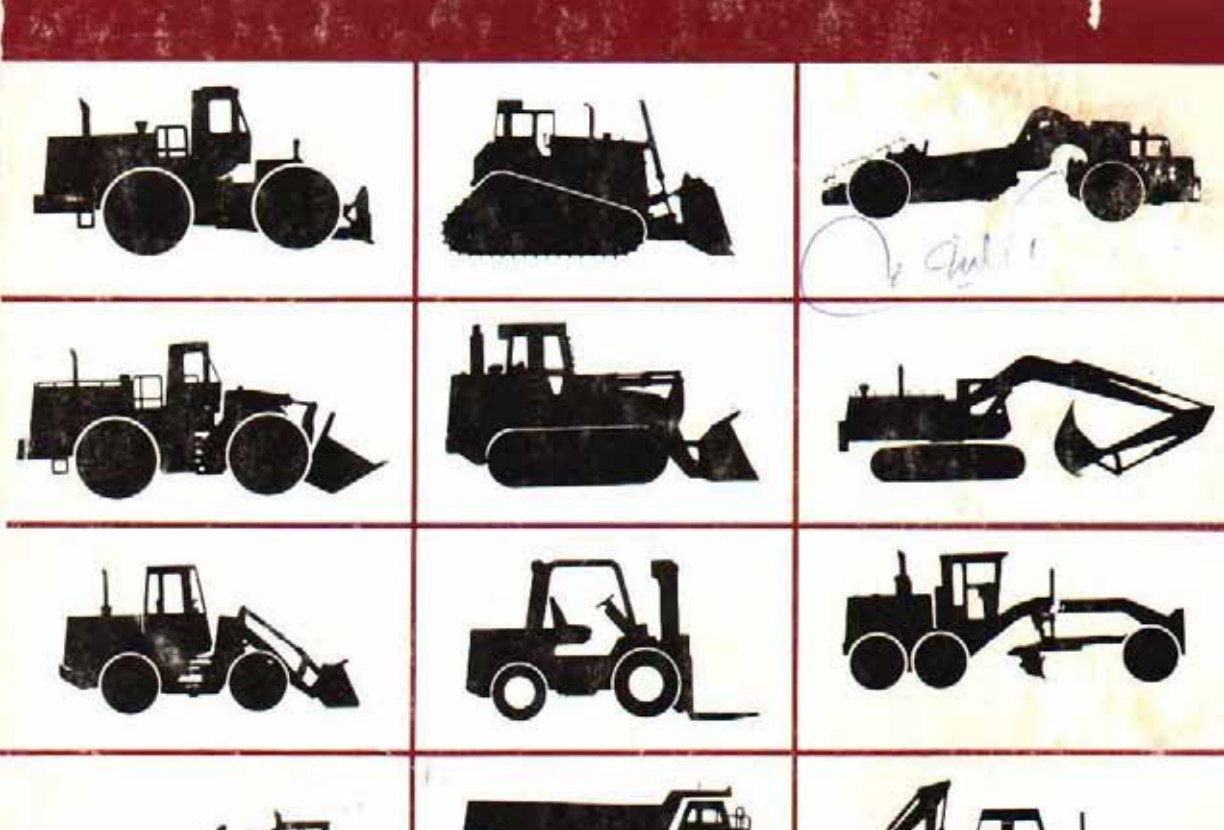
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

ميكنة البناء بالموقع



د. م. شفق الوكيل

د. م. محمد سراج

الناشر
عالم الكتب
٣٨ عبد الخالق ثروت القاهرة

Za3/16

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

محتويات الكتاب

تقديم بقلم ا.د. محمد زكى حواس ١١

مقدمة ١٥

الباب الأول : معدات ميكنة البناء ١٩

أولاً : المعدات الخاصة بأعمال أرض الموقع ٢١

ا- *معدات التسوية والحفر السطحى* : البلدوزر العادى وذو الزاوية، الكشاطة (سكريبر) ، معدة التمهيد والتسوية (جريدر) الجرار بالمجرفة ، المقشدة (سكيمر) ٢٣-٣٥

ب- *معدات الحفر العميق وتشمل* : الحفارات بأنواعها (ذات الجاروف الأمامى والخلفى)، حفارات الخنادق، آلات دق الخوازيق ٣٥-٥٠

ثانياً : معدات النقل ٥١

ا- *معدات النقل أفقياً* : اللوارى والشاحنات، الجرارات، الدنابر، المونوريل، السيور المتحركة، مضخات وأنابيب نقل الخرسانة، مضخات نقل الأسمنت ٥٤-٦٥

ب- *التحميل والتفريغ* : اللودر الشوكة، اللوادر ذات المغرفة، (أحادية المغرفة، متعددة المغارف)، معدات التفريغ الميكانيكية، معدات تفريغ تعمل بشفط الهواء ٦٦-٧٣

ثالثاً : معدات الحركة الرأسية : الرفع ٧٤

الأوناش : الأوناش المتحركة، الأوناش ذاتية الحركة، الأوناش المحملة على لوارى، الأوناش المتحركة على قضبان، الأوناش ذات الصارى، الأوناش العبارى (ذات الكوبرى)، الأوناش الثابتة (الأوناش ذات السلك، الأوناش الاسكوتش، الأوناش أحادية الأبراج)، الأوناش البرجية، (الأوناش البرجية ذاتية التحميل، الأوناش البرجية المسنودة، الأوناش البرجية المتحركة، الأوناش

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

البرجية المتسلقة، الأبراج البرجية النقالة)، ملحقات الونش، المصاعد، السيور الرافعة ٧٤-١٠٤

رابعاً : أعمال الخرسانة العادية والمسلحة ومعداتها ١٠٥

١- *أعمال القوالب والسقالات* : أعمال القوالب (القوالب المركبة، القوالب الدائمة، القوالب النقالة، القوالب المتزلقة، القوالب المقطعية، القوالب الدراجة)، السقالات (السقالات المدلاة، السقالات البارزة، السقالات المعلقة، السقالات البرجية المتحركة، السقالات النمطية) ١٠٥-١٢٦

٢- *أعمال التسليح* ١٢٧-١٣٣

٣- *خلط الخرسانة وصبها* : خلاطات الخرسانة، (الخلاط ذو الحلة المائلة، الخلاط ذو الحلة الأفقية، الخلاط ذو الحلة العكسية، الخلاط ذو الحلة الثابتة، عربات الخلط)، الموازين، محطات خلط الخرسانة (المحطات الدائمة الثابتة، المحطات المؤقتة، المحطات المتحركة)، أعمال نقل وضخ الخرسانة، دمك الخلطة الخرسانية (الدمك بالهز، أنواع الهزازات، هزازات غرس، هزازات سطحية، هزازات تثبت خارجياً على القرم، دمك الخرسانة بالشفط). ١٣٣-١٥٣

الباب الثاني : وسائل ميكنة تشييد الهيكل الإنشائي للمبنى ١٥٥

مقدمة : ١٥٥

أولاً : تشييد المنشأ من عناصر سابقة الصنع

(منقولة من خارج الموقع) ١٥٦-١٦٠

ثانياً : ميكنة تشييد المنشأ بالموقع

طريقة الرفع المائل، طريقة الشدات المنزلقة، طريقة البلاطات المرفوعة لأعلى، طريقة البلاطات المدفوعة لأعلى، طريقة الشدات النفقية، طريقة مركبة ١٦٠-١٩٨

الباب الثالث : تنظيم الموقع ١٩٩

مقدمة ١٩٩

دراسة الحركة (مدخل الموقع، أماكن الانتظار، الحركة الداخلية)، التخزين، الإمداد بالمياه والطاقة، خدمات العاملين بالموقع، نظم الأمان بالموقع، الأسوار المحيطة بالموقع، المسقط التنفيذي للموقع

أمثلة : مثال ١، مثال ٢، مثال ٣، مثال ٤ ٢٠٢-٢١٥

الباب الرابع : أمثلة تطبيقية من مصر لميكنة تشييد بعض المشروعات ٢١٧

مثال ١ : مشروع كوبرى شارع المطار ٢١٧

مثال ٢ : مشروع نفق الصرف الصحى من غمرة إلى باب الشعرية ٢٣١

مثال ٣ : المشروع العام لمجارى حلوان ٢٤١

مثال ٤ : مشروع إسكان ضباط الصف بمدينة نصر ٢٥٤

مثال ٥ : مشروع عشرة آلاف وحدة سكنية بكورنيش النيل بالمعادى ٢٦٣

المراجع ٢٦٧

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

تقديم

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 التقبل إلى مواطنيهم؛ وهكذا تتقدم الأمم.

والكتاب الذى يسعدنى من كل قلبى وعقلى أن أقدمه اليوم «ميكنة البناء بالموقع» يمثل جهداً خلاّقاً ورائعاً للريادة فى مجال حديث العهد بالتناول فى مصر، وارتياده ليس فقط استكشافاً لغابة 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 جَسور 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 برحلتهما الثانية فى مجال التأليف الهندسى بين دفتى وضفتى هذا الكتاب، وعلى متن سطوره ليقدما إلى زملاء المهنة والمهندسين المتخصصين فى جميع المجالات، وللمقاولين وطلاب الهندسة بأقسامها المختلفة، عرضاً شاملاً وبياناً كاملاً يفيد المهندس المخطط والمعمارى 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 الخاطئ بأن دراسات الجدوى هى مجرد حسابات واقتصاديات وتكاليف مجردة، إلى

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved
www.cpas-egypt.com

ضرورة تغطية المخطط الزمنى والتنفيذى والتحويلى 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 والمسلحة كل ما يخص الفورم والشدات والسقالات، وكذلك معدات وأجهزة التسليح وخلط الخرسانة ونقلها ودمكها وهزها.

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

أما الباب الثالث ففى رأيٍ أن الإلمام بما جاء فيه وامتلاك أركانه يعتبر من أهم أسرار نجاح تنفيذ المشروعات؛ فهو يختص بعملية تنظيم وإعداد الموقع وحركته ومداخله، 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

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

ولا أختم هذا التقديم دون تكرار ما أنادى به دائماً زملائى من سبقونى ومن سيتبعوننى... أن يضئ كل مُنهم مشعلاً، ومن أزاد بأكثر فله شكر مصر ومهن التشييد والبناء، فقافلة التقدم والتحضر يلزمها نور المعرفة على طول الطريق. وظروف العصر لبلادنا لا تحتمل أن يمضى أى صاحب خبرة غائباً عن الميدان دون أن يترك لها ولزملائه رصيد خبرته، مثبتاً ومدوناً ليكملوا من بعده لا ليبدءوا من جديد.

وأختم بالحديث « لو مر بى يوم لم أزدد فيه هدى ولم أزدد فيه علماً فلا بورك لى فى طلوع شمس ذلك اليوم»

زكى حواس
القاهرة فى ١٩٨٩/٥/١٦

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

مقدمة

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

أو بأنها أسلوب فنى لتحقيق غرض عملى.

وترتبط التقنية فى الأذهان بالآلات الدقيقة المعقدة وبأنها وليدة هذا العصر فقط، والواقع أن أى معالجة بسيطة لمشكلة ما تدخل فى إطار التقنية: فاختراع العجلة فى فجر الإنسانية وما أداه من طفره فى تقدمها ما هو إلاّ مثال على تقنية ذلك العصر. ومثال آخر هو تطور وسيلة استخدام المياه فى غسْل الأيدى، فبعد أن كان الإبريق يستعمل لهذا الغرض حيث يقوم شخص آخر بصب المياه التى تختزن فى حوض ثم يتم التخلص منها يدوياً، كان اختراع الصنبور العادى 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 -وهى هنا أسلوب فتح الصنبور- قد تطورت لتدل بتطورها على العصور المختلفة المناظرة لها. والأمثلة على ذلك كثيرة لا يتسع المقام لذكرها.

والتقنية عُملة ذات وجهين، أحدهما مشرق، وهو الذى يعنى برخاء البشرية وراحة الإنسان، والآخر قبيح بما يحمله من دمار ممثل فى الأسلحة والقنابل والحرب التى تسبب شقاء الإنسان ومتاعبه.

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved
www.cpas-egypt.com

وهى الأسلوب الذى يتم به تشييد الهيكل العام للمبنى وإنهاؤه من مواد معينة.

وبتأثر هذا الأسلوب ليس بإمكانيات وخصائص المواد المستعملة فقط وإنما أيضاً بمدى تطور المجتمع التى تطبق فيه، فالمبانى فى الواقع هى التى تعكس مقدار التقدم والحضارة التى وصلت إليها الدول، لذا كان التسابق من الدول المتقدمة فى إقامة المبانى بالأشكال الجديدة والأحجام الكبيرة مع التطوير المستمر للمواد المستخدمة فى صناعة البناء، كذلك تطوير وسائل تشييد المبانى فى الموقع أو إنتاج عناصرها فى المصنع.

وبنظرة سريعة على تاريخ تقنية البناء يتضح أن الحاجة لبناء أعداد كبيرة من المساكن فى وقت قصير بعد الحرب العالمية الثانية هى التى قادت إلى التفكير فى إنتاج المساكن بالجملة، وبالتالى إلى ميكنة عملية البناء.

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

ومثل أى عملية صناعية، تقتضى تقنية عملية البناء ترتيب وتنظيم العمالة المتوفرة والأجهزة والمعدات والمواد المستخدمة، وأى 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 فى بعض أو جميع مراحل تنفيذ المبنى؛ حيث يكون الهدف الرئيسى اختصار زمن الإنشاء وتحسين كفاءة المنشأ، بالإضافة إلى الاستغناء ما أمكن عن العمالة الفنية النادرة غالية الثمن. ولكى تؤدى عملية الميكنة غرضها من السرعة والوفر يجب أن تخضع لتخطيط دقيق يراعى كل صغيرة وكبيرة فى المشروع. ويقصد هنا بالتخطيط رسم سياسة رشيدة ومتكاملة لتنفيذ مراحل العمل المختلفة بما يحقق الهدف.

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

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

ومع زيادة الاعتماد على الميكنة سواء فى تجهيز وإعداد الموقع أو فى تصنيع الوحدات الإنشائية وتجميعها، يستلزم الأمر دراسة متكاملة للآلات المستخدمة فى 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 ولى التوفيق ،

المؤلفان

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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 الالمام التام بكيفية استخدامها وصيانتها.

وتعتبر عملية استعراض وتصفح 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 لراغبى 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.

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

والخبرة: فمثلاً يمكن اتباع التصنيف القائم على أساس الثبات أو الحركة للآلة أثناء تأدية وظيفتها، وفيه تنقسم الآلات إلى ثلاث مجموعات هى:

١-معدات ثابتة Static Equipments

وهى التى تقوم بوظيفتهامن مكان ثابت بالموقع

٢- معدات قابلة للحركة (نقالى) Portable Equipments

وهى التى يمكن تغيير موضعها بالسحب أو الدفع أو الرفع.

٣- معدات متحركة Movable Equipments

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

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 فى هذا الكتاب.

العوامل التى تؤثر فى إختيار المعدات:

يشكل اختيار المعدة المناسبة للأعمال بالموقع جزءاً هاماً من التخطيط التنفيذى للمشرع؛ 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

أو النقل أو الرفع أو الخرسانة أو أية أعمال أخرى مما يلى:

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

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

جـ- طريقة التشغيل: يؤخذ فى 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 فى تنفيذ المشروع.

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

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

أولاً: المعدات الخاصة بأعمال أرض الموقع

Earth working Equipments

يعتبر استخدام معدات الحفر الميكانيكية فى المواقع حديث نسبياً. ففى القرن الثامن عشر كانت القنوات تحفر بالجهد البشرى ثم يتم نقل ناتج الحفر على عربات تجرها

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

أما اليوم فإنه لا يكاد يطرأ على الذهن 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 السطحى 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 التى تقوم بأعمال إزاحة وتحريك التربة Earth moving، وتلك التى 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:

ا- معدات التسوية والحفر السطحى وتشمل:

- البلدوزر العادى Buldozer وذو الزاوية Angeldozer
- الكشاطة Scraper
- معدة التمهيد والتسوية Graders
- الجرار بالمجرفة Tractor Shovel
- المقشدة Skimmer

ب- معدات الحفر العميق وتشمل:

- الحفارات بأنوعها Excavators

وهى ذات الجاروف الأمامى Face Shovel، والخلفى Backacter والجرافة بالحبل Drag line

- حفارات الخنادق Trenchers
- آلات دق الخوازيق (بالبريمة أو المطرقة) Piling

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

ا- معدات التسوية والحفر السطحى

البلدوزر العادى Buldozer وذو الزاوية Angeldozer (شكل ٣.٢.١)

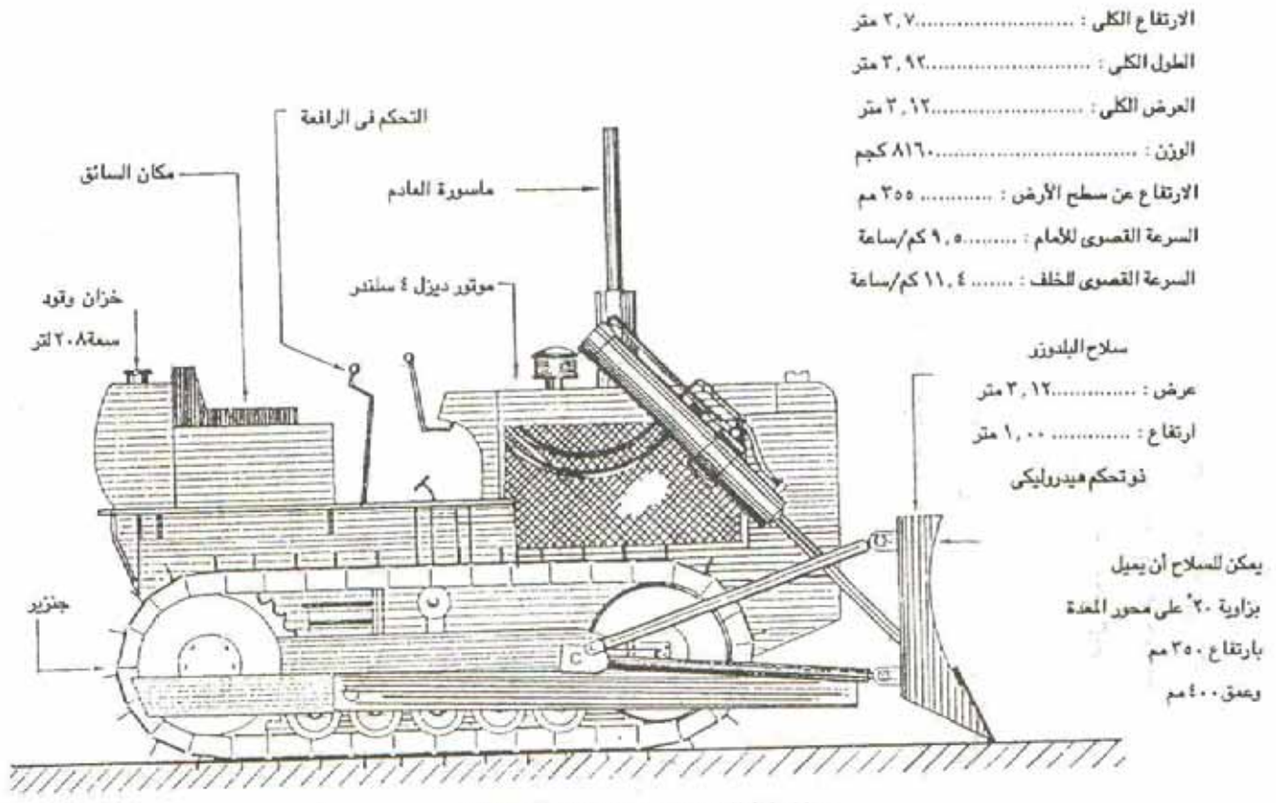
وهو فى الغالب عبارة عن جرار بمحرك قوى High-Powered Tractor يسير على جنزير (كاتينة) أو إطارات كاوتشوك ضخمة، ومجهز بمجرفة أمامية ذات نصل مستقيم (أو مسنن للأرض الصلبة)، وذلك للحفر السطحى حتى عمق ٤٠ سم-وهذا يعتمد على مواصفات المعدة- كما يمكنه أيضاً إزاحة ناتج الحفر بالدفع للأمام.

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

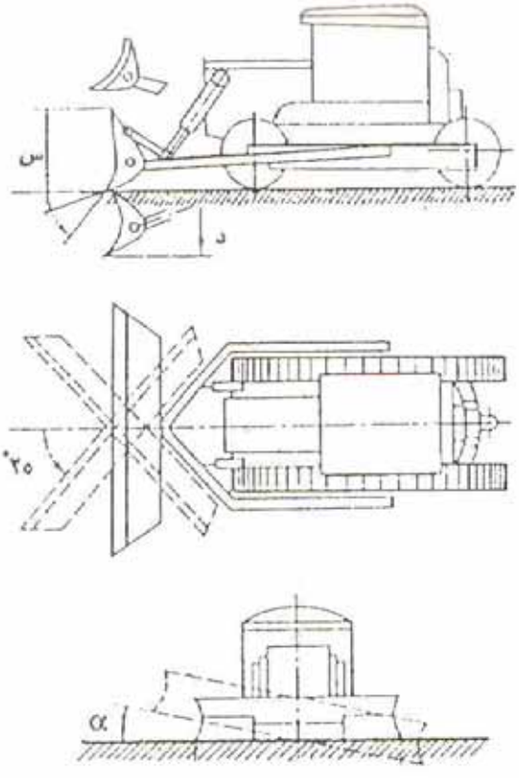
ومعظم المجارف ذات النصل يمكن تركيبها بزاوية رأسية أو أفقية، للإستفادة بها أيضاً فى أعمال التسوية بالردم. ومقاسات المجرفة تتراوح بين ١.٢٠ إلى ٤.٠٠ متر فى العرض، وارتفاعها بين ٠.٦٠ إلى ١.٢٠ متر وتتم حركة المجرفة بالتحكم الهيدروليكى.

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

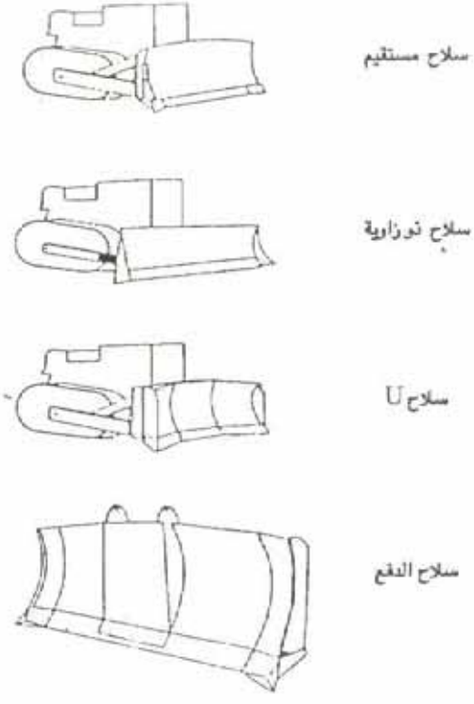
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (١) البلدوزر – نموذج كاتربيللر التقليدى



شكل (٢) امكانيات حركة سلاح البلدوزر ذو الزاوية



شكل (٣) الأشكال المختلفة لأسلحة البلدوزر

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

- **الكشاطة *Scraper*** (شكل ٧,٦,٥)

تتكون هذه المعدة من مكشطة بتجويف Scraper bowl مركبة على آلة بمحرك قوى، وتستعمل فى أعمال الحفر السطحى ونقل الأتربة وذلك فى المواقع ذات السطح المعرج والتى 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- كشاطة بزحافة لسحب سطح التربة Crawler-drawn Scraper

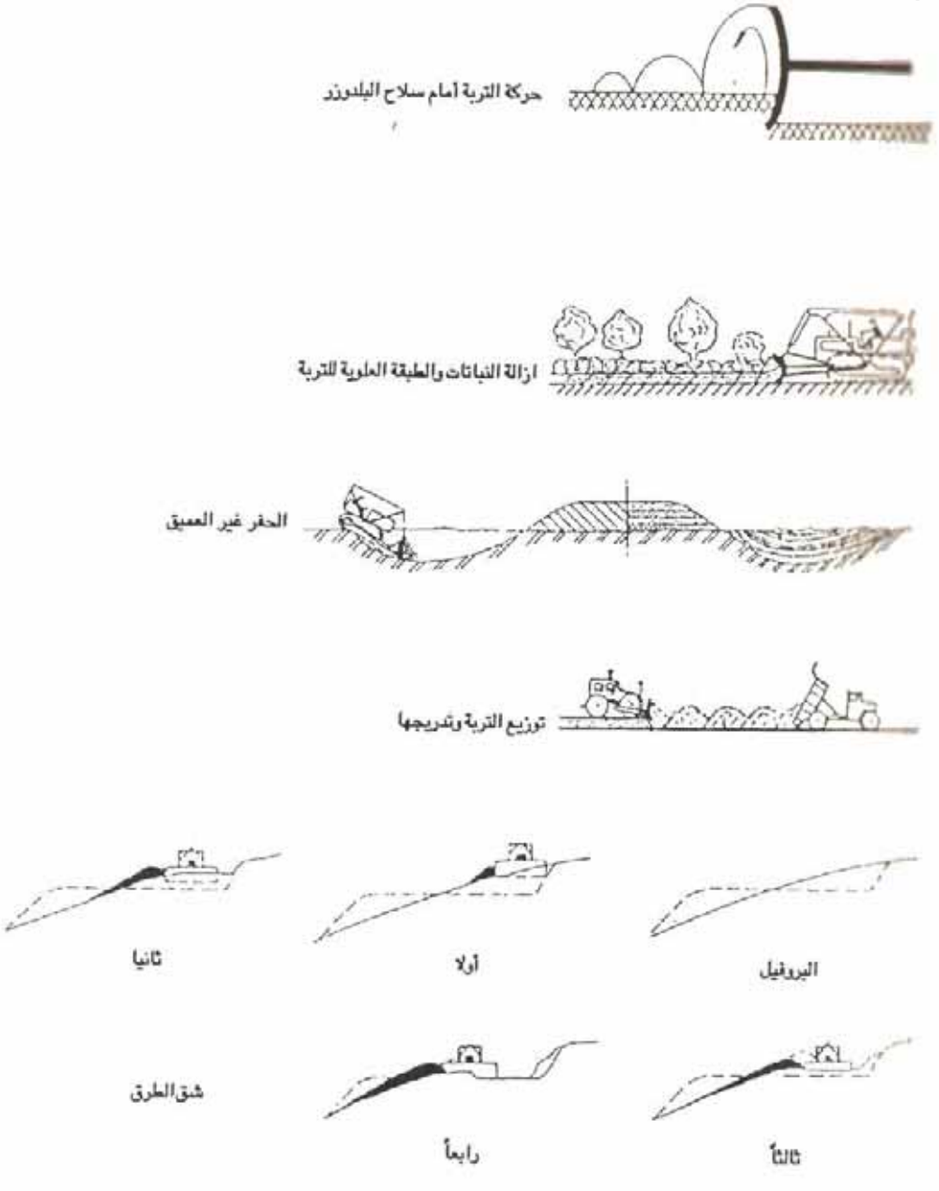
٢- كشاطة ثنائية المحور Two-axle Scraper

٣- كشاطة ثلاثية المحور Three-axle Scraper

وأسس التصميم والتشغيل واحدة فى النماذج الثلاثة؛ حيث يمكن بإنزال 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 هيدروليكى. أو يتم التفريغ فى نماذج أخرى برفع الجزء الخلفى وبعثرة المحتوى مع حركة المعدة إلى الأمام والاهتزاز.

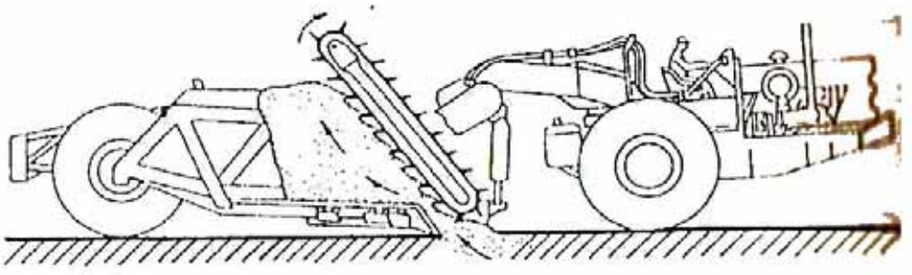
وتتكون الكشاطة ذات الزحافة لسحب التربة "Crawler-drawn Scraper" من كشاطة بتجويف للتخزين على أربع عجلات، ومربوطة خلف وحدة جر قوية، وتتحكم فى سرعة وحدة الجر المركبة المربوطة خلفها التى لاتزيد عن ٨ كم/ساعة عند نقل ناتج الحفر و٣كم/ساعة فى أثناء عملية الكشط، ولهذا السبب يمكن استخدام هذا النموذج فقط لمسافة نقل لاتزيد عن ٣٠٠ متر.

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

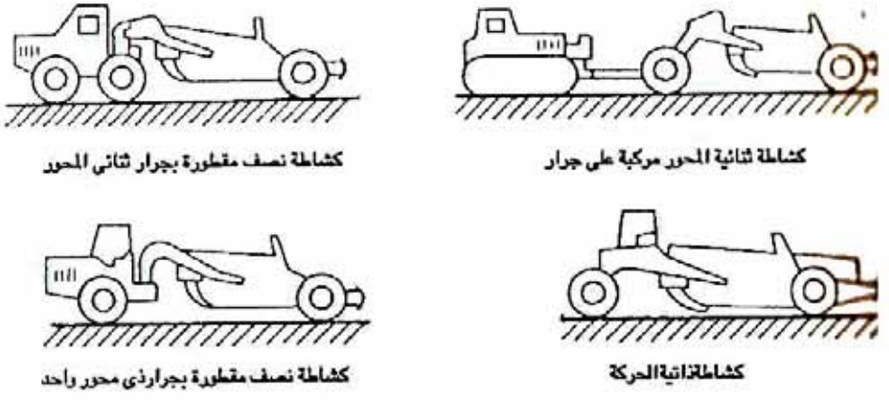


شكل (٤) استخدامات البلدوزر

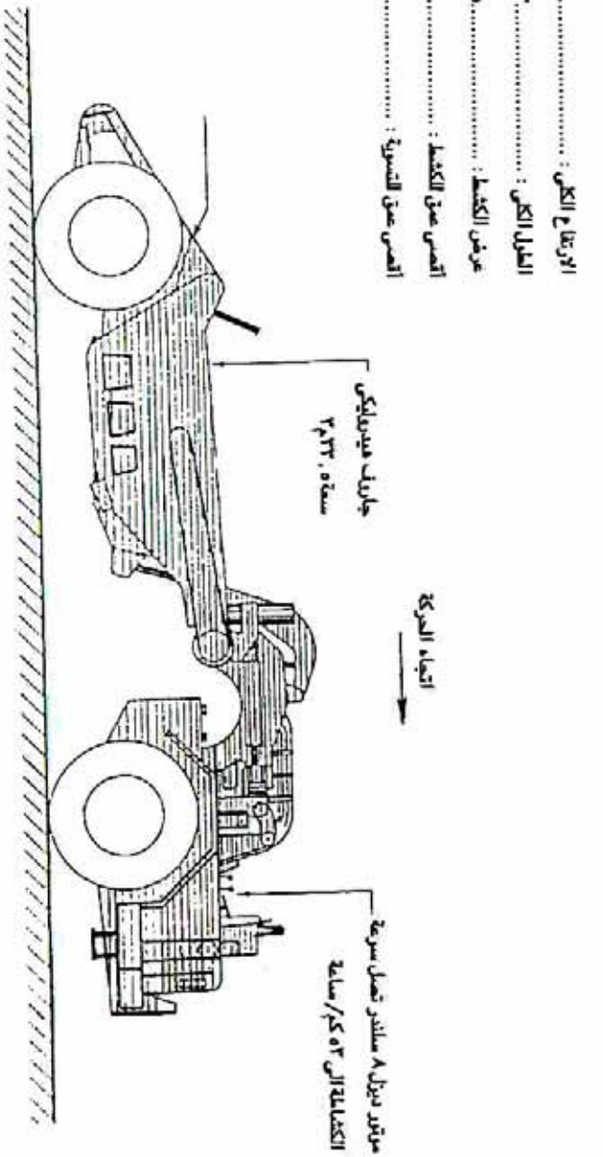
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (٦) حركة التربة داخل الكشاطة



شكل (٧) أشكال مختلفة من الكشاطات



شكل (٥) الكشاطة من كاتربيلر

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

أكثر فى فى سهولة التحكم والقدرة على استعمال أعلى سرعة ممكنة، كما أنه بالإمكان استخدام وحدة الجر مستقلة- بعد فصلها عن تجويف التخزين - فى استخدامات أخرى، وهذا غير متيسر فى الكشاطة ثنائية المحور. وتتراوح سعة تجويف التخزين Bowl heaped Capacities للنماذج السابقة بين ٥ إلى ٥٠ متراً مكعباً من ناتج الحفر .

وللحصول على معدلات وكفاءة عالية للكشاطة يراعى الآتى أثناء الاستخدام:

١- عند العمل فى الأرض الصلبة يراعى تكسيرها مسبقاً بواسطة آلة تكسير (أو عزاقة) Scarifier، ويساعد فى عملية الكشط استخدام بلدوزر يعمل فى دفع الكشاطة.

وفى حالة تنظيم دورة المكشطة (أو مشوار الحركة من كشط، ثم نقل الناتج، ثم التفريغ والعودة) فأنه بالإمكان استخدام بلدوزر واحد فى دفع ثلاث كشاطات أثناء العملها مع بعضها فى مكان واحد.

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

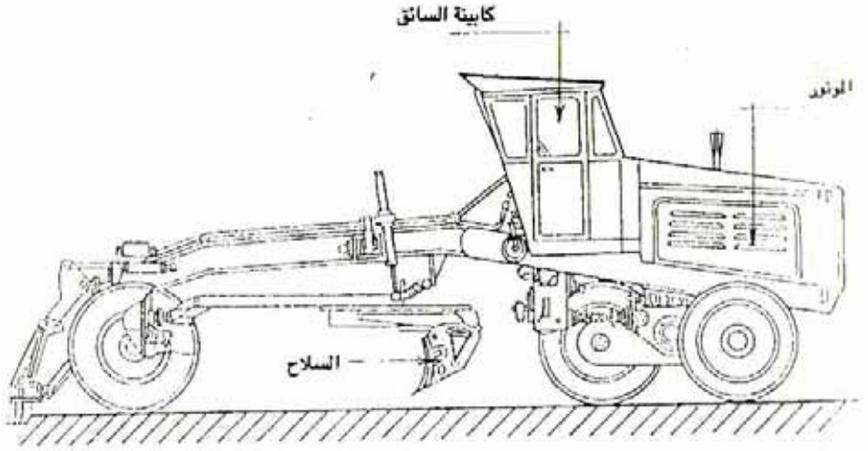
٣- يراعى الحفاظ على الطرق المخصصة لنقل ناتج الحفر بحالة جيدة، وذلك للحصول على أقصى سرعة للمعدة .

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

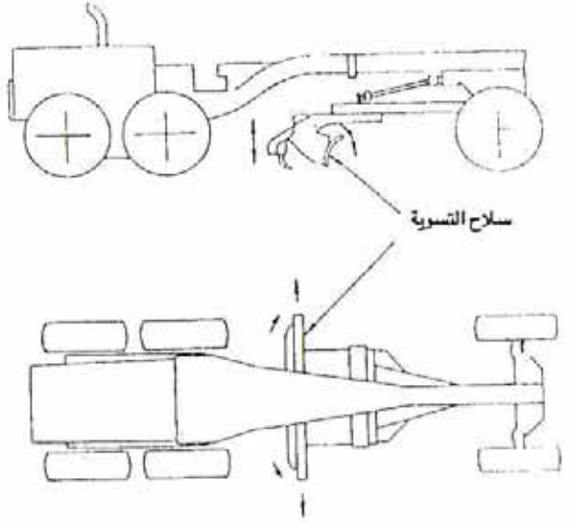
- *آلة التمهيد والتسوية (القصابية) Graders*

(شكل ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢)

وهى آلات تماثل البلدوزر فى الوظيفة، والعنصر الأساسى فيها هوالنصل الخاص بالتسوية الذى يركب سواء من الأمام أو يتدلى من مركز جسم الماكينة. وتستخدم فى



شكل (٨) آلة التمهيد والتسوية (القصابية)



شكل (٩) رسم توضيحى للقصابية

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

مساحات الأراضى الكبيرة لأغراض التسوية الدقيقة للوصول إلى المنسوب النهائى بشكله المطلوب، وذلك بعد الانتهاء من عمل البلدوزر أو الكشاطة. وهذه الآلة استخدامها مقصور على أعمال التسوية حيث إن قدرة قوتها المحركة غير كافية للاستخدام فى أعمال الحفر السطحى مثل البلدوزر.

- **جرار بالمجرفة** *Tractor Shovel* (شكل ١٣, ١٤)

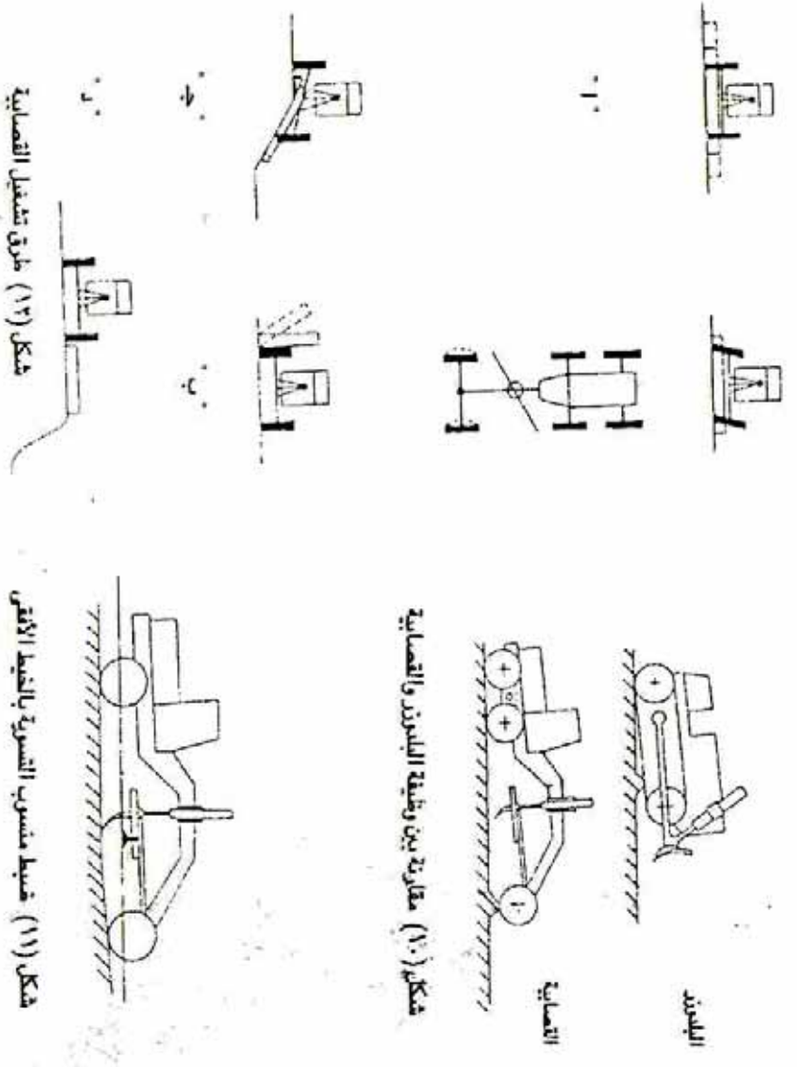
وهذه المعدة عبارة عن جرار على جنزير أو عجل ومركب على مقدمته مجرفة أو قادوس Bucket يتم التحكم فى حركته هيدروليكياً. وهو من القطع المهمة فى المعدة التى يجب أن تظهر طواعية وسهولة فى الحركة والدوران.

ووظيفة هذه المعدة الأساسية: هى جرف المواد السائبة (مثل الظلط والرمل وكسر الحجارة والطوب ... إلخ) داخل القادوس، ثم الرفع إلى أعلى والمناورة إلى موقع تفريغ الحمولة فى عربات اللورى أو الدنابر المنتظرة، وفى الغالب تجمع هذه المواد السائبة على هيئة أكوام حيث يدفع الجرار المجرفة (أو القادوس) على مستوى سطح الأرض تقريباً؛ وبهذا يتم ملء القادوس.

وتوجد إمكانية استبدال القادوس العادى-ذى النصل المستقيم بالشفة السفلى- بقادوس آخر ذى نصل به أسنان للقيام بأعمال الحفر مثل عمل خطوط شريطية بأرض الموقع أو تقليل منسوب الحفر فى المواقع ذات التربة غير المتماسكة (السائبة)

ومن الاستعمالات الشائعة للجرارالمجرفة إمكانية قيامه بعدة عمليات فى وقت واحد (الحفر السطحى، التكسير، الجرف، التحميل) وذلك بتركيب قادوس خاص.

وبالإضافة إلى طريقة التفريغ الأمامية المعتادة توجد أنواع من جرار المجرفة تفرغ الحمولة بالخلف: أى يتم الجرف والتحميل بالأمام كالمعتاد ثم يرفع القادوس أعلى الجرار ليصل إلى موقع التفريغ (لورى أو دنبر) خلف المعدة، كما توجد أنواع لها قادوس للتفريغ من الجنب وذلك فى حالة انتظاراللورى فى الجانب الموازى للجرار، وبهذه الإمكانيات (أو الإضافات) يمكن توفيرالوقت الذى يستغرقه الجرار فى المناورة للوصول إلى أفضل وضع لتفريغ حمولته.



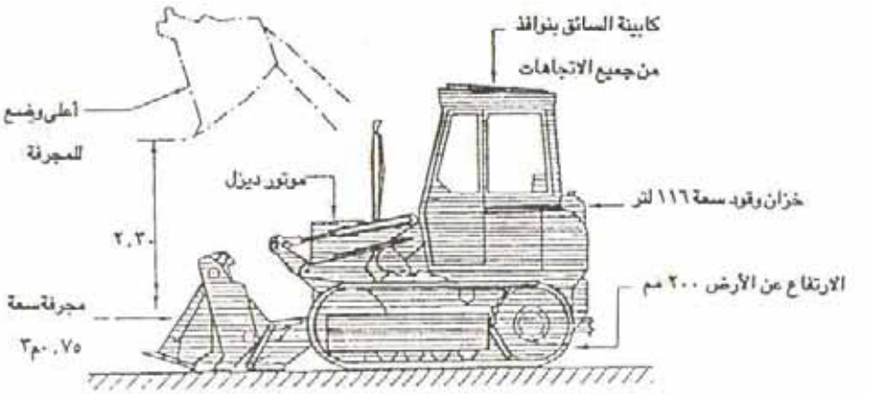
شكل (١٠) مقارنة بين وظيفة البلدوزر والقصابة

شكل (١١) ضبط منسوب التسوية بالخيط الأفقى

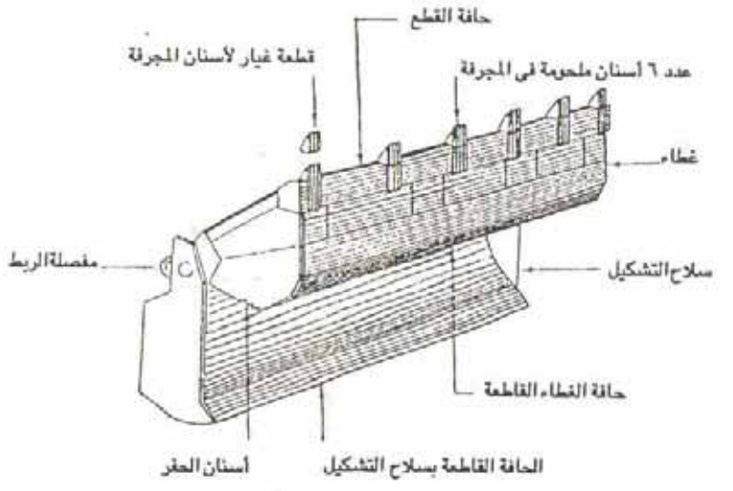
شكل (١٢) طرق تشغيل القصابة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

الطول الكلى بالمجرفة : ..... ٤,٣٠ متر
العرض الكلى للمجرفة : ..... 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 ذو المجرفة التقليدى



شكل (١٤) تفصيلة مجرفة الجرار

وتوقف قدرة التحميل لهذه المعدة على سعة القادوس (المجرفة) التى تتراوح بين ١/٢ إلى ٤,٠٠ متر٣ ونوعية التربة التى يتم تحميلها (رملية، صخرية).

- *القشدة Skimmer* (شكل ١٥)

وهى تتكون من وحدة ذات تحكم ذاتى تعمل بالديزل ومزودة بذراع أفقية طويلة ينزلق 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

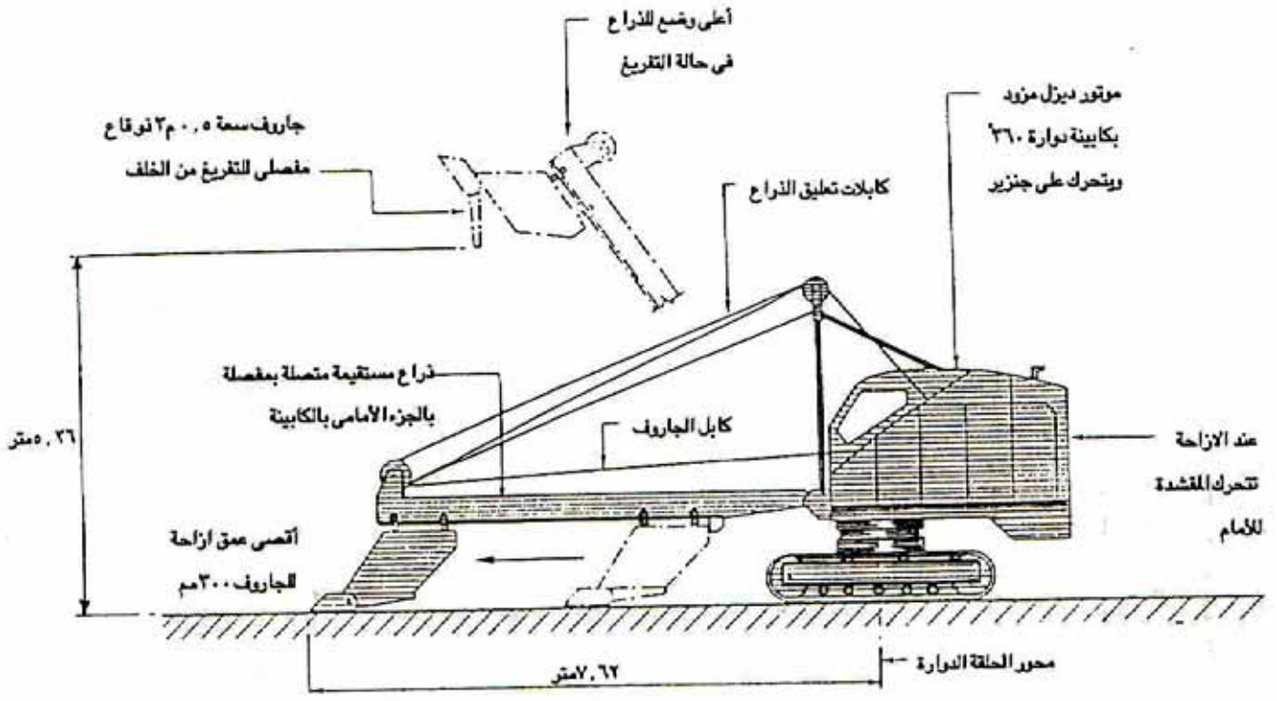
وهى ماكينات ذات تحكم ذاتى ثابتة أو تسير على قضبان أو جنزير (كاتينة) أو على عجل حر الحركة. وتتكون من هيكل يحتوى على صينية دوارة متصلة بذراع يتم التحكم فيها بوساطة حبال صلب وكابينة للسائق.

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

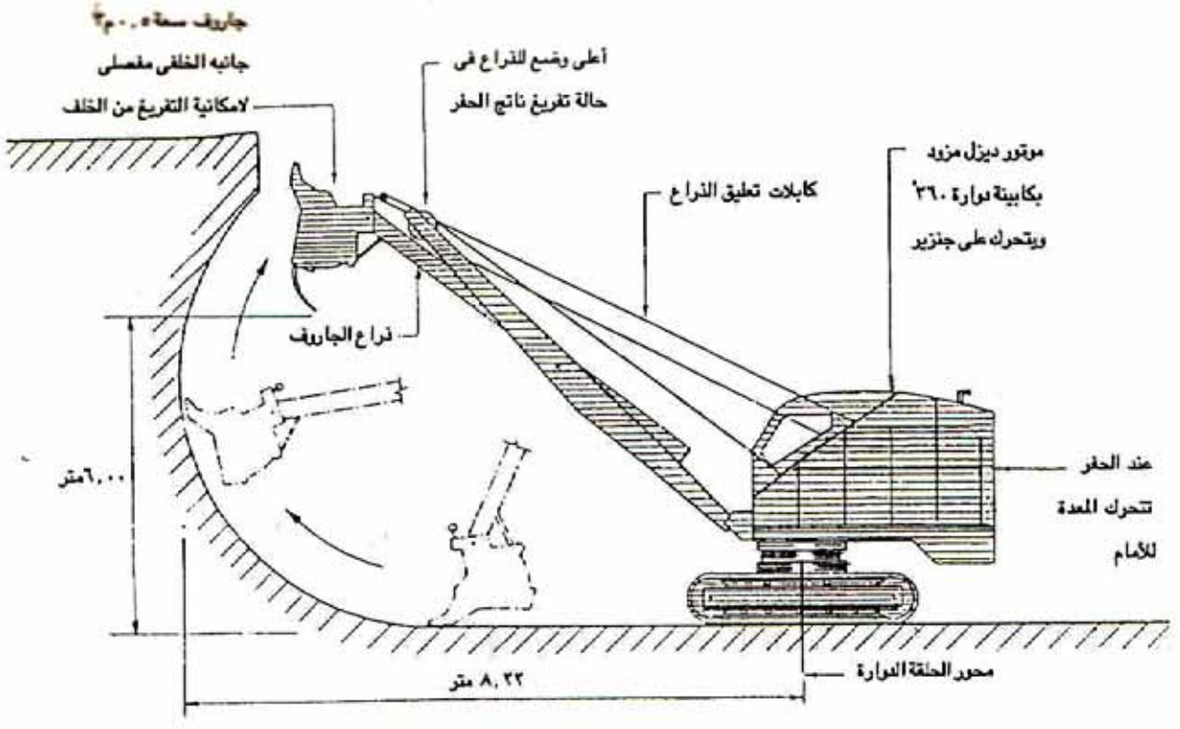
وتتميز الأنواع الثابتة من تلك الحفارات بدائرة تشغيل كبيرة تمكنها من الوصول إلى أعماق كبيرة. وفى بعض الحالات تقوم برفع الأتربة إلى مكان التشوين دون حركة الآلة نفسها، كما تقوم بتحميل عربات نقل الأتربة، ويصلح هذا النوع للأماكن التى تصعب فيها الحركة كأن تكون التربة ضعيفة أو يكون مكان التشغيل ضيقاً لا يسمح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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (١٥) الشكل التقليدى للمقشدة



شكل (١٦) حفار نو جاروف أمامى يعمل بالكابل

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

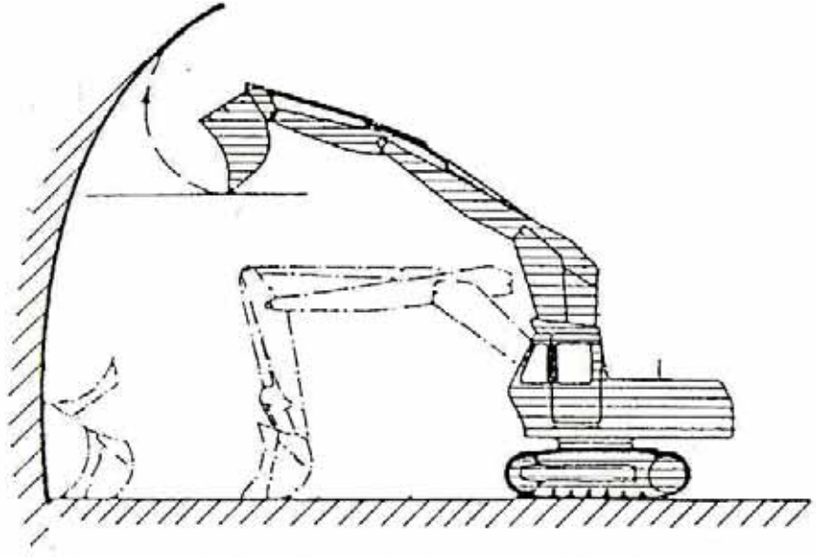
Backacter شكل (١٩، ٢٠) وفيه يكون الحفار أعلى من منسوب الأرض المراد حفرها مثل المحاجر والمجارى المائية، أو بتركيب سكينة كشط Skimmer لتسوية الأرض. وشكل (١٨، ٢١، ٢٢) يمثل بعض إمكانيات تلك الحفارات.

أما *الجرافة بالحبل Dragline* شكل (٢٣) فتتكون من ونش ذى ذراع طويلة يتصل به جاروف حفر صالح للاستعمال فى التربة الرخوة تحت منسوب وقوف المعدة وهى تشبه إلى حد ما مجرفة الحفر الخلفى. 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.

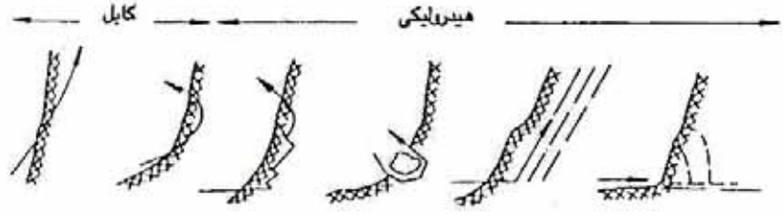
- *حفارات متعددة الأغراض Tractor based Equipment*: وهى حفارات عبارة عن جرارات مصممة بحيث تركب عليها زيادات تمكنها من القيام بعمليات حفر وجرف الأتربة. وهذه الجرارات إما أن تكون عادية على قضبان أو إطارات، وتضاف إليها الأجزاء الخاصة بمعاملة التربة. أو تكون مصممة كوحدة واحدة مع تلك الأجزاء. وتستعمل تلك المعدات 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 سير متصل يحركه 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 طولياً بعرض من ٤٥ سم إلى ١,٨٠ متر وبعمق حتى ٤,٠٠ متر وكذلك بالإمكان أن يحفر حفرا بأبعاد وعمق حسب المطلوب.

