اتزان السقالة.

شكل (٨٥) الشكل التتبعي للسقالة المعادة

ويمثل شكل (٨٧، ٨٨) بعض الإمكانيات فى التطبيقات التى تقدمها السقالات
تخطيطية علاوة على الشكل العادى للتجميع.

ب- أعمال التسليح Reinforcement Works

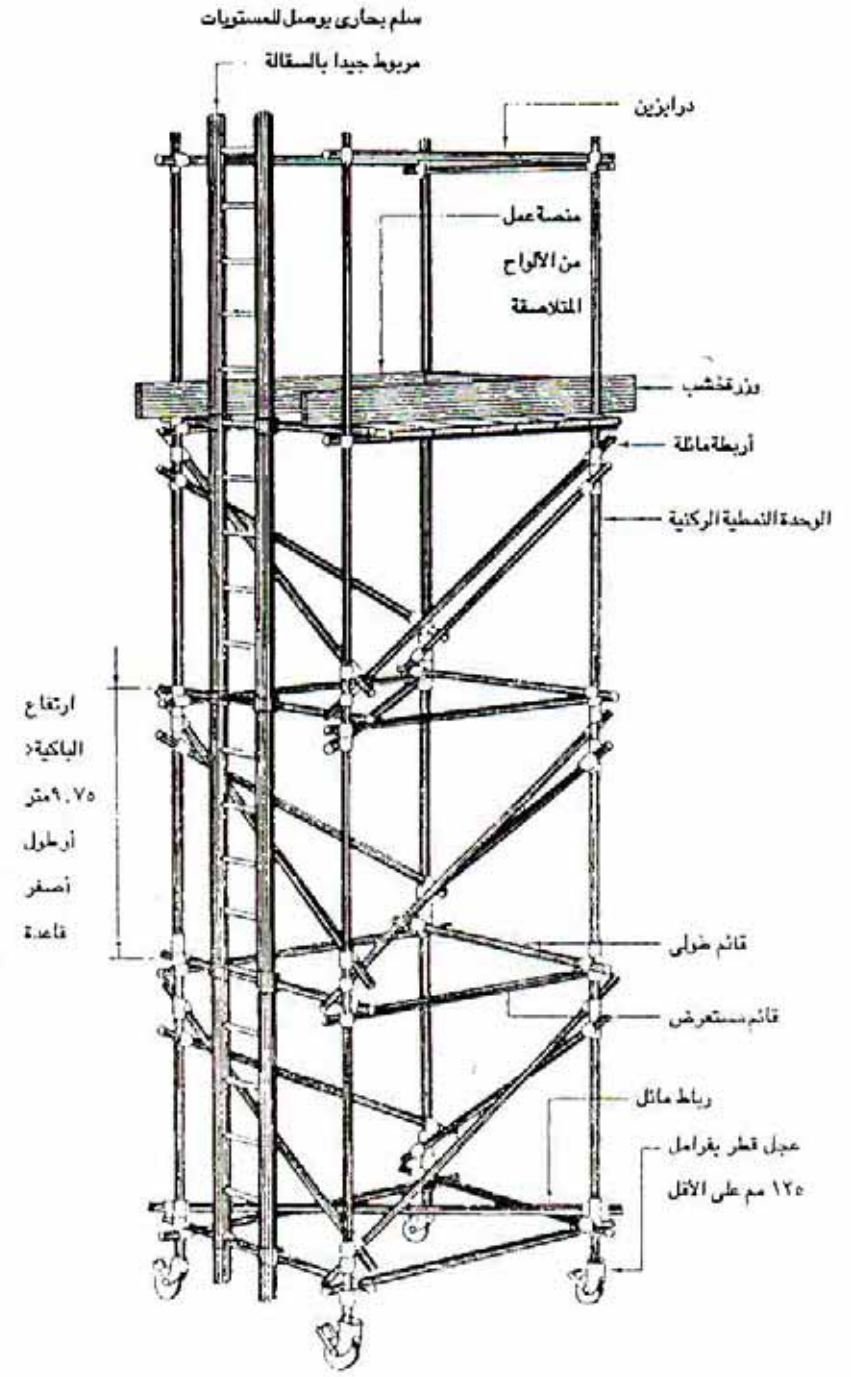
تشمل أعمال التسليح عمليتين أساسيتين هما تشكيل وتصنيع عناصر
تسليح، وتجميع هذه العناصر. وغالباً ما يصنع حديد التسليح فى المصانع أى خارج
الموقع، ويكون ذلك فى أحجام كبيرة مثل لفائف من الأسياخ أو شبك التسليح أو
تفقيصات مختلفة الأشكال، ويتم تجميعها ولحامها فى الموقع حسب متطلبات التصميم.
أما التسليح الخاص بالعناصر سابقة الإجهاد فيصنع على شكل حزم من السلك
تصلب عالية القدرة.

ويمكن تصنيف حديد التسليح إما تبعاً لطريقة الصنع؛ أى حديد مبروم
«درفلة» على الساخن أو على البارد Hot or Cold - Rolled Steel rods أو تبعاً
لشكل مقطع سيخ التسليح (مستدير، مبروم، مضلع) أو تبعاً لتسليح المنشأ (سابق
الإجهاد أم غير سابق الإجهاد)

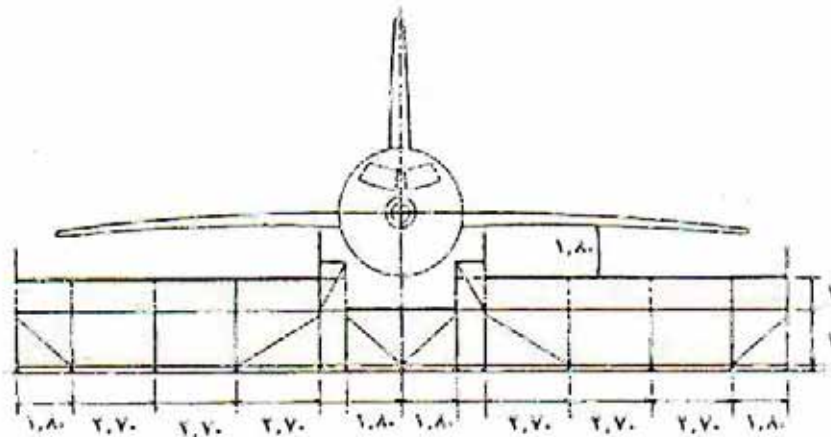
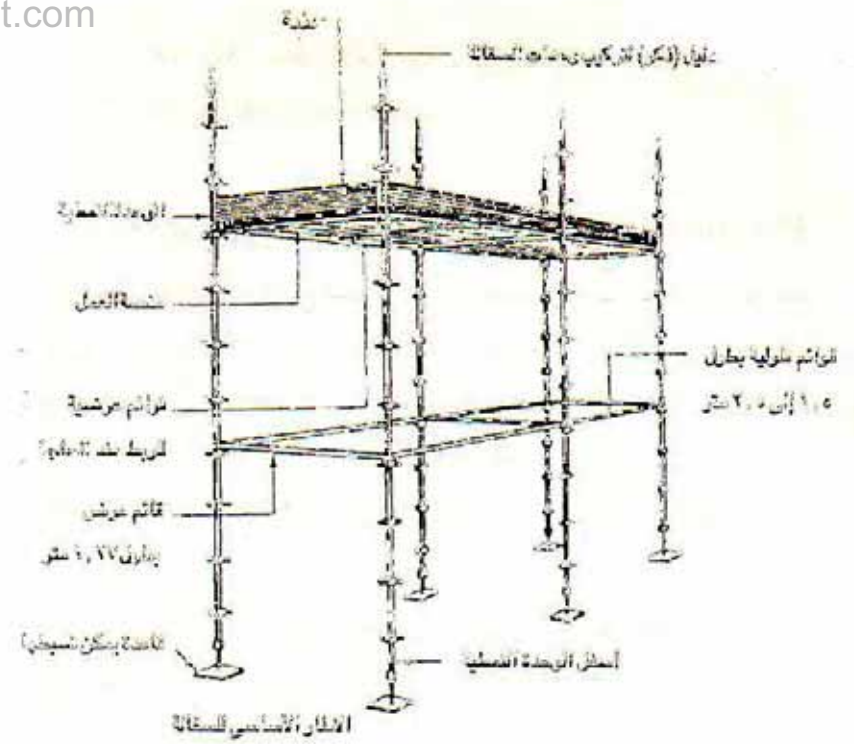
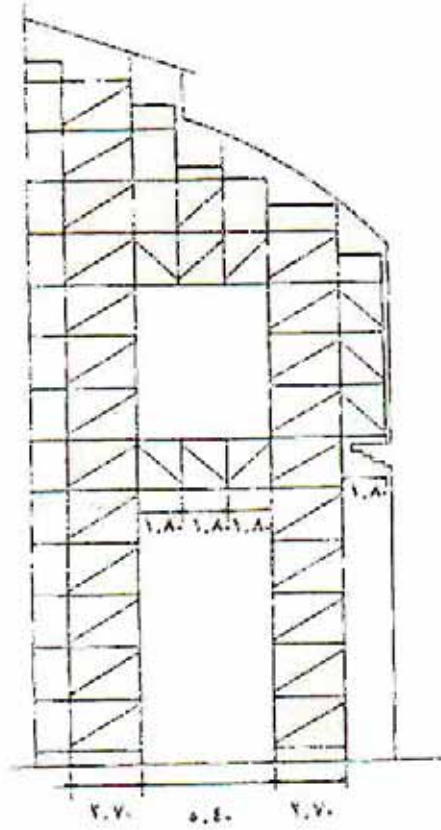
وطبقاً لوظيفته ينقسم حديد التسليح إلى ثلاث مجموعات :

- ١- تسليح أساسى وهو الحديد الذى يتقبل إجهادات الشد فى العنصر
الإشغالى.
- ٢- تسليح مرزوح وهو الذى ينقل الأحمال لحديد التسليح الأساسى فى
العنصر.
- ٣- تسليح خاص بتجميع النوعين السابقين.
ويأتى حديد التسليح فى ثلاثة أشكال :

١- تسليح سجزأ Piece Reinforcement وهو عبارة عن أسياخ صلب يتم
حامها فى الموقع لتكون تفقيصة التسليح، ويتم ثنى نهايات القضبان لتحقيق
تماسك المطلوب مع الخرسانة، ويتم ذلك سواء ميكانيكياً أو يدوياً. وتجمع العناصر
تكون تفقيصة مسطحة flat Cage من القضبان المتقاطعة تستعمل فى تسليح
الكمرات والمدادات وهى على شكل جمالون متوازي العناصر.

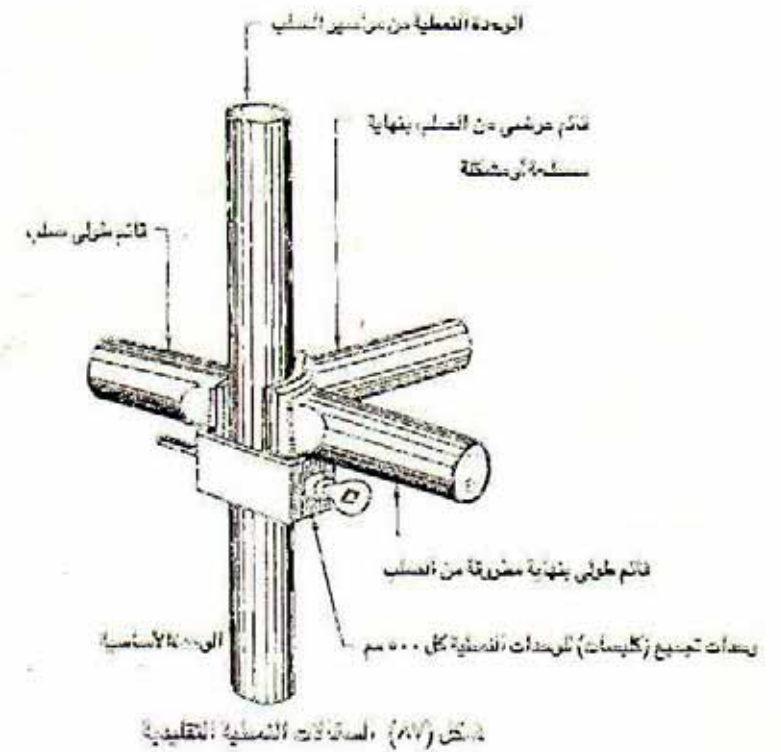


شكل (٨٦) السقالة البرجية المتحركة



التمط (المردبول) الأساس ٠.٩٠ متر وبشأنتها

شكل (٨٨) بعض امكانيات السقالات النمطية



شكل (٨٧) الوحدات النمطية التقليدية

٢- تقفيصات صندوقية Box type reinforcing Caps

وهي تتكون من تقفيصات مسطحة يتم تجميعها بوساطة عناصر التجميع السابق ذكرها ، وتستخدم في تسليح الكمرات والأعمدة والأساسات وعناصر أخرى مشابهة .

٣- شبك التسليح Reinforcing wire fabrics

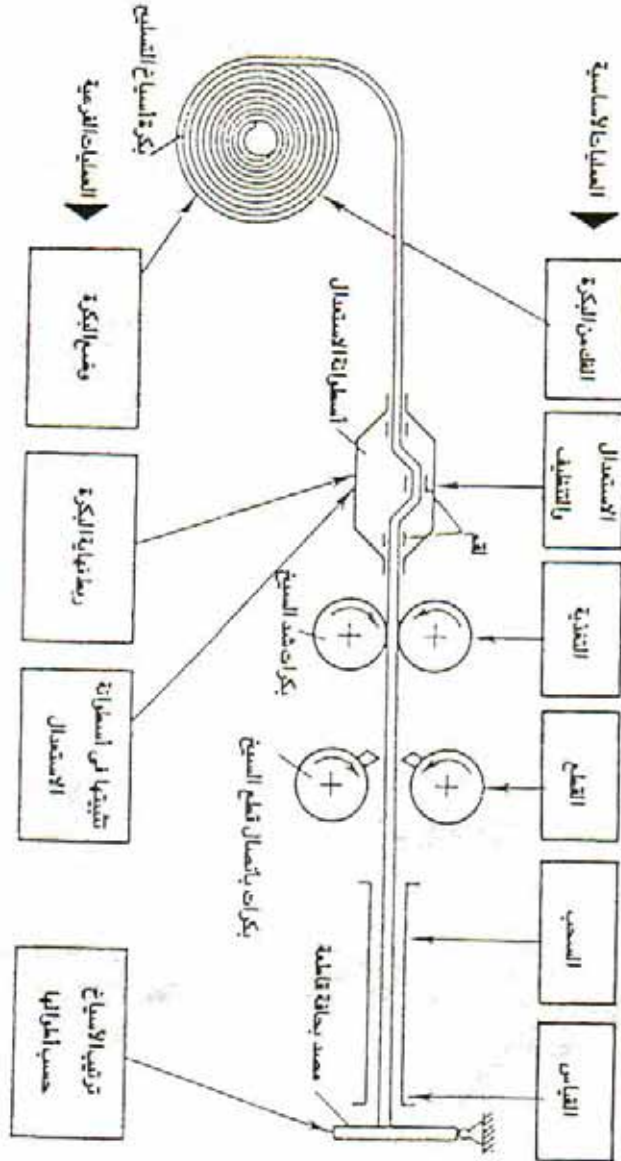
وهو كثير الاستعمال في حالات العناصر المسطحة صغيرة السمك مثل الأسقف والحوائط والمنشآت الصندوقية . ويتكون الشبك من أسياخ تسليح 3ϕ مم إلى 10ϕ مم وتكون فتحات الشبكة $5\text{ سم} \times 10\text{ سم}$ أو $15\text{ سم} \times 20\text{ سم}$.

وتتكون عملية إعداد الحديد للتسليح من مرحلتين : مرحلة إعداد ، ومرحلة تجميع . وتمثل مرحلة الإعداد في فرد الحديد وقياسه وتنظيفه وقطع الأطوال المطلوبة ، ويمكن مكنة هذه المرحلة كما يوضح شكل (٨٩) ثم يتم الثني حسب المطلوب . ثم لحام الأجزاء الصغيرة .

أما مرحلة التجميع فيتم فيها تكوين التقفيصات الكبيرة باللحام وتشكيل التقفيصات الصندوقية ووضع التسليح في القرم (شكل ٩٠ ، ٩١) . ويمكن مكنة عملية التجميع هذه جزئياً أو كلياً .

نقل وتركيب حديد التسليح Transportation and Erection of Reinforcement

يتم نقل الوحدات كبيرة الحجم (شبكة التسليح والتقفيصات) على لوريات أو على عربات السكك الحديدية ، وذلك في حالة تجميعها بعيداً عن الموقع . وإذا كان حجمها كبيراً بحيث يكون من الصعب نقلها كقطعة واحدة ، فإنه يتم تقسيمها إلى أجزاء يسهل نقلها كل على حدة مع مراعاة الاحتياطات اللازمة في هذه العملية ، ويراعى وضع علامات بالبوابة عند نقط التعليق التي تتحدد بحيث لا تتعرض الأجزاء للتغير في الشكل أو التلف عند رفعها . ولا يتم وضع حديد التسليح (بأشكاله) إلا بعد الانتهاء من تجميع القرم واختيارها ، ثم يوضع في مجموعات يتم تجميعها مسبقاً ، وذلك لتسهيل عملية التشييد ، كما يجب الأخذ في الاعتبار المسافات بين صفوف أسياخ التسليح وسمك طبقة الخرسانة الواقية للحديد (من أخطار التآكل والحريق) وذلك



شكل (٨٩) مراحل إعداد أسياخ التسليح

حسب التصميم والحسابات الإنشائية . وشكل (٩١) يوضح تشييد التسليح والغرمة لعنصر إنشائي .

ج- خلط الخرسانة وصبها Placing

تستلزم عمليات البناء الحديثة خلط كميات كبيرة من المواد أهمها الخرسانة ثم اللون والبياض . وتؤدي ميكنة الخلط إلى وفر كبير في التكاليف ، إلا في الأعمال التي تتطلب كميات محددة من الخرسانة أو المون فتكون الميكنة غير إقتصادية . ويمتاز الخلط الميكانيكي عن اليدوي باستخدام عدد قليل من العمال والحصول على خلطة متجانسة منتظمة في التكوين واللون والقوام المناسب للغرض المطلوب ، مع الاقتصاد في استعمال المواد نتيجة لتقليل الفاقد ، والتحسين من كفاءة التشغيل والتنفيذ حيث تساعد الآلات في الانتظام في الإنتاج بالكميات المطلوبة وفي الوقت المحدد بالجدول الزمني للمشروع .

ويتوقف اختيار طريقة خلط ونقل الخرسانة على الحجم المطلوب في زمن محدد ، وكذلك المسافات الأفقية والرأسية التي تنقل إليها الخلطة .

وتنقسم العناصر الخرسانية إلى ثلاثة أنواع :

- سابقة التجهيز (في المصنع)

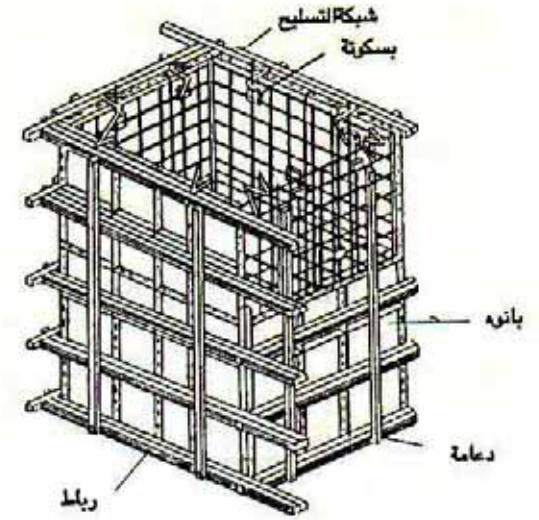
- سابقة الصب (في الموقع)

- مصبوبة في موضع إستخدامها

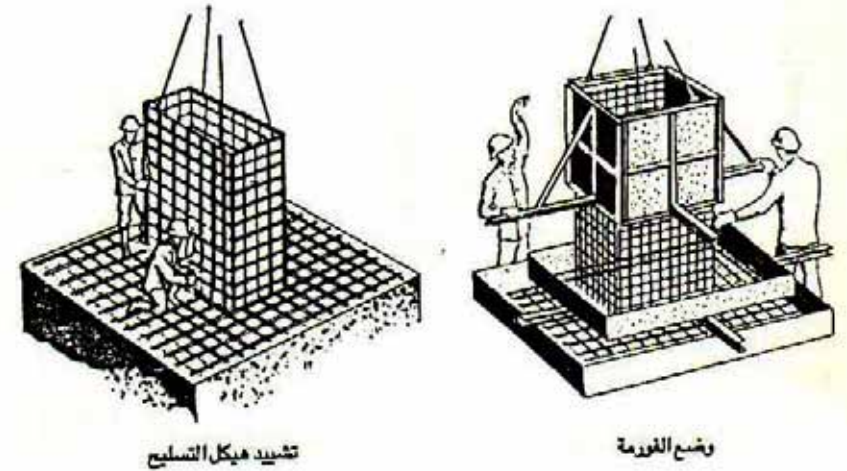
وفي الأنواع الثلاثة يحتاج الأمر إلى خلط الخرسانة إما في خلاطات الخرسانة Concrete Mixer أو في محطات الخلط المركزية Concrete Mixing Plant .

خلاطات الخرسانة Concrete Mixer

تحدد وظيفتها في خلط مكونات الخرسانة ، وهي الأسمنت والرمل والزلط والماء والمواد المضافة ، وذلك بالنسب القياسية المعمول بها .



شكل (٩٠) التسليح والغرمة



شكل (٩١) تشييد هيكل التسليح ووضع الغرمة

وتتحكم العوامل التالية فى اختيار معدات الخلط :

أ- طبوغرافية الأرض، حدود الموقع، خطوط الكونتور، نوعية التربة، محددات من أى نوع.

ب- الحجم الكلى للخرسانة المطلوبة.

ج- إمكانية الحصول على المعدة المطلوبة فى الوقت المحدد.

د- الوقت أو الفصل الذى سوف تتم فيه عملية الخلط (صيفاً أو شتاء)

هـ- المساحة المخصصة لخلط الخرسانة.

و- نوعية وجود الخرسانة المطلوبة.

ز- النوع ذو التكلفة الأنسب بالنسبة للمشروع.

وعموماً يجب أن يكون موقع خلط الخرسانة أقرب ما يمكن لمكان الصب لتفادى التصلد الجزئى للخرسانة.

ويمكن تصنيف أجهزة خلط الخرسانة تبعاً لطريقة التشغيل؛ فتكون إما ذات إنتاج مستمر Concrete Continuous mixers أو تقوم بالخلط على دفعات Batch mixers ويناسب النوع الأول خطوط إنتاج عناصر الإنشاء، أما النوع الثانى

ففيه يتم عمل كمية محدودة من الخرسانة يتم خلطها وتفريغها لعمل كمية أخرى من الخرسانة وهكذا، وعلى هذا فهو أبسط فى تصميمه وسمح بتغيير نوعيات الخرسانة

المخلوطة حسب الحاجة، وعموماً يمكن تقسيم الخلاطات إلى أربعة أنواع رئيسية علاوة على عربات خلط الخرسانة:

١- الخلاط ذو الحلة المائلة Tilting drum mixer

ويستخدم أساساً فى خلط كميات صغيرة من الخرسانة بالموقع. ويتكون من حلة

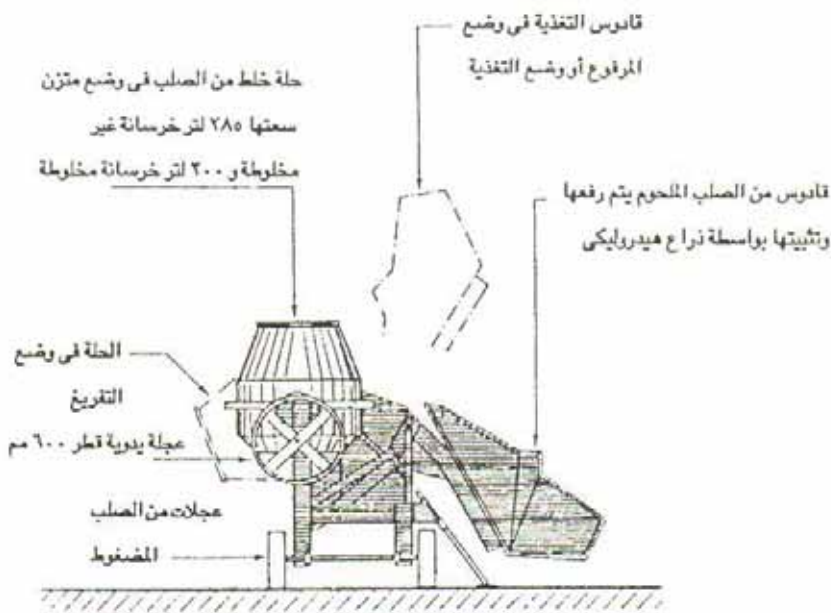
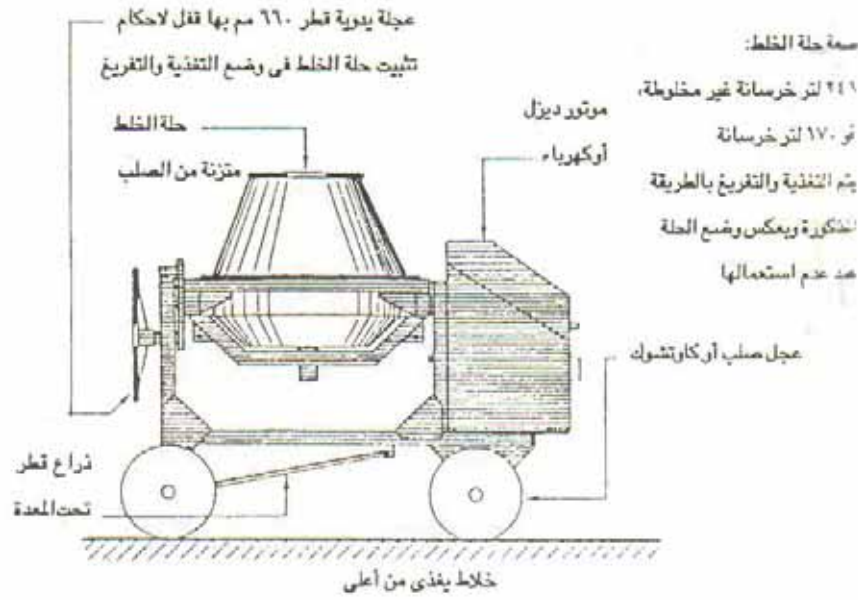
drum مخروطية داخلها ريشات ثابتة لتقليب الخرسانة، وتدور حول محور متحرك

لأعلى. ومع انتهاء عملية الخلط تميل الحلة حول المحور لتفريغ الخرسانة المخلوطة

لأسفل، ويتراوح سعة الحلة لتصل إلى ثلاثة أمتار مكعبة فى الدفعة.

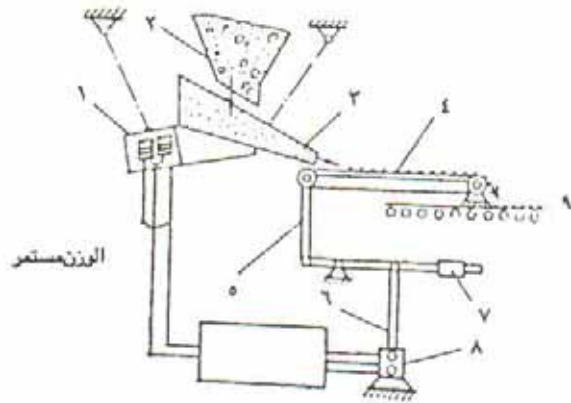
وتتحكم فى الحركة مكابس هيدروليكية، ويتم ملء الحلة بالمواد الأولية بواسطة

معايير بأعلى الجهاز تقوم بوزن الكميات اللازمة للخلطة (شكل ٩٢)



شكل (٩٢) الخلاط ذو الحلة المائلة (المتقلبة)

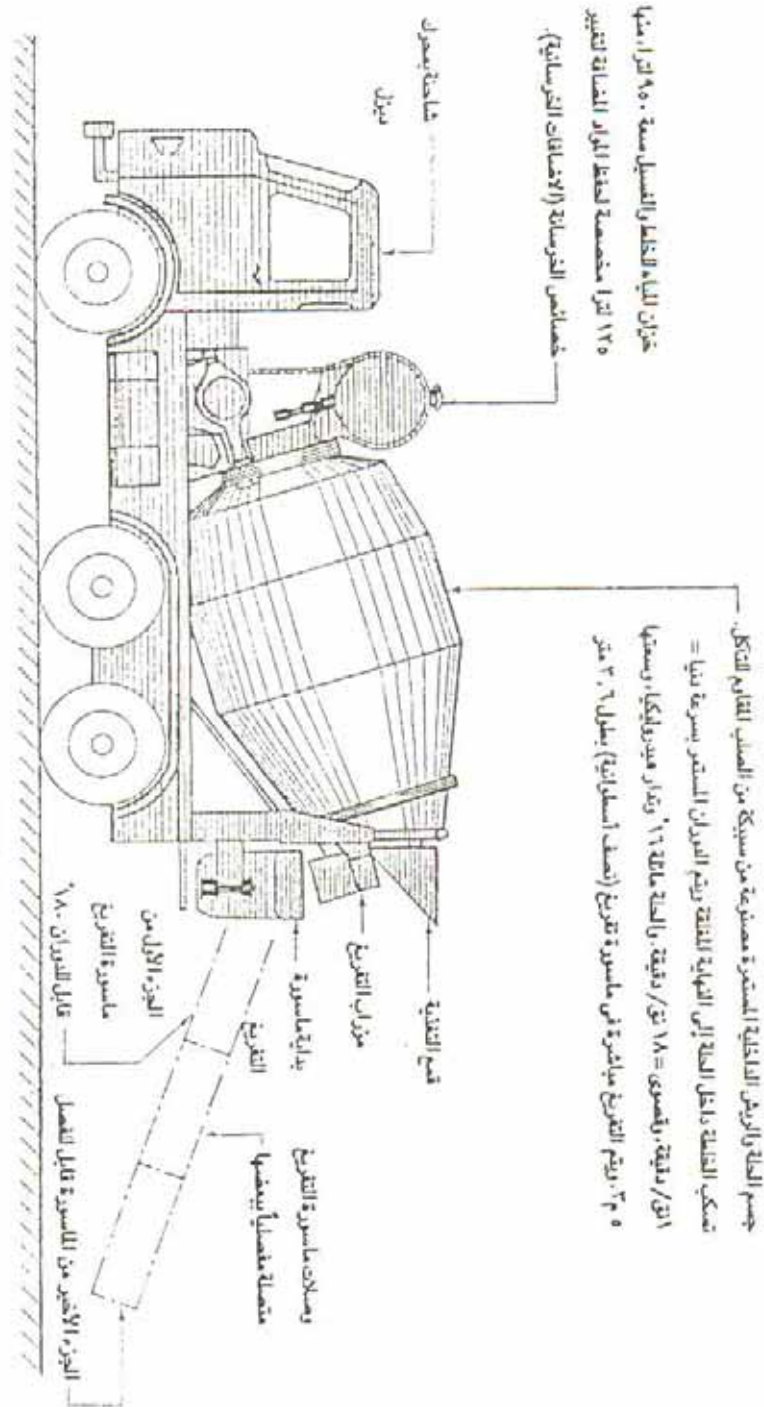
وهي التي تستعمل في تحديد الأوزان اللازمة من مكونات الخرسانة
 كهوماتيكياً، ويوجد منها ثلاثة أنواع:
 ١- نوع صغير مستقل يمكن نقله بسهولة.



- ١- هزاز كهرومغناطيسي
- ٢- قمع التغذية
- ٣- أنبوية التفريغ
- ٤- سير الوزن
- ٥- رافعة الميزان
- ٦- رافعة التحكم في تغيير الكميات المرفوعة
- ٧- ثقل اوزان
- ٨- صندوق التحكم في القوة الكهربائية
- ٩- سير متحرك لنقل الناتج الموزن



شكل (٩٥) الموازين الأوتوماتيكية



حوزان المياه الاخطار والتسليم مسمة ٩٥٠ لترات فيها
 ١٧٥ لترا مخصصة لقطع المواد المضافة للتغير
 خصائص الخرسانة (الاصفات الخرسانة)

جسم العربة والربط الداخلي المستمرة مصنوعة من سبيكة من الصلب المقام للتكامل.
 تمكن القاطنة داخل العربة إلى النهاية الأمامية ويتم الدوران المستمر بسرعة ثابتة =
 ١١/دقيقة، تقصى = ١٨ دور/دقيقة، والحالة مائة ١٦ دور/دقيقة، ويتدار ويتداولها، وسطحها
 ٢٥ م^٢ ويتم التفريغ مباشرة في ماسورة تفريغ (مصنف أسطوانية) بطول ٣.٦ متر

شكل (٩٤) عربة خلط خرسانة (تراك ميكس)

٢- نوع مركب على الخلاطات ويدخل ضمن أجزائها.

٣- نوع متحرك أو نصف متحرك على عجل أو على رافعة، حيث يرتفع ليصل إلى فتحة التحميل في الخلاطات الكبيرة، وفي العادة يمكن لهذا النوع تغذية خلاطين في نفس الوقت.

محطات خلط الخرسانة Central mixing Plant

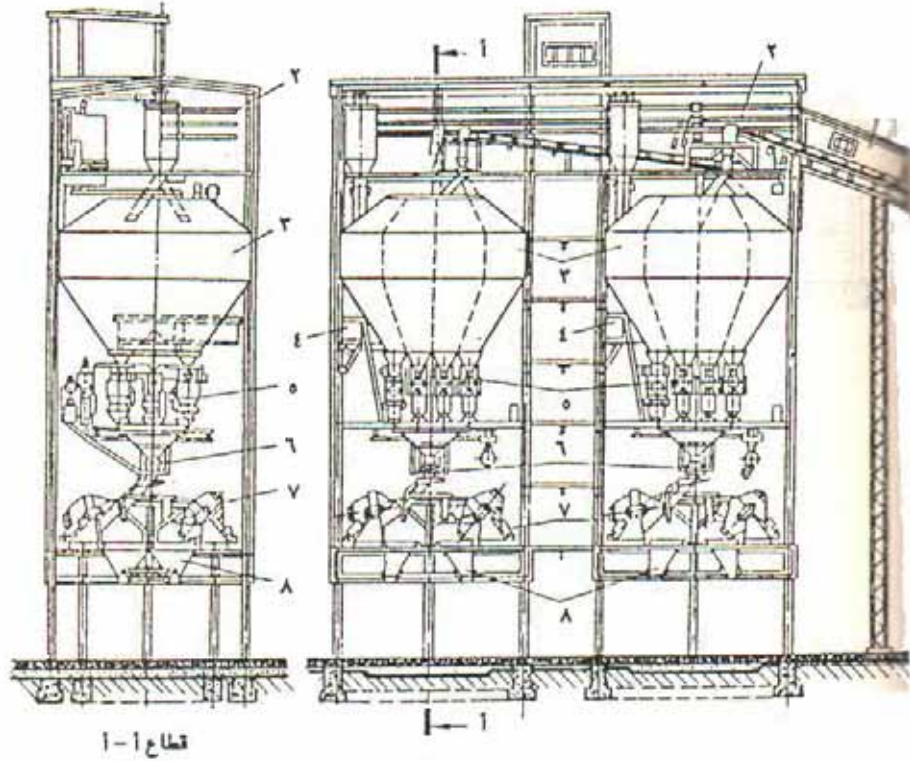
تنقسم هذه المحطات إلى: محطات دائمة (ثابتة) ومؤقتة ومتحركة:

١- المحطات الدائمة الثابتة (شكل ٩٦، ٩٧)، وهي تغذي احتياجات المشروعات المجاورة التي لا تتعدى المسافة بينها وبين المحطة ساعة زمن أو ٢٥ - ٣٠ كم ويصل عمرها الافتراضي إلى عشرين عاماً كما يصل إنتاجها من ١٥ إلى ٢٠ متر مكعب/ساعة، وهذا النوع قد أخذ في الانتشار بمصر في منتصف الثمانينات.

٢- المحطة المؤقتة (شكل ٩٨)، وهي تخدم موقعاً واحداً كبيراً، وهذا النوع مصمم من أجزاء خفيفة سابقة الصنع وسهلة الفك والتركيب لإمكانية استخدامها في مواقع متعددة بسهولة.

٣- المحطات المتحركة (المتنقلة) (شكل ٩٩) وهي تخدم مواقع متفرقة على مسافات متباعدة، حيث يحتاج كل موقع إلى كميات صغيرة من الخرسانة. ويصل حجم إنتاج المحطة من ١٥ إلى ٣٠ متراً مكعباً في الساعة وهي مركبة على مقطورة ويتم جرها بين المواقع المختلفة بواسطة جرار أو لوري.

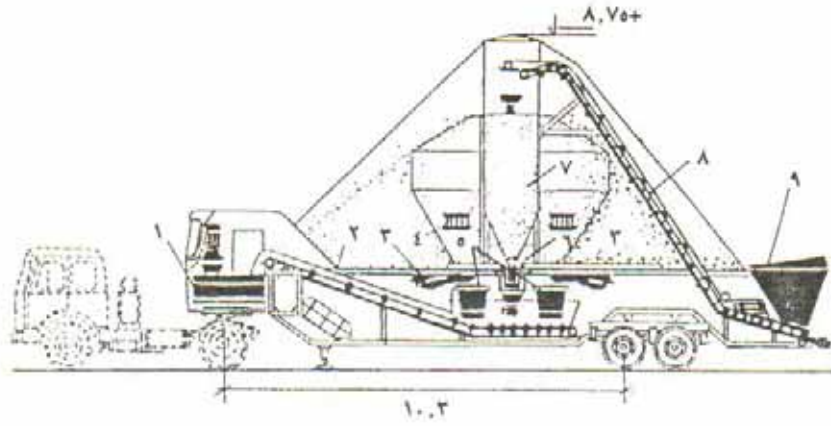
ومحطات الخلط بمختلف أنواعها تعتمد على نقل المكونات الجافة، وهي الرمل والزلط والأسمنت سواء من موضعها الثابت أو من اللوري أعلى القادوس، ثم تمر على الموازين التي تسمح بمرور المقادير المحددة مع المقدار المناسب من الماء إلى حلة الخلط حيث يتم الخلط، ثم تفرغ بعد ذلك في وسائل النقل المختلفة.



قطاع ١-١

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| ١- سير متحرك مائل لأعلى | ٥- أجهزة قياس الأوزان |
| ٢- ماسورة استقبال الأسمنت | ٦- قمع دوار ٢٦٠ |
| ٣- القادوس | ٧- خلاطات الخرسانة |
| ٤- خزانات مياه | ٨- أقماع التفرغ |

شكل (٩٦) محطة خلط مركزية ثابتة
 مكونة من قطاعين يحتويان على ٨ خلاطات



- | | |
|---------------------|-------------------------|
| ١- حلة الخلط | ٥- جهاز وزن الركام |
| ٢- سير متحرك | ٦- جهاز وزن الاسمنت |
| ٣- فوهة تغذية السير | ٧- قادوس الاسمنت |
| ٤- بطارية للتسخين | ٨- سير نقل الركام |
| | ٩- قادوس استقبال الركام |

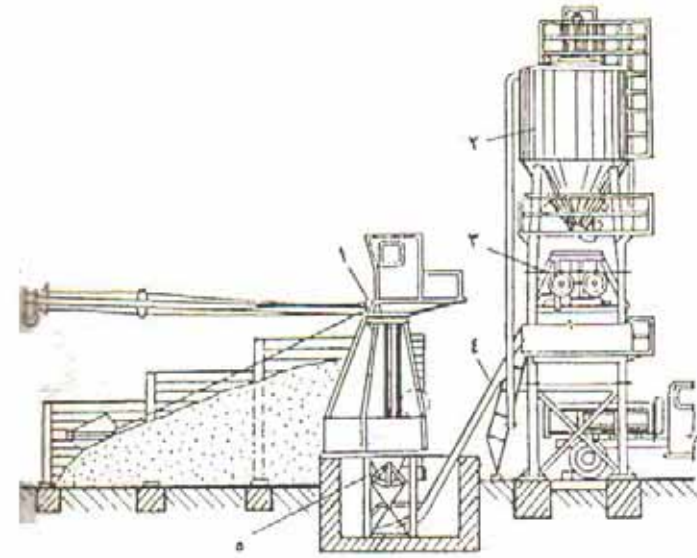
شكل (٩٩) المحطات المتحركة أو المنتقلة

وتبعاً لترتيب عناصر المحطة يوجد نوعان من المحطات:

- ١- محطات يتم فيها رفع المكونات الخرسانية مرتين (شكل ١٠٠)
 - ٢- محطات يتم فيها رفع المكونات كلها فوق القواديس ومنها تتحرك بفعل الجاذبية (شكل ١٠٠ ب)
- أعمال نقل وضع خلطة الخرسانة
 لضمان استمرار عملية الخلط في الخلاطات بأنواعها يجب ضمان وجود وسيلة مستمرة لنقل الكميات المخلوطة، لذلك يجب ربط المحطة بخطوط أنابيب ومضخات لنقل الخرسانة (وقد سبق شرحها في باب النقل)

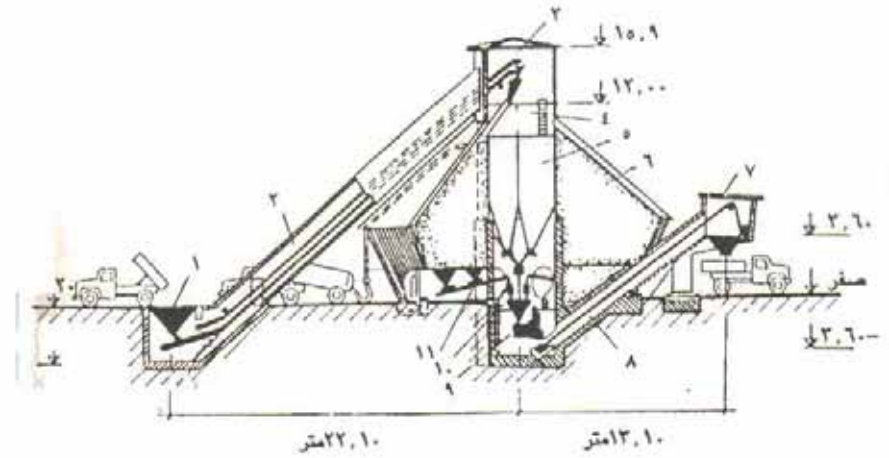
ومن أهم مميزات مضخات الخرسانة:

- ١- يتم نقل الخرسانة من نقطة التغذية إلى مكان التشغيل في عملية واحدة مستمرة.
- ٢- يتم النقل بطريقة أسرع وبعمالة أقل إذ يمكن صب ١٠٠ متر مكعب في



- ١- جاروف نوذراع
- ٢- قمع الاسمنت
- ٣- الخلاط
- ٤- رافعة بقادوس
- ٥- موازين الركام

شكل (٩٧) محطة خلط خرسانة مركزية للمواقع



- | | | |
|------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| ١- قادوس التغذية | ٤-٥- أقسام تخزين أسمنت | ٩- قسم الخلط |
| ٢- السير المتحرك الرفع | ٦- تخزين الركام ٤ أقسام | ١٠- قسم الوزن |
| ٣- منخل تخزين المواد | ٧- قسم تسليم المنتج المخلوط | ١١- سير من ٤ أقسام لتغذية الخلاطات |
| ٤- غرفة المرشح | ٨- رافعة بقادوس | |

شكل (٩٨) المحطة المؤقتة

الساعة بوساطة عاملين فقط أحدهما لتشغيل المضخة والآخر عند نقطة التفريغ.