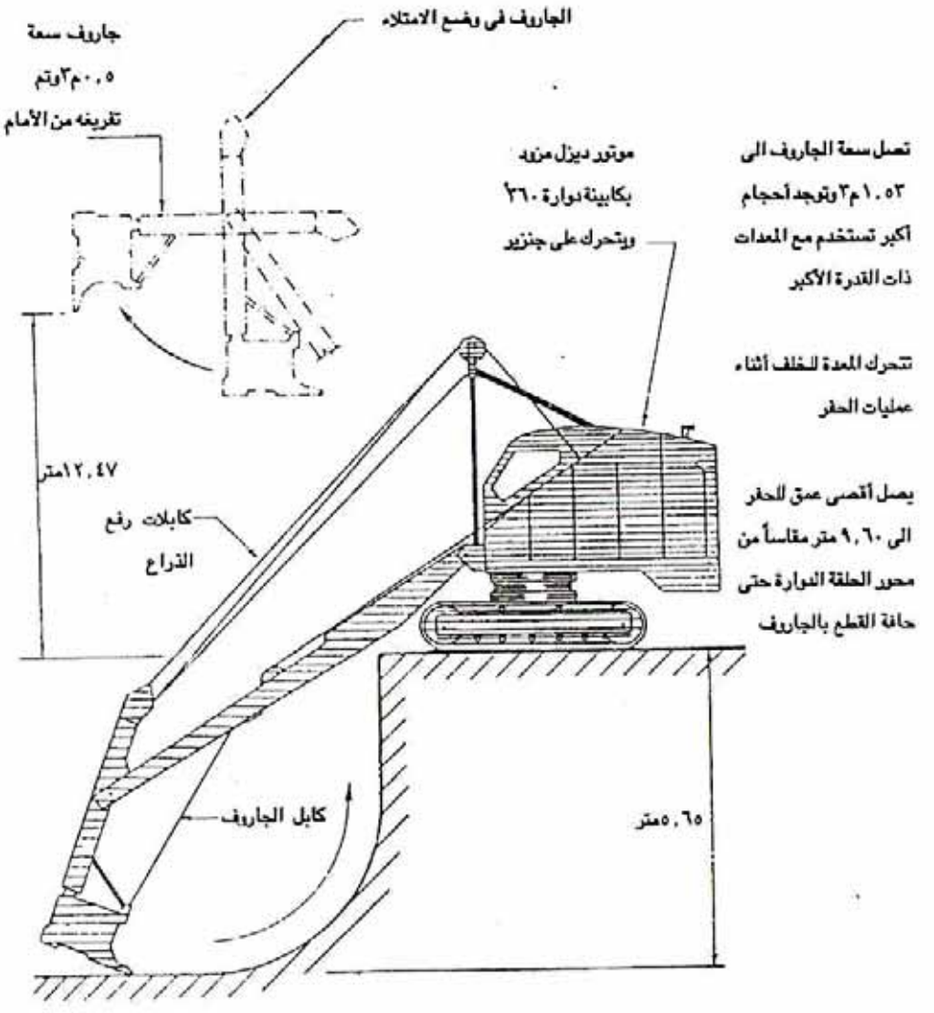


شكل (١٧) حفار ذو جاروف أمامى يعمل هيدروليكيا

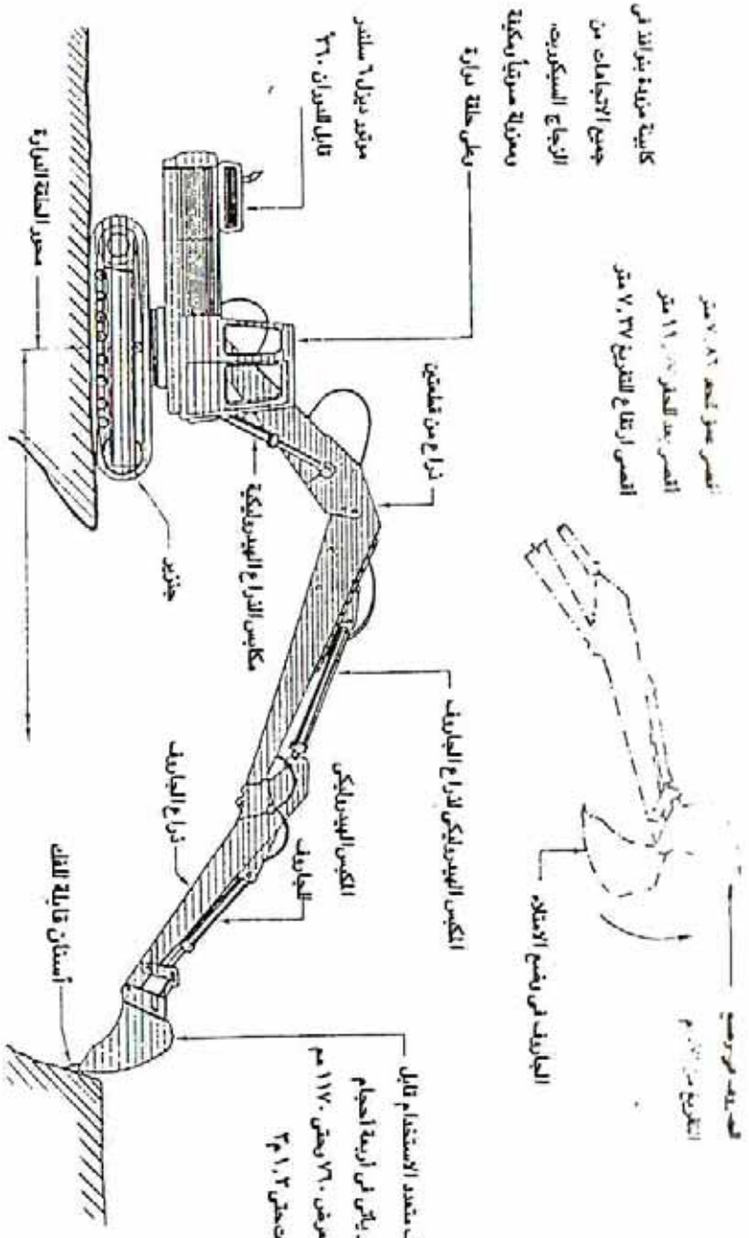


شكل (١٨) البروفيلات الممكنة
باستخدام الحفار ذى الجاروف الأمامى

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

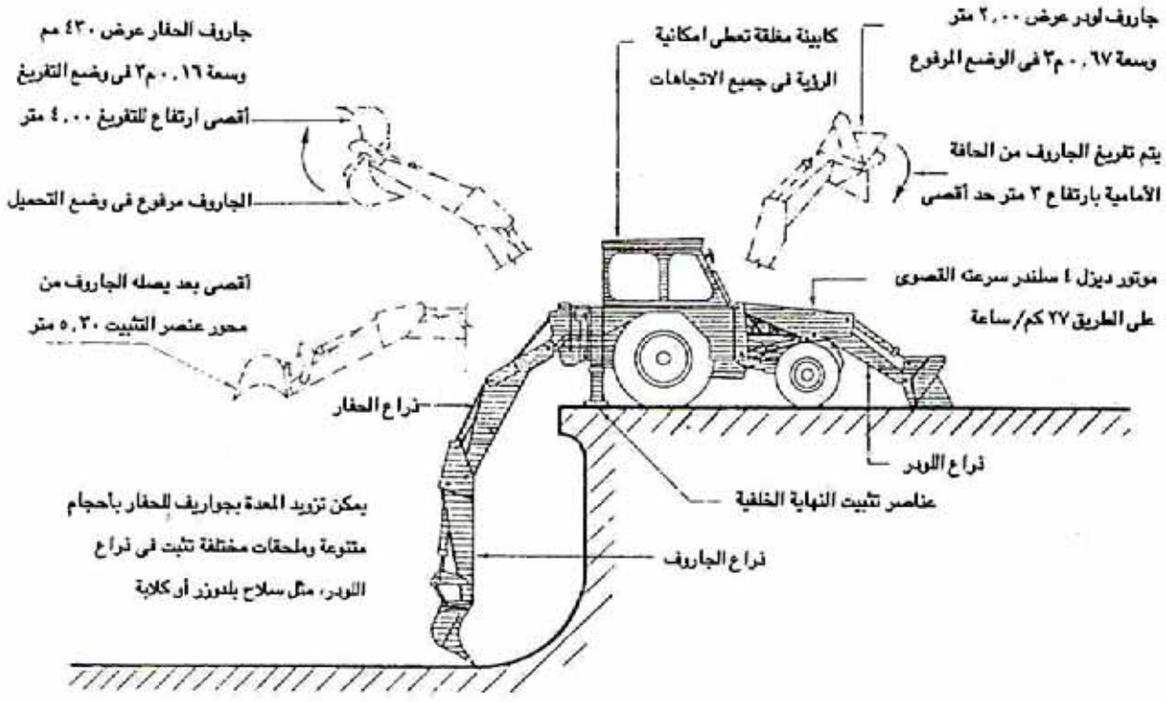


شكل (١٩) حفار ذو جاروف خلفى يعمل بالكابل

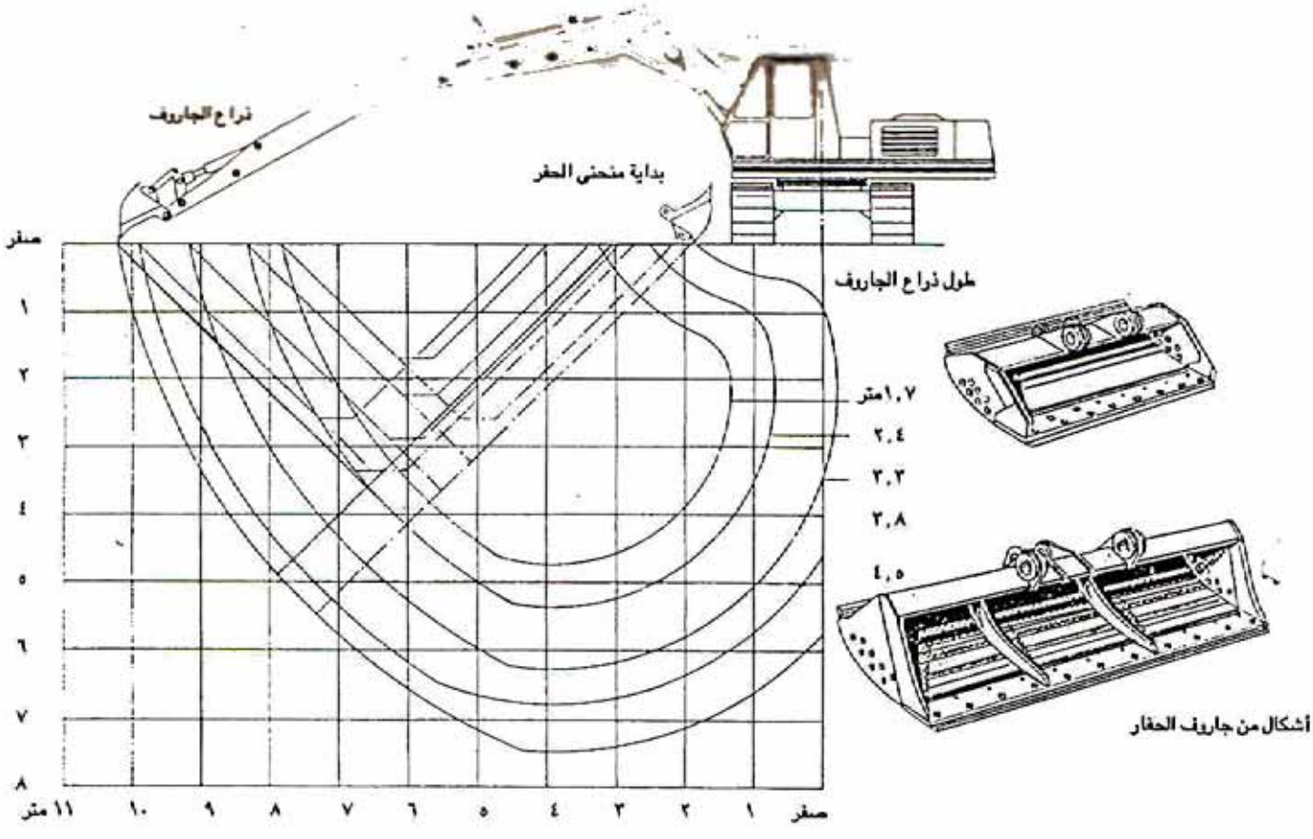


شكل (٢٠) حفار ذو جاروف خلفى يعمل هيدروليكياً

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

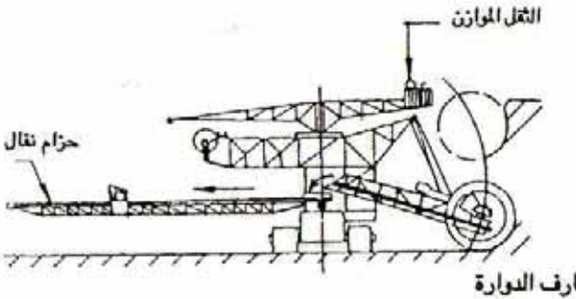


شكل (٢١) امكانيات الحفار : حفار لودر

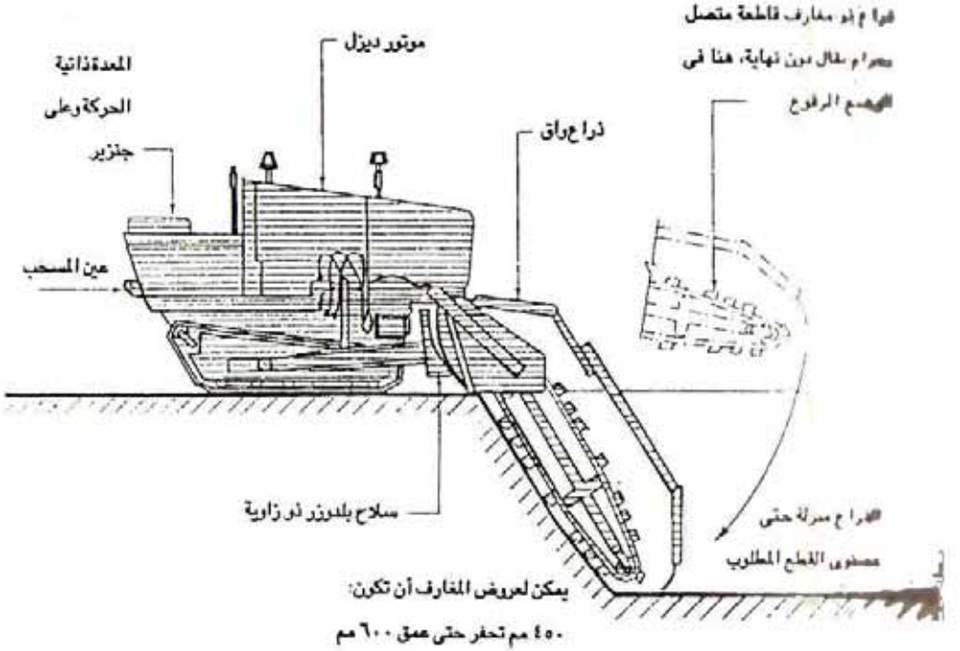


شكل (٢٢) بعض امكانيات الحفار

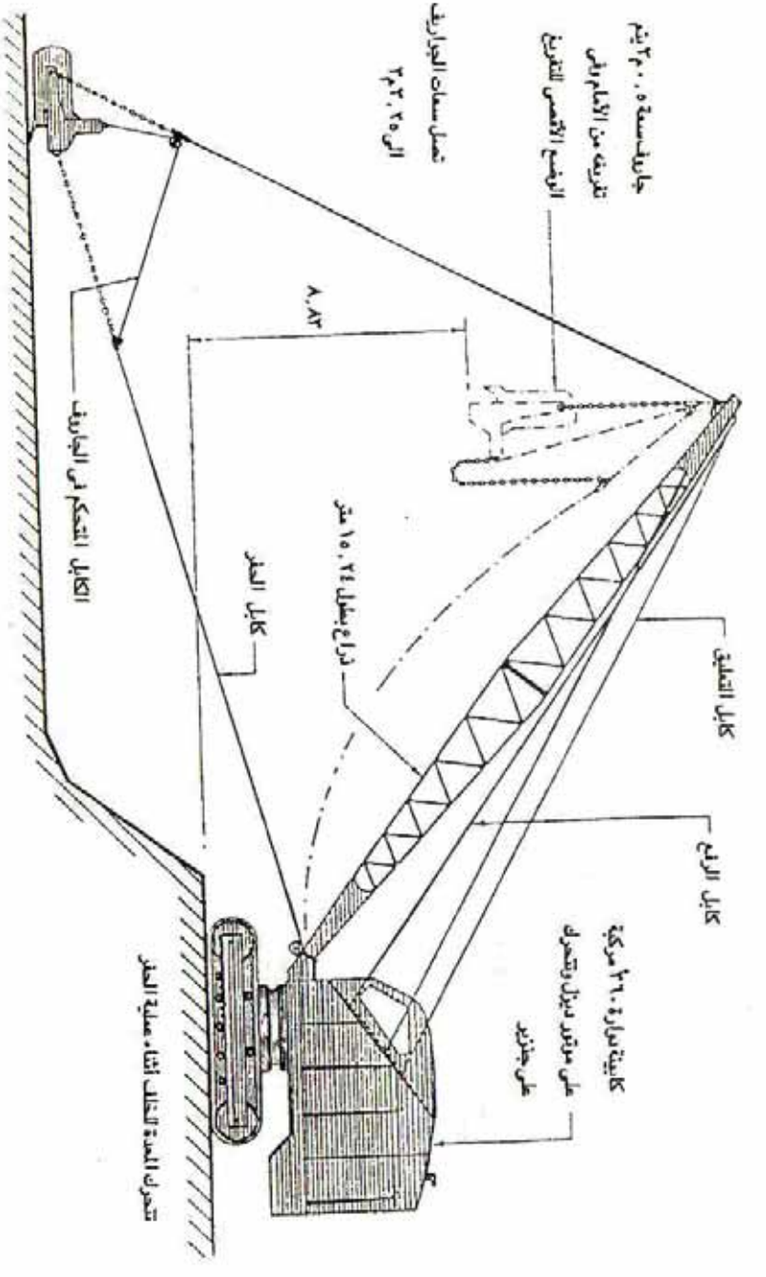
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (٢٤) حفار الخنادق ذو المغارف الدوارة



شكل (٢٥) الشكل التقليدى لحفار الخنادق



شكل (٢٣) الجرافة بالكابل للتربة الرخوة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

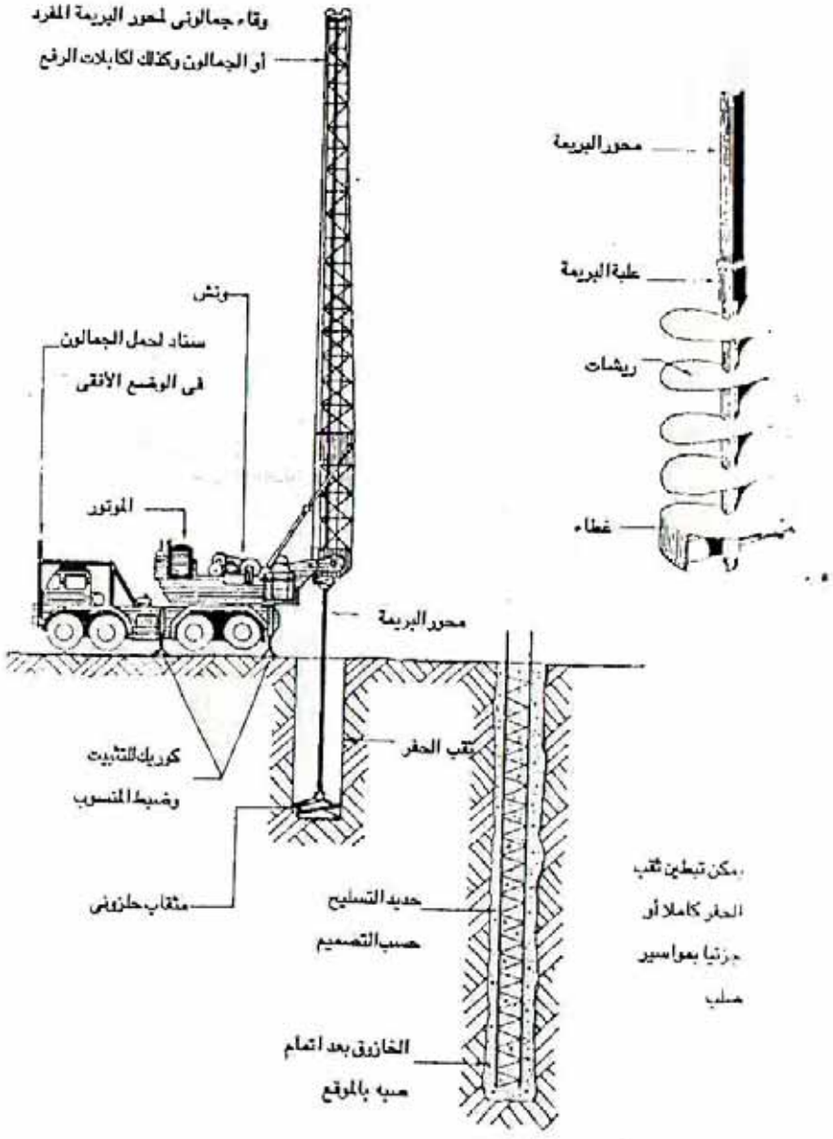
- آلات دق الخوازيق *Piling*

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 الجانبى بين سطح الخازوق وبين تربة الأرض المتماسكة أو على كليهما معاً، وشكل (٢٦) يوضح بريمة حفر الخوازيق المركبة على لورى.

ويتم دفع الخوازيق داخل التربة إما بوساطة الطرق أو بالدفع أو الاهتزاز أو الحفر بالبريمة. وأكثر الأنواع شيوعاً فى الاستعمال هى 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، وفى هذه الحالة يجب أن يتناسب وزن المطرقة وارتفاع سقوطها مع وزن الخازوق وشكل تسليحه، كما يراعى اتخاذ إجراءات احتياطية أخرى حتى لا يتعرض الخازوق للكسر.

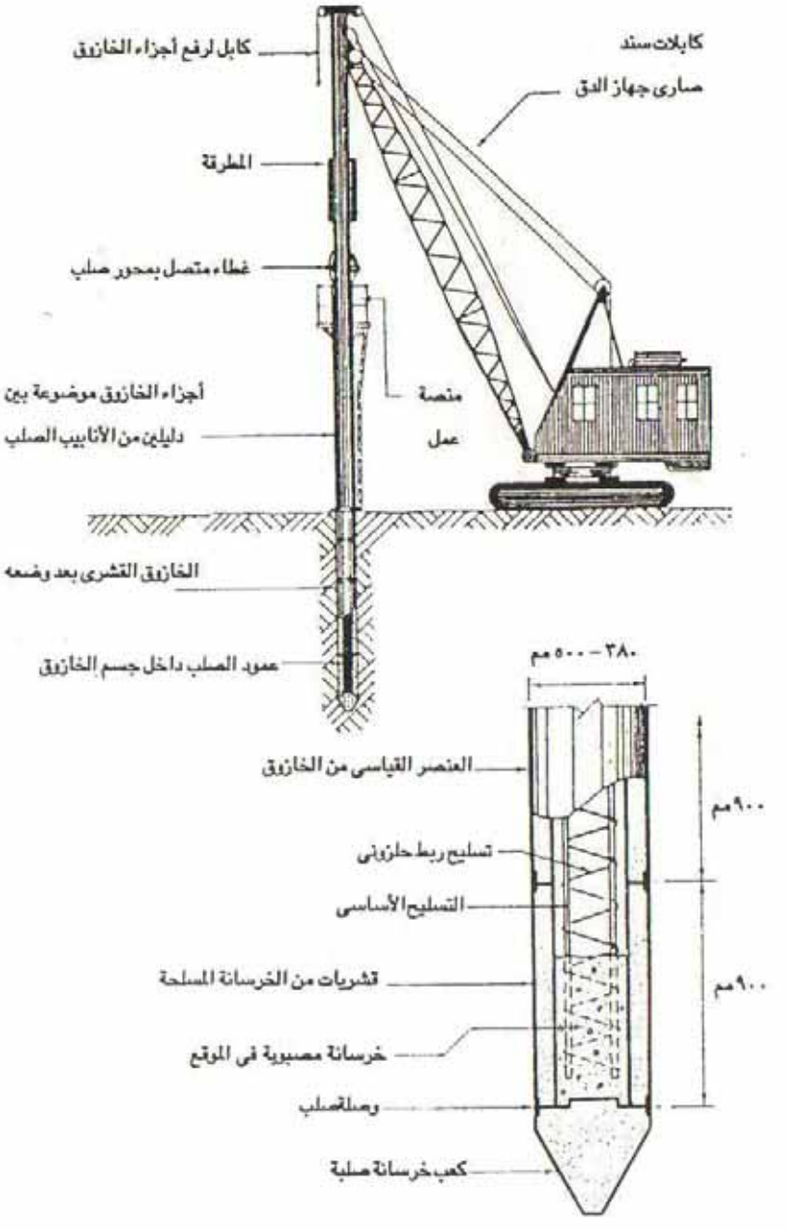
وشكل (٢٧) يبين آلة دق الخوازيق ذات المطرقة، كما تبين الأشكال (٢٨، ٢٩) بعض طرق تنفيذ الخوازيق.

أما النوع الثانى وهى خوازيق البريمة Pile Drill. فمنه ما ينفذ ميكانيكياً باستعمال ونش ميكانيكى مركب عليه بريمة تقوم بعمل ثقب فى باطن الأرض يصل إلى العمق المطلوب، وأثناء رفع البريمة يتم ضخ مونة الرمل والأسمنت مضافاً إليها مادة كيماوية خاصة لتعطى لدونة عالية للخرسانة، وذلك من خلال ماسورة بداخل البريمة. كما يمكن سحب البريمة بعد وصولها إلى العمق المطلوب، ثم صب الخرسانة فى الفراغ الذى أحدثته.

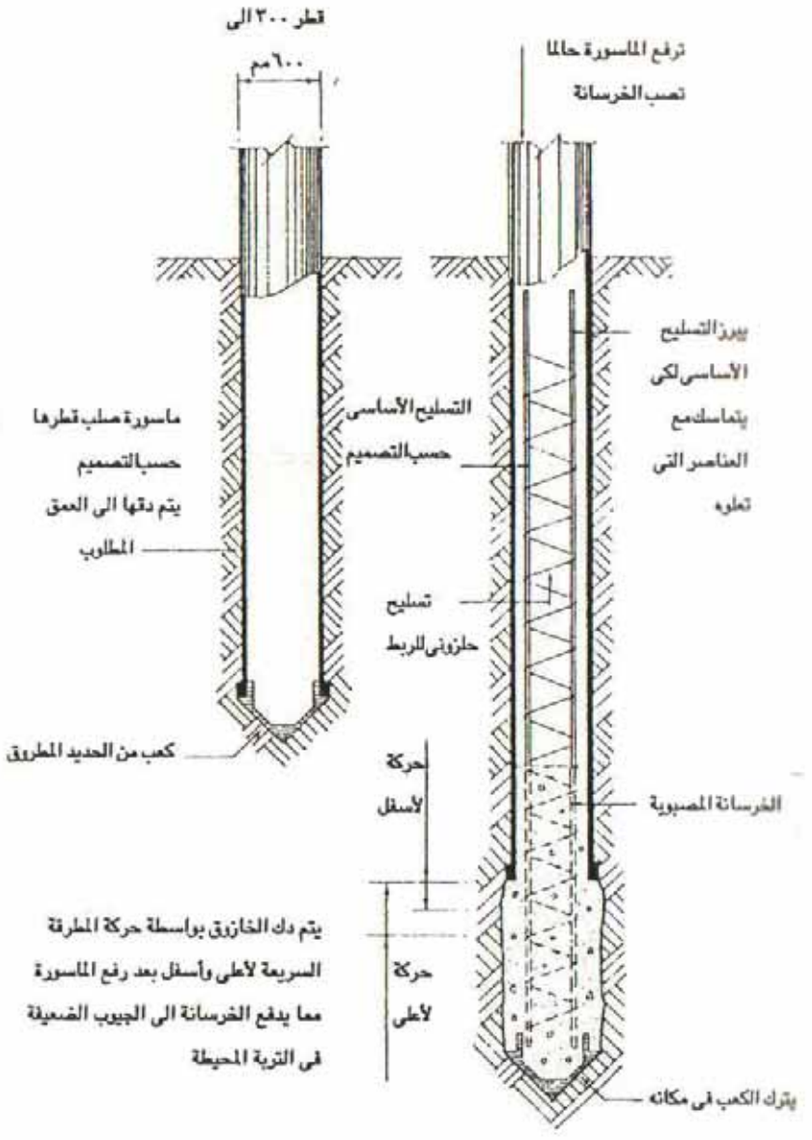


شكل (٢٦) بريمة حفر الخوازيق مركبة على لورى

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (٢٧) خوازيق وست القشرية



شكل (٢٨) خوازيق فيبرو المصبوبة بالموقع

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

يمتاز هذا النوع من الخوازيق (البريمة) بأنه لا يحدث أية اهتزازات تؤثر على المباني القائمة، كما أن الماكينة ذاتية الحركة يمكن انتقالها من مكان إلى آخر بسرعة وسهولة. بالإضافة إلى أن الونش المركب عليه البريمة يمكنه تنفيذ أكثر من خازوق داخل المساحة التى 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 إجمالى تكاليف 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 فى الموقع إلى مكان التشغيل والتركيب.

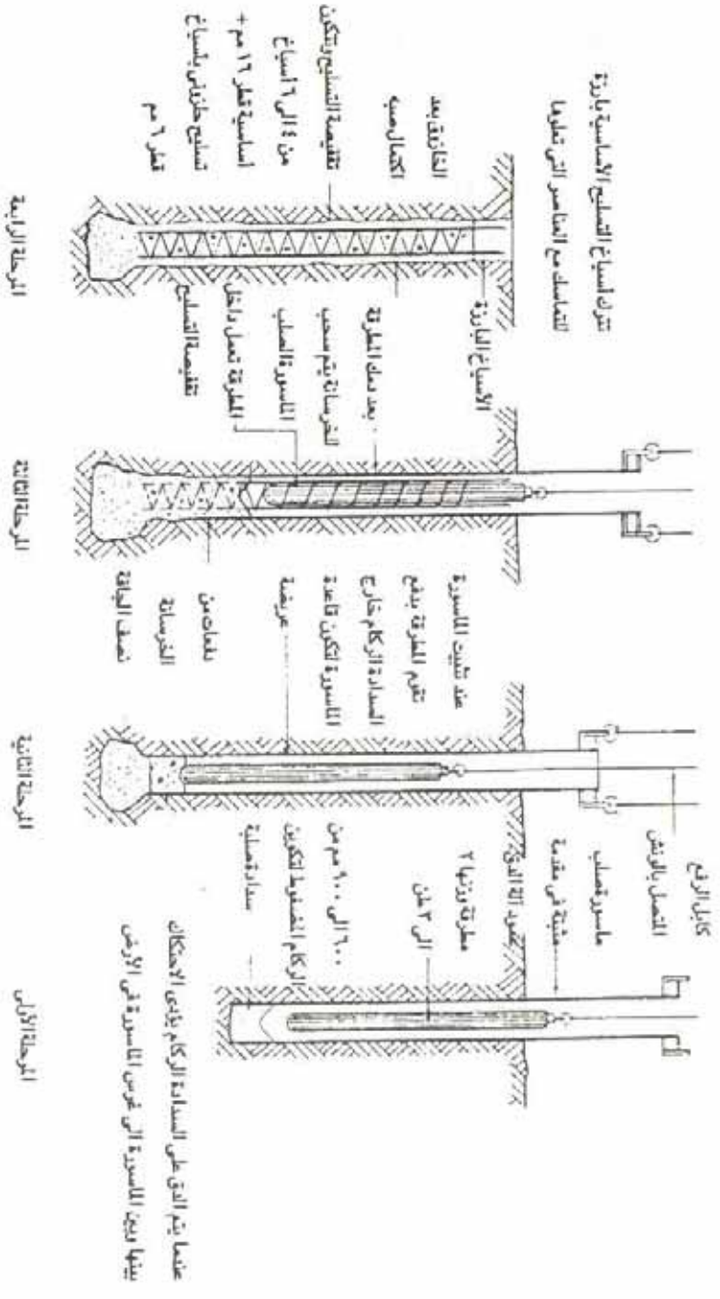
وفى كلتا المرحلتين تكون الحركة المطلوبة إما أفقية أو رأسية أو فى الاتجاهين معاً. ومصطلح" النقل " transportation يطلق أساساً على الحركة الأفقية ولكنه سوف يستخدم هنا ليطلق بصورة أشمل على الحركة الأفقية والتحميل والتفريغ.

وتتوقف العوامل التى تؤثر فى اختيار وسيلة نقل التربة على عدة عوامل أهمها:

- طبيعة الموقع
- حجم المادة المطلوب نقله
- نوع المادة
- المسافة المطلوب قطعها شكل (٣١)
- الزمن المتاح

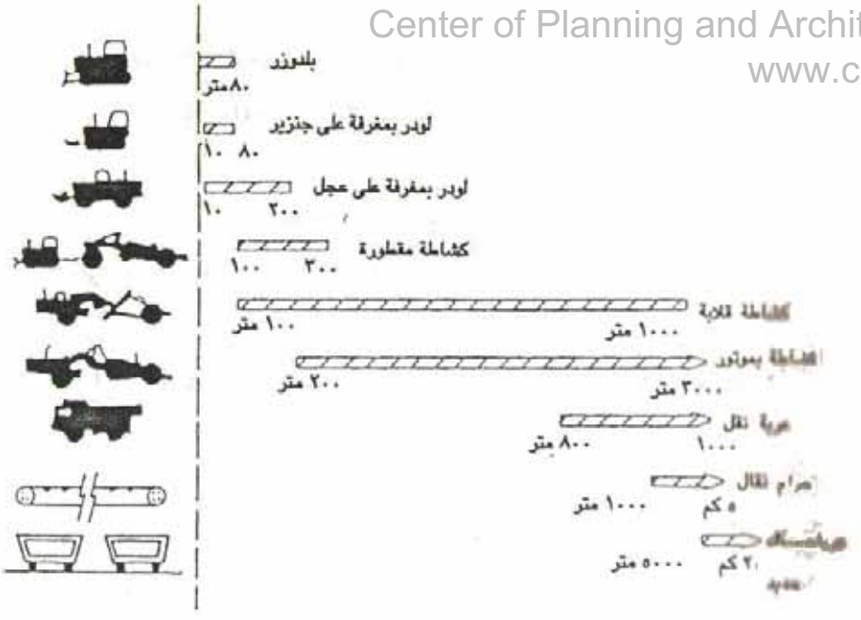
ويضاف إلى ما سبق محددات أخرى مثل:

- هل الطرق التى يتم النقل عليها مرصوفة؟

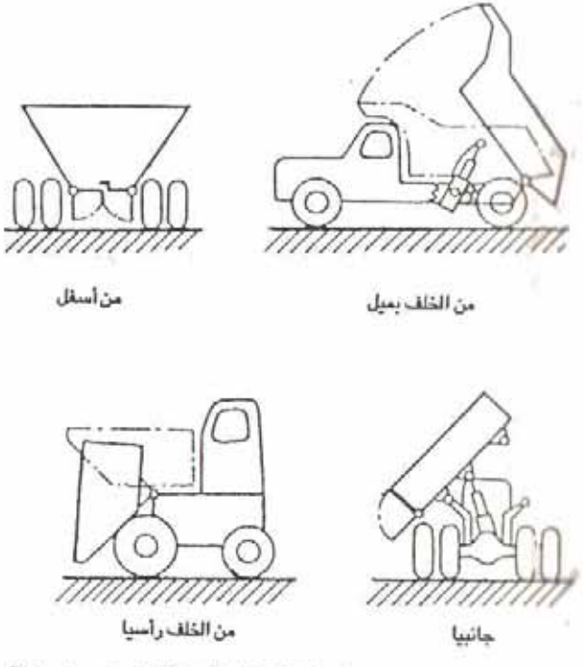


شكل (٢٩) خطوات تنفيذ خوازيق فرانكى بالموقع

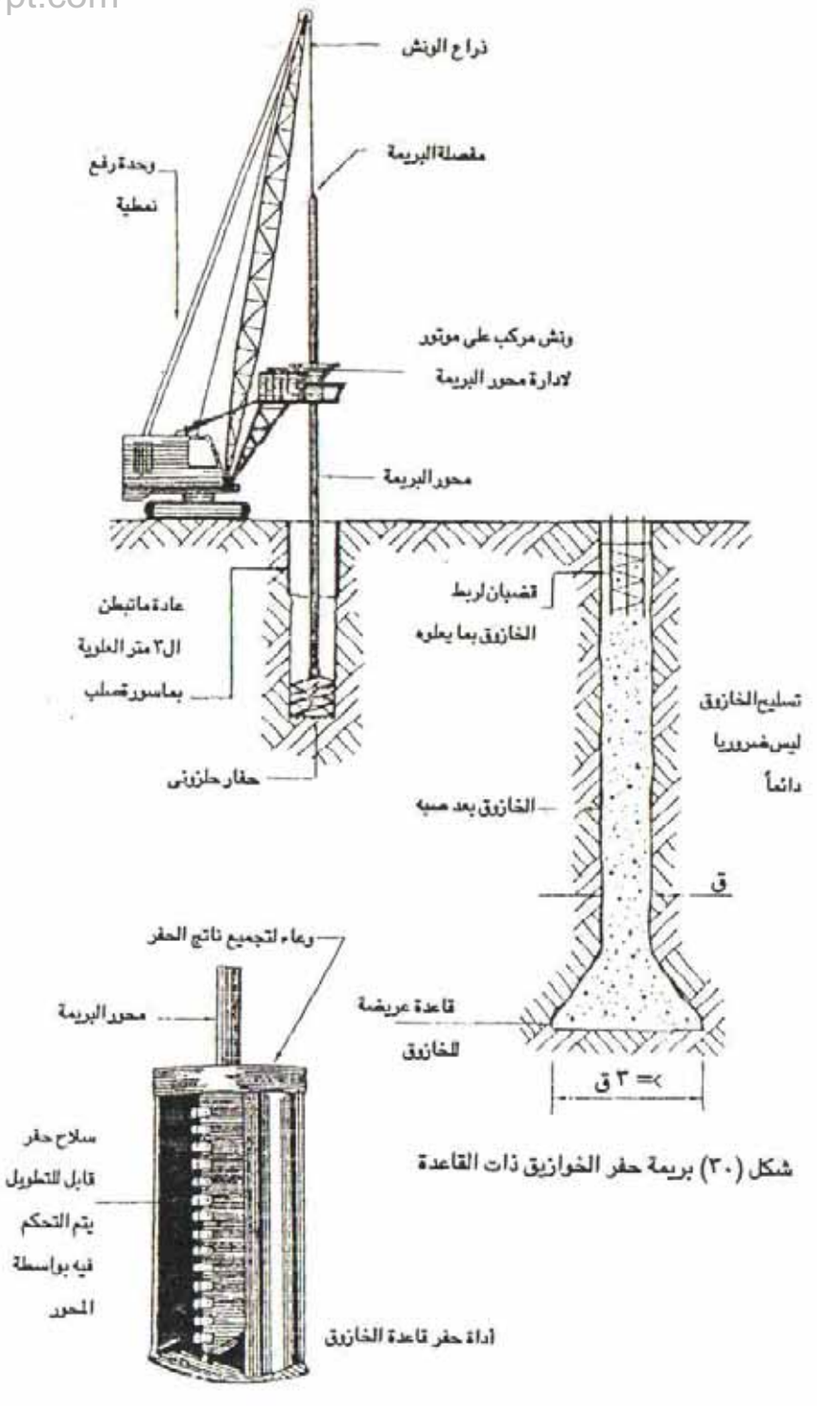
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (٣١) نقل نواتج الحفر



شكل (٣٢) الأشكال المختلفة لتفريغ صندوق اللورى



شكل (٣٠) بريمة حفر الخوازيق ذات القاعدة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

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

١- معدات النقل أفقياً *Horizental Transporting Plant*

١- *اللوارى والشاحنات Lorries & Trucks*

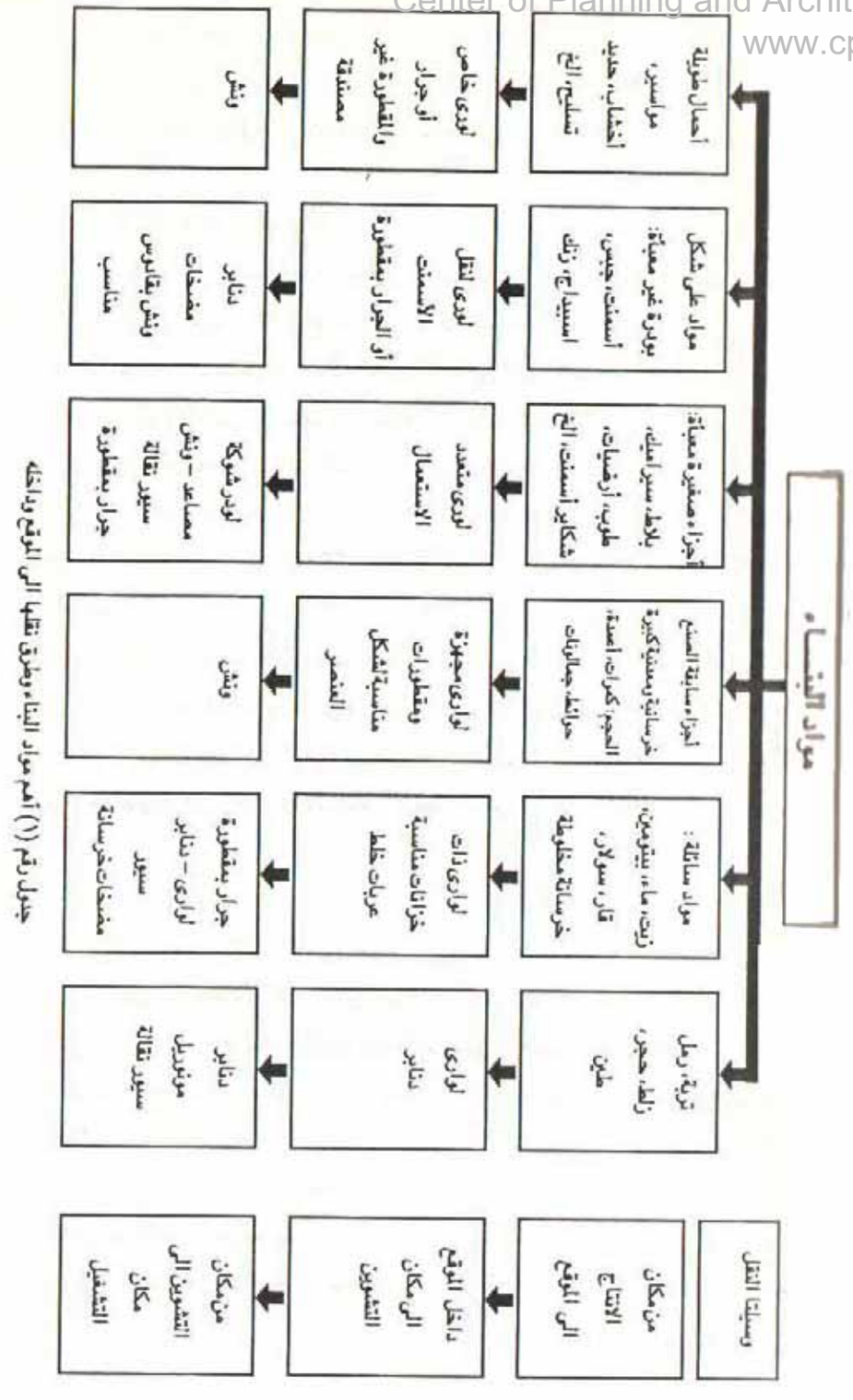
عادة ماتتم عملية نقل العمال والمواد والمعدات بوساطة عربات لورى مجهزة بطريقة مناسبة تتراوح أحجامها من "البيك أب" الصغيرة إلى الأحجام الضخمة. ومعظم تلك العربات ذات موتور يعمل بالديزل، وذلك لتقليل التكاليف.

وتستعمل عربات النقل أو اللوارى ليس فقط فى عمليات النقل العادية بل يمتد استعمالها لتكون أساساً تركب عليه معدات التشغيل المختلفة مثل الأوناش ومعدات الحفر والتثقيب والطبالى مختلفة الأغراض. وتبعاً للاستخدام يمكن تصنيف اللوارى إلى لوارى ذات جوانب متحركة، ولوارى قلابة، ولوارى ذات أغراض خاصة؛ مثل نقل الأسمنت وخزانات (تانكات) المواد السائلة وعناصر المبانى الجاهزة...إلخ وتعتبر اللوارى القلابة أكثر الأنواع شيوعاً فى الاستعمال فى أعمال البناء، حيث يبلغ استعمالها ٦٠٪ وذلك لنقل جميع المواد غير المعبأة، وتوجد منها الأنواع التالية (شكل ٣٢)

ا- لوارى ذات قلاب يفتح من أسفل Bottom-dump Trucks وهى تستعمل عندما يكون المراد هو تفريغ الحمولة فى قمع أو فى مكان محدود.

ب- لوارى ذات قلاب خلفى Rear dump أو لوارى ذات قلاب أمامى Front dump؛ حيث صندوق الحمولة مركب أمام كابينة السائق.

جـ- لوارى ذات قلاب جانبى Side dump Trucks؛ وهى تستعمل عندما يكون تفريغ الحمولة مطلوباً فى مكان به حركة مرور ثقيلة



جدول رقم (١) أهم مواد البناء وطرق نقلها الى الموقع وداخله

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

ومستمرة.

د- لوارى ذات جوانب متحركة Side dumping Lorries

وغالباً ما تعمل قلابات اللوارى بضغط الزيت.

٢- الجرارات *Tractors*

تكون الجرارات إما على جنزير (كاتينة) أو على عجل (إطارات كاوتشوك). 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.

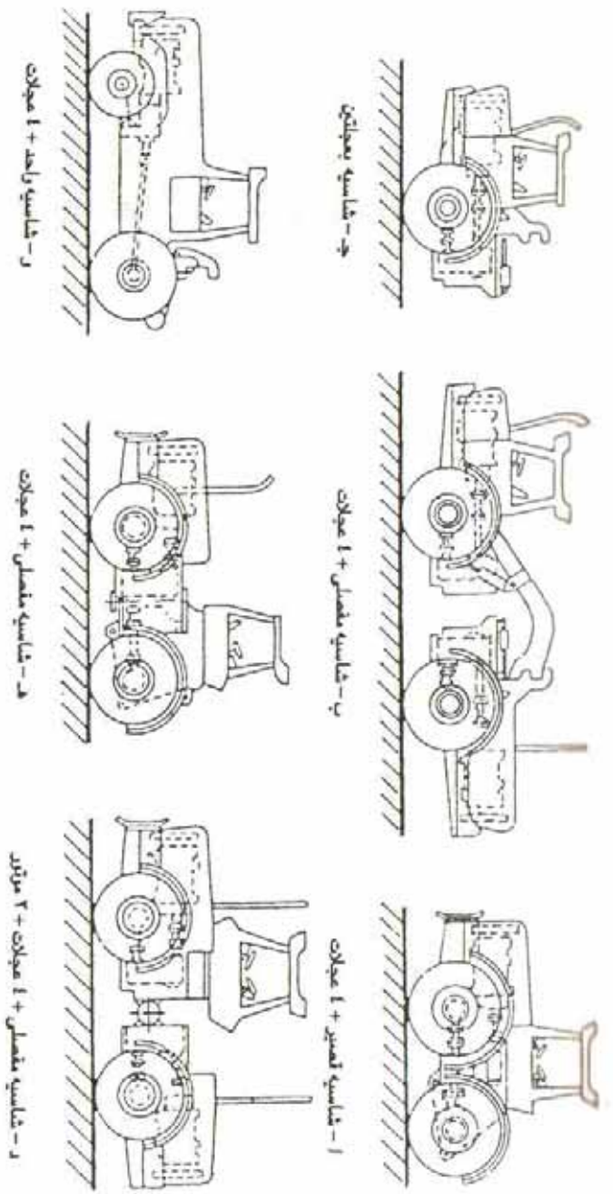
ويمكن تصنيف الجرارات إلى جرارات ذات استخدام عام، وجرارات زراعية وجرارات خاصة بالمحاجر. وتستعمل جرارات خاصة صغيرة الحجم لتركب عليها معدات مختلفة للتشغيل، وشكل (٣٣) يوضح أشكالاً مختلفة من الجرارات ذات الأحجام المختلفة.

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

٣- الدنابر *Dumpers*

وهى مخصصة لنقل المواد غير المعبأة مثل نواتج الحفر والأحجار ومكونات الخوسانة، ويمكن استعمالها أيضاً فى نقل الأجهزة الصحية وأجزاء الشدات والطوب...إلخ. وهى تعمل إما بالديزل أو الكيروسين العادى، وذلك فى الأحجام الصغيرة (سعة ٥ إلى ١٤ قدم٣). وتتكون هذه الأحجام من ثلاث عجلات يتحكم فى حركتها عامل يسير على قدميه. وهى تستعمل حتى فى المواقع غير الممهدة بين المبانى المختلفة فى الموقع نظراً لصغر حجمها والسهولة فى المناورة.

أما الأحجام الأكبر (سعة حتى ٧ ياردة٣) فلها أربع عجلات ومزودة بمقعد



شكل (٣٣) الأشكال الأساسية للجرارات

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

٤- المونوريل *Monorail Transport* (شكل ٣٨)

وهى عربات صغيرة متصلة تجرى على قضيب مفرد Monorail، ووظيفتها الأساسية هى 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 كهربائى، ويتم التحكم فى حركتها عند نهاية الخط. وهى تستعمل لنقل جميع الأحمال الصغيرة مثل نواتج الرمل من مكان الحفر إلى معدات النقل، وكذلك الخرسانة من مكان الخلط إلى موضع الصب.

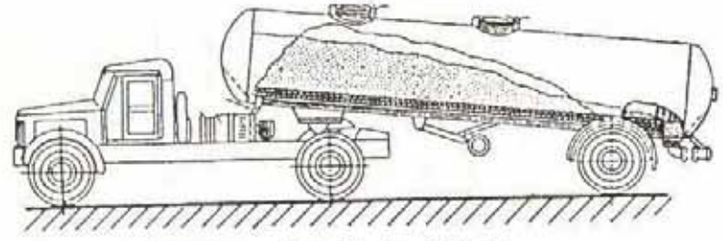
٦- مضخات وأنابيب نقل الخرسانة *Concrete Pumps and Placers*

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

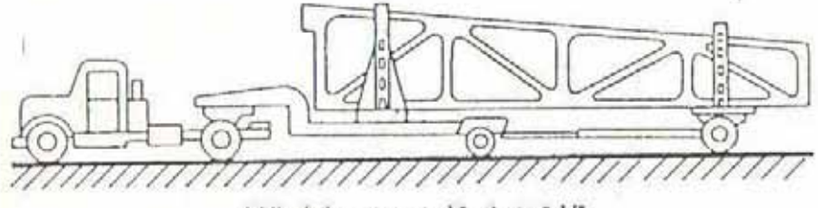
وإما أن تعمل بضغط الهواء حيث تدفع الخرسانة داخل الأنابيب لتخرج على دفعات، وتبقى الأنابيب فارغة معظم الوقت شكل (٤١)

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

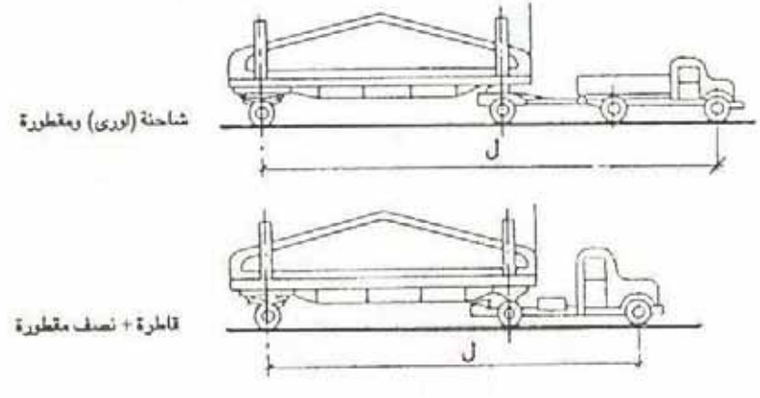
يسحب الأسمنت من القمع إلى حلزون التغذية الذى يدور بسرعة ١٠٠٠ لفة/دقيقة ثم إلى فراغ مخصوص حيث يسحب بالشفط إلى ماسورة الخروج ويمكن نقله أفقياً بهذه الطريقة حتى مسافة ١٥٠٠ متر، ورأسياً حتى ارتفاع ٣٠ متر. ويبلغ قطر ماسورة خروج الأسمنت ٣٠-٢٠٠ مم.