٣- سهولة توزيع الخرسانة وفرشها بانتظام على السقف المطلوب صبه.

٤- إمكانية تشكيل جسم الخرسانة على طبقات متتالية حسب المواصفات المطلوبة.

٥- ضمان عدم انفصال مكونات الخلطة (أو التعشيش) مع وصول الخرسانة في حالة دمك (نتيجة للضخ) ولا يحتاج الأمر إلا إلى قليل من الهز الميكانيكي.

٦- تقليل المسطحات اللازمة في الموقع بالمقارنة بعملية نقل الخرسانة بالعربات حيث تحتاج إلى مساحات للحركة والمناورة.

٧- هي الطريقة الوحيدة لضخ الخرسانة أفقياً ورأسياً في عملية واحدة.

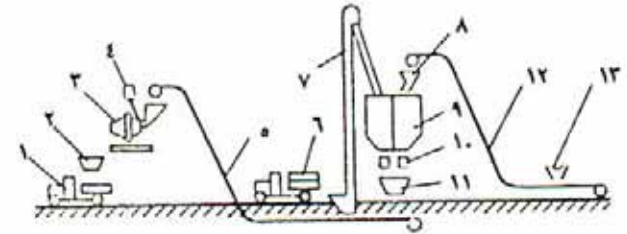
٨- يتم التفريغ في الفرع بطريقة منتظمة.

٩- تخفيض التكاليف النهائية في عملية الصب نتيجة قلة العمالة وانعدام الهالك.

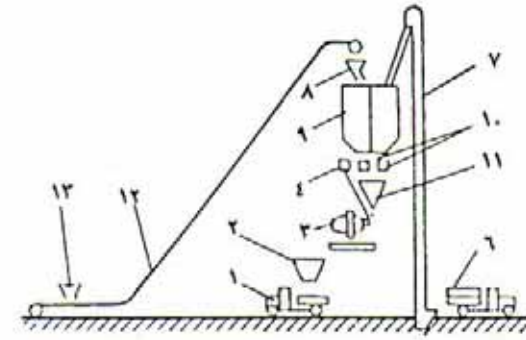
وتكون مضخات الخرسانة إما ثابتة في الموقع، وهذه ترتبط بالخلطات المركزية أو تكون متحركة وتستعمل غالباً لتفريغ الخرسانة الجاهزة من عربات خلط الخرسانة Truck mixer ويتم ضخ الخرسانة إلى الأدوار العليا، أو إلى أسفل سطح الأرض عند صب الأساسات أو أفقياً إلى الأماكن البعيدة عن خط إنتاج الخرسانة؛ ويمكن ضخ الخرسانة رأسياً حتى ارتفاع من ٣٠ إلى ٤٥ متراً وأفقياً حتى مسافة ٣٠٠ إلى ٤٠٠ متر تقريباً، ويتطلب ذلك أن تكون الخرسانة متجانسة القوام، حتى لا تتعرض أنابيب الضخ للإتسداد مع مراعاة استخدام هزاز ميكانيكي للخرسانة.

وعادة ما تكون المضخات المتحركة محملة على لورى أو مقطورة مزودة بروافع هيدروليكية (كريك) يتم التحميل عليها عند الضخ، وذلك زيادة في التشبث. وتسحب الخرسانة من عربة الخلط خلال خط أنابيب مفصلي قطره ٨٠ إلى ١٠٠ مم ينتهى بمخرج مرن Boom من الكاوتشوك أو المشمع.

ويتم ضبط حركة تشغيل المضخة مع حركة الذراع الموصلة للخرسانة بوساطة



(أ) يتم رفع المواد مرتين أو ثلاث مرات



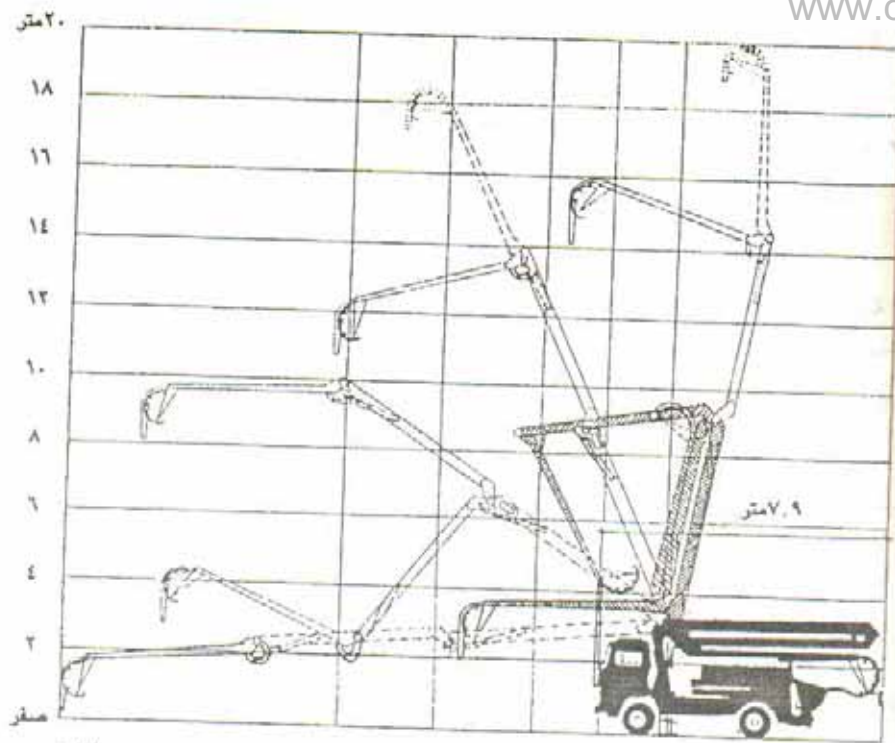
(ب) ترفع المواد مرة واحدة ثم تتحرك لأسفل بتأثير الجاذبية الأرضية

٧-مصعد	١-عربة الخرسانة المخلوطة
٨-قمع دوار	٢-قادوس تفريغ الخرسانة المخلوطة
٩-القواديس العلوية	٣-حلة خلط الخرسانة
١٠-موازين المكونات الجافة	٤-معيار الماء
١١-قمع الخلط الجاف	٥-السير الموصل للمحطة
١٢-السير الناقل للركام	٦-شاحنة نقل الأسمنت
١٣-قادوس تعبئة الركام	

شكل (١٠٠) امكانيات ترتيب الأجزاء المختلفة في محطات الخلط

وتوضيح الأشكال (١٠١, ١٠٢, ١٠٣, ١٠٤) الشكل التقليدي لمضخة محطة

على لوري وبعض إمكانيات تشغيلها.

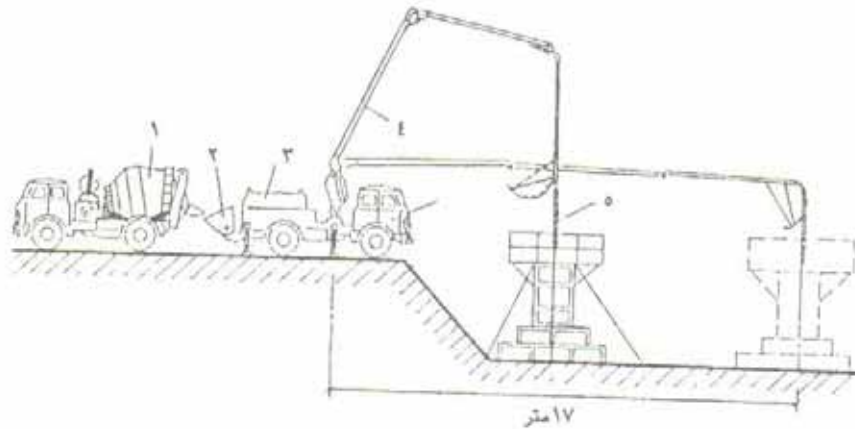


١٧ متر

متر

شكل (١٠٢) أوضاع التشغيل لذراع الضخ

حيث يبلغ طولها ١٧ متراً وطول الشاحنة ٧,٩ متر



١٧ متر

١- ذراع الضخ

٥- نهاية الذراع مرنة

١- عربة خلط الخرسانة

٢- قانوس عربة الضخ

٣- عربة ضخ الخرسانة

شكل (١٠٣) الضخ أسفل منسوب الأرض بعربة ضخ يتم التحكم في ذراعها هيدروليكيًا

أقصى كمية ضخ:

٢,٨٠ م³/ساعة

أقصى مسافة أفقية

في متناول الذراع ٣٠ متراً

أقصى ارتفاع في متناول

الذراع ٢٣,٠٠ متراً

أقصى مسافة تحت منسوب

سطح الأرض ١٨ متراً

ذراع الصب من الصلب يتم

تشغيلها هيدروليكيًا سواء للوصول

إلى وضع الضخ أو للتطبيق على

الشاحنة للنقل. يتم التشغيل من

صندوق تحكم موجود بالشاحنة أو

بالتحكم عن بعد

قادرين تذية سعة ٥٠٠

لتر يعمل على ارتفاع

١٠,٤ متر من عربة خلط

الخرسانة

أقصى ارتفاع لذراع الضخ = ٢٣ متر

وضع متوسط لذراع الضخ

ماسورة

لاخراج الخرسانة

قطرها ١٠٠ مم

وضع متوسط لذراع الضخ

وضع مائل لذراع الضخ

الوضع الأفقي لذراع الضخ

بمجال أقصى ١٩,٦ متر

عربة نقل بمحرك ديزل سرعتها

على الطريق ٨٠ كم/الساعة

مثبتات خلفية

مثبتات أمامية

شكل (١٠١) مضخة خرسانة متنقلة مركبة على شاحنة

إلى ١٠٠٠٠٠ هزة في الدقيقة، قد تصل في بعض الأحيان إلى ٢٠٠٠٠ هزة/دقيقة، مما يقلل من زمن الهز. وحسب الطريقة التي يتم بها هز الخرسانة يمكن تصنيف الهزازات كالآتي (شكل ١٠٥، ١٠٦، ١٠٧، ١٠٨، ١٠٩):

١- هزازات غرس immersion or penetrating types

وهي التي يتم غرسها في الخرسانة؛ ويستخدم هذا النوع من الهزازات في دمك الأساسات والأعمدة والكميرات. ويتم دمك الكتل الضخمة باستخدام مجموعة هزازة Vibrating pack، التي تتكون من عدد من هزازات الغرس، يتم رفعها ونقلها بوساطة الونش وعموماً فإن طبقة الخرسانة المدموكة بهذه الطريقة لا تتعدى مرة وربع طول الجزء المغروس من الهزاز.

ب- هزازات توضع على سطح الخرسانة:

وهي مزودة بألواح معدنية متصلة بالموتور الذي يقوم بعملية الهز، وهي مناسبة لبلاطات السقف وإنشاء الطرق وماشابه ذلك من خرسانات مسطحة. ولا يتعدى تأثير تلك الهزازات سمك ٢٥ سم إذا كان التسليح مفرداً (اتجاه واحد) و ١٢ سم إذا كان التسليح مزدوجاً (اتجاهين)، ويتم تشغيلها بوساطة جهاز تحكم عن بعد Remote Control لتلافى التأثير الضار على عامل التشغيل.

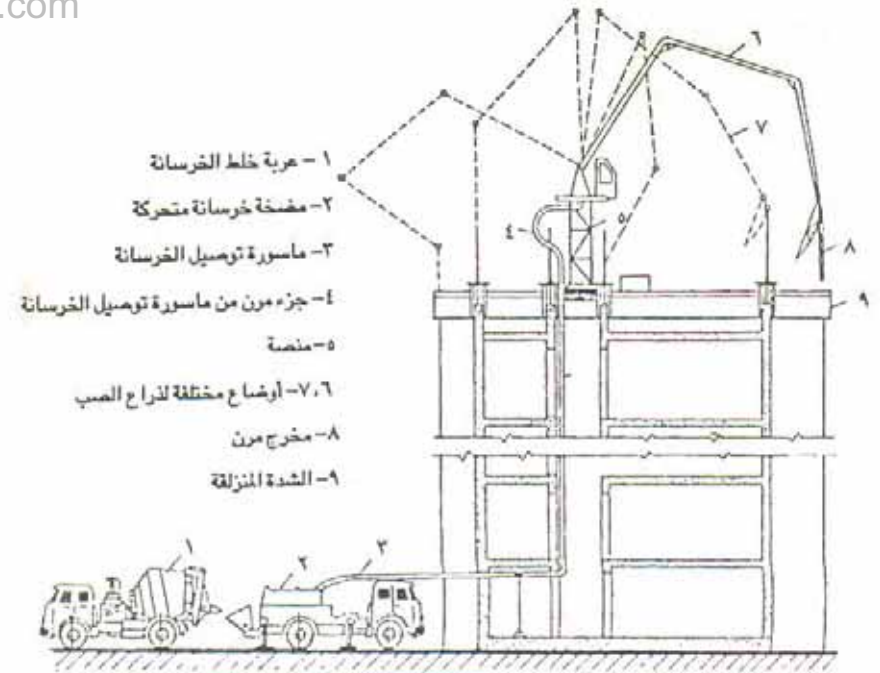
ج- هزازات تثبت خارجياً على الفرغ:

وهي تستخدم في حالة الأعمدة ذات التسليح المتقارب، وكذلك في حالة الحوائط صغيرة السمك، كما تستخدم أحياناً مع أوعية نقل الخرسانة لتسهيل حركتها. وعموماً يتحدد عدد الهزازات المطلوب تبعاً لقدراتها، ويجب زيادة العدد المطلوب بمقدار ٣٠٪ وذلك كاحتياطي في حالات العطل.

٢- دمك الخرسانة بالشفط Vacuum treatment of Concrete

رهي من أكثر الوسائل فعالية في دمك الحوائط ذات السمك الصغير والسطح الكبير. وكذلك المنشآت القشرية؛

وتتلخص الطريقة في زيادة كمية الماء المضاف إلى الخلطة عن كمية الماد المحددة أساساً، وبالشفط يتم التخلص من الماء الزائد والذي يبلغ حوالي ٢٠ إلى ٢٥٪ من الماء



- ١- عربة خلط الخرسانة
- ٢- مضخة خرسانة متحركة
- ٣- ماسورة توصيل الخرسانة
- ٤- جزء مرين من ماسورة توصيل الخرسانة
- ٥- منضبة
- ٦، ٧- أوضاع مختلفة لذراع الصب
- ٨- مخرج مرين
- ٩- الشدة المنزلة

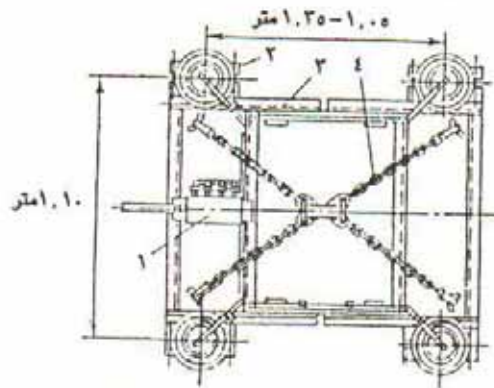
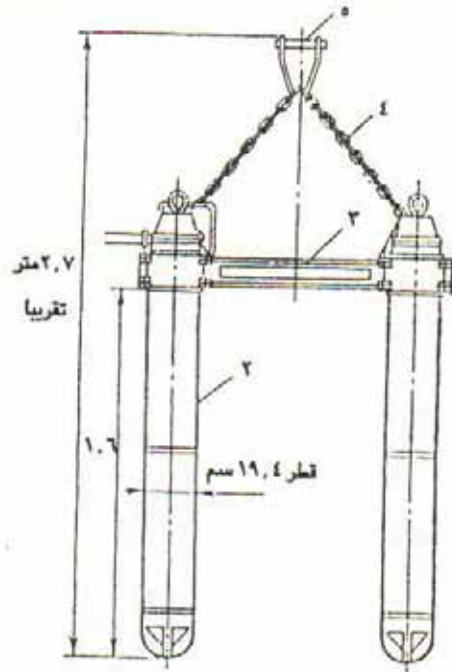
شكل (١٠٤) صب الخرسانة بمبنى باستخدام مضخة خرسانة متحركة وذراع ضخ

دمك الخلطة الخرسانية Compaction of Concrete Mixers

يمكن الحصول على نوعيات من الخرسانة عالية الجودة عن طريق الاختيار الدقيق السليم لمكونات الخرسانة علاوة على ضمان تداخل الحبيبات وتضامها. ويمكن دمك الخلطة الخرسانية بعد صبها بطرق متعددة أهمها الهز Vibrating بالشفط Vacuum Treatment، بالضغط Pressing، باستخدام فرم هزازة Vibrating moulding، أو بقوة الطرد المركزية Centrifuging ويستخدم الضغط والفرم الهزازة وقوة الطرد المركزية في عملية تصنيع العناصر الخرسانية بالمصنع، أما في مواقع التنفيذ فيتم دمك الخلطة الخرسانية بوساطة الهز والشفط.

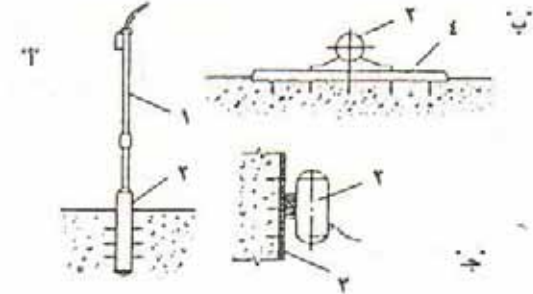
١- دمك الخلطة الخرسانية بالهز Vibration of Concrete mix

وتتم هذه الطريقة في هز الخلطة الخرسانية بسرعة وفي نبضات سريعة متلاحقة تترد الهواء الموجود بين الحبيبات وتزود إلى ضمهم ودمكهم بصورة أكبر، وعادة ما يتم ذلك باستخدام هزازات ميكانيكية أو بضغط الهواء ذات تردد يتراوح بين ٢٨٠٠



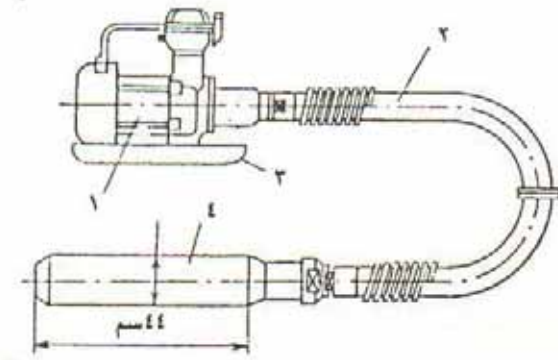
- ١- صندوق متصل بالموتور لنقل الاعتزازات للهزازات
- ٢- جسم الهزاز ٣- الاطار ٤- تعليق مرن
- ٥- مسافة لشطاف الوش

شكل (١٠٧) مجموعة هزازة



- ١- هزاز غرس ، ب- هزاز سطحي ، ج- هزاز يثبت في الغورمة
- ١- قضيب ، ٢- جسم الهزاز ، ٣- الغورمة ، ٤- مسطح الهزاز

شكل (١٠٥) أنواع هزازات الخرسانة



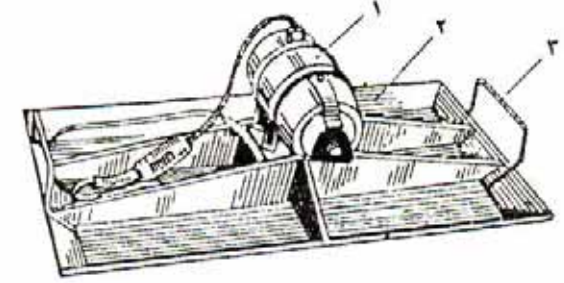
- ١- موتور كهربائي (أو بنزيني)
- ٢- حامل (نوار)
- ٣- عمود مرن (خرطوم)
- ٤- الكتلة المغروسة (الزمية)

شكل (١٠٦) هزاز غرس (زمية) بعمود مرن (خرطوم)

المضام، وذلك بعد الصب مباشرة، وينتج عن ذلك دمك للخلطة الخرسانية مع انكماش أقل وسرعة أكبر في الوصول إلى حالة التصلد التي تفوق بمقدار ١٥-٢٠٪ قوة الخرسانة المماثلة في الحالات المعتادة.

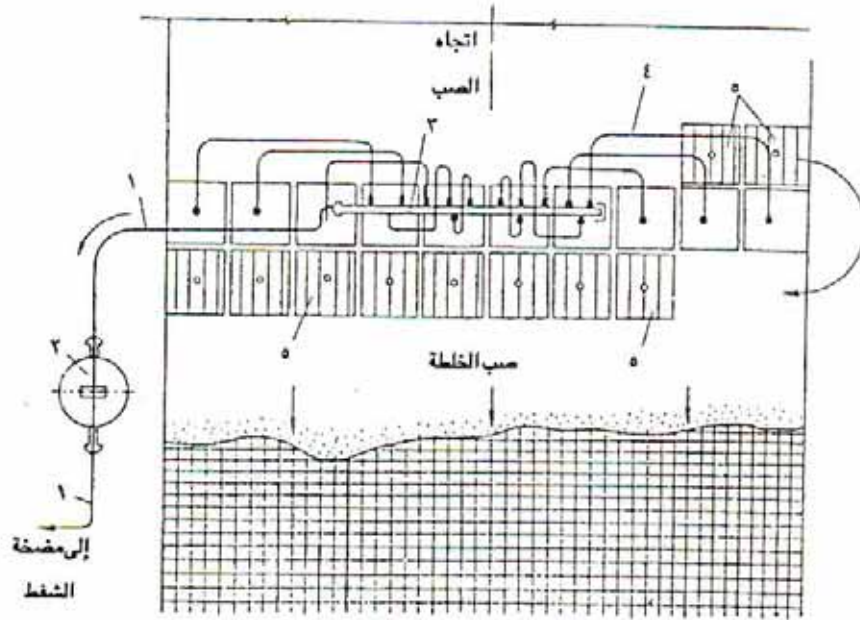
وتصل فاعلية هذه الطريقة إلى سمك ٣٠ سم وتستعمل حيث يكون المطلوب سرعة فك الشدات لإعادة استخدامها.

وتتكون معدة الشفط (شكل ١١٠) من مضخة شفط مزودة بموتور يتصل به وحدات أو أجزاء لشفط الماء من الخرسانة سواء مسطحة أو أنبوبية، ومجموعة من خراطيم الشفط تصل بينهما، ويمكن لمعدة مزودة بأربعين وحدة شفط معالجة مسطح خرسانية يصل إلى ٢٠٠ متر^٢ في الدورة، ويصل سمك الطبقة المعالجة بالشفط إلى ٢٠ سم، وتوضع وحدات الشفط مثبتة بالفورمة على محيط العنصر الإنشائي المصبوب.



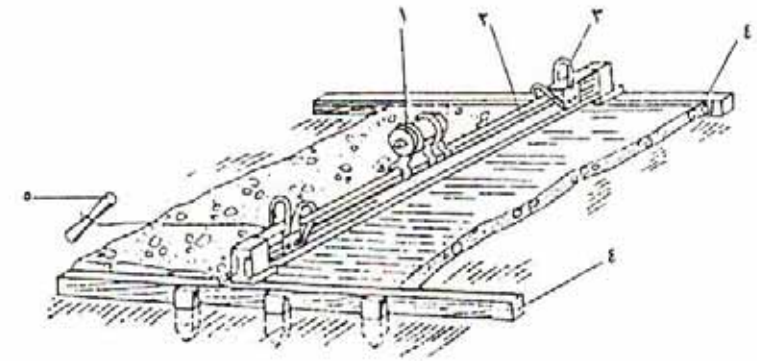
١-موتور لآلة الشفط ٢- لوح معدني ناقل للذبيبات ٣- يد لتحريك الهزاز

شكل (١٠٨) هزاز سطحي



١- خط شفط الماء ٢- مجمع الماء ٣- وحدة تجميع أطراف عناصر الشفط
 ٤- أنابيب الشفط ٥- ألواح شفط متحركة

شكل (١١٠) رسم يوضح دمك بلاطة خرسانية



١- جسم الهزاز (الموتور) ٢- قضيب معدني (أده) ٣- يد أو مسافة لحمل الهزاز
 ٤- قائمين (دليل منسوب) لانزلاق القضيب ٥- يد السحب لجذب الهزاز

شكل (١٠٩) هزاز (أده) مركب على قضيب

الباب الثانى

وسائل ميكنة تشييد الهيكل الإنشائى للمبنى

مقدمة

تنتج شخصية المبنى من تفاعل فكر المهندس المصمم ورغبات المالك مع الأخذ فى الاعتبار الإمكانيات الإنشائية لتحقيق التصميم. ويمكن أن يؤدى التخطيط السليم واشتراك المعمارى والإنشائى فى التفكير إلى وصول المقاول إلى أرخص الطرق وأسرعها فى التنفيذ مع المحافظة على القيم المعمارية المطلوبة.

ففى المباني التى يكون بها عدد كبير متشابه من الأعمدة والحوائط وما إلى ذلك، يمكن أن يكون هناك وفر كبير فى جلب هذه العناصر جاهزة من المصنع فى الموقع ثم رفعها إلى مكانها فى المنشأ، وفى أحوال كثيرة يمكن أن تؤدى تغييرات طفيفة فى التصميم إلى إمكانية تحويل عملية التنفيذ من الطريقة التقليدية (البطيئة) إلى الميكنة وما يتبع ذلك من مزايا، على أنه لا يجوز تعميم هذا المبدأ حيث أن لكل حالة الظروف الخاصة بها، لذلك يجب عند اتخاذ مثل هذا القرار اجراء دراسة مقارنة للتكاليف.

ويعالج هذا الجزء من الكتاب وسائل ميكنة العمليات التى تتم داخل موقع التنفيذ لتشييد المبنى سواء استجلبت العناصر الإنشائية كلها أو بعضها من المصنع.

أولاً: تشييد المنشأ من عناصر سابقة الصنع

(منقولة من خارج الموقع)

تم التوصل إلى هذا النظام كنتيجة لمحاولات الجمع بين مزايا هيكل الصلب واقتصادية الهيكل الخرساني. وقد اقتصر التفكير في البداية في سبق تصنيع الخرسانة على أسقف الأدوار وسطح المبنى، لكنه امتد ليشمل كل عناصر المبنى بما فيها الأعمدة والكمرات وبلاطات السقف والخوائط الخارجية والقواطع الداخلية والسلالم.

وأهم مزايا هذا الأسلوب هي:

- سرعة وبساطة التشييد التي يمكن مقارنتها بسهولة تشييد المنشآت الحديدية، ومع رخص الخرسانة المسلحة عن الحديد يصبح هذا النظام ذا قيمة كبيرة.

- التوفير الملحوظ في زمن التشييد يضاف إلى ذلك أن تصنيع الوحدات الإنشائية في المصنع يسمح بتحكم أكبر في نوعية الخرسانة وإنهاء الأسطح عما هو ممكن في الموقع، كما يؤدي إلى توفير في مواد البناء، وخاصة الهالند منها مع تحسين نوعية العنصر المنتج وتلافي الصعوبات الناتجة عن انكماش الخرسانة حيث لا تستعمل في مكانها بالمبنى إلا بعد تمام نضجها.

- نتيجة لاستخدام هذا الأسلوب تقل كمية الشدات والمعدات بدرجة عالية ويصبح الموقع غير مزدحم وتسهل الحركة فيه.

أما عيوب هذا النظام فهي:

- يصعب الوصول إلى الإستمرارية والصلابة في العناصر الإنشائية للمبنى حيث يأخذ هذا الأمر اهتماماً خاصاً في مرحلة التصميم.

- ضرورة أن يكون التصميم مبسطاً ، وذا عناصر متكررة كثيرة مما يساعد من حرية المصمم.

- بالنسبة للتكلفة فإن الخرسانة سابقة التجهيز في حد ذاتها أعلى سعراً من الخرسانة المصبوبة في الموقع، وذلك بسبب مصاريف المصنع وتكاليف النقل، ويجب في مقابل ذلك أن يتم التوفير في العمالة وزمن التشييد بحيث تتقارب التكاليف، وهذا يصعب الوصول إليه في حالة وجود المصنع في موقع يبعد كثيراً عن المبنى.

وتتضمن عملية تشييد المنشأ من العناصر سابقة الصنع مراحل تمهيدية وهي:

النقل والتخزين والتجميع المرحلي، بينما تتمثل المراحل الأساسية في الإعداد ورفع، ثم الرفع ذاته والضبط والتثبيت المؤقت، ثم معالجة الوصلات والمعالجة ضد الرطوبة. وهناك احتمالان لتنسيق عملية التشييد بهذا الأسلوب:

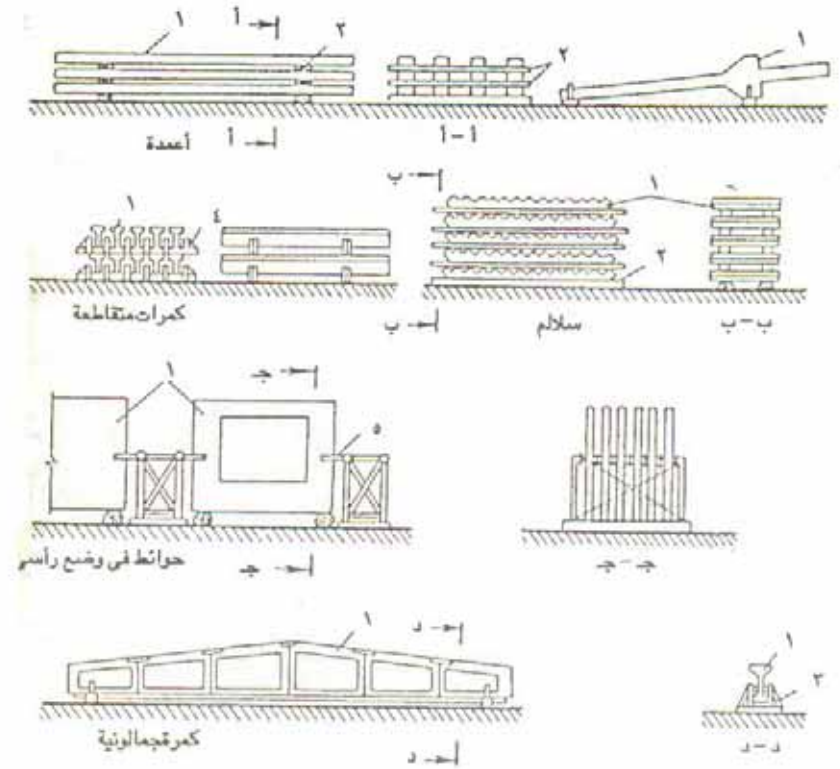
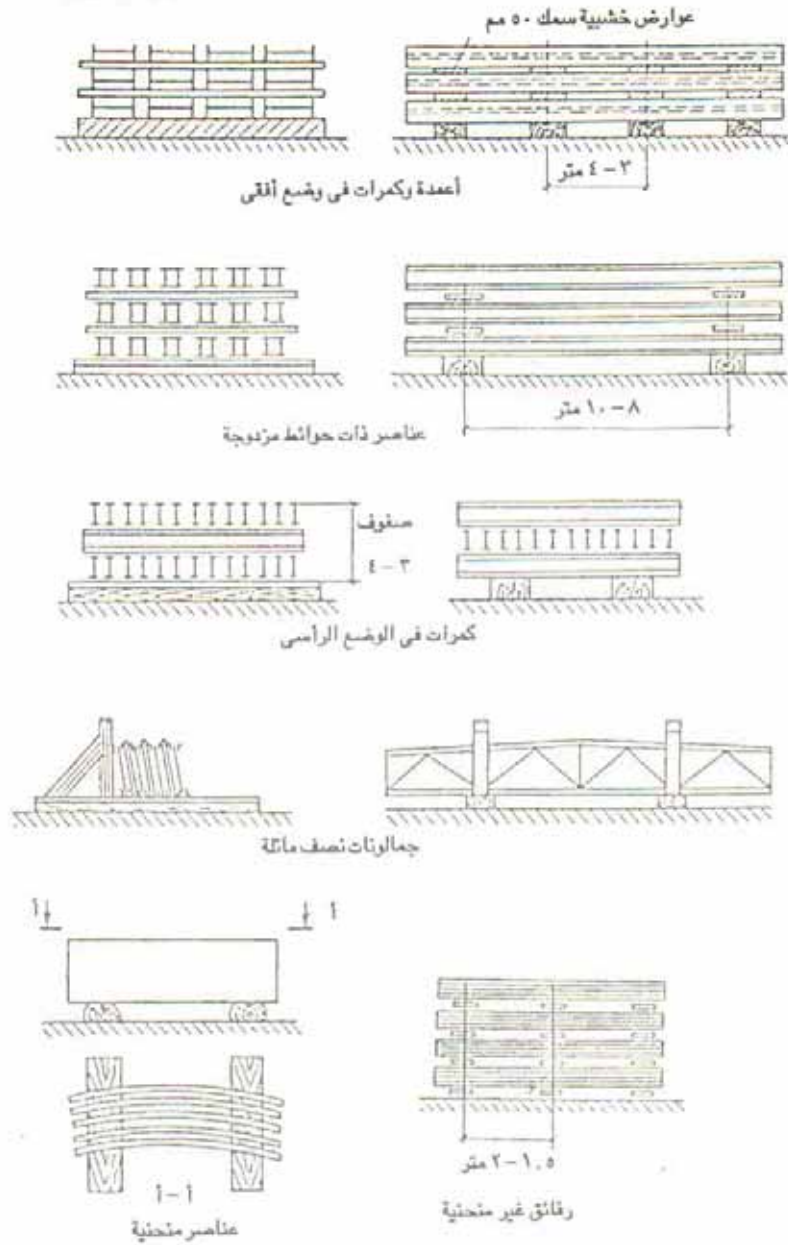
١- أن يتم تسليم أجزاء المنشأ مجمعة مرحلياً، وتنقل مباشرة من وسيلة النقل إلى مكانها في المنشأ؛ ومثال على ذلك الوحدات الصندوقية "Box units" ويتطلب ذلك دقة متناهية في جميع مراحل نقل العنصر وتثبيتته، وهي مناسبة للمواقع التي يصعب التخزين بها لصغر مساحتها، أو لأي أسباب أخرى.

٢- التخزين المرحلي للعناصر الإنشائية، حيث يتم تجميعها في أماكن مخصوصة ثم تنقل إلى مكانها في المنشأ بوساطة أوناش. وهذا الاحتمال صالح في حالة المواقع الكبيرة أو حينما يكون من المستحيل نقل أجزاء المنشأ من وسيلة النقل مباشرة إلى موضعها النهائي بالمبنى.

وتشمل منطقة التخزين المسطح التي تشغله العناصر الإنشائية علاوة على مناطق التشغيل مثل الممرات والطرق، وأماكن تفريغ الشاحنات. ويكون حساب مسطح منطقة التخزين على أساس وجود الحد الأدنى لعدد العناصر اللازمة لإستمرارية عملية التشييد ويتوقف هذا على عدة عوامل، أهمها معدل سرعة التنفيذ وبعد المصنع عن موقع وبالتالي مواعيد تسليم العناصر. وشكل (١١١) يوضح بعض الطرق لتخزين عناصر خرسانية ومصنوعة من الصلب سابقة الصنع.

ويمكن للأوناش المستخدمة هنا أن تأخذ عدة مواضع؛ فإما أن توضع بحيث تغطي مسطح التخزين ومكان وضع العناصر، أو تكون متحركة لتغطية عمليات الرفع المطلوبة في الموقع.

وفي حالة استخدام أكثر من ونش في نفس الموقع يراعى تلافى وجود مناطق

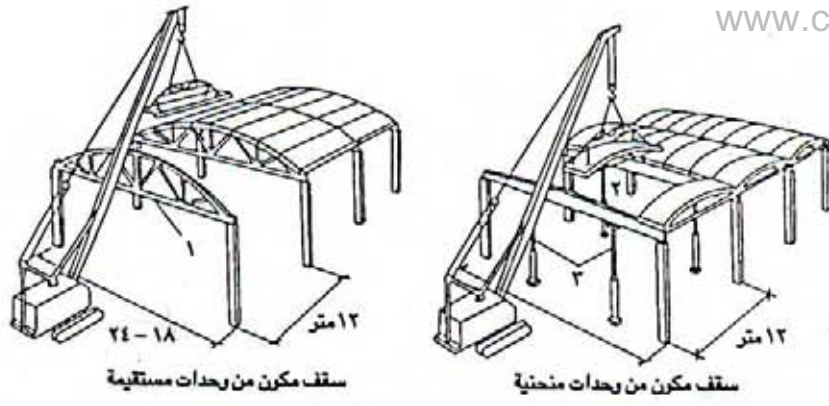


عناصر من الخرسانة المسلحة

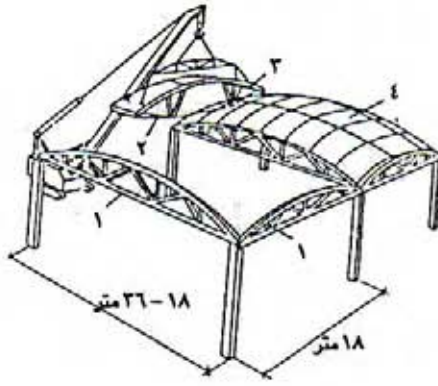
- ١- المنشأ المطلوب تخزينه
- ٢- عوارض خشبية
- ٣- مساند الحوائط الرأسية
- ٤- حوائط رأسية
- ٥- مصدات

شكل (١١١) - يتبع - بعض أساليب تخزين عناصر سابقة الصنع بالموقع

شكل (١١١) - تابع - بعض أساليب تخزين عناصر سابقة الصنع بالموقع

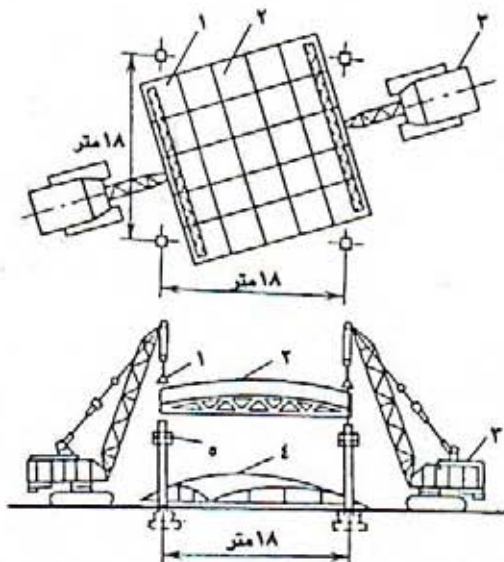


أ - رسم توضيحي لوضع عناصر المنشأ القشري
 ١- جمالون ٢- قضبان جعلت للربط المؤقت ٢- دعائم حاملة مؤقتة
 سقف مكون من وحدات مستقيمة
 سقف مكون من وحدات منحنية



ب - قشرة ذات انحناء مزوجية
 ١- الجمالون المحيطي ٢- قضيب ربط مؤقت
 ٢- العنصر سابق التجميع ٤- الجزء المنتهي من المنشأ

ج - منشأ قشري
 بأبعاد ١٨ × ١٨ متر
 ١- قضيب التوزيع
 ٢- القشرة
 ٣- الوش
 ٤- دليل لتشييد القشرة
 ٥- سقالات



شكل (١١٣) تشييد بعض المنشآت القشرية المكونة من عناصر سابقة الصنع

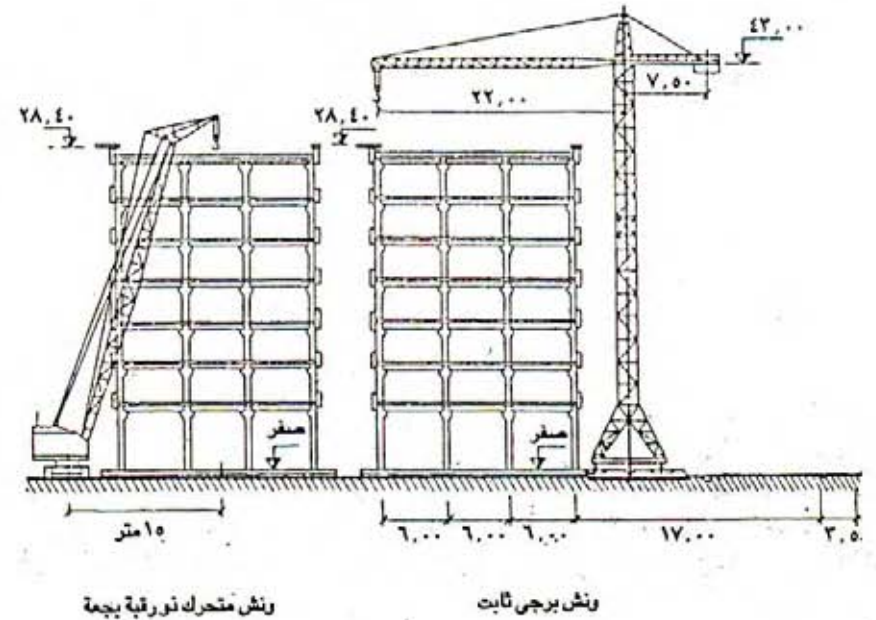
« ميتة » dead areas وهي المناطق التي لا يخدمها أى من الأوتاش الموجودة، كما يجب الأخذ فى الحسبان عدم تداخل مجال عمل أذرع الأوتاش ويكون ذلك إما بوضعها على بعد كاف أو بعدم استخدامها فى نفس الوقت. والأشكال من (١١١ إلى ١١٥)، توضح بعض الأساليب المتبعة فى إقامة الهيكل الإنشائى لبعض أنواع المنشآت.

ثانياً: ميكنة تشييد المنشأ بالموقع

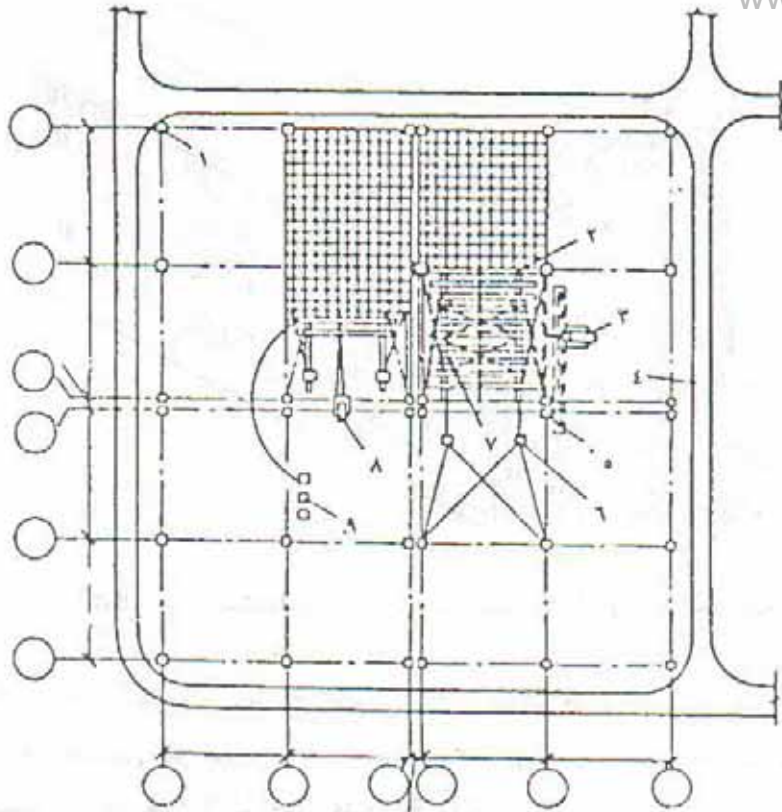
ويكون ذلك إما بسبق صب العناصر الإنشائية كلها أو بعضها فى مكان خاص بالموقع ثم رفعها إلى مكانها النهائى بالمنشأ أو صبها منذ البداية فى موضعها النهائى بالمنشأ.

وتشمل العناصر سابقة الصب فى الموقع : In Site precast Elements :

١- الكمرات سابقة الصب *Precast Concrete beams* وهى إما كمرات مسلحة تسليحاً عادياً أو سابقة الإجهاد. والخرسانة سابقة الإجهاد هى أن تُشد أسياخ



شكل (١١٢) وضع الونش بالنسبة للمنشآت العالية



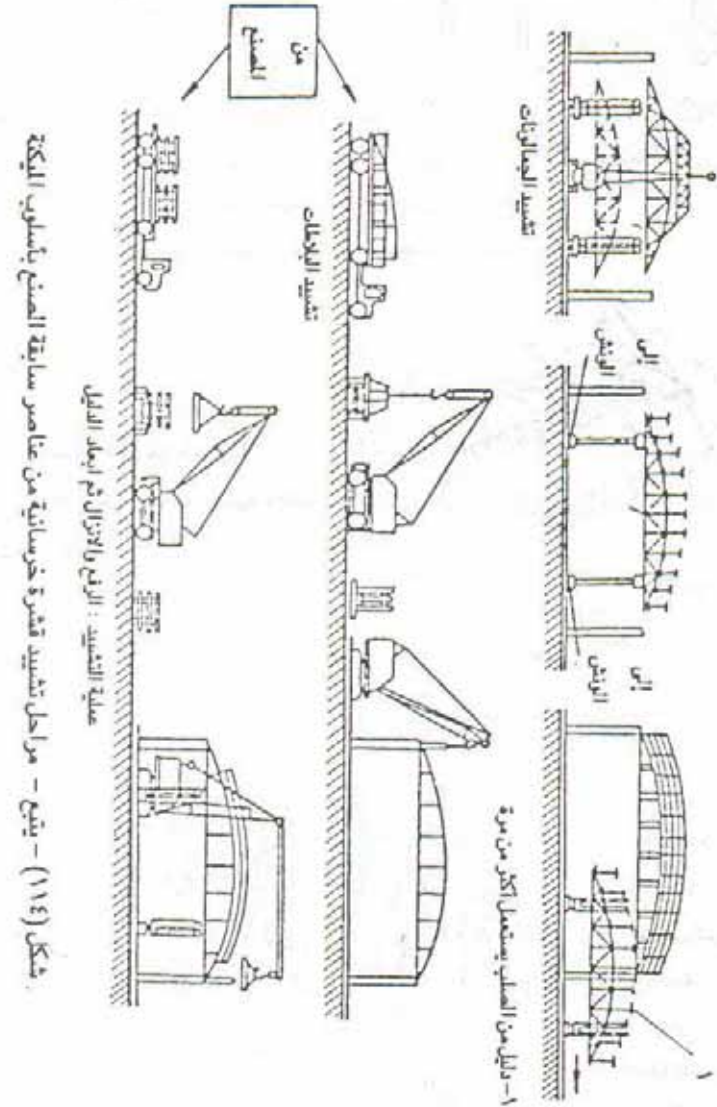
موضع معدات التشييد

- ١- عامود ٢- الجمالون المحيطي ٣- ونش على جزير ٤- طريق الخدمة
- ٥- مكان تجميع الجمالون على الأرض ٦- أوناش ٧- دليل من الصلب يستعمل أكثر من مرة
- ٨- ونش على جزير ٩- الوحدات القشرية

شكل (١١٤) - تابع - مراحل تشييد قشرة خرسانية من عناصر سابقة الصنع بأسلوب الميكنة

الحديد من الطرفين حتى يصل الحديد إلى نقطة اللدونة Elasticity وهي نقطة يمكن للحديد عند تركه بها أن يعود إلى حالته الأولى ثم يربط بين الجهتين قبل فك ماكينات الشد. وعند عودة حديد التسليح لحالته الأولى يضغط على الخرسانة فيعطيها قوة أكبر حتى أنها تتحمل الشد بعكس الخرسانة في حالة التسليح العادي التي لا تتحمل سوى الضغط ونسبة قليلة جداً من الشد.

وفي جميع الأنواع لا يختلف أسلوب الإنتاج إلا اختلافاً طفيفاً. فعادة ما تكون الفرم متكررة الاستخدام في صب الكمرات وتكون ذات جانب متحرك على مفصلات أو



شكل (١١٤) - يتبع - مراحل تشييد قشرة خرسانية من عناصر سابقة الصنع بأسلوب الميكنة

٣- الحوائط سابقة الصب

غالباً ما تكون الحوائط فى المباني العالية مجرد «حوائط ساترة» وقواطع غير إنشائية، وغالباً ما تكون جوانب الفورمة الخاصة بالحوائط من الخشب، أما الفرغ الخاصة بالشبابيك والفتحات فيفضل أن تكون معدنية وذلك لأن انتفاخ الفرغ الخشبية بسبب الماء يجعل من الصعوبة رفعها بدون تشريح الخرسانة. أما حديد التسليح فيمكن تجميعه فى الموقع خارج الفورمة، كما يمكن استعمال شبكات ثقيلة من الحديد جاهزة اللحام وذلك حسب التصميم. وقبل الصب يتم تثبيت حلقات معدنية فى الأماكن التى يحددها التصميم لكى يتم رفع الحائط منها بواسطة الونش.

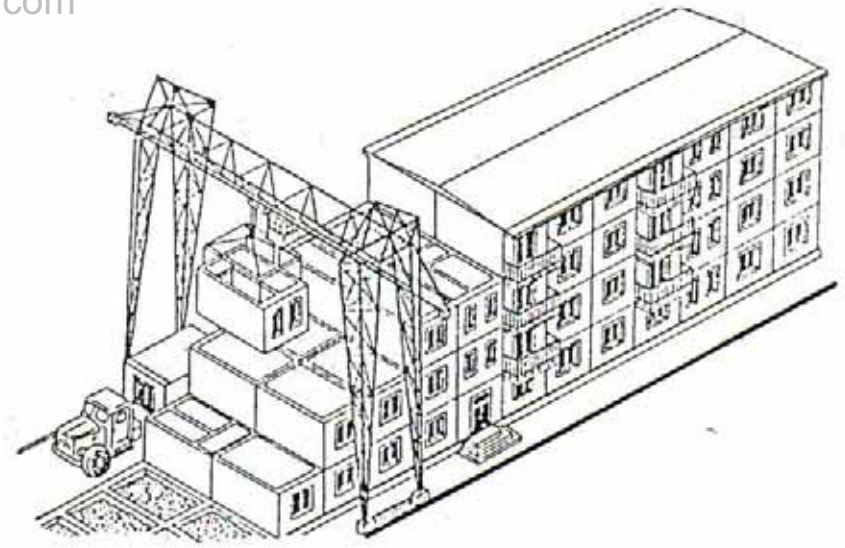
ويمكن اضافة مواد إنهاء للحائط مثل الزلط الظاهر والكرانش وأية تفاصيل معمارية أخرى، وذلك قبل أن تتصلد الخرسانة.

وكما هو الحال فى العناصر القادمة من المصنع يتم تخزين العناصر المصبوبة فى الموقع حتى وقت التشغيل حيث تعامل بنفس الأسلوب لوضعها فى مكانها النهائى بالمنشأ.

بعض أساليب تشييد المبنى وتركيب العناصر فى مواضعها بالمنشأ:

ولا تتوقف ميكنة تشييد الهيكل الإنشائى للمبنى على مجرد صب عناصر على الأرض ثم رفعها بالونش إلى موضعها، وإنما تمتد لتشمل عملية تنظيم صب العناصر فى مواضعها مباشرة مثلما يحدث فى الطرق التقليدية لكن مع الفارق التقنى. وحسب نوع المنشأ المصمم يكون اختيار طريقة التشييد؛ وأهم تلك الطرق هى:

- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| Tilting up system | ١- طريقة الرفع المائل |
| Slipform system | ٢- طريقة الشدات المنزلقة |
| Lift slab system | ٣- طريقة البلاطات المرفوعة |
| Push up system | ٤- طريقة البلاطات المدفوعة لأعلى |
| Tunnel form system | ٥- طريقة الشدات النفقية |
| Combined system | ٦- طريقة مركبة |



شكل (١١٥) استخدام الونش العيارى فى تشييد منشأ بالوحدات الصندوقية

يمكن فصله. وفى حالة التسليح الخفيف، يوضع هيكل حديد التسليح سابق التجميع كوحدة كاملة فى الفورمة ثم تصب الخرسانة، أما فى الخرسانة سابقة الشد فيتم شد التسليح فى الفورمة أولاً ثم تصب عليها الخرسانة.

ويعد أن تبلغ الخرسانة درجة كافية من الشك والتصلد يرفع الجانب المتحرك من الفورمة وتسحب الكمرة خارج الفورمة ويتم تخزينها حتى تصل إلى القوة المطلوبة. وفى جميع الأحوال يتم تنظيف الشدة أو الفورمة بعد عملية الصب مباشرة وإعادة تزييتها وذلك استعداداً لعملية الصب التالية.

٢- عناصر بلاطات السقف سابقة الإجهاد والصب

Precast Prestressed Floor slab Elements

وهى تشكل مع الكمرات أسقف المنشأ ويصب عليه طبقة خرسانة عادية من ٥ إلى ٧ سم . ووجود مثل هذه العناصر يوفر مرونة كبيرة فى التنفيذ كما أنه يمكن تقليل الأحمال على المنشأ باستخدام خرسانة خفيفة الوزن عالية الإجهاد.

٥- يتم رفع البلاطات بوساطة ونش ذى موتور، وترتكز البلاطات التى تصل إلى الوضع الرأسى على طبقة من المونة، وتصلب مؤقتاً حتى يتم إنشاء العمود. ويتم الصلب بوساطة مواسير تثبت إلى حلقات موضوعة فى الحائط مثل الصب، ثم يتم ربط هذه المواسير بالأرض، بعد أن يأخذ الحائط وضعه (شكل ١١٦، ١١٧). ويجب الحرص عند تصميم مواضع نقط الرفع حتى لا توجد إجهادات عالية حولها عند رفع الحائط، تؤدى إلى تشقق الخرسانة. ويقوم المهندس الإنشائى بهذا التصميم. وعموماً فإن الوضع المناسب المتعارف عليه لها هو الاتجاه البعيد عن الونش شكل (١١٨).

٦- عادة ما ينشأ تلاحم خفيف بين محيط الحائط والأرض وهذا يحتاج إلى قوة أكبر لرفعه، لذلك إنه من الأوفى تحريك الحائط أفقياً بمقدار حوالى بوصة قبل رفعه، وذلك لكسر هذا اللحام وتسهيل عملية الرفع، ويتم ذلك بوساطة روافع تعمل بضغط الزيت Jacks تأخذ وضعاً أفقياً.

٧- بعد تثبيت الحوائط فى مواضعها وصلبها يتم عمل شدة العمود ثم صبه. وفى حالة الشدات سابقة الصنع ينتج سطح خالٍ من أى نوع من العلامات. وقد يتم صب الأعمدة فى وضع أفقى مثل الحوائط ثم ترفع بعد الحائط بنفس الأسلوب مع معالجة وصلات الرأسية بينهم. وأحياناً يكون رفع العمود وتركيبه أسبق، لكن تمتاز الحالة الأولى بأن العمود يمكن أن يغطى بعض عيوب الحائط وخاصة فى الحواف. وقد يكون مقطع العمود أكبر من سمك الحائط أو مساوياً له.

ومن مميزات هذا النظام التوفير فى استخدام الفرم الخشبية حيث تستعمل بلاطة السقف بدلاً منها، ومن عيوبه صعوبة استخدامه فى المباني التى يصل ارتفاعها لأكثر من ثمانية أقدام.

ثانياً طريقة الشدات المنزقة Slipform System

بدأ استخدام الشدات المنزقة منذ زمن ليس ببعيد - بداية الخمسينات - وارتبطت هذه الطريقة فى التنفيذ بمنشآت التخزين والصوامع والمداخن شاهقة الارتفاع؛ ثم امتد استخدامها لتشبيد قلب الخدمات Core فى مباني الجراجات وأبنية المكاتب متعددة الطوابق والحوائط الرأسية المستمرة فى تلك الأبنية. أما أفقياً فيستخدم هذا

أولاً: طريقة الرفع المائل Tilting up system

وهى تستخدم فى حالة تشبيد الحوائط أو القواطع الرأسية التى تصب فى وضع أفقى ثم يتم تحريكها بعد الشك لتأخذ وضعها الرأسى فى المبنى. ويمكن أن تكون القواطع مفردة أو مزدوجة Sandwich type حيث تكون الطبقتان الخارجيتين من الخرسانة عالية الجودة وبينهما طبقة عازلة للصوت أو الحرارة.

وعادة ما يتم صب الحوائط التى ترفع بتلك الطريقة على بلاطة السقف مباشرة. وإذا لم يسمح مسطح الفراغ بصب الحوائط المحيطة كلها فى وقت واحد فإنه يتم صبها الواحدة فوق الأخرى مع مراعاة هذه الأحمال عند تصميم بلاطات الأسقف؛ كما يجب مراعاة الأحمال التى قد تنشأ عن الأوناش المتسلقة أو خلاطات الخرسانة التى ترتفع مع أدوار المبنى لذلك وجب مع بداية التصميم التفكير فى طريقة التنفيذ لأخذ كل هذه العوامل فى الاعتبار حتى لا تنتج مشاكل عند التشغيل. ويجب أن يكون سطح البلاطة التى يتم الصب عليها أملس ومستوياً لأن أية عيوب سموف تظهر بالتالى فى إنهاء الحائط المصبوب. ويمكن معالجة تلك العيوب أن وجدت بتسوية الأرضية بمونة صلبة، وذلك بعد تنظيفها تماماً من كل الشوائب.

خطوات عمليتى الصب والرفع :

١- تبدأ عملية الصب بفرش الأرضية بمادة تمنع التهام خرسانة الحائط بالأرضية، وهى إما أن تكون شمعاً أو أنواع معينة من السوائل أو ألواح أبلدكاج أو معدن أو حتى ورق. وإذا استعملت السوائل فإنها تدهن على طبقتين الثانية منهما قبل صب الخرسانة بقليل ويجب الاهتمام بتوزيع المادة العازلة على سطح الصب بانتظام.

٢- توضع الفورمات الخاصة بالشبابيك والأبواب التى يستحسن أن تكون معدنية، كذلك خوابير التثبيت مع الأعمدة التى يتم صبها بعد تثبيت الحوائط فى مكانها، كذلك العناصر التى يرفع الونش الحائط منها.

٣- توضع شبكات حديد التسليح.

٤- يتم صب الحوائط مع اعتبار أن السطح العلوى هو الذى يتم الرفع من جهته فإذا كان رفع الحائط يتم من داخل الفراغ مثلاً، كان السطح الداخلى للحائط فى وضعه الأفقى هو العلوى.

الأسلوب فى تنفيذ تبطين قنوات المياه والأنفاق والطرق السريعة.

ويمتاز نظام الشدات المنزلة بالسرعة والاقتصاد بالإضافة إلى الحصول على منشأ قوى نتيجة الصب كقطعة إنشائية واحدة مستمرة. واستعمال هذا النظام اقتصادى بسبب السرعة العالية التى يتم بها تنفيذ المنشآت على أن الأمر يحتاج إل عمالة فنية مدربة، كذلك يجب ألا يقل ارتفاع المنشأ المنفذ عن ١٢ متراً كحد أدنى حتى يتحقق الاقتصاد المطلوب.

ويتناول هذا الجزء بالشرح أسلوب الشدات المنزلة رأسياً وهو مبنى أساساً على فكرة استمرارية عملية صب الخرسانة داخل شدات متحركة تأخذ شكل قطاع الخرسانة المطلوب. ويرتبط معدل سرعة تحرك الشدة بزمن شك الخرسانة الذى يسمح لها بأن تحافظ على تشكيلها تحت وزن ثقلها الذاتى بعد تحريك الشدة.

ومن مزايا هذا النظام إمكانية تركيب المصاعد فى مرحلة مبكرة جداً من التنفيذ بمجرد الانتهاء من أبراج المصاعد؛ ويؤدى ذلك إلى المساعدة فى عملية نقل المواد والعمال إلى الأدوار العلوية، وفى هذا اختصار وتوفير فى معدات الرفع Hoisting التى يمكن عندئذ الاستغناء عن جزء لا بأس به منها.

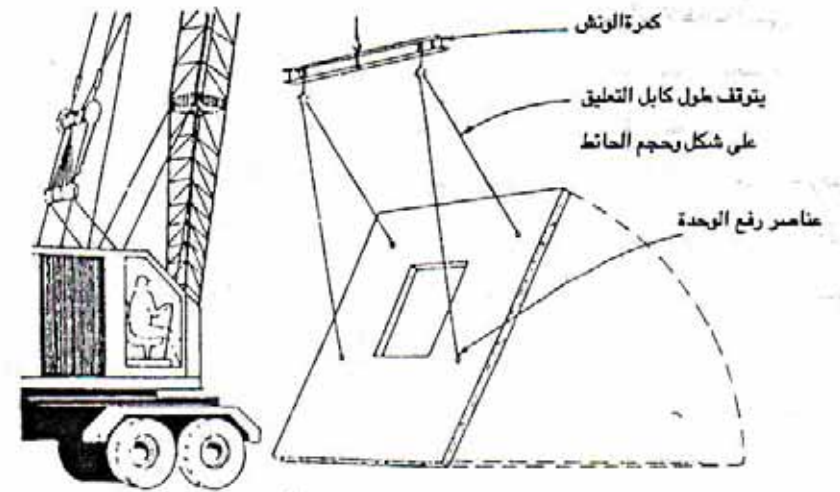
ولتحقيق الكفاءة المطلوبة من هذا النظام التنفيذى، يستحسن أن يبدأ التفكير فى استخدامه مع المراحل الأولى من التصميم ليسهل تنفيذ المنشأ بالأسلوب المطلوب. ويتطلب نظام الشدات المنزلة مراعاة النقاط الآتية :

١- يفضل أن تكون جميع الأدوار متماثلة حتى لا يتطلب الأمر تعديلاً فى نظام الشدات من دور إلى آخر مما يعطل انزلاق الشدة ويرفع التكاليف.

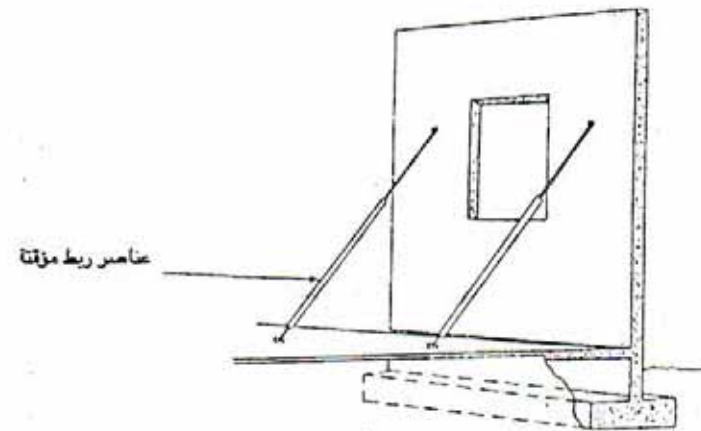
٢- أن تبقى الحوائط ثابتة السمك ما أمكن - وإن كان من الممكن تقليل سمك الحائط بوساطة وضع لوح أو حشوة داخل الشدة. وتكون الموازنة هنا بين ثمن الخرسانة التى يتم توفيرها وبين تكاليف العمالة اللازمة لتحويل الشدة.

٣- لا يقل سمك الحائط عن ١٧.٥ سم (٧ بوصة) ويراعى نوعية الخرسانة المستعملة إذا ما تطلب الأمر حوائط ذات سمك أقل من ذلك.

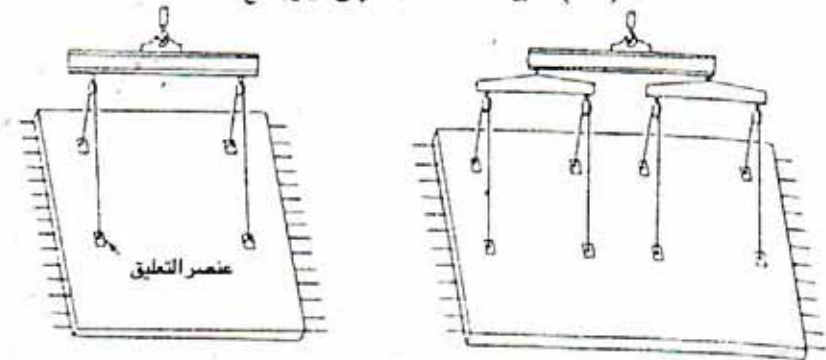
٤- يجب أن يكون التسليح مصمماً على أبسط صورة ممكنة حتى يسهل



شكل (١١٦) رفع حائط تم صبه أفقياً إلى الوضع الرأسى



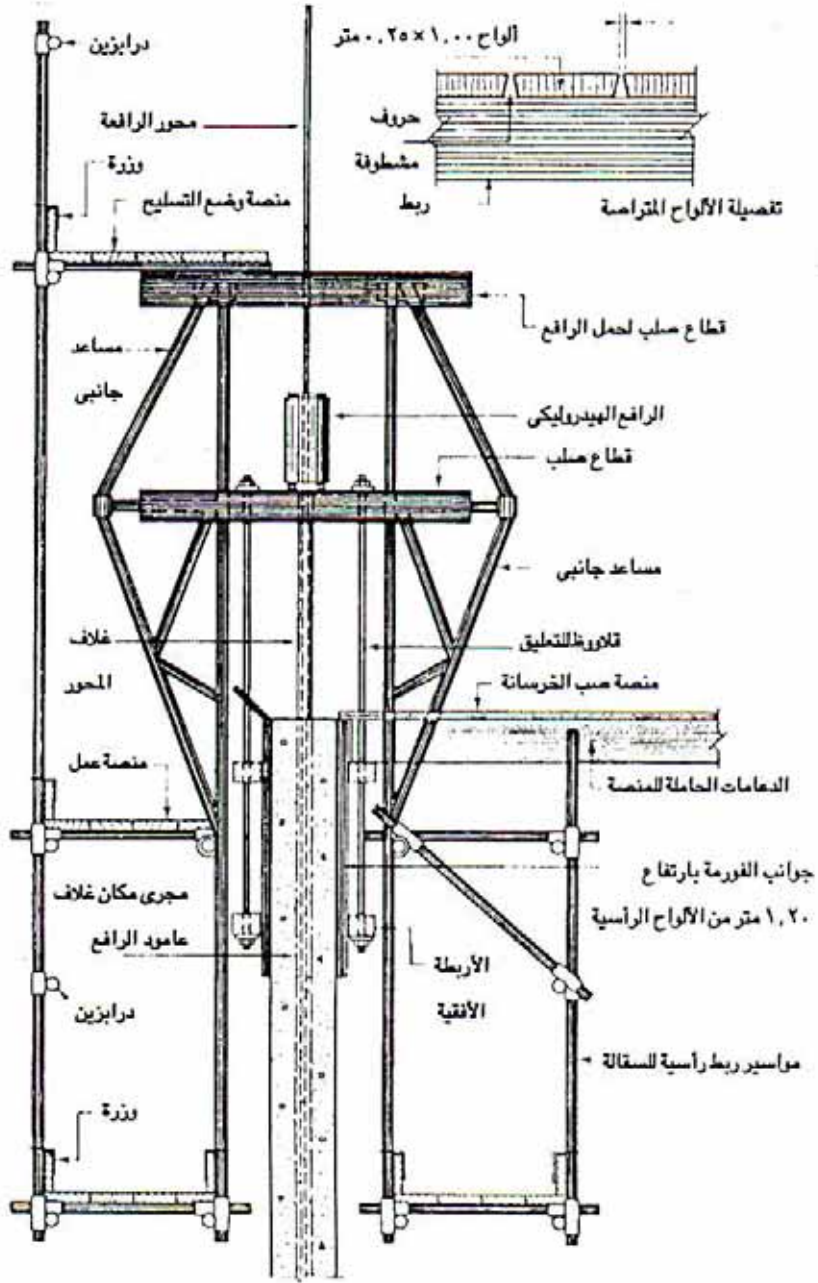
شكل (١١٧) تثبيت الحائط مؤقتاً إلى أن يوضع السقف



رفع الوحدة من أربع نقط

رفع الوحدة من ثمانى نقط

شكل (١١٨) يتوقف عدد نقط التعليق على حجم الوحدة



شكل (١١٩) - يتبع - نماذج من الشدة المنزلقة لأعلى

عملية وضع شبكات التسليح حيث يكون من الصعب إذا لم يكن المستحيل وضع الحديد في حالة التسليح المعقد المركز.

٥- لتحقيق منتج على مستوى جيد من الإنهاء يجب أن توضع جميع العناصر المكتملة للحواس التي تتصل بالشدة المنزلقة أو توضع بداخلها بحيث يكون هناك خلوص Tolerance مناسب، وذلك لإمكان إحكام وضعها في مكانها.

وصف الشدة المنزلقة شكل (١١٩، ١٢٠ ب)

١- جسم الشدة ويتكون من الأجزاء الآتية :

١- الأرطبة الأفقية wales وهي من المرايين الخشبية أو الحديدية التي يمكنها أن تقاوم الضغوط الناتجة عن صب الخرسانة. وفي حالة زيادة المسافات بين الروافع أو زيادة ضغط الخرسانة توضع دعائم Bracing بين الأرطبة.

٢- جوانب الفورمة Sheathing وتصنع إما من الألواح الخشبية سمك $\frac{3}{4}$ إلى ١ بوصة أو من ألواح الصلب سمك ١ سم. وتوضع هذه الألواح التي يصل ارتفاعها إلى ١.٢٠ متر و٢ متر في الوضع الرأسي لتسهيل عملية انزلاق الفورمة على سطح الخرسانة أثناء رفعها، ولنفس الغرض يراعى ميل قطاع الشدة إلى الخارج، وإلى أسفل بنسبة من ٨:١ إلى ٣٢:١ حسب عمق الشدة. وغالباً ما يكون الجانب الخارجى للشدة أعلى من الداخلى بحوالى ١٥ سم، وذلك لمنع الطرشة وسقوط المواد خارج الفورمة.

٣- مساعدان جانبيين Yokes من الحديد مرتطبان بالرافع الهيدروليكي المثبت فوقهما وبالأرطبة الأفقية. وفي حالة ازدياد المسافات بين الروافع، وبالتالي بين المساعدين المتصلة بها يمكن تقوية الأرطبة الأفقية عن طريق وضع مساعدين دون روافع لتقليل المسافات غير المربوطة .

٤- تحمل الشدة اثنتين أو أكثر من منصات العمل working platforms حيث تستعمل العليا لإنجاز الأعمال والسفلى للتشطيب.

ب- الروافع ومحاور تثبيتها :

يقوم برفع الشدة المنزلقة روافع هيدروليكية Hydraulic Jacks تنزلق على

محاور رأسية وتحمل جسم الشدة ومنصات العمل. وتتكون تلك المحاور من قضبان من الحديد مستديرة المقطع يتراوح قطرها من ٥ , ٢ إلى ٥ سم وذلك حسب حجم الشدة. ويتم تثبيت المحاور الرأسية في جسم الخرسانة التي يتم صبها بحيث يمكن أن تمثل بعد انتهاء العمل جزء من حديد التسليح المنشأ. وغالباً ما تصمم الشدة بحيث تغلف القضبان بأنبوبة معدنية Sleeve بطول ٩٠ إلى ١٠٠ سم ومثبتة بالرافعة وتحرك معها على طول محور الحركة فتمنع التصاق الخرسانة الطازجة بالقضبان التي يتم سحبها بعد إتمام عملية الصب.

ويصل الحد الأقصى للمسافة بين محاور الحركة إلى ٣ أمتار لأنه كلما زادت تلك المسافة أدى ذلك إلى اتخاذ الاحتياطات الخاصة عند تصميم الشدة ذاتها. وشكل (١٢٠-١) يبين موضع الرافع بالنسبة للحوائط المطلوب صبها.

ويتم رفع الشدة بمعدل يتراوح بين ١٥ إلى ٣٠ سم في الساعة الواحدة. وتحدد سرعة رفع الشدة بدقة حتى لا تؤدي إلى سقوط الخرسانة إذا تمت عملية الرفع قبل تصلدها بالقدر الكافي، أو إلى التصاق الخرسانة بالشدة إذا كان معدل الرفع أبطأ من اللازم.

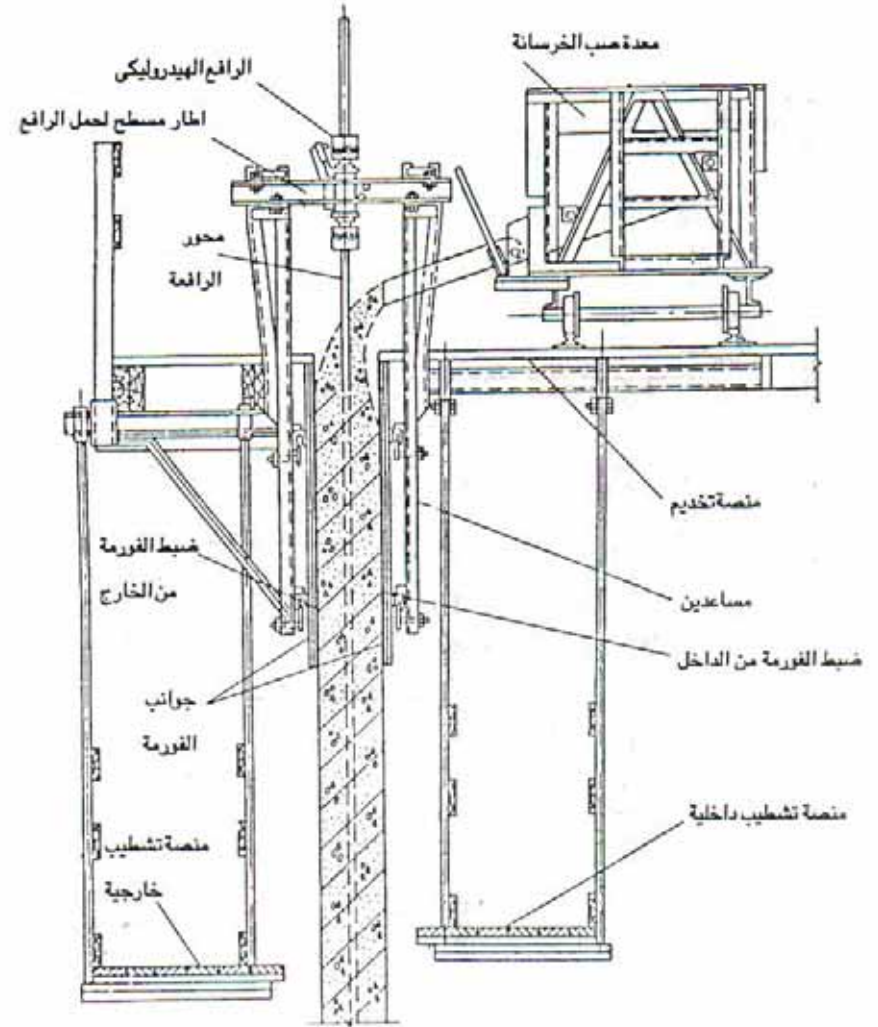
تشكيل الفتحات والبروزات شكل (١٢٠-ج-هـ)

يمكن تشكيل الفتحات بطريقتين:

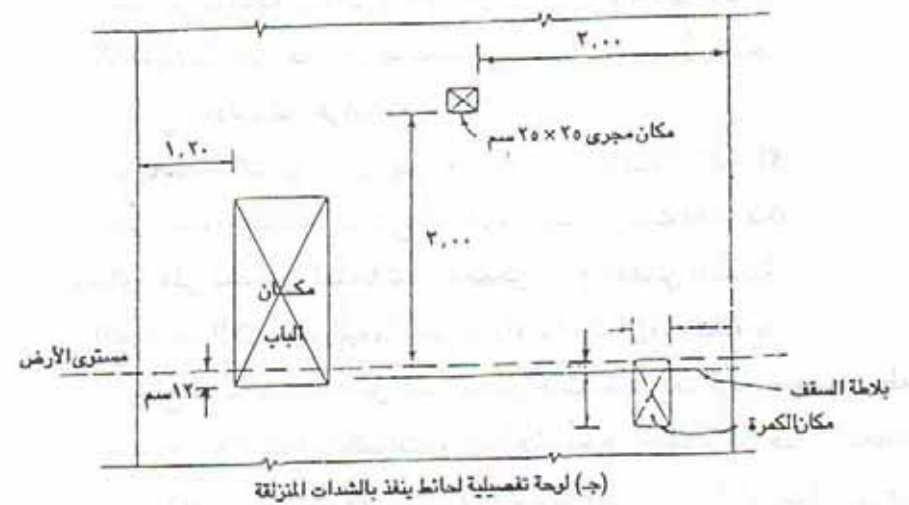
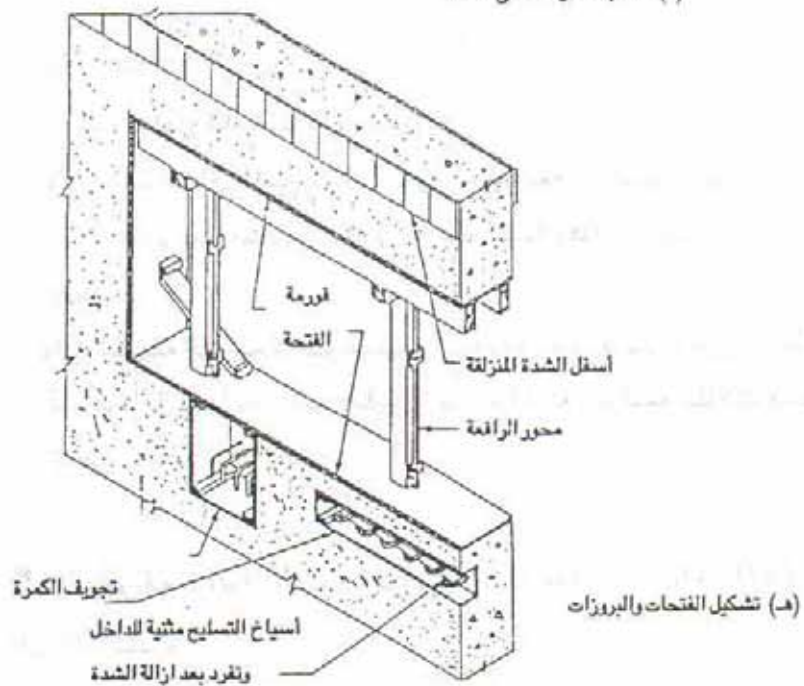
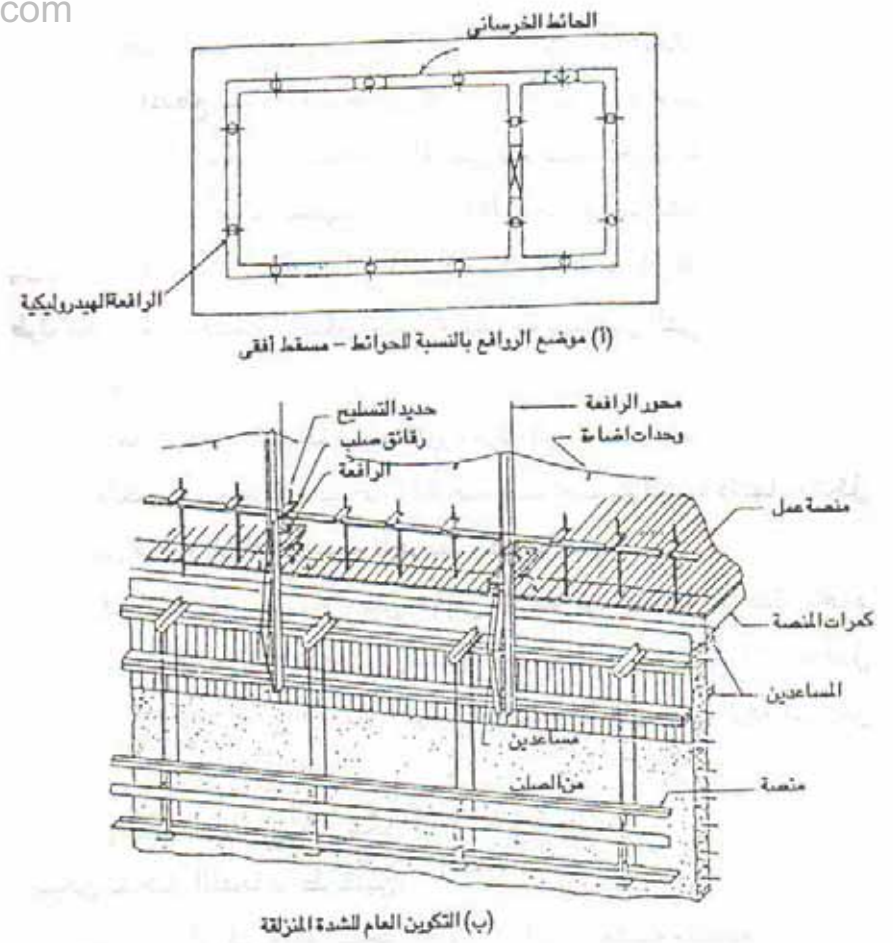
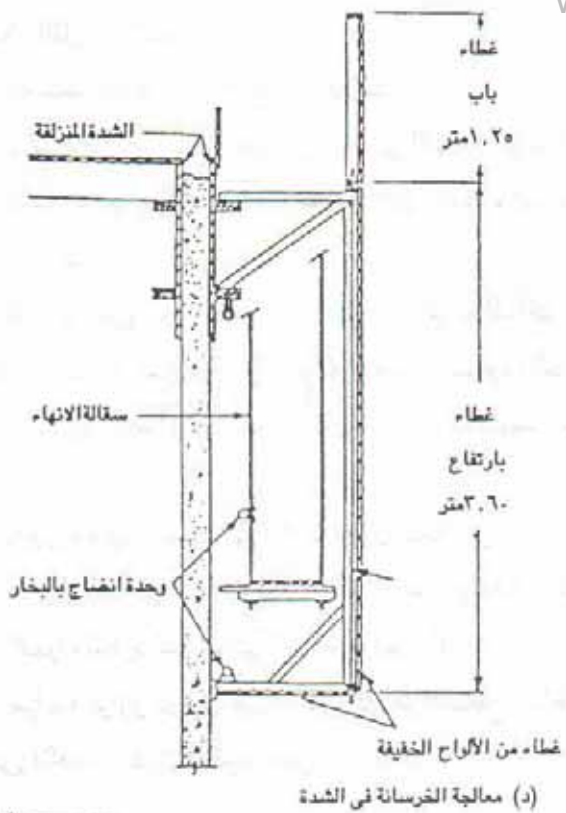
- الطريقة الأولى في حالة استخدام حلوق شبابيك معدنية وتتلخص في وضع الحلق في موضعه النهائي وصب الخرسانة من حوله كما يحدث في الطريقة التقليدية. وفي هذه الحالة يجب تثبيت الحلق جيداً باللحام في حديد التسليح، وذلك لمنع حركته مع حركة الشدة.

- أما الطريقة الثانية فتكون بوضع فورمة مكان الفتحة تكون أكبر قليلاً من الحلق المطلوب تثبيته، ثم تنزع بعد انزلاق الشدة ويثبت الحلق مكانها.

وعلاوة على تشكيل الفتحات فإنه يمكن وضع الدفائن المعدنية التي تعطي التجاويف اللازمة لتثبيت الكمرات والأجزاء البارزة. وعادة ما يكون حديد التسليح مثبتاً ومثبتاً داخل هذه الدفائن حيث يمكن بعد فرده لحامه أو ربطه بتسليح البلاطات أو الكمرات أو أية أجزاء أخرى. ويتم داخل حيز الفتحات عمل الاحتياطات اللازمة لتدعيمها وتدعيم محاور الحركة الرأسية التي قد



شكل (١١٩) - تابع - نماذج من الشدة المنزلة لأعلى



شكل (١٢٠) - تابع - تفاصيل لتنفيذ الشدة المنزقة

شكل (١٢٠) - يتبع - تفاصيل لتنفيذ الشدة المنزقة

تكون ظاهرة داخل حيز الفتحة.