شكل (٣٤) شاحنة (تريلله) بخزان لنقل الأسمنت

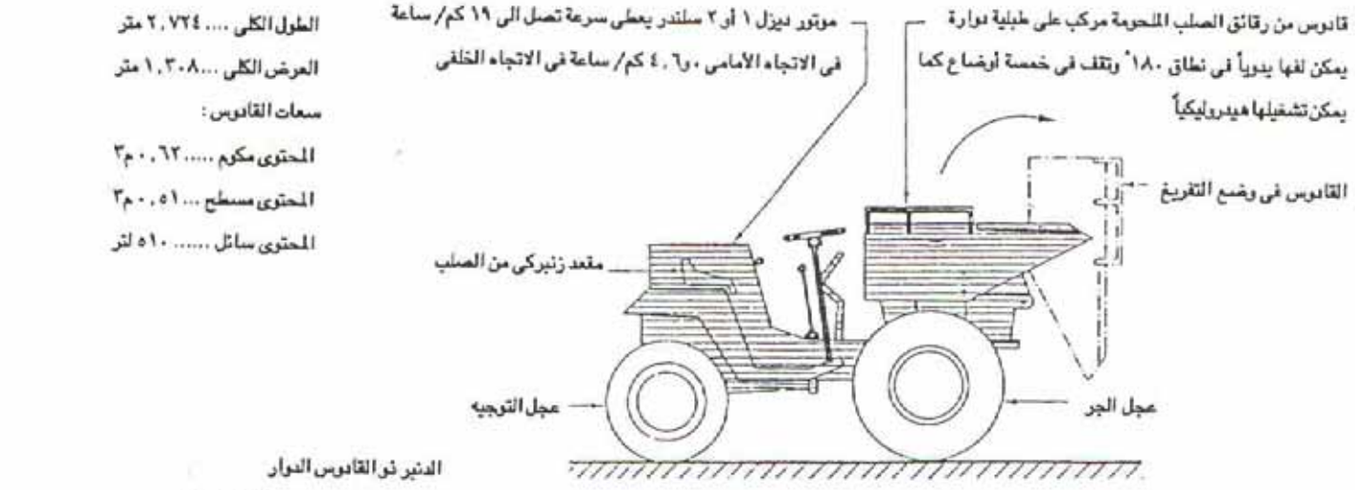


قاطرة + نصف مقطورة مزودة بجزء لزيادة الطول



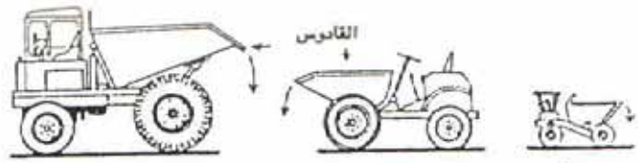
شكل (٣٥) بعض طرق نقل عناصر سابقة الصنع على مقطورات

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

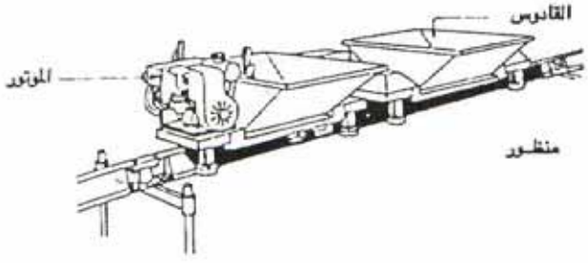


شكل (٣٦) دنابر بموتور ديزل

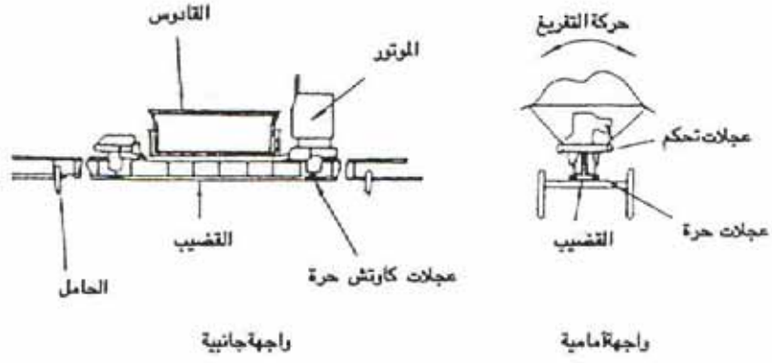
شكل (٣٧) تدرج فى أحجام (القلابات) الدنابر



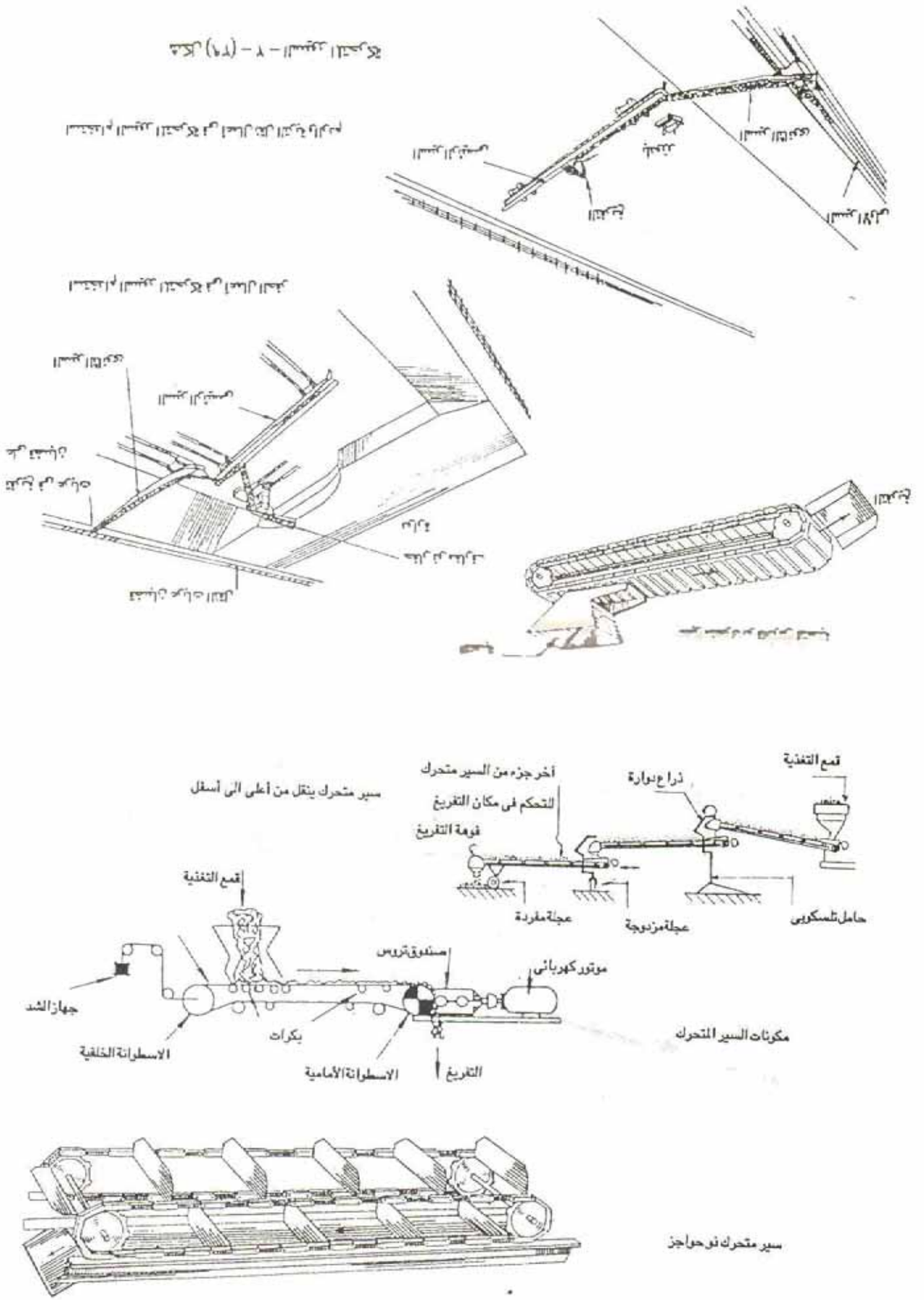
قلاب خاص بالطرق السريعة — قلاب للموقع — قلاب (دنبر) صغير بموتور



شكل (٣٨) المونوريـــل



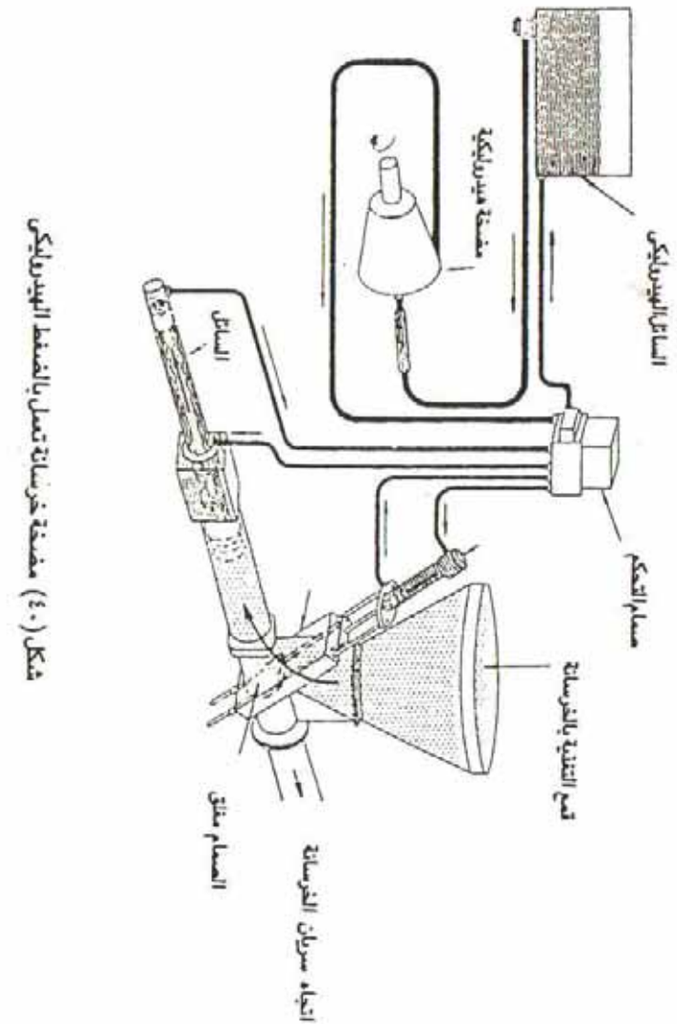
واجهة جانبية — واجهة أمامية



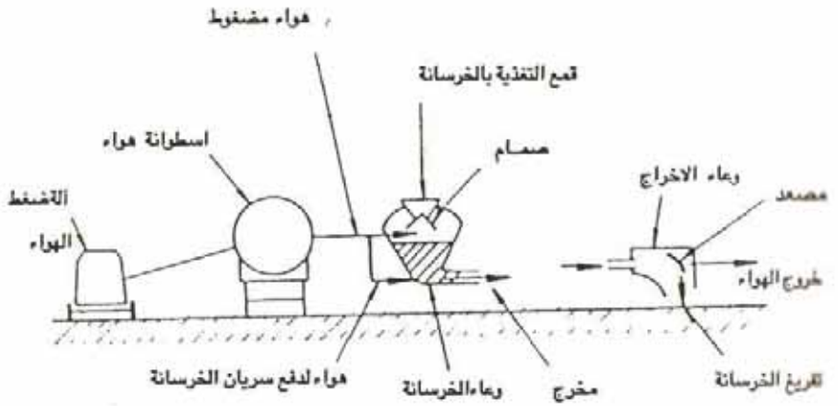
شكل (٣٩) – ١ – السيور المتحركة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

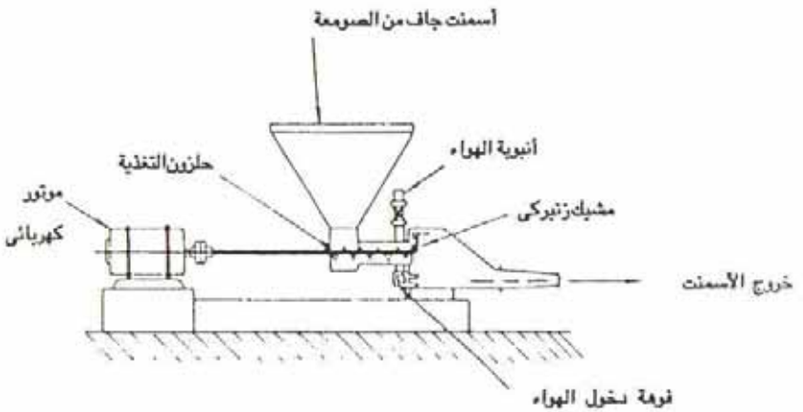
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (٤٠) مضخة خرسانة تعمل بالضغط الهيدروليكي



شكل (٤١) مضخة خرسانة تعمل بضغط الهواء



شكل (٤٢) مضخة لنقل الأسمنت البودرة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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:

الشوكة Fork lift loader؛ وهى خاصة بتحميل المواد المعبأة فى صناديق والشكاير والطوب المجمع فى بالات...إلخ.

واللوادر ذات المغرفة Scooping Loader؛ وهى خاصة بتحميل المواد غير المعبأة.

أما معدات التفريغ فهناك الميكانيكية منها Power unloader، وتلك التى تعمل بضغط الهواء Pneumatic unloader وهى تستخدم فى تفريغ الرمل والزلط وكسر الحجر والأسمنت من عربات السكك الحديدية.

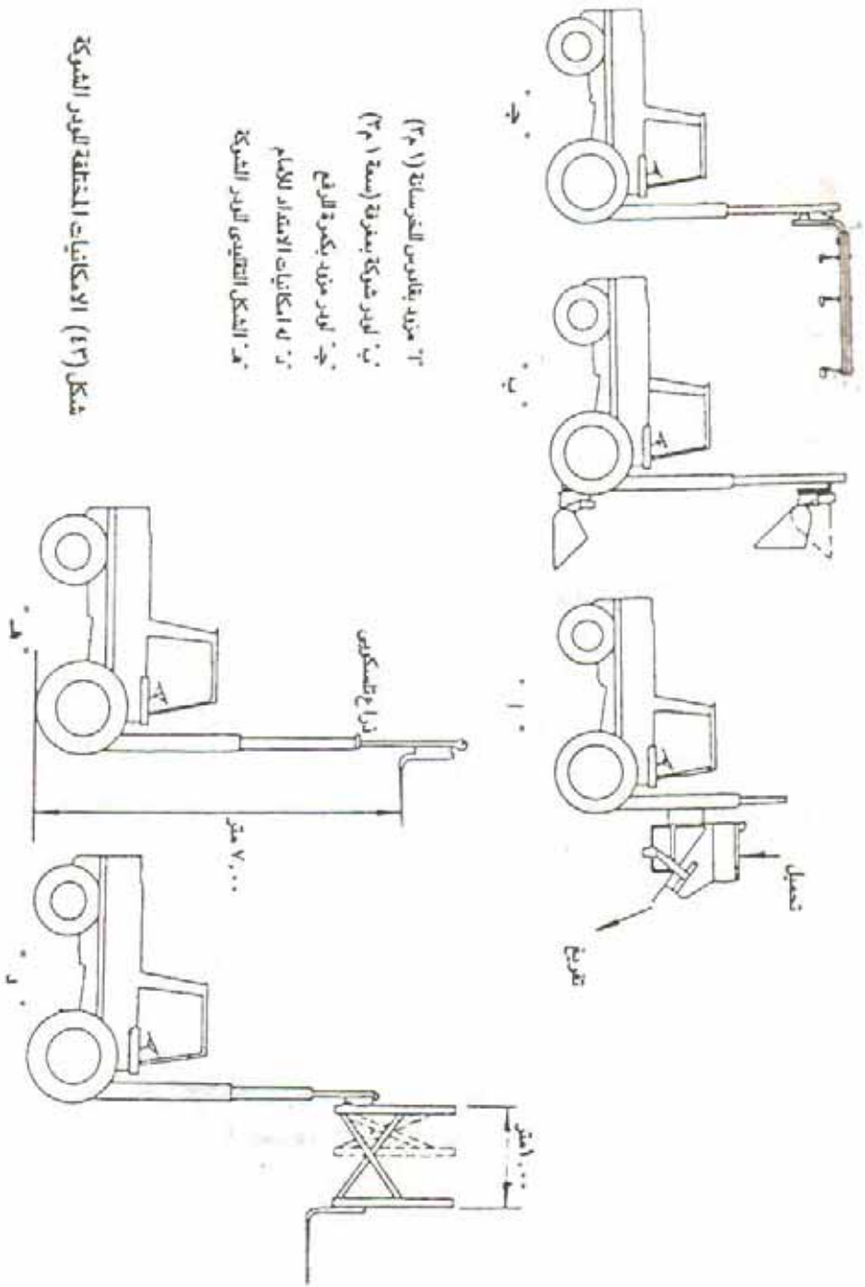
١- اللودر الشوكة *Fork lift Loader* (شكل ٤٣)

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

ويمكن أن يصل وزن الأحمال التى ترفعها الشوكة من ٣إلى٥ أطنان وارتفاع الحركة حتى ٦ أمتار، وتبلغ سرعة الرفع بها ٣ إلى ٥٠ متر/دقيقة وهى محملة، وتبلغ سرعة السير بها ٢٠ كلم/ساعة وهى محملة و٤٠ كلم/ساعة وهى فارغة.

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

ويختلف شكل الشوكة باختلاف الأحمال المطلوب رفعها، كما يمكن أن تزود بجاروف Shovel ليمكنها 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.



شكل (٤٣) الامكانيات المختلفة للودر الشوكة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

٢- اللوادر ذات المغرفة *Scooping Loaders*

- اللوادر أحادية المغرفة Single bucket Loaders

وهى تستخدم فى كافة أغراض التحميل، ومُعَدَّةٌ لتناسب الظروف المختلفة، وهى تسير إما على عجل أو على جنزير. ويعتبر النوع الأول أكثر سرعة وقدرة على المناورة من النوع الثانى، كما أنه لا يشكل خطراً على رصف الطرق التى يسير عليها.

أما النوع الثانى (الجنزير) فيقوم بتوزيع الأحمال ويستعمل حيث تكون التربة رخوة ولا يخشى عليها من آثار الجنزير.

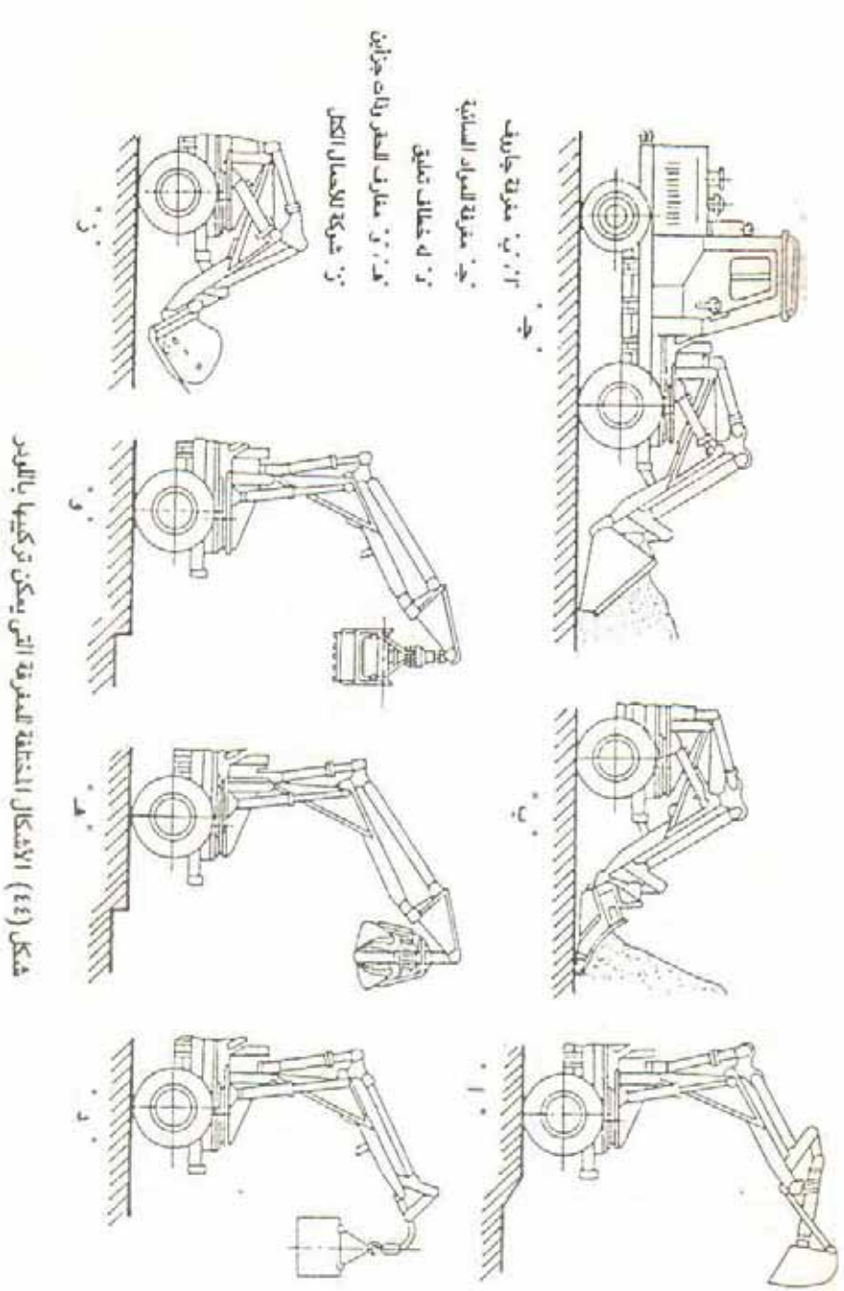
ويقوم اللودر بميكنة عملية التحميل والإنشاء، وذلك بتغيير الملحقات Attachment وأهمها الجاروف (أو القادوس) Bucket وشكل (٤٤، ٤٥) يوضح أهم أشكال تلك الملحقات. وينقسم هذا النوع من اللوادرإلى خفيف تصل قدرة رفعه إلى طِنَّيْن، ومتوسط بقدرة ٤ أطنان وثقيل بقدرة تصل إلى عشرة أطنان.

- اللوادر متعددة المغارف Multi-bucket Loaders

وهى ذات حركة مستمرة وتستخدم فى المشاريع الضخمة مثل إنشاء الطرق والأعمال التى تتطلب تحميلاً متواصلاً، وتصل فاعليتها من ٤٠إلى٦٠٪ أكثر من اللوادر أحادية المغرفة.

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

شكل (٤٦) لودر متعدد المغارف



شكل (٤٤) الأشكال المختلفة للمغرفة التى يمكن تركيبها بالودر

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

يمينه ويساره. وعند دوران الخط تنتقل المواد إلى الأجرفة من خلال عملية الغرف ويساعد على ذلك وجود مكشطة أسفل الخط (فى بدايته).

وعادة مايكون تفريغ الأحمال على سيور نقالة تنقلها بدورها إلى اللوارى، أو وسيلة النقل خارج الموقع.

٣- معدات التفريغ الميكانيكية *Power unloaders*

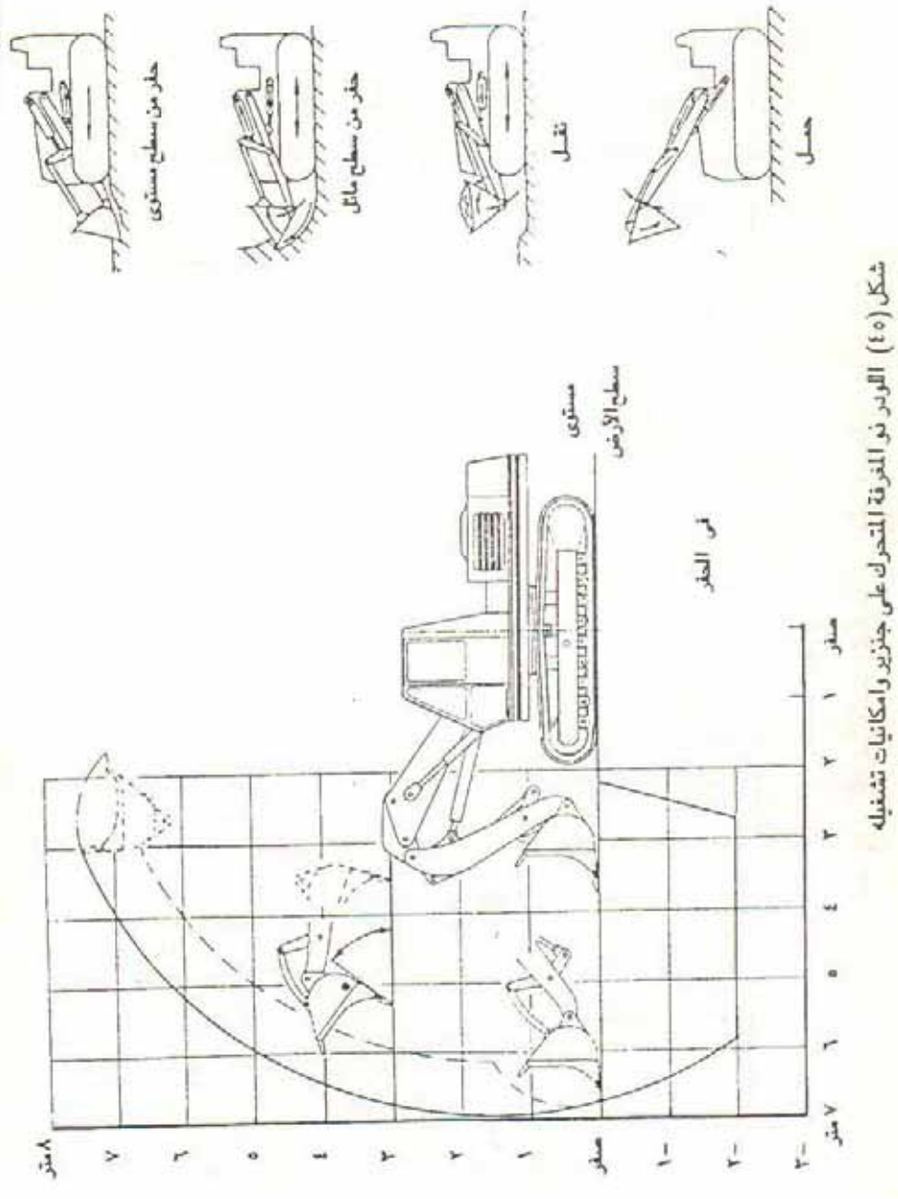
وهى تستعمل على المقياس الكبير فى تفريغ الشاحنات غير المغطاة المحملة بالرمل أو الزلط أو كسر الحجر (شكل ٤٧).

ويتكون الجهازمن إطار جمالونى ذاتى الحركة على عجل أو قضبان حديدية، معلق فيه اثنتان من الروافع ذات المغارف Bucket elevators. ويتصل بهذه المجموعة سير متحرك آخر Belt Conveyor لنقل الأتربة إلى سير التفريغ. وتتم عملية التفريغ كالتالى:

تقف الشاحنة المرغوب تفريغها 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 لتفريغه. 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 التفريغ Dumping belt Conveyer بنقل المواد حتى مسافة ٢٠إلى٢٥ متراً من الشاحنة المطلوب تفريغها، كما يمكن أن يتحرك بزاوية تصل إلى ٢٠°، وذلك لإمكانية تكديس المواد إلى ارتفاع يصل من ٨إلى٩ أمتار. تبلغ قدرة التفريغ لتلك المعدة من ٣٠٠إلى ٤٥٠ طن/ساعة.

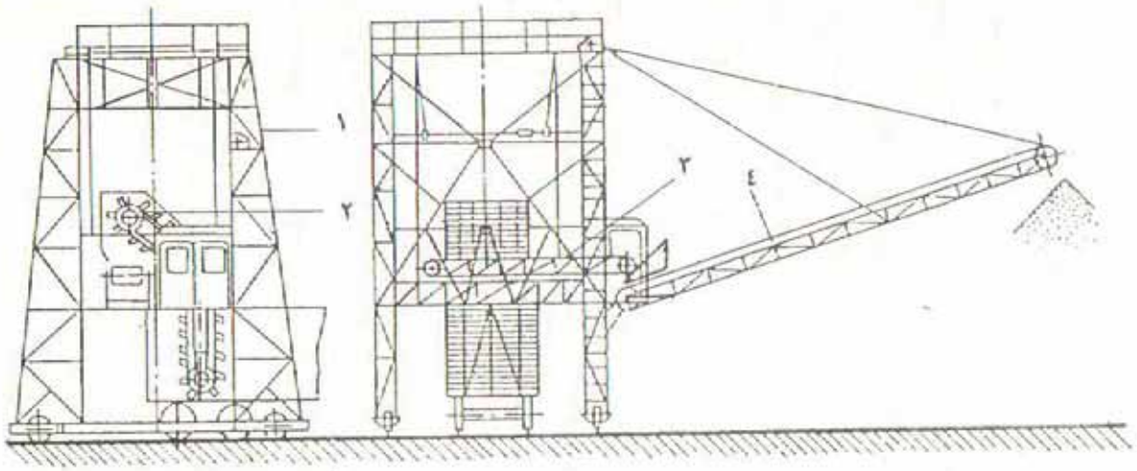
٤- معدات تفريغ تعمل بشفط الهواء *Pneumatic Unloaders* (شكل ٤٨)

وهى تقوم بتفريغ من ٢٠إلى٥٠ طن/ساعة. وتبلغ المسافة التى تنقل إليها



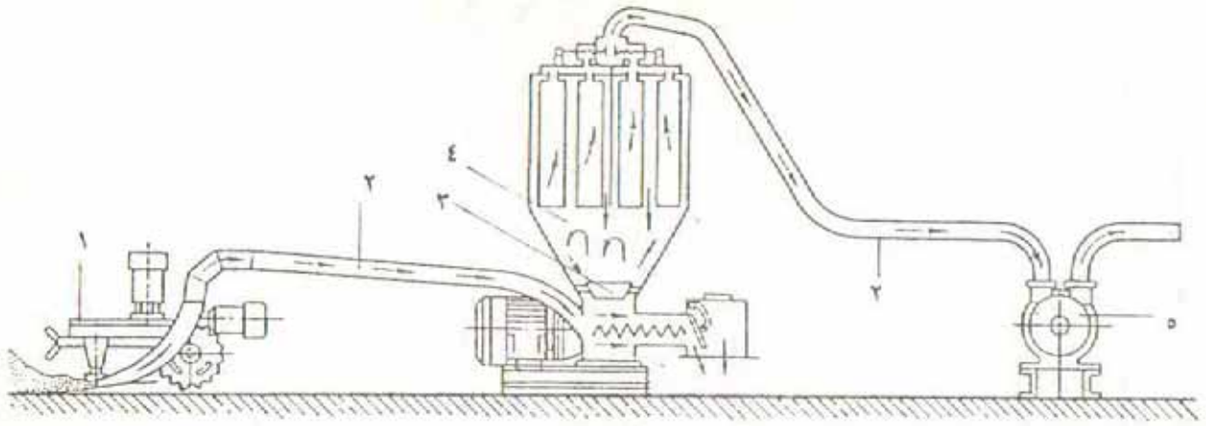
شكل (٤٥) اللودر ذو القرة المتحرك على جنزير وامكانيات تشغيله

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



١ – اطار جمالونى متحرك ذاتيا
٢ – رافعة متعددة المغارف
٣ – سير متحرك أفقى
٤ – سير متحرك مائل

شكل (٤٧) معدة التفريغ الميكانيكية



١ – فوهة الشفط
٢ – أنابيب شفط المادة السائبة
٣ – بوابة
٤ – غرفة تجميع المادة
٥ – مضخة شفط

شكل (٤٨) معدة تفريغ بشفط الهواء

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

المواد المطلوب تفريغها من ١٢إلى ٤٠ متراً، ويصل ارتفاع التخزين إلى٣٥ متراً، وفكرة التشغيل بها هى نفس فكرة المكنسة 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 والتى مازالت أنواع منها تستخدم حتى الوقت الحالى. وقد تأثرت معدات الرفع -مثلها مثل معدات النقل- باختراع الآلة البخارية التى زادت من قدرة هذه المعدات، وتزايدت هذه القدرة والإمكانية أكثر باستخدام الموتورات الكهربائية أو التى تعمل بالديزل أو بالهواء المضغوط. ومن أهم المعدات التى تستخدم حالياً فى عمليات الرفع؛ الأوناش والمصاعد والسيور.

١- *الأوناش Cranes*

يمكن تعريف الونش بأنه معدة أو آلة لرفع الأحمال بوساطة 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 كمرة 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.

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

ا- الأوناش المتحركة Mobile Cranes

ب- الأوناش الثابتة Satic or Stationary Cranes

جـ- الأوناش البرجية Tower Cranes

ويمكن تناول هذه الأنواع بالشرح وإيضاح مجالات وإمكانيات استخدامها كالتالى:-

ا- 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

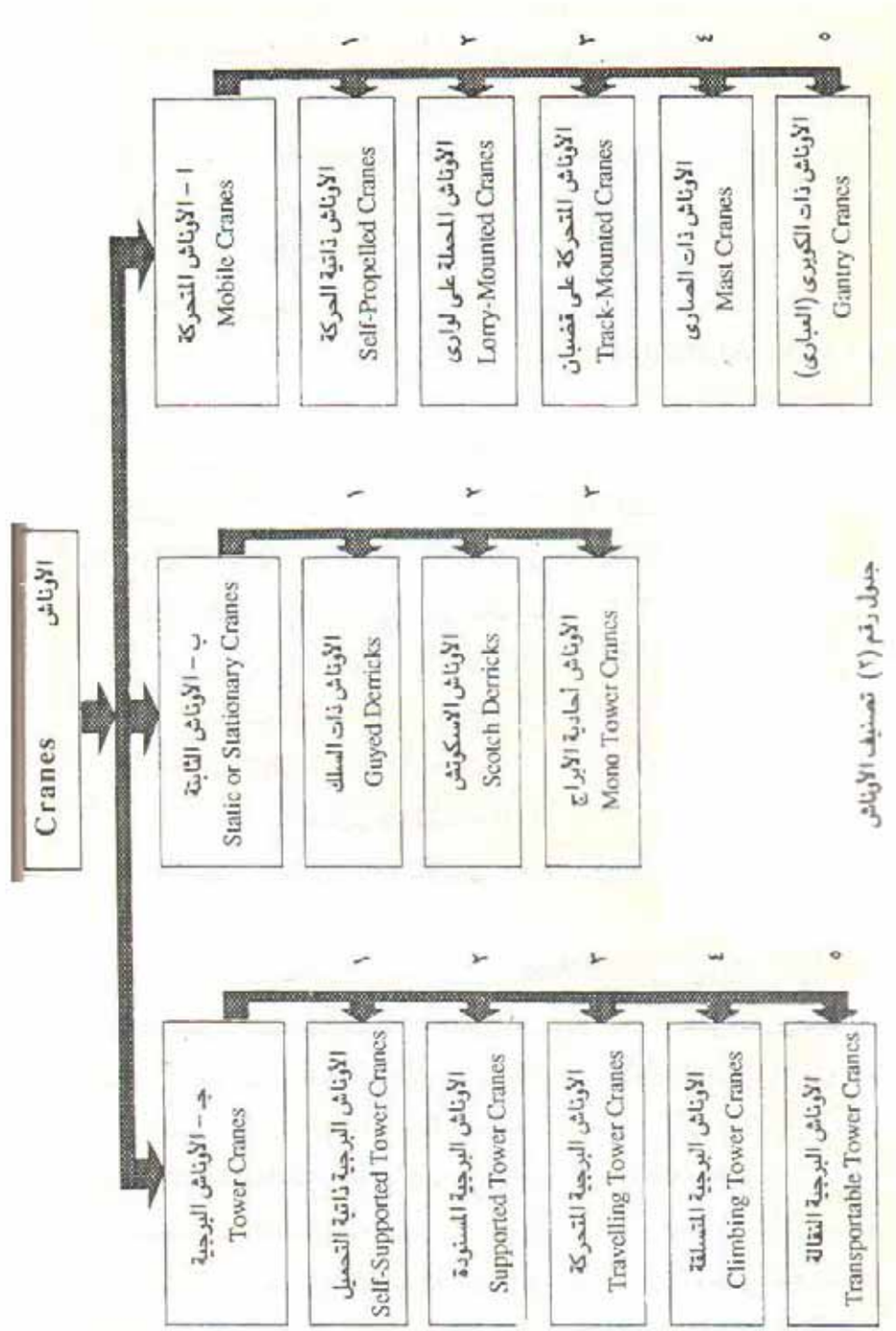
٥- الأوناش(العبارى)ذات الكوبرى Gantry Cranes

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

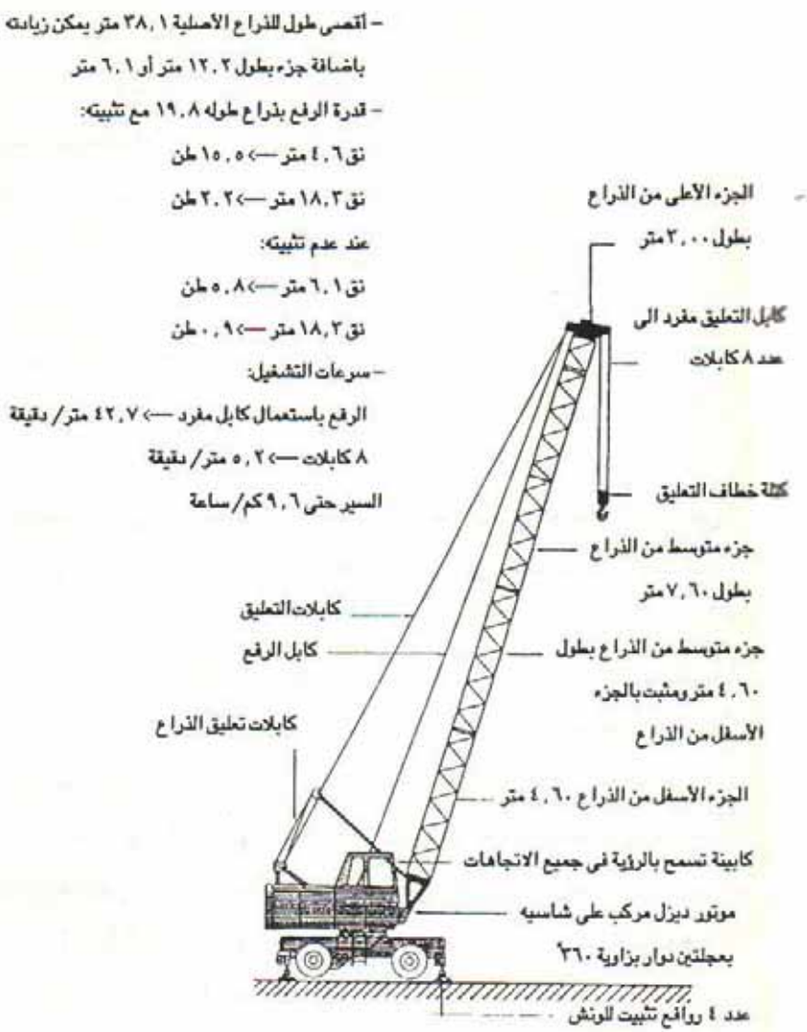
وقدرتها لا تتعدى غالباً ١٠أطنان، وهى إما محملة على عجل (إطارات كاوتشوك) أو على جنزير Crawler. ويمكن قيادة النوع الأول بالتحرك من موقع إلى آخر على الطرق الأسفلت العادية؛ وذلك بسرعة لا تتعدى ٣٠ كلم/ساعة. وللوصول إلى أقصى فاعلية لهذا النوع يجب أن تكون الأرض صلبة، لذلك فإنه فى معظم المواقع تتم الاستعانه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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



جدول رقم (٢) تصنيف الأوناش



شكل (٤٩) الشكل التقليدى للونش ذاتى الحركة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

٢- الأوناش المحملة على لورى Lorry mounted Cranes شكل (٥٠، ٥١)

ولهذا النوع حرية أكبر فى الحركة على الطرق العامة عن تلك ذاتية الحركة، حيث تصل سرعتها إلى ٤٨ كم/ساعة. ولكن تقل تلك الحركة فى الموقع ذاته حيث تحتاج إلى أرض صلبة ممهدة. لذلك يكون استخدامها أساساً فى الأغراض التى تتطلب حركة سريعة من موقع إلى آخر وفى المبانى منخفضة الارتفاع.

وفى هذا النوع يقوم السائق بقيادة اللورى بالطريقة العادية، ولكن يتم تشغيل الونش من كابينة أو موضع آخر منفصل.

وتتراوح قدرة الرفع لهذا النوع من ٥إلى٢٠طنًا، وذلك فى الوضع الحر، ويمكن زيادة تلك القدرة باستخدام سنادات اتزان Outrigger stabilisers.

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

٣- الأوناش المتحركة على قضبان Track mounted Cranes شكل (٥٢)

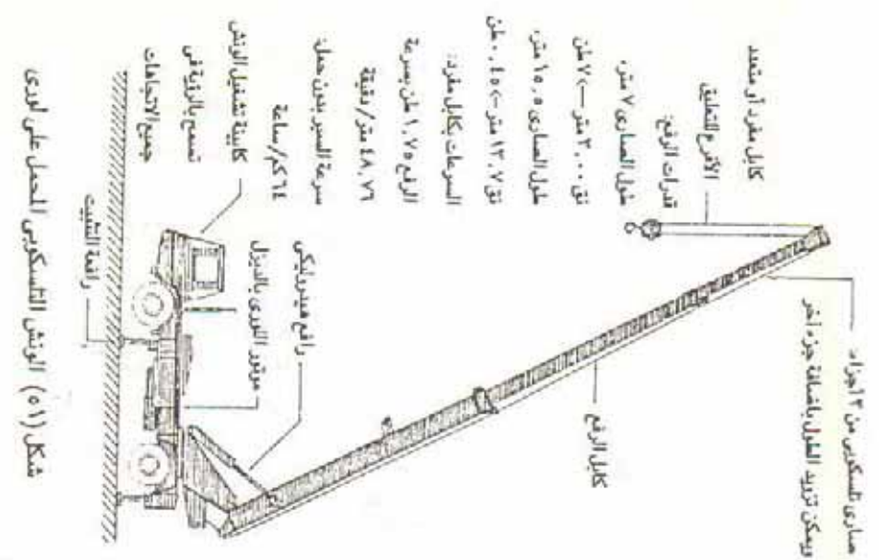
وحسب ظروف المشروع فأن تركيب ونش ذى جنزير متحرك على قضبان حديدية، يغطى مساحة تخديم أكبر؛ وذلك بسبب حركته بطول القضبان.

ويستخدم هذا النوع فى المواقع ذات الاستطالة والمخصصة لمشاريع الاسكان، حيث يمكن للونش الواحد التخديم على أكثر من مكان دون الحاجة إلى أرض صلبة أو ممهدة. ويماثل هذا النوع فى قدرته الونش المحمل على لورى. ومن عيوب هذا النوع أن الحركة فى الاتجاه الأفقى مقيدة باتجاه واحد هو اتجاه القضبان.

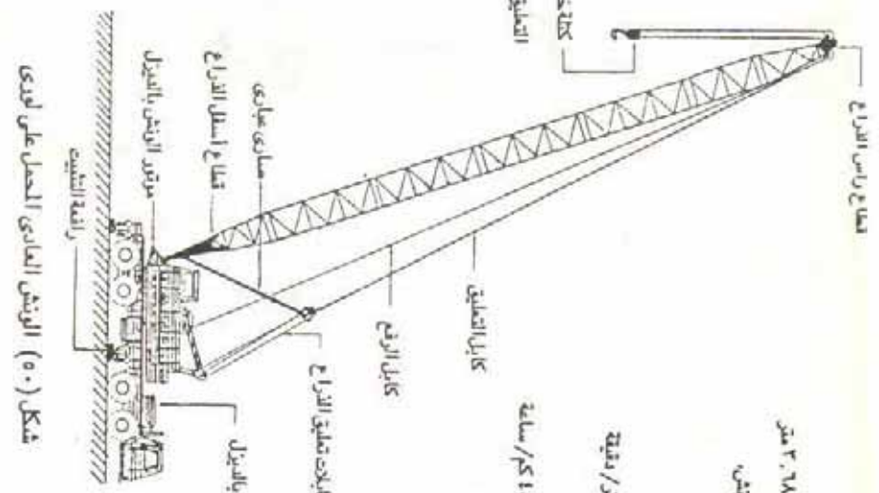
٤- الأوناش ذات الصارى Mast Cranes شكل (٥٣)

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 فى الوضع الرأسى بوساطة كابلات شد.



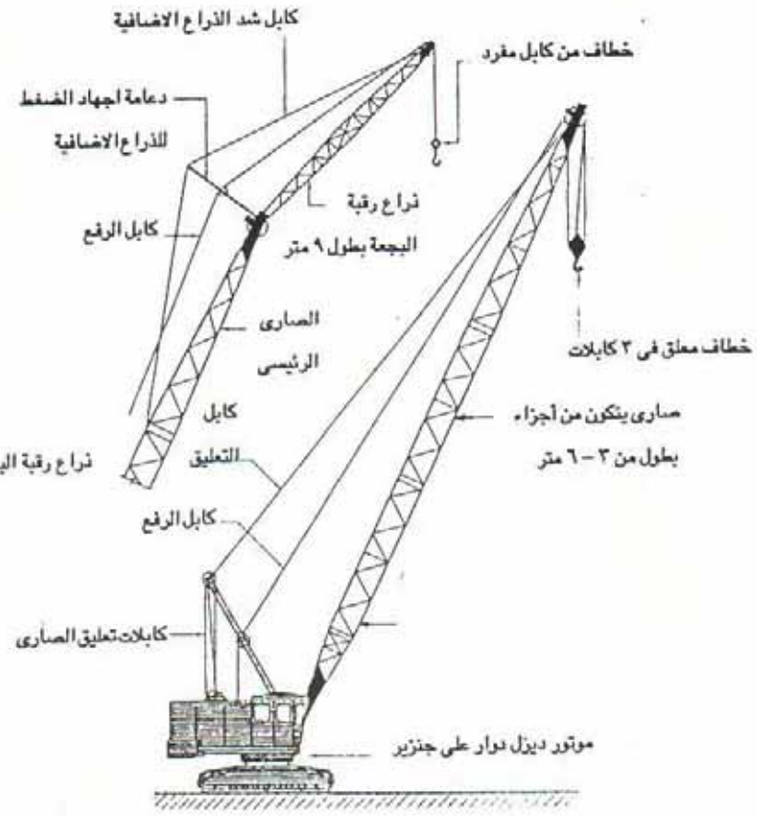
شكل (٥١) الونش التلسكوبى المحمل على لورى



شكل (٥٠) الونش العادى المحمل على لورى

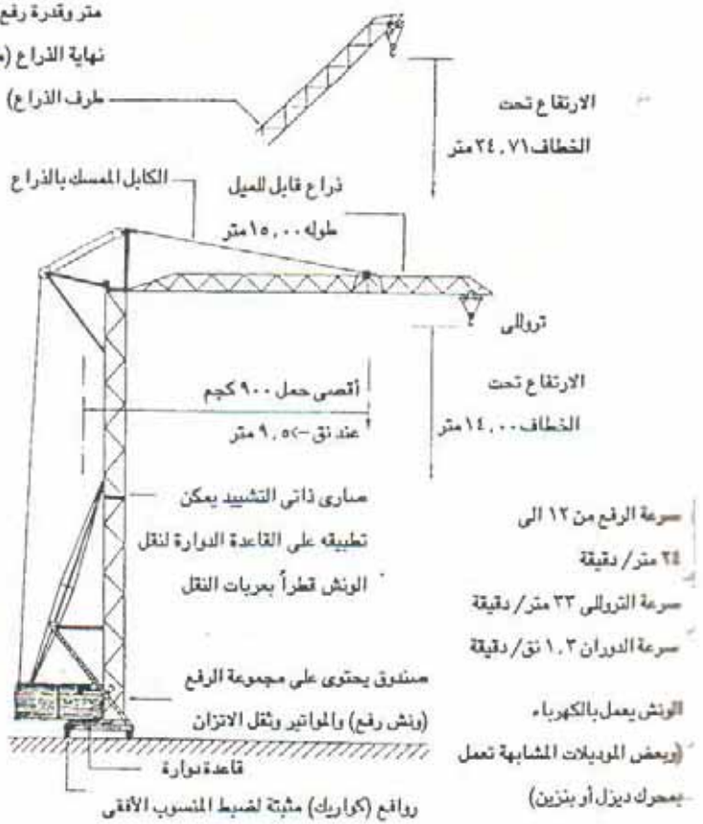
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

يتكون الصارى من أجزاء بطول من ٣ الى
٦ أمتار ليصل طوله الى ٢٧,٠٠ متر فى
حالة التعليق بكابل ثلاثى مع دائرة تشغيل
نق : ٧,٦ متر وقدرة رفع تصل الى
١٤ طناً. وفى حالة نق : ٢٦,٠٠ متر ،
تكون قدرة الرفع ٢ طن.
يمكن اضافة ذراع رقبة البجعة
بطول من ٩,٠٠ الى ١٢,٠٠
ليصل طول الصارى الى ٥١,٨ متر

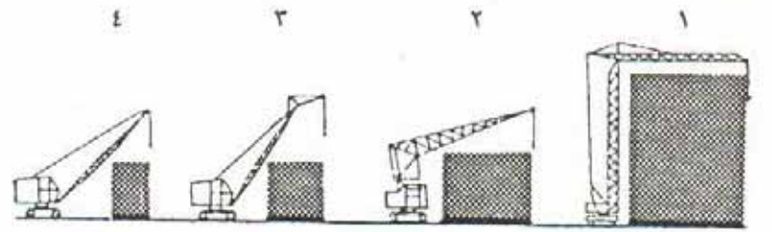


شكل (٥٢) الأوناش المتحركة على قضبان

يمكن امالة الذراع إلى أعلى بزاوية ٤٥°
لتعطى أقصى دائرة تشغيل نق ١٠,٧
متر وقدرة رفع قصوى ٥٥٠ كجم عند
نهاية الذراع (مع تثبيت الترولى عند
طرف الذراع)



شكل (٥٣) الونش (القابل للتحريك) ذو الصارى ذاتى التشييد



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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

- تدور الذراع الأفقية حول الصارى على منسوب عالٍ حيث يمكن التحكم فى اتجاهها.

- يتم التشغيل من الكابينة الخاصة بالمعدة.

ومن أهم مميزات الأوناش ذات الصارى 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 الصارى والمحور الموتفع.

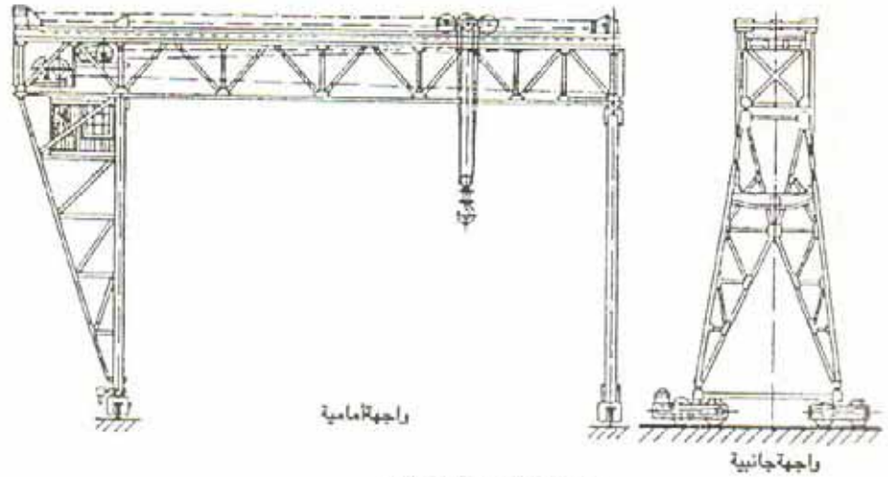
٥- الأوناش ذات الكوبرى (العبارى) Gantry Cranes شكل (٥٥، ٥٦)

وهى أوناش تتحرك على قضبان وتستخدم فى العمليات الكبيرة لرفع المعدات ومواد البناء الثقيلة، وأيضاً قطع الكبارى سابقة التجهيز مثل البلاطات والكمرات...إلخ. وتتراوح قدرة الرفع لهذا النوع من الأوناش من ١إلى٥٠٠ طن. وتستخدم عندما يكون المطلوب تغطية كل من مسطح الصب ومسطح التخزين بالحركة. ويتكون الونش ذو الكوبرى من كمرة جمالونية أفقية ترتكز على صاريين رأسيين على شكل جمالون ويرتكزان بدورهما على عجل يتحرك على قضبان حديدية.

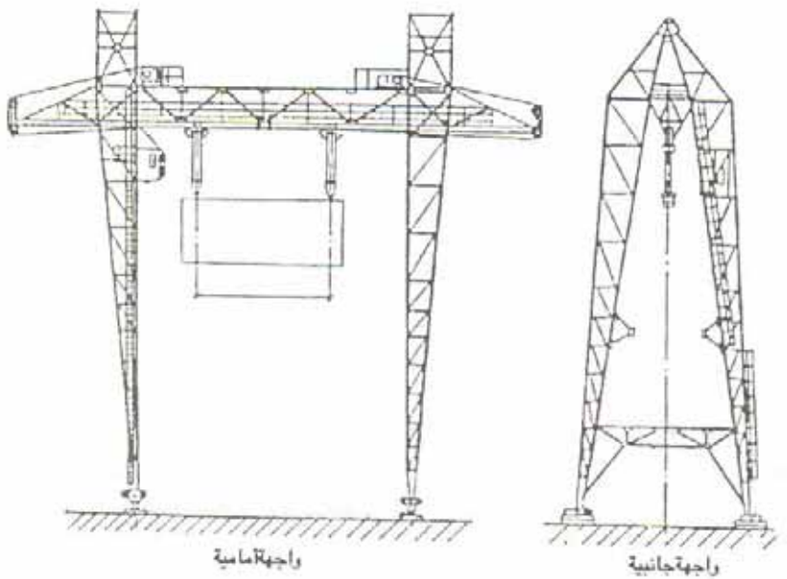
وينزلق على الكمرة الأفقية الترولى الذى يقوم بعملية رفع الأحمال. ويتم التحكم فى حركته من كابينة التحكم الموجودة عند زاوية تقابل الكمرة الأفقية مع الصارى الرأسى.

وتتراوح المسافة بين الصاريين الرأسيين من١٠إلى٥٠ متراً وأحياناً تمتد هذه المسافة بعد الصاريين فى شكل كابولى بطول من٤إلى١٠أمتار، وذلك لتوسيع مجال التشغيل. وبالإمكان أن يصل ارتفاع هذا النوع من الأوناش إلى ٣٠متراً.

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



ونش ذو صارى جمالونى واحد



ونش ذو صاريين جمالونيين

شكل (٥٥) أشكال من الونش العبارى

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

الفرصة لمجال رؤية كبير والحركة فى ثلاثة اتجاهات رأسية وأفقية ومستعرضة.

وعلى الرغم من الاستعمال المحدود لهذا النوع إلاّ أنه يكون نموذجياً بالنسبة للمساكن الجاهزة متوسطة الارتفاع.

ب- *الأوناش الثابتة Static or Stationary Cranes*

وهى التى لاتتحرك عن موضع التشغيل بالموقع حيث تثبت على قاعدة ثابتة، وتستعمل حيث يكون المطلوب رفع أحمال ثقيلة وقليلة العدد نسبياً، وهى منتشرة الاستعمال فى وفع أجزاء المنشآت المعدنية.