احتياطات لازمة عند تنفيذ منشأ بالشدات المنزقة :

١- لتلافى التشوهات فى المنشأ المصبوب ينبغى التأكد من تركيب وتدعيم جسم الشدة بشكل يضمن عدم التواءه. ويتم الكشف على الشدة ذاتها قبل بداية أى مرحلة تنفيذية مهما تعددت المراحل.

٢- الكشف الدورى على سير العمل كل ٤ إلى ٨ ساعات للتأكد من سلامته. وذلك إما بوضع علامات ثابتة على محاور الحركة لتحديد المنسوب الذى تقف عنده الروافع والذى يجب أن يكون واحداً، أو بعمل قياس مساحى لمناسيب الشدة والروافع من نقطة ثابتة بالموقع.

٣- وعندما تكون عملية الصب فى الشتاء فإن انخفاض درجة الحرارة يؤدي إلى بقاء شدة الخرسانة وبالتالى إلى إبطاء معدل انزلاق الشدة. ولتلافى ذلك يتم تزويد الشدة بجسم واق من الهواء البارد كما يمكن إضافة مواسير للبخار تعمل على تعجيل تصلب الخرسانة، مع مراعاة توازن درجة الحرارة على كل من السطح الداخلى والخارجى للحاظ المصبوب حتى لا تحدث شقوق داخلية بالخرسانة شكل (١٢٠)

الإنهاء Finishing

تتم عملية الإنهاء بطريقتين :

- الأولى بعد انزلاق الشدة مباشرة يقوم العمال بدهان السطح الخرسانى وذلك من مكانهم على المنصة السفلية الملحقة بالشدة وهذا لا يتطلب إقامة شدات إضافية.

- وفى الطريقة الثانية لا تتم عملية الإنهاء إلا بعد الانتهاء من صب المنشأ تماماً بكامل ارتفاعه، وتتم عملية الإنهاء « الجافة » بإقامة سقالات منفصلة تغطى المسطح المراد إنهاؤه.

٣- طريقة البلاطات المرفوعة Lift slab system

الفكرة الأساسية

تقوم هذه الطريقة أساساً على صب البلاطات المسلحة حول الأعمدة عند منسوب

سطح الأرض بالتتابع واحدة فوق الأخرى مع استعمال مادة فاصلة ثم رفعها بعد تصلبها إلى وضعها النهائى فى المبنى بواسطة روافع هيدروليكية أو أوناش وتثبيتها عند مستوى كل طابق. وقد استخدم هذا الأسلوب فى الإنشاء بداية فى الولايات المتحدة الأمريكية مع نهاية الأربعينيات فى جميع أنواع المباني السكنية ومباني المكاتب والمصانع وهناجر الطائرات والمراجعات متعددة الطوابق. وقد وصل عدد الطوابق فى مباني أنشئت بهذا الأسلوب إلى ٢٣ طابقاً حيث لا توجد موانع فنية تحدد الارتفاع بالمباني. ويصل مسطح البلاطات التى يمكن أن يتم تنفيذها باستخدام هذا النظام إلى أكثر من ٢٥٠,٠٠٠ قدم^٢ على أن يراعى الآتى فى التصميم :

١- ألا تكون البلاطات محملة على كمرات flat slab

٢- يكون التسليح مناسباً لوضع القواطع والحوائط فى أى مكان.

٣- غالباً ما ينفذ هذا النظام على شبكية أعمدة ٦×٦ متر.

وتطبيق نفس فكرة البلاطات المرفوعة يمكن أن يتم رفع أجزاء فراغية كالقباب أو خزانات المياه الموجودة أعلى أبراج المياه، كما يمكن استبدال أسقف قائمة فعلاً لمصانع أو مخازن كبرى بأخرى. ويمكن تطبيق هذه الطريقة فى الدول النامية التى لم يتم فيها استكمال سبل تصنيع المباني على نطاق واسع، حيث تستعمل الوسائل التقليدية فى صب الأساسات والأعمدة وإنشاء الحوائط والقواطع بالمبنى، كذلك فى أعمال التشطيب والإنهاء.

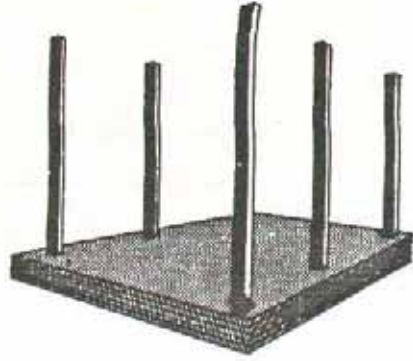
ومن مزايا أسلوب البلاطات المرفوعة :

١- سهولة عملية صب البلاطات وسبق إجهادها عند سطح الأرض بل وإمكانية إنهاء الأرضيات.

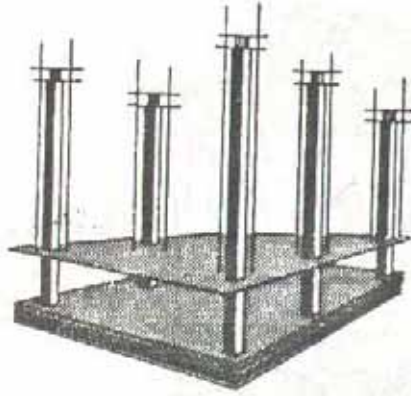
٢- سهولة عمل جميع التركيبات الفنية والوصلات الكهربائية قبل صب الخرسانة عند سطح الأرض مما يؤدي إلى اختصار عمليات الرفع سواء للمواد الأولية أو العمالة، كذلك اختصار الوقت اللازم لعملية التركيب نفسها.

٣- توفير الجزء الأفقى من الشدة حيث تقوم أرضية الدور الأرضى أو أسطح البلاطات المصبوبة بهذه الوظيفة وبالتالى اختصار الوقت اللازم لعمل الشدة.

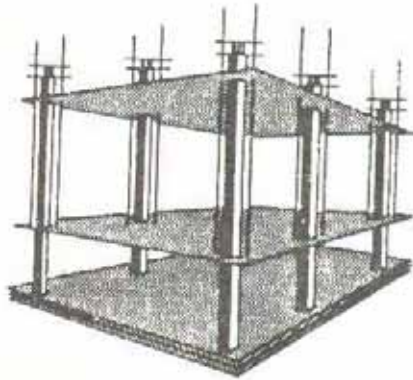
٤- عمليات معالجة الخرسانة لا تتم إلا على مستوى سطح الأرض حيث تتم عملية الصب مما يؤدي إلى الوفرة فى الوقت والتكاليف.



١- بعد عمل الأساسات والأعمدة
وتسقيط الياقات تصب البلاطات
فوق بعضها البعض



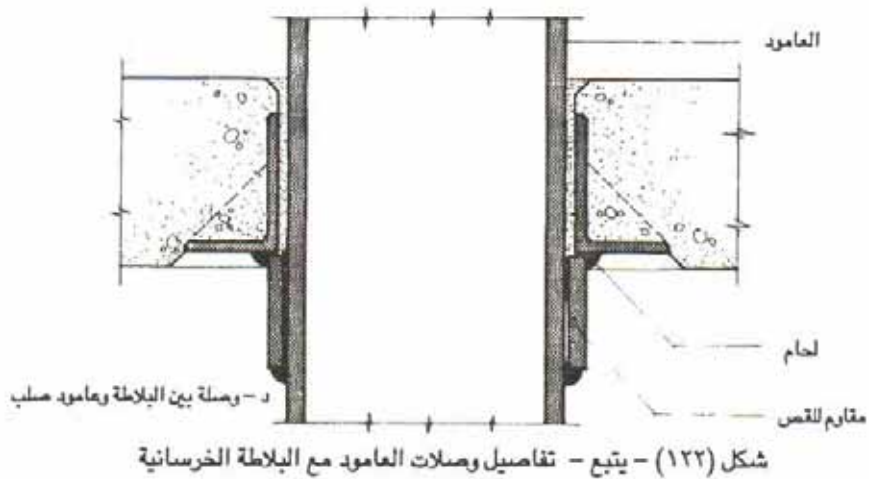
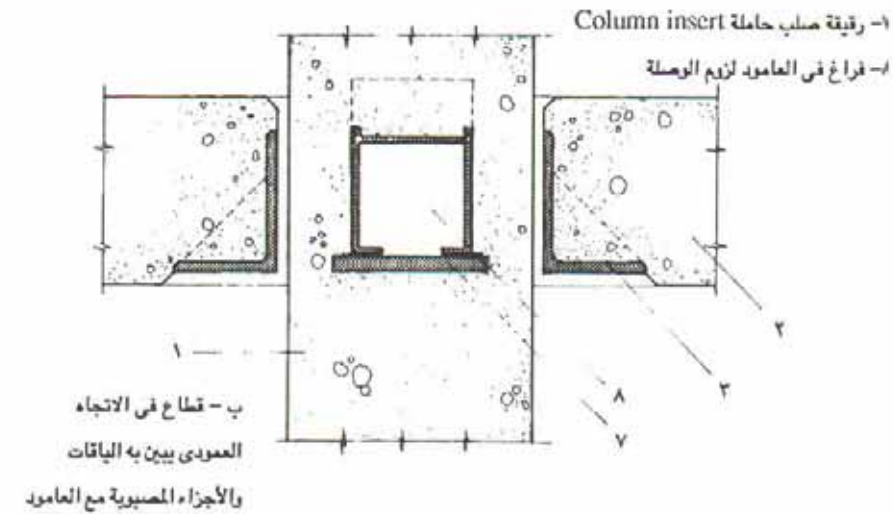
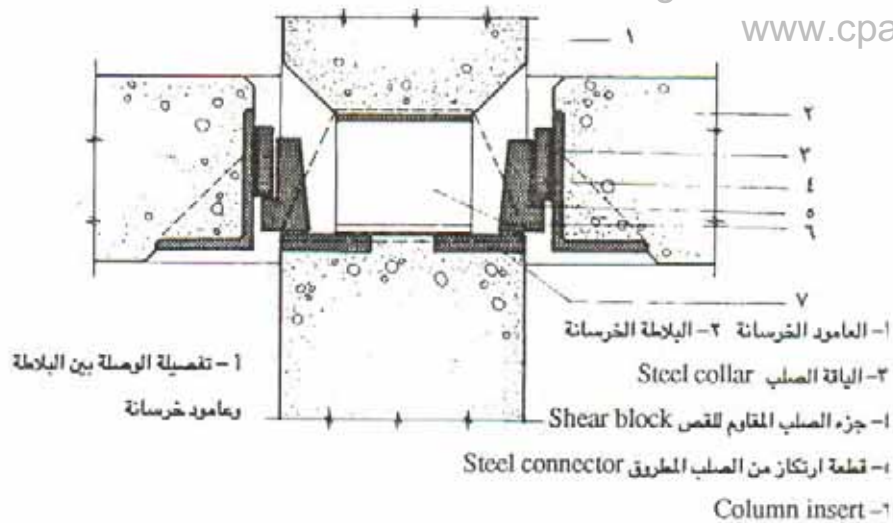
٢- توضع الرافعات وترفع بلاطة
الدور الأخير

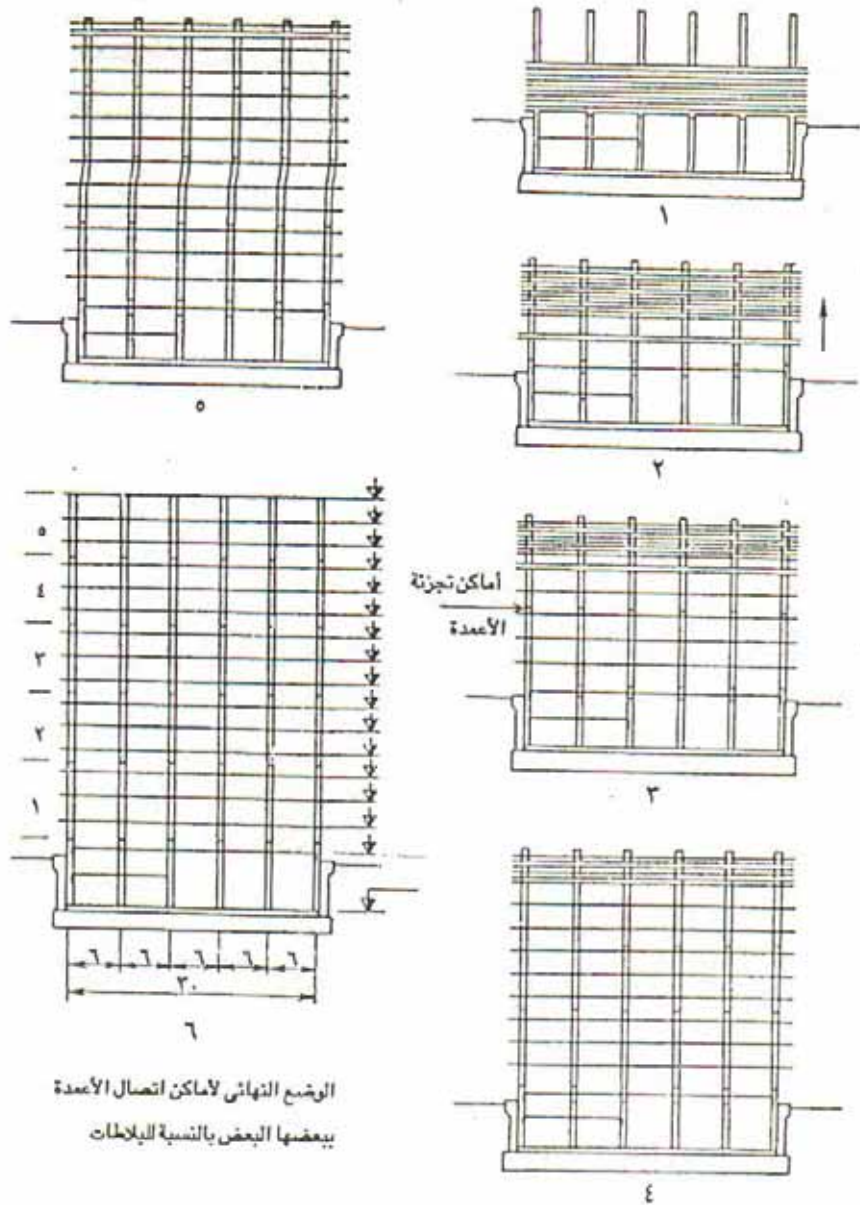


٣- ترفع بلاطة السطح لاعلى
الاعمدة ويبدأ من رفع البلاطة
التالية

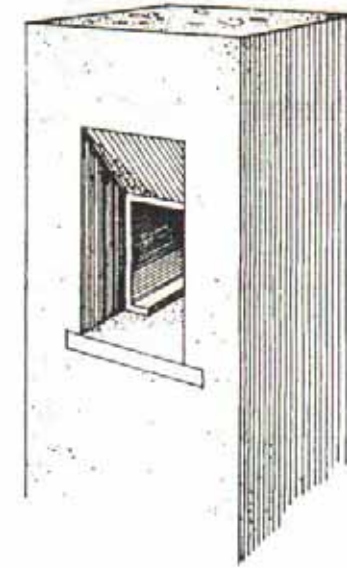
شكل (١٢١) - يتبع - خطوات الانشاء بطريقة البلاطات المرفوعة

- ٥- لا تحتاج إلى أوتاش عملاقة لرفع الخرسانة أو حديد التسليح.
- ٦- إتاحة مرونة كبيرة فى التصميم حيث يمكن أن يكون المسقط غير منتظم.
- ٧- إمكانية البدء فى أعمال التشطيب فى الأدوار التى يتم رفعها دون التقييد بالإنتهاء من عملية رفع الأسقف كلها لأماكنها.
- ٨- إمكانية تقفيل جوانب المبنى بمادة مؤقتة حتى يتم عزل تنفيذ باقى الأعمال الداخلية بالمنشأ عن التقلبات الجوية اليومية.
- خطوات الإنشاء بطريقة البلاطات المرفوعة : شكل (١٢١، ١٢٣)
- ١- يتم عمل الأساسات وقواعد الأعمدة والميد بالطريقة التقليدية.
- ٢- يتم إنشاء أعمدة المبنى وهى إما أن تكون سابقة الصب وتركب مع عمل الإحتياطات اللازمة أو تصب بالطريقة التقليدية أو تكون من الصلب (الولايات المتحدة الأمريكية)، ثم تسقط بها الياقات المصنوعة من الصلب Steel collars شكل (١٢٢) وهى أجزاء معدنية تثبت فى البلاطة عند صبها فى الفتحات حول الأعمدة، وذلك من أجل ربط البلاطة مع العمود كما تستخدم كمنقطة ترفع منها البلاطات وتحمل كدليل لتوجيه البلاطة عند رفعها؛ وإنشائياً تقاوم الياقات قوى القص بواسطة أجزاء صلب مدحومة Shear blocks. وعادة ما تنشأ الأعمدة مجزأة حيث تستكمل الأجزاء العلوية بعد بداية عملية الرفع، وذلك لتلافى الانبعاج Buckling الذى قد يحدث مع الارتفاع بالعمود. وشكل (١٢٣) يوضح أماكن تجزئ الأعمدة. ويتم ربط الأعمدة مؤقتاً من أعلى Bracing إلى أن ترفع البلاطة العلوية إلى مكانها.
- ٣- يتم تصلب الأرضية وتصب عليها طبقة من الخرسانة انعادية وتخدم جيداً حيث تستعمل بدلاً من الشدة ثم يتم أفراد ألواح المادة الفاصلة وبوضع حديد التسليح وكافة التوصيلات المطلوبة بالبلاطة، كذلك الشدة الساندة لجوانب البلاطة. ويتم حشو الفراغ بين الياقات والأعمدة مؤقتاً وذلك لمنع دخول الخرسانة.

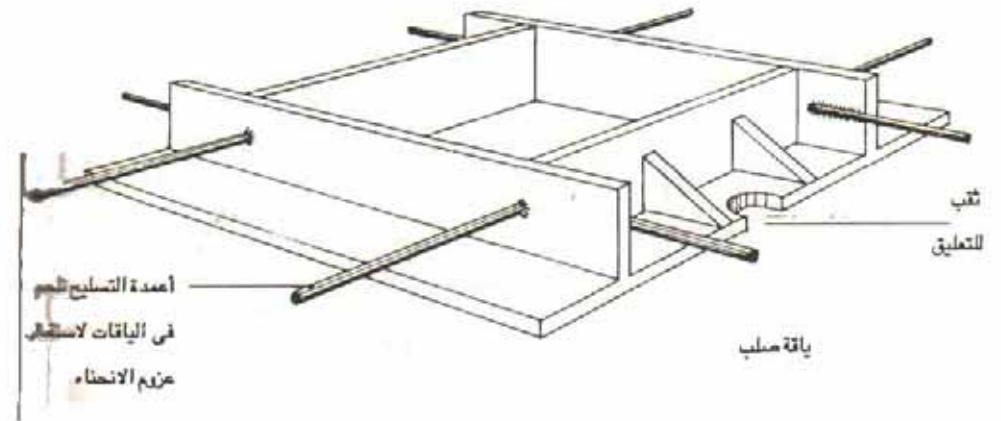




شكل (١٢٣) خطوات رفع البلاطات وأماكن تجزئة الأعمدة



ج - منظور للجزء المصبوب من العمود

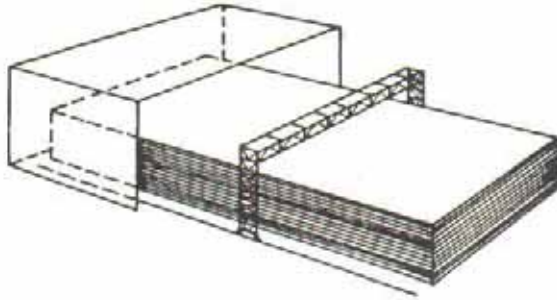


شكل (١٢٢) - تابع - تفاصيل وصلات العمود مع البلاطة الخرسانية

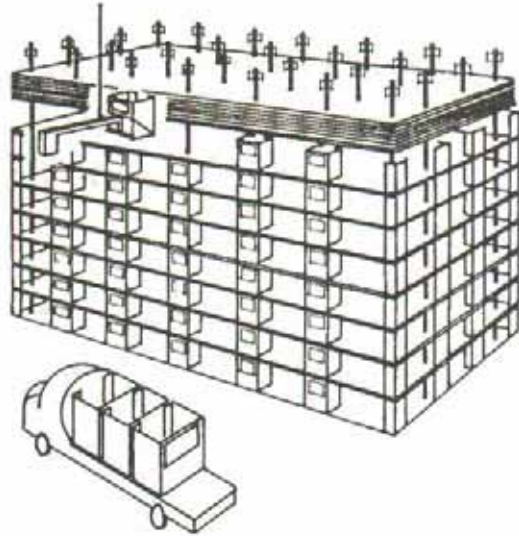
Multi leveling component وهناك طريقة أخرى للرفع ويطلق عليها ٤- يتم صب البلاطة مع سيق إجهادها إذا لزم الأمر.

system شكل (١٢٤) وتتلخص خطواتها فى الآتى :

- ١- تبدأ بنفس الخطوات السابقة فى صب مجموعة من البلاطات فوق بعضها.
- ٢- يتم إنشاء أعمدة مؤقتة يزود كل منها برافعين هيدروليكيين يتسلقان جانبي العمود ويدلى منهما قضبان حديدان لتعليق البلاطات.
- ٣- يتم رفع جميع البلاطات فى نفس الوقت حتى تكون البلاطة السفلية فى وضع أعلى بحوالى ١٢-١٥ سم من وضعها النهائى فتفصل عن بقية البلاطات لتتركز على دعائم مؤقتة على شكل كابولى.
- ٤- توضع الأعمدة والعناصر سابقة الصب فى مكانها وتنزل البلاطة إلى وضعها وتثبت مع الأعمدة.



١- تصب البلاطات متراصة فوق بعضها البعض



ب- عند رفع البلاطات ترفع بحوالى ١٢-١٥ سم عن منسوبها النهائى حتى يتم وضع العناصر الراسية

Multi levelling component system شكل (١٢٤) خطوات الصب بطريقة ال

٥- بعد تصلب الخرسانة خلال يومين يغطى سطح البلاطة بالمادة الفاصلة ويكرر العمل حتى يتم الإنتهاء من صب جميع البلاطات المطلوبة حيث تكون بلاطة السطح هى العلوية.

٦- يوضع فوق كل عمود رافع هيدروليكى تصل قدرته إلى ٥٠-٧٠ طناً، يدلى منه قضبان من الصلب لرفع البلاطة. وتكون عملية الرفع متزامنة عند جميع الأعمدة لعدم تشرخ الخرسانة، ويتم التحكم فى ذلك مركزياً.

٧- عندما تأخذ البلاطة القوة الكافية وتكون جاهزة للرفع تثبت قضبان الرفع بالياقات ويتم الرفع دفعة واحدة بسرعة تتراوح من متر إلى ثلاثة أمتار فى الساعة.

٨- ترفع بلاطة الدور الأخير إلى مكانها فى حالة صب الأعمدة حتى نهايتها وتتبعها بقية البلاطات؛ أما فى حالة صب الأعمدة على أجزاء فترفع البلاطة وتبقى معلقة حتى استكمال بقية الأعمدة ثم تنقل الروافع الهيدروليكية أعلى الأعمدة بوساطة ونش خفيف، بعد ذلك ترفع البلاطات بالتتابع إلى أماكنها النهائية وتثبت بالأعمدة حسب تفاصيل التصميم الذى يراعى مقاومة قوى القص. وفى حالة المباني صغيرة المساحة يمكن رفع عدة بلاطات مرة واحدة.

٩- يترك فراغ بين كل بلاطتين متجاورتين يتم ملؤه بالخرسانة الخفيفة ليغطى نهايات حديد التسليح البارزة من البلاطات، كما يتم ملء الوصلات حول الأعمدة بالخرسانة الناعمة أو بالمونة الخفيفة، وذلك بعد تثبيت البلاطات فى وضعها النهائى. ولا يتم تثبيت الوصلات بين الحوائط والبلاطة إلا بعد ٣٠ يوماً من صب البلاطة، ووضعها فى مكانها وذلك لتلافى إمكانية حدوث حركة أفقية للحوائط.

وخلاله فوق البلاطة المصبوبة وهى ما تزال على الأرض، ذلك بالطبع بعد رفع بلاطة السطح النهائية إلى مكانها، ثم يرفع الدور بأكمله إلى مكانه النهائي بالمبنى.

وعموماً يحقق النظام البلاطات المرفوعة أقصى استغلال له إذا اتخذ القرار باستعماله فى مرحلة مبكرة من التصميم. ويعتبر المربع هو الشكل المثالى اقتصادياً للبلاطات المرفوعة ويتراوح سمك البلاطة الخرسانية بين ١٦ و ٢٥ سم كما أنه يمكن تشكيل بطنية البلاطة المسلحة بأشكال مختلفة مثل الحصول على بلاطات مفرغة باستعمال فرم بلاستيك أو صوف زجاجى شكل (١٢٥)؛ كذلك يمكن الحصول فى بروفيلات متنوعة بوضع خوص بالشكل المطلوب فى جوانب الفورمة قبل عملية الصب.

٤- طريقة البلاطات المدفوعة لأعلى *Push up system*

شكل (١٢٦)

وهى نفس فكرة البلاطات المرفوعة مع إختلاف أسلوب التنفيذ. ففى نظام البلاطات المرفوعة يُبدأ بصب بلاطة سقف الدور الأرضى على الأعمدة الحاملة، وهذا يكون أسرع فى التشغيل ويقلل من الخلوص Tolerance المطلوب فى الحالة الأولى.

ويتم العكس فى حالة البلاطات المدفوعة لأعلى حيث تكون أول بلاطة تصب هى بلاطة سطح الدور العلوى ثم يتم رفعها لأعلى لصب بلاطة الدور السابق، وتستمر عملية الصب والرفع على التوالى حتى تستكمل الأدوار كلها. ويقوم بعملية الرفع روافع ضخمة Jacks يمكنها تحمل وزن المنشأ بالكامل عند الانتهاء من صب جميع البلاطات، وهذا يشكل العيب الرئيسى لهذا الأسلوب الذى يعوق تطبيقه تجارياً على نطاق واسع. أما مزاياه فهو مثل البلاطات المرفوعة حيث يتم الانتهاء من معظم الأعمال على مستوى الأرض.

وأهم مميزات هذا الأسلوب هو إمكانية وضع جميع عناصر المبنى التى يصل ارتفاعها إلى ارتفاع نظيف الدور قبل تنزيل البلاطة وعمل الروصلات بين الأعمدة والبلاطات.

أولاً : الأعمدة الخرسانية شكل (١٢٢) - ب - ج

١- عند صب الأعمدة يترك فى كل عمود فتحة أو ثقب بقطاع مستطيل لوضع قطاعات حديد عالية الأجهاد لتحمل البلاطة وتسمى Column insert وترتكز على رقائص صلب مصبوبة مع العمود Steel bearing plates.

٢- بعد رفع البلاطة يتم إدخال عنصر الوصل وهو من الصلب المطروق Forged steel connector ليرتكز على رقائص الصلب الحاملة bearing plates وترتكز عليه بدورها القطع مقاومة لقوى القص shear blocks الملحومة بالياقات، وبذلك يتم نقل الأحمال الرأسية من البلاطات إلى ال shear blocks ثم ال bearing plates ثم إلى الأعمدة. ويجب مراعاة الدقة فى التنفيذ حتى يتحقق الاتزان فى توزيع الإجهادات بين الأجزاء المختلفة للوصلة.

٣- يتم ملء الفراغات بالمونة أو الخرسانة الناعمة أو أى مادة حسب التصميم.

ثانياً : الأعمدة الصلب شكل (١٢٢) د

فى حالة الأعمدة الصلب يتم لحام ال shear blocks مباشرة فى العمود لتركز عليها الياقات.

وفى حالة استخدام الأعمدة الصلب يمكن المحافظة على مقطعها ثابتاً، وذلك بالتحكم فى سمك رقائص التغطية حيث يمكن أن يقل قطاع ال I ويزداد سمك الكسوة وبالعكس.

وقد طورت هذه الطريقة فى الاتحاد السوفيتى لتصبح طريقة «الدور المرفوع» Lift Storey وهى تتلخص فى وضع جميع مكونات الدور من حوائط وحمامات

المواد الفاصلة بين البلاطات:

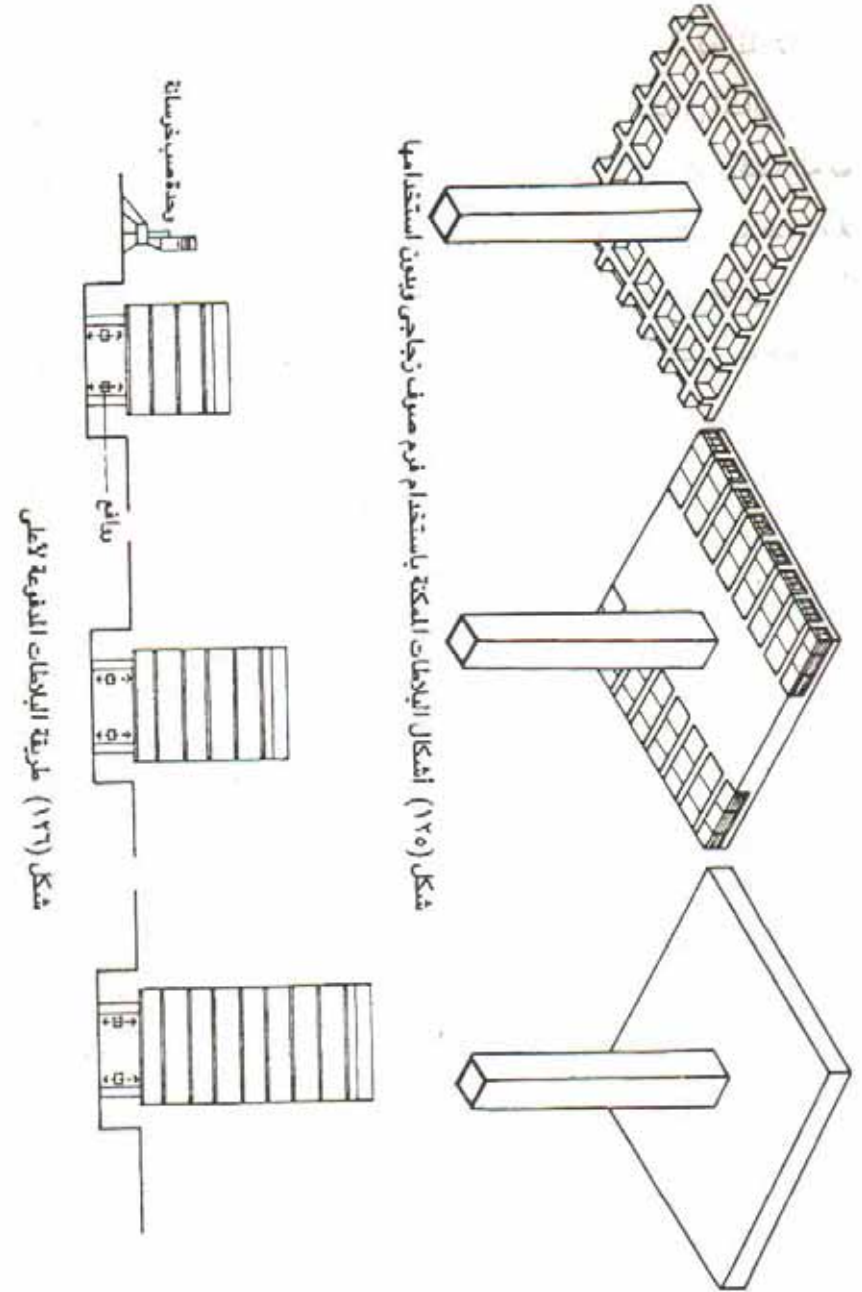
يتم الفصل بين البلاطات إما بدهان الأسطح بمحلول شمعي أو باستخدام ألواح من المواد البتروكيمياوية أو الأبلكاج أو حتى الورق. ويمتاز النوع الثاني عن النوع الأول بسرعة تنفيذه، كما أنه ينتج عن استعماله موجات بسيطة في الأسطح السفلية للبلاطات يساعد على تثبيت طبقة البياض. ويجب أن تكون تلك المواد لا تلتحم تحت أي ظرف بالخرسانة عند صيها وأن تكون صلبة بدرجة تكفي لمقاومة ظروف التشغيل، ولا تؤدي إلى أي تفاعل مع الخرسانة أو تغيير في خواصها، والنوع السائل منها سريع الجفاف، سهل الانتشار والتشغيل.

٥- طريقة الشدات النفقية Tunnel form System

تتلخص هذه الطريقة في إمكانية صب الحوائط وبلاطة السطح في نفس المكان وخلال عملية واحدة بوساطة قوالب سهلة التنقل، وتمتاز بسرعة وسهولة الاستعمال. وفي هذا النظام تقوم الحوائط بوظيفة إنشائية فهي حوائط حاملة وينظر المنشأ الناتج المباني بالوحدات الصندوقية Box units type في المباني سابقة التجهيز.

الشدة النفقية

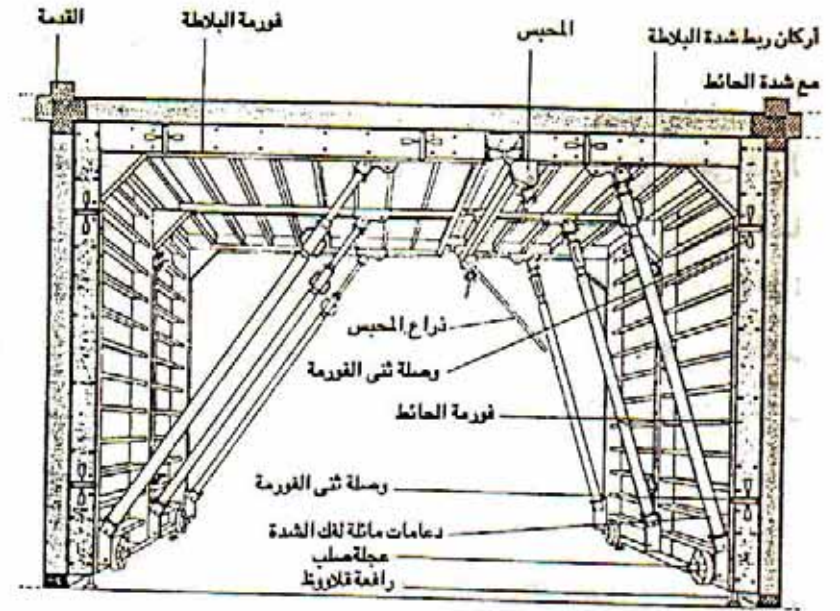
تتكون من قالب من الصاج أو من الصلب على شكل حرف U مقلوبة مقوى من الخارج بأعصاب من الصلب. وزيادة في المرونة قد تأخذ الشدة شكل حرف L المقلوب حيث يمكن تكوين الفراغ الداخلي باستعمال وحدتين متقابلتين ٣٦. أما الأنواع الخاصة بنهايات الحوائط وسك البلاطة فهي تشكل جزءاً مكملاً ومتكاملاً مع أجزاء الشدة شكل (١٢٧). وأبعاد الشدة النفقية أو النفق قياسية وتختلف باختلاف الشركة المصنعة وطبقاً للتصميم. وتتحرك الأنفاق على عجل مثبت في أسفلها شكل (١٢٨، ١٢٩)، وهي مزودة بروافع رأسية من القلاووظ، وذلك لعملية الضبط الأفقي كما توجد بها أذرع مائلة للمحافظة على تعامد السقف مع الحائط. وعادة ما يقل ارتفاع الشدة عن ارتفاع السقف النظيف بحوالي ٧-١٠ سم وذلك لتسهيل عملية



شكل (١٣٥) أشكال البلاطات المكنة باستخدام قوالب صوف زجاجي ويؤمن استخدامها

خطوات التنفيذ :

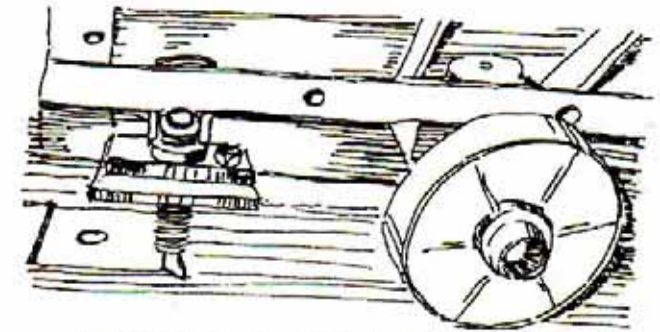
- ١- بعد تنفيذ الأساس الذي غالباً ما يتم بالطريقة التقليدية تصب الفرشة الخرسانية.
- ٢- تحدد أبعاد الشدة المنزقة على الأرض طبقاً للتصميم الموضوع.
- ٣- تصب أو تثبت قدمة خرسانة مسلحة بارتفاع ١٥ سم حول محيط كل شدة على محاور الحوائط فيما عدا على المسافات المخصصة للأبواب والفتحات، وتترك أشاير التسليح بارزة لتحقيق الترابط مع الحائط الذي يعلوها. وهذه القدمة تعمل كدليل guide لتوجيه الشدة عند انزلاقها كما تقوم بمنع حركة النفق من مكانه عند رفعه للمستوى المطلوب بعد إدخاله في مكانه.
- ٤- وضع الشدات النفقية ورفعها ثم تثبيتها بوساطة الروافع القلاووظ مع إضافة جميع المواسير والأنابيب والعلب الخاصة بالتركيبات الفنية في الحوائط والأسقف، وذلك في نفس الوقت مع حديد التسليح الذي يأخذ شكل شبكة مكونة من أسياخ ملحومة، كما توضع الإطارات والفرم اللازمة للفتحات الرأسية وأماكن السلالم مع الأخذ في الاعتبار نقط التثبيت للسلالم والحلوق. ويلاحظ وضع الأنفاق بطريقة تبادلية شكل (١٣١) حتى يمكن وضع حديد التسليح والعناصر السابق ذكرها في الحوائط.
- ٥- إضافة الشدات الإضافية للأسقف التي لا تنفذ بالشدات النفقية كذلك إضافة جوانب شدات الحوائط الخارجية.
- ٦- ربط الشدات المتجاورة ببعضها البعض أفقياً وضبط الشدات.
- ٧- بعد الضبط النهائي للشدات تصب الخرسانة رأسياً وأفقياً بمعدل ٢م^{١٠} في الساعة حيث تدك بوساطة الهزاز الميكانيكي ويسوى السطح بوساطة ماكينة خاصة.



شكل (١٢٧) تفاصيل شدة نفقية



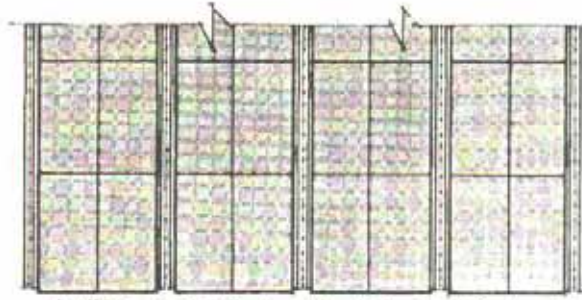
شكل (١٢٨) الروافع التي ترتكز عليها الشدة



شكل (١٢٩) العجل وارتكاز الشدة على الرافعة القلاووظ

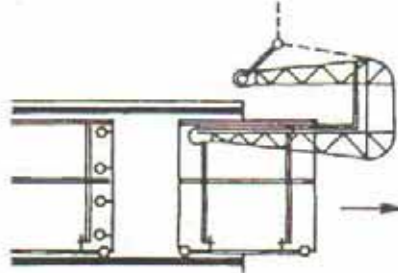


١- توضع الشدات النفقية بطريقة تبادلية

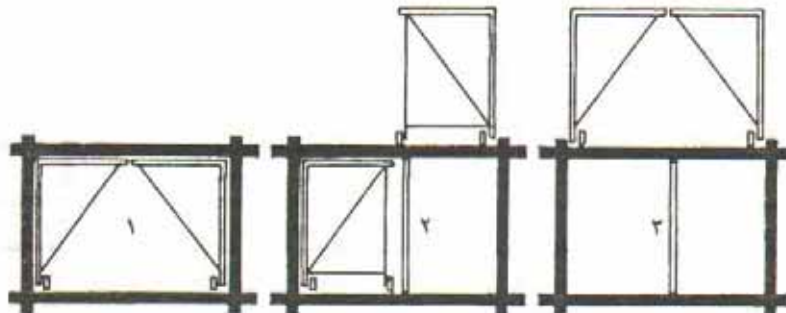


٢- بعد استكمال وضع التسليح والتوصيلات اللازمة توضع بقية الشدات

شكل (١٣١) أسلوب وضع الشدات النفقية



شكل (١٣٢) احدى طرق سحب الشدة النفقية بعد انتهاء صب الخرسانة وبداية شكها



شكل (١٣٣) خطوات فك وإعادة تركيب الشدات النصف نفقية مع وضع دعامة في منتصف الباكية

٨- تعمل القدمة الخاصة بالدور التالي.

٩- تترك الخرسانة إلى أن تتصلد ويختلف الزمن اللازم لذلك باختلاف نوع الأسمنت المستخدم كما يمكن معالجة الخرسانة بوساطة البخار لتعجيل عملية الشك.

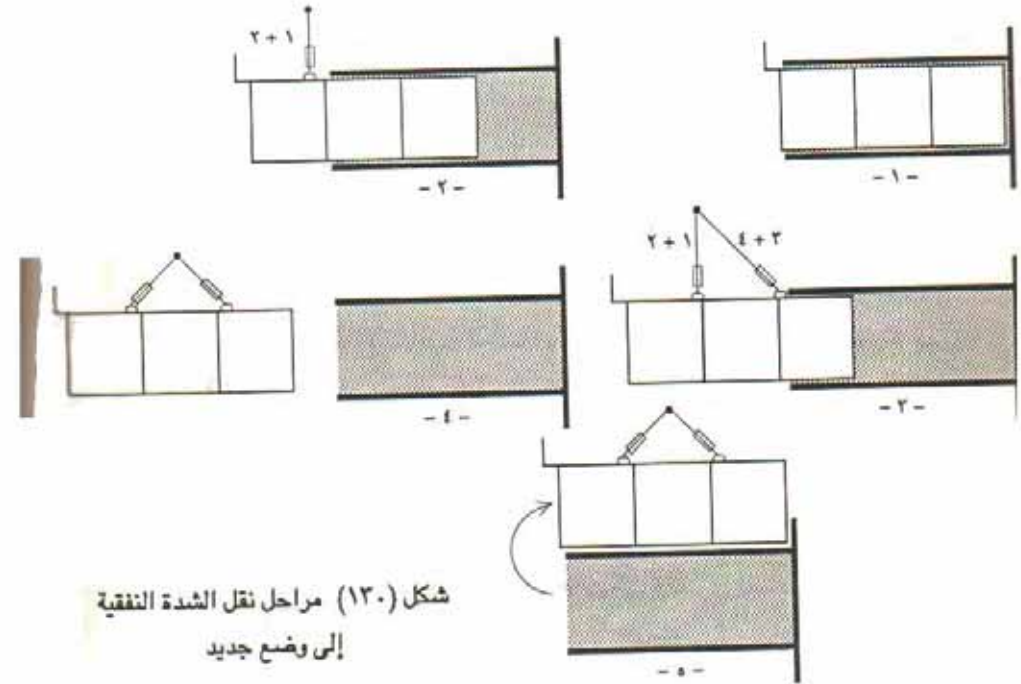
١٠- تفك الشدة وتنقل إلى مكان آخر. ويبين شكل (١٣٠، ١٣٥) خطوات

عملية نقل الشدة وهي تتلخص فى الآتى :-

١- إنزال الروافع القلاووظ حتى ترتكز الوحدة النفقية على العجلات وتصبح حرة الحركة فى الاتجاه المطلوب.

ب- جر الوحدة النفقية حتى تظهر نقط الرفع الخارجية من تحت البلاطة المصبوبة حيث يثبت بها جبال الرفع ٢+١.

ج- الاستمرار فى سحب الوحدة النفقية حتى ظهور نقط الرفع الخلفية ثم تثبيت جبال الرفع ٤+٣.



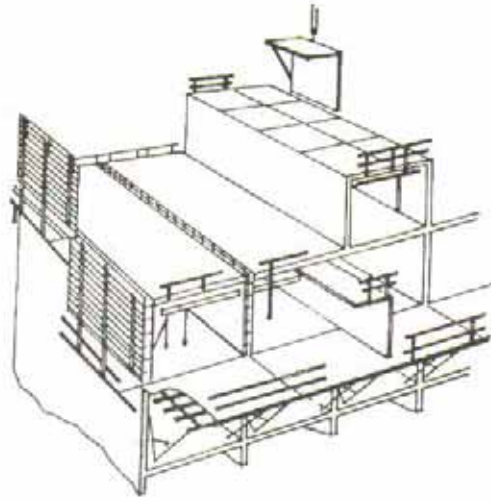
شكل (١٣٠) مراحل نقل الشدة النفقية إلى وضع جديد

د- نقل الوحدة بواسطة الونش إلى المكان المطلوب سواء في نفس المستوى أو في المستوى الأعلى.

١١- تكرر عملية الصب .

١٢- في الأدوار المنتهية يمكن البدء في بناء القواطع الداخلية والخوافظ الخارجية إن لم يتم تنفيذها أثناء صب الشدة مثلما يحدث في بعض الطرق المستحدثة؛ كما يمكن استخدام حوائط سابقة التجهيز في الموقع أو المصنع. وعندما تكون درجة الحرارة عالية أو طبيعية يمكن بعد الشك المبدئي للخرسانة بعد حوالي ١٥ ساعة سحب الشدات النفقية مع وضع عمود ساند للبلاطة يوفر عملية تجفيف الخرسانة صناعياً كما يبين شكل (١٣٣) ويوضح شكل (١٣٤، ١٣٦) تتابع تنفيذ هيكل البناء بطريقة الشدات النفقية رأسياً أو أفقياً حسب نوعية البناء.

وتتحدد طاقة الرافعات المستعملة في عملية البناء تبعاً لكميات المواد

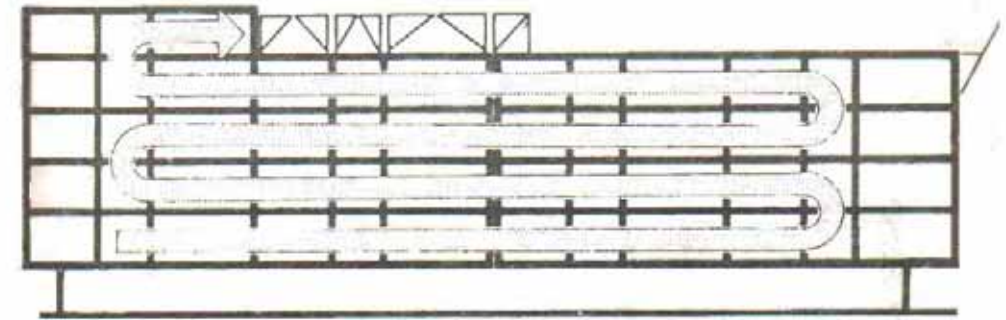
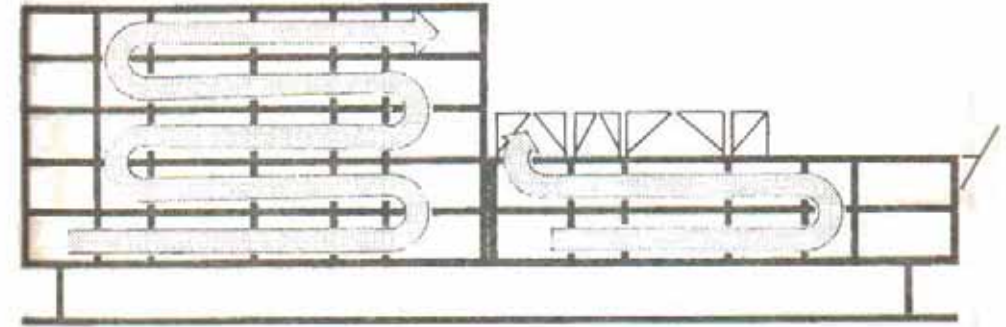


شكل (١٣٥) رفع وحدة شدة نصف نفقية

ويظهر في الشكل الكويستات والمشايات المؤقتة لتسهيل أعمال الرفع والانتهاء

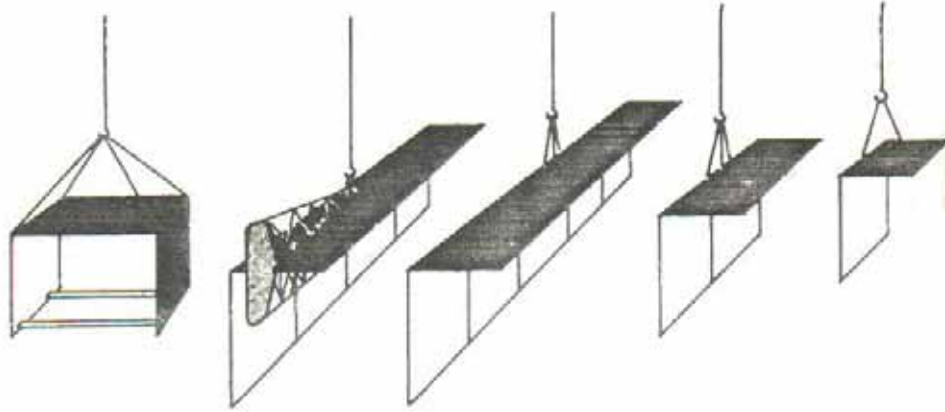


شكل (١٣٦) نقل الأنفاق في الاتجاه الرأسى بالمباني المرتفعة

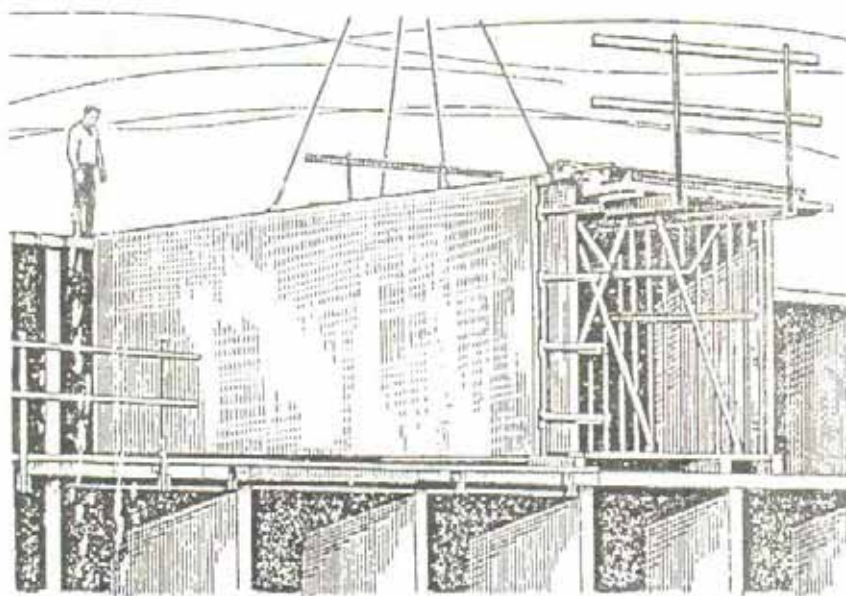


شكل (١٣٤) تتابع تنفيذ المنشأ بنقل الأنفاق أفقياً

اعتبارها قيماً على المصمم بل على العكس ينبغي الاستفادة من الإمكانيات الواسعة التي توفرها، وكذلك المرونة في فهم وتطبيق استعمالها، وذلك لاستحداث هياكل جديدة تتماشى مع الجديد من الفكر التصميمي.



شكل (١٣٧) يتناسب عدد الوحدات المرفوعة مع قدرة الرافعة



شكل (١٣٨) منظور يوضح الشدة النفقية بعد وضعها على أرضية الدور

المستخدمة وثقل العناصر سابقة التجهيز المستخدمة وأخيراً أنواع الشدات. لذلك فإنه في حالة استخدام روافع صغيرة نسبياً يتم رفع القوالب مفردة حيث يصل وزن كل منها من ٢٠٠ إلى ٨٠٠ كجم. أما إذا زادت قدرة الرافع فتتم عملية الرفع لكل نفقين أو ثلاثة حسب حجم العملية شكل (١٣٧)

مميزات استخدام الشدات النفقية :-

- ١- سرعة التنفيذ مع قلة العمالة .
- ٢- الكفاءة العالية في التشطيب حيث تمكن الحوائط الناعمة الناتجة من الاستغناء عن البياض واستخدام الدهان مباشرة.
- ٣- يكون المبنى عبارة عن كتلة خرسانية واحدة مكونة من الحوائط والأسقف المتماصة.
- ٤- عند تخطيط عملية التنفيذ تخطيطاً سليماً يمكن أن يقارب زمن إنشاء بهذه الطريقة مثلتها سابقة التصنيع.
- ٥- يمكن إعادة استخدام القوالب في عدة مشاريع لها نفس الوحدة القياسية.
- ٦- كان يعاب على هذا النظام اقتصره على إنتاج المباني ذات الصفة التكرارية مثل الفنادق والمستشفيات والوحدات السكنية، لكن أمكن بعد تطويره الوصول إلى المرونة الكافية لتنفيذ أشكال مختلفة من المباني شكل (١٣٩).

٦- طريقة مركبة Combined System

وهي استخدام أكثر من طريقة من الطرق السابقة في تنفيذ مبنى. فيصّب القلب بطريقة الشدات المنزقة وتعمل البلاطات بطريقة البلاطات المرفوعة وتقام الحوائط بطريقة الرفع المائل وهكذا...

وعموماً فإن جميع تلك الأساليب في الإنشاء وغيرها مما لم يذكر يجب أن يعتبر أداة في يد المهندس تستخدم فردية أو مجمعة في خدمة التصميم. لذا وجب عدم

الباب الثالث

تنظيم الموقع Site organisation

مقدمة

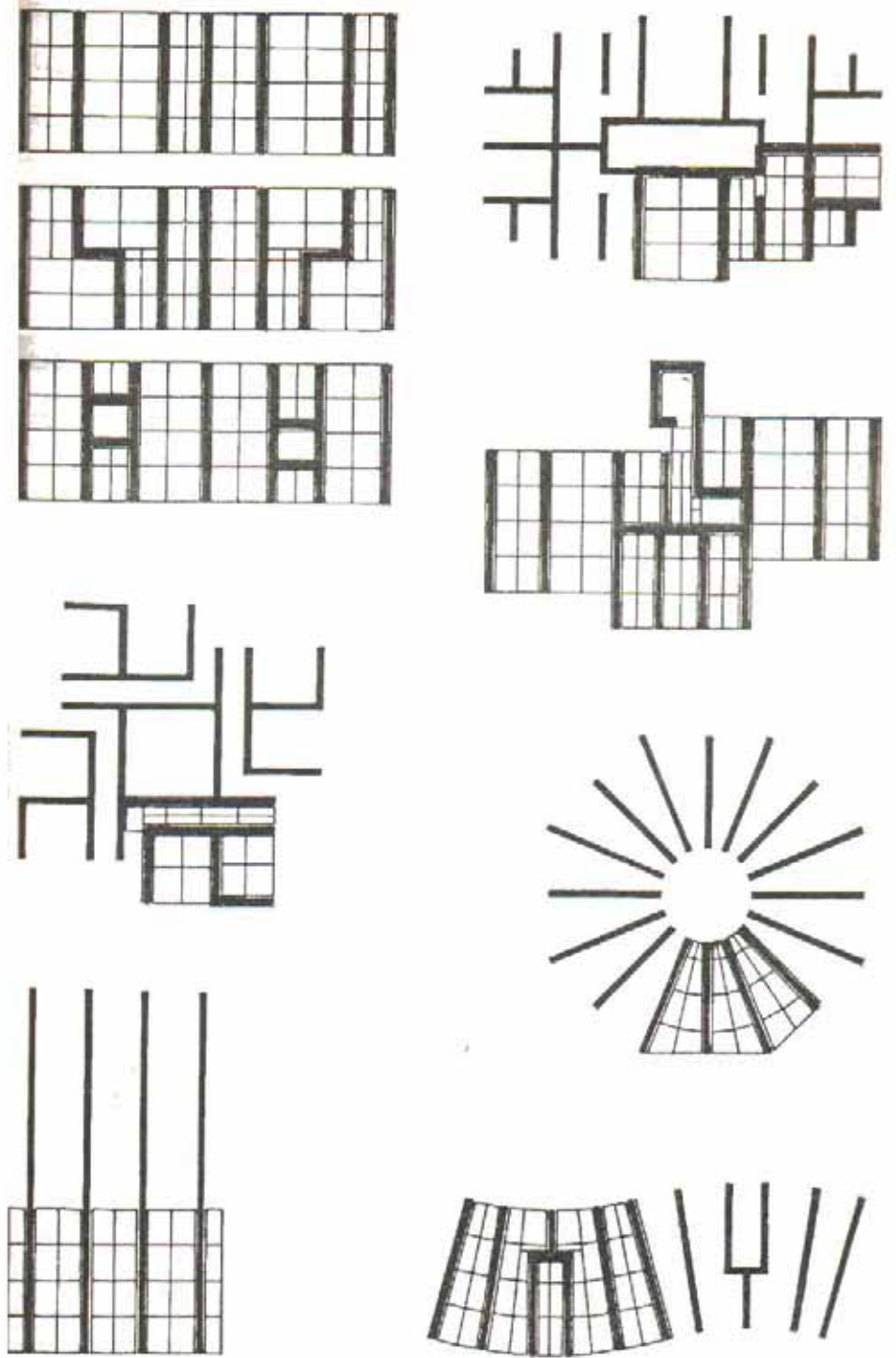
يعتبر الموقع بمثابة مصنع مؤقت يتم فيه تصنيع المبنى. وتتطلب عملية التصنيع، أو بمعنى أصح عملية البناء، عمالاً ومعدات ومواد يجب تنظيمها بحيث يستخدم العاملون أنسب المعدات بأنسب وضع ممكن مع تخزين المواد بطريقة لا تعرضها للتلف وتسهل استخدامها ولا تعوق عملية إنشاء المبنى.

وبتعبير آخر فإن هدف تنظيم الموقع هو القيام بعملية التشييد تحت أحسن ظروف ممكنة للعمل مما يؤدي إلى إنتاج فعال واقتصادي وآمن.

وليست هناك قواعد معينة تتحكم في عملية تنظيم الموقع وإنما تتوقف تلك الأخيرة على عوامل كثيرة تتعلق بشكل الأرض والمبنى وطريقة الإنشاء وغيرها مما يجعلها مشكلة تتعلق بشخصية الموقع حيث تختلف باختلاف ظروفه، وتتطلب في كل مرة حلاً مختلفاً.

وهناك عوامل كثيرة مؤثرة ينبغي دراستها قبل البدء في عملية تنظيم الموقع، وذلك لتمكين المفاوض من وضع برنامج تنفيذي ناجح وأهمها :

١- الدراسة الدقيقة لكراسة الكميات وكذلك لرسومات المشروع حتى يمكن تقدير كمية المواد والعمالة المطلوبة، وهذا يعطى مؤشراً على مدى بساطة أو



شكل (١٣٩) بعض الأشكال التي يمكن تشييدها باستخدام الشدات النفقية

المشروع.

٣- برنامج المعدات :ويمكن إعداده فى هيئة خريطة توضح المتطلبات والإستخدامات التى تساعد فى اتخاذ القرار بشأن الحاجة إلى ورشة صيانة بطاقمها فى الموقع، كذلك مقارنة اقتصادية شراء تلك المعدات أم إستئجارها - هذا بعد تحديد عمليات البناء المختلفة التى تتم فى الموقع والتى يتم على أساسها اختيار الوسائل والمعدات المختلفة المستخدمة فى التنفيذ بحيث يمكن القيام بأكبر عدد ممكن من العمليات فى نفس الوقت، وذلك لتحقيق أكبر وفر ممكن وهذا بدوره يساعد فى تحديد مسطحات التشغيل والتخزين وعدد العاملين.

٤- برنامج مواد البناء، وذلك لتحديد الفراغ اللازم للتشوين ومدته تبعاً لحجم الموقع ومدى إمكانية استيعابه للمواد المشونة. ويتم الحصول على المعلومات الأساسية من دفتر الكميات ومن الاتجاه السائد بالسوق.

٥- ملخص العمالة :ويتكون بناء على المعلومات الأولية التى يتم الحصول عليها من دراسة الكميات ودراسات الموقع . وهو عبارة عن حجم العمالة المطلوبة والتجهيزات الخاصة بها بالموقع وما تستلزمه من مساحات وتكلفة.

٦- العلاقة بين أفراد فريق العمل بالموقع :وهى تشبه شجرة عائلة توضح العلاقات المباشرة وغير المباشرة بين مختلف العاملين بالمشروع، وتكون عادة فى المواقع الكبيرة معقدة التركيب حيث يكون من الضرورى تحديد المسؤوليات بوضوح.

٧- وبناء على النقاط السابقة تبدأ عملية تنسيق الموقع، وتشمل تحديد الفراغات اللازمة لتخزين المواد ومسطحات العمل ووحدات الخدمات ومواضع المعدات وممرات الحركة وماشابه ذلك.

ويتوقف تنسيق الموقع على حجم المبنى وعلاقته بالفراغ المحيط، وكذلك بالخدمات المطلوبة والمتوافرة، وبالأخص على العلاقات بين مختلف العناصر والعمليات المطلوبة بالموقع. ويجب أن يتسم تخطيط الموقع بالفعالية Efficiency وهذا معناه استمرار إتمام العمل اليومى الذى تحدده خطة التنفيذ.

تعقيد المشروع وبالتالي على المعدات اللازمة والوفر الذى يمكن أن ينتج من ميكنة العملية كلياً أو جزئياً.

٢- عمل دراسة دقيقة للموقع ومحدداته تشمل على النقاط التالية :

أ- الوصول إلى الموقع :الطرق المؤدية إليه، خطوط السكك الحديدية والمسافة بين المحطة والموقع، وجود أنفاق أو كبارى محددة بارتفاعات معينة إلخ...

ب- الخدمات والمرافق المؤقتة :وجود خط كهرباء من عدمه، كيفية التزويد بالماء، قبة ما هو موجود فعلاً من تلك الخدمات بالموقع وتكلفة كل من الاحتمالات القائمة.

ج- الخصائص العامة للموقع :مثل طبيعة التربة، منسوب المياه الجوفية، خصائص الجار والمشاكل المحتملة.

د- العمالة :إمكانية استخدام عمالة محلية أو إحضارها من مناطق بعيدة والمسافة التى يمكن لتلك العمالة قطعها وإمكانية تسكينها بالموقع مع مقارنة تكاليف كل احتمال.

هـ- الأمن :طبيعة المنطقة ومدى تعرضها للسرقات ودوريات الشرطة الموجودة وبالتالي الحراسة اللازمة والأسوار.

وبناء على المعلومات والبيانات المكتسبة من مستندات المشروع والدراسة الميدانية للموقع وأية بيانات أخرى يتم الحصول عليها من السلطات المحلية يمكن البدء فى برمجة عملية التنفيذ، وذلك بالخطوات التالية :-

١- برنامج ما قبل العطاءات : ويمكن إعداده فى هيئة خريطة أو جدول زمنى يوضح الزمن المقترح والمتاح لإتمام الأعمال الرئيسية.

٢- كيفية توزيع المبالغ المنصرفة Cash Flow ومقارنة الإمكانيات المختلفة لشكل عملية الإنفاق فى المشروع والوصول إلى الوضع الأنسب لميزانية

- وبالنسبة للمشاة يجب تحديد المسارات بأقل مسافة ممكنة، وذلك لتخفيض الزمن غير المنتج الذي يقطعه العاملون بين المخازن وأماكن العمل والراحة. وذلك دون إعاقة طرق المرور والحركة الرئيسية في الموقع.

ثانياً : التخزين Storage

بالنسبة للتخزين يراعى الآتى :

- ١- تجنب نقل المواد أكثر من مرة.
 - ٢- سلامة أسلوب التخزين حيث توضع المواد المستخدمة بكميات صحيحة وبطريقة سليمة بحيث يمكن إحضارها عند الحاجة إليها.
- وهناك ثلاثة أشكال للتخزين :
- ١- تخزين آمن وهو للمواد والأجزاء التى يسهل سرقتها مثل الخلاطات واللمبات والأكياس إلخ...
 - ب- تخزين محمى من العوامل الجوية للمواد مثل الأسمنت والخشب، وهو يستلزم طريقة معينة للتخزين تمكن من أولوية خروج المواد التى دخلت أولاً إلى المخزن First in first out.
 - ج- تخزين مفتوح مثل تخزين الرمل والزلط والركام.

٣- تخفيض الفاقد عن طريق الإهمال.

- ٤- تجنب الفاقد بالسرقة والنهب وذلك بتحقيق الأمان المناسب لقيمة المواد المخزونة لتصعيب عملية السرقة، كذلك بتنظيم عملية الصادر والوارد بالمخازن لإمكانية تحديد المسئولية.

ويمكن الوصول إلى ذلك بمراعاة الآتى :

أولاً : دراسة الحركة Movement

١- مدخل الموقع Access

يشكل مدخل الموقع من حيث وضوحه وأمانه نقطة حيوية فى فاعلية ونجاح التخطيط. وتختلف أشكال المداخل باختلاف حجم ومدى تعقيد المشروع، وعموماً يجب ما أمكن تجنب المداخل من الطرق السريعة كما يجب الحصول على تصريح من السلطات المختصة لاختراق ممرات المشاة المحيطة بالموقع إذا لزم الأمر.

وبالنسبة لعربات النقل المحملة بالمواد يجب أن يكون دخولها للموقع بسهولة ودون تعطيل. وحتى إذا كان معظمها من الحجم الصغير ينبغى رغم ذلك الأخذ فى الحسبان الشاحنات الطويلة والثقيلة التى تنقل حديد التسليح مثلاً أو العناصر الجاهزة ذات الأطوال التى يمكن أن يصل طولها إلى ١٨ متراً، ووزنها إلى ٤٠ طناً، والتى تتطلب دائرة مناورة كبيرة. كما ينبغى تخطيط مواعيد وصول المواد إلى الموقع، وذلك لتلاقي اختناقات المرور التى قد تنتج.

٢- أماكن الانتظار:

يجب الاهتمام بتوفير أماكن انتظار سيارات العاملين بالموقع، كذلك أماكن ركن المعدات المتحركة بالموقع فى حالة عدم تشغيلها مع مراعاة تحقيق سهولة الحركة من وإلى تلك الأماكن.

٣- الحركة الداخلية

- بالنسبة للمعدات : يجب أن تسمح الممرات بالحركة الحرة لها. وإذا كانت هذه الممرات تنطبق على ممرات مطلوب تنفيذها بالمشروع، يكون من الاقتصاد أن تشيد فى مرحلة مبكرة جداً من التنفيذ مع ترك طبقة التشطيب النهائية إلى ما بعد الانتهاء من استخدام المعدات الثقيلة التى قد تفسدها. وعلى العكس إذا كان إنشاء الطرق ينتمى إلى عقد مع مقاول آخر يكون من الأفضل عمل طرق مؤقتة من القضبان والألواح الصلب، وذلك لحماية التربة من المعدات الثقيلة، ثم إزالتها بعد الإنتهاء من المرحلة المطلوبة.

ثالثاً : الإمداد بالمياه والطاقة :

رابعاً : خدمات العاملين بالموقع Site Accomodations

وهي مباني الإدارة المؤقتة التي يستخدمها العاملون بالمشروع، ولا تقتصر على مجرد إيجاد مكان لمراقبة المداخل وسير العمل، وإنما يجب أن تتوفر للعاملين بعض الراحة من الضوضاء الناتجة عن عمليات الميكنة. وتتضمن الخدمات مكاتب لإدارة الموقع ومكان للمكتبة والمهندسين وقاعة للاجتماعات الدورية علاوة على أماكن الملاحظين وكانيتين أو مطعم مؤقت ودورات مياه وخلع ملابس وكذلك وحدة إسعاف. وعموماً يجب أن توضع أكشاك الخدمات تلك بحيث لا تتداخل مع عناصر المشروع الأساسية وبحيث تكون مسارات الحركة بينها أقل ما يمكن.

وفى بعض المشروعات تقوم شركة المقاولات ببناء تلك الخدمات بشكل دائم وتهديها للمالك، وذلك فى حالة طول مدة المشروع الذى يجعل المباني المؤقتة أكثر تكلفة أو على الأقل بنفس تكلفة المبنى الدائم ويكون هذا فى مصلحة الطرفين.

وفى حالة وجود مشاكل بشأن وضع تلك الخدمات يمكن أن توضع على دورين فوق ما يشبه الكوبرى فوق أحد ممرات الموقع.

وفى بعض الأحوال يستلزم الأمر نقل أماكن تلك الخدمات مع التقدم فى مراحل المشروع، وذلك لتلائم ازدواج النقل وتشتيت مراحل العمليات.

خامساً : نظم الأمان فى الموقع Site safety regulations

وتشمل :

١- مقاومة الحرائق وذلك عن طريق :

أ- وجود الوسائل المختلفة لمقاومة الحرائق والوقاية منها.

ب- ترك مسافات مناسبة (١,٦ متر) بين المباني المؤقتة لتقليل خطر الحريق.

ج- فصل أماكن التخزين عن بعضها البعض واتخاذ الاحتياطات اللازمة

Water and energy Supply

١- المياه :

تكون الحاجة إلى مياه نقية صالحة سواء للاستهلاك الأدمى أو لعمليات البناء. وعادة ما يكون من الممكن الحصول على المياه من وصلة بالمصدر الرئيسى للمياه، ثم يتم عمل شبكة داخلية مؤقتة حسب تنسيق الموقع لتخدم المعدات والكانتين والدورات، وكذلك لرش المباني. وعادة ما يتم تخزين المياه فى خزانات متفرقة حول الموقع لحدة خلطات الخرسانة بصورة مضمونة ومنظمة، وتستخدم خزانات أخرى لغسيل المعدات الخاصة بتشغيل الخرسانة لتلائم تلوثها بالطين والمواد الصلبة الأخرى. ويتم توصيل ماسورة التغذية الرئيسية داخل الموقع عندما تتحقق مرحلة من التنفيذ تسمح بذلك دون تعرضها للكسر فيكون التوصيل بالمصدر الرئيسى على حدود الموقع. أما أعمال السباكة المؤقتة فتتم إزالتها قبل التشطيب النهائى.

وفى حالة عدم وجود شبكة تغذية بالموقع تنقل المياه بوساطة عربات خزانات.

٢- الطاقة والكهرباء :

يكون التزويد بالكهرباء عن طريق توصيل كابل رئيسى للموقع يتصل بصندوق معزول ضد المياه، وذى حجم مناسب لاستيعاب لوحات التوزيع والعدادات المؤقتة وكافة الاحتياجات الأخرى. ويجب أن يكون التيار كافياً لتشغيل المعدات الثقيلة كالأوناش، ولتغذية كافة المنشآت المؤقتة كأماكن العاملين والمخازن والورش بما يمكن أن يتم فيها من تشغيل معدات صغيرة.

وفى حالة عدم توافر خط جهد يمر بالموقع يتم التزويد بالكهرباء بوساطة مولدات ذات قدرة مناسبة، ويتم تخزين الوقود اللازم مثل البنزين والسولار فى ضوء المواصفات القياسية لذلك.

وعلاوة على تلك الخدمات يستحسن إمداد الموقع بخط تليفون أو أكثر.

المسقط التنفيذي للموقع :

ترسم لوحة موقع عام للمشروع بمقياس رسم مناسب وغالباً ما يكون نفس مقياس الرسم الذى اتخذه المعمارى فى رسوماته، وعليه يتم تحديد حجم وشكل المباني بدقة، وكذلك شكل الطرقات الداخلية وأية علامات أخرى ذات أهمية بالموقع. وعلى هذه اللوحة يتم تحديد الآتى :

- 1- موضع (مواضع) الطرق المؤدية للموقع والمداخل والأسوار والبوابات.
 - 2- أماكن تشوين المواد بجميع أنواعها وكيفية تداولها.
 - 3- أوضاع المعدات الشابثة مثل الأوناش بحيث تحقق الوصول إلى جميع العناصر المطلوب رفعها أو تحريكها (ترسم دائرة التشغيل) بحيث لا يعترضها أى جزء من أجزاء المبنى فى أية مرحلة من المراحل. كما يحدد أماكن وحجم ورش الصيانة اللازمة لتلك المعدات وذلك بمقياس الرسم الصحيح وأماكن تخزين السقالات والشدات إذا كانت مطلوبة. أما المعدات المتحركة فيتم تحديد مساراتها حيث يمكن التحكم فيها.
 - 4- توقيع أماكن الإدارة والخدمات مع الأخذ فى الاعتبار مشاكل التغذية والصرف الخاصة بها ومحاولة صرفها على المجارى العامة. وإذا لم يتيسر ذلك يمكن استخدام أنواع دورات مياه مؤقتة.
 - 5- توقيع أى نقط مؤقتة للتليفون وخطوط الكهرباء التى يجب أن تكون بعيدة عن مسار أية معدات متحركة بالموقع.
- وأخيراً يتم التأكد من ملاءمة هذا المسقط مع كل العوامل الأخرى والبرامج الزمنية بحيث يتحقق التكامل المطلوب، ويبدأ التنفيذ.
- وفيما يلى أمثلة للمساقط التنفيذية لبعض المواقع التى تختلف فى الظروف وتتنوع فى المعدات .

عند تخزين المواد القابلة للاشتعال.

- د- عدم تراكم القمامة والتخلص من الفضلات أولاً بأول.
- هـ- تأمين وصول عربات المطافئ لجميع نقط الموقع.

٢- التأمين ضد الحوادث:

يتحمل العامل مسئولية أمان كل ما هو فى الموقع كما يجب عليه أخذ حيطته بحيث لا يتسبب فى تعريض غيره للخطر، وذلك بأن يبقى موقع العمل وقفاً على العاملين به إلا بتصريح. ولا ينشغل العامل بأمر آخرى قد تؤدى إلى الحوادث. وعموماً يجب أن تكون نقط الإسعاف يسهل الوصول إليها من جميع النقاط.

سادساً : الأسوار المحيطة بالموقع :

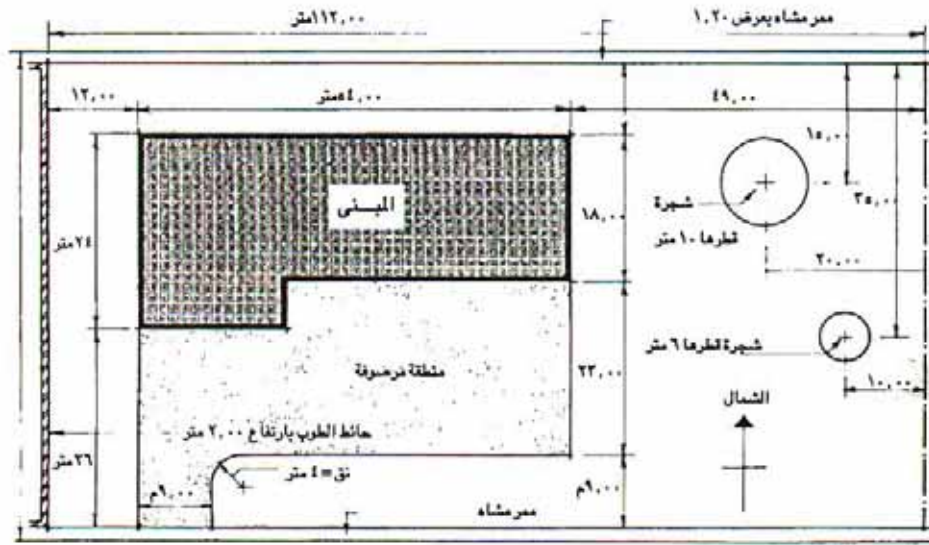
يشترط إقامة سور حول الموقع لكثير من الأسباب مثل حماية المواد من السرقة، ومنع دخول غير العاملين للموقع وحماية الأعمال من التخريب أو النهب، وكذلك حماية المشاة أو السيارات من أخطار عمليات التنفيذ والمخلفات.

ويراعى فى الأسوار ما يأتى :

- 1- عند تحديد الموقع يجب عدم التعدى على ممتلكات الغير حيث يمكن أن يؤدى هذا إلى منازعات قانونية تعوق العمل وترفع من تكلفته.
- 2- يتوفى نوع الأسوار على طبيعة المشروع إذ يمكن الاكتفاء بسور ارتفاعه ١.٢٠ متر، وفى حالة تعقيد العمل ووقوعه وسط المدينة أو فى مكان مزدحم تشترط السلطات المحلية تنفيذ سور مزود بممر خشبى يوفر للمارة الأمان الكافى مع حمايتهم من السيارات كما يتطلب إضاءة كافية خارجية وإشارات تحذير المارة والسيارات. وهناك أسوار بها جزء متحرك للتغلب على مشكلة إشغال الطريق العام.

مثال ١ شكل (١٤٠)

الموقع :



شكل (١٤٠ - ١) الموقع العام للمشروع (مثال ١)

الموقع مستطيل يأخذ الضلع الأطول اتجاه الشمال ويحده شمالاً بمرمشاء وجنوباً الشارع الرئيسي وغرباً جار وشرقاً موقع لم يستغل بعد. ويتكون مبنى المكاتب المطلوب إنشاؤه من خمسة طوابق ويأخذ شكل حرف Γ أو بالموقع شجرتان يراد المحافظة عليهما.

الأسوار والمداخل والحركة :

حدد الموقع من الشمال والجنوب بسور خشبي عالٍ لضرورة فصله عن حركة المشاة في الشمال والحركة الآلية في الجنوب، أما شرقاً فقد تم الاكتفاء بسور من السلك المشدود على قوائم خرسانية. ويقع المدخل على طرف الضلع الجنوبي الطويل للموقع.

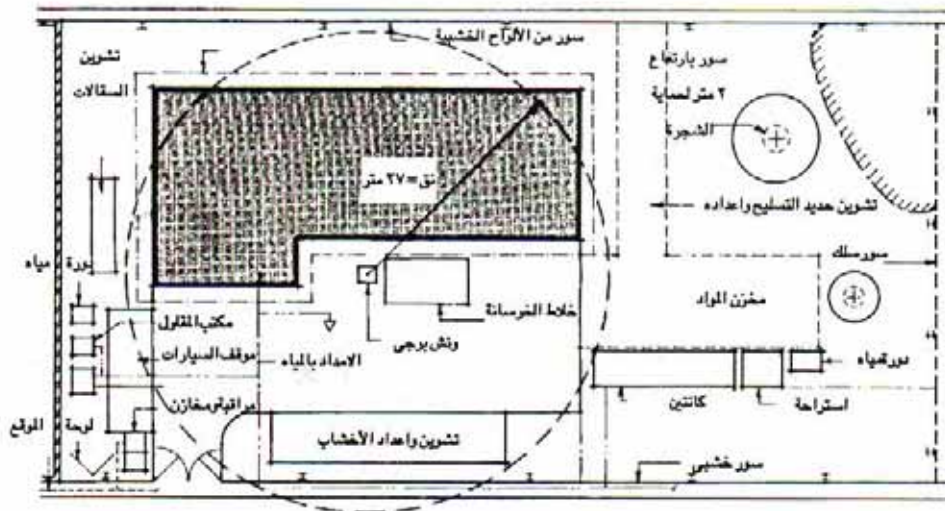
وقد خصص للسيارات مكانان للانتظار : أحدهما بجانب المدخل مباشرة خاص بسيارات المقاول والعاملين، والآخر في الجنوب الشرقي للموقع بجانب السور وهو عام كما يستخدم لركن المعدات المتحركة في حالة عدم استخدامها وإن كان الونش البرجي يقوم تقريباً بكل عمليات النقل.

عملية الرفع وتخزين المواد :

استخدم ونش برجي ثابت ووضع في مكان متوسط ليغطي كل مسطح التشغيل وأماكن تشوين الشدات والمواد الخام وخلافه، البيت وزعت على الموقع حول مركز عملية التشغيل أي الونش وخلط الخرسانة. وقد تم تخزين التربة الخاصة بالزراعة في كومة في الركن الشمالي الشرقي للموقع حتى يحين موعد فرشها على الجزء المطلوب زراعته.

الخدمات :

علاوة على أكشاك المراقبة والمقاول ودورة المياه الخاصة بهما والتي وضعت إلى جوار المدخل مباشرة فقد حدد مكان صالة الطعام واستراحة العاملين ودورة المياه الخاصة بهم بعيداً عن دائرة تشغيل الونش وبجانب موقف السيارات العام، كما أحيطت كل من الشجرتين بشور خشبي بارتفاع مترين للحماية.



شكل (١٤٠ - ب) السقط التنفيذي

مثال ٢: شكل (١٤١)

الموقع:

الموقع مستطيل والمبنى يأخذ نفس اتجاه الاستطالة ويقع مباشرة على الشارع الرئيسي. ويحتوى الفراغ الخلفى من الموقع على المعدات والمخازن وأكشاك الإدارة وبقية احتياجات عملية ميكنة البناء.

الحركة:

أقيم شارع تخديم على المحيط الداخلى للموقع مدخله ومخرجه على الشارع الرئيسى وذلك لإمكانية تغذية كل نقطة بالموقع. ويؤدى وجود هذا الشارع إلى سرعة الدلوف إلى الموقع دون تعطيل أو إعاقة للمرور بالشارع الرئيسى. كما وزعت أماكن انتظار السيارات على الأجزاء البعيدة عن دائرة تشغيل الونش.

الونش والمعدات:

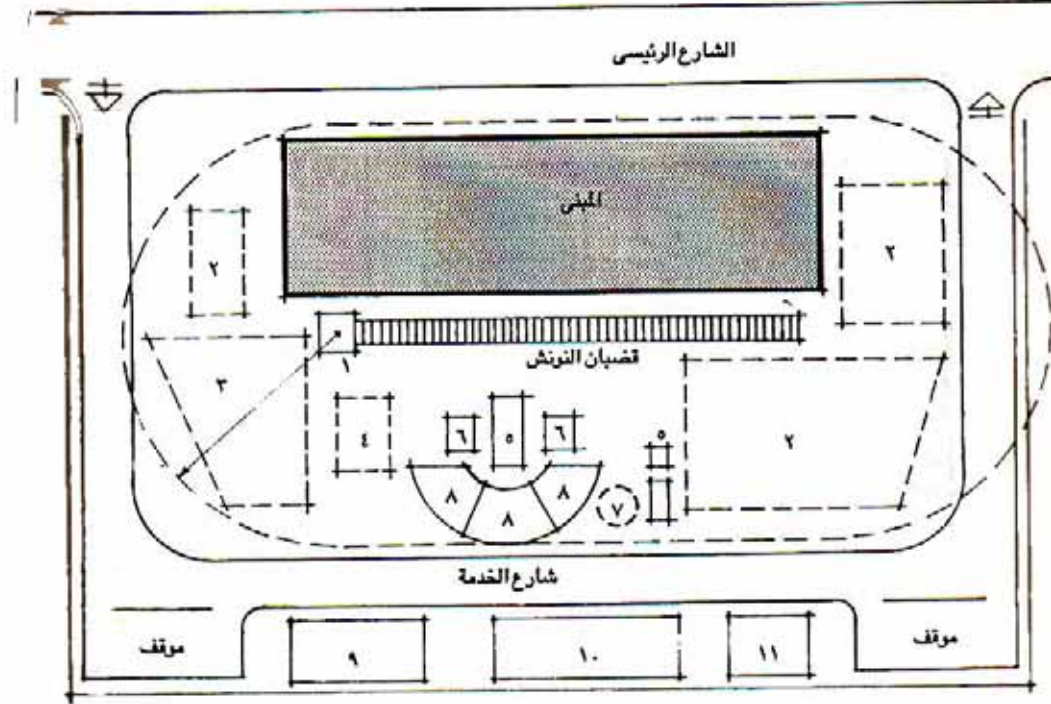
أقيم ونش برجى واحد متحرك على قضيب فى حركة موازية للمبنى وهو يغطى تقريباً مسطح التشغيل بالموقع. ويتم الخلط فى محطة خلط صغيرة أخذت موضعاً مركزياً فى الموقع.

المواد الخام والتشوين - الورش:

وزعت المواد الخام والفرم حول محطة الخلط، كذلك وضعت ورش النجارة وتشوين الأخشاب فى متناول الونش حتى يتحقق المطلوب من عدم تعدد نقلات المواد.