وتشمل الأوناش الثابتة الأنواع التالية:

١- الأوناش ذات السلك (أو الشداده) Guyed Derricks

٢- الأوناش الأسكوتش Scotch Derricks

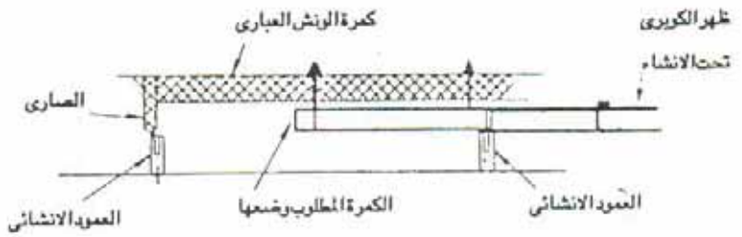
٣- الأوناش أحادية الأبراج Monotower Derricks

١- الأوناش ذات السلك Guyed Derricks (شكل ٥٧)

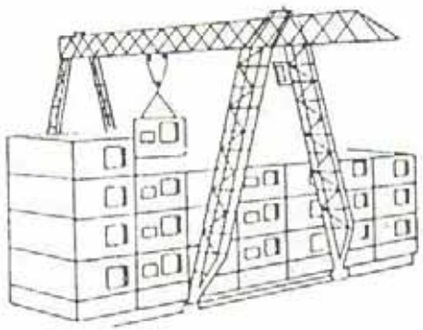
وهو نوع بسيط وغير مرتفع الثمن نسبياً، يحركه موتور ديزل أو كهربائى؛ ويتكون من صارى جمالونى مزود بقاعدة حاملة ومثبت فى وضعه بوساطة خمسة كابلات أو أكثر. والذراع الرافعة (وهى غير متصلة بالصارى وتدور حول محور) منخفضة، وتقل قليلاً فى الطول عن الصارى الرأسى بحيث لا تعوق الكابلات المثبتة حركتها فى دائرة كاملة.

٢- الأوناش الأسكوتش Scotch Derricks (شكل ٥٨)

وهى تتكون من صارى دوار حتى زاوية ٢٧٠° وذراع جمالونى. ويأخذ الصارى وضعاً رأسياً بوساطة جمالونين صلب متصلين بأعلى الصارى، ويميلان بزاوية ٤٥° على الأفقى ويصنعان زاوية ٩٠° فى المسقط الأفقى. وتتصل أطرافهما السفلية كل بجمالون ثالث فى المستوى الأفقى ليكوّن كل ثلاثة مثلث، ويربط جمالون أفقى بين نهايتى المثلثين. وتلك الأطراف السفلية مثبتة بكتل خرسانية (بلوكات) ثقيلة



استخدام الونش العبارى فى رفع كمرات الكبارى



استخدام الونش العبارى فى المبانى متعددة الطوابق

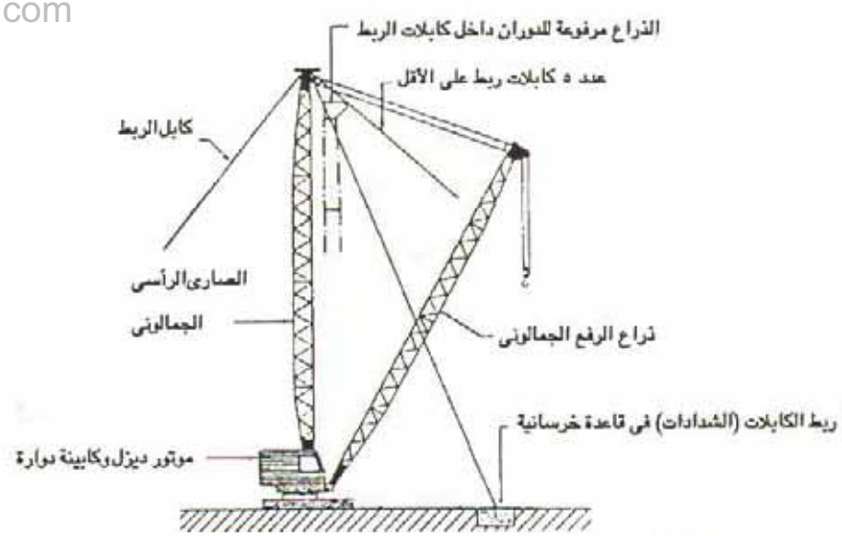
شكل (٥٦) استخدامات الونش العبارى

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

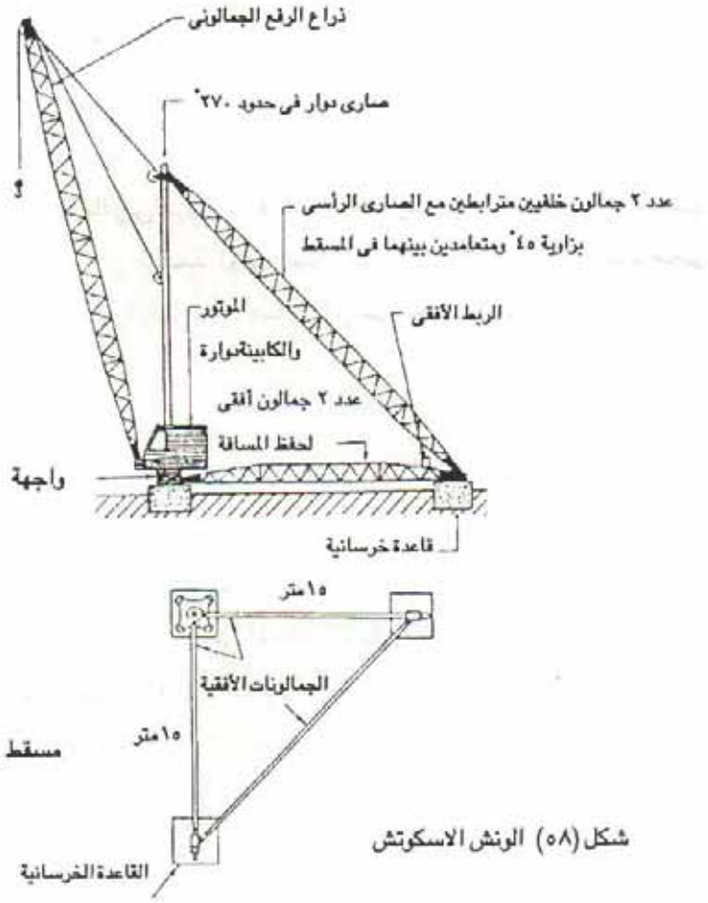
مشتركة. وعادة ما يستخدم موتور كهربائى وأحياناً ما يستخدم موتور ديزل فى هذا النوع من الأوناش. ويستخدم هذا النوع - مثل النوع السابق- فى أعمال المنشآت المعدنية.

٣- الأوناش أحادية الأبراج Monotower Derricks (شكل ٥٩)

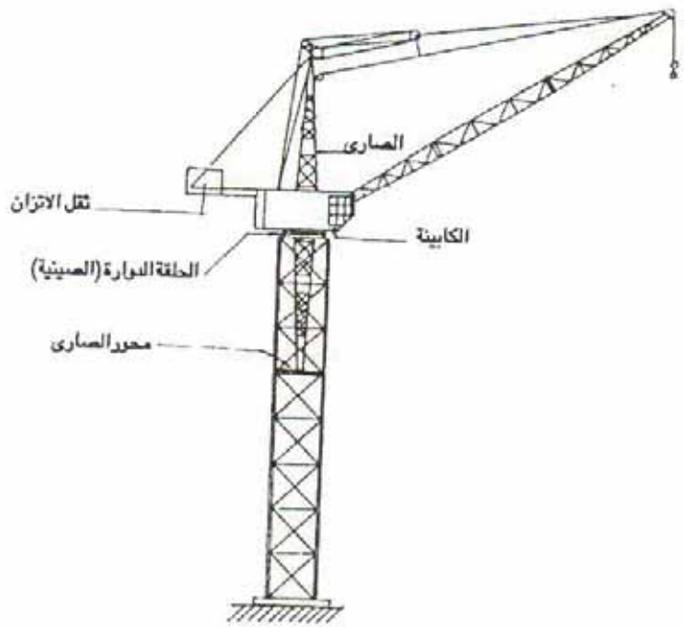
وهى فى فكرتها الأساسية عبارة عن ونش اسكوتش مرفوع على برج جمالونى متين. ويتمد صارى الونش العلوى إلى مسافة معقولة داخل جسم البرج. ويصل ارتفاع البرج إلى ٢٤متراً بينما يصل طول الذراع إلى ١٦متراً، ويرفع حملاً حتى طنين، وذلك عند أقصى طول ذراع له، ولكى يكون استخدامه بطريقة اقتصادية، يجب أن يأخذ وضعاً مركزياً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



شكل (٥٧) الونش ذو الكابل



شكل (٥٨) الونش الاسكوتش



شكل (٥٩) ونش أحادى البرج

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

جـ- الأوناش البرجية *Tower Cranes*

بدأ استخدام هذه الأوناش مع بداية الخمسينات، وهى تعمل بالكهرباء، وذات وزن خفيف سهلة النقل وسريعة التركيب، مما يجعلها من أكثر المعدات شيوعاً فى مواقع العمل. وتوجد تلك الأوناش فى أشكال مختلفة من حيث تثبيت الذراع بالصارى؛ فهناك النوع ذو الذراع الأفقية التى تدور دائرة كاملة حول الصارى. وهناك النوع ذو الذراع التى يمكن تحريكها فى المستوى الرأسى علاوة على حركتها الدائرية.

وفى جميع الأحوال فإن الذراع والصارى مكونان من منشأ جمالونى، وتثبت كابينة السائق بأعلى الصارى. ويصل طول الذراع إلى ٣٠ متراً وقدرة الرفع إلى خمسة أطنان عند هذا الوضع.

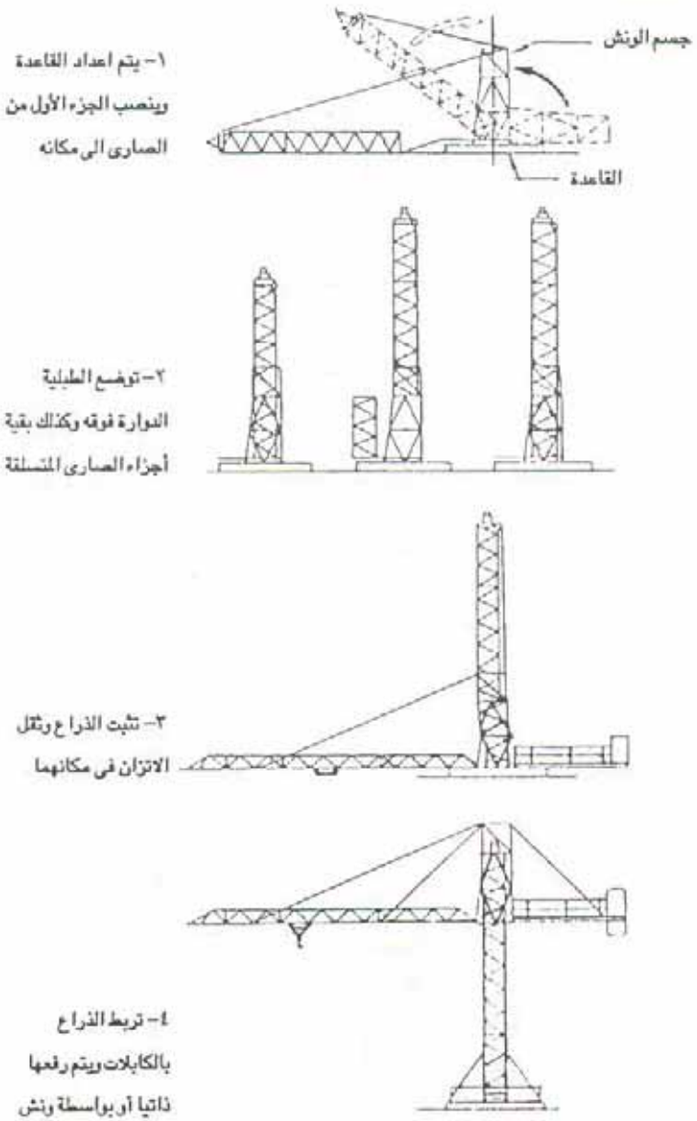
وتتميز الأوناش البرجية ذات الذراع الأفقية بإمكانية جعل الحمل قريباً من البرج، أو بتعبير أدق من تقصير ذراع الرافعة مما يمكن معه زيادة الحمل، كما يتميز النوع الثانى (ذو الذراع المتحركة فى المستوى الرأسى) بإمكانية رفع الحمل أعلى من موانع الحركة المتمثلة فى المبانى المجاورة للمشروع؛ مما يجعل لها دائرة تشغيل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

والأنواع الأساسية للأوناش البرجية هى:

١- الأوناش البرجية ذاتية التحميل Self supported tower Cranes
٢- الأوناش البرجية المسنودة Supported tower Cranes
٣- الأوناش البرجية المتحركة (السائرة) Travelling tower Cranes
٤- الأوناش البرجية المتسلقة Climbing tower Cranes
٥- الأوناش البرجية النقالة Transportable tower Cranes

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

١- الأوناش البرجية ذاتية التحميل Self supported tower Cranes
(شكل ٦٤، ٦٥)



شكل (٦٠) خطوات تشييد ونش برجى

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

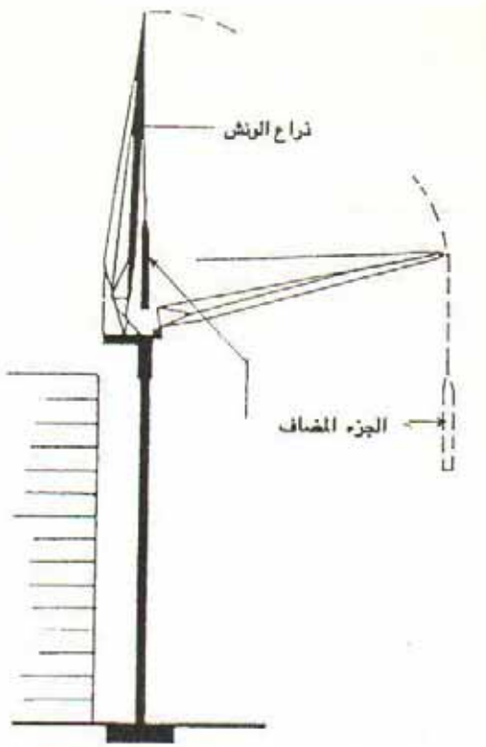
نتقدم بجزيل الشكر للمهندس رضا نصير المعيد بقسم الهندسة المعمارية بهندسة عين شمس على معاونته فى إخراج الرسومات،
كذلك للمهندس جلال عبادة المعيد بنفس القسم لقيامه بتصميم وتنفيذ غلاف الكتاب.

المؤلفان

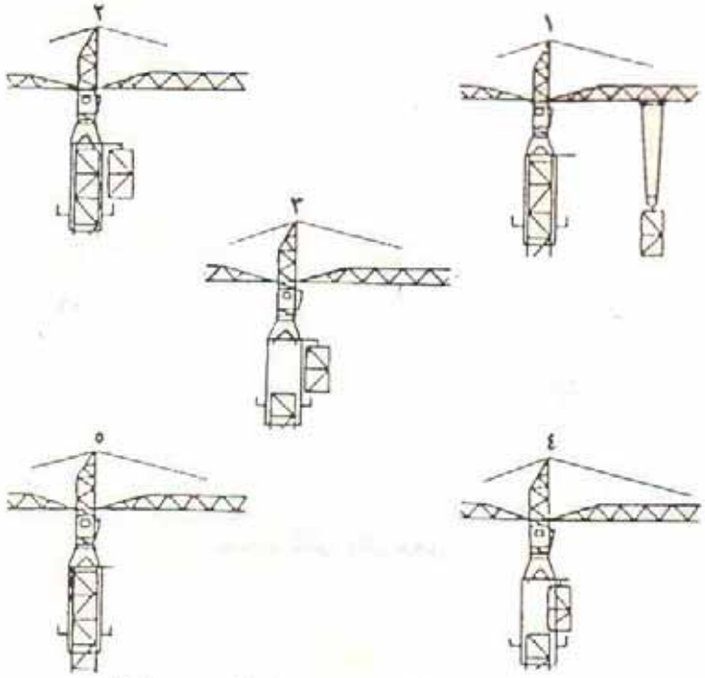
كذلك لابد من تقديم بالغ الشكر والامتنان للدكتور على الحفناوى على مجهوده السخى لإخراج الأشكال بالكومبيوتر بهذا التنسيق الجميل .

الناشر

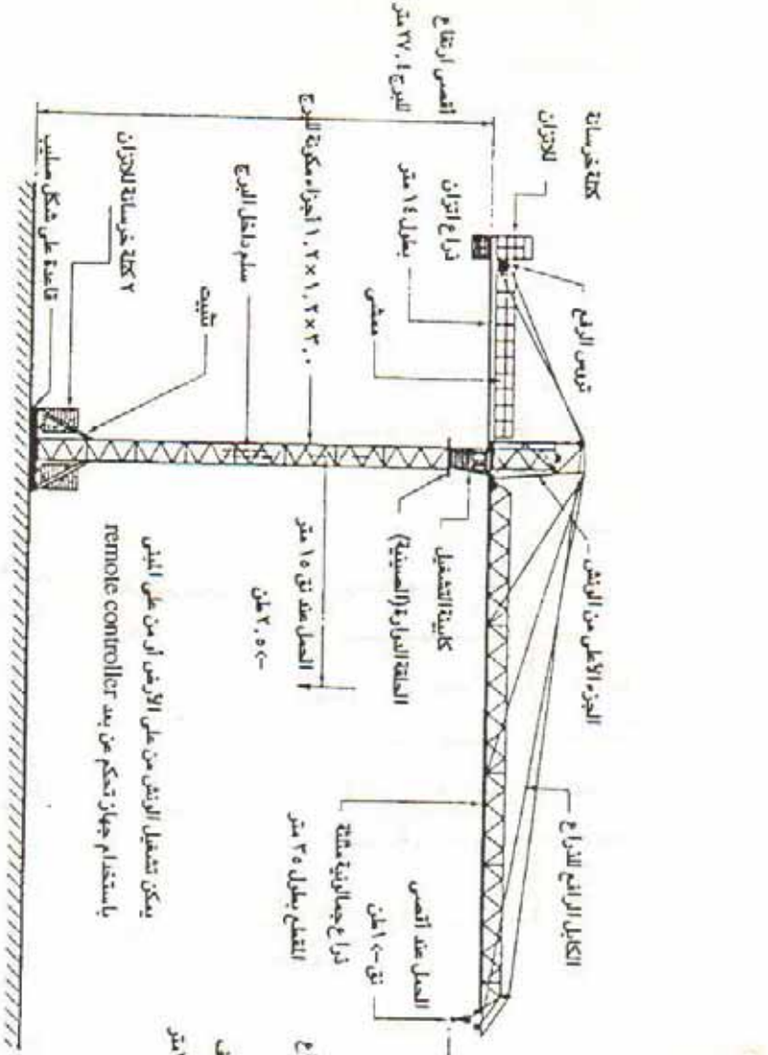
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (٦١) زيادة ارتفاع ونش برجي باضافة جزء من أعلى



شكل (٦٢) خطوات زيادة ارتفاع ونش برجي باضافة جزء من الجانب



سرعة الرفع:
- أقصى نق ← ٦٠ متر/دقيقة
- نق ١٥ متر ← ٣٠ متر/دقيقة
- أقل نق للرفع ← ١,٨ متر
- سرعة الدوران ← ١,١ لف/دقيقة

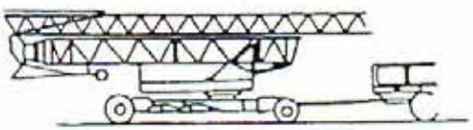
شكل (٦٤) الونش البرجية ذاتية التحميل (ذاتية التشييد)

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

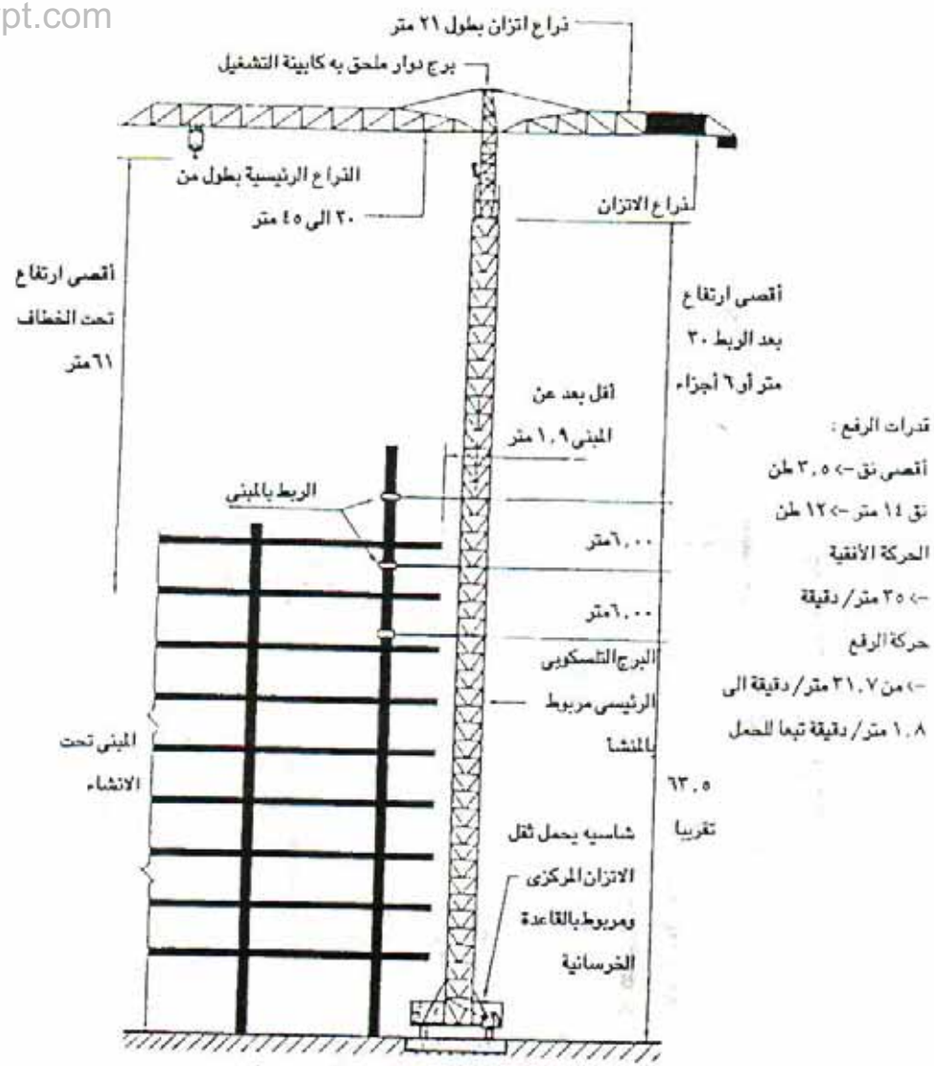
وهى ذات قدرة رفع أكبر من الأنواع الأخرى. ويجب أن يكون الصارى مثبتاً فى الأرض تثبيتاً جيداً، وذلك إما بوساطة جاويط Bolt مثبت بقاعدة خرسانية أو بوساطة قاعدة خاصة للصارى مدفونة فى أساس خرسانى. وغالباً ما يكون الصارى ثابتاً، لكن منها أنواع يكون فيها البرج (الصارى) دواراً وتكون الذراع متحركة (أو ثابتة) فى المستوى الرأسى. وهذا النوع مصمم للمواقع الضيقة وتوضع إما أمام المبنى المقترح أو بجانبه، ويكون طول ذراعها مناسباً لتغطية كل أجزائه.

٢- الأوناش البرجية المسنودة Supported tower Cranes
(شكل ٦٦)

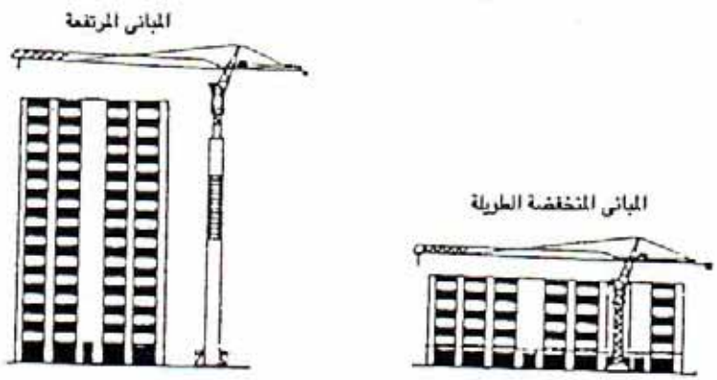
وهى تشبه السابقة من حيث التكوين، لكنها تستعمل فى رفع الأحمال إلى ارتفاعات تفوق تلك التى يصل إليها النوع السابق أو النوع المتحرك من الأوناش البرجية. وفيها يتم ربط الصارى وتثبيته بالمنشأ، وذلك باستخدام مشدات من الصلب Steel Stay مُفردة أو ثنائية تحقق الثبات المطلوب. وهذا الربط يؤدى إلى إجهادات إضافية على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



شكل (٦٣) نقل ونش برجى على الطريق السريع



شكل (٦٦) الأوناش المدعمة (المسنودة)



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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

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 ١/٢٠٠، وهذا النوع يتطلب بالضرورة أرضاً صلبة وجافة ومعدة بعناية، ويتم التأكد واختبار حالة الأرض باستمرار حتى يتحقق من ثبات الونش. ويتحرك الونش على القضبان بالكهرباء، ويراعى حماية الكابل المغذى بتوصيله بعمود لولبى يقوم بسحب الكابل 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)

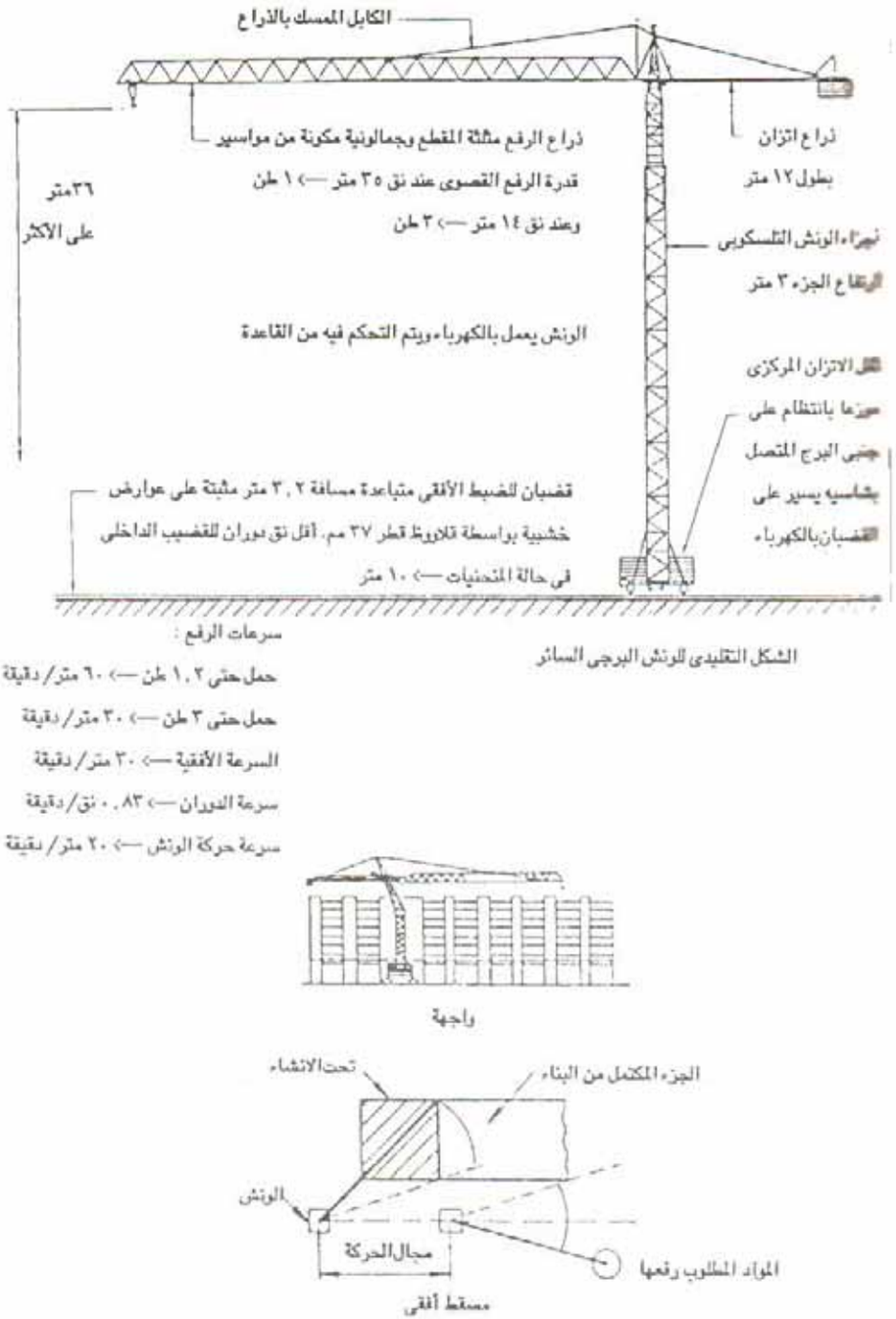
وهو مصمم لرفع الأحمال فى المبانى العالية Tall buildings. ويقوم المنشأ بحمله حيث يرتفع من دور إلى دور تبعاً لتطور عملية البناء.

ولا يتطلب الصارى الذى يمتد إلى أسفل بارتفاع عدة أدوار إلاّ فتحة صغيرة مربعة بضلع من ١,٥ إلى ٢,٠٠ 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 إلاّ 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.



الشكل التقليدى للونش البرجى السائر

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

وهى نوع من الأوناش البرجية أقل فى الحجم والقدرة من الأنواع السابق ذكرها. ومن مميزاتها إمكان نقلها من موقع إلى آخر دون فك، وذلك عن طريق تطبيق أجزاء الصارى والذراع فى 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 المبانى المنخفضة المنتشرة على الموقع، وفى حالة المواقع الشريطية تستخدم الأوناش المتحركة على قضبان.

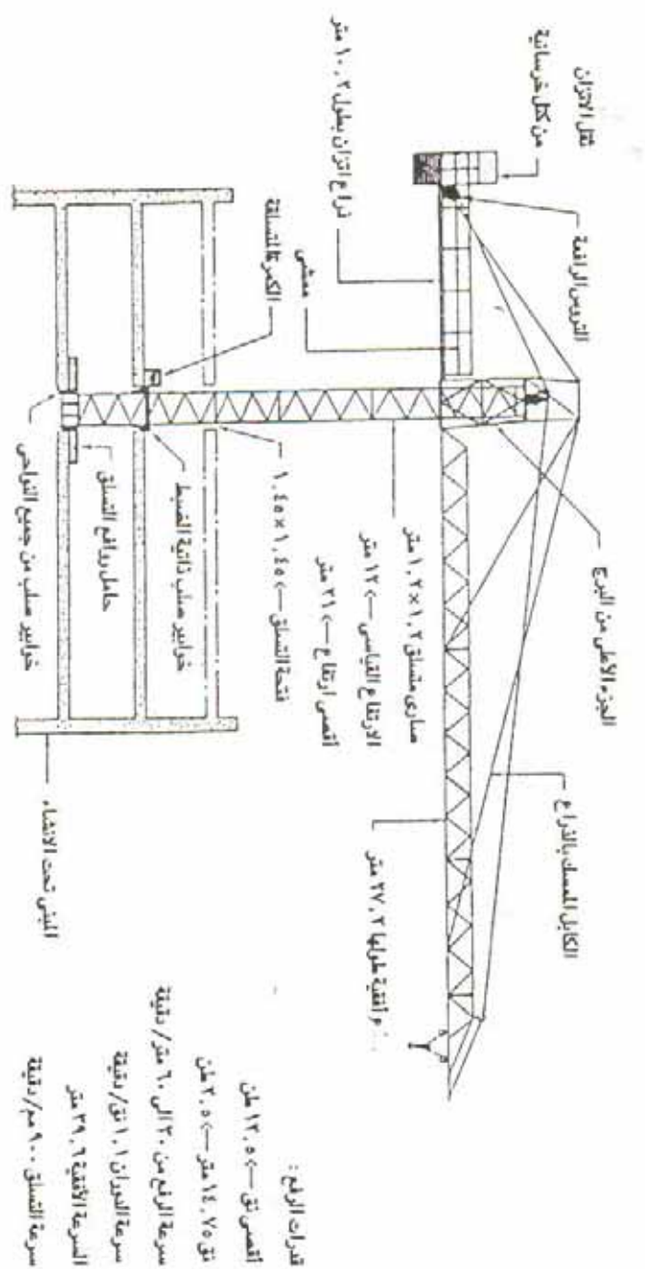
٣- يستخدم الونش المتحرك على لورى فى مهام النقل بين المواقع المختلفة نظراً لما يحتاج إليه من مكان متسع للحركة، ويجب جعل مسار حركته بحيث يتفادى كل العوائق.

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 المبانى 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



شكل (٦٨) ونش متسلق يعمل بالكهرباء والتحكم فيه يتم عن بعد

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

ملحقات الونش :

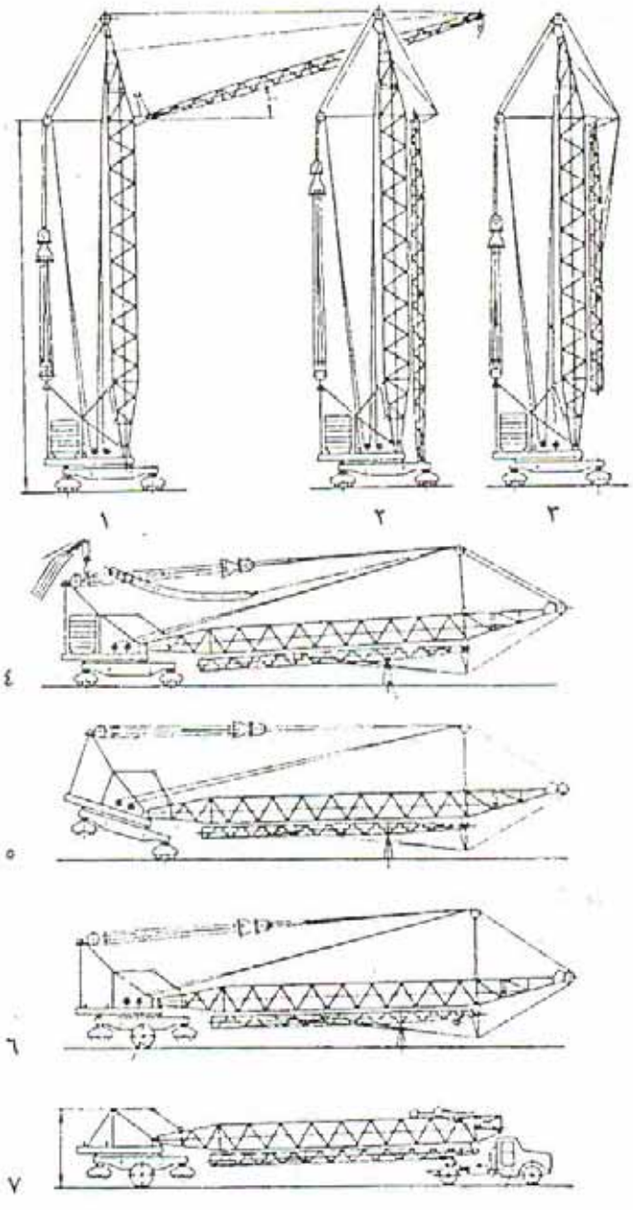
تصمم الأوناش على أساس إمكانية رفع جميع أنواع المواد بدءاً من الوحدات المصنعة إلى المواد السائبة والسائلة؛ وقد صممت أشكالاً متعددة من من الأوعية والقواديس Skips لحمل تلك الأخيرة (شكل ٧٢). ومن أهم شروط تلك الأوعية أن تكون متينة الصناعة سهلة الاتصال بخطاف الونش، سهلة التنظيف سهلة التحميل والتفريغ وذات سعة 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 ٠,٥ إلى ٣,٥مم، تُجمع فى حِزَمْ 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 ray واللفة الطويلة long lay واللفة المركبة combined lay.

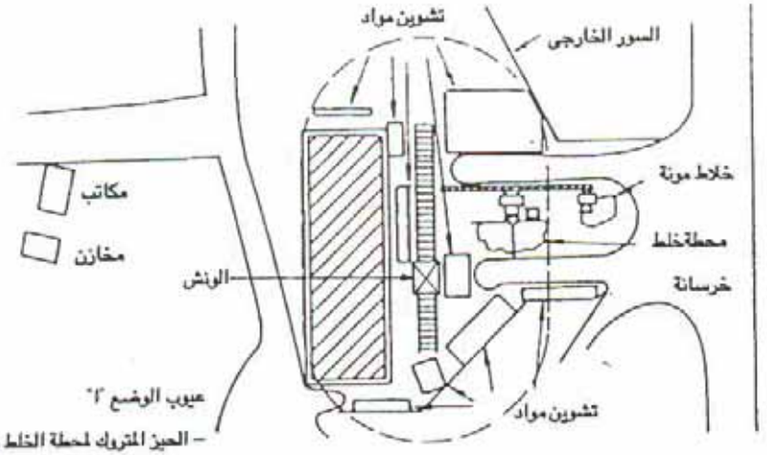
ويحتوى جدول دليل الكابلات على بيانات عن قطر الكابل وقدرته ورقمه من حيث التدرج فى القدرة والخصائص الميكانيكية.

ويفضل فى الأوناش استخدام الكابل ذى 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 دون فك

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



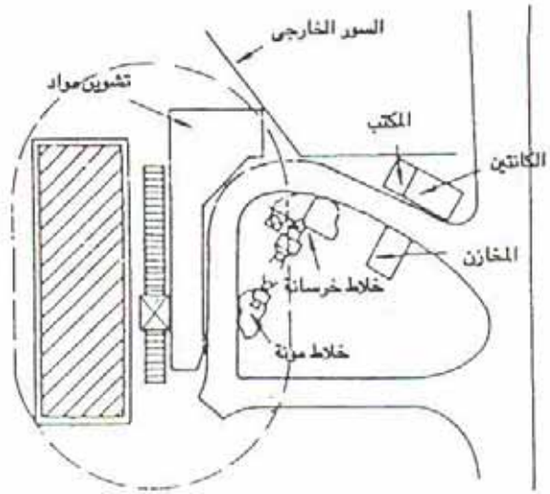
الوضع الخاطىء "أ"

عيوب الوضع "أ"

- الحيز المتروك لمحطة الخلط ضيق
- خلاط المونة خارج دائرة تشغيل الونش
- المواد مبعثرة فى الموقع
- المكاتب والمخزن بعيدة عن الموقع

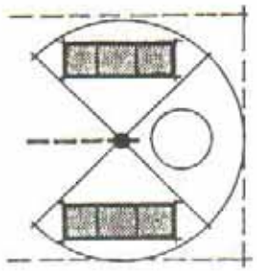
مزايا الوضع "ب"

- المكتب والمخازن بجوار المدخل والمخرج
- يصل بين المدخل والمخرج طريق يخترق الموقع
- خلاط المونة داخل نطاق الونش
- المواد مشونة بطول قضبان الونش
- اختير خلاط أصغر لملائمة حجم الموقع

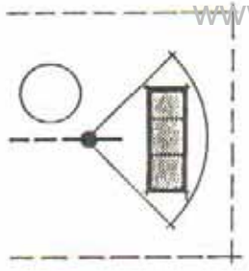


الوضع المقترح "ب"

شكل (٧٠) مثال على وضع الونش البرجى فى الموقع

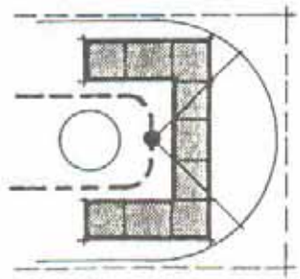


حركة الونش فى اتجاه عمودى على المبنى

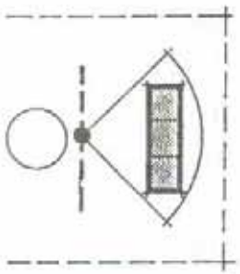


حركة الونش فى اتجاه موازٍ للوحدتين

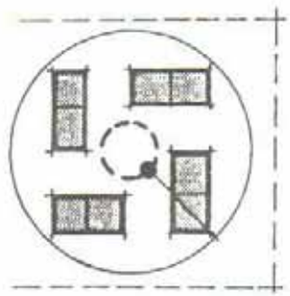
حركة الونش فى مسار بشكل حرف U حسب كتلة المبنى



حركة الونش بشكل حرف L لتناسب المبنى



حركة الونش فى الفراغ الداخلى لخدمة مجموعة مبانى



حركة الونش فى اتجاه موازى للمبنى

شكل (٧١) شكل المبنى والموقع العام وأثرهما على تحديد وتوجيه مسارات الحركة للأوناش فى الموقع

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

٢- المصاعد *Hoists* شكل (٧٣)

وهى 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 لدواعى الأمان ألاّ يستعمل الأشخاص المصاعد المصممة للمواد فقط.

وتوجد مصاعد المواد فى شكلين الأول مثبتة والثانية متحركة.

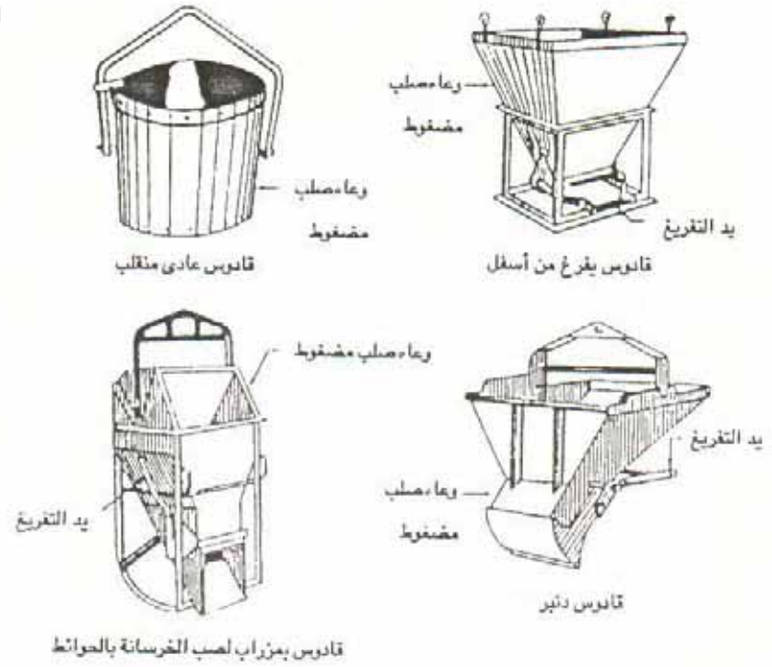
ويتكون النوع المثبت لهذه المصاعد من صارى صغير المقطع يتصل بالطبلية المتحركة، التى إما أن تكون معلقة مركزياً أو جانبياً (فى حالة الأحمال الصغيرة) ومزودة بالدلائل Guides التى تكون برجاً مقفلاً وتثبت فى حائط المبنى أو فى سقالة رأسية لضمان الثبات.

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

أما مصاعد الأشخاص فهى تتكون إما من كابينة أشخاص تتحرك داخل برج جمالونى مغلق أو من كابينة أو إثنتين تتحرك على جانب واحد، أو على جانبى البرج الرأسى المثبت بواجهة المبنى. وفى كلتا الحالتين يمكن تشغيل المصعد بوساطة موتور كهربائى أو ديزل أو جاز. وهى مصممة بحيث يمكن أن تصل قدرتها إلى ٣٠ «هاندريدويت» (حيث الهاندريدويت = ١٠٠رطل)، وتصل قدرة رفع الأنواع الكبيرة منها إلى ثلاثة أطنان.

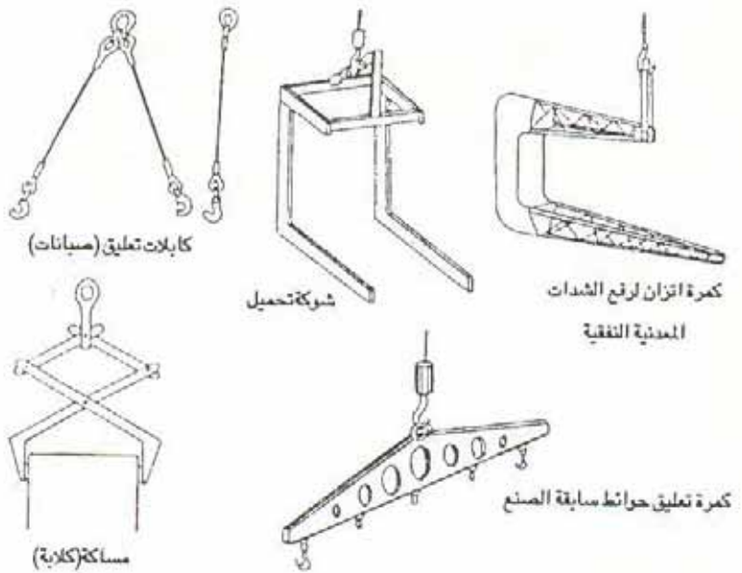
٣- السيور الرافعة *Elevator Conveyor belt*

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



ملحقات أوناش لرفع المواد السائبة (أسطل)

ملحقات أوناش لرفع المواد المعبأة (المتماسكة)



شكل (٧٢) بعض ملحقات الونش

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

رابعاً: أعمال الخرسانة العادية والمسلحة ومعداتها

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

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

وللوصول إلى هذا الهدف ينبغى اتباع التالى:

١- ميكنة عملية خلط الخرسانة.

٢- سبق تشكيل ولحام حديد التسليح بالشكل المطلوب للعناصر المختلفة وميكنة نقلها إلى موضعها فى 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 التى تتم خارج الموقع، ومجموعة أخرى من الأعمال تتم داخله. والجدول رقم (٣) يوضح تلك الأعمال وعلاقتها ببعضها البعض.

وبناء على ما سبق سوف تختص الدراسة بما يلى:

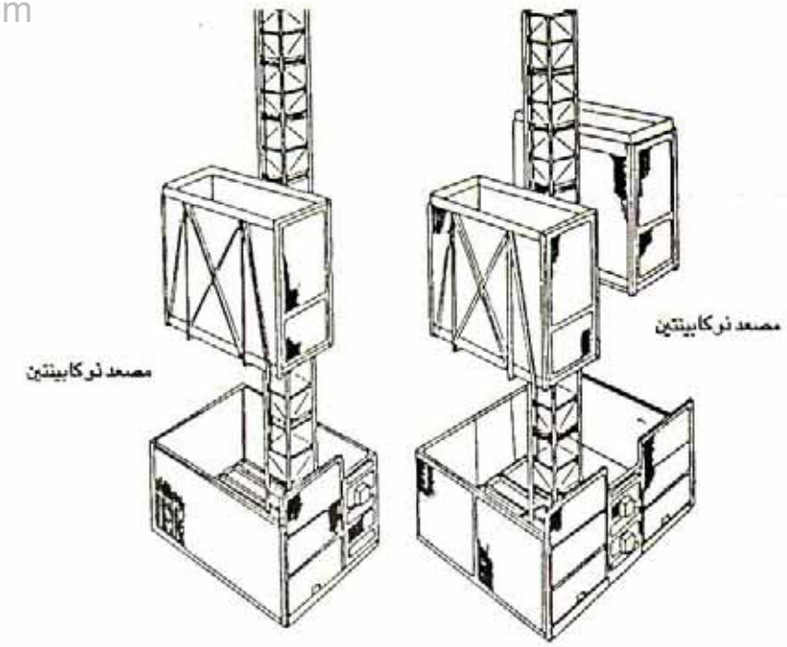
ا- أعمال الفورم Formwork وتشمل صناعة الفورم وتجميعها وصنعها.

ب- أعمال التسليح Reinforcement work وتشمل تجميع وإعداد شبكات التسليح ووضعها فى أماكنها.

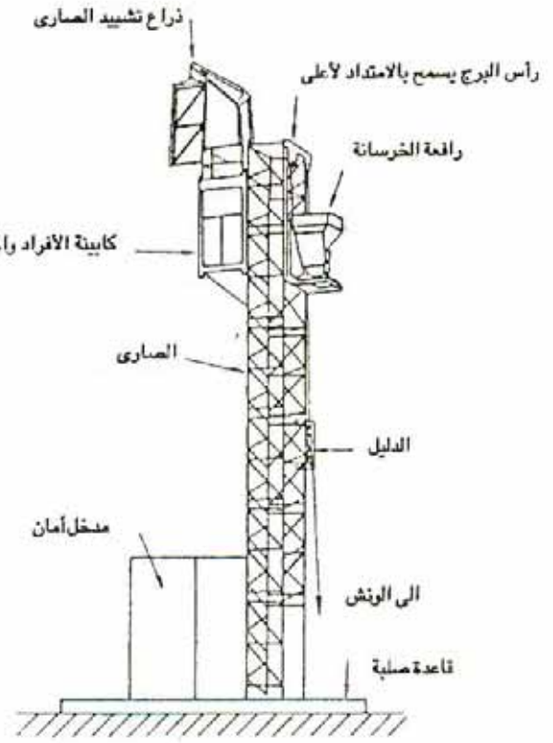
جـ- أعمال الخرسانة Concreting وتشمل الخلط mixing والنقل وصب ومعالجة الخرسانة.

ا- أعمال الفورم *Form work*

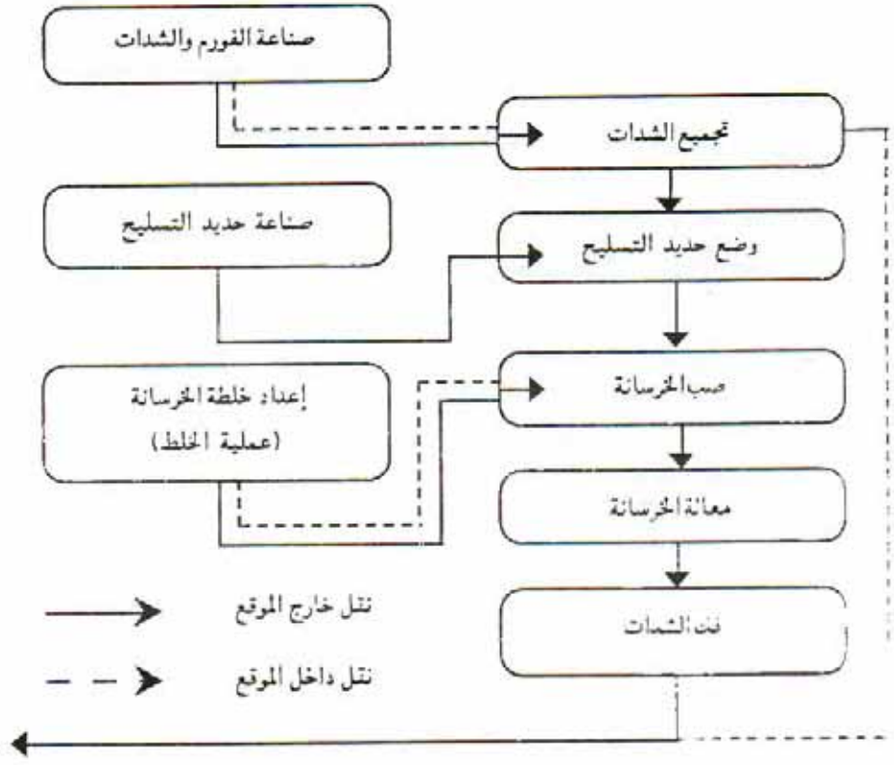
« *الفورمة* » *form* هى عبارة عن قالب يتحقق بوساطته صب العناصر المختلفة بالأبعاد التى حددها التصميم.



شكل (٧٣) مصاعد الأفراد والمواد (المهمات)



:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



جدول رقم (٣)

«الشدة» 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

من الناتج، ولذلك يجب مراعاة الآتى:

١- يجب أن يساعد التصميم المعمارى على استخدام أقل عدد ممكن من نماذج الفورم.

٢- مناسبة المادة المصنوعة منها الفورم للغرض المستعملة من أجله ولحجم 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.

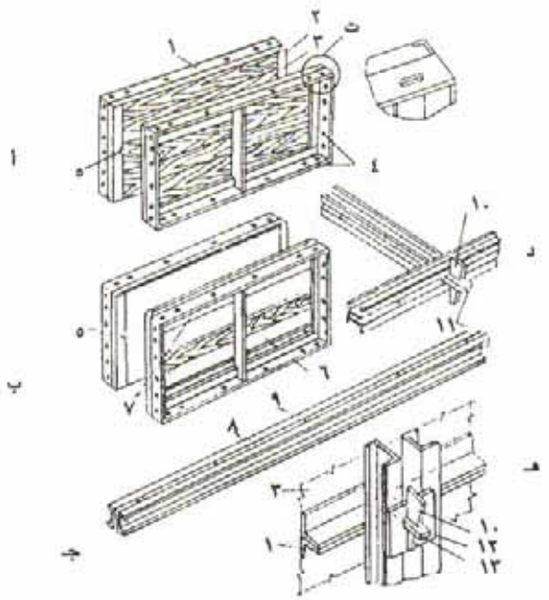
٧- سهولة الفك والتركيب لإختصار الوقت وإمكان إتمام هذه العملية بوساطة عمالة عادية أو نصف مدربة للإقلال من التكاليف.

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 الخرسانى 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.

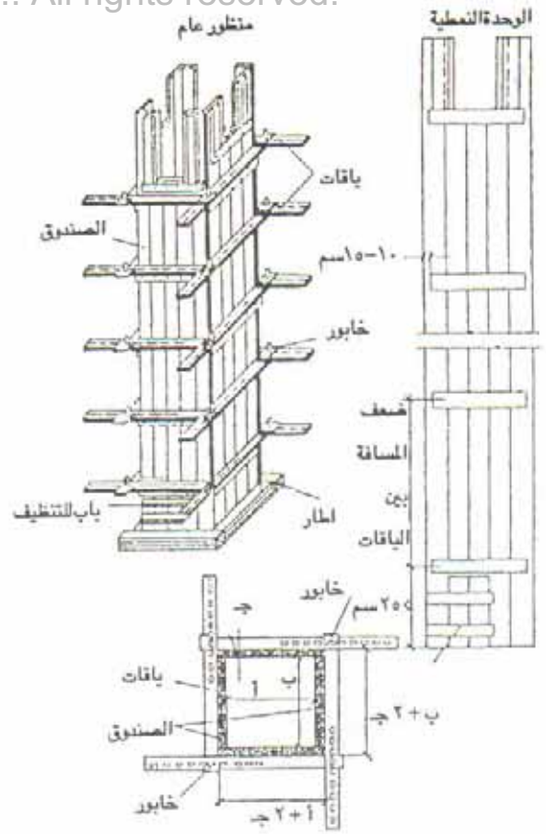
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



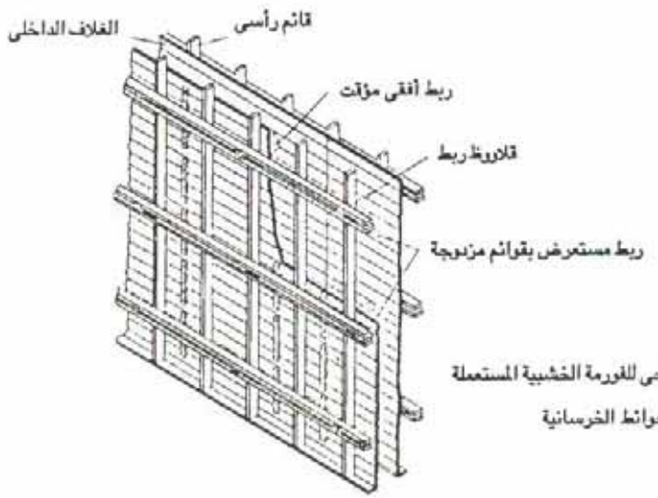
رسم توضيحى للفورمة المركبة النمطية

أ – بانوه مبطن بألواح خشبية ب – بانوه مبطن بألواح بلاستيك ضد الماء جـ – عنصر ربط د – ربط متعامد هـ – تفصيلة للربط بين البانوه وعنصر الربط.

١ – أطار صلب ٢ – نهاية الاطار ٣ – تبطين من الألواح الخشبية ٤ – ثقوب لتجميع البانوهات ٥ – ثقوب لقضبان الشد ٦ – بطانة داخلية غير منفذة للماء ٧ – ألواح غير مستمرة ٨ – قطاع للربط ٩ – دكم خشبية ٢٠ × ٣٠ مم ١٠ – خابور ١١ – لوح وصل ١٢ – فلكة لمنع تسرب الماء ١٣ – خطاف الشد.



فورمة العامود الخشبية



رسم توضيحى للفورمة الخشبية المستعملة فى صب الحوائط الخرسانية

شكل (٧٤ – تابع) الفرم والشدات الخشبية

فورمة قاعدة العامود

شكل (٧٤ – يتبع) الفرم والشدات الخشبية

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

تصنيف الفورم Clasification of Forms

تصنف الفورم إلى الأنواع التالية طبقاً لطريقة استعمال الفورمة:

١- الفورم المركبة *Combined or Sectional Forms*

وتتكون من تجميع عناصر سابقة الصنع مثل البانوهات والصناديق والأجزاء حوسة وماشابه ذلك، علاوة على الأجزاء الحاملة للفورمة. وبعد الانتهاء من الصب وفك هذا 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 هذه الكمرات التى لا تتحرك إلا بعد أن «تشك» الخرسانة وتبلغ قوة معينة.

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

١ - أن يتوافر منها تنويعة كبيرة من الوحدة مختلفة الأبعاد المضاعفة لمديول

٢ - تكون مصنوعة من مواد متينة.

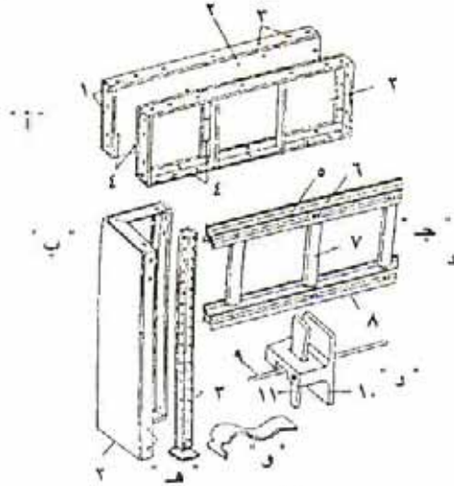
٣- مغطاة بطبقة متينة من المواد التى تعطى أنواع الإنهاء المطلوبة.

٤- يجب أن تكون الوحدات قابلة للاستخدام المتعدد؛ بمعنى استخدامها للكمرات والأعمدة والبلاطات.

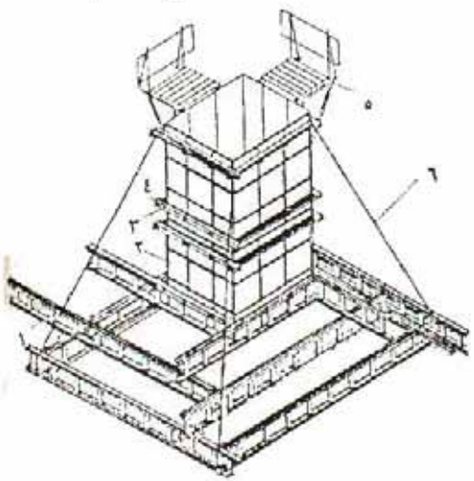
٥- تكون مصممة بحيث يسهل ضمها لتكوين ألواح ذات أبعاد كبيرة.

٦- أن تكون خفيفة الوزن بحيث يمكن حمل وحدة اللوح الأساسية دون الحاجة إلى روافع ميكانيكية.

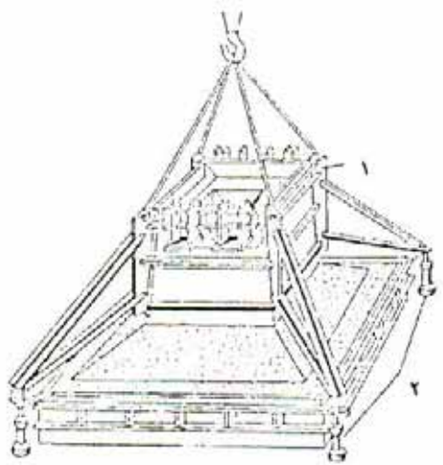
٧- أن تكون مصممة بحيث يمكن لأى مستوى من العمالة تركيبها وفكها



رسم توضيحى لفورمة من الصلب
أ - البانوهات الأساسية. ب - بانوه ركنى
جـ - الجمالون الحامل. د - مجموعة ربط أجهزة الشد
هـ - زاوية للتشييد. و - سوستة.
١ - الاطارات. ٢ - البطانة من ألواح الصلب
٣ - ثقوب لتجميع البانوهات. ٤ - ثقوب لقضبان الشد
٥ - الوتر الأعلى من الجمالون
٦ - خابور. ٧ - عناصر الجمالون الرأسية
٨ - الوتر الأسفل للجمالون. ٩ - قضيب ربط
١٠ - جسم المحبس. ١١ - اسفين للحشر.



شدة من الصلب لأساس مدرج
١ - جمالون
٢ - بانوه
٣ - أربطة
٤ - أوتاد
٥ - منصة خدمة
٦ - كابلات



وحدة فرم صلب بقاعدة عمود
١ - جسم الفورمة
٢ - روافع

شكل (٧٥) أنماط من الفرم الصلب

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

بسهولة .

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

وغالباً ما تتكون وحدة اللوح الأساسية من برواز من قطاعات على شكل حرف L أو حرف U من المعدن الخفيف ومربوط بوساطة قطاعات مستعرضة اذا لزم الأمر . وعادة ما يزود البرواز الخارجي بثقوب خاصة بثتبيت الوحدات فى حالة تجميعها مع بعضها البعض أو لإمكانية تثبيتها بالروافع الميكانيكية. ويغطى البرواز بلوح من المعدن الخفيف أو الأبلاكاج 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 مايسمى بالفورمة الطبلية Table Formwork شكل (٧٩) وهى تستخدم بغرض صب بلاطات الأسقف ذات المسطحات الكبيرة فى المبانى 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:

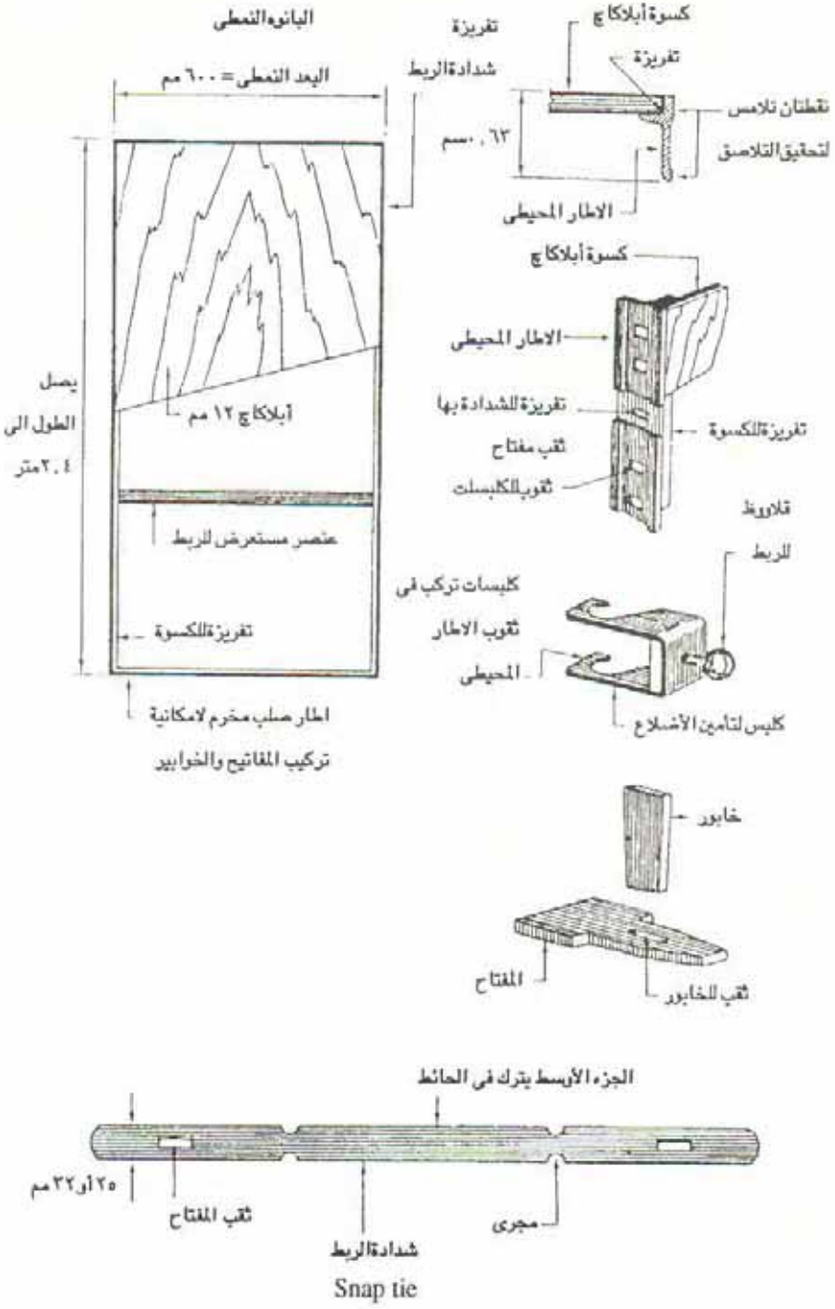
١- استخدام وسيلة دقيقة لضبط مناسيب وميول الفورمة.

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.

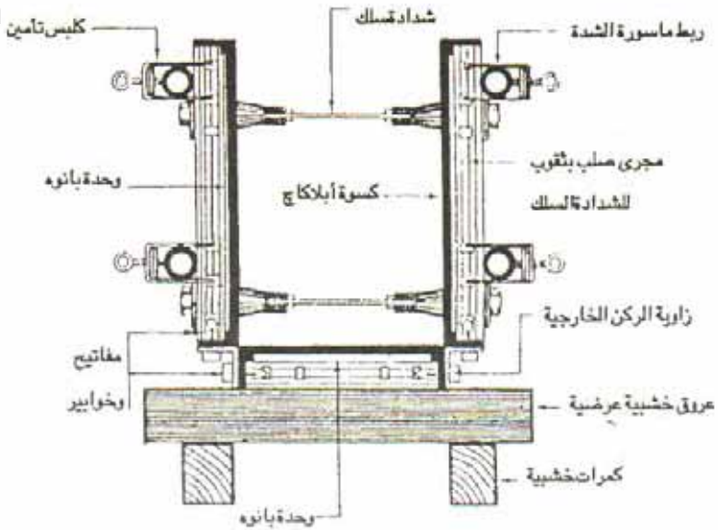
٤- أن تزود فورمة الطبلية بمنصة عمل (كابولى) على الحافة الخارجية للبلاطة بغرض توفير استخدام سقالات منفصلة، والتى يمكنها أن تشكل عائقاً فى عملية سحب ونقل الفورمة بالإضافة إلى تكاليف تشييدها.

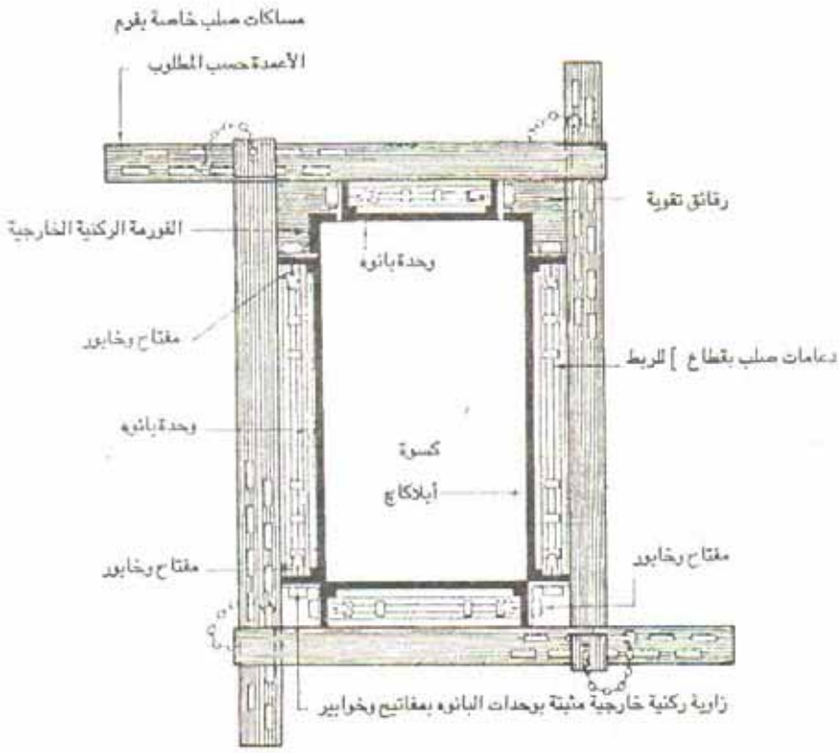
ويمكن استعمال قوالب من البلاستيك مع الأسلوب السابق لإنشاء بلاطات



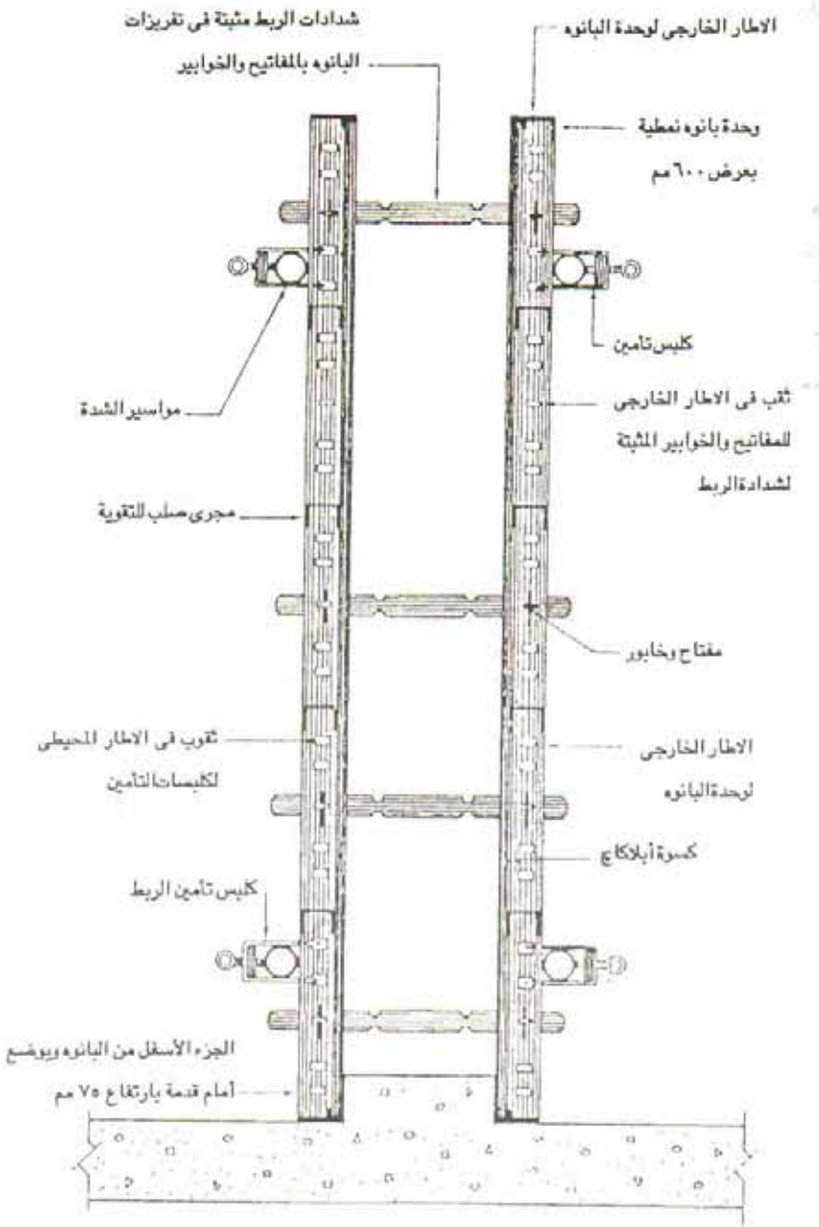
شكل (٧٦) الفرم النمطية – العنصر النموذجى

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com





شكل (٧٧) الفرم النمطية للكمرات والأعمدة



شكل (٧٨) الفرم النمطية للحوائط

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

٢- *الفورم الدائمة Permanent Forms* شكل (٨١)

وهى عبارة عن شدات shutterings تترك بأكملها فى المنشأ بعد بعد صب الخرسانة سواء لصعوبة أو لارتفاع ثمن إزالتها، أو لاستخدامها كبطانة للسطح المصبوب. ويمكن أن تتكون الفورم الدائمة من بلاطات خرسانة مسلحة أو أسمنت مسلح أو من ألواح البلاستيك أو الأسبستوس، وفى حالات نادرة من المعدن؛ فمثلاً يمكن استخدام ماسورة خرسانية كفورمة داخلية لعمود مستدير.

وعادة ما تصنع تلك الفورم الدائمة فى الموقع، ولضمان التصاقها بخرسانة المنشأ المصبوبة يتم رشها بالحجر المجروش لخلق سطح خشن.

٣- *الفورم النقالة Travelling Forms*

ويتمثل هذا النوع فى استخدام مجموعة من الفورم ذات الحركة المميكنة فى تشييد منشأ ذى عناصر إنشائية ثابتة، ويمكن تصنيف تلك المجموعة إلى ثلاثة أنواع حسب طريقة التشغيل ومجالات الاستخدام وهى:

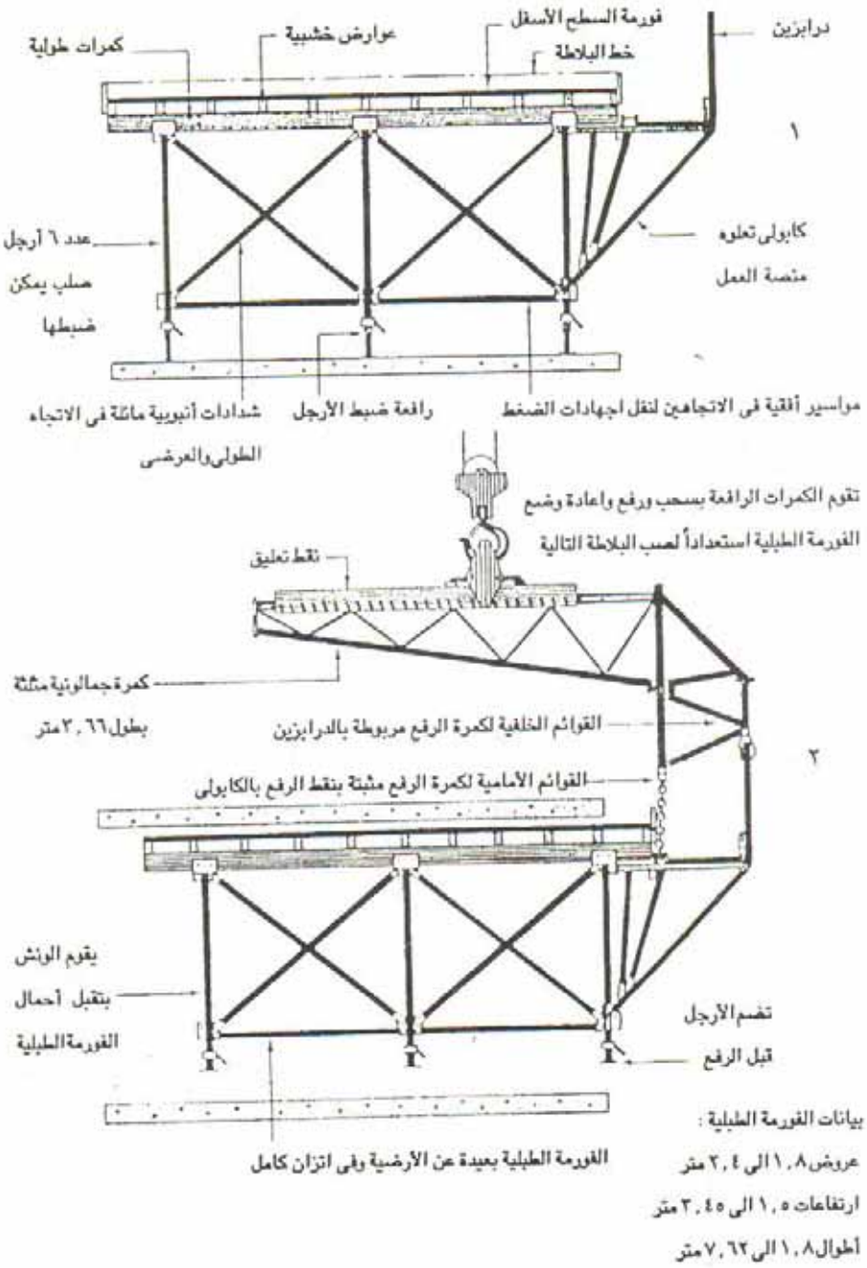
ا- الفورمة المنزلقة (الشدة المنزلقة) Slipform

وهى التى تتزامن حركتها المتجهة إلى أعلى مع صب الخرسانة المستمر (وسوف تتم دراستها بالتفصيل فى الباب الثانى) وتستخدم فى صب الأبراج العالية ذات المقطع الثابت مثل أبراج المصاعد والصوامع ودعامات الكبارى الرأسية والمبانى متعددة الأدوار ذات المحيط الخارجى الصغير.

ب- الفورمة المقطعية Sectional Form

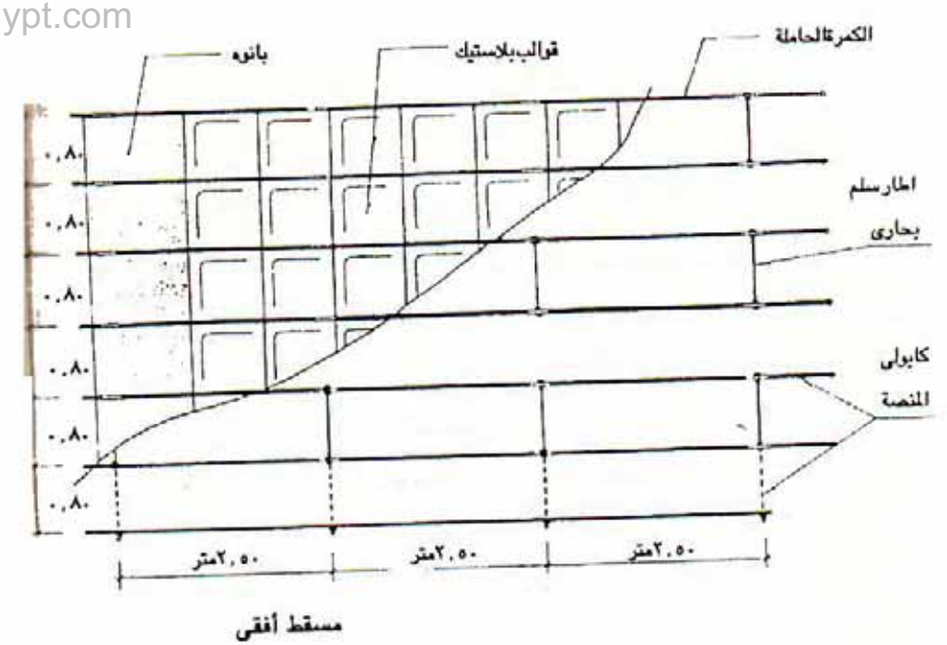
وفى حالة استخدامها يتم صب الخرسانة بارتفاع الفورمة، وتبقى فى موضعها حتى تصل الخرسانة إلى قوة مناسبة لترفع الفورمة إلى المستوى الأعلى وهكذا.

ويستخدم هذا النوع فى المبانى العالية ذات المقطع الثابت أو المتغير مثل الأبراج المخروطية وأبراج التلفيزيون والمشاهدة...إلخ.

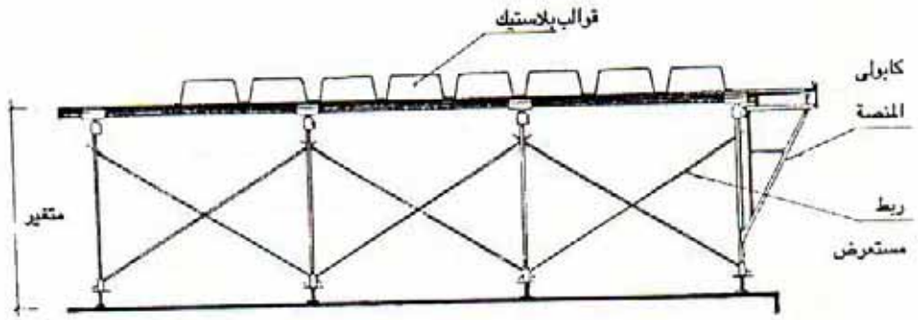


شكل (٧٩) الفرم الطبلية - أسلوب "كويكفورم"

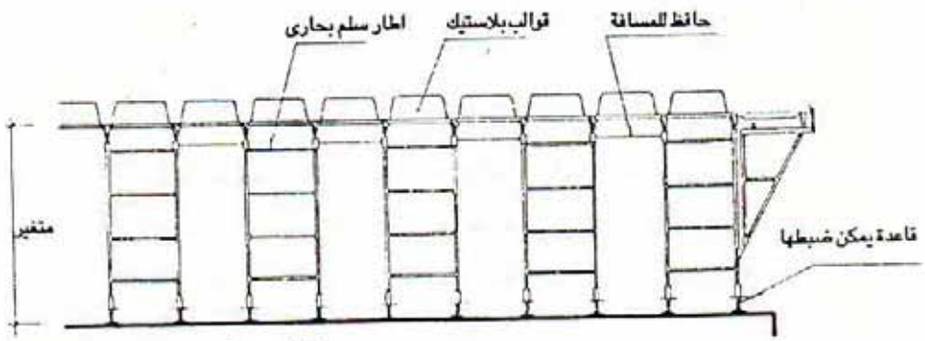
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



مسقط أفقى

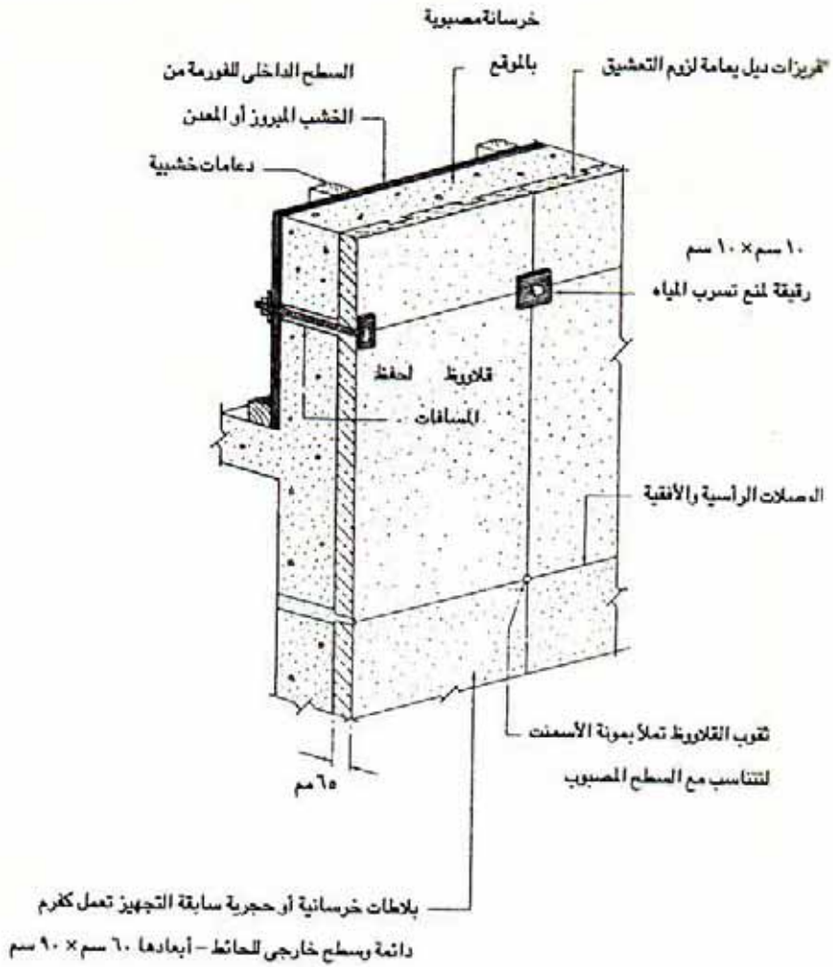


قطاع طولى



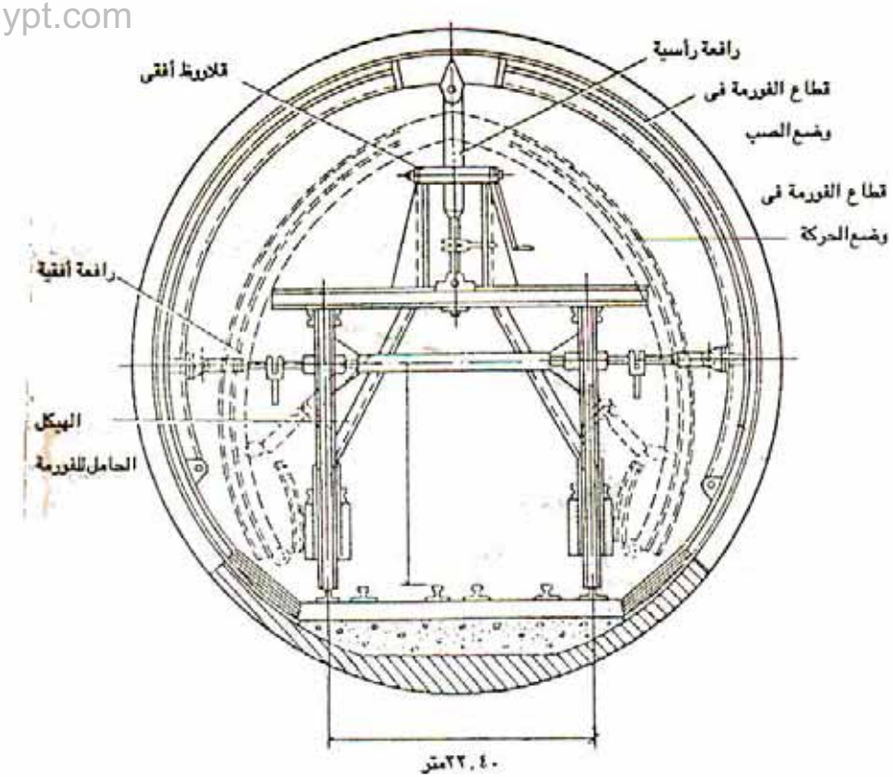
قطاع عرضى

شكل (٨٠) استعمال قوالب بلاستيك مع الفورمة الطبلية لانشاء بلاطات مفرغة



شكل (٨١) مثال للفرم الدائمة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

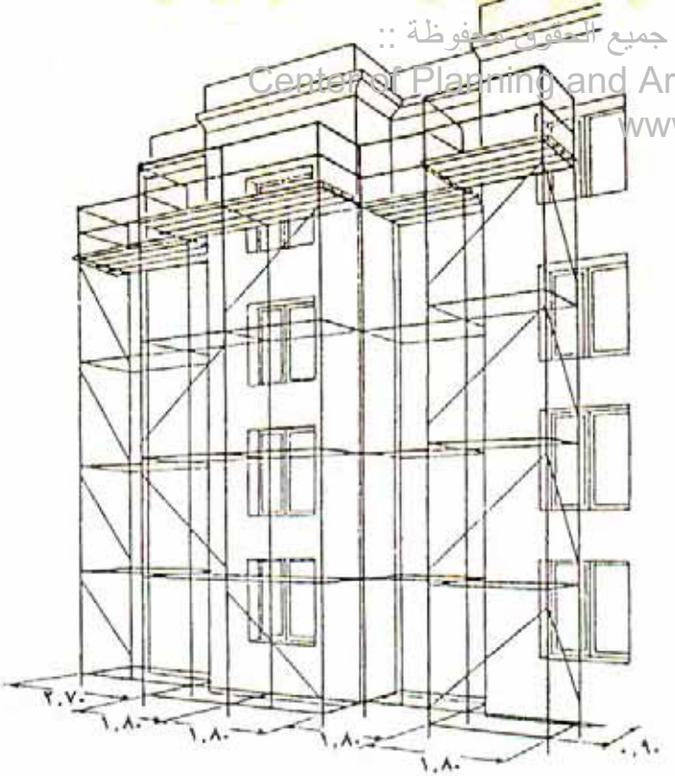


شكل (٨٢) الفورمة الدراجة لاقامة الأنفاق

جـ- الفورمة الدراجة Rolling Form (شكل ٨٢)

وهى نفس فكرة النوع السابق ولكن فى 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 للمبانى متعددة الأدوار والمنشآت المركبة ليس بالعملية السهلة، بل يتطلب خبرة ودراية كبيرة سواء فى تصميمها أو فى اختيار المواد المناسبة أو فى استخدامها وتشغيلها بالموقع. ويمكن أن يؤدى تصميم خاطئ للفورمة أو سوء تركيبها إلى انهيار المنشأ أثناء عملية التشييد، أو على الأقل إلى صب عناصر غير موجودة أو مطابقة للتصميم، وبالتالى غير مقبولة وكلا الأمرين نتيجته الحتمية زيادة كبيرة فى التكاليف، بل وتدمير لسمعة شركة المقاولات المنفذة.



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

٣- السقالات *Scaffolding*

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

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

السقالات المدلاة Slung Scaffolds

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

السقالات البارزة Truss-Out Scaffolds (شكل ٨٤)

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

السقالات المعلقة Suspended Scaffolds (شكل ٨٥)

وتتكون من منصة عمل معلقة من دعامات مثبتة فوق السطح النهائى للمبنى وتبرز عن واجهته، وقابلة للحركة الرأسية والأفقية على واجهة المبنى.

وهى تعتبر وسيلة دخول المبنى من أى نقطة فى الواجهة وتصلح لأعمال تنظيف الواجهة والصيانة الخفيفة. وكثير من المبانى العالية (الحديثة) يتم تزويدها بسقالة معلقة دائمة.

السقالات البرجية المتحركة Mobile tower Scaffolds (شكل ٨٦)

ويستعملها عادة النقاشون لأعمال البياض والدهانات الخارجية وأعمال الصيانة.

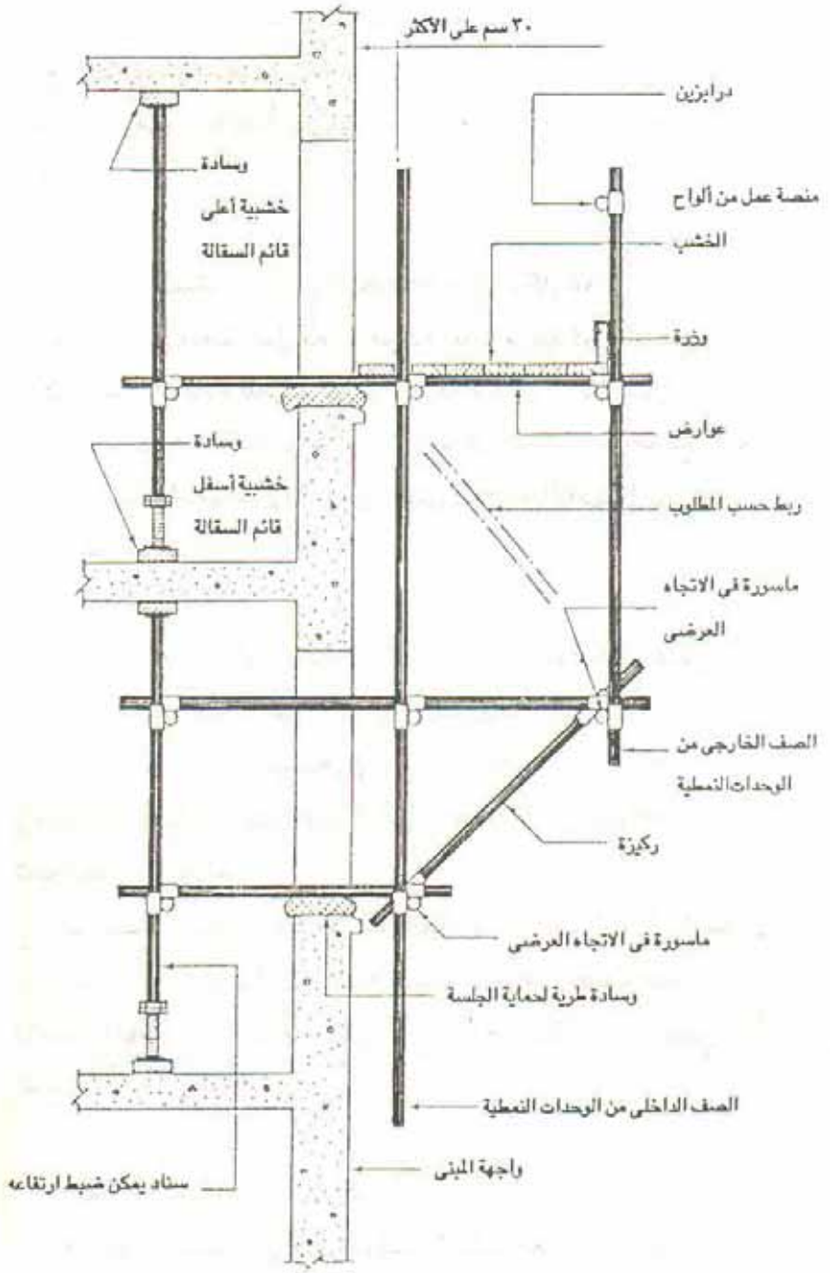
وهى أساساً عبارة عن برج مستطيل أو مربع، يتكون من مواسير السقالات مركبة على عجل مزود بفرامل. ويتم الوصول إلى المنسوب الأعلى بوساطة سلم بحارى رأسى مثبت بجانب برج السقالة.

أما منصة العمل فيجب ألا يقل أبعادها عن ١,٢٠×٢,٢٠ متر. ولتحقيق الاتزان التام يجب ألا يزيد ارتفاع البرج عن ثلاث مرات ونصف أصغر ضلع له، وذلك فى الأعمال الداخلية، وثلاث مرات فى الأعمال الخارجية، وبحد أقصى ١٠ أمتار فى الارتفاع إلا إذا تم ربطه بالمبنى.

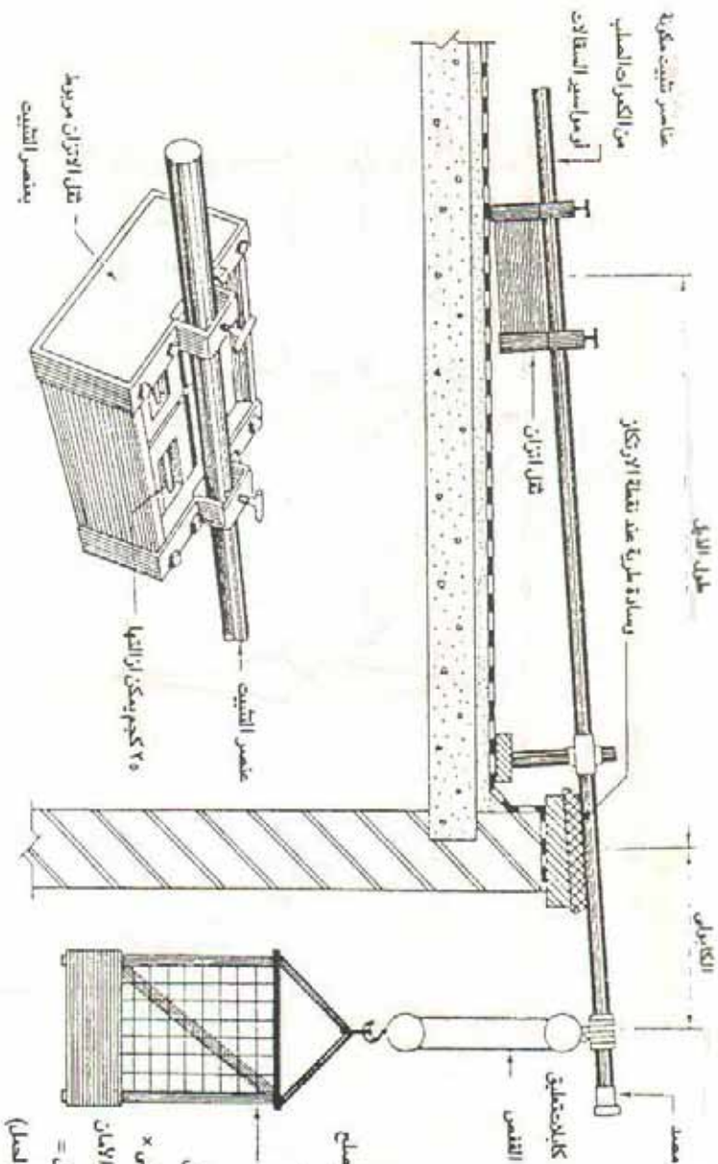
السقالات النمطية System Scaffolds

وفكرتها الأساسية هى تجهيز مواسير السقالة العادية التى يتم تربيطها بوساطة «مساكات» خارجية، بوصلات يُمكن ربطها مباشرة ببعضها البعض. وهذا النوع سهل التركيب ويمكن التنوع فى استخدامها كما أنه يمكن للعمالة نصف المدربة تجميعها.

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (٨٤) السقالات البارزة (كابولى)



شكل (٨٥) الشكل التقليدى للسقالة المعلقة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

ب- أعمال التسليح *Reinforcement Works*

تشمل أعمال التسليح عمليتين أساسيتين هما تشكيل وتصنيع عناصر التسليح، 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 تقفيصات مختلفة الأشكال، ويتم تجميعها ولحامها فى الموقع حسب متطلبات التصميم.

أما التسليح الخاص بالعناصر سابقة الإجهاد فيصنع على شكل حزم من السلك أو صلب 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 :

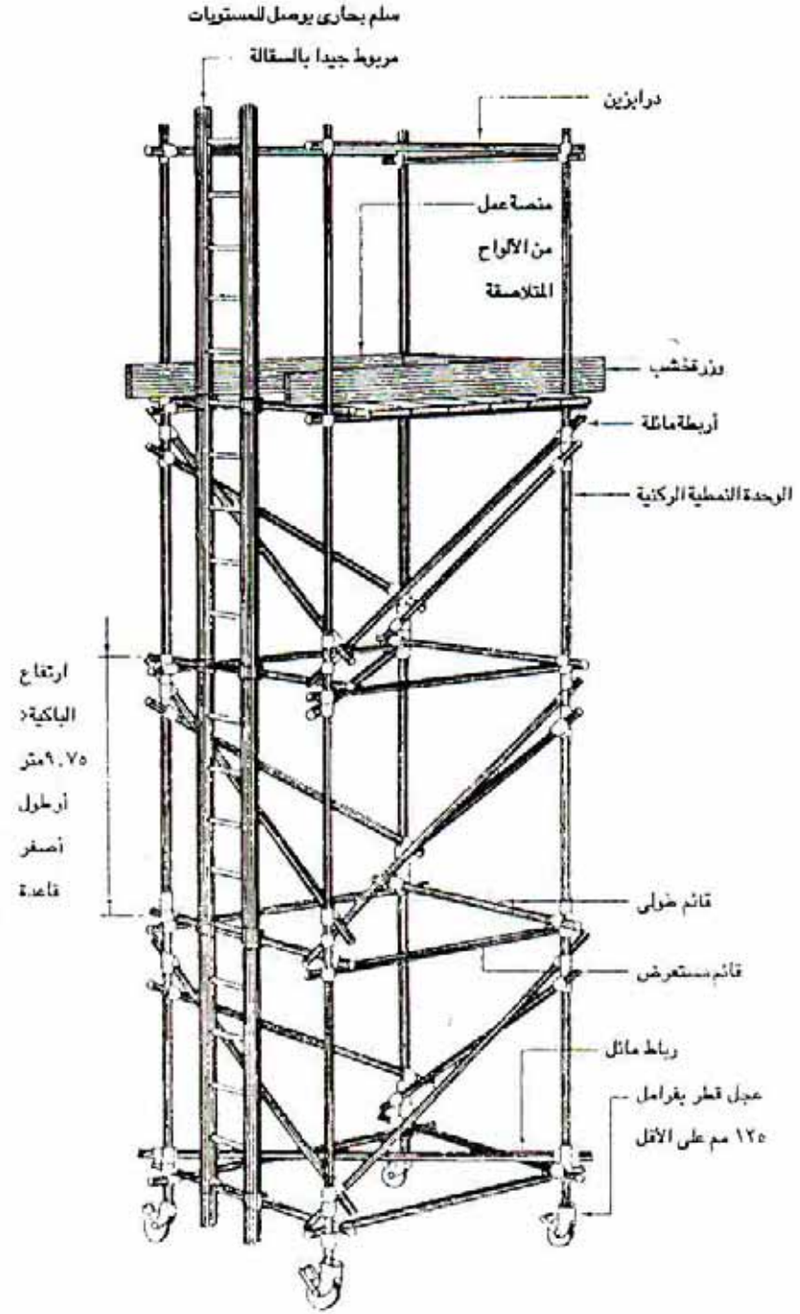
١- تسليح أساسى وهو الحديد الذى يتقبل إجهادات الشد فى العنصر الإنشائى.

٢- تسليح مرزع وهو الذى ينقل الأحمال لحديد التسليح الأساسى فى العنصر.

٣- تسليح خاص بتجميع النوعين السابقين.

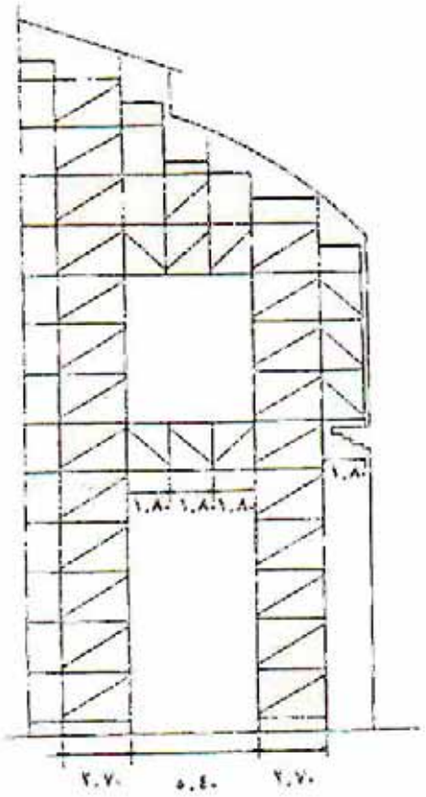
ويأتى حديد التسليح فى ثلاثة أشكال :

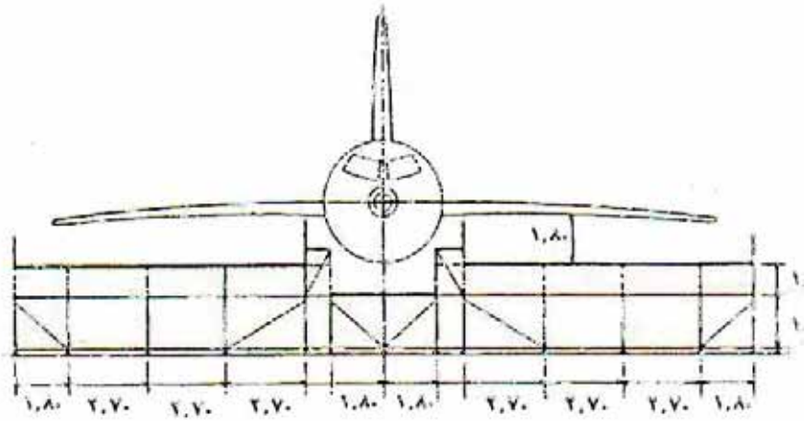
١- تسليح مجزأ Piece Reinforcement وهو عبارة عن أسياخ صلب يتم لحامها فى الموقع لتكون تقفيصة التسليح، ويتم ثنى نهايات القضبان لتحقيق التماسك المطلوب مع الخرسانة، ويتم ذلك سواء ميكانيكياً أو يدوياً. وتجمع العناصر لتكون تقفيصة مسطحة flat Cage من القضبان المتقاطعة تستعمل فى تسليح الكمرات والمدادات وهى على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



شكل (٨٦) السقالة البرجية المتحركة

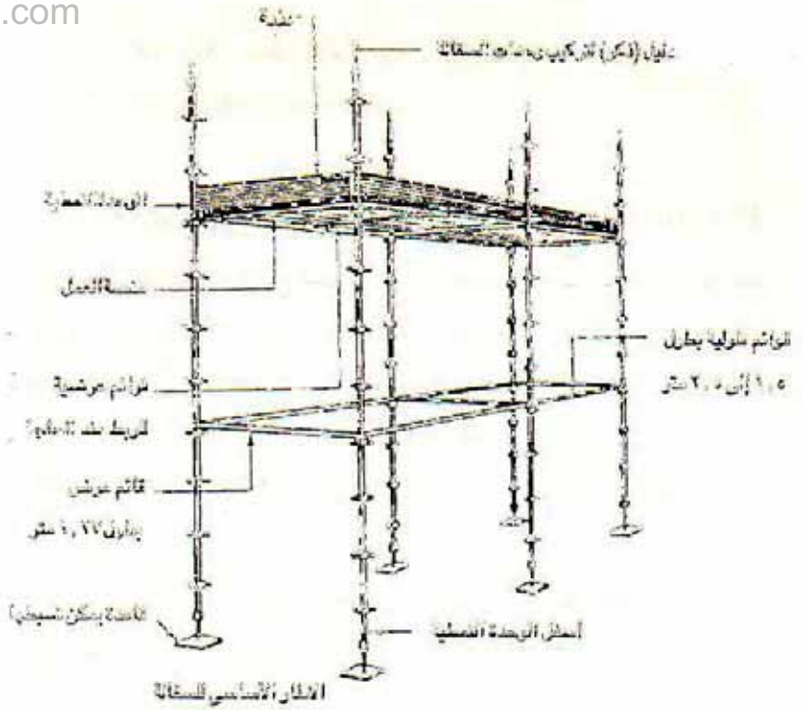
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

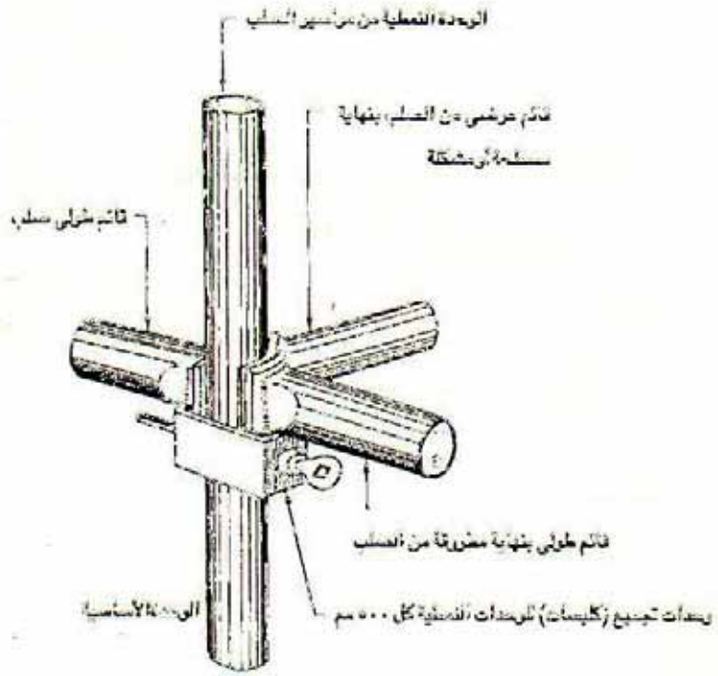




النمط (الموديول) الأساسي ٩٠ ، ٠ متر ويضاعفاته

شكل (٨٨) بعض امكانيات السقالات النمطية





شكل (٨٧) السقالات النمطية التقليدية

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

٢- تقفيصات صندوقية Box type reinforcing Caps

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

٣- شبك التسليح Reinforcing wire fabrics

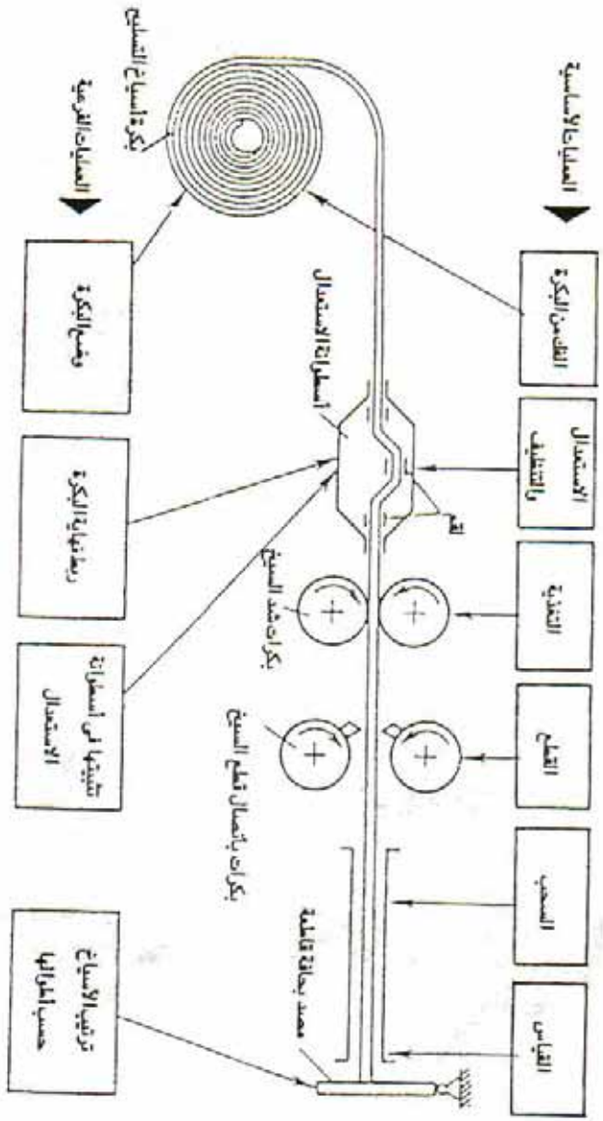
وهو كثير الاستعمال فى حالات العناصر المسطحة صغيرة السمك مثل الأسقف والحوائط والمنشآت الصندوقية . ويتكون الشبك من أسياخ تسليح ϕ٣ مم إلى ϕ١٠ مم وتكون فتحات الشبكة ٥ سم × ١٠ سم أو ١٥ سم × ٢٠ سم .