استراحات العاملين والإدارة والخدمات:

وضعت موازية للمبنى خلف طريق الخدمة فى موقع مركزى يسهل الوصول منه إلى أية نقطة بالموقع وفى نفس الوقت بعيداً عن الحركة الآلية داخل الموقع.



شكل (١٤١) مثال ٢ - المسقط التنفيذى للمشروع

- ١- الونش البرجى
- ٢- تشوين مواد خام
- ٣- تشوين أخشاب
- ٤- ورشة النجارة
- ٥- خلط خرسانة
- ٦- صومعة أسمنت
- ٧- رمل
- ٨- ركاب حسب التدرج العبيبي
- ٩- المكاتب
- ١٠- مخازن
- ١١- خدمات العاملين

مثال ٣ : شكل (١٤٢)

الموقع :

يأخذ الموقع الشكل المستطيل ويطل على شارع رئيسى وتتكون المباني المواد تشييدها من برج مستطيل باتجاه الأرض وثلاثة أبراج منفصلة.

المداخل والحركة الداخلية :

أحيط الموقع بسور وتقرر دخول السيارات الخاصة والمعدات من مداخل على الشارع الرئيسى أما اللوريات التى يتم بواسطتها الإمداد والتغذية للموقع فقد حددت مداخلها على شارع خدمة خلفى. وخصص الضلع الأصغر لأماكن انتظار السيارات وتشوين المواد المستهلكة لحين التخلص منها، ويظهر فى الشكل مسارات حركة الخدمة داخل الموقع .

عملية الرفع والأوناش المستخدمة :

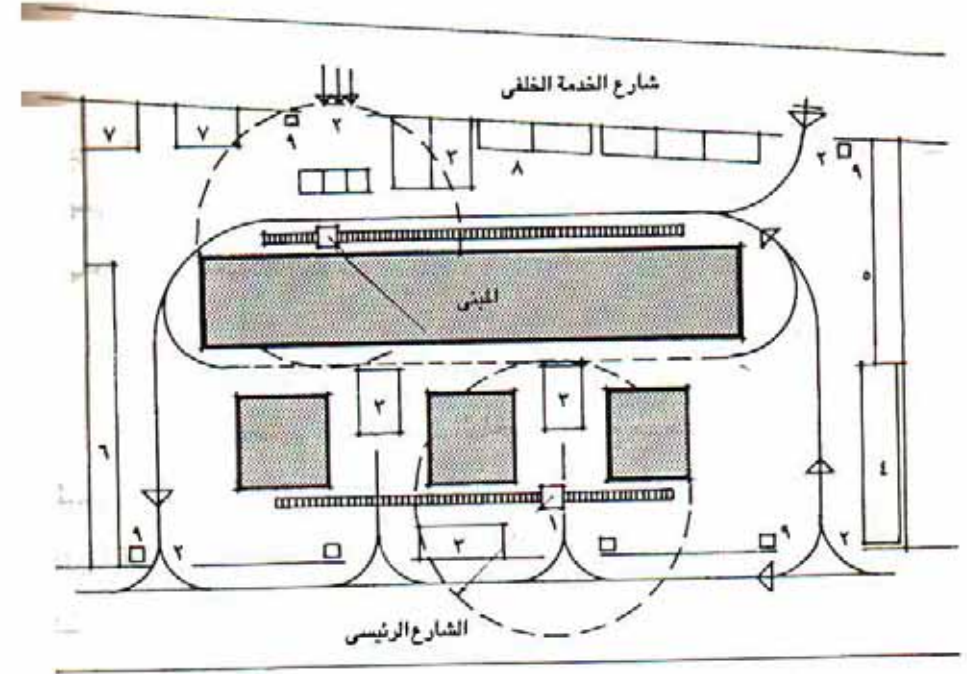
استخدم اثنان من الأوناش البرجية المتحركة على قضبان، وذلك لتغطية المباني المستطيلة بحيث تغطى دائرة تشغيلها وحدات خلط الخرسانة التى تتحرك بحركة الونش، وكذلك مساحات صب العناصر الإنشائية بالموقع والتى روعى أن تكون قريبة من الونش قدر الإمكان.

المواد الخام وتشوينها والورش :

وضعت المخازن بجانب مدخل الخدمة، وكذلك الورش. ويقوم بنقل المواد الخام داخل الموقع دنابر تتحرك لتغذى الخلاطات المتحركة ومساحات الصب المتفرقة فى الموقع.

استراحات العاملين ومبنى الإدارة والخدمات :

أخذت استراحة العاملين الضلع الصغير الآخر للموقع بعيداً عن مسارات الحركة، ونسبياً عن الأصوات الصادرة أما الإدارة والأمن فقد وضعت بجانب مدخل الإمدادات الرئيسى.



شكل (١٤٢) مثال ٣ - المسقط التنفيذى للمشروع

- ١- الونش البرجى
- ٢- مداخل السيارات والخدمة
- ٣- وحدات خلط
- ٤- موقف سيارات
- ٥- مهملات
- ٦- استراحة عاملين
- ٧- ورش ومخازن
- ٨- ساحة صب
- ٩- كوتنترول وأمن

مثال ٤ شكل (١٤٣)

الموقع :

يأخذ الموقع شكل حرف L ويقع المبنى فى الجانب الصغير، وهو مكون من ١٤ طابقاً ويستلزم الأمر حفرأ عميقاً حوله لعمل الأساسات. ويتم تشييد المبنى عن طريق عناصر سابقة الصب، وبعضها سابقة الإجهاد يتم صبها فى الموقع. وقد تم تنسيق الموقع على هذا الأساس حيث خصص الجانب الأطول لساحة الصب التى يأخذ الإنتاج فيها شكلاً خطياً، وكذلك للتخزين والتشوين. وقد فصلت هذه المنطقة عن منطقة البناء بسور ووضعت فى هذه الأخيرة أكشاك المقاول والإدارة والمراقبة بصورة متوسطة فى الموقع.

الأوناش :

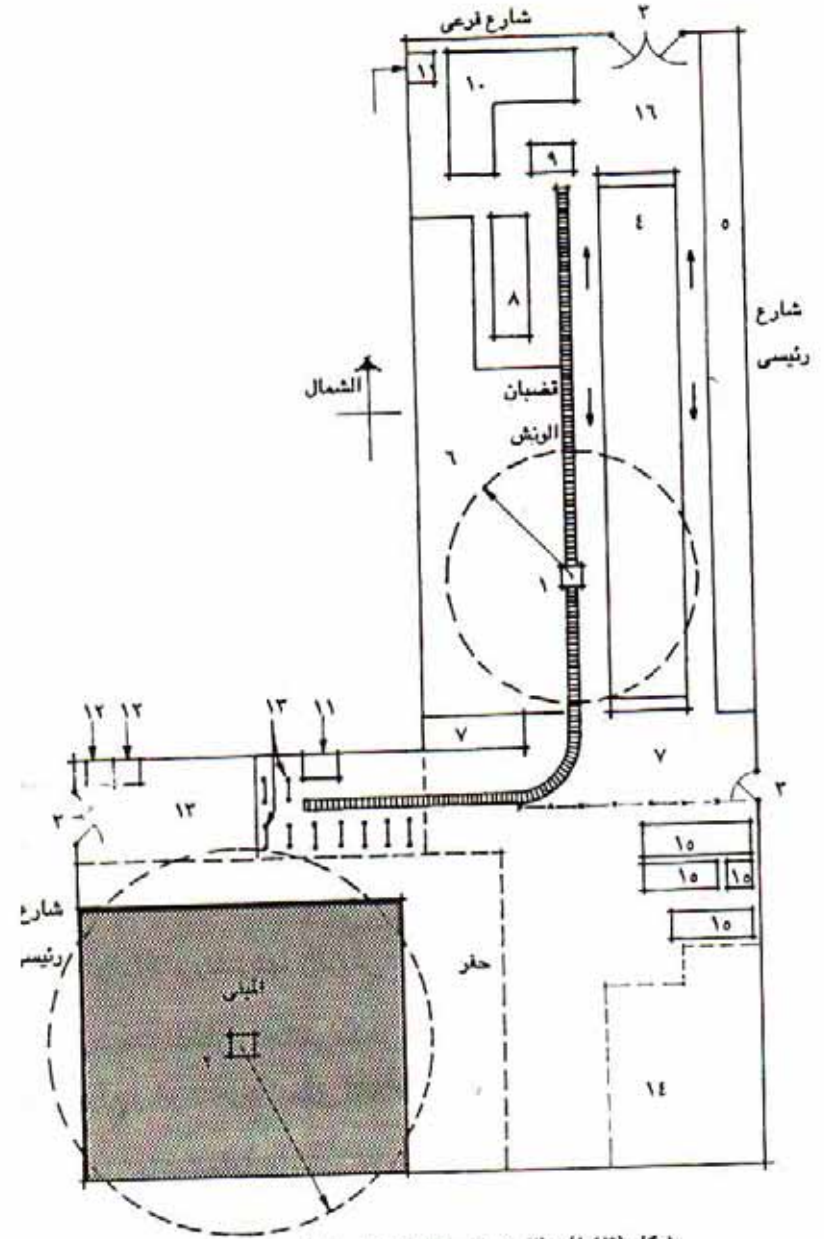
استخدم ونش برجى متحرك على قضبان لخدمة عملية الصب والنقل إلى ما قبل التشغيل كما استخدم ونش متسلق لعملية التشييد ذاتها.

الحركة والمداخل :

تقع مداخل العاملين فى مركز الموقع على الشارع الرئيسى، وخصص بجانبها مكان لانتظار سيارات العاملين بعيداً عن ساحة الصب، وبجوار أكشاك الخدمة. أما حركة الدنابر والمعدات الخفيفة فهى موازية لقضبان الونش ولا تتقاطع معها. ويتم إدخال المواد الخام من مداخل تقع على الضلع الشمالى للموقع.

التخزين :

يتم تخزين العناصر على جانبي ساحة الصب حتى تصل إلى القوة المطلوبة ثم ينقلها الونش المتحرك إلى مكان التخزين. أما العناصر الجاهزة للرفع فمكانها بجانب المبنى على الضلع الصغير للموقع وهى متصلة بمدخل لتسليم العناصر غير المصنعة بالموقع.



شكل (١٤٣) مثال ٤ المسقط التنفيذى للمشروع

- ١- الونش البرجى ٢- الونش المتسلق ٣- بوابات الموقع ٤- أماكن صب العناصر سابقة الإجهاد ٥- تخزين البلاطات ٦- تخزين الحوائط سابقة الصب ٧- تخزين الكمرات سابقة الإجهاد ٨- تخزين حديد التسليح ٩- خلاط خرسانة ١٠- تشوين ركام ورمل ١١- ورشة نجارة ١٢- استراحة عمال ١٣- تشوين ماقبل التشييد ١٤- مواقف سيارات ١٥- مكاتب المقاول والإدارة ١٦- ساحة مناورة وركن المعدات غير المستخدمة

الباب الرابع

أمثلة تطبيقية من مصر ليكنة تشييد بعض المشروعات :

تتميز المرحلة الحالية فى مصر بمحاولة حل مشاكل البنية الأساسية وأزمة السكن عن طريق المشروعات العملاقة التى تتطلب الميكنة لإمكان إتمامها بأسرع ما يمكن وبأعلى مستوى جودة ممكنة حتى تزدى الغرض من إقامتها . ولا تتركز تلك المشروعات فى منطقة واحدة، وإنما تمتد لتشمل مناطق متنوعة من حيث الموقع بالنسبة لوسط المدينة ومشاكله المعروفة أو من حيث الشكل والحجم . وفيما يلى عرض لمجموعة متنوعة من المشروعات تم تنفيذها فى مصر فى الثمانينات باستخدام أسلوب الميكنة فى التنفيذ.

مثال ١ مشروع كوبرى شارع المطار - نهاية سور الكلية الحربية

الشركة المنفذة : المقاولون العرب شكل (١٤٤ إلى ١٥٧)

شرح المشروع :

يقع المشروع على طريق المطار على الشارع المؤدى إلى طريق الإسماعيلية . ويتكون الكوبرى من جزأين كل منهما فى اتجاه واحد بحيث يمكن السير فى جميع الاتجاهات دون تقاطعات . ونظراً لأن المشروع يقع على شريان رئيسى فقد استلزم

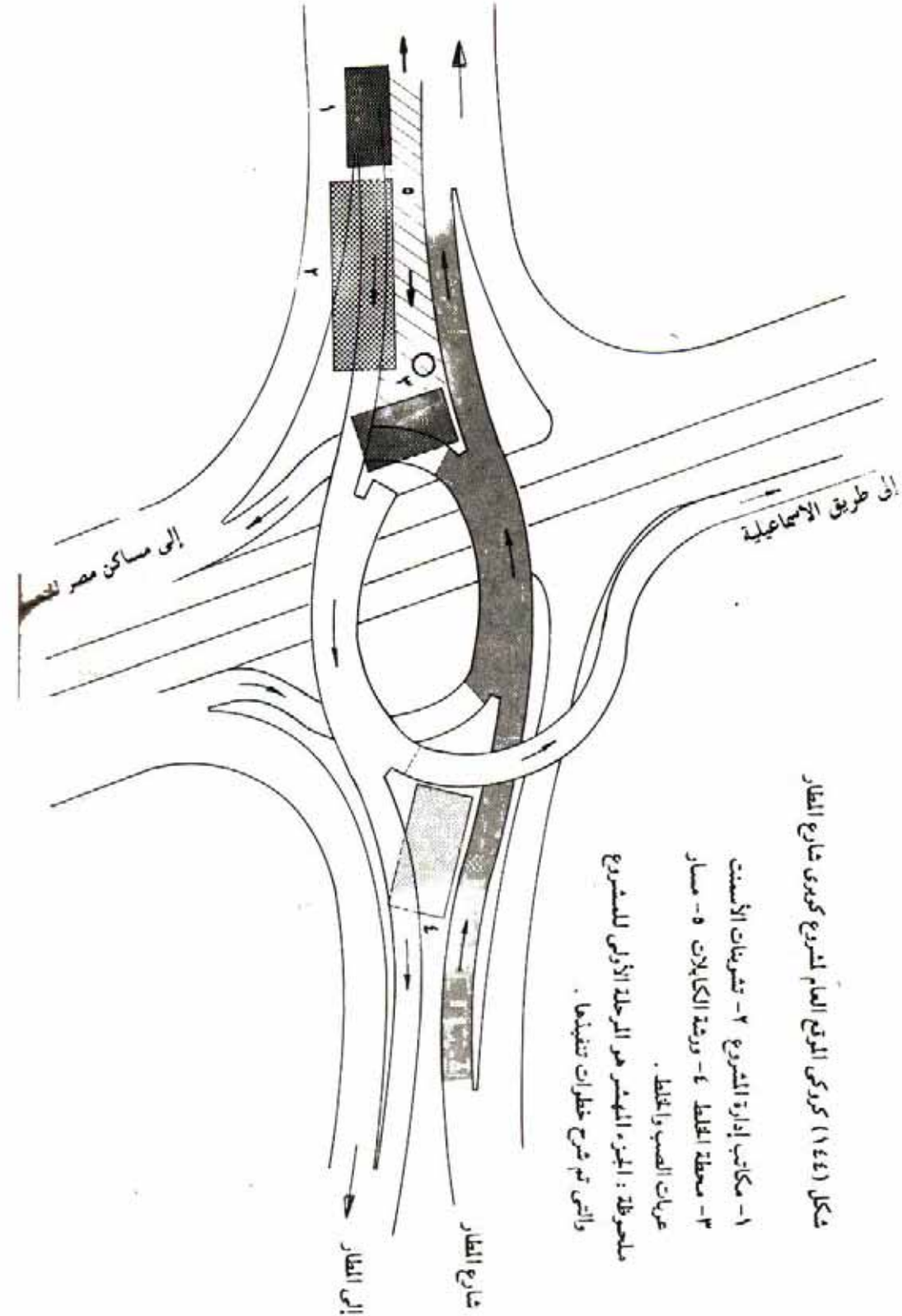
تنفيذه تخطيطاً دقيقاً حتى تكون إعاقة حركة المرور في أضيق نطاق.

ومن ثم فقد تم العمل في هذا المشروع على مرحلتين، الأولى لجسم الكوبرى الرئيسى، والثانية المداخل والمخارج إليه من الاتجاهات المختلفة.

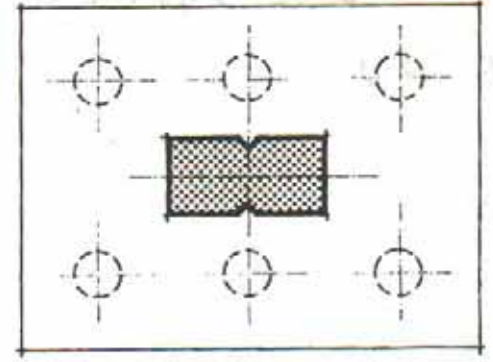
ويتكون جسم الكوبرى من بلاطات خرسانية محمولة على نوعين من الأعمدة، الأول عمود يحمل الكمره والبلاطة فى صورة كابولى من الجهتين ويستعمل فى الجزء الضيق من الكوبرى الذى يبلغ عرضه ٨ إلى ١٢ متراً. أما عند التفريعات حيث يصل عرض الكوبرى إلى ١٨ متراً فيكون تحميل البلاطة والكمرة على عمودين المسافة بينهما ٦ أمتار. وقد تم أولاً الانتهاء من صب الأعمدة، ثم كان صب البلاطات المزدوجة من أطراف الكوبرى إلى وسطه بالتتابع وحيث إن الكوبرى بعد شارعاً ذا كثافة مرور عالية فإن مرحلة صب الكوبرى فوق الشارع والتي تستلزم إغلاقه كانت هى آخر مرحلة تم تنفيذها وبأسرع وقت أمكن. والشكل ١٤٤ يوضح تنسيق موقع عام الكوبرى من أجل عملية التنفيذ.

المعدات المستخدمة فى المشروع :

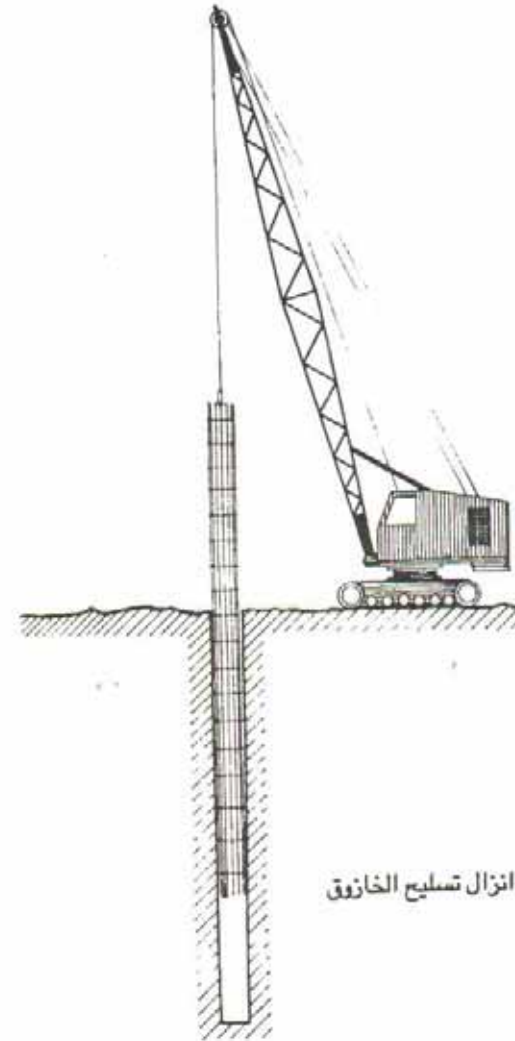
- ١- كسارات للأسفلت عدد ٢.
- ٢- بريمة لحفر الخوازيق عدد ٢.
- ٣- لأعمال الحفر والتسوية لودر + بلدوزر.
- ٤- محطة خلط صغيرة Dry mix
- ٥- عربات خلط لنقل الخرسانة Ready mix عدد ٥
- ٦- مضخة للخرسانة عدد ٢
- ٧- مجموعة من عربات النقل واللورى لنقل الأسمنت والمواد الأخرى.
- ٨- ونش محمل على لورى لتسهيل الحركة على طول الكوبرى.



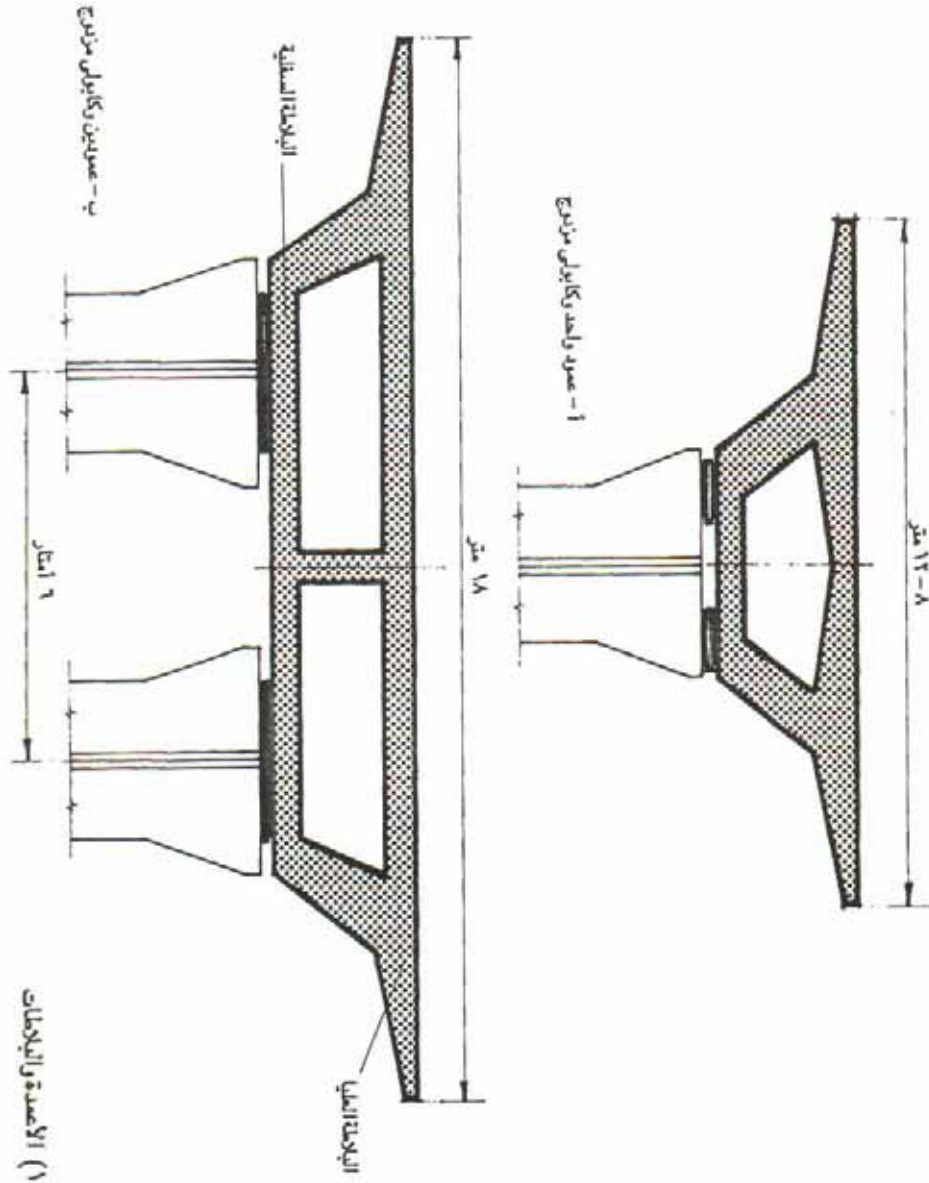
شكل (١٤٤) مركز الموقع العام للمشروع كوبرى شارع المطار



شكل (١٤٥) ١ - تجميع ٦ خوازيق على قاعدة مشتركة



شكل (١٤٥) ب - انزال تسليح الخازوق



شكل (١٤٦) الاعداد والبيوتونات

عمليات نقل المواد وتشوينها :

تم نقل المواد إلى الموقع ودخله بوسائل مختلفة تبعاً لطبيعة كل مادة :

- فالخشب اللازم للشدات والفرم نقل على لوريات ذات صندوق بثلاثة جوانب لتسهيل بروز الأطوال من الخلف.

- أما شكاير الأسمنت فقد نقلت على عربات نقل ذات صندوق متحرك الجوانب، وشونت على طبالي بجوار محطة الخلط في مكان المرحلة الثانية من الكوبرى.

- الرمل والزلط نقلت بوساطة عربات قلابة، وتم تشوينها خلف محطة الخلط.

- استخدم الونش المتحرك على عجل لنقل حديد التسليح من مكان الإعداد إلى مكان التشغيل كذلك الفرغ الفرمايكا والشدات الحديدية من مكانها إلى منطقة العمل.

- نقلت الخرسانة بوساطة عربات نقل الخرسانة

خطوات تنفيذ المشروع :

١- دق الخوازيق :

نظراً لضعف التربة في هذه المنطقة بالنسبة للأحمال الضخمة الناتجة عن الكوبرى والتذبذبات المتوقعة فقد كانت الخوازيق هي أنسب الأساسات للمشروع، وهي من نوع فيبرو، وتصل أعماقها إلى ١٢ متراً وتختلف في الطول حسب طبقات التربة وتغير الإجهاد بطول الكوبرى. وقد تم تجميع كل ٦ خوازيق على قاعدة خرسانية.

مراحل دق الخوازيق

١- الحفر بالبريمة

ب- إزالة الردم الناتج ووضع القميص اللازم لسند جوانب الحفر.

ج- صب الجزء السفلى خرسانية عادية ثم وضع حديد التسليح بعد لحامه وإعداده.

د- صب الخرسانة بوساطة مضخة خرسانية مع رفع القميص تدريجياً أثناء الصب.

هـ- بعد صب الخوازيق يتم تجميع كل ٦ وعمل شدة القاعدة اللازمة مع وضع أشاير الأعمدة التي تصب فيما بعد. وقد تعطل العمل في هذه الخطوة بعض الوقت بسبب ظهور بعض المعوقات نتيجة وجود شبكات مرافق في مكان العمل (كابلات كهرباء ومواسير مياه).

٢- صب الأعمدة الخرسانية :

بعد وضع الشدات يتم تسليح العمود ثم تركيب الفرغ الفرمايكا التي تعطى سطحاً أملس ثم يتم الصب .

٣- صب البلاطة السفلية ويتم على الخطوات التالية

١- تجرى عملية دمك الرمال جيداً تحت الكوبرى.

ب- تفرش ألواح الموسكى على الأرض.

ج- توضع الشدات المعدنية ويتم تطبيقها وتطريحتها في الاتجاه الطولى والعرضى كل ٤٠ سم على التوالى.

د- توضع فرم البلاطة السفلية .

هـ- يرص حديد التسليح على البسكوتات ثم تصب الخرسانة بسمك ٢٥ سم بوساطة المضخات.

٤- صب البلاطة العلوية :

١- بعد صب تلك البلاطة يتم تشوين الحديد والكابلات اللازمة للتسليح فوقها.

ب- بعد عملية شد الفرغ وتقفيل الفواصل بينها توضع شبكة حديد التسليح، وكذلك توضع الكابلات اللازمة لعملية سبق الإجهاد ويتم نقل الحديد بالونش أما الكابلات فيحملها عمال.

ج- تتم عملية الصب بوساطة مضخة الخرسانة Pumpcrete التي تغذيها عربة



شكل (١٤٧) منظور عام أثناء تنفيذ المرحلة الأولى للمشروع

خلط خرسانة Ready mix concrete تنقل الخرسانة من محطة الخلط.

د- يتم تركيب الشدات والفرم وصب البلاطات علي التوالي من الخارج إلى الداخل ويمكن بعد صب أول بلاطة في المستوى العلوى تشوين حديد التسليح والكابلات عليها.

هـ- يتم فك الشدات أسفل البلاطة العلوية بعد ٢١ يوماً من الصب. ويجب أن تتم عملية الفك أولاً بأول حتى يسهل سحب الشدات من تجويف البلاطتين.

و- صب الكويستة والبردورة :

بعد الانتهاء من صب بلاطة الكوبرى العليا توضع شدات الكويستة والبردورة وتجري عملية الصب بنفس الطريقة باستخدام عربة ضخ الأسمنت مع استخدام الهزاز اليدوى وبعد التسوية بالمسطرين يتم فك الشدات بعد شك الخرسانة.

أعمال الخرسانة بالمشروع :

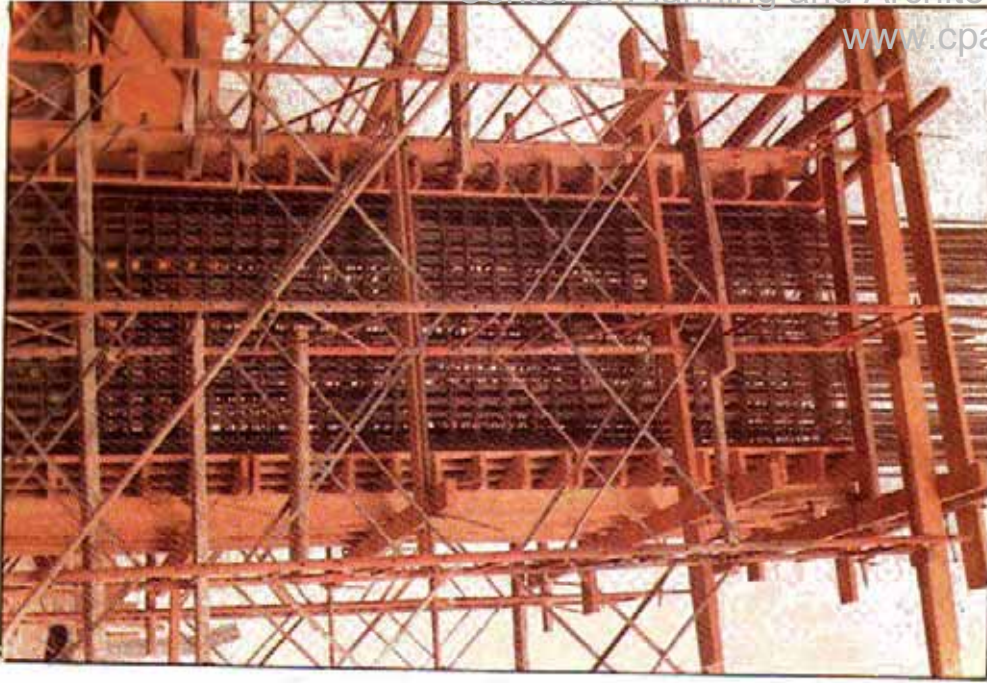
أولاً : حديد التسليح :

لتقليل سمك البلاطات الخرسانية صمم الكوبرى على أساس البلاطات سابقة الإجهاد وقد استخدمت أسياخ حديد تسليح $\phi 10$ و $\phi 25$ كذلك كابلات يمكن التحكم فى أطوالها المختلفة حيث توجد ورشة كابلات فى آخر الموقع. والكابلات مزودة عند نهاياتها بقلادوظ حتى يمكن توصيلها ببعضها البعض، وهى مغلفة بجراب معدنى مرن حيث يسهل شده وضغطه ووظيفته منع التصاق الكابل بالخرسانة قبل الشد، ويتصل بالجراب خرطوم لحقن الجراب بمادة أسمنتية تعمل على التماسك بعد عملية الشد.

وتوضع الكابلات مع الحديد مع مراعاة أن تكون خرطوم الحقن أعلى من منسوب الصب، ويتم شد الكابلات بعد عملية الصب بثلاثة أيام بواسطة جهاز للشد حتى درجة إجهاد معينة حسب التصميم وبعد أن تشك الخرسانة ترفع ماكينة الشد.



شكل (١٤٨) نقل شكاير الأسمنت من اللورى بواسطة المصعد لتفريغها فى الصوامع



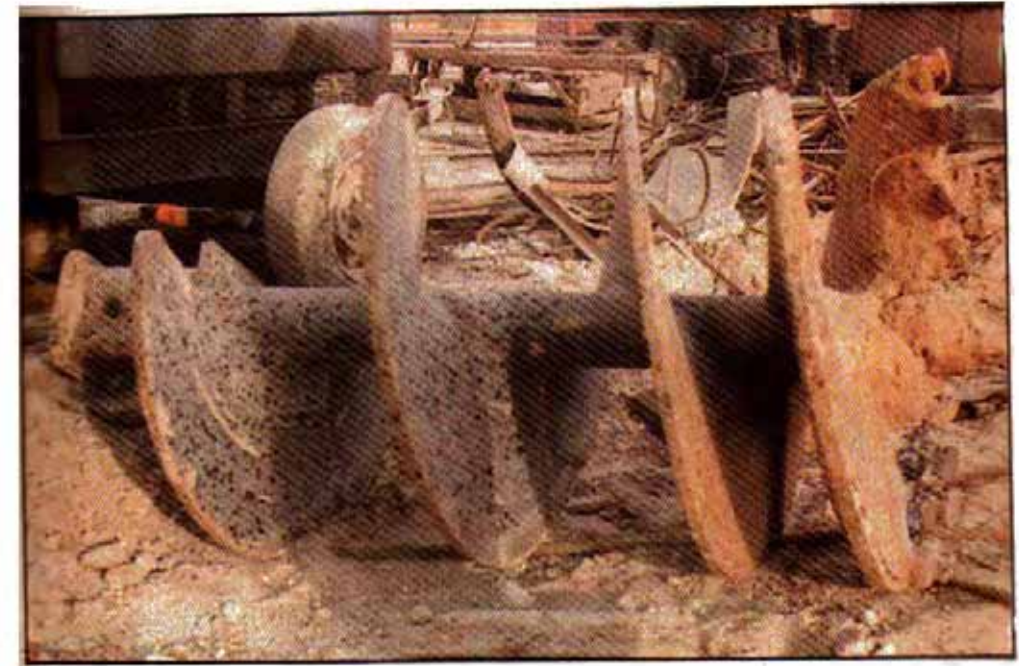
شكل (١٥١) تسليح الأعمدة والشدات



شكل (١٤٩) ماكينة حفر الخوازيق ودقها



شكل (١٥٢) استخدام عربة الضخ في صب خرسانة البلاطة العلوية ويلاحظ تثبيت المضخة في الأرض بأذرع



شكل (١٥٠) بريمة الحفر



شكل (١٥٥) حديد وكابلات تسليح البلاطة ويظهر في الصورة خراطيم حقن الكابيل بمادة أسمنتية للتماسك



شكل (١٥٣) ماكينة شد الكابلات



شكل (١٥٦) محطة خلط الخرسانة مع تشوينات الرمل والركام



شكل (١٥٤) تسليح جسم الكوبري

ثانياً : خلط الخرسانة

المرحلة النهائية

تم فرش الرمل ودمكه دمكاً جيداً بوساطة الهراس والبلدوزر، ثم رسمت طبقة خرسانة سمك ١٠ سم ثم الركام وكسر الحجر اللازم لعملية الرصف ثم الرصف النهائي. وعلى التوازي لهذا كان العمل فى إزالة المعدات وتسوية وإعداد ما تحت الكوبرى سواء برصف الشارع أو بإعداد المناطق الخضراء.

مثال ٢ : مشروع نفق الصرف الصحى من غمرة إلى باب الشعرية

شكل (من ١٥٨ إلى ١٦٨)

يوضح شكل (١٥٨) خط الصرف الصحى ومواقع العمل المختلفة

وفيما يلى شرح المشروع المنفذ بالموقع رقم (٩) بباب الشعرية.

الموقع :

يأخذ الموقع استطالة موازياً لشارع الجيش وقد تحددت المداخل على الضلعين الصغيرين من تفرعات من الطريق الرئيسى حيث يحيط به سور خشبى يحمل بافطة باسم المشروع وبياناته.

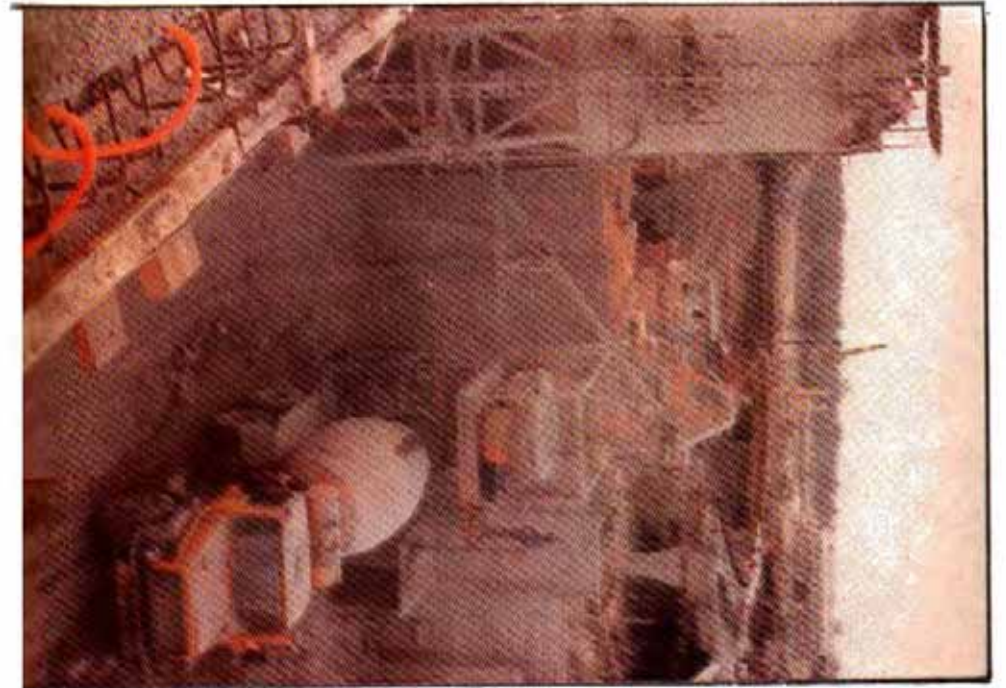
والبيارة هى مركز الموقع فيعلوها الونش العبارى ويحيط بها خلاط المونة والخرسانة والتشوينات قصيرة الأمد وكذلك محطة فصل التربة .

المعدات المستخدمة :

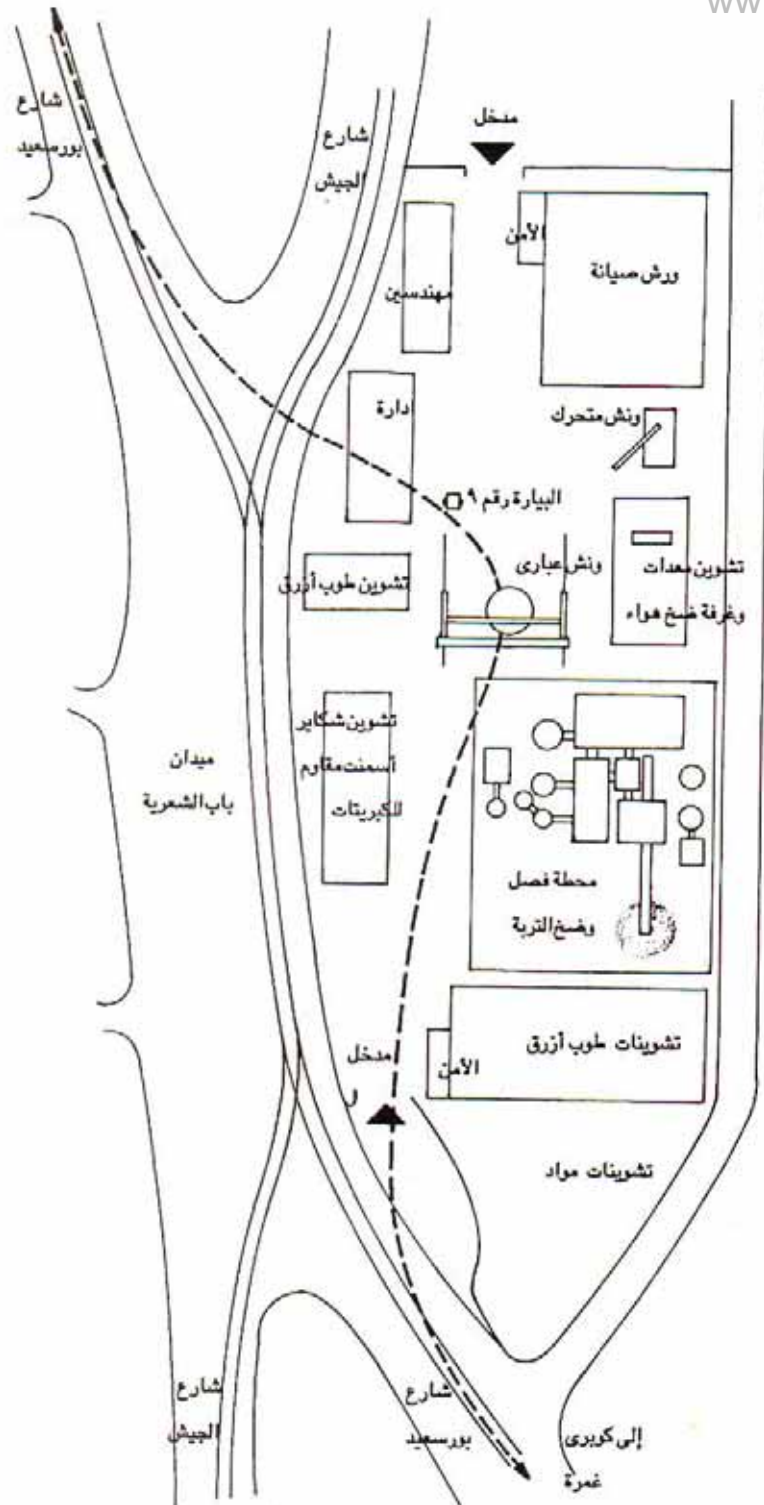
- ١- ونش عبارى gantry crane ويعمل على نقل وإنزال المعدات والخامات داخل البيارة بحمل أقصى ٢٥٠ طناً، ويتحرك بسرعة ٥-٦ متر/دقيقة.
- ٢- ونش ذو جبل gayed Derrick متحرك لنقل المعدات وتفرغ الشاحنات.
- ٣- حفار صغير smally ويقوم بعمليات حفر البيارة والجزء الأول من النفق.