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

أما مرحلة التجميع فيتم فيها تكوين التقفيصات الكبيرة باللحام وتشكيل التقفيصات الصندوقية ووضع التسليح فى الفرم (شكل ٩٠ ، ٩١) . ويمكن ميكنة عملية التجميع هذه جزئيا أو كليا .

نقل وتركيب حديد التسليح *Transportation and Erection of Reinforcment*

يتم نقل الوحدات كبيرة الحجم (شبك التسليح والتقفيصات) على لوريات أو على عربات السكك الحديد ، وذلك فى حالة تجميعها بعيدا 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 فى هذه العملية ، ويراعى وضع علامات بالبوية عند نقط التعليق التى تتحدد بحيث لاتتعرض الأجزاء للتغير فى الشكل أو التلف عند رفعها . ولا يتم وضع حديد التسليح (بأشكاله) إلا بعد الانتهاء من تجميع الفرم واختبارها ، ثم يوضع فى مجموعات يتم تجميعها مسبقاً، وذلك لتسهيل عملية التشييد ، كما يجب الأخذ فى الاعتبار المسافات بين صفوف أسياخ التسليح وسمك طبقة الخرسانة الواقية للحديد (من أخطار التآكل والحريق) وذلك



شكل (٨٩) مراحل اعداد أسياخ التسليح

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

حسب التصميم والحسابات الأنشائية . وشكل (٩١) يوضح تشييد التسليح والغرمة لعنصر إنشائى .

جـ- خلط الخرسانة وصبها *Concrete Mixing and Placing*

تستلزم عمليات البناء الحديثة خلط كميات كبيرة من المواد أهمها الخرسانة ثم المون والبياض . وتؤدى ميكنة الخلط إلى وفر كبير فى التكاليف ، إلا فى الأعمال التى تتطلب كميات محددة من الخرسانة أو المون فتكون الميكنة غير إقتصادية .

ويمتاز الخلط الميكانيكى عن اليدوى باستخدام عدد قليل من العمال والحصول على خلطة متجانسة منتظمة فى التكوين واللون والقوام المناسب للغرض المطلوب ، مع الاقتصاد فى استعمال المواد نتيجة لتقليل الفاقد ، والتحسين من كفاءة التشغيل والتنفيذ حيث تساعد الآلات فى الانتظام فى الإنتاج بالكميات المطلوبة وفى الوقت المحدد بالجدول الزمنى للمشروع .

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

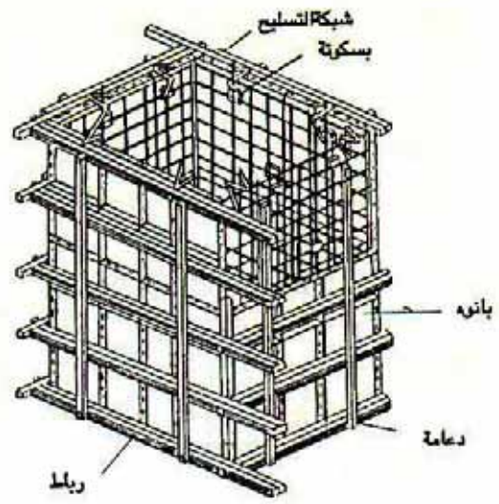
وتنقسم العناصر الخرسانية إلى ثلاثة أنواع :

- سابقة التجهيز (فى المصنع)
- سابقة الصب (فى الموقع)
- مصبوبة فى موضع إستخدامها

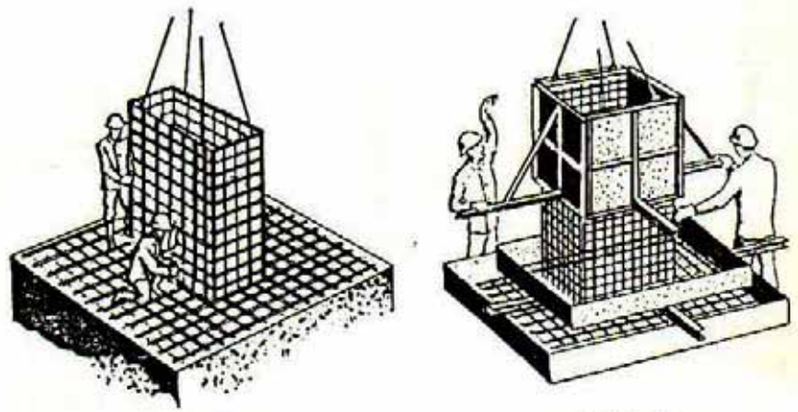
وفى الأنواع الثلاثة يحتاج الأمر إلى خلط الخرسانة إما فى خلاطات الخرسانة Concrete Mixer أو فى محطات الخلط المركزية Concrete Mixing Plant .

خلاطات الخرسانة *Concrete Mixer*

تتحدد وظيفتها فى خلط مكونات الخرسانة ، وهى الأسمنت والرمل والزلط والماء والمواد المضافة ، وذلك بالنسب القياسية المعمول بها .



شكل (٩٠) التسليح والفورمة



شكل (٩١) تشييد هيكل التسليح ووضع الفرم

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

وتتحكم العوامل التالية فى اختيار معدات الخلط :

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

ب- الحجم الكلى للخرسانة المطلوبة.

جـ- إمكانية الحصول على المعدة المطلوبة فى الوقت المحدد.

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

هـ- المساحة المخصصة لخلاط الخرسانة.

و- نوعية وجودة الخرسانة المطلوبة.

ز- النوع ذو التكلفة الأنسب بالنسبة للمشروع.

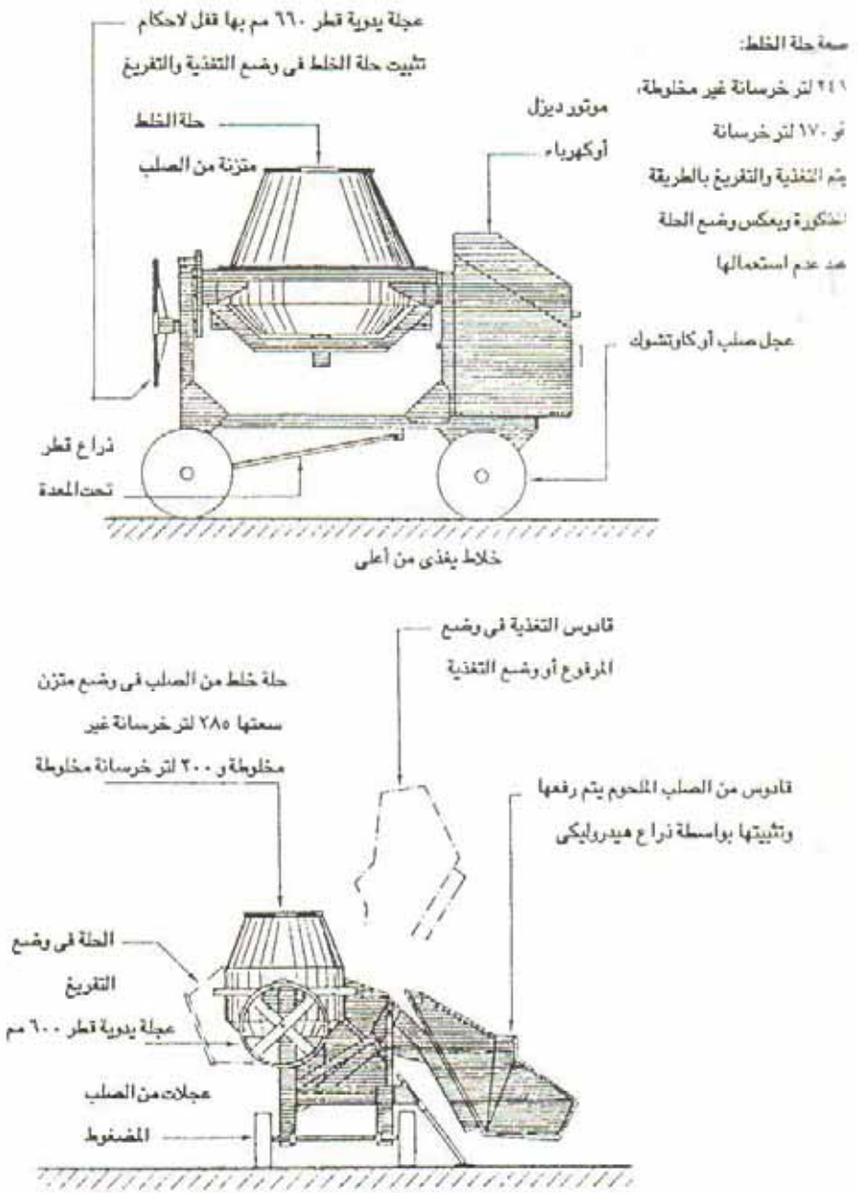
وعموماً يجب أن يكون موقع خلاط الخرسانة أقرب ما يمكن لمكان الصب لتفادى التصلد الجزئى للخرسانة.

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



شكل (٩٢) الخلاط ذو الحلة المائلة (المنقلبة)

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

٢- الخلاط ذو الحلة الأفقية Non-Tilting drum mixer

وهذا النوع يتكون من حلة أسطوانية دوارة ذات ريشات داخلية ثابتة، ولها فتحة جانبية، وتتم تغذيتها بوساطة معيار يركب عليها. وتفرغ الخلطة من الناحية المقابلة من الحلة، وذلك فى وعاء يثبت به وتسقط فيه الحمولة من أعلى الحلة. ويبلغ إنتاج هذا النوع من الخلاطات ١٠ متر مكعب/ساعة.

٣- الخلاط ذو الحلة العكسية the reverse drum mixer

وهو يشبه النوع السابق مع الفارق أن دوران الحلة أثناء الخلط فى اتجاه واحد فقط، ويتم التفريغ عند دورانها فى الاتجاه المعاكس، وتقوم حواجز خاصة بمنع سقوط الخرسانة أثناء الخلط (شكل ٩٣).

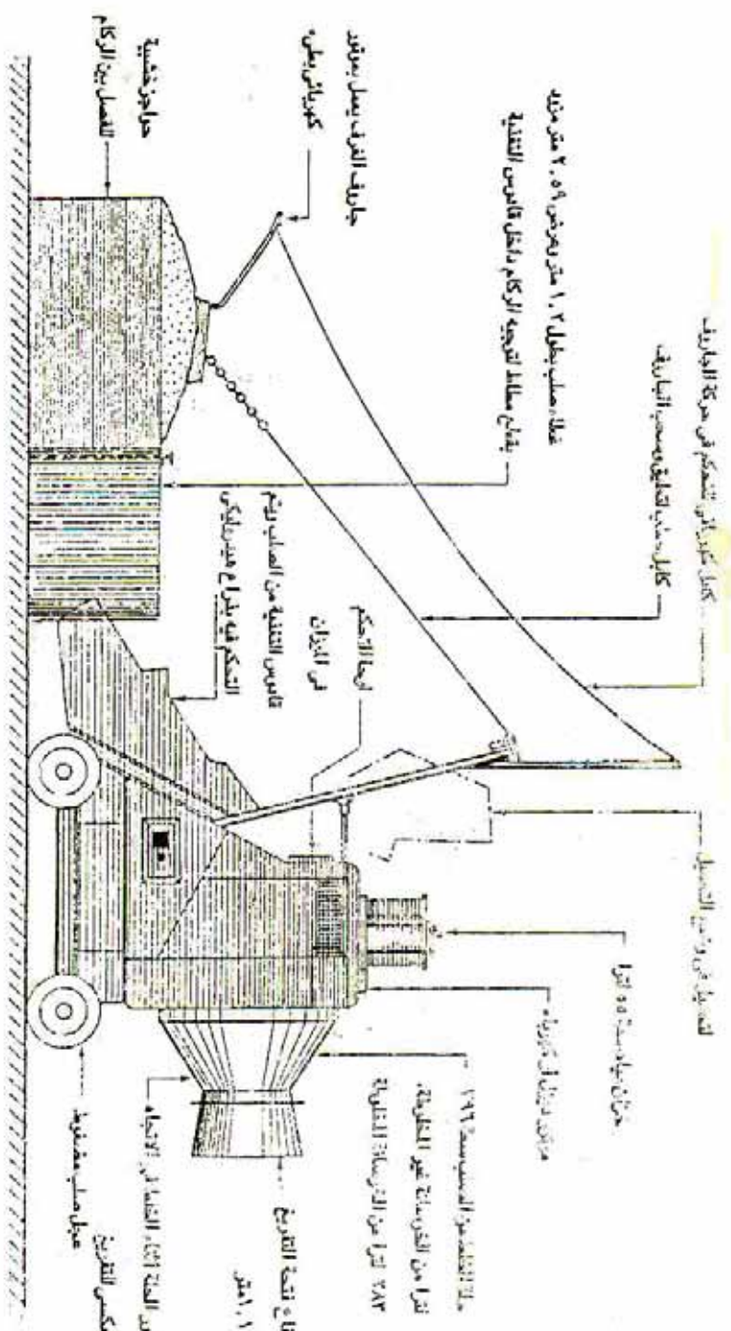
٤- الخلاط ذو الحلة الثابتة والريشات المتحركة Paddle mixers

وينتج عنه نوعية من الخرسانة عالية الجودة وسرعة فى الانتاج. وهو من الأنواع الثابتة التى يصعب نقلها - بعكس كل الأنواع السابقة - ولهذا يستحسن استخدامه فى محطات الخرسانة الثابتة، أو فى مصانع المبانى الجاهزة.

٥- عربات الخلط Ready mix concrete

فى بعض الأحوال تكون ميكنة الخلط فى الموقع غير اقتصادية، حيث تكون الحاجة إلى كمية صغيرة من الخرسانة، وفى هذه الحالة يكون من المطلوب نقل خرسانة جاهزة الخلط Ready mix concrete من أقرب محطة مركزية، ويتم هذا بوساطة عربات الخلط (شكل ٩٤) وذلك بثلاث طرق :

١- إضافة الماء فى الموقع على مكونات الخلطة الجافة المعبأة فى المحطة المركزية.
٢- إضافة الماء وإتمام عملية الخلط فى الطريق من المحطة إلى الموقع بحيث تصل الخرسانة جاهزة للاستعمال.
٣- إتمام عملية الخلط فى المحطة وتقليب الخرسانة المستمر فى الطريق إلى الموقع. ويتوقف اختيار الطريقة - إلى حد كبير- على طول المسافة بين محطة خلط الخرسانة والموقع.



شكل (٩٣) الخلاط ذو الحلة العكسية

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

جسم الخلاة والريش الداخلية المستمرة مصنوعة من سبيكة من الصلب المقاوم للتآكل.
تمسك الخلطة داخل الخلاة إلى النهاية المغلقة بريش المدوان المستمر بسرعة ثابتة =
١٥ ق/دقيقة، وقصوى = ١٨ ق/ دقيقة. والخلاة حاملة ٦٦ قدم مكعب، وسعتها
١٢٥ لترا مخصصة لحفظ المواد المضافة لتغيير
خصائص الخرسانة (الاضافات الخرسانية).

خزان المياه للخلط والتسييل سعة ٩٥٠ لترا، منها

شاحنة بمحرك
ديزل

قمع التغذية

مزلاج التفريغ

بداية ماسورة
التفريغ

وصلات ماسورة التفريغ
متصلة مفصلياً بينهما

الجزء الأول من
ماسورة التفريغ
قابل للدوران ١٨٠°

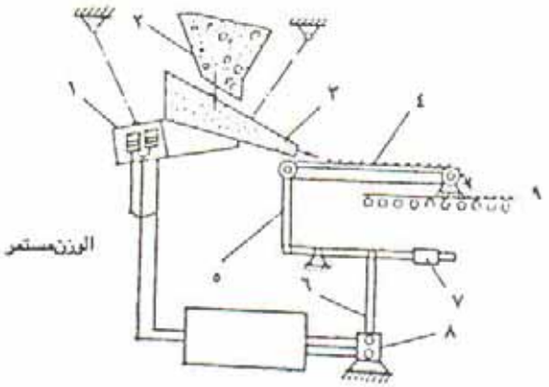
الجزء الأخير من الماسورة قابل للفصل

شكل (٩٤) عربة خلط خرسانة (تراك ميكسر)

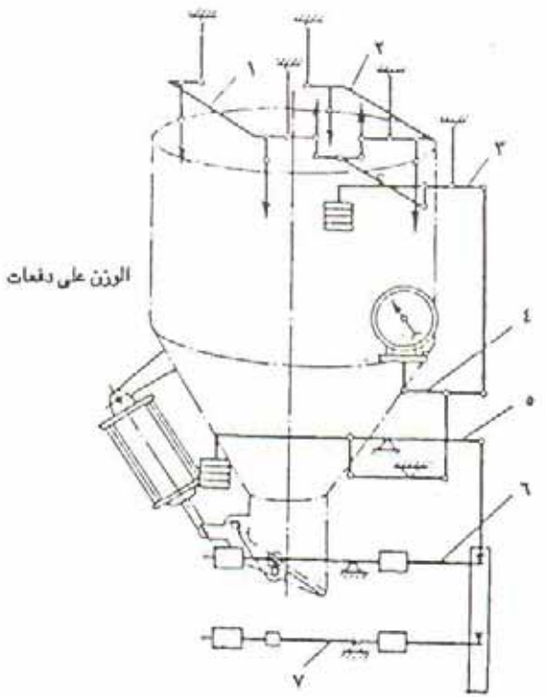
الموازين *Weighbatchers* شكل (٩٥)

وهى التى تستعمل فى تحديد الأوزان اللازمة من مكونات الخرسانة أتوماتيكياً، ويوجد منها ثلاثة أنواع:

١- نوع صغير مستقل يمكن نقله بسهولة.



١- مزاز كهرومغناطيسى
٢- قمع التغذية
٣- أنبوبة التفريغ
٤- سير الوزن
٥- رافعة الميزان
٦- رافعة التحكم فى تغيير الكميات المرفوعة
٧- ثقل اتزان
٨- صندوق التحكم فى القوة الكهربائية
٩- سير متحرك لنقل الناتج الموزون



شكل (٩٥) الموازين الأوتوماتيكية

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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 فى الخلاطات الكبيرة، وفى العادة يمكن لهذا النوع تغذية خلاطين فى نفس الوقت.

محطات خلط الخرسانة *Central mixing Plant*

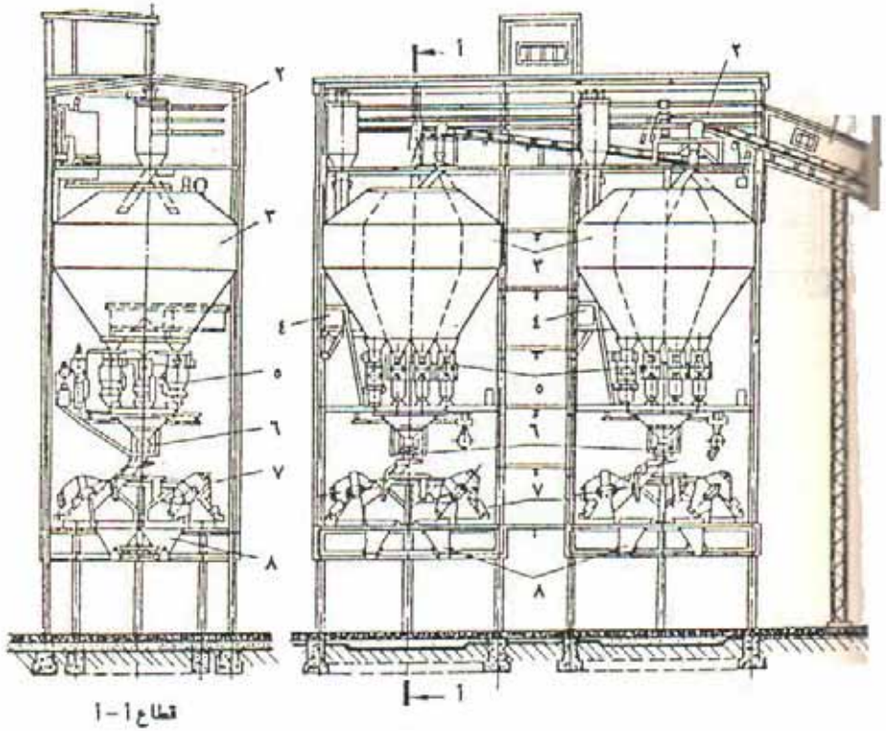
تنقسم هذه المحطات إلى: محطات دائمة (ثابتة) ومؤقتة ومتحركة:

١- المحطات الدائمة الثابتة (شكل ٩٦، ٩٧)، وهى تغذى احتياجات المشروعات المجاورة التى لا تتعدى المسافة بينها وبين المحطة ساعة زمن أو ٢٥- ٣٠ كم ويصل عمرها الافتراضى إلى عشرين عاماً كما يصل إنتاجها من ١٥إلى٢٠ متر مكعب/ساعة، وهذا النوع قد أخذ فى الانتشار بمصر فى منتصف الثمانينات.

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

٣- المحطات المتحركة (المتنقلة) (شكل ٩٩) وهى تخدم مواقع متفرقة على مسافات متباعدة، حيث يحتاج كل موقع إلى كميات صغيرة من الخرسانة. ويصل حجم انتاج المحطة من ١٥إلى٣٠ متراً مكعباً فى الساعة وهى مركبة على مقطورة ويتم جرها بين المواقع المختلفة بوساطة جرار أو لورى.

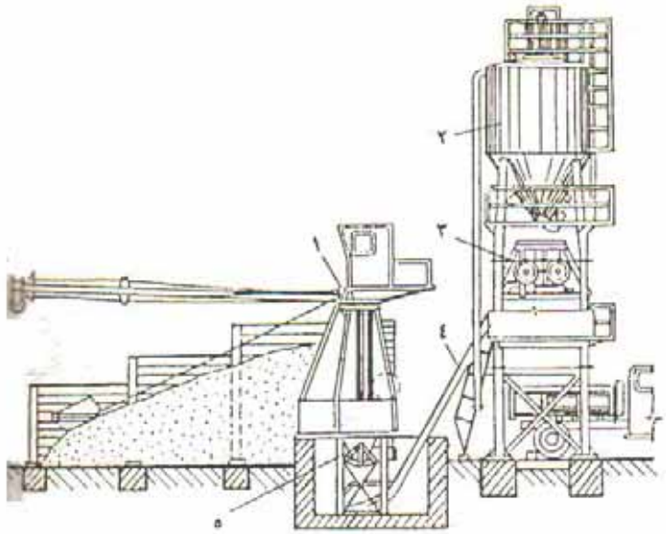
ومحطات الخلط بمختلف أنواعها تعتمد على نقل المكونات الجافة، وهى الرمل والزلط والأسمنت سواء من موضعها الثابت أو من اللورى أعلى القادوس، ثم تمر على الموازين التى تسمح بمرور المقادير المحددة مع المقدار المناسب من الماء إلى حلة الخلط حيث يتم الخلط، ثم تفرغ بعد ذلك فى وسائل النقل المختلفة.



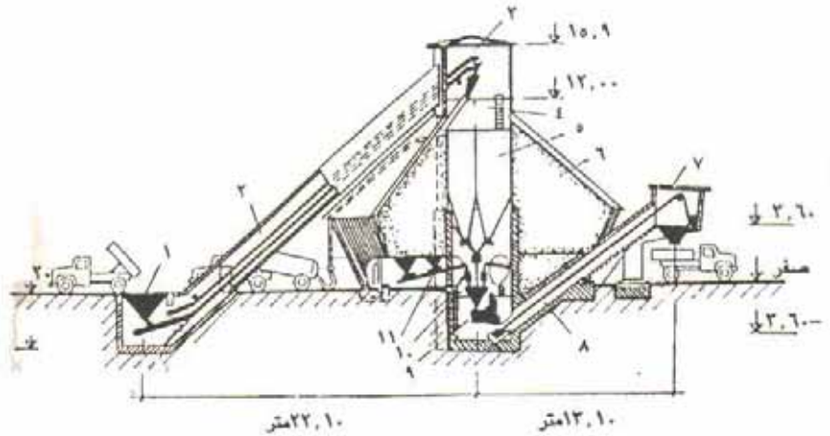
١- سير متحرك مائل لأعلى
٢- ماسورة استقبال الأسمنت
٣- القادوس
٤- خزانات مياه
٥- أجهزة قياس الأوزان
٦- قمع دوار ٣٦٠°
٧- خلاطات الخرسانة
٨- أقماع التفريغ

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

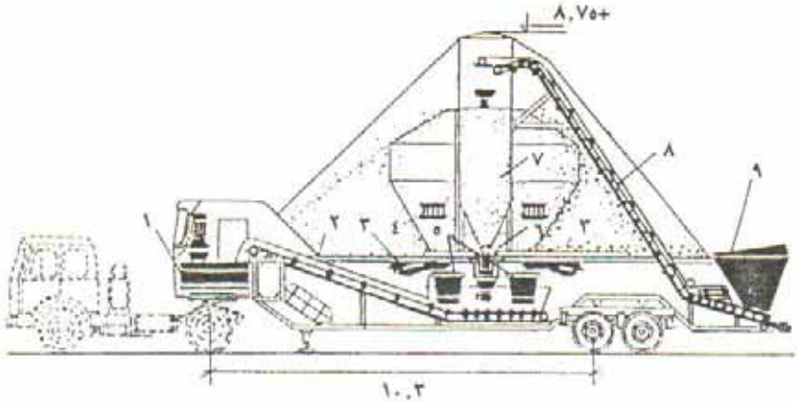


شكل (٩٧) محطة خلط خرسانة مركزية للمواقع



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

شكل (٩٨) المحطة المؤقتة



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

شكل (٩٩) المحطات المتحركة أو المتنقلة

وتبعاً لترتيب عناصر المحطة يوجد نوعان من المحطات:

١- محطات يتم فيها رفع المكونات الخرسانية مرتين (شكل ١١٠٠)

٢- محطات يتم فيها رفع المكونات كلها فوق القواديس ومنها تتحرك بفعل الجاذبية (شكل ١٠٠ب)

أعمال نقل وضخ خلطة الخرسانة

لضمان استمرار عملية الخلط فى الخلاطات بأنواعها يجب ضمان وجود وسيلة مستمرة لنقل الكميات المخلوطة، لذلك يجب ربط المحطة بخطوط أنابيب ومضخات لنقل الخرسانة (وقد سبق شرحها فى باب النقل)

ومن أهم مميزات مضخات الخرسانة:

١- يتم نقل الخرسانة من نقطة التغذية إلى مكان التشغيل فى عملية واحدة مستمرة.

٢- يتم النقل بطريقة أسرع وبعمالة أقل إذ يمكن صب ١٠٠ متر مكعب فى

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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 فى حالة دمك (نتيجة للضخ) ولا يحتاج الأمر إلاّ إلى قليل من الهز الميكانيكى.

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

٧- هى الطريقة الوحيدة لضخ الخرسانة أفقياً ورأسياً فى عملية واحدة.

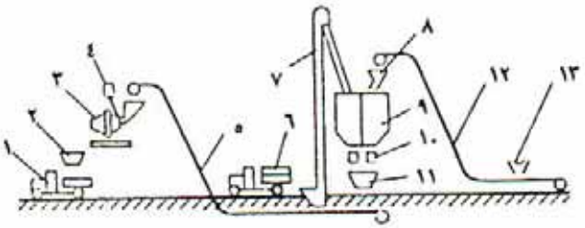
٨- يتم التفريغ فى الفرم بطريقة منتظمة.

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

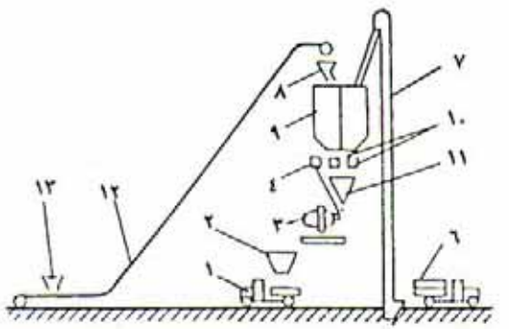
وتكون مضخات الخرسانة إما ثابتة فى الموقع، وهذه ترتبط بالخلاطات المركزية أو تكون متحركة وتستعمل غالباً لتفريغ الخرسانة الجاهزة من عربات خلط الخرسانة Truck mixer ويتم ضخ الخرسانة إلى الأدوار العليا، أو إلى أسفل سطح الأرض عند صب الأساسات أو أفقياً إلى الأماكن البعيدة عن خط إنتاج الخرسانة؛ ويمكن ضخ الخرسانة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

وعادة ما تكون المضخات المتحركة محملة على لورى أو مقطورة مزودة بروافع هيدروليكية (كريك) يتم التحميل عليها عند الضخ، وذلك زيادة فى التثبيت. وتسحب الخرسانة من عربة الخلط خلال خط أنابيب مفصلى 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

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

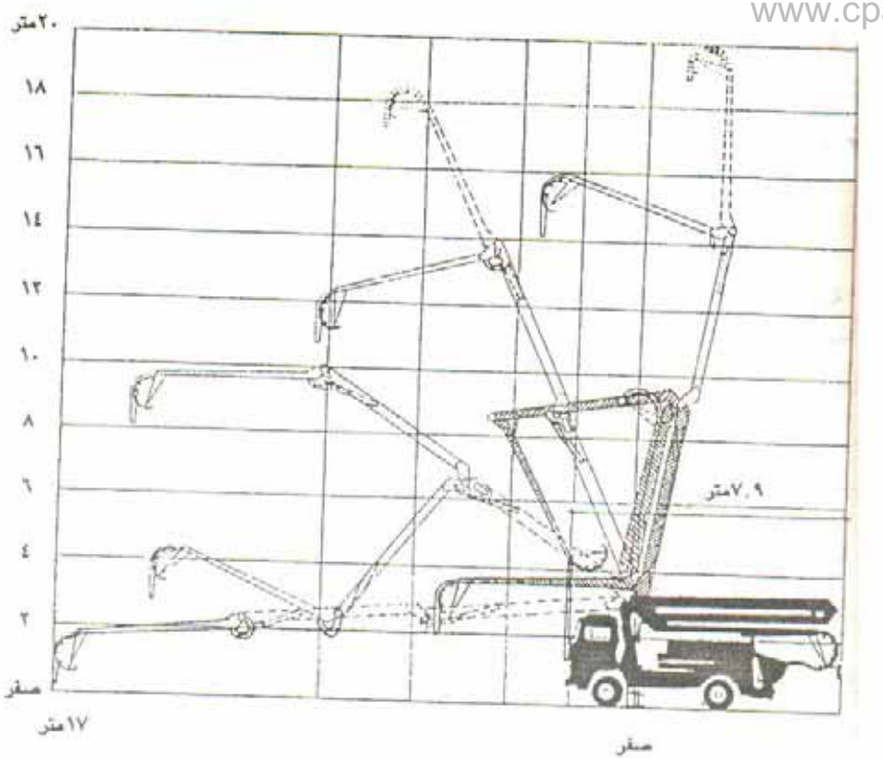
شكل (١٠٠) امكانيات ترتيب الأجزاء المختلفة فى محطات الخلط

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

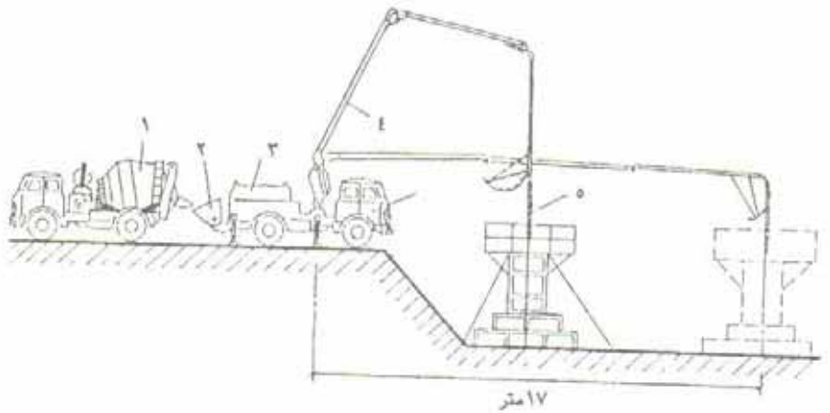
جهاز تحكم آلى Remote Control System.

وتوضح الأشكال (١٠١، ١٠٢، ١٠٣، ١٠٤) الشكل التقليدى لمضخة محمولة على لورى وبعض إمكانيات تشغيلها.

شكل (١٠١) مضخة خرسانة متنقلة مركبة على شاحنة



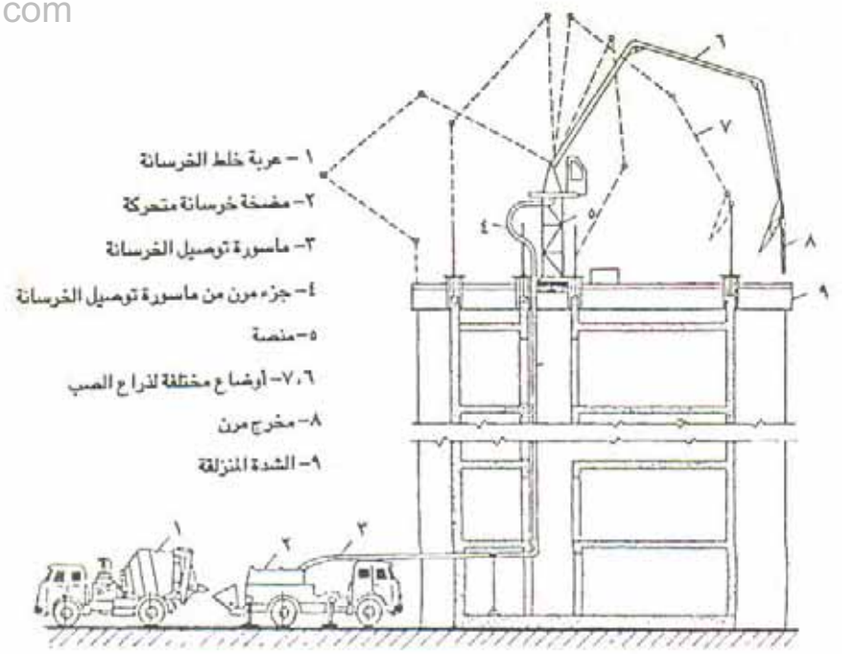
شكل (١٠٢) أوضاع التشغيل لذراع الضخ
حيث يبلغ طولها ١٧ متراً وطول الشاحنة ٧,٩ متر



١ – عربة خلط الخرسانة
٢– قادوس عربة الضخ
٣– عربة ضخ الخرسانة
٤– ذراع الضخ
٥– نهاية الذراع مرنة

شكل (١٠٣) الضخ أسفل منسوب الأرض بعربة ضخ يتم التحكم فى ذراعها هيدروليكياً

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (١٠٤) صب الخرسانة بمبنى باستعمال 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 قرم هزازة Vibrating moulding، أو بقوة الطرد المركزية Centrifuging ويستخدم الضغط والقرم الهزازة وقوة الطرد المركزية فى عملية تصنيع العناصر الخرسانية بالمصنع، أما فى مواقع التنفيذ فيتم دمك الخلطة الخرسانية بوساطة الهز والشفط.

١– دمك الخلطة الخرسانية بالهز Vibration of Concrete mix

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

إلى ١٠٠٠٠ هزة فى الدقيقة، قد تصل فى بعض الأحيان إلى ٢٠٠٠٠ هزة/دقيقة، مما يقلل من زمن الهز. وحسب الطريقة التى يتم بها هز الخرسانة يمكن تصنيف الهزازات كالآتى (شكل ١٠٥, ١٠٦, ١٠٧, ١٠٨, ١٠٩):

أ– هزازات غرس immersion or penetrating types

وهى التى يتم غرسها فى الخرسانة؛ ويستخدم هذا النوع من الهزازات فى دمك الأساسات والأعمدة والكمرات. ويتم دمك الكتل الضخمة باستخدام مجموعة هزازة Vibrating pack، التى 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:

وهى مزودة بألواح معدنية متصلة بالموتور الذى يقوم بعملية الهز، وهى مناسبة لبلاطات السقف وإنشاء الطرق وماشابه ذلك من خرسانات مسطحة. ولايتعدى تأثير تلك الهزازات سمك ٢٥سم إذا كان التسليح مفرداً (اتجاه واحد) و١٢سم إذا كان التسليح مزدوجاً (اتجاهين)، ويتم تشغيلها بوساطة جهاز تحكم عن بعد Remote Control لتلافى التأثير الضار على عامل التشغيل.

جـ– هزازات تثبت خارجياً على القرم:

وهى تستخدم فى حالة الأعمدة ذات التسليح المتقارب، وكذلك فى حالة الحوائط صغيرة السمك، كما تستخدم أحياناً مع أوعية نقل الخرسانة لتسهيل حركتها.

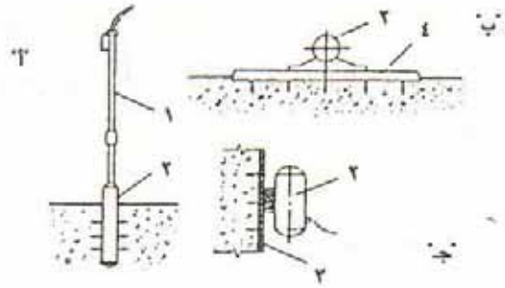
وعموماً يتحدد عدد الهزات المطلوب تبعاً لقدراتها، ويجب زيادة العدد المطلوب بمقدار ٣٠٪ وذلك كاحتياطى فى حالات العطل.

٢– دمك الخرسانة بالشفط Vacuum treatment of Concrete

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

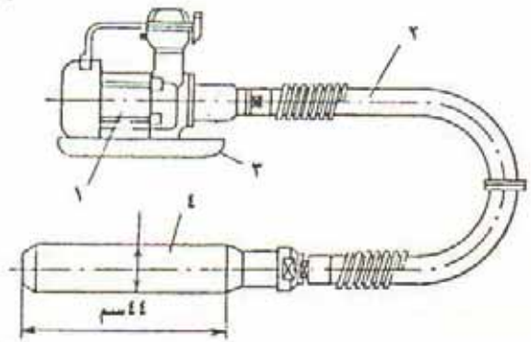
وتتلخص الطريقة فى زيادة كمية الماء المضاف إلى الخلطة عن كمية الماد المحددة أساساً، وبالشفط يتم التخلص من الماء الزائد والذى يبلغ حوالى ٢٠إلى٢٥٪ من الماء

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



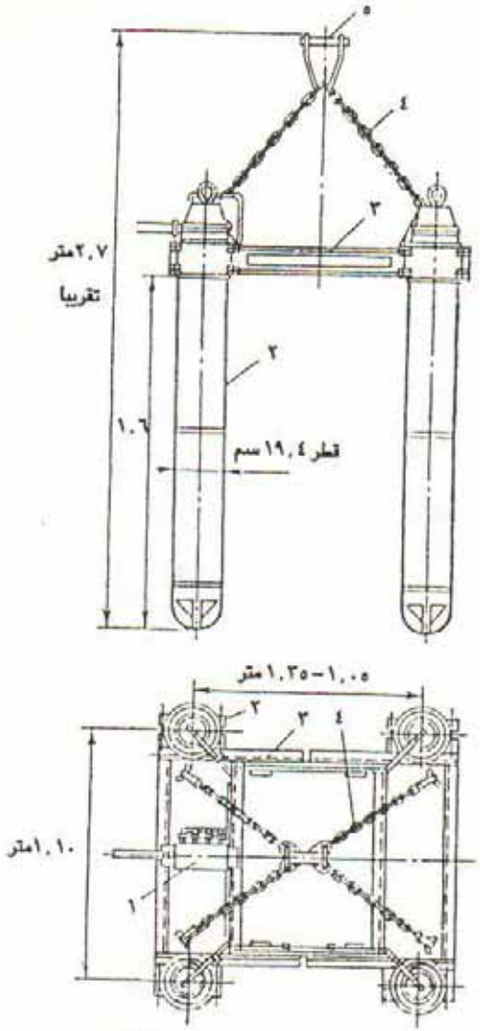
أ-هزاز غرس ، ب - هزاز سطحى ، جـ - هزاز يثبت فى الفورمة
١- قضيب ، ٢- جسم الهزاز ، ٣- الفورمة ، ٤- مسطح الهز

شكل (١٠٥) أنواع هزازات الخرسانة



١- موتور كهربائى (أو بنزين)
٢- عامود مرن (خرطوم)
٣- حامل (دوار)
٤- الكتلة المغروسة (الزمبة)

شكل (١٠٦) هزاز غرس (زمبة) بعامود مرن (خرطوم)



١- صندوق متصل بالموتور لنقل الاهتزازات للهزازات
٢- جسم الهزاز ٣- الاطار ٤- تعليق مرن
٥- مساكة لخطاف الونش

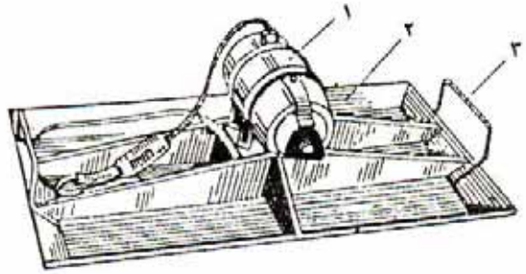
شكل (١٠٧) مجموعة هزازة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

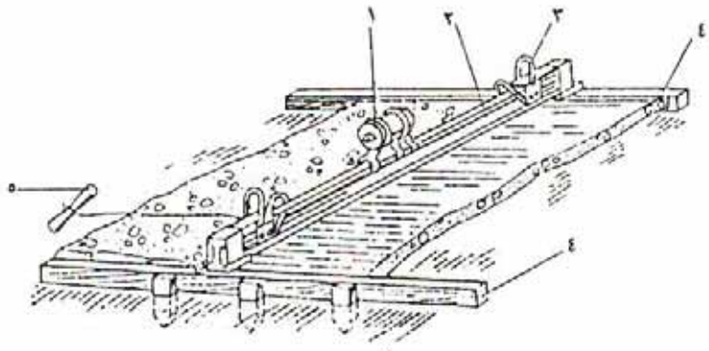
وتصل فاعلية هذه الطريقة إلى سمك ٣٠سم وتستعمل حيث يكون المطلوب سرعة فك الشدات لإعادة استخدامها.

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 خرسانة يصل إلى ٢٠٠متر^{٢} فى الدورة، ويصل سمك الطبقة المعالجة بالشفط إلى ٢٠سم. وتوضع وحدات الشفط مثبتة بالفورمة على محيط العنصر الإنشائى المصبوب.



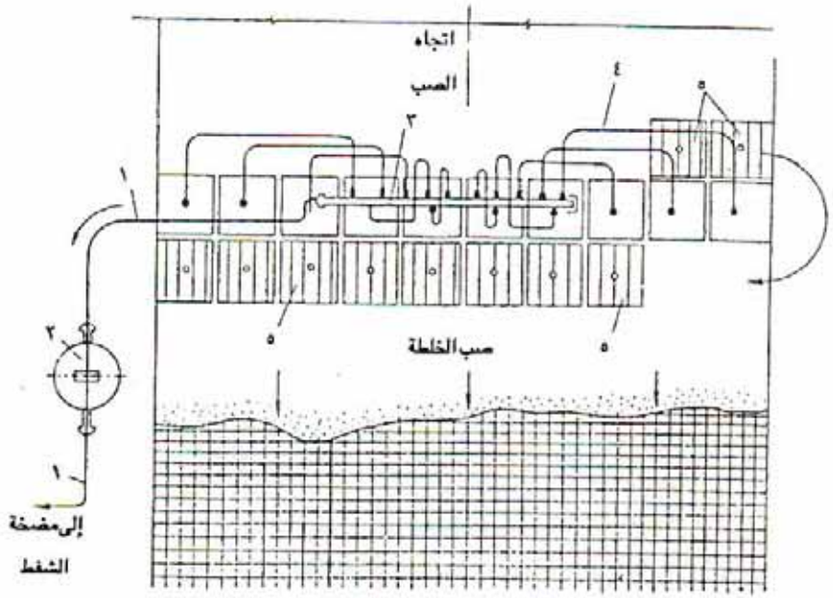
١- موتور لاثارة الذبذبات ٢- لوح معدنى ناقل للذبذبات ٣- يد لتحريك الهزاز

شكل (١٠٨) هزاز سطحى



١- جسم الهزاز (الموتور) ٢- قضيب معدنى (اده) ٣- يد أو مساكة لحمل الهزاز
٤- قائمين (دليل منسوب) لانزلاق القضيب ٥- يد السحب لجذب الهزاز

شكل (١٠٩) هزاز (اده) مركب على قضيب



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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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 المبانى 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.

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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 الخرسانى. وقد اقتصر التفكير فى البداية فى سبق تصنيع الخرسانة على أسقف الأدوار وسطح المبنى، لكنه امتد ليشمل كل عناصر المبنى بما فيها الأعمدة والكمرات وبلاطات السقف والحوائط الخارجية والقواطيع الداخلية والسلالم.

وأهم مزايا هذا الأسلوب هى:

- سرعة وبساطة التشييد التى يمكن مقارنتها بسهولة تشييد المنشآت الحديدية، ومع رخص الخرسانة المسلحة عن الحديد يصبح هذا النظام ذا قيمة كبيرة.
- التوفير الملحوظ فى زمن التشييد يضاف إلى ذلك أن تصنيع الوحدات الإنشائية فى المصنع يسمح بتحكم أكبر فى نوعية الخرسانة وإنهاء الأسطح عما هو ممكن فى الموقع، كما يؤدى إلى توفير فى مواد البناء، وخاصة الهالك منها مع تحسين نوعية العنصر المنتج وتلافى الصعوبات الناتجة عن انكماش الخرسانة حيث لا تستعمل فى 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 فهى:

- يصعب الوصول إلى الإستمرارية والصلابة فى العناصر الإنشائية للمبنى حيث يأخذ هذا الأمر اهتماماً خاصاً فى مرحلة التصميم.
- ضرورة أن يكون التصميم مبسطاً ، وذا عناصر متكررة كثيرة مما يساعد من حرية المصمم.
- بالنسبة للتكلفة فإن الخرسانة سابقة التجهيز فى حد ذاتها أعلى سعراً من الخرسانة المصبوبة فى الموقع، وذلك بسبب مصاريف المصنع وتكاليف النقل، ويجب فى مقابل ذلك أن يتم التوفير فى العمالة وزمن التشييد بحيث تتقارب التكاليف، وهذا يصعب الوصول إليه فى حالة وجود المصنع فى موقع يبعد كثيراً عن المبنى.

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

النقل والتخزين والتجميع المرحلى، بينما تتمثل المراحل الأساسية فى الإعداد للرفع، 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 فى المنشأ؛ ومثال على ذلك الوحدات الصندوقية "Box units" ويتطلب ذلك دقة متناهية فى جميع مراحل نقل العنصر وتثبيته، وهى مناسبة للمواقع التى يصعب التخزين بها لصغر مساحتها، أو لأى أسباب أخرى.

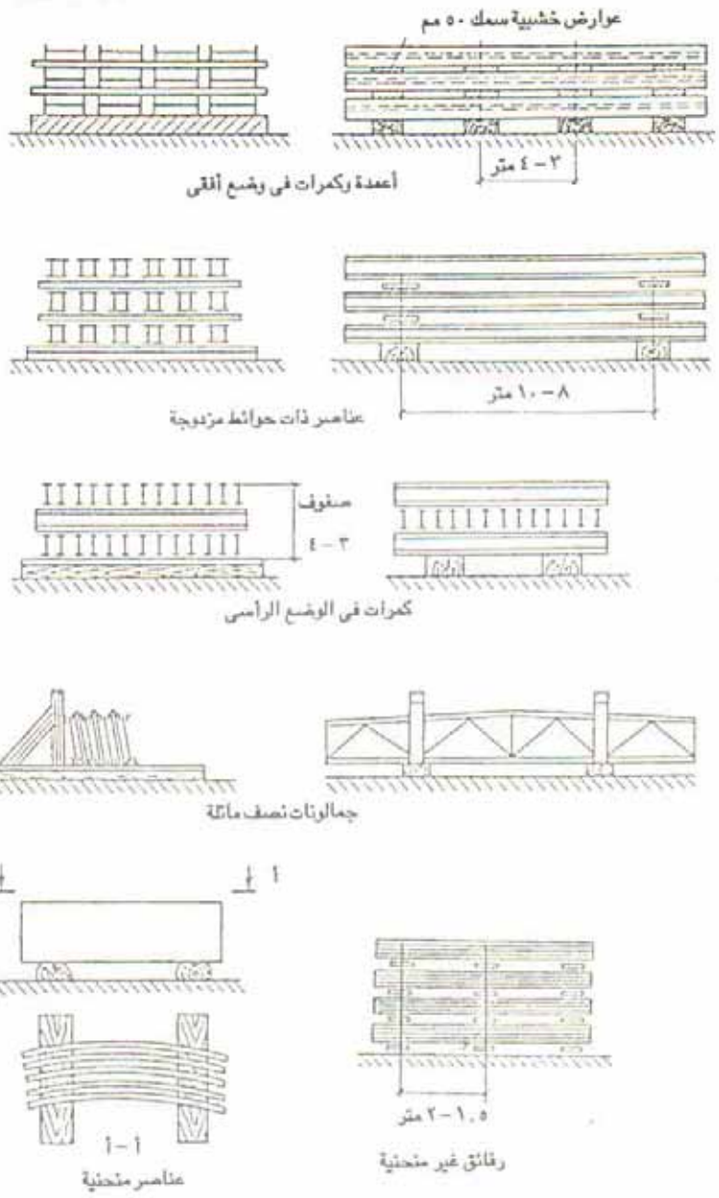
٢- التخزين المرحلى للعناصر الإنشائية، حيث يتم تجميعها فى أماكن مخصوصة ثم تنقل إلى مكانها فى المنشأ بوساطة أوناش. وهذا الاحتمال صالح فى حالة المواقع الكبيرة أو حينمايكون من المستحيل نقل أجزاء المنشأ من وسيلة النقل مباشرة إلى موضعها النهائى بالمبنى.

وتشمل منطقة التخزين المسطح التى 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 الموقع وبالتالى مواعيد تسليم العناصر. وشكل (١١١) يوضح بعض الطرق لتخزين عناصر خرسانية ومصنوعة من الصلب سابقة الصنع.

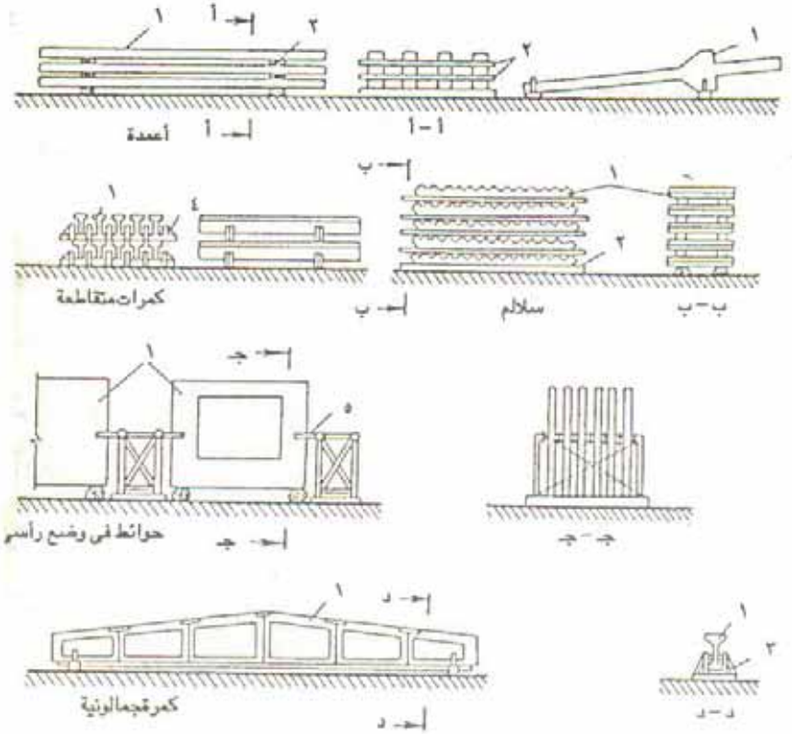
ويمكن للأوناش المستخدمة هنا أن تأخذ عدة مواضع: فإما أن توضع بحيث تغطى مسطح التخزين ومكان وضع العناصر، أو تكون متحركة لتغطية عمليات الرفع المطلوبة فى الموقع.

وفى حالة استخدام أكثر من ونش فى نفس الموقع يراعى تلافى وجود مناطق

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



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



عناصر من الخرسانة المسلحة

١- المنشأ المطلوب تخزينه
٢- عوارض خشبية
٣- مساند للحواجز الرأسية
٤- حواجز رأسية
٥- مصدات

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

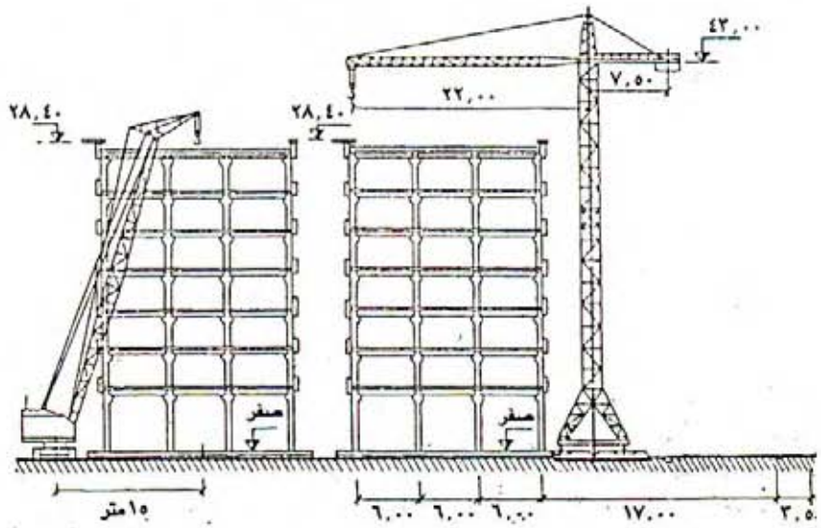
«ميتة» dead areas وهى المناطق التى لا يخدمها أى من الأوناش الموجودة، كما يجب الأخذ فى الحسبان عدم تداخل مجال عمل أذرع الأوناش ويكون ذلك إما بوضعها على بعد كاف أو بعدم استخدامها فى نفس الوقت. والأشكال من (١١١إلى١١٥)، توضح بعض الأساليب المتبعة فى إقامة الهيكل الإنشائى لبعض أنواع المنشآت.