أخذت محطة الخلط موقعاً متوسطاً وقريباً من مسارات الحركة الرئيسية يمكنها من خدمة جميع مراحل المشروع، وتم تمهيد طريق أمامها لحركة عمليات الصب. وقد استخدم أسمنت شديد النعومة Super fine سريع الشك ذو قوة ٤٠٠ كجم/سم^٣. وهو يستجلب من حلوان معبأ فى شكاثر يتم رفعها بعد ذلك بوساطة مصعد إلى أعلى الصومعة حيث يقوم عدد من العمال بتفريغها فى الصومعة. أما الماء فيضاف على الخليط الجاف بعربة خلط ونقل الخرسانة وتقلأ عربة كل ربع ساعة والعربة مزودة بحلة متحركة ذات ريشات ثابتة وبخزان مياه. وقبل تفرغ الخرسانة الجافة فى العربة يتم خلطها فى حلة الخلاط وسعتها ٣٥ م^٣ لمدة دقيقة.

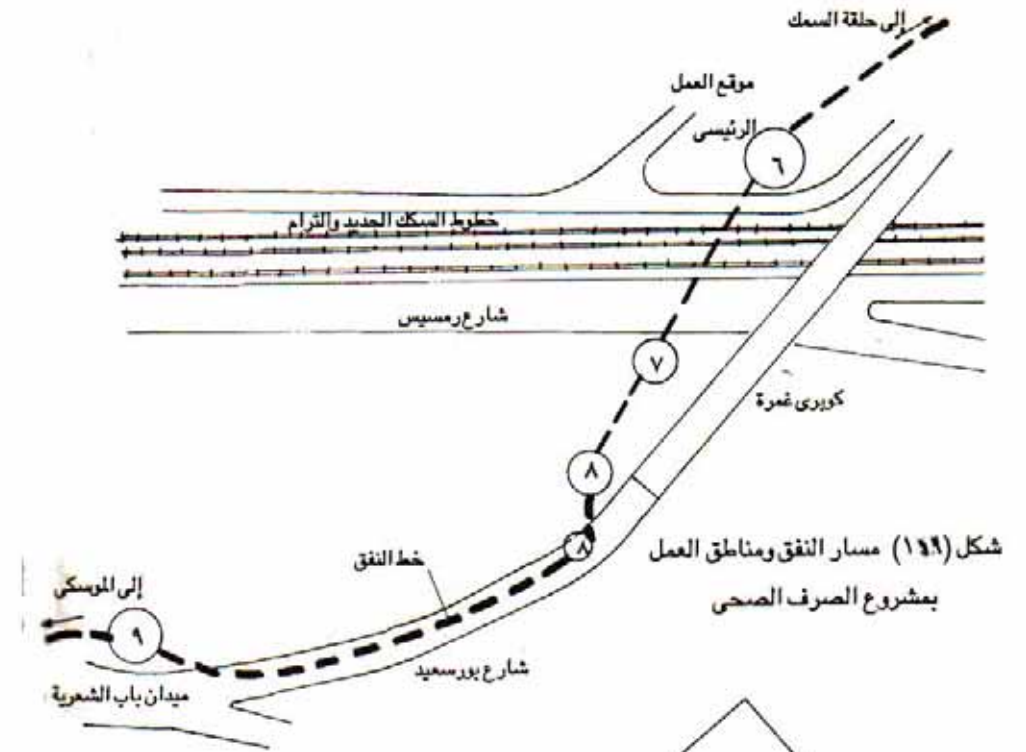
بعد ذلك يتم غسل العربات بصفة دورية بعد الدق عليها بغرض التخلص من بقايا الخرسانة المتصلدة. وقد استعملت سقالات معدنية وشدات خشبية مع قرم من الفورمايكا للحصول على سطح أملس.



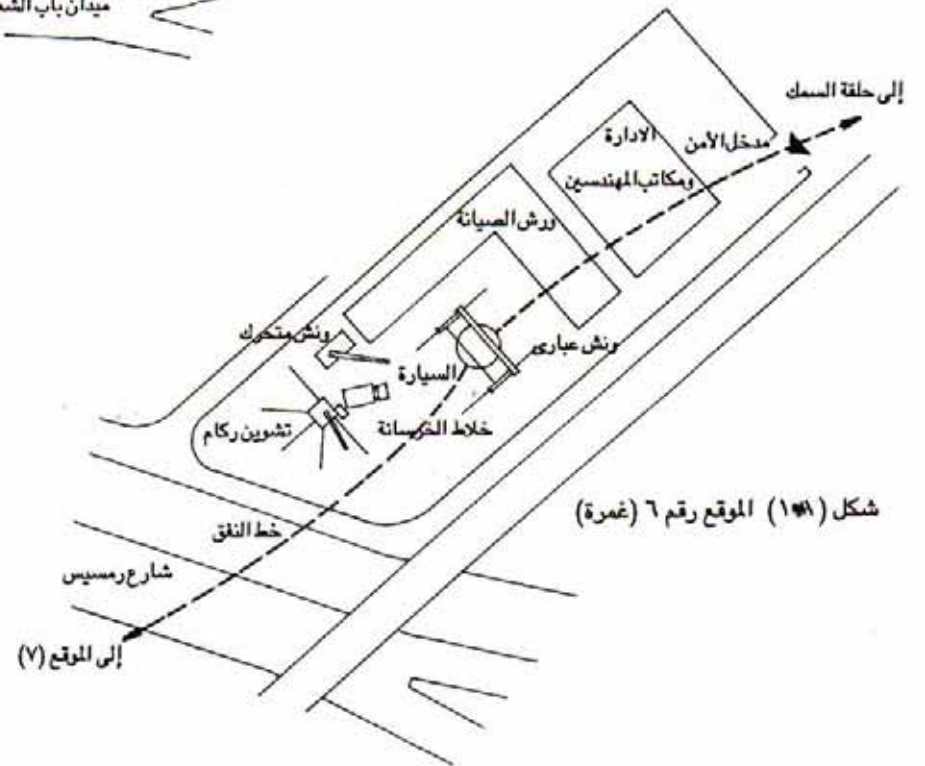
شكل (١٥٧) نقل الخرسانة الجافة من محطة الخلط إلى العربة



شكل (١٦٨) موقع رقم (٩) باب الشعريه : كروكي للمسقط التنفيذي



شكل (١٦٩) مسار النفق ومناطق العمل بمشروع الصرف الصحي



شكل (١٧٨) الموقع رقم ٦ (غمرة)

- ٤- ماكينة حفر جسم النفق ويبلغ قطرها ٥ أمتار وبطول ٤٠ متراً وتحفر بسرعة ١ متر/ ساعة وسيتم شرحها تفصيلاً لاحقاً.
- ٥- خلاط خرسانة لتجهيز الخرسانة لأعمال تبطين النفق.
- ٦- خلاط صغير لخلط المونة اللازمة لأعمال تبطين النفق بالطوب الأزرق.
- ٧- محطة فصل التربة، لفصل البنتونيت عن الطمي والطين والماء فى ناتج الحفر وإعادة ضخه.
- ٨- قطار نقل صغير للتخلص من الفضلات بالنفق.
- ٩- مصعد لصعود وهبوط الأفراد داخل البئارة.
- ١٠- سير متحرك لنقل الأتربة من محطة الفصل إلى مكان التشوين والتجميع.
- ١١- لودر لنقل الركام والأتربة داخل الموقع.
- ١٢- لودر شوكة لنقل الطوب من الشاحنات وتحميله على عربات قطار الموقع.
- ١٣- مضخة هواء Compressor لتكسير الحجارة وأجزاء التربة الصلبة.
- ١٤- مضخة مياه water jet لتنظيف العراميش من المونة.

خطوات تنفيذ المشروع :

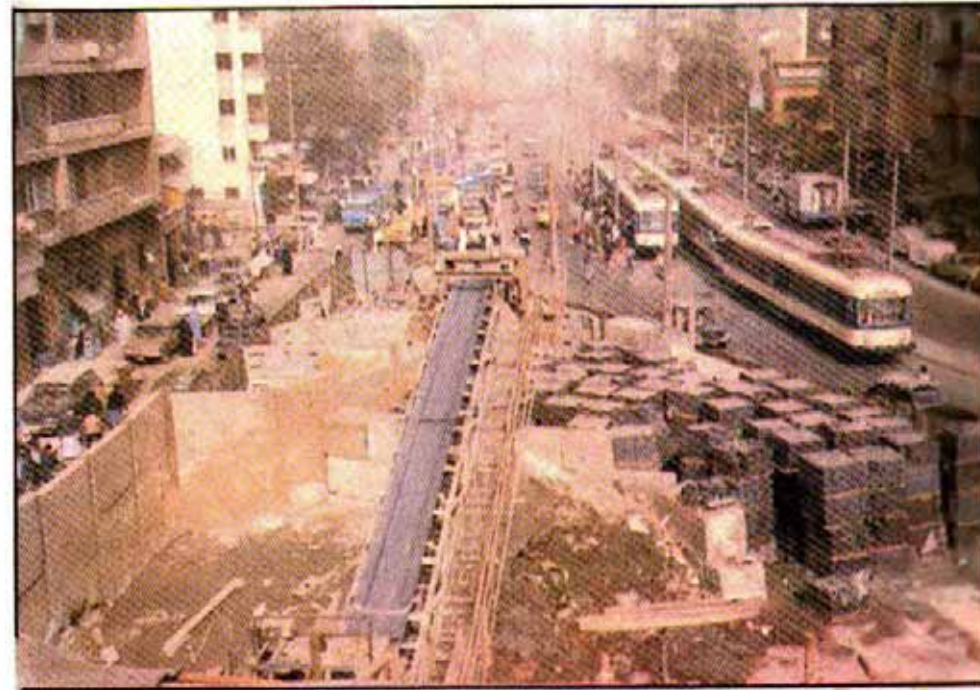
- ١- بعد تحديد مواقع البيارات يتم إخلاؤها من مختلف المرافق مثل مواسير المياه والمجارى وكابلات الكهرباء والتليفونات والغاز وقضبان الترام والسكك الحديدية وذلك بتحويلها بعيداً عن مكان البئارة؛ وقد يحتاج الأمر إلى تحويل طرق أو حتى تغيير خطوط ميدان بأكمله مثلما حدث فى ميدان باب الشعربة وباب الخلق.

٢- دق البئارة :

- يتم إنزال قيسون خرسانى طوله ١٠ أمتار وقطره حوالى ١٠ أمتار، وذلك بواسطة الحفر والتفويص حتى العمق المطلوب. ولواجهة مشكلة المياه الجوفية تمت تغطيته من أعلى مع رفع ضغط الهواء قليلاً عن ضغط المياه الجوفية حتى لا ترتفع



شكل (١٦١) الموقع العام للمشروع ومدخل البئارة



شكل (١٦٢) السير الرافع لنقل الأتربة



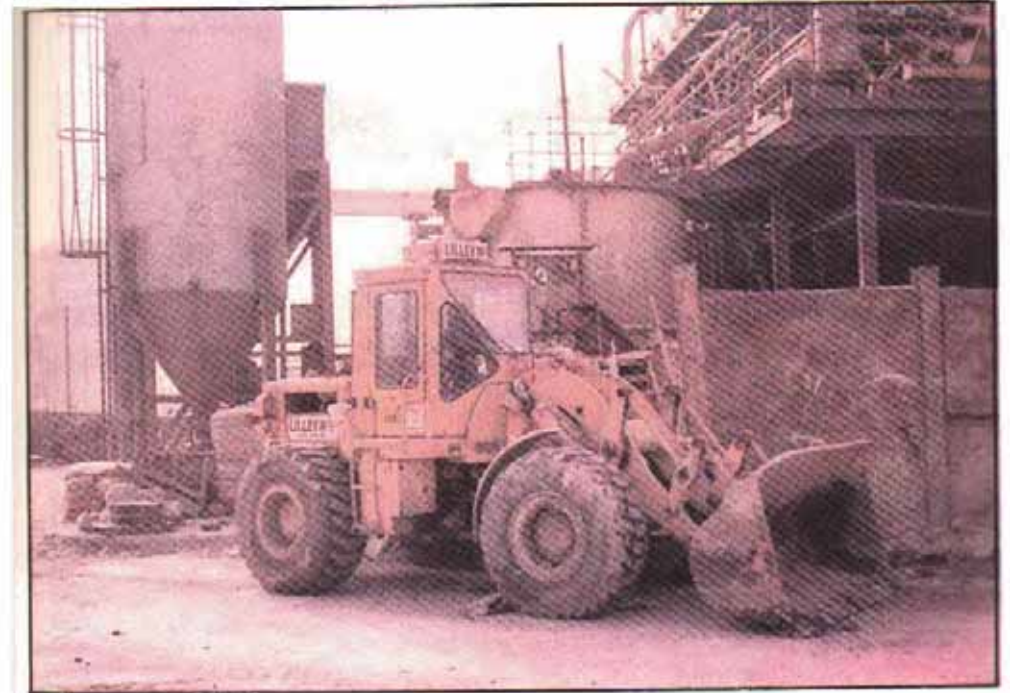
شكل (١٦٥) الونش المتحرك ذو السلك



شكل (١٦٣) المصعد لإنزال المواد داخل البناية



شكل (١٦٦) اللودر الشوكية يحمل الطوب الأزرق



شكل (١٦٤) بلدوزر للتسوية ونقل الأتربة

فتحة يتم من خلالها ضخ الهواء المضغوط لخلق فراغ يمكن للحفارات الصغيرة الدلوف منه لتفتيت الأحجار.

- خلف وجه الحفار حجرة عرضها متر تتجمع فيها الأتربة ونواتج الحفر حيث يتم تفرغها في ماسورة لسحبها بمضخات حتى مستوى سطح الأرض، ويقوم جزء من الماكينة بضغط التربة إلى قطر أصغر من قطر الماسورة حتى يسهل سحبها.

- خلف حجرة المخلفات توجد غرفة الماكينات التي تعمل على دوران وجه الماكينة بتركيب الحلقات الخرسانية عن طريق روافع خاصة داخل درع الماكينة أوتوماتيكياً.

- تقوم روافع Jacks ترتكز على جسم النفق الخرساني الذي تم صبه بدفع الماكينة الحفر إلى الأمام.

- عند بدء تشغيل الماكينة تسحب للخلف قليلاً حتى تكون مقاومة التربة لها أقل، عندئذ تعمل بسهولة.

مثال ٣ : المشروع العام لمجاري حلوان - المجمع الرئيسي

للمجاري -

شكل (من ١٦٩ إلى ١٨٤)

لحساب وزارة الإسكان والمرافق - الجهاز التنفيذي لمشروع الصرف الصحي للقاهرة - تنفيذ شركة النصر للمقاولات بالاشتراك مع ٤ شركات ألمانية وهو مثال لمشروع يقع بعيداً عن المدينة حيث يقع في أول طريق الصعيد عند قرية «كفر العلو».

الغرض من المشروع :

تصنيع مواسير من الخرسانة المسلحة قطر ٣,٢٥ متر كمجمع لمياه الصرف المحمي وتركيبها بطول ١٠ كيلومترات.

الموقع واختيار المعدات :

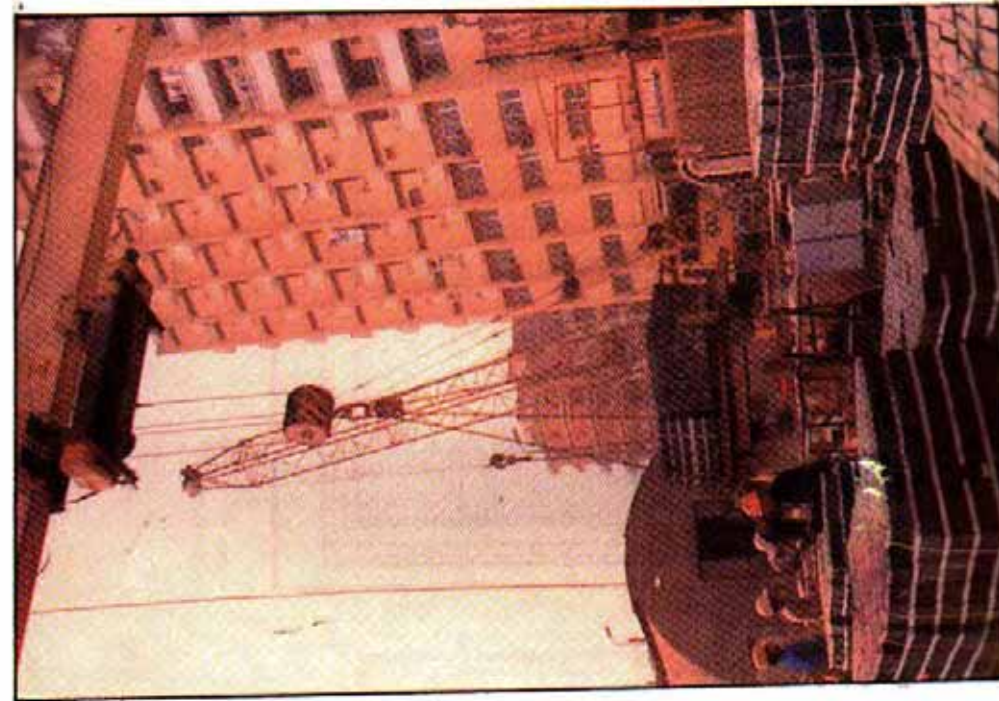
أحيط الموقع بسور سلك شائك واستمرت الحراسة على مدى ٢٤ ساعة على فترتين. ويوضح الرسم تنظيم الموقع الخاص بتصنيع العناصر الجاهزة. وقد روعي فيه

والتشحيم ومحولات الكهرباء فتبلغ ٤٠ متراً ويبلغ قطرها ٥ أمتار ووزنها ١٥٠ طناً.

- الماكينة تصميم ياباني ومصنعة في إنجلترا، ومن هناك تم شحنها مركبة على شاحنة خاصة يصل عدد عجلاتها إلى ٤٠ عجلة لتوزيع الأحمال على الطريق. يتم توجيه الماكينة بأشعة الليزر، وبها غرفتا تحكم إحداهما خلفها والأخرى فوق سطح الأرض وتتصلان لاسلكياً.

- يقوم الجزء الأمامي من الماكينة (الوجه) بعمليات الحفر، وهو بسمك متر وتوجد به أسنان الحفر الرئيسية، كما يوجد على جانبيه فتحات بأبعاد ٦٠×٢٥ سم لتجميع الأتربة الناتجة. والأسنان والفتحات في اتجاهين لكي يسمح بحرية الدوران مع أو عكس عقارب الساعة.

- للتغلب على الأحجار الكبيرة التي قد تواجه عملية الحفر يوجد بوجه الماكينة



شكل (١٦٨) الرنش العياري يحمل الطوب الأزرق

على عربات قطار مسطحة لإنزاله داخل البيرة

مركزية عملية إنتاج العناصر والتخزين الخاص بالاستعمال المباشر للمواد مع انتشار أماكن التخزين طويلة المدى على محيط الموقع. ويخدم على الموقع طريق دائري تخرج منه تفرعات لكل منطقة استعمال. ويلاحظ ابتعاد مخزن الوقود عن كل العمليات وكذلك الخدمات مثل الكانتين والمكاتب وما شابه ذلك.

وتم اختيار المعدات اللازمة للعمل بناءً على وجود المشروع في منطقة نائية؛ فقد تم تزويده بمولدات كهربائية وورش لصنع الشدات الخشبية وورش صيانة، وكذلك محطة خلط مركزية للخرسانة كانت تقوم بالتقديم على مواقع أخرى نظراً لضخامتها.

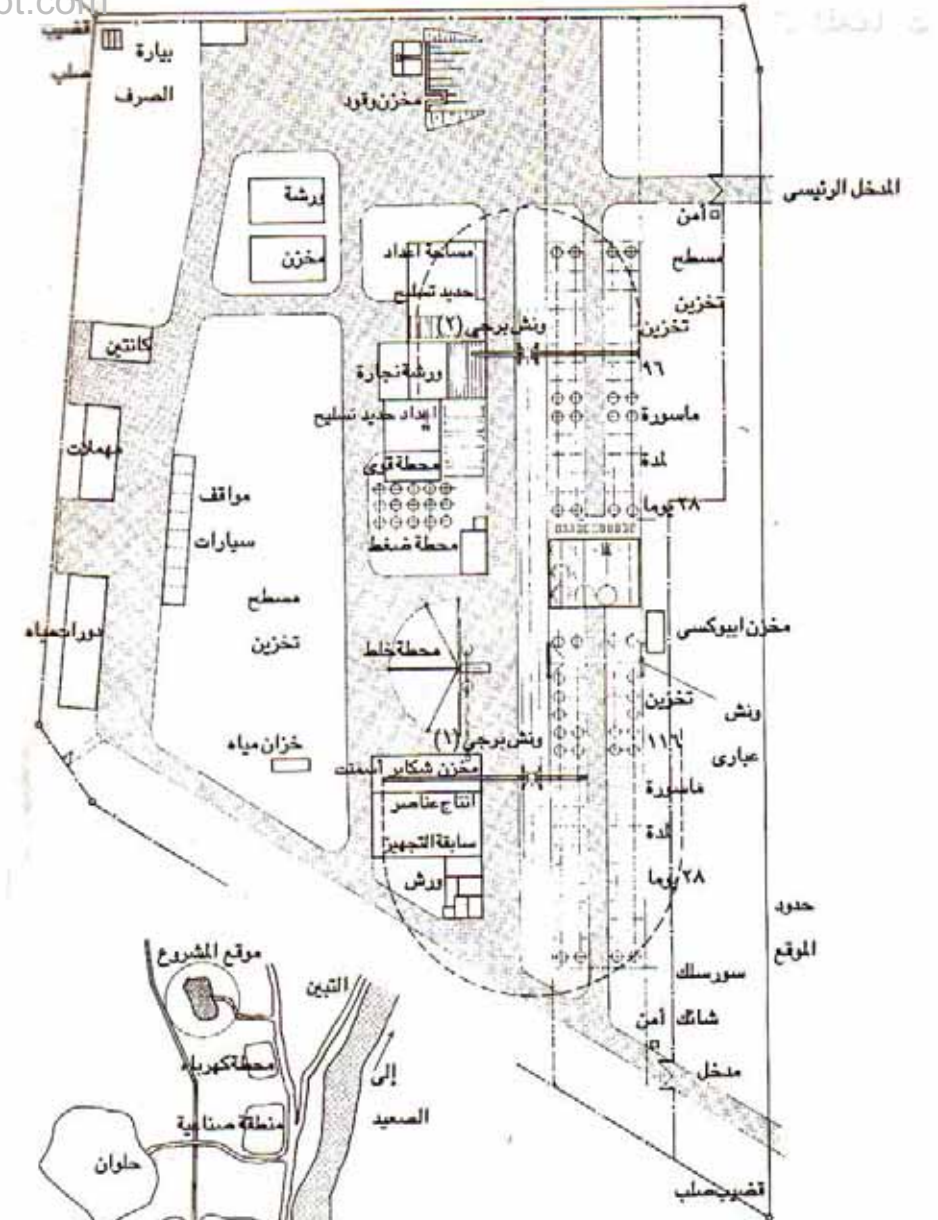
مراحل تنفيذ المشروع :

نقل المواد الخام والمعدات وتخزينها :

- تم نقل الرمل والزلط بواسطة لوريات ذات قلاب، كما تم تشوينها حسب التدرج الحبيبي بجوار مكان الخلط؛ أما الأسمنت فقد استجلب سائياً في عربات خاصة بنقل الأسمنت، ثم يخزن في صوامع بجوار الخلاطة المركزية.
- كان الحصول على المياه من بئر قريبة من الموقع عن طريق ضخها بظلمبات ثم معالجتها من نسبة الكلور العالية بإضافة مياه عذبة مستجلبه من وصلة مياه حكومية.
- أما حديد التسليح والأخشاب فقد نقلت على شاحنات خاصة بالعناصر ذات الأطوال.
- ونظراً لاستخدام معدات على جنزير فقد تم جلبها للموقع فوق لوريات ذات مقطورات مناسبة.

المعدات المستخدمة في المشروع :

- لوريات مختلفة الأشكال لنقل المواد.
- حفار هيدروليكي وماكينه حفر رأسية.
- لوادر مختلفة السعة وبلدوزر للتسوية.
- محطة خلط مركزية.



شكل (١٧٠) المسقط التنفيذي للمشروع



شكل (١٦٩) الموقع العام

- عربات نقل الخرسانة.
- عدد ٢ ونش برجى يتحرك على قضبان بينهما مسافة ٤, ٥ متر ويغطي دائرة قطرها ٦٠ متر ويستخدم فى نقل الخرسانة من الخلاطة المركزية كذلك شبكة حديد التسليح الملحوم إلى موقع الصب، وأخيراً نقل المنتج النهائى إلى مكان التخزين.
- ونش عبارى ويتحرك على قضيبين المسافة بينهما ١٢ متراً ويقوم بنقل الفرم الحديدية إلى موقعها، ويكمل بقية حركة تصنيع الماسورة، وبعد معالجة المواسير يقوم بنقلها إلى مقطورات مكسحة تنقله إلى كوقع الاستخدام.
- ونش تلسكوبى يتحرك على عجل يقوم بوضع المواسير فى مكانها النهائى.
- ورشة نجارة بمخازنها.
- ورشة صيانة بمخازنها.
- معدات رصف.

- ترفع منها الماسورة . بعد ذلك يوضع الجزء الخارجى من الفورمة المعدنية المزودة بمنصة لمراقبة عملية الصب.
- ب- عملية الصب :
يستخدم فى صناعة الخرسانة الخاصة بالمواسير نوعان من الأسمنت؛ الأسمنت البورتلاندى العادى، وأسمنت مقاوم للكبريتات. ويضاف إلى الأسمنت مواد تسرع من شكه.
- ويبلغ حجم المواد الخام المستهلكة يومياً :
- ٣٢ طن أسمنت ويخزن فى صوامع سعة الواحدة ١٠٥ أطنان ويتم ضخه مباشرة إلى حلة الخلط المركزية.
- ٦٠ م^٣ زلط.
- ١٥٠ م^٣ رمل.

ويتم خلط الخرسانة فى المحطة المركزية أوتوماتيكياً بوساطة الكمبيوتر بناء على برنامج لتحديد نسب الخلط بالوزن والموجود بكابينة التحكم المركزى بالخلط. وتنقل الخرسانة بعد خلطها إلى القادوس المعلق فى الونش أو إلى عربات خلط الخرسانة سعة ٤ م^٣ والتي تعالج بلف خيش مبلل حولها لمنع قشرة داخلية متصلبة من الخرسانة يصعب تنظيفها.

وتقوم هذه العربات بتغذية مواقع أخرى نظراً لضخامة المحطة المركزية وبالنسبة للبلاطات المسطحة يتم الصب بالقادوس مباشرة بحيث لا يرتفع عن الفورمة أكثر من ٤٥ سم لضمان عدم حدوث انفصال حبيبى. ويوضع الهزاز الميكانيكى داخل الفورمة أثناء الصب لتسهيل تشغيل الخرسانة ثم يسوى سطح الخرسانة بوساطة الإداة.

أما بالنسبة للمواسير فيكون الصب بمضخة الخرسانة ويقوم بعملية الدمك هزازات مثبتة خارجياً بالفورمة الحديد. وبعد ٤ ساعات صيفاً تمتد إلى ٦ ساعات شتاءً وهو زمن الشك المبدئى للخرسانة ترفع الفرم الحديدية الداخلية ثم المواسير.

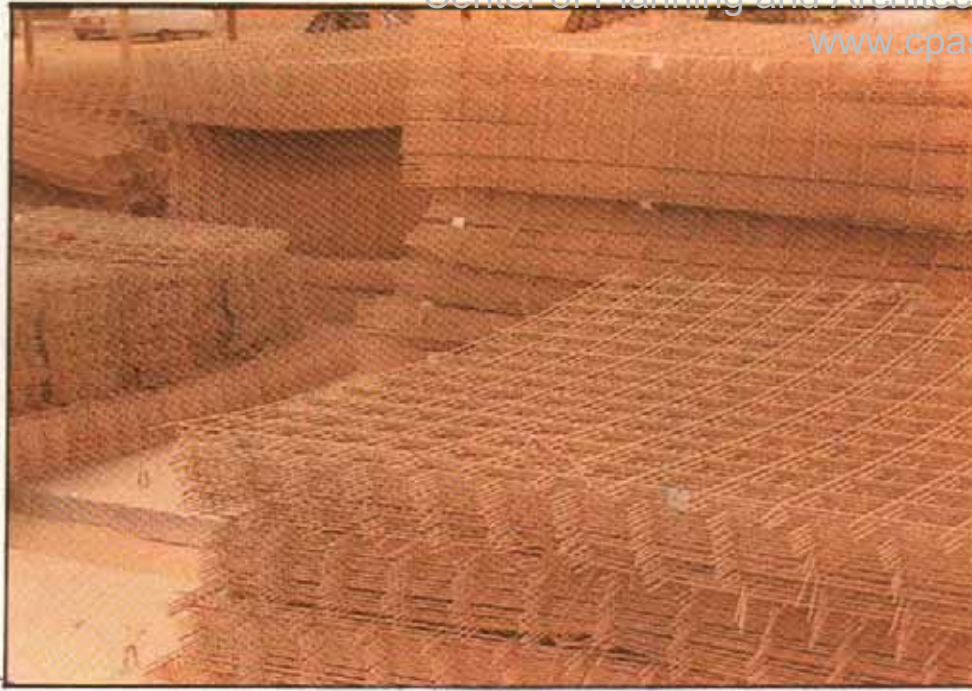
وبهذا الأسلوب يكون الناتج ٦ مواسير فى اليوم على ورديتين. وبعد الشك تدفع المواسير من مكانها لدهانها من الداخل والخارج بالبيتومين العازل. وتنقل بالونش العبارى إلى المقطورات.

خطوات تنفيذ المشروع :

- يتكون المشروع من جزأين :
- أولاً: تصنيع المواسير والبلاطات المسطحة المسلحة . لتخزين حديد التسليح عليها ولأغراض أخرى.
- ثانياً : الحفر ووضع المواسير فى أماكنها والتشطيب.

أولاً تصنيع المواسير والوحدات المسطحة :

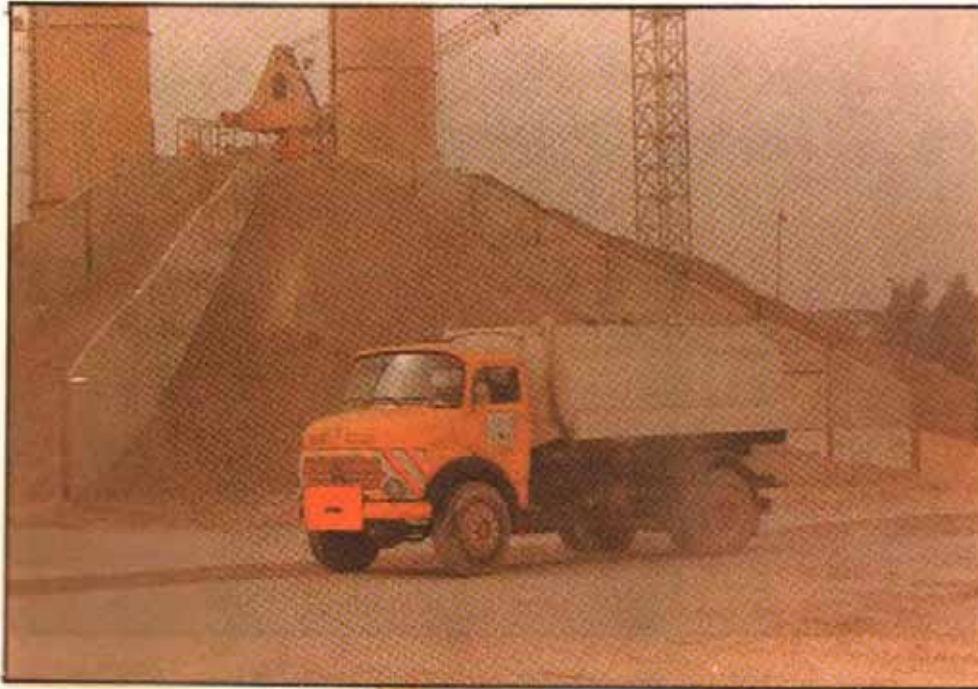
- ١- حديد التسليح : ويأتى فى صورة شبكات ملحومة تخزن فوق بلاطات خرسانية تعزلها عن الأرض منعاً للصدأ. ويتم ترقيم الشبكات حسب الحجم وأقطار أسياخ التسليح. ويتم تجهيز شبكات التسليح قبل عملية خلط الخرسانة استعداداً للصب، ثم ترفع بوساطة الونش البرجى لوضعها على الجزء الداخلى من الفرم الحديدية بعد وضع البطانة الداخلية العازلة للماسورة مع وضع البسكوته للمحافظة على مسافة الغطاء الخرسانى وتثبيت الأجزاء التى



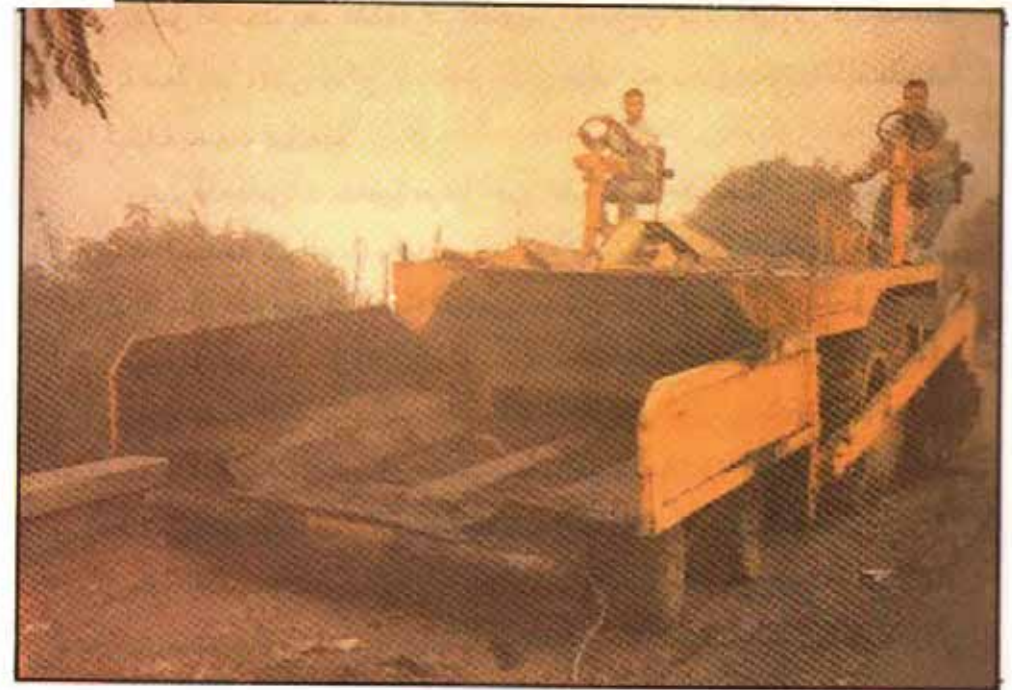
شكل (١٧٣) تشوين شبكات حديد التسليح على بلاطات خرسانية مسطحة منعاً للصدأ ويلاحظ ترقيم الشبكات



شكل (١٧١) هراس دمك الأرض



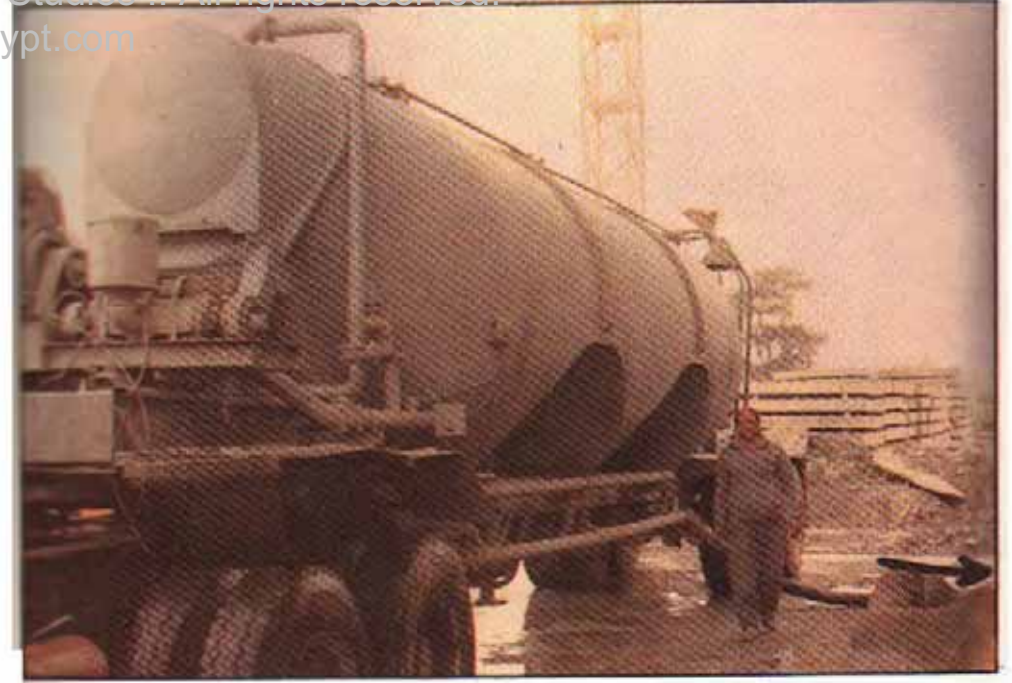
شكل (١٧٤) تشوين الركام ومعالجة الأرض بالرش لمنع إثارة الغبار