ثانياً: ميكنة تشييد المنشأ بالموقع

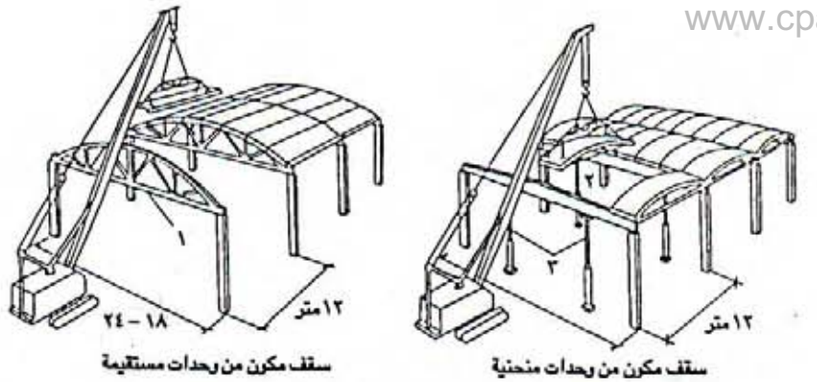
ويكون ذلك إما بسبق صب العناصر الإنشائية كلها أو بعضها فى مكان خاص بالموقع ثم رفعها إلى مكانها النهائى بالمنشأ أو صبها منذ البداية فى موضعها النهائى بالمنشأ.

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

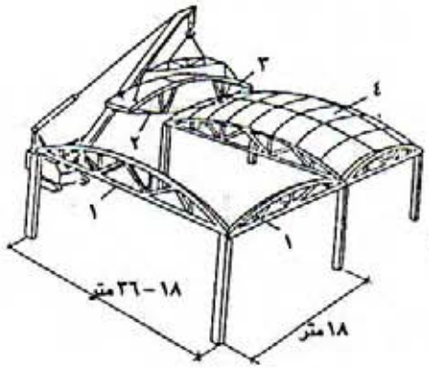


شكل (١١٢) وضع الونش بالنسبة للمنشآت العالية



أ - رسم توضيحى لوضع عناصر المنشأ القشرى

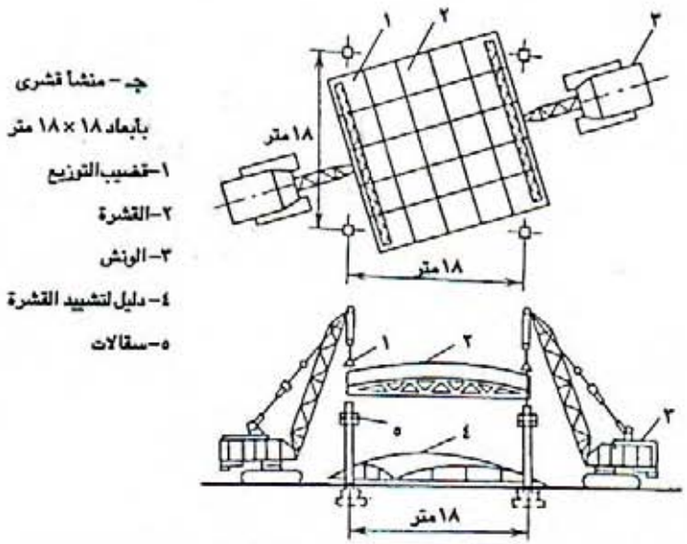
١- جمالون ٢- قضبان جعلت للربط المؤقت ٣- دعامات حاملة مؤقتة



ب - قشرة ذات انحناة مزدوجة

١- الجمالون المحيطى ٢- قضيب ربط مؤقت

٣- العنصر سابق التجميع ٤- الجزء المنتهى من المنشأ



جـ - منشأ قشرى بأبعاد ١٨ × ١٨ متر

١- قضيب التوزيع

٢- القشرة

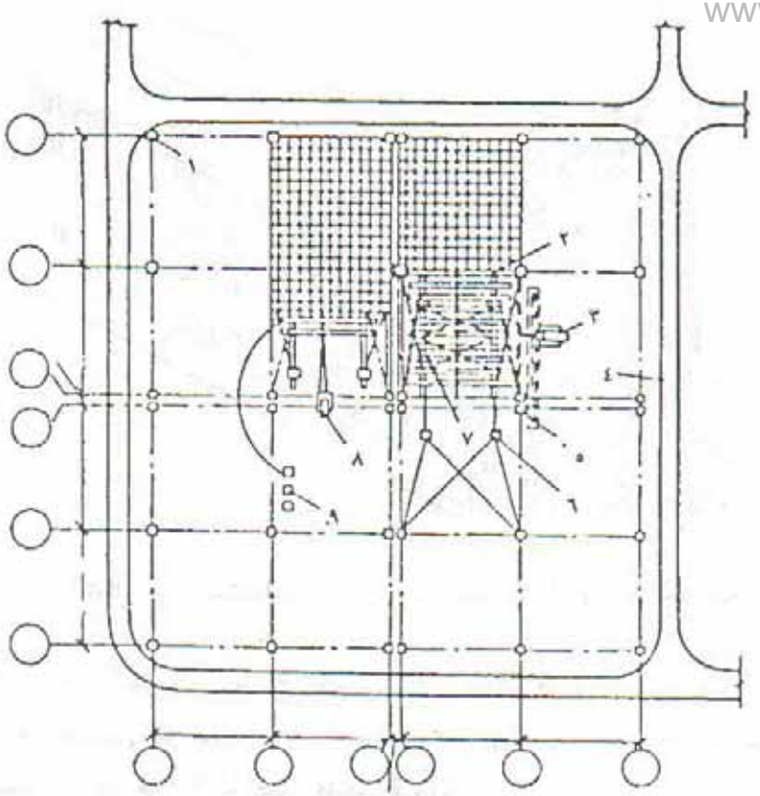
٣- الونش

٤- دليل لتشييد القشرة

٥- سقالات

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

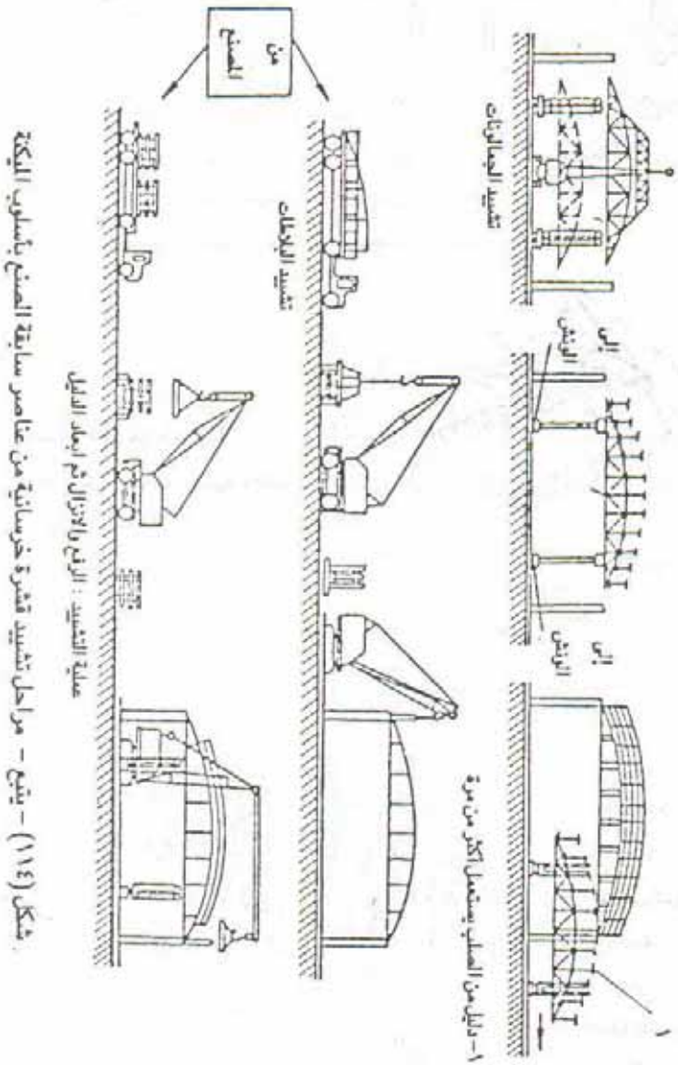
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



موضع معدات التشييد

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

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

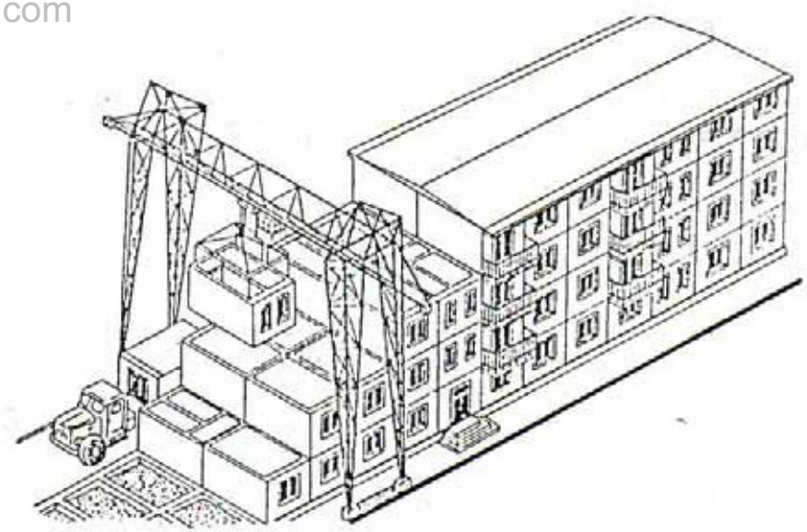


شكل (١١٤) - يتبع - مراحل تشييد قشرة خرسانية من عناصر سابقة الصنع بأسلوب الميكنة

الحديد من الطرفين حتى يصل الحديد إلى نقطة اللدونة Elasticity وهى نقطة يمكن للحديد عند تركه بهاأن 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 فى حالة التسليح العادى التى لا تتحمل سوى الضغط ونسبة قليلة جداً من الشد.

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (١١٥) استخدام الونش العبارى 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.

وبعد 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 ٥إلى٧ سم . ووجود مثل هذه العناصر يوفر مرونة كبيرة فى التنفيذ كما أنه يمكن تقليل الأحمال على المنشأ باستخدام خرسانة خفيفة الوزن عالية الإجهاد.

٣- *الحوائط سابقة الصب*

غالباً ما تكون الحوائط فى المبانى العالية مجرد «حوائط ساترة» وقواطيع غير إنشائية، وغالباً ما تكون جوانب الفورمة الخاصة بالحوائط من الخشب، أما الفرم الخاصة بالشبابيك والفتحات فيفضل أن تكون معدنية وذلك لأن انتفاخ الفرم الخشبية بسبب الماء يجعل من الصعوبة رفعها بدون تشريخ 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 بوساطة الونش.

ويمكن اضافة مواد إنهاء للحائط مثل الزلط الظاهر والكرانيش 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:

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

أولاً: طريقة الرفع المائل *Tilting up system*

وهى تستخدم فى حالة تشييد الحوائط أو القواطيع الرأسية التى تصب فى وضع أفقى ثم يتم تحريكها بعد الشك لتأخذ وضعها الرأسى فى المبنى. ويمكن أن تكون القواطيع مفردة أو مزدوجة Sandwich type حيث تكون الطبقتان الخارجيتان 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 التحام خرسانة الحائط بالأرضية، وهى إما أن تكون شمعاً أو أنواع معينة من السوائل أو ألواح أبلكاج 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.

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 الأوفق 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 الوصلات 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 المبانى التى يصل ارتفاعها لأكثر من ثمانية أدوار.

ثانياً طريقة الشدات المنزلقة *Slipform System*

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

الأسلوب فى تنفيذ تبطين قنوات المياه والأنفاق والطرق السريعة.

ويمتاز نظام الشدات المنزلقة 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 ألاّ يقل ارتفاع المنشأ المنفذ عن ١٢ متراً كحد أدنى حتى يتحقق الاقتصاد المطلوب.

ويتناول هذا الجزء بالشرح أسلوب الشدات المنزلقة 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.

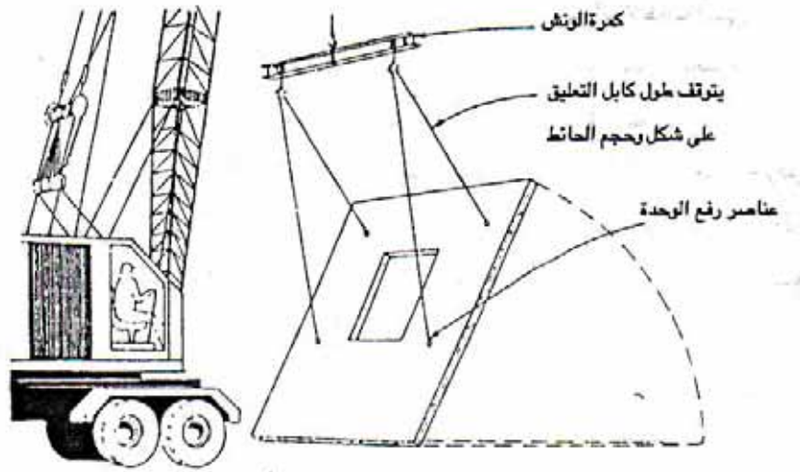
ولتحقيق الكفاءة المطلوبة من هذا النظام التنفيذى، يستحسن أن يبدأ التفكير فى استخدامه مع المراحل الأولى من التصميم ليسهل تنفيذ المنشأ بالأسلوب المطلوب. ويتطلب نظام الشدات المنزلقة مراعاة النقط الآتية :

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.

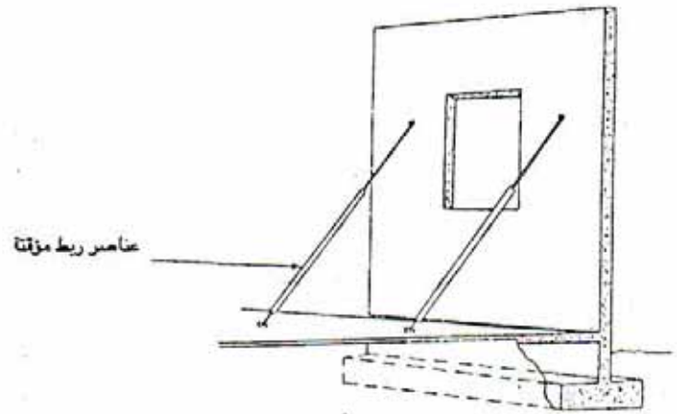
٢- أن تبقى الحوائط ثابتة السمك ما أمكن - وإن كان من الممكن تقليل سمك الحائط بوساطة وضع لوح أو حشوة داخل الشدة. وتكون الموازنة هنا بين ثمن الخرسانة التى يتم توفيرها وبين تكاليف العمالة اللازمة لتحوير الشدة.

٣- لا يقل سمك الحائط عن ١٧,٥سم (٧بوصة) ويراعى نوعية الخرسانة المستعملة إذا ما تطلب الأمر حوائط ذات سمك أقل من ذلك.

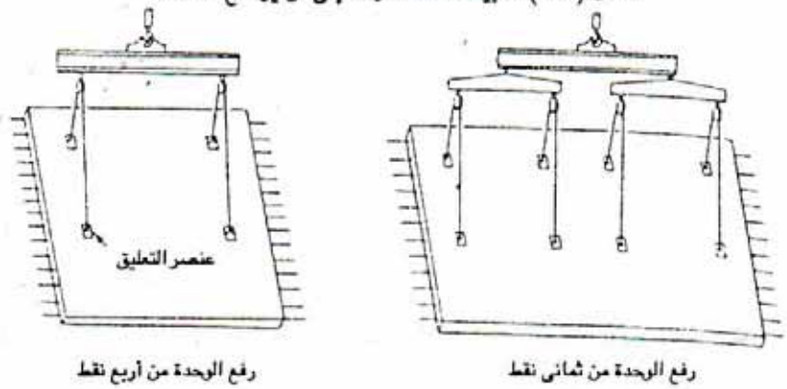
٤- يجب أن يكون التسليح مصمماً على أبسط صورة ممكنة حتى يسهل



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



شكل (١١٧) تثبيت الحائط مؤقتاً إلى أن يوضع السقف



شكل (١١٨) يتوقف عدد نقط التعليق على حجم الوحدة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

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

وصف الشدة المنزلقة شكل (١١٩، ١٢٠ب)

ا- جسم الشدة ويتكون من الأجزاء الآتية :

١- الأربطة الأفقية wales وهى من المراين الخشبية أو الحديديةالتى يمكنها أن تقاوم الضغوط الناتجة عن صب الخرسانة. وفى حالة زيادة المسافات بين الروافع أو زيادة ضغط الخرسانة توضع دعامات Bracing بين الأربطة.

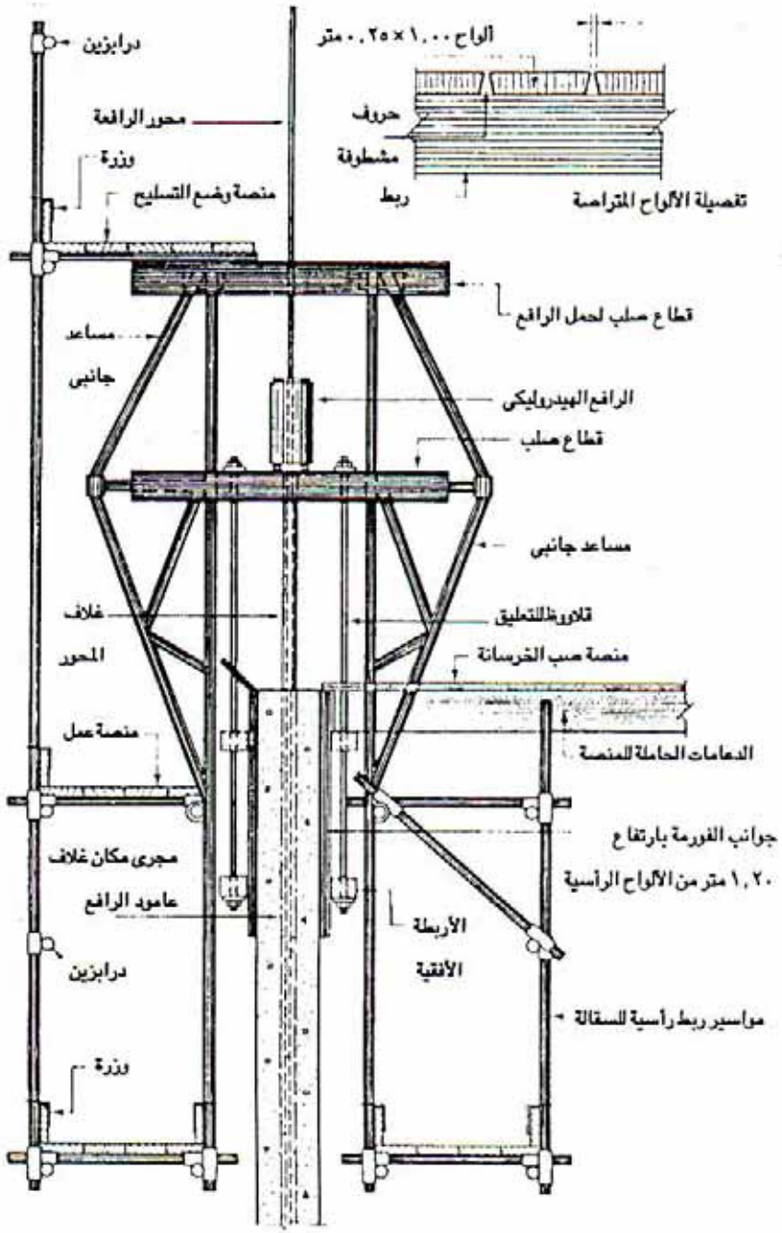
٢- جوانب الفورمة Sheathing وتصنع إما من الألواح الخشبية سمك $\frac{٣}{٤}$ إلى ١ بوصة أو من ألواح الصلب سمك ١سم. وتوضع هذ الألواح التى يصل إرتفاعها إلى ١,٢٠متر و٢متر فى الوضع الرأسى لتسهيل عملية انزلاق الفورمة على سطح الخرسانة أثناء رفعها، ولنفس الغرض يراعى ميل قطاع الشدة إلى الخارج، وإلى أسفل بنسبة من ١:٨ إلى ١:٣٢ حسب عمق الشدة. وغالباً مايكون الجانب الخارجى للشدة أعلى من الداخلى بحوالى ١٥ سم، وذلك لمنع الطرطشة وسقوط المواد خارج الفورمة.

٣- مساعدان جانبيان Yokes من الحديد مرتطبان بالرافع الهيدروليكى المثبت فوقهما وبالأربطة الأفقية. وفى حالة ازدياد المسافات بين الروافع، وبالتالى بين المساعدين المتصلة بها يمكن تقوية الأربطة 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



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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

محاور رأسية وتحمل جسم الشدة ومنصات العمل. وتتكون تلك المحاور من قضبان من الحديد مستديرة المقطع يتراوح قطرها من ٢,٥ إلى٥ سم وذلك حسب حجم الشدة. ويتم تثبيت المحاور الرأسية فى جسم الخرسانة التى يتم صبها بحيث يمكن أن تمثل بعد انتهاء العمل جزء من حديد تسليح المنشأ. وغالباً ما تصمم الشدة بحيث تغلف القضبان بأنبوبة معدنية Sleeve بطول ٩٠ إلى ١٠٠سم ومثبتة بالرافعة وتتحرك معها على طول محور الحركة فتمنع التصاق الخرسانة الطازجة بالقضبان التى يتم سحبها بعد إتمام عملية الصب.

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

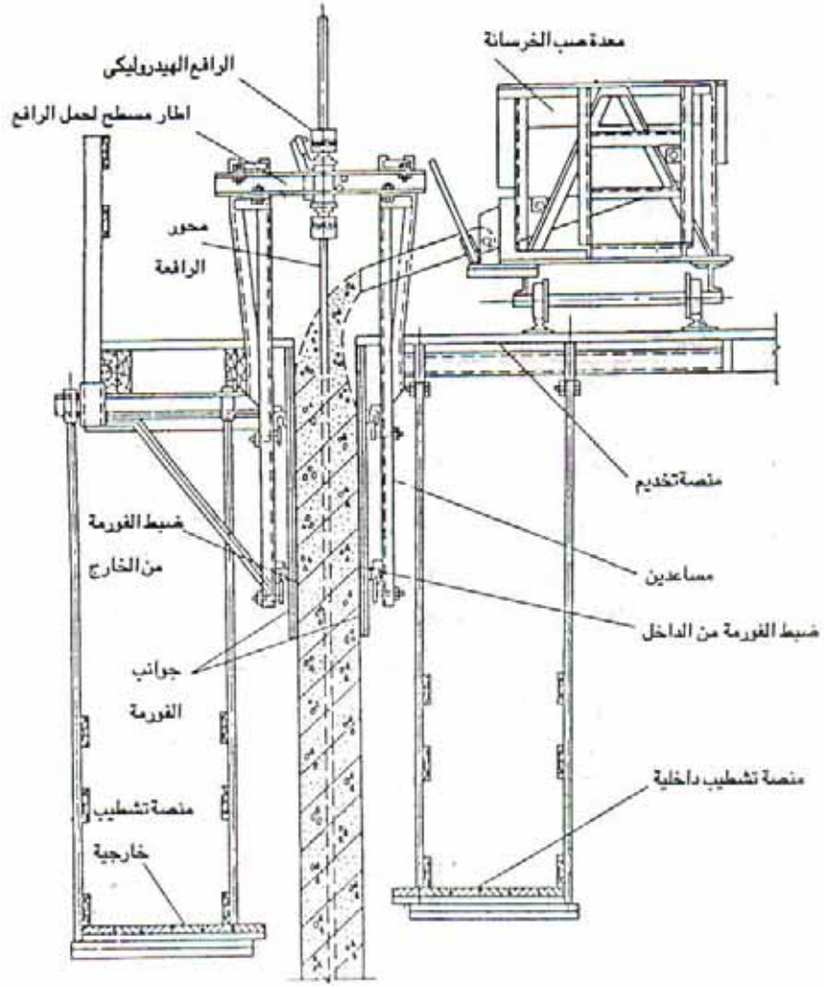
ويتم رفع الشدة بمعدل يتراوح بين ١٥إلى٣٠ سم فى الساعة الواحدة. وتحدد سرعة رفع الشدة بدقة حتى لا تؤدى إلى سقوط الخرسانة إذا تمت عملية الرفع قبل تصلدها بالقدر الكافى، أو إلى التصاق الخرسانة بالشدة إذا كان معدل الرفع أبطأ من اللازم.

تشكيل الفتحات والبروزات شكل (١٢٠- جـ- هـ)

يمكن تشكيل الفتحات بطريقتين:

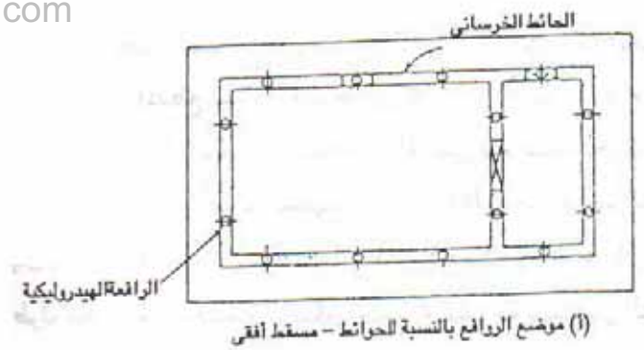
- الطريقة الأولى فى حالة استخدام حلوق شبابيك معدنية وتتلخص فى وضع الحلق فى موضعه النهائى وصب الخرسانة من حوله كما يحدث فى الطريقة التقليدية. وفى هذه الحالة يجب تثبيت الحلق جيداً باللحام فى حديد التسليح، وذلك لمنع حركته مع حركة الشدة.
- أما الطريقة الثانية فتكون بوضع فورمة مكان الفتحة تكون أكبر قليلاً من الحلق المطلوب تثبيته، ثم تنزع بعد انزلاق الشدة ويثبت الحلق مكانها.

وعلاوة على تشكيل الفتحات فإنه يمكن وضع الدفائن المعدنية التى تعطى التجاويف اللازمة لتركيب الكمرات والأجزاء البارزة. وعادة ما يكون حديد التسليح مثبتاً ومثنياً 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 التى قد

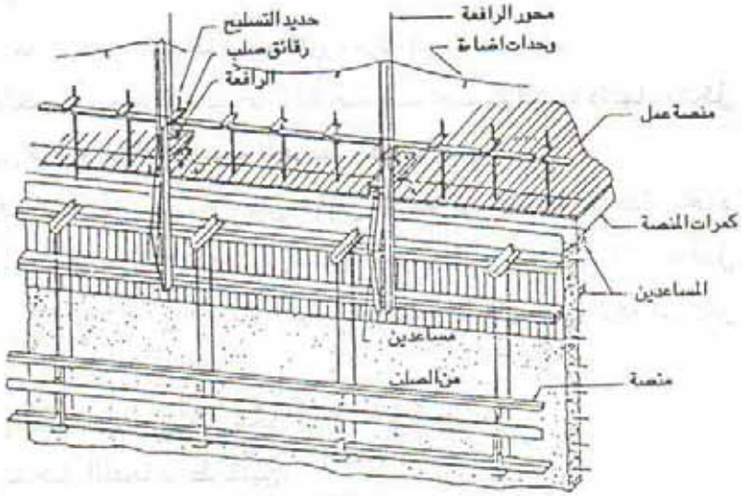


شكل (١١٩) – تابع – نماذج من الشدة المنزلقة لأعلى

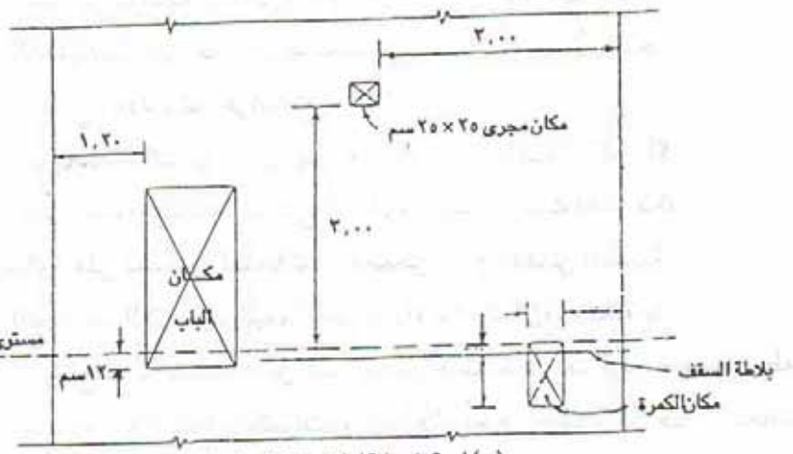
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



(أ) موضع الرافع بالنسبة للحوائط - مسقط أفقي

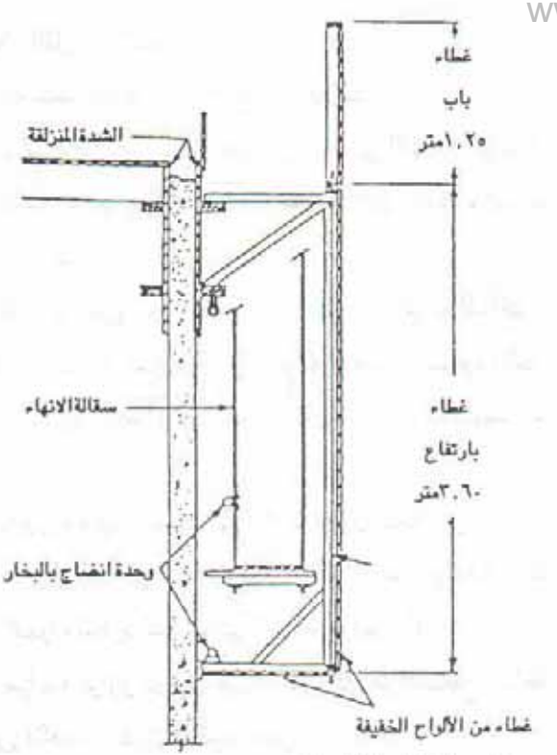


(ب) التكوين العام للشدة المنزلقة

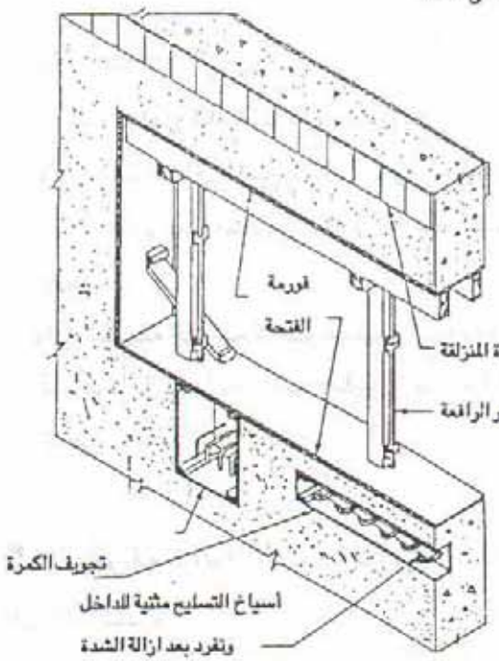


(جـ) لوحة تفصيلية لحائط ينفذ بالشدات المنزلقة

شكل (١٢٠) - يتبع - تفاصيل لتنفيذ الشدة المنزلقة



(د) معالجة الخرسانة في الشدة



(هـ) تشكيل الفتحات والبروزات

شكل (١٢٠) - تابع - تفاصيل لتنفيذ الشدة المنزلقة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

تكون ظاهرة داخل حيز الفتحة.

احتياطات لازمة عند تنفيذ منشأ بالشدات المنزلقة :

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

٢- الكشف الدورى على سير العمل كل ٤إلى٨ ساعات للتأكد من سلامته. وذلك إما بوضع علامات ثابتة على محاور الحركة لتحدد 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 يؤدى إلى بطء شك 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 للحائط المصبوب حتى لاتحدث شقوق داخلية بالخرسانة شكل(١٢٠د)

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 تصلدها إلى وضعها النهائى فى المبنى بوساطة 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 المبانى السكنية ومبانى المكاتب والمصانع وهناجر الطائرات والجراجات متعددة الطوابق. وقد وصل عدد الطوابق فى مبانى أنشئت بهذا الأسلوب إلى ٢٣ طابقاً حيث لا توجد موانع فنية تحدد الارتفاع بالمبانى. ويصل مسطح البلاطات التى يمكن أن يتم تنفيذها باستخدام هذا النظام إلى أكثر من ٢٥,٠٠٠ قدم^2 على أن يراعى الآتى فى التصميم :

١- ألا تكون البلاطات محملة على كمرات flat slab

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

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

وبتطبيق 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 المبانى على نطاق واسع، حيث تستعمل الوسائل التقليدية فى صب الأساسات والأعمدة وإنشاء الحوائط والقواطيع 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 يؤدى 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 اختصارالوقت اللازم لعمل الشدة.

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

٥- لا تحتاج إلى أوناش 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 التقيد بالإنتهاء من عملية رفع الأسقف كلها لأماكنها.

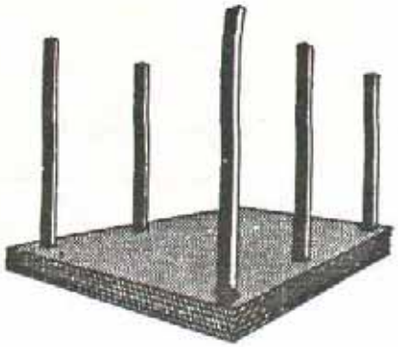
٨- إمكانية تقفيل جوانب المبنى بمادة مؤقتة حتى يتم عزل تنفيذ باقى الأعمال الداخلية بالمنشأ عن التقلبات الجوية اليومية.

خطوات الإنشاء بطريقة البلاطات المرفوعة : شكل (١٢١، ١٢٣)

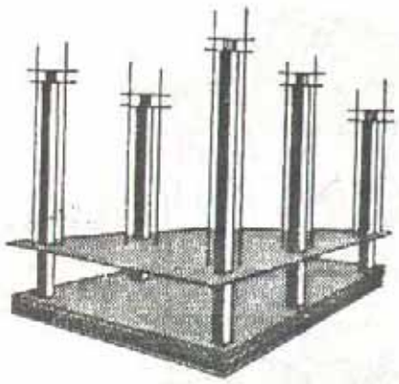
١- يتم عمل الأساسات وقواعد الأعمدة والميد بالطريقة التقليدية.

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 كنقط ترفع منها البلاطات وتعمل كدليل لتوجيه البلاطة عند رفعها؛ وإنشائياً تقاوم الياقات قوى القص بوساطة أجزاء صلب ملحومة 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.

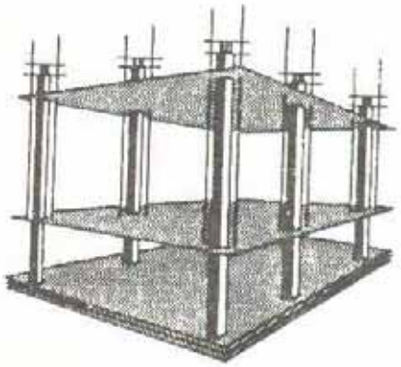
٣- يتم تصليح الأرضية وتصب عليها طبقة من الخرسانة العادية وتخدم جيداً حيث تستعمل بدلاً من الشدة ثم يتم إفراد ألواح المادة الفاصلة ويوضع حديد التسليح وكافة التوصيلات المطلوبة بالبلاطة، كذلك الشدة الساندة لجوانب البلاطة. ويتم حشو الفراغ بين الياقات والأعمدة مؤقتاً وذلك لمنع دخول الخرسانة.



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



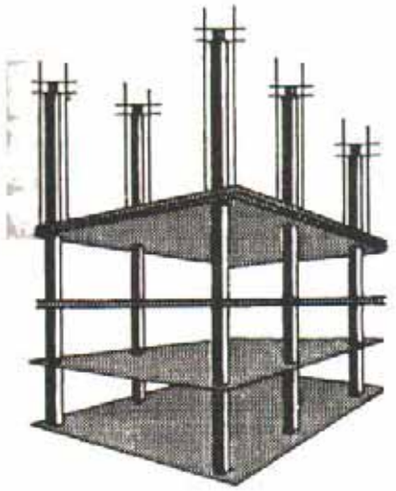
٢- توضع الرواقع وترفع بلاطة الدور الأخير



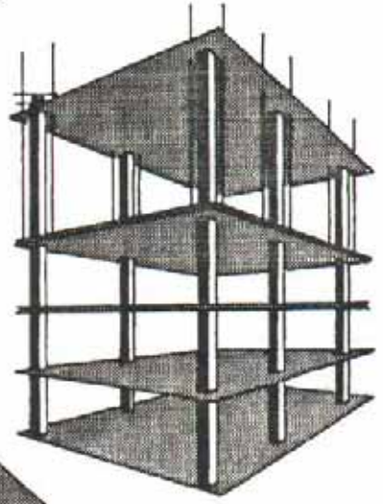
٣- ترفع بلاطة السطح لأعلى الأعمدة ويبدأ فى رفع البلاطة التالية

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

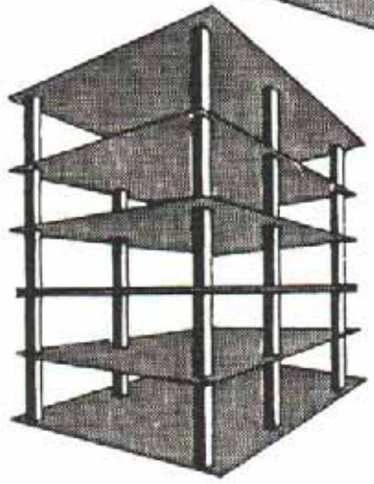
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



٤- يستكمل إنشاء الأعمدة وتوضع
الروافع أعلاها ثم ترفع البلاطات
الواحدة بعد الأخرى

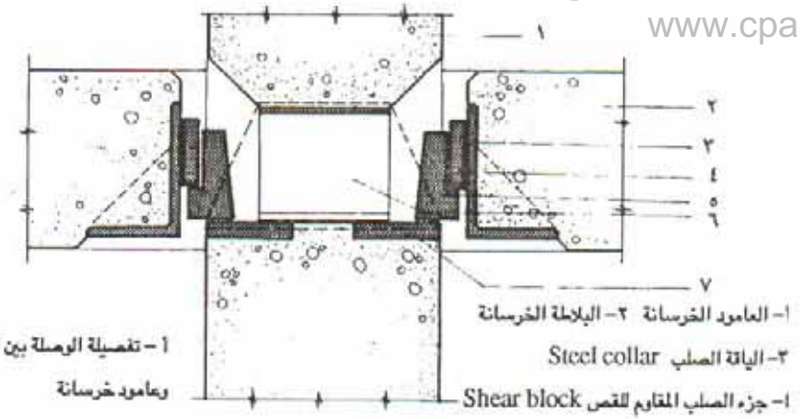


٥- يتم اتباع نفس المراحل بعد
الارتفاع بالأعمدة



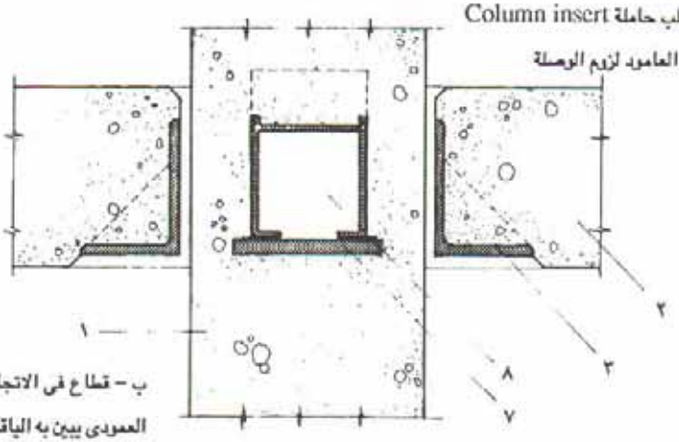
٦- بعد وضع كل البلاطات فى
موضعها تثبت وتزال الروافع

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

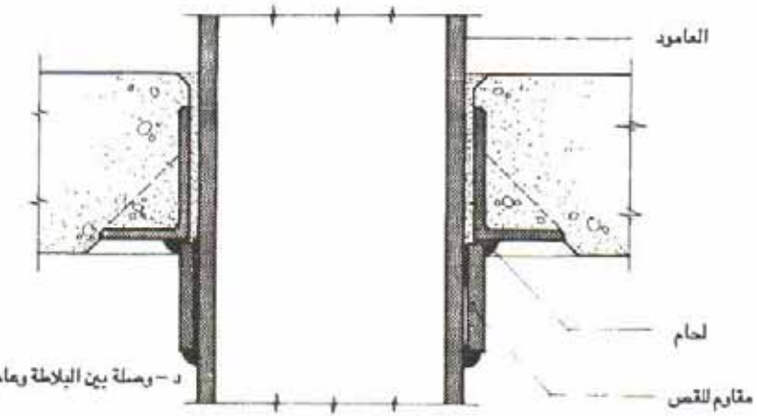


١- العامود الخرسانة ٢- البلاطة الخرسانة
٣- الياقة الصلب Steel collar
٤- جزء الصلب المقاوم للقص Shear block
٥- قطعة ارتكاز من الصلب المطروق Steel connector
٦- Column insert
٧- رقيقة صلب حاملة Column insert
٨- فراغ فى العامود لزوم الوصلة

أ - تفصيلة الوصلة بين البلاطة
وعامود خرسانة



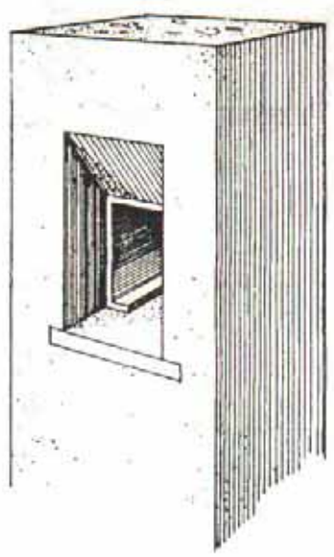
ب - قطاع فى الاتجاه
العمودى يبين به الياقات
والأجزاء المصبوبة مع العامود



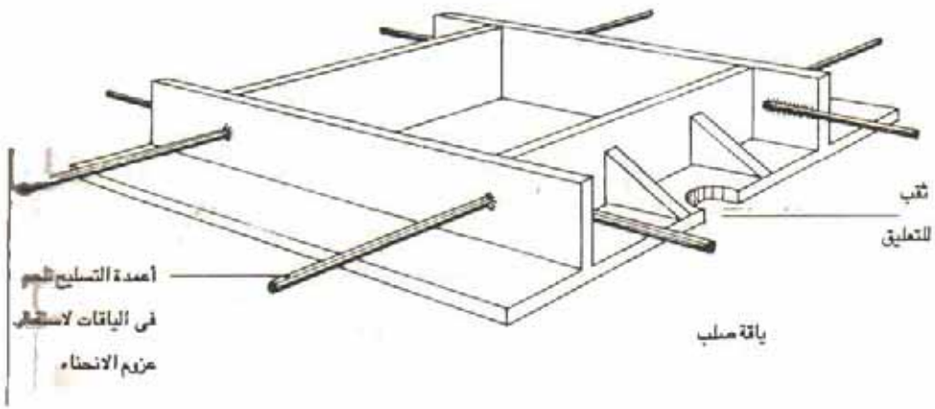
د - وصلة بين البلاطة وعامود صلب

شكل (١٢٢) - يتبع - تفاصيل وصلات العامود مع البلاطة الخرسانية

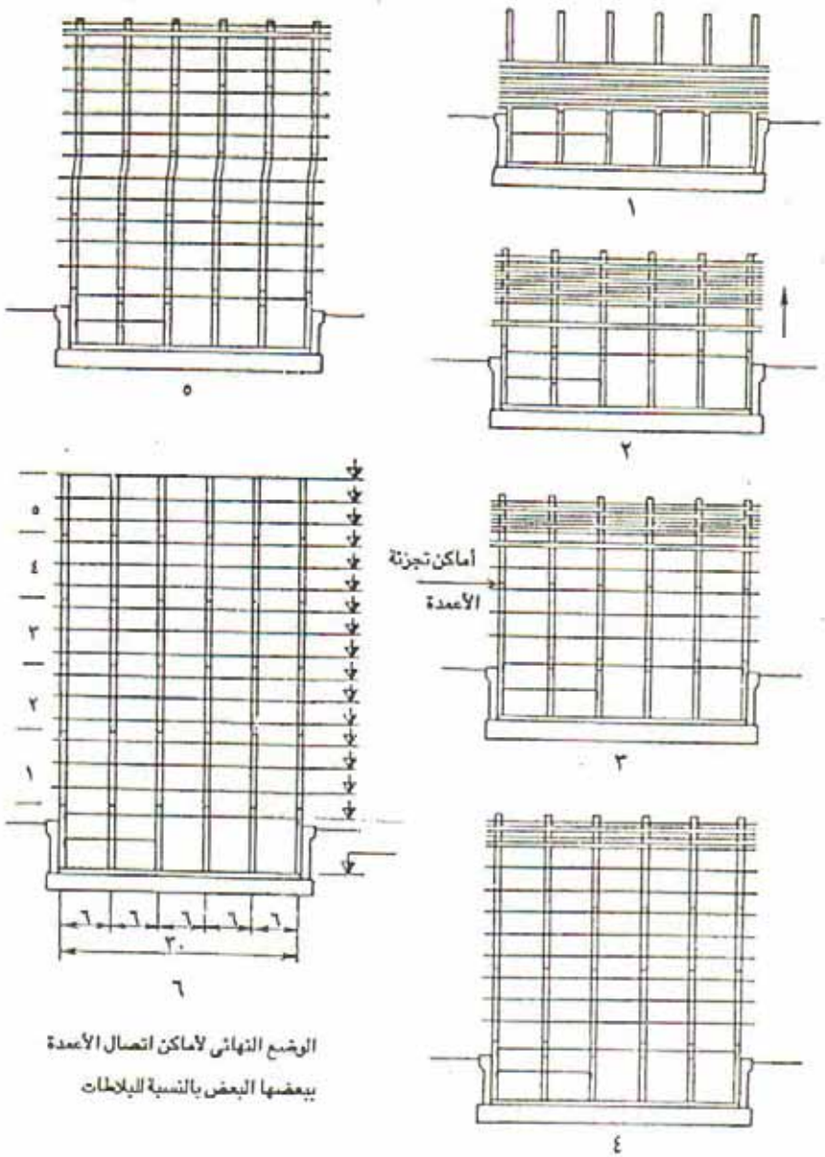
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



جـ – منظور للجزء المصبوب من العامود



شكل (١٢٢) – تابع – تفاصيل وصلات العامود مع البلاطة الخرسانية



الوضع النهائى لأماكن اتصال الأعمدة
ببعضها البعض بالنسبة للبلاطات

شكل (١٢٣) خطوات رفع البلاطات وأماكن تجزئة الأعمدة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

٤- يتم صب البلاطة مع سبق إجهادها إذا لزم الأمر.

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 ٥٠-٧٠طناً، يدلى منه قضيبان 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 الرافع 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 المبانى 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 ٣٠يوماً من صب البلاطة، ووضعها فى مكانها وذلك لتلافى إمكانية حدوث حركة أفقية للحوائط.

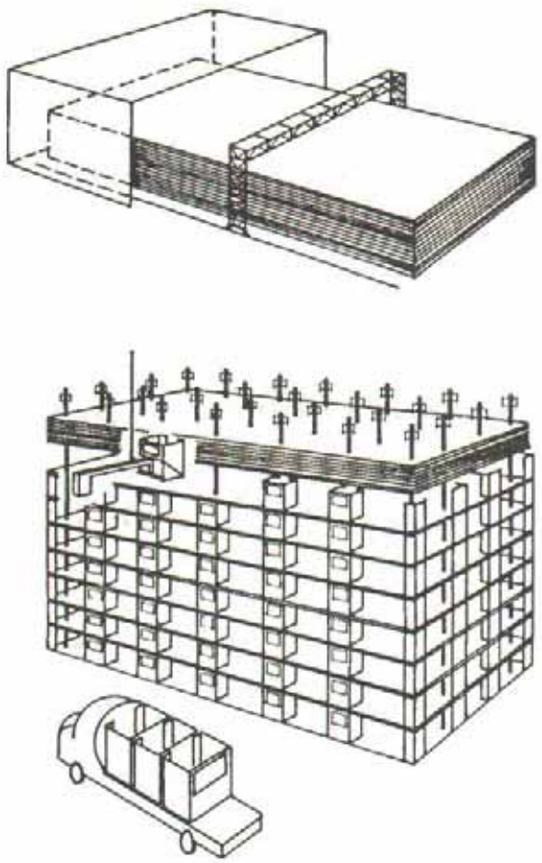
وهناك طريقة أخرى للرفع ويطلق عليها Multi leveling component system شكل (١٢٤) وتتلخص خطواتها فى الآتى :

١- تبدأ بنفس الخطوات السابقة فى صب مجموعة من البلاطات فوق بعضها.

٢- يتم إنشاء أعمدة مؤقتة يزود كل منها برافعين هيدروليكيين يتسلقان جانبى العمود ويدلى منهما قضيبان حديديان لتعليق البلاطات.

٣- يتم رفع جميع البلاطات فى نفس الوقت حتى تكون البلاطة السفلية فى وضع أعلى بحوالى ١٢-١٥سم من وضعها النهائى فتفصل عن بقية البلاطات لترتكز على دعامات مؤقتة على شكل كابولى.

٤- توضع الأعمدة والعناصر سابقة الصب فى مكانها وتنزل البلاطة إلى وضعها وتثبت مع الأعمدة.



أ - تصب البلاطات متراصة فوق بعضها البعض

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

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

أولاً : الأعمدة الخرسانية شكل (١٢٢ ا- ب - جـ)

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

٢- بعد رفع البلاطة يتم إدخال عنصر الوصل وهو من الصلب المطروق Forged steel connector ليرتكز على رقائق الصلب الحاملة bearing plates وترتكز عليه بدورها القطع مقاومة لقوى القص shear blocks الملحومة بالياقات، وبذلك يتم نقل الأحمال الرأسية من البلاطات إلى الـ shear blocks ثم الـ 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 (١٢٢د)

فى حالة الأعمدة الصلب يتم لحام الـ shear blocks مباشرة فى العمود لترتكز عليها الياقات.

وفى حالة استخدام الأعمدة الصلب يمكن المحافظة على مقطعها ثابتاً، وذلك بالتحكم فى سمك رقائق التغطية حيث يمكن أن يقل قطاع الـ 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

وخلافه فوق البلاطة المصبوبة وهى ما تزال على الأرض، ذلك بالطبع بعد رفع بلاطة السطح النهائية إلى مكانها، ثم يرفع الدور بأكمله إلى مكانه النهائى 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 ١٦و٢٥سم 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 الانتهاد من معظم الأعمال على مستوى الأرض.

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

المواد الفاصلة بين البلاطات:

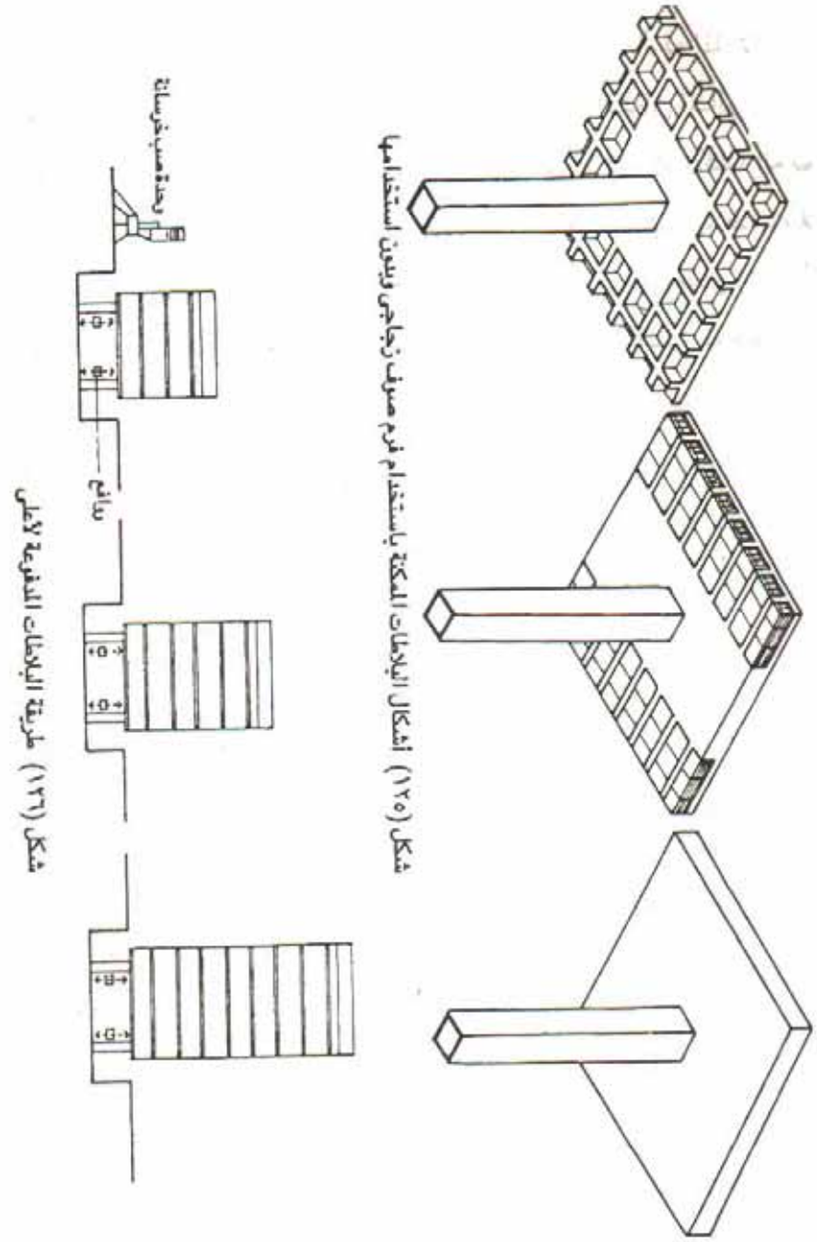
يتم الفصل بين البلاطات إما بدهان الأسطح بمحلول شمعى أو باستخدام ألواح من المواد البتروكيماوية أو الأبلكاج أو حتى الورق. ويمتاز النوع الثانى عن النوع الأول بسرعة تنفيذه، كما أنه ينتج عن استعماله تموجات بسيطة فى الأسطح السفلية للبلاطات يساعد على تثبيت طبقة البياض. ويجب أن تكون تلك المواد لا تلتحم تحت أى ظرف بالخرسانة عند صبها وأن تكون صلبة بدرجة تكفى لمقاومة ظروف التشغيل، ولا تؤدى إلى أى تفاعل مع الخرسانة أو تغيير فى خواصها، والنوع السائل منها سريع الجفاف، سهل الانتشار والتشغيل.