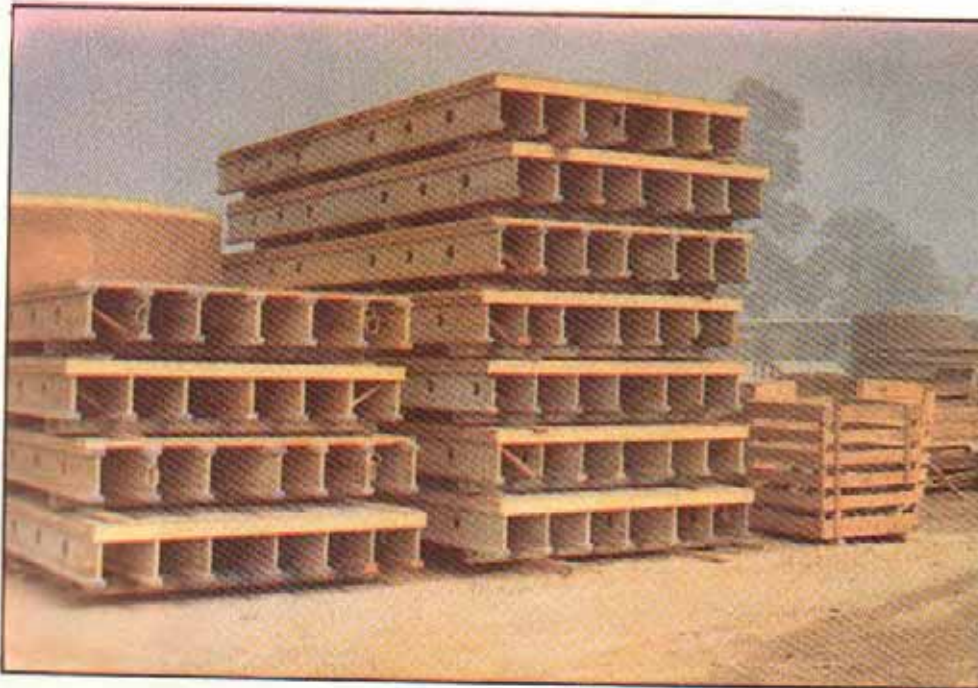
شكل (١٧٢) معدة فرد الأسفلت والرصف



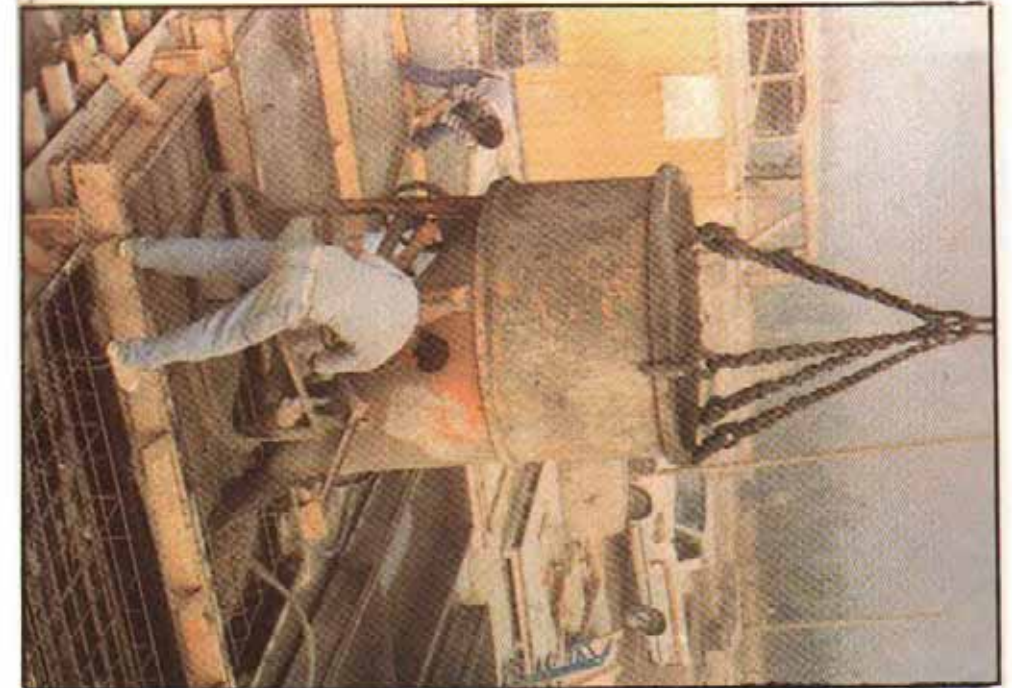
شكل (١٧٧) دماك الخرسانة بالهزاز



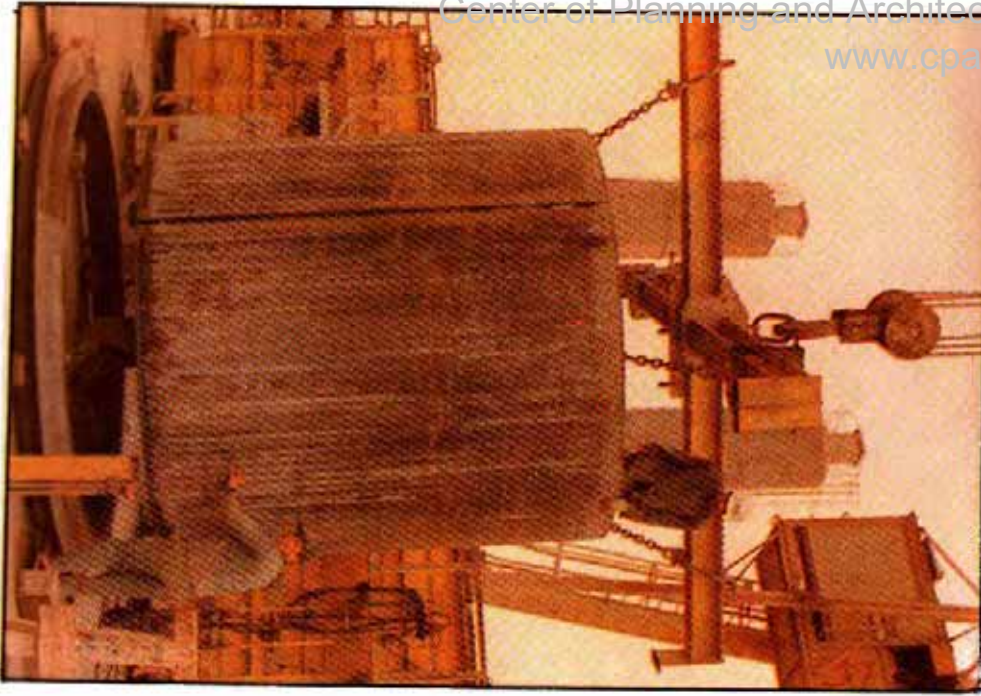
شكل (١٧٥) ضخ الأسمنت السائب من الشاحنة



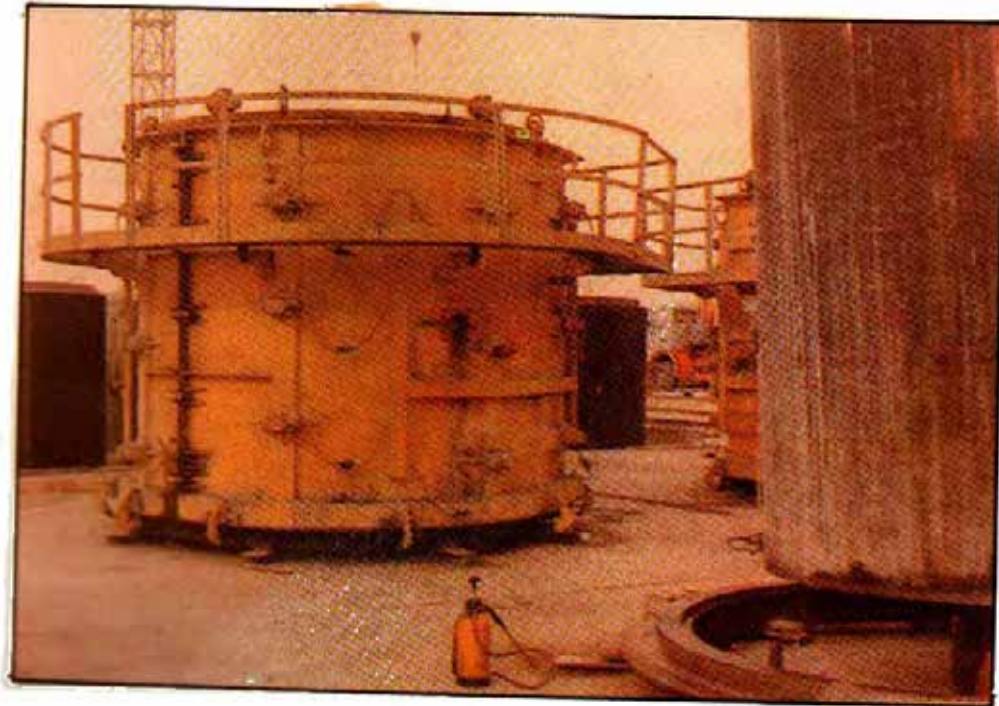
شكل (١٧٨) تشوين الشدات الخشبية المسطحة



شكل (١٧٦) صب البلاطات المسطحة من القادوس مباشرة



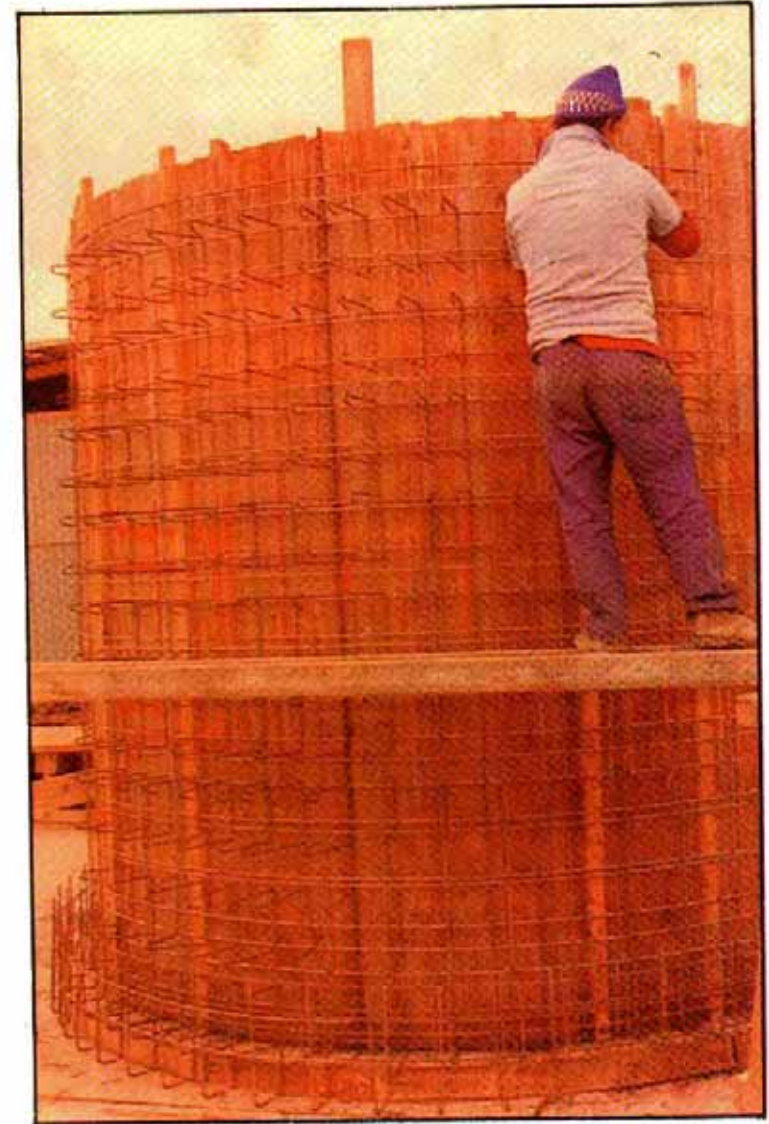
شكل (١٨٠) الجزء الداخلي من فورمة المواسير



شكل (١٨١) الشكل الخارجى للفورمة

ج- الشدات والفرم :

البلاطات المسطحة استخدمت فيها شدات خشبية وفرم مسطحها الداخلى من الفورمايكا للحصول على إنهاء ناعم Fair face وقد تم تجهيزها داخل ورش التجارة الخاصة بالموقع.
أما المواسير فقد استخدمت لصيها فورمة خاصة حديدية مكونة من جزأين يمكن فصلهما، جزء داخلى وآخر خارجى، والهيكل الخارجى يثبت به الهزازات ويحتوى على



شكل (١٧٩) إعداد تسليح المواسير

منصة لمراقبة عملية الصب.

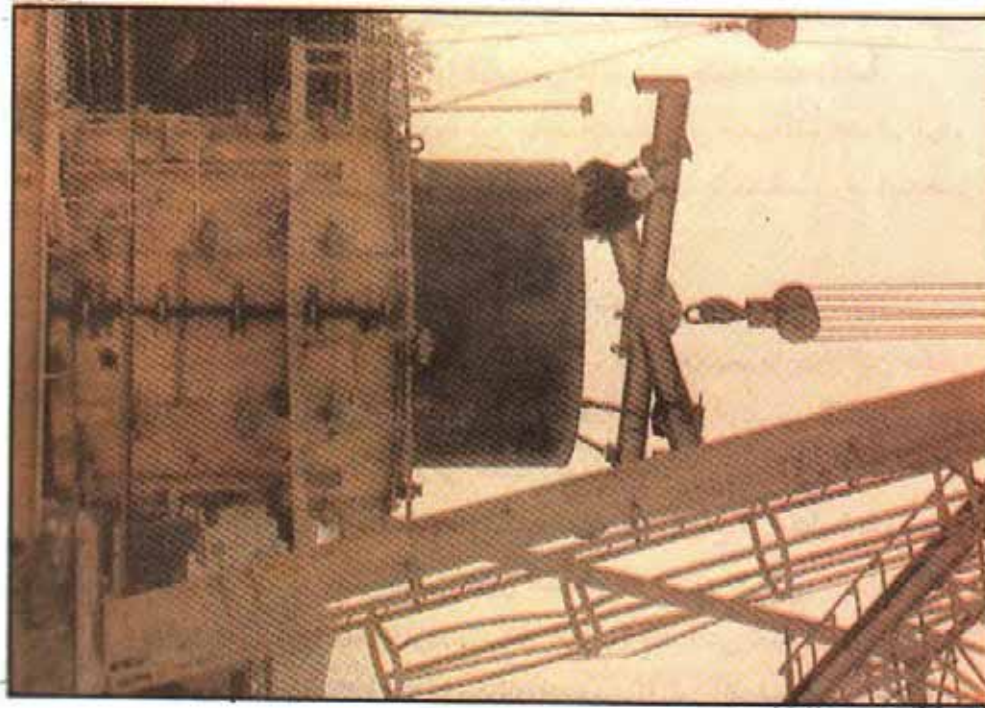
ثانياً : الحفر ووضع المواسير : وتتم على مدى ١٠ كم.

تتم عملية الحفر الأفقية بحفار Excavator بعد تحديد عمق وعرض الخندق حسب قطر الماسورة واستخدامها. وتنقل نواتج الحفر باللوادر التي تتناسب سعتها مع حجم العمل المطلوب. وبعد وضع أجزاء المواسير في مكانها النهائي بالخندق بوساطة ونش تلسكوبى متحرك تقوم اللوادر بعملية الردم، ويستخدم هراس حديد لضغط التربة ثم يتم الرصف بخطواته المعروفة.

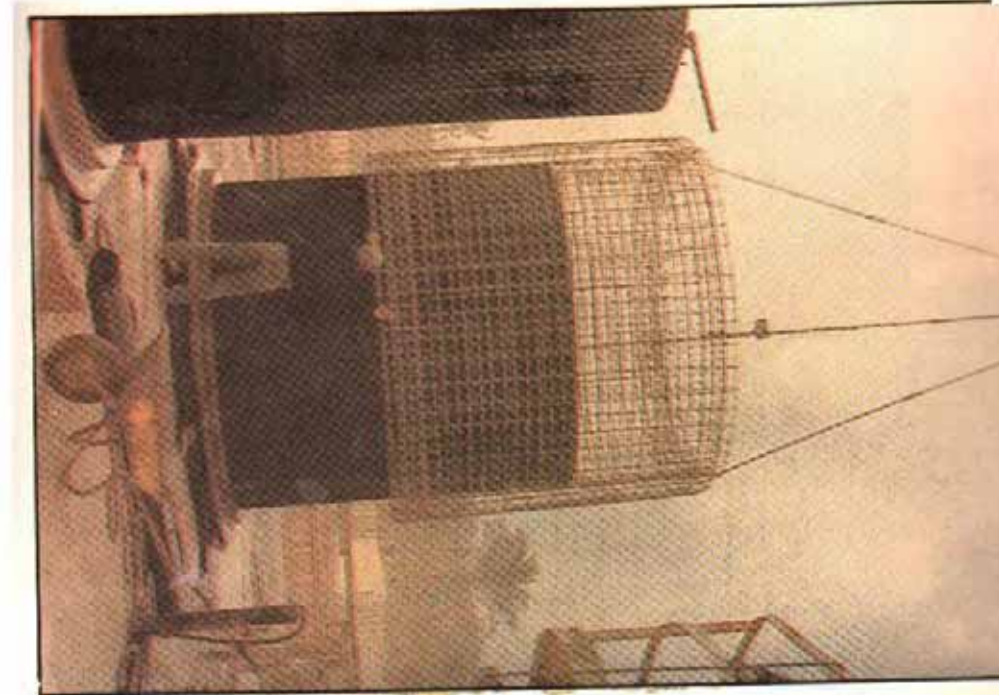
أما حفر البيارات الرأسية فتقوم به ماكينة حفر خاصة تحفر على شكل نفق رأسى. ويتم الحفر تدريجياً مع إنزال الماسورة بالونش العبارى، وبذلك أمكن الاستغناء عن الحوائط الساندة أو القمصان التي تمنع انهيار التربة.



شكل (١٨٢) رفع شبكة التسليح بوساطة الونش البرجى بعد إعدادها



شكل (١٨٤) رفع القورمة الحديدية الداخلية بعد ٤ ساعات من الصب صيفاً و٦ ساعات شتاً



شكل (١٨٣) وضع شبكة التسليح بوساطة الونش البرجى

مثال ٤ : مشروع اسكان ٦٠٠٠ وحدة سكنية لإسكان ضباط
الصف - مدينة نصر - ملك القوات المسلحة : شكل (١٨٤ إلى ١٩٣)

الموقع العام :

تقع منطقة عمل المشروع في الأرض المقابلة لأرض المعارض بمدينة نصر . ويتم تنفيذ المشروع على ثلاث مراحل.

وقد كان تتابع العمل في المشروع كالتالي :

١- عمليات الحفر والتسوية :

بعد تحديد الموقع بحدايده طبقاً للرسوم التنفيذية تم عمل ميزانية شبكية للموقع ككل، ثم حددت المحاور بالحبوط وضبط مكان القواعد والأعمدة. وقد تم الحفر في هذا المشروع بطريقتين، باللودر في حالة الأساسات اللبشة التي يحتاج الأمر فيها إلى حفر مسطحات كبيرة، ويدوياً للقواعد المنفصلة. وقد روعي سند جوانب الحفر بستائر خشبية كما تم دمك الأرض تحت القواعد وتسويتها بالهراس. وقد وضع ناتج الحفر بالقرب من الموقع لإعادة استخدامه في الردم وفي حالة وجود طفلة استبعد تماماً. وبعد ضبط الشدات والفرم ووضع حديد التسليح تم صب القواعد ثم الردم بينهما بعد فك الشدات وتسوية الأرض بالبلدوزر لتصبح سطحاً منتظماً. وقد استخدم في هذه العملية عدد ٤ لودر و٤ بلدوزرات.

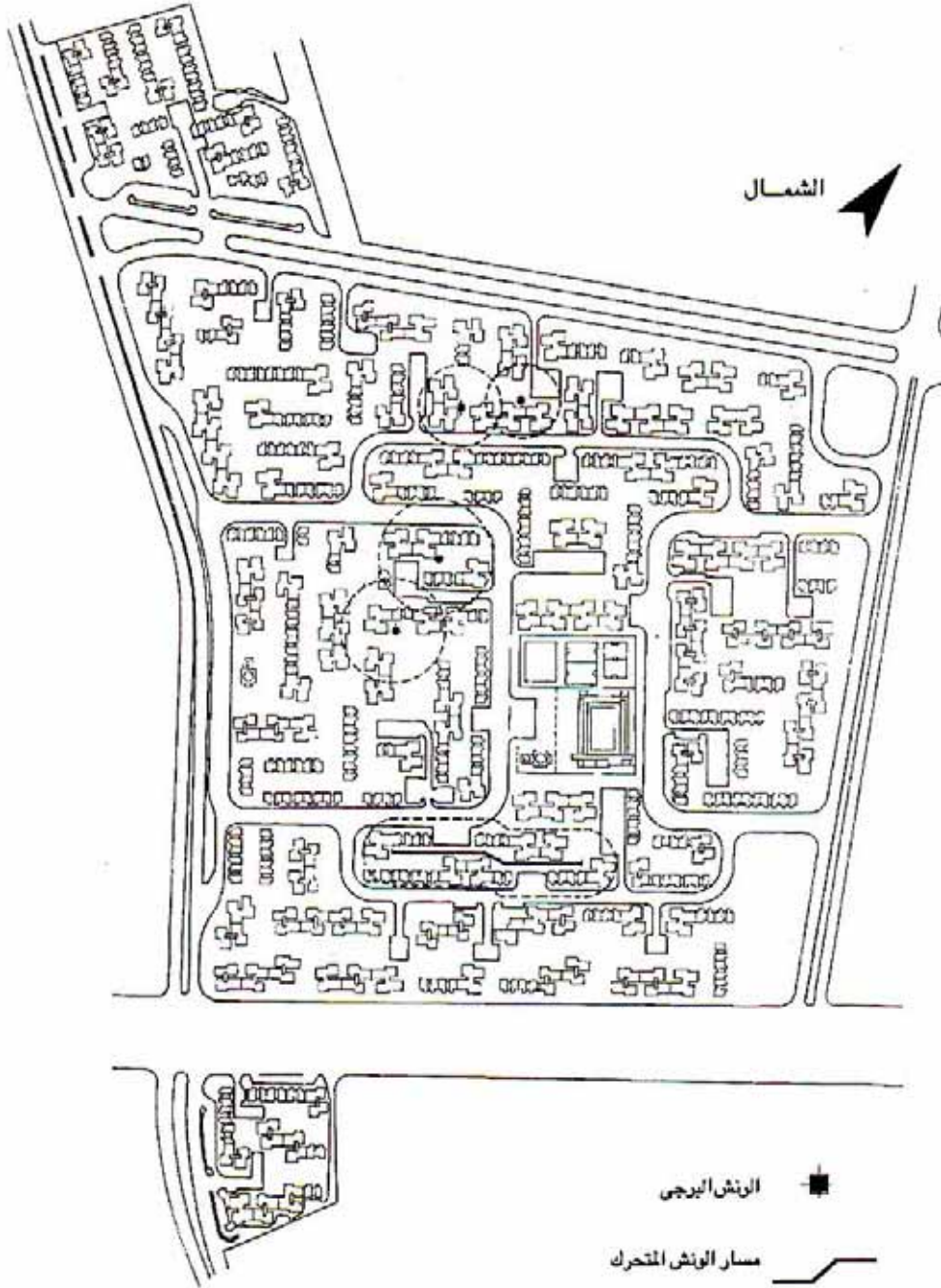
٢- عمليات نقل وتشوين المعدات :

نقلت أسياخ الحديد إلى الموقع فوق مقطورة مسطحة بجرها جرار إلى مكان التشوين الرئيسي في الموقع الذي أخذ مكاناً متاحماً للمدخل الرئيسي للمشروع. أما داخل الموقع فقد استخدمت الأوناش في عملية رفعها ونقلها.

أما الأسمنت السائب فقد نقل من مكان إنتاجه إلى الموقع في مقطورات مصممة لذلك خصيصاً، وتم نقله للصوامع عن طريق الشفط.

وقد نقلت الخرسانة داخل الموقع بواسطة عربات الخلط التي نقلتها سواء جافة أو رطبة إلى مواقع التشغيل، كما استخدمت الدناير على المقياس الصغير .

وقد استخدم في عمليات النقل مجموعة كبيرة من اللواري مختلفة التصميم، ومن الجرارات والمقطورات وكذلك الدناير.



شكل (١٨٥) الموقع العام للمشروع



شكل (١٨٥) شطر العام للمشروع



شكل (١٨٦) تثبيت قاعدة الونش البرجى الثابت

٣- أعمال الرفع بالموقع :

١- فى حالة الأحمال الخفيفة استخدم الونش البكرة وهو يتكون من ذراع مثبتة فى سقف الطابق المطلوب النقل إليه، وفى آخر الذراع بكرة تدور حول محور أفقى بها خيط أو جنزير لرفع المواد والتي غالباً ما تكون صلبة.

ب- فى حالة صعوبة وصول الأوناش الكبيرة إلى بعض الأماكن فى الموقع استخدم الونش المحمل على عربة وهو يفرد ويشنى ذراعه بوساطة أزرار تحكم، ومثبت فى آخر الذراع بكرة وخطاف للرفع.

ج- أما الونش التلسكوبى الثابت فهو يرفع الأحمال الثقيلة مثل الشدات المعدنية والفرم الطبالي ويستخدم فى حالة وجود المباني متجاورة فى متناول دائرة تشغيله. ويتم تثبيت برج الونش على قاعدة خرسانية عادية وإذا زاد ارتفاعه عن حد معين يربط بالمبنى. وذلك لمقاومة ضغط الهواء والانبعاث.

د- وقد استخدم الونش المتحرك على قضبان فى حالة المباني الشريطية حيث توضع القضبان فى المسار المطلوب. وهو يتكون من كابينة تحكم سفلية تتحكم فى الحركة الرأسية والأفقية والمحورية. والونش مزود بثلاثة موتورات للحركات الثلاث علاوة على موتور لكل عجلة من عجلاته الأربع تعمل متزامنة ولا تزان الونش وعدم انقلابه يشبث بقاعدته حمل يتناسب طردياً مع ارتفاع الصارى وثقل الحمل المطلوب رفعه.

وترفع الأوناش المواد السائبة بقواديس أو أسطال مختلفة الأحجام والأشكال، أو منصات مسطحة لحمل الأحمال الصلبة مثل الطوب والبلاط إلخ...

وقد استخدم فى المشروع عدد (٢) ونش ثابت برجى، وواحد برجى متحرك على قضبان، وواحد على عربة.

٤- أعمال الخلط وصب الخرسانات :

نظراً لكبير حجم المشروع قد استخدمت ٣ محطات خلط مركزية تخلط الخرسانة جافة حيث يضاف الماء فى العربة، أو رطبة حسب طريقة النقل المقررة.

خطوات إعداد الخرسانة الجافة :

يتم التحكم مركزياً من كابينة أعلى الحلة. ويشون الركام تفصله تبعاً للتدرج

الحبيبي حواجز خشبية، كما يشون الرمل قريباً من المحطة. وعند الخلط يتم نقلها جميعاً بالقادوس إلى بوابات التحكم فى كمية الرمل والزلط وعددها ٦ بوابات، وتستعمل بوابتان لدخول الرمل فى الحلة و٤ بوابات لدخول الزلط حيث النسبة المطلوبة ٢:١ رمل:زلط وبعد خلطها مبدئياً لمدة ٥ دقائق يتم إنزالها إلى عربة الخلط مباشرة حيث وضع الأسمنت السائب بعد تحديد وزنه (٣٠٠ كجم/م^٣) من الصومعة مباشرة. ويتم تحميل كل عربة خلط فى حوالى ١٥ دقيقة ثم يضاف إليها الماء. وتتم عملية الخلط أثناء المشوار إلى موقع الصب الذى يستغرق ٢٠ دقيقة.

صب الخرسانات :

استعمل فى صب الخرسانات عربة ضخ الخرسانة Pumpcrete وتعمل بمعدل ٢٥م^٣/ساعة. وأسلوب استعمالها كالتالى :

تضخ الخرسانة من العربة بالتدرج على مدى ١٥ دقيقة إلى قمع المضخة المغطى بشبكة يتم تنظيفها أولاً بأول من بقايا الخرسانة المتصلدة. وبعد تثبيت عربة الضخ بأذرع فى الأرض ترفع ماسورة الصب إلى المنسوب المطلوب، ويتم الضخ بالضغط الهيدروليكي. ويبلغ طول ماسورة الصب ٣٢ متراً وتنثنى على ثلاثة أجزاء، ويتم التحكم فيها من داخل العربة أو من تابلوه منفصل. وتنتهى ماسورة أو ذراع المضخة بخرطوم طويل من الكاوتش الذى يسهل عملية التحكم فى موضع صب الخرسانة. ويتم تزويد المضخة بالخرسانة المخلوطة من العربات التى تأتى على التتابع. ويعمل على مضخة العربة إثنان من العمال أحدهما لحركة الذراع والآخر لتوجيه الخرطوم. واستخدمت الهزازات الكهربائية لدمك الخرسانة.

وقد احتاجت هذه العملية إلى خمس عربات خلط، و٣ عربات لضخ الخرسانة.

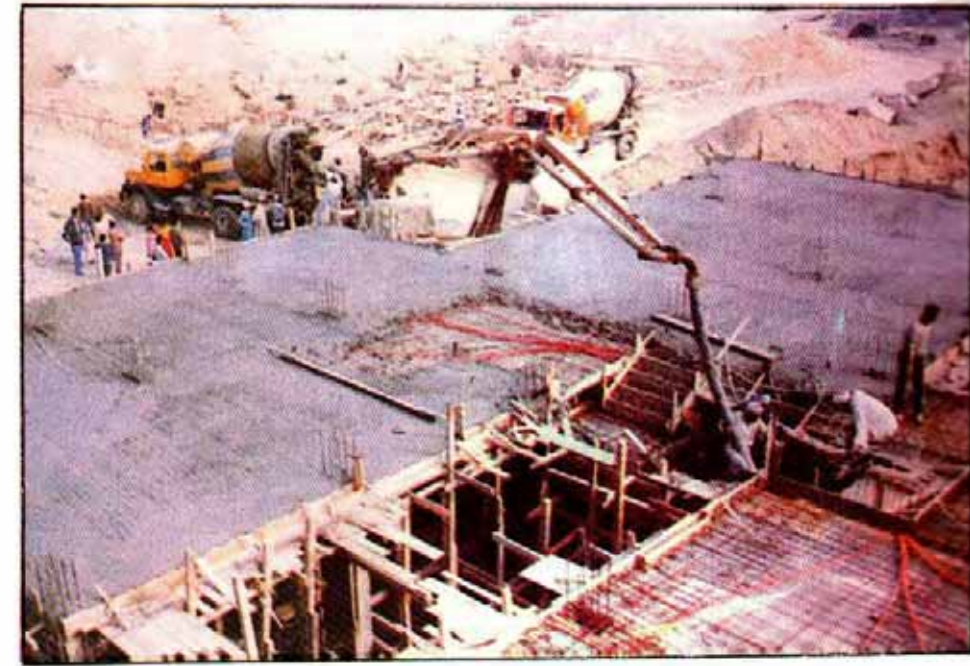
أنواع الشدات والفرم المستخدمة فى الموقع :-

استخدمت الشدات والسقالات المعدنية ذات المتانة الأكبر والعمر الافتراضى الأطول وسهولة الفك والتركيب، وكذلك استخدمت الشدات الخشبية المعتادة على نطاق أضيق.

ونظراً لأن الأسقف بلاطات مستوية Flat slab فقد استخدمت الشدات الطيالى فى صيها. وتأتى تلك الشدات ذات الأبعاد الموحدة على أجزاء من الشركة المصنعة،



شكل (١٨٧) وضع ثقل مناسب على قاعدة الرنش المتحرك على قضبان لضمان اتزانه



شكل (١٨٨) صب السقف بالمضخة مع ملاحظة امكانية التحكم فى موضع الصب بالخرطوم



شكل (١٨٩) الغرم الطبلية عند استخدامها.

ويتم تركيبها في الموقع نفسه ثم ترفع إلى مكانها. وتبدأ العملية بأن يرفع الونش شدات الأعمدة إلى موضعها، وبعد الضبط والتثبيت يتم الصب ثم تعاد الشدات إلى الأرض بعد مرور زمن الشك الابتدائي لخرسانة الأعمدة. بعد ذلك يرفع الونش الغرم الطبلية إلى مكانها لصب البلاطات، وهي تستخدم في البحور المتعائلة، أما المسافات المتباينة فتركب لها فورمة عادية.

وبعد الصب والشك تدفع الطبلية التي تتحرك على عجل من الخلف حتى يلتقطها خطاف الونش لرفعها.

٥- أعمال البناء والتشطيبات :

نظراً لضخامة المشروع فقد تم تصنيع بعض العناصر ذاتياً في الموقع حيث يوفر ذلك مبالغ طائلة. وأهم العناصر المصنعة هي البلاط الأسمنتي والطوب الأسمنتي. فبالنسبة للبلاط الأسمنتي، كان يتم إنتاج حوالي ٣م^٢ بلاط في الساعة. وتتخلص طريقة تصنيعه في الآتي :

يتم وضع مكونات البلاط في صندوق حديدي ذي أبعاد قياسية ٢٠×٢٠ سم على طبقات: عجينة كسر حجارة ثم رمل ومونة أسمنتية ثم تكبس الطبقات الثلاث بالماكينه.

أما الطوب الأسمنتي فبعد تصنيعه برص حتى يجف، ثم ينقل إلى مكان العمل بمقطورة فيرص الطوب عليها حتى ٥ مداميك ويجرها جرار.

وبالنسبة لعمليات الإنهاء وبناء الحوائط تكون الحاجة إلى خلطات مونة أو خرسانة خفيفة أو ذات مواصفات خاصة يستخدم في عملها خلطات صغيرة ذات حلة متحركة على محور أفقي وريشات داخلية ثابتة، ويطلق عليها خلطات نحلة، وتبلغ طاقتها ٥ م^٣/دفعة. ويتكون من الحلة السابق ذكرها وخزان مياه مشيت أعلاها يستقبل الماء من ماسورة رأسية، وأخيراً من قادوس مقسم بحاجز رأسى لوضع الرمل والزلط. ويوضع هذا النوع من الخلطات على طبلية خشبية أفقية.

ولإنجاز العمليات السابق ذكرها تم استخدام ماكينه صنع بلاط وماكينه صنع طوب أسمنتي و٥ خلطات نحلة للمون والخرسانات المخصصة، كما زود الموقع بورشة نجارة لتصنيع الشدات وورشة لصيانة المعدات وأربعة مولدات كهرباء، كما أخذ فرع من ماسورة المياه العمومية للتغذية .



شكل (١٩٠) السقالات المعدنية المستخدمة

مشال ٥ مشروع ١٠٠٠٠ وحدة سكنية بكورنيش النيل بالمعادى- القاهرة شكل (١٩٤١ إلى ١٩٧)

الاستشارى : د. يوسف شفيق

يمثل المشروع تخطيطاً وتصميماً لمنطقة سكنية بخدماتها فى موقع كبير مفتوح ولأسباب اقتصادية جمعت الوحدات السكنية فى أبراج ضخمة مع ترك المسطحات الخضراء اللازمة. ويتكون الإسكان من النماذج التالية .

- نموذج A إسكان فاخر.

- نموذج B إسكان لوكس.

- نموذج C إسكان متوسط.

- فيلات

أما الخدمات فتشمل فندقاً ومكاتب وبنكاً وكافيتريات ومطاعم ومركزاً تجارياً ومناطق مفتوحة، وخدمات عامة، ومسجداً وجراجات وسينما.

وقد تم توجيه المباني وتصميم الوحدات السكنية بحيث ترى النيل ما أمكن. وقد أثرت طرق الإنشاء المستخدمة وميكنة أعمال التشييد على تخطيط الموقع العام حيث تمت بعض التعديلات للوصول إلى توزيع ملائم لأماكن التخزين والتشوين تمكّن من الاستغلال الأمثل للمعدات التى تحتاج إلى فراغات معينة للقيام بأعمال المناورة لمختلف الأغراض، مع احترام المحددات المتعلقة بالشدات والنظام الإنشائى المستخدم، بحيث لا تخل أى أعمال إنشائية لمبنى فى الموقع بتنفيذ باقى المباني. وقد أدى وجود مسطحات خضراء كثيرة فى التصميم إلى إمكانية استغلالها لأعمال تشوين المواد والمعدات وعمليات الخلط وتصنيع بعض العناصر سابقة الصب. واستخدمت فى النماذج A أوناش متسلقة تثبت فى النواة المركزية لكل برج، وقد أتاح وجود مسافات مناسبة بينها حرية المناورة للونش، واستخدمت الشدات الطولية فى صب الأسقف. أما فى النماذج الأخرى فقد استخدمت الشدات النفقية المنزلفة واستخدمت أوناش برجية متحركة على قضبان فى عمليات الرفع والنقل. ومع الارتفاعات الضخمة للمباني روى قرب الأوناش من المباني لإمكانية دعمها وربطها بالمبنى بشدات بعد تجاوزها الارتفاع المسموح به حسب مواصفاتها بالنسبة للارتكاز وطول الذراع والحمولة.



شكل (١٩١) تشوين الأخشاب مغطاة

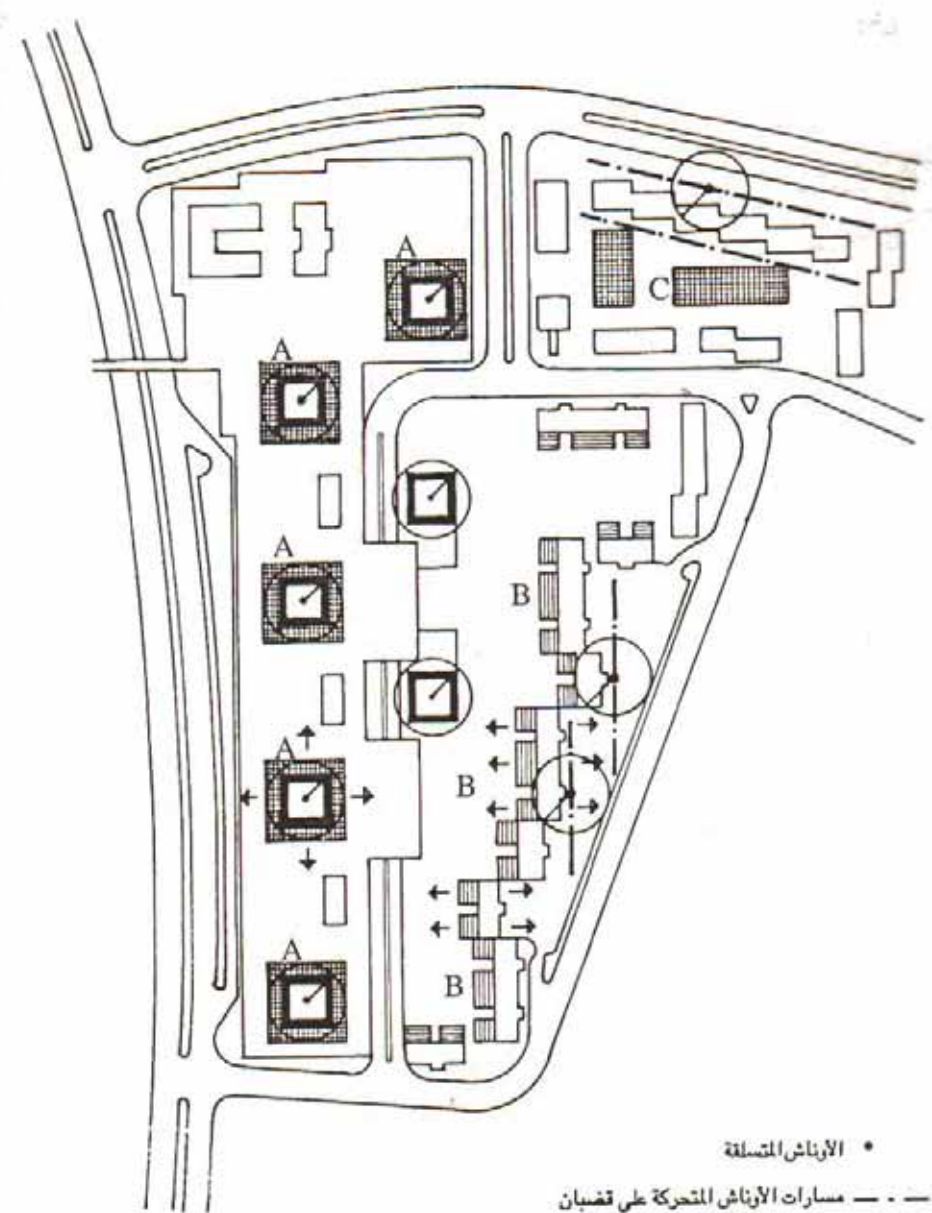


شكل (١٩٢) الخلاط النحلة ويلاحظ ماسورة الماء المغذية حلقة الخلاط.

وقد نفذت الفتحات فى الحوائط بمواصفات خاصة أثناء الصب، وروعى عدم وجود أية عوائق أو عناصر إنشائية تعوق فك أو تركيب أو انزلاق الشدات المستخدمة. وبالنسبة للتوصيلات الكهربائية فقد تم تحديدها أثناء رص الحديد وإعداده فوق القرم بحيث يمكن التعامل مع مخرجها مباشرة والتي تظهر من علب فى الجدران والأسقف. وقد تم الحصول على أسطح ناعمة للأسقف والحوائط والأرضيات بحيث يمكن دهان الحوائط مباشرة ولصق الموكيت مباشرة على الأرضيات.



شكل (١٩٥) الونش البرجى المسنود



- الأبناش المتسلقة
- — مسارات الأبناش المتحركة على قضبان
- الأسهم توضح إمكانات الحركة والمناورة للشدات
- المعدنية المستخدمة فى الانشاء واتجاه انزلاتها طبقاً
- للغراغ المتاح

شكل (١٩٣) مشروع ١٠٠,٠٠٠ وحدة سكنية بكونرنيش النيل بالمعادى - الموقع العام للمشروع

المراجع

أولاً : المراجع الأجنبية :

- 1- Alev, S.S. ; Zolotmitsky N.D. ; Bondorik V.A ; Gromov I.N, Orchinmi;ov E.V.; Tamborich A.I; Construction Technology - Translated from Russian by I.V. Saurin Mir Publishers Moscow 1985.
- 2- Bowyer Jack; Construction Technology 3; Newnes. Butterworths - Technicism series - London 1980
- 3- Chudley, R.; Construction Technology volume 3; Longman Construction series, London & Newyork 1977.
- 4- Chudley,R.; Construction Technology volume4; ELBS Longman, 6th. impression Singapore 1985.
- 5- Farrow,N.S & Eden J. F; Recent Research into the use of Mechanical Aids for Building - paper presented to the Building Research Congress 1981.
- 6- Galperin M., Dombrovsky N., Mir Publishers, Moscow 1982.
- 7- Harris, Frank; Construction Plant; Granada Publishing London, Toronto, Sydney, Newyork 1981.
- 8- Waddell, Joseph J.; Concrete Construction Handbook; second Edition, McGraw-Hill book Company



شكل (١٩٦) تثبيت الونش بالمشدات إلى المبنى من الخارج



شكل (١٩٧) التثبيت الداخلي في الأعمدة

ثانياً : المراجع العربية :

- ١- مهندس سامي بدرالدين سراج الدين- أثر طرق الإنشاء الآلية علي التصميم المعماري - رسالة ماجستير- جامعة القاهرة ١٩٨٥.
- ٢- مهندس عبد اللطيف أبو العطا البقري- الموسوعة الهندسية لإنشاء المباني والمرافق العامة- الطبعة الثانية القاهرة ١٩٨٢.
- ٣- الدكتور محمد محمود عويضة - التكنولوجيا الحديثة في البناء - دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت ١٩٨٤.

ثالثاً : النشرات والمجلات :

- 1- Lift Slab Construction - British lift slab limited, United Kingdom.
- 2- A manual of the In Type of reticulated flat slab using recoverable moulds, Madrid, Barcelona, Valencia.
- 3- Technical Data, Hydraulic Excavator and Loader, O & K Orenstein & Kopper Aktiengesellschaft, Berlin.
- 4- Mills service. All purpose fast-assembly Scaffolding, France.

٥- طريقة تصنيع المساكن، أوتينور.

٦- عالم البناء - عدد ١١ يونيو ١٩٨١

٧- عالم البناء - عدد ١٢ يوليو ١٩٨١

رابعاً : زيارات ميدانية لمواقع المشروعات قام بها طلبة السنة الثالثة قسم التخطيط العمراني بكلية هندسة عين شمس، ١٩٨٧-١٩٨٨ تحت اشراف وتوجيه المؤلف.

رقم الايداع ٣١٩٨ لسنة ١٩٩٠
الترقيم الدولي ١ - ١٢٥ - ٣٧٣ - ٩٧٧



هذا الكتاب

جاء هذا الكتاب فى أربعة أبواب تبدأ بعرض الموضوع وتنتهى بتقديم الأمثلة من الطبيعة. ويشمل الباب الأول عرضاً بالرسم والتصنيف لمعدات ميكنة البناء فى التسوية والحفر والتنقل ومعدات الخرسانة الشاهية والآلية المتحركة والسيور الناقلة، والمضخات وملحقاتها جميعاً، ثم يعرض معدات الحركة الرأسية والأفقية والدائرية، والأوناش المتحركة والشاهية والبرجية. كما يقدم فى مجال أعمال الخرسانات العادية المسلحة كل ما يخص الشدات والسقالات، وكذلك معدات وأجهزة التسليح وخلط الخرسانة ونقلها ودمكها وهزها .

أما الباب الثانى فقد اختص بوسائل ميكنة تشبيد المبنى ذاته ، وتشمل العناصر السابقة الصنع أو الصب ، وميكنة التشبيد بالموقع ، والشدات المنزلفة ، وبلاطات التشبيد ، والشدات الكاملة أو الجزئية النقبية والأساليب المركبة .

أما الباب الثالث فإن الإلمام بما جاء فيه وامتلاك أركانه يعتبر من أهم أسرار نجاح تنفيذ المشروعات ؛ فهو

يختص بعملية تنظيم وإعداد الموقع وحركته ومدخله ، وأماكن التخزين ووسائل الإمداد بالمياه والطاقة وكذلك نظمه الأمنية . وقام المؤلفان بجهد متميز فى تقديم أمثلة مختارة لما عرضناه .

وجاء الباب الرابع خاتمة طبيعية لكتاب جمع بين صفات البحث العلمى الأكاديمى الرفيع وخصائص الدراسات التطبيقية من واقع الطبيعة ، والنم، تصل فائدتها لحظياً وقوراً إلى قارئها المهندس المخطط والمعماري والمصمم فى مكتبه ، وكذلك المهندس المشرف على تنفيذ أو مهندس تنفيذ وإدارة المشروعات والمقاولين فى مواقع العمليات ، بل وواضعى دراسات الجدوى لتبقى فى مخيلتهم وفكرهم لا تنمحور أبداً ؛ فضم عدة أمثلة من الواقع المصرى تفاوتت من المشروعات الإسكانية الكبرى حتى مشروعات الكبارى والأنفاق والصرف الصحى ؛ مما يعطى القارئ خلاصة الخبرة الحقيقية فى إمكانيات استخدام المعدات والأجهزة فى كل مجالات التشبيد.