٥- طريقة الشدات النفقية *Tunnel form System*

تتلخص هذه الطريقة فى إمكانية صب الحوائط وبلاطة السطح فى نفس المكان وخلال عملية واحدة بوساطة قوالب سهلة التنقل، وتمتاز بسرعة وسهولة الاستعمال. وفى هذا النظام تقوم الحوائط بوظيفة إنشائية فهى حوائط حاملة وبناظر المنشأ الناتج المبانى بالوحدات الصندوقية Box units type فى المبانى سابقة التجهيز.

الشدة النفقية

تتكون من قالب من الصاج أو من الصلب على شكل حرف U مقلوبة مقوى من الخارج بأعصاب من الصلب. وزيادة فى المرونة قد تأخذ الشدة شكل حرف L المقلوب حيث يمكن تكوين الفراغ الداخلى باستعمال وحدتين متقابلتين ٦ ٣. أما الألواح الخاصة بنهايات الحوائط وسمك البلاطة فهى 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 فى أسفلها شكل (١٢٨، ١٢٩)، وهى مزودة بروافع رأسية من القلاووظ، وذلك لعملية الضبط الأفقى كما توجد بها أذرع مائلة للمحافظة على تعامد السقف مع الحائط. وعادة ما يقل ارتفاع الشدة عن ارتفاع السقف النظيف بحوالى ٧-١٠ سم وذلك لتسهيل عملية



شكل (١٢٥) أشكال البلاطات المكتملة باستخدام فرم صوف زجاجى وبين استخدامها

شكل (١٢٦) طريقة البلاطات المدفوعة لأعلى

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

سحب الشدة بعد تصلد الخرسانة.

خطوات التنفيذ :

١- بعد تنفيذ الأساس الذى غالباً ما يتم بالطريقة التقليدية تصب الفرشة الخرسانية.

٢- تحدد أبعاد الشدة المنزلقة على الأرض طبقاً للتصميم الموضوع.

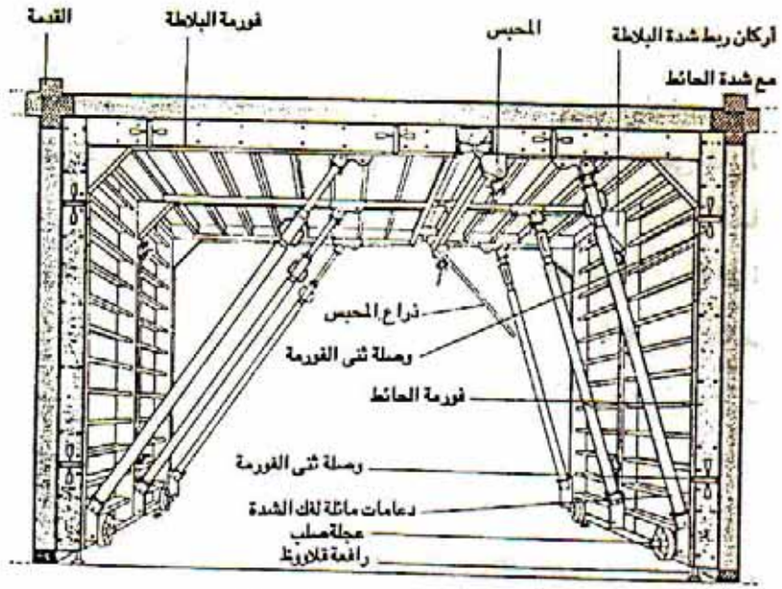
٣- تصب أو تثبت قدمة خرسانة مسلحة بارتفاع ١٥ سم حول محيط كل شدة على محاور الحوائط فيما عدا على المسافات المخصصة للأبواب والفتحات، وتترك أشاير التسليح بارزة لتحقيق الترابط مع الحائط الذى يعلوها. وهذه القدمة تعمل كدليل guide لتوجيه الشدة عند انزلاقها كما تقوم بمنع حركة النفق من مكانه عند رفعه للمستوى المطلوب بعد إدخاله فى مكانه.

٤- وضع الشدات النفقية ورفعها ثم تثبيتها بوساطة الروافع القلاووظ مع إضافة جميع المواسير والأنابيب والعلب الخاصة بالتركيبات الفنية فى الحوائط والأسقف، وذلك فى نفس الوقت مع حديد التسليح الذى يأخذ شكل شبكة مكونة من أسياخ ملحومة، كما توضع الإطارات والفرم اللازمة للفتحات الرأسية وأماكن السلالم مع الأخذ فى الاعتبار نقط التثبيت للسلالم والحلوق. ويلاحظ وضع الأنفاق بطريقة تبادلية شكل (١٣١) حتى يمكن وضع حديد التسليح والعناصر السابق ذكرها فى الحوائط.

٥- إضافة الشدات الإضافية للأسقف التى لا تنفذ بالشدات النفقية كذلك إضافة جوانب شدات الحوائط الخارجية.

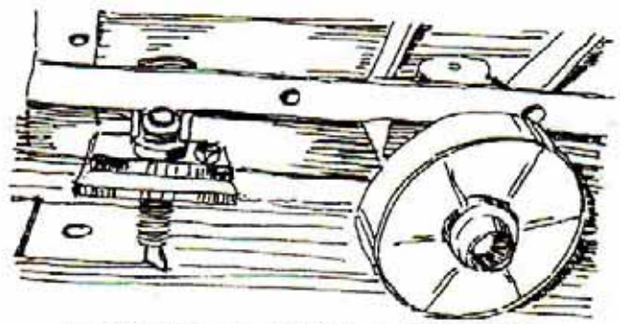
٦- ربط الشدات المتجاورة ببعضها البعض أفقياً وضبط الشدات.

٧- بعد الضبط النهائى للشدات تصب الخرسانة رأسياً وأفقياً بمعدل ١٠م٣ فى الساعة حيث تدك بوساطة الهزاز الميكانيكى ويسوى السطح بوساطة ماكينة خاصة.



شكل (١٢٧) تفاصيل شدة نفقية

شكل (١٢٨) الروافع التى ترتكز عليها الشدة



شكل (١٢٩) العجل وارتكاز الشدة على الرافعة القلاووظ

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

٨- تعمل القدمة الخاصة بالدور التالى.

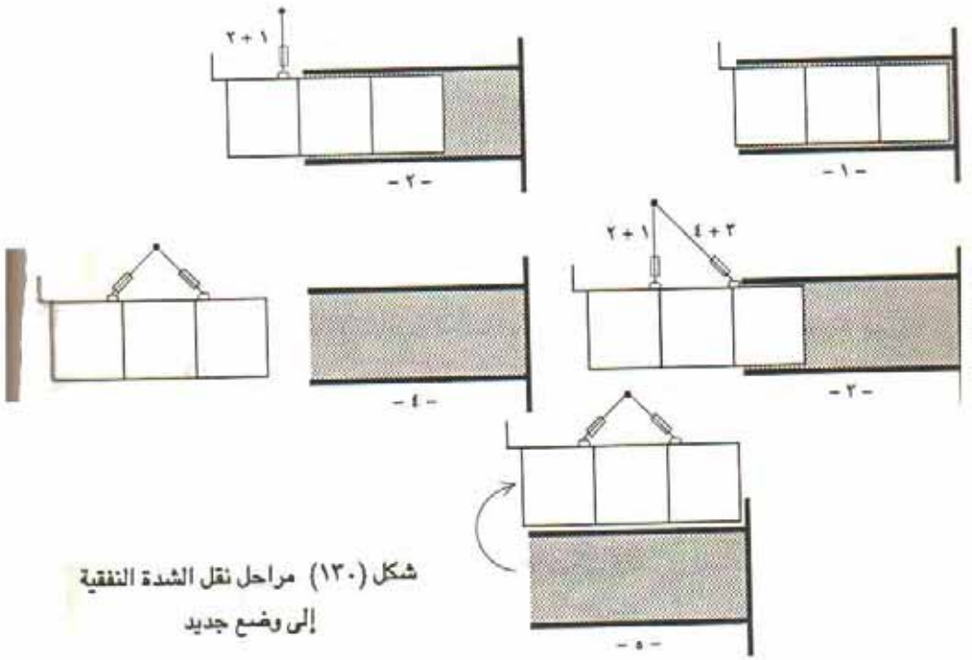
٩- تترك الخرسانة إلى أن تتصلد ويختلف الزمن اللازم لذلك باختلاف نوع الأسمنت المستخدم كما يمكن معالجة الخرسانة بوساطة البخار لتعجيل عملية الشك.

١٠- تفك الشدة وتنقل إلى مكان آخر. ويبين شكل (١٣٠, ١٣٥) خطوات *عملية نقل الشدة وهى تتلخص فى الآتى :-*

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

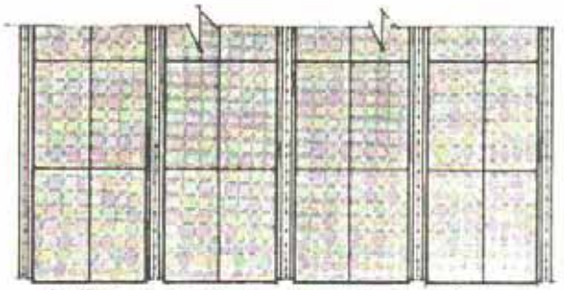
ب- جر الوحدة النفقية حتى تظهر نقط الرفع الخارجية من تحت البلاطة المصبوبة حيث يثبت بها حبال الرفع ١+٢.

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



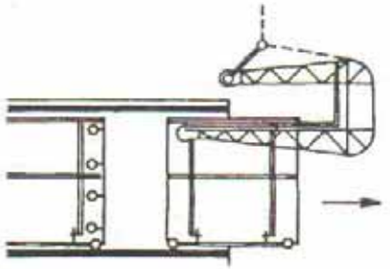
شكل (١٣٠) مراحل نقل الشدة النفقية إلى وضع جديد

١- توضع الشدات النفقية بطريقة تبادلية

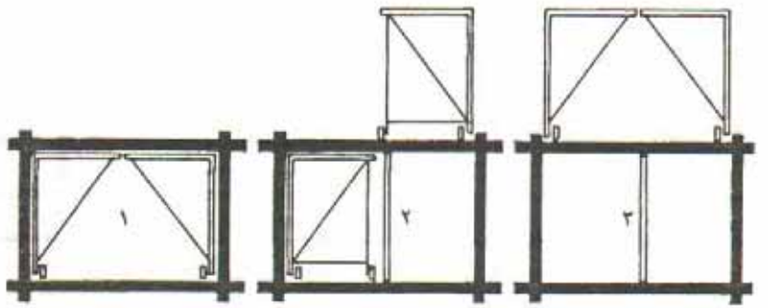


٢- بعد استكمال وضع التسليح والتوصيلات اللازمة توضع بقية الشدات

شكل (١٣١) أسلوب وضع الشدات النفقية



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



شكل (١٣٣) خطوات فك واعادة تركيب الشدات النصف نفقية مع وضع دعامة فى منتصف الباكية

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

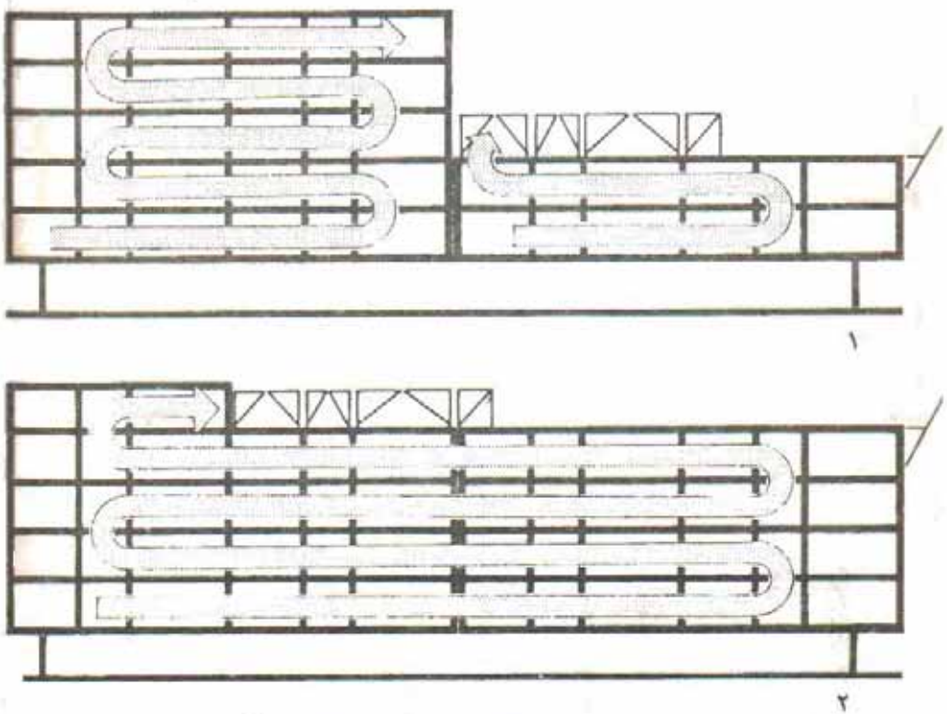
د- نقل الوحدة بوساطة الونش إلى المكان المطلوب سواء فى نفس المستوى أو فى المستوى الأعلى.

١١- تكرر عملية الصب .

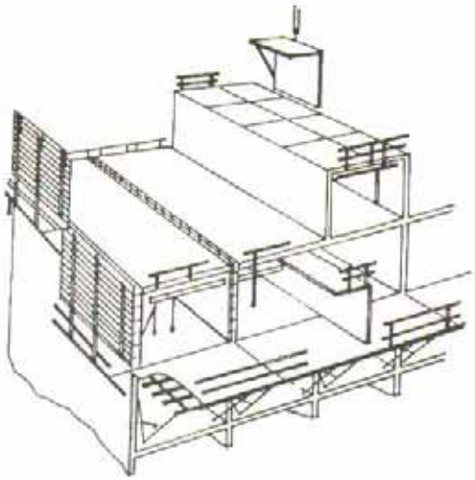
١٢- فى الأدوارالمنتهية يمكن البدء فى بناء القواطيع الداخلية والحوائط الخارجية إن لم يتم تنفيذها أثناء صب الشدة مثلما يحدث فى بعض الطرق المستحدثة؛ كما يمكن استخدام حوائط سابقة التجهيز فى الموقع أو المصنع.

وعندما تكون درجة الحرارة عالية أو طبيعية يمكن بعد الشك المبدئى للخرسانة بعد حوالى ١٥ساعة 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.

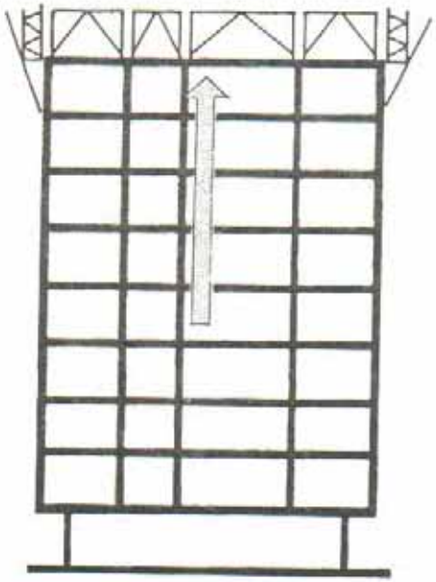
وتتحدد طاقة الرافعات المستعملة فى عملية البناء تبعاً لكميات المواد



شكل (١٣٤) تتابع تنفيذ المنشأ بنقل الأنفاق أفقياً



شكل (١٣٥) رفع وحدة شدة نصف نفقية
ويظهر فى الشكل الكوبستات والمشايات المؤقتة لتسهيل أعمال الرفع والانهاء



شكل (١٣٦) نقل الأنفاق فى الاتجاه الرأسى بالمبانى المرتفعة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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 الروافع 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 فى 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 المتماسكة.

٤- عند تخطيط عملية التنفيذ تخطيطاً سليماً يمكن أن يقارب زمن إنشاء بهذه الطريقة مثيلتها سابقة التصنيع.

٥- يمكن إعادة استخدام القوالب فى عدة مشاريع لها نفس الوحدة القياسية.

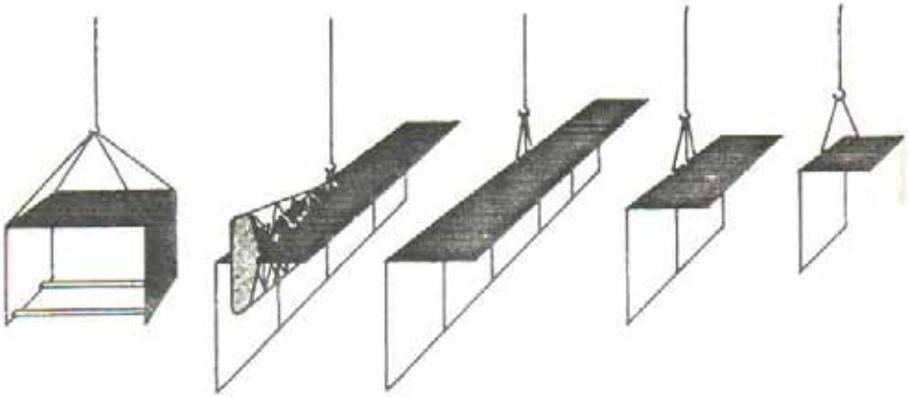
٦- كان يعاب على هذا النظام اقتصاره على إنتاج المبانى ذات الصفة التكرارية مثل الفنادق والمستشفيات والوحدات السكنية، لكن أمكن بعد تطويره الوصول إلى المرونة الكافية لتنفيذ أشكال مختلفة من المبانى شكل (١٣٩).

٦- طريقة مركبة *Combined System*

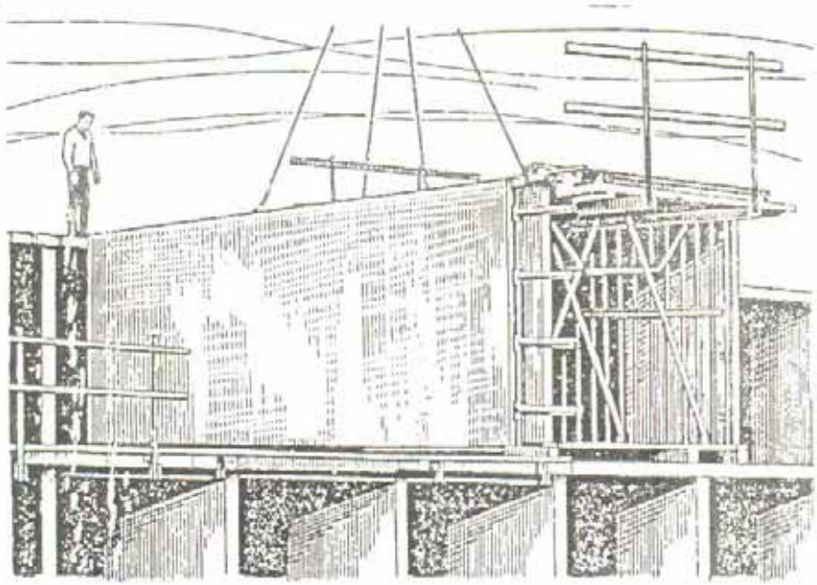
وهى استخدام أكثر من طريقة من الطرق السابقة فى تنفيذ مبنى. فيصب القلب بطريقة الشدات المنزلقة وتعمل البلاطات بطريقة البلاطات المرفوعة وتقام الحوائط بطريقة الرفع المائل وهكذا...

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

اعتبارها قيداً على المصمم بل على العكس ينبغى الاستفادة من الإمكانيات الواسعة التى توفرها، وكذلك المرونة فى فهم وتطبيق استعمالها، وذلك لاستحداث هياكل جديدة تتماشى مع الجديد من الفكر التصميمى.



شكل (١٣٧) يتناسب عدد الوحدات المرفوعة مع قدرة الرافعة



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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

الباب الثالث

تنظيم الموقع Site organisation

مقدمة

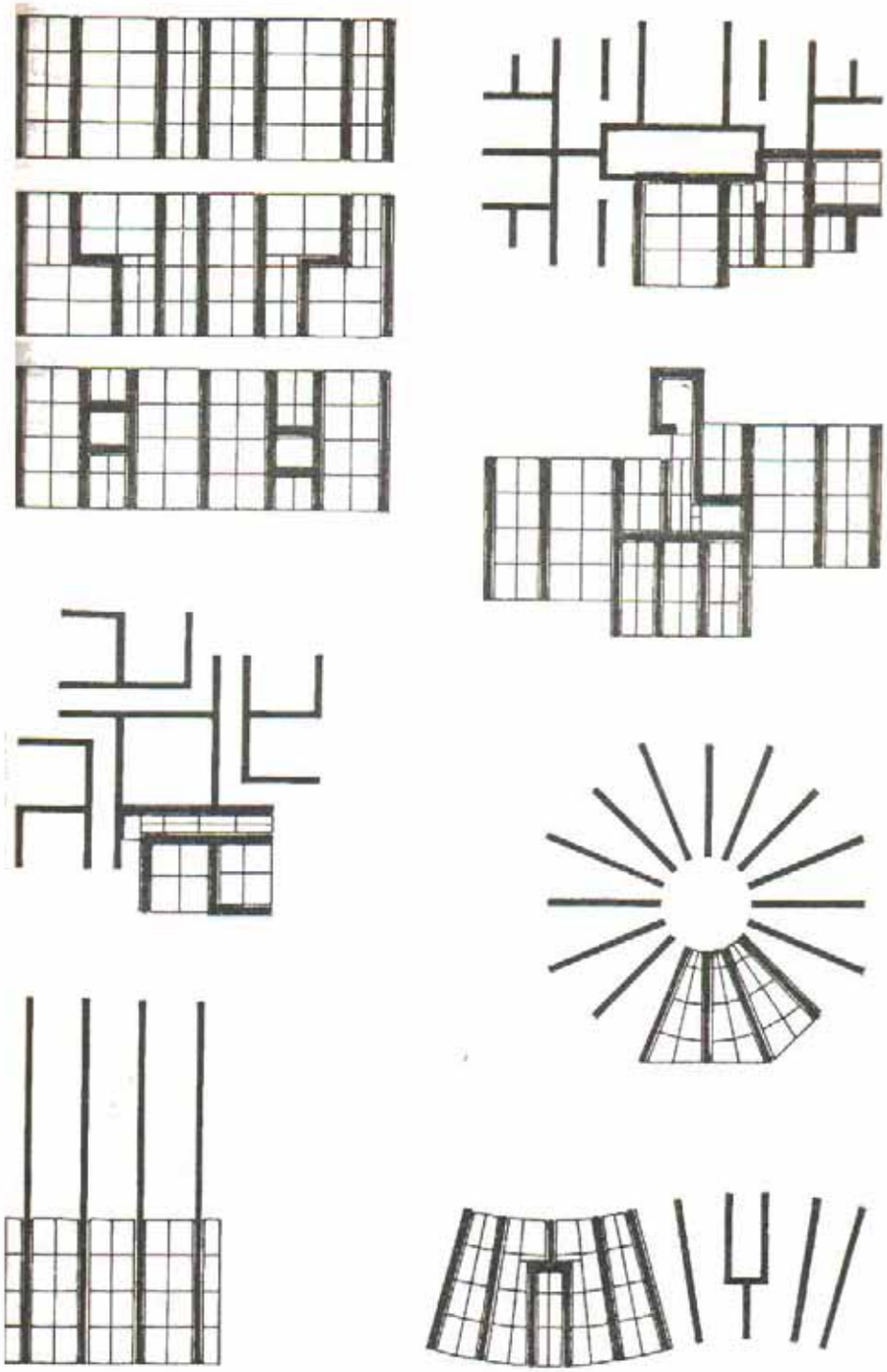
يعتبر الموقع بمثابة مصنع مؤقت يتم فيه تصنيع المبنى. وتتطلب عملية التصنيع، أو بمعنى أصح عملية البناء، عمالاً ومعدات ومواد يجب تنظيمها بحيث يستخدم العاملون أنسب المعدات بأنسب وضع ممكن مع تخزين المواد بطريقة لا تعرضها للتلف وتسهل استخدامها ولا تعوق عملية إنشاء المبنى.

وبتعبير آخر فإن هدف تنظيم الموقع هو القيام بعملية التشييد تحت أحسن ظروف ممكنة للعمل مما يؤدى إلى انتاج فعال واقتصادى وآمن.

وليست هناك قواعد معينة تتحكم فى 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 فى كل مرة حلاً مختلفاً.

وهناك عوامل كثيرة مؤثرة ينبغى دراستها قبل البدء فى عملية تنظيم الموقع، وذلك لتمكين المقاول من وضع برنامج تنفيذى 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 التى يمكن تشييدها باستخدام الشدات النفقية

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

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

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

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

جـ- *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 وبالتالى الحراسة اللازمة والأسوار.

وبناء على المعلومات والبيانات المكتسبة من مستندات المشروع والدراسة المبدئية 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

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 استئجارها - 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 المسئوليات 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.

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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 والتى 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 لتلافى اختناقات المرور التى قد تنتج.

٢-أماكن الإنتظار:

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 إزالتهابعد الإنتهاء من المرحلة المطلوبة.

- وبالنسبة للمشاه يجب تحديد المسارات بأقل مسافة ممكنة، وذلك لتخفيض الزمن غير المنتج الذى يقطعه العاملون بين المخازن وأماكن العمل والراحة. وذلك دون إعاقة طرق المرور والحركة الرئيسية فى 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 :

ا- 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.

جـ- 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.

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

ثالثاً : الإمداد بالمياه والطاقة :

Water and energy Supply

١- المياه :

تكون الحاجة إلى مياه نقية صالحة سواء للاستهلاك الآدمى 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 المبانى. وعادة ما يتم تخزين المياه فى خزانات متفرقة حول الموقع لخدمة خلاطات الخرسانة بصورة مضمونة ومنتظمة، وتستخدم خزانات أخرى لغسيل المعدات الخاصة بتشغيل الخرسانة لتلافى 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.

رابعاً : خدمات العاملين بالموقع Site Accomodations

وهى مبانى الإدارة المؤقتة التى 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 وكانتين 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 المبانى 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 لتلافى ازدواج النقل وتشتيت مراحل العمليات.

خامساً : نظم الأمان فى الموقع Site safety regulations

وتشمل :

١- مقاومة الحرائق وذلك عن طريق :

ا- وجود الوسائل المختلفة لمقاومة الحرائق والوقاية منها.

ب- ترك مسافات مناسبة (١٠,٦متر) بين المبانى المؤقتة لتقليل خطر الحريق.

جـ- فصل أماكن التخزين عن بعضها البعض واتخاذ الاحتياطات اللازمة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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 بأمور أخرى 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 :

١- عند تحديد الموقع يجب عدم التعدى عل ممتلكات الغير حيث يمكن أن يؤدى هذا إلى منازعات قانونية تعوق العمل وترفع من تكلفته.

٢- يتوف 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 الأمن 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.

المسقط التنفيذى للموقع :

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

١- موضع (مواضع) الطرق المؤدية للموقع والمداخل والأسوار والبوابات.

٢- أماكن تشوين المواد بجميع أنواعها وكيفية تداولها.

٣- أوضاع المعدات الثابتة 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 حث يمكن التحكم فيها.

٤- 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.

٥- 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 .

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

مثال ١ شكل (١٤٠)

الموقع :

الموقع مستطيل يأخذ الضلع الأطول اتجاه الشمال ويحده شمالاً ممر مشاه وجنوباً الشارع الرئيسى وغرباً جار وشرقاً موقع لم يستغل بعد. ويتكون مبنى المكاتب المطلوب إنشاؤه من خمسة طوابق ويأخذ شكل حرف T وبالموقع شجرتان يراد المحافظة عليهما.

الأسوار والمداخل والحركة :

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

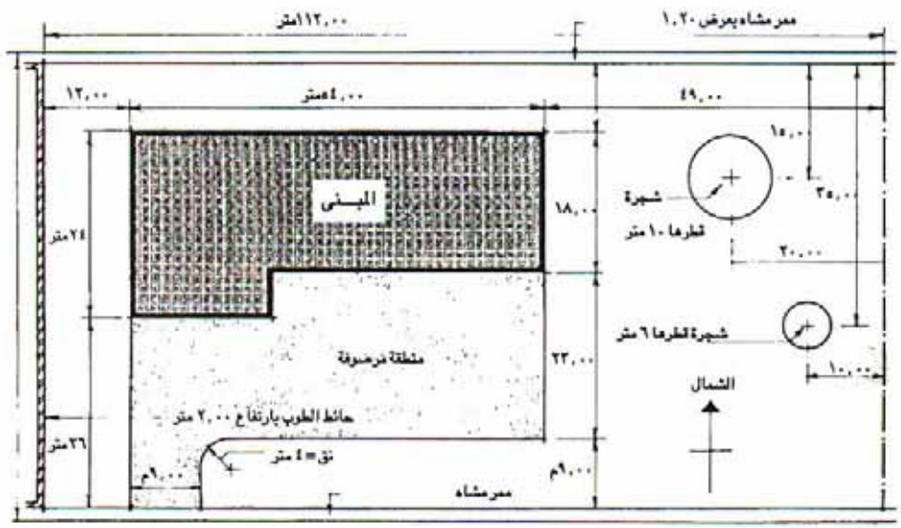
وقد خصص للسيارات مكانان للانتظار : أحدهما بجانب المدخل مباشرة خاص بسيارات المقاول والعاملين، والآخر فى الجنوب الشرقى للموقع بجانب السور وهو عام كما يستخدم لركن المعدات المتحركة فى حالة عدم استخدامها وإن كان الونش البرجى يقوم تقريباً بكل عمليات النقل.

عملية الرفع وتخزين المواد :

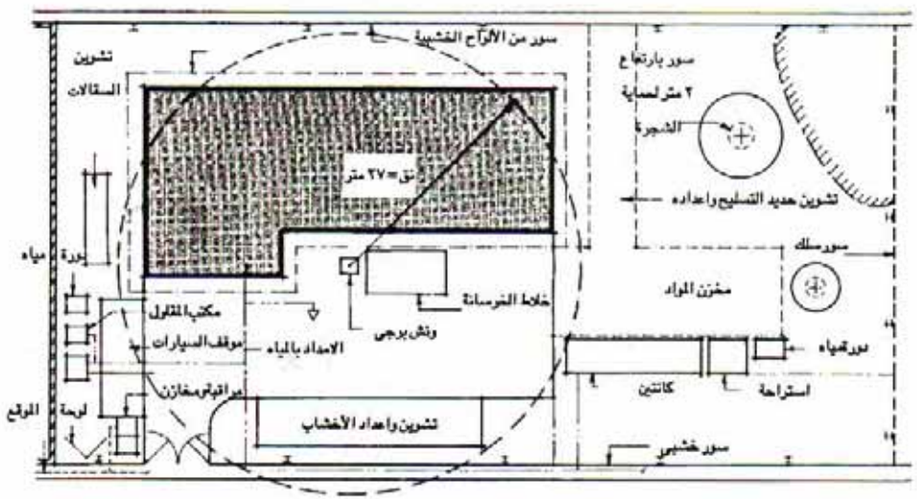
استخدم ونش برجى ثابت ووضع فى مكان متوسط ليغطى كل مسطح التشغيل وأماكن تشوين الشدات والمواد الخام وخلافه، اليت وزعت على الموقع حول مركز عملية التشغيل أى الونش وخلاط الخرسانة. وقد تم تخزين التربة الخاصة بالزراعة فى كومة فى الركن الشمالى الشرقى للموقع حتى يحين موعد فرشها على الجزء المطلوب زراعته.

الخدمات :

علاوة على أكشاك المراقبة والمقاول ودورة المياه الخاصة بهما والتى 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 خشبى بارتفاع مترين للحماية.



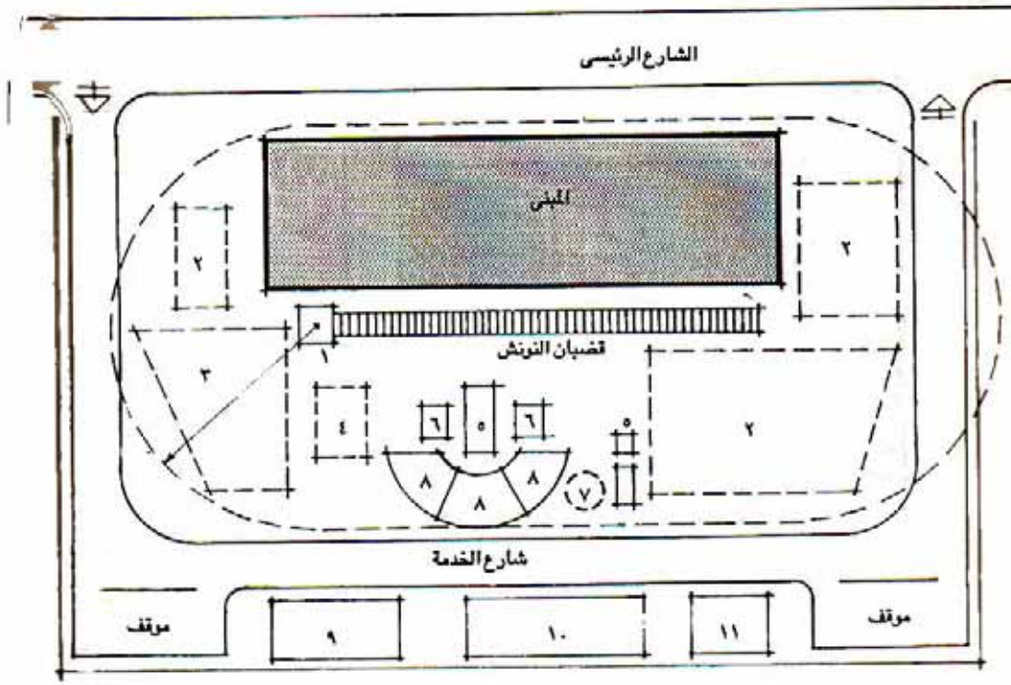
شكل (١٤٠ - أ) الموقع العام للمشروع (مثال ١)



شكل (١٤٠ - ب) المسقط التنفيذى

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

مثال ٢ : شكل (١٤١)



شكل (١٤١) مثال ٢ – المسقط التنفيذى للمشروع

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

الموقع :

الموقع مستطيل والمبنى يأخذ نفس اتجاه الاستطالة ويقع مباشرة على الشارع الرئيسى. ويحتوى الفراغ الخلفى من الموقع على المعدات والخازن 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 عى 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.

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

مثال ٣ : شكل (١٤٢)

الموقع :

يأخذ الموقع الشكل المستطيل ويطل على شارع رئيسى وتتكون المبانى 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 بوساطتها الإمداد والتغذية للموقع فقد حددت مداخلهاعلى 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 :

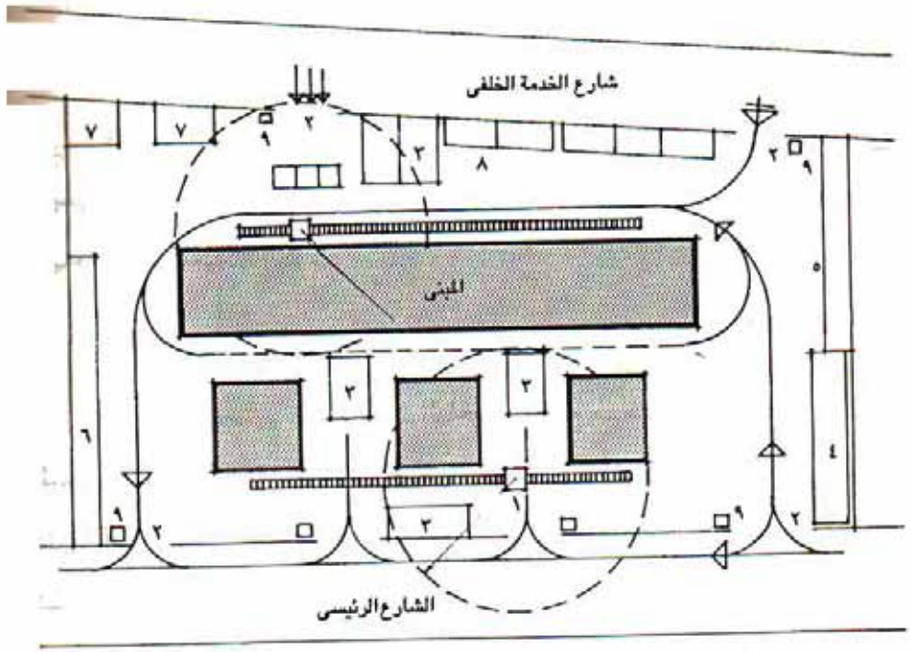
استخدم اثنان من الأوناش البرجية المتحركة على قضبان، وذلك لتغطية المبانى المستطيلة بحيث تغطى دائرة تشغيلها وحدات خلط الخرسانة التى تتحرك بحركة الونش، وكذلك مساحات صب العناصر الإنشائية بالموقع والتى روعى أن تكون قريبة من الونش قدر الإمكان.

المواد الخام وتشوينها والورش :

وضعت المخازن بجانب مدخل الخدمة، وكذلك الورش. ويقوم بنقل المواد الخام داخل الموقع دنابر تتحرك لتغذى الخلاطات المتحركة وساحات 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- كونترول وأمن

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

مثال ٤ شكل (١٤٣)

الموقع :

يأخذ الموقع شكل حرف L ويقع المبنى فى الجانب الصغير، وهو مكون من ١٤ طابقاً ويستلزم الأمر حفراً 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 :

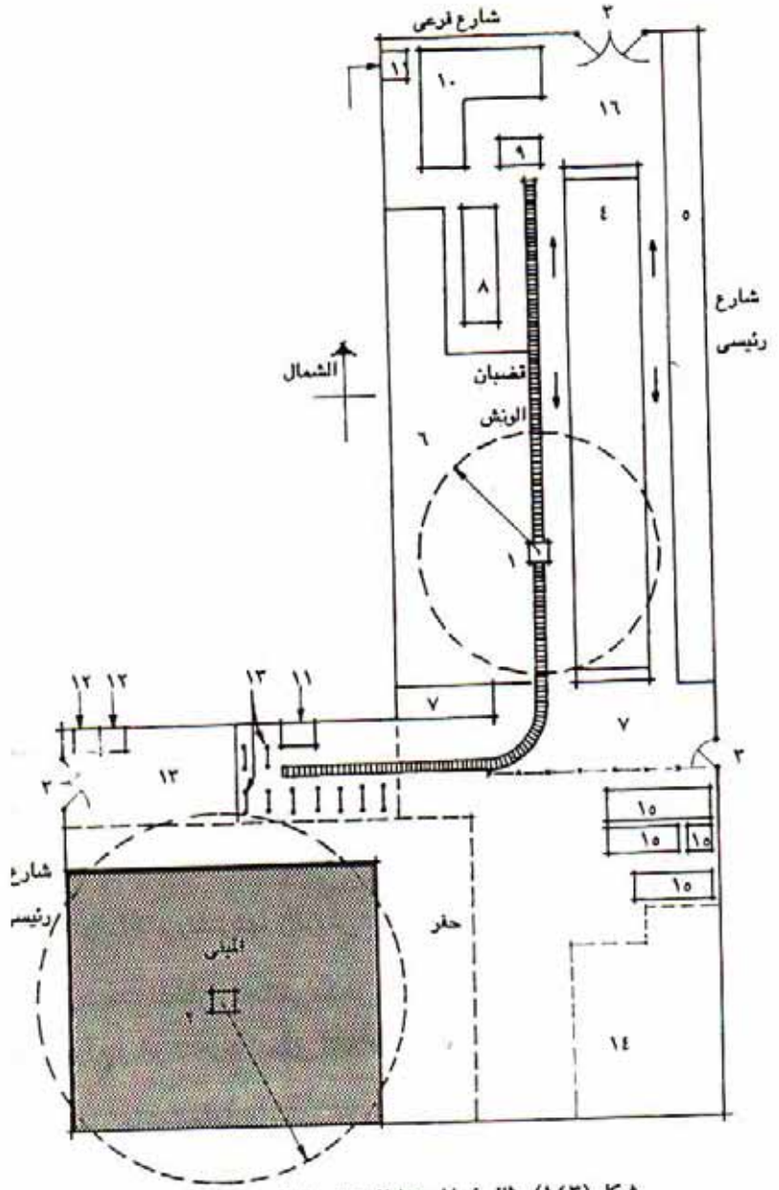
استخدم ونش برجى متحرك على قضبان لخدمة عملية الصب والنقل إلى ما قبل التشغيل كما استخدم ونش متسلق لعملية التشييد ذاتها.

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 جانبى 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 الاجهاد ٥- تخزين البلاطات ٦- تخزين الحوائط سابقة الصب ٧- تخزين الكمرات سابقة الاجهاد 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 والادارة ١٦- ساحة مناورة وركن المعدات غير المستخدمة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

الباب الرابع

أمثلة تطبيقية من مصر لميكنة 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 تؤدى 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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

تنفيذه تخطيطاً دقيقاً حتى تكون إعاقته لحركة المرور فى أضيق نطاق.

ومن ثم فقد تم العمل فى 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 الكمرة 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 يعد شارعاً ذا كثافة مرور عالية فإن مرحلة صب الكوبرى فوق الشارع والتى تستلزم إغلاقه كانت هى آخر مرحلة تم تنفيذها وبأسرع وقت أمكن. والشكل١٤٤ 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.

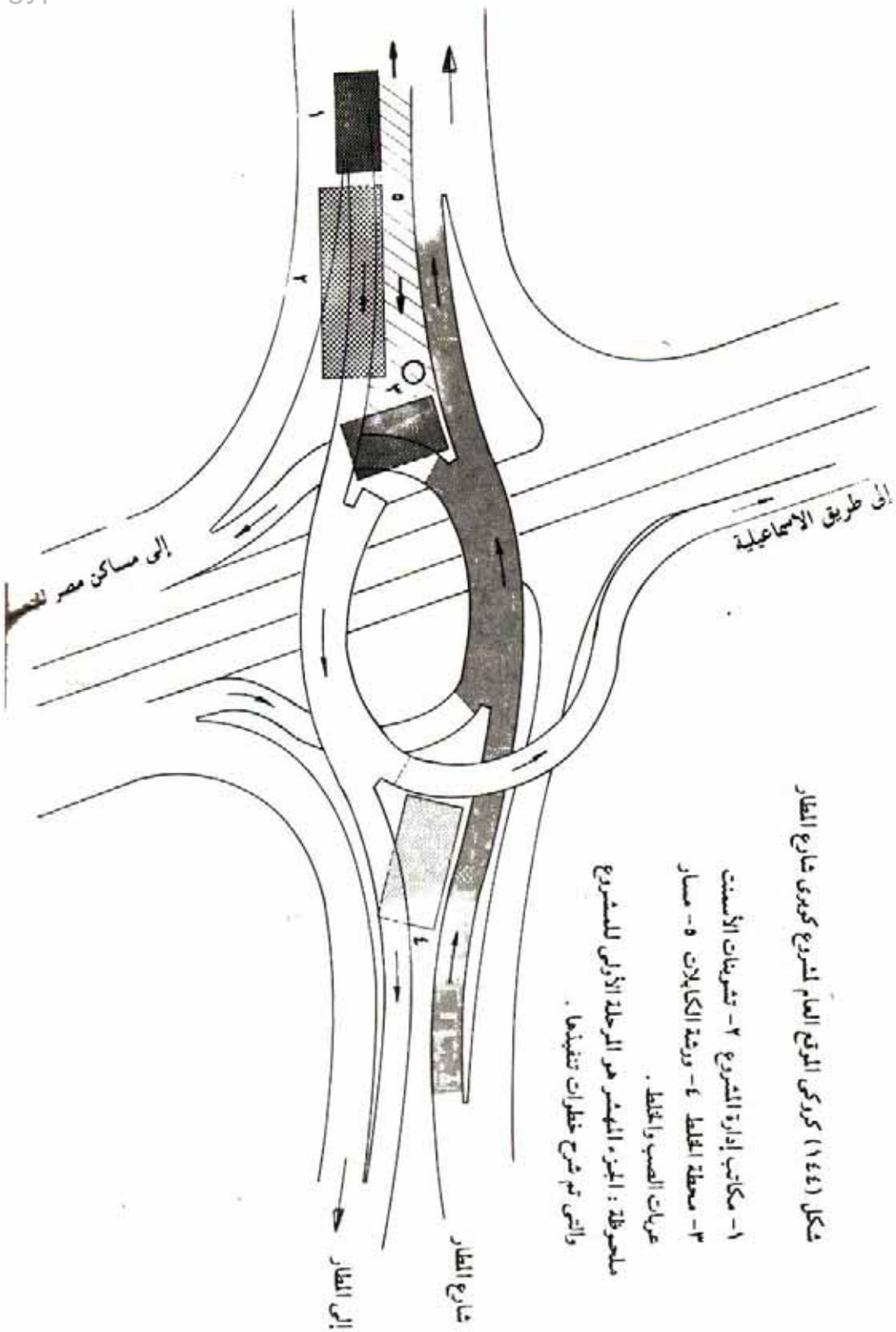
٤- محطة خلط صغيرة Dry mix

٥- عربات خلط لنقل الخرسانة Ready mix عدد ٥

٦- مضخة للخرسانة عدد ٢

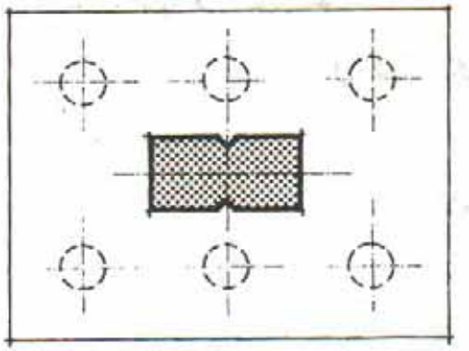
٧- مجموعة من عربات النقل واللورى لنقل الأسمنت والمواد الأخرى.

٨- ونش محمل على لورى لتسهيل الحركة على طول الكوبرى.

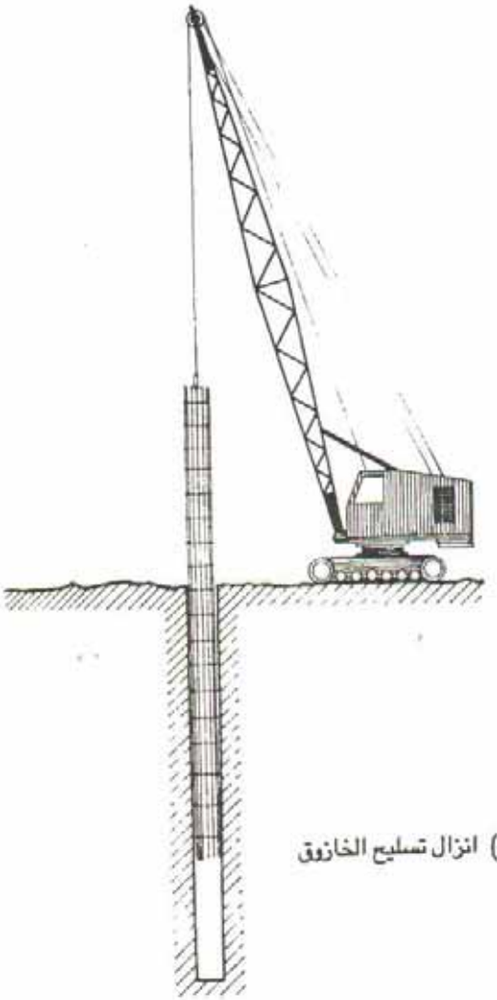


شكل (١٤٤) كوبرى الموقع العام لمشروع كوبرى شارع المطار
١- مكاتب إدارة المشروع ٢- تشوينات الأسمنت
٣- محطة الخلط ٤- ورشة الكابلات ٥- مسار عربات الصب والخلط.
ملحوظة : الجزء المهشر هو المرحلة الأولى للمشروع والتى تم شرح خطوات تنفيذها.

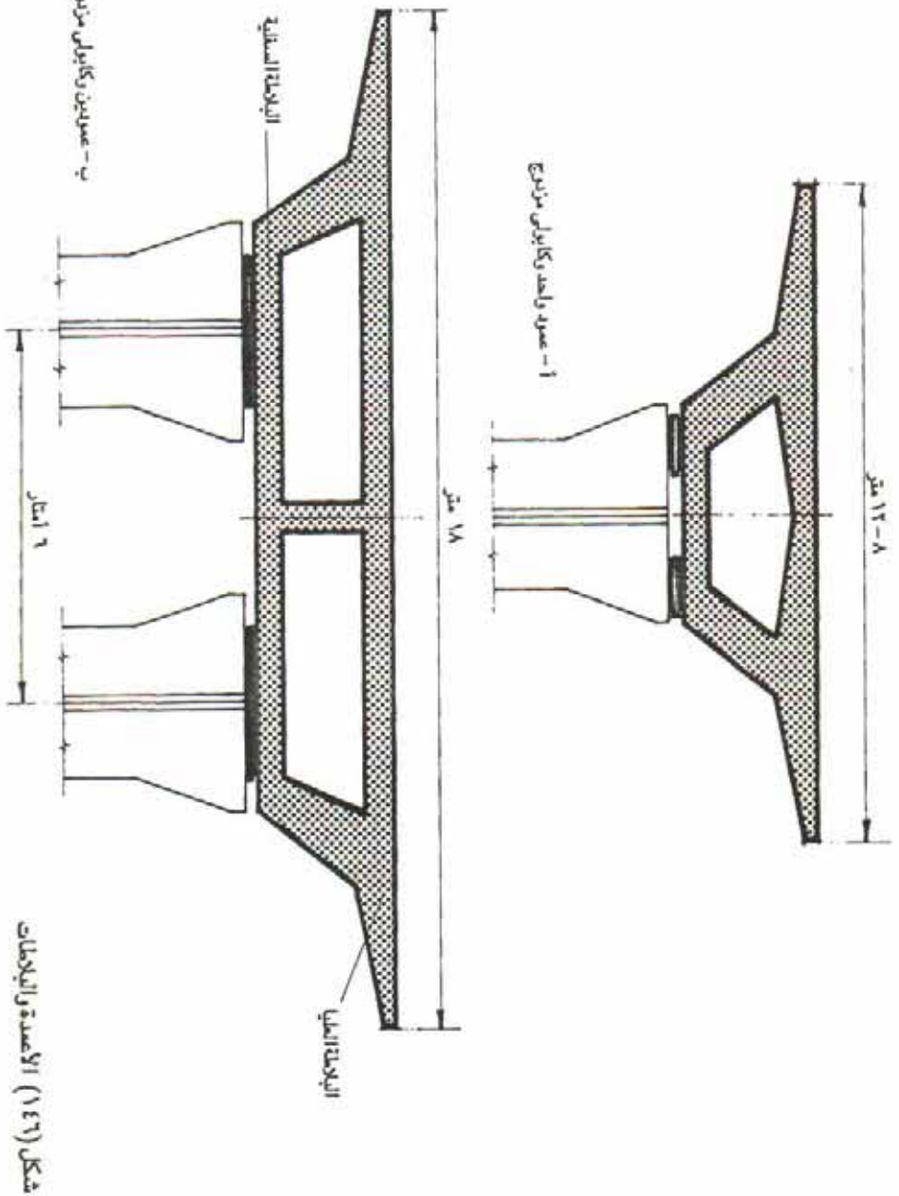
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



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



شكل (١٤٥ - ب) انزال تسليح الخازوق



شكل (١٤٦) الأعمدة والبلاطات

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

عمليات نقل المواد وتشوينها :

تم نقل المواد إلى الموقع وداخله 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 طبالى بجوار محطة الخلط فى 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 الفرم الفرمايكا والشدات الحديدية من مكانها إلى منطقة العمل.

- نقلت الخرسانة بوساطة عربات نقل الخرسانة

خطوات تنفيذ المشروع :

١- *دق الخوازيق :*

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

مراحل دق الخوازيق

ا- الحفر بالبريمة

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

جـ- صب الجزء السفلى خرسانة عادية ثم وضع حديد التسليح بعد لحامه وإعداده.

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

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

٢- *صب الأعمدة الخرسانية :*

بعد وضع الشدات يتم تسليح العمود ثم تركب الفرم الفورمايكا التى تعطى سطحاً أملس ثم يتم الصب .

٣- *صب البلاطة السفلية* ويتم على الخطوات التالية

ا- تجرى عملية دمك الرمال جيداً تحت الكوبرى.

ب- تفرش ألواح الموسكى على الأرض.

جـ- توضع الشدات المعدنية ويتم تطبيقها وتطريحها فى 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 :*

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

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

جـ- تتم عملية الصب بوساطة مضخة الخرسانة Pumpcrete التى تغذيها عربة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

خلط خرسانة Ready mix concrete تنقل الخرسانة من محطة الخلط.

د- يتم تركيب الشدات والفرم وصب البلاطات علي التوالى 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.

٥- *صب الكوبستة والبردورة :*

بعد الانتهاء من صب بلاطة الكوبرى العليا توضع شدات الكوبستة والبردورة وتجرى 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 ١٠ ϕ ٢٥ ϕ كذلك كابلات يمكن التحكم فى أطوالها المختلفة حيث توجد ورشة كابلات فى آخر الموقع. والكابلات مزودة عند نهاياتها بقلاووظ 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 خراطيم الحقن أعلى من منسوب الصب، ويتم شد الكابلات بعد عملية الصب بثلاثة أيام بوساطة جهاز للشد حتى درجة إجهاد معينة حسب التصميم وبعد أن تشك الخرسانة ترفع ماكينة الشد.

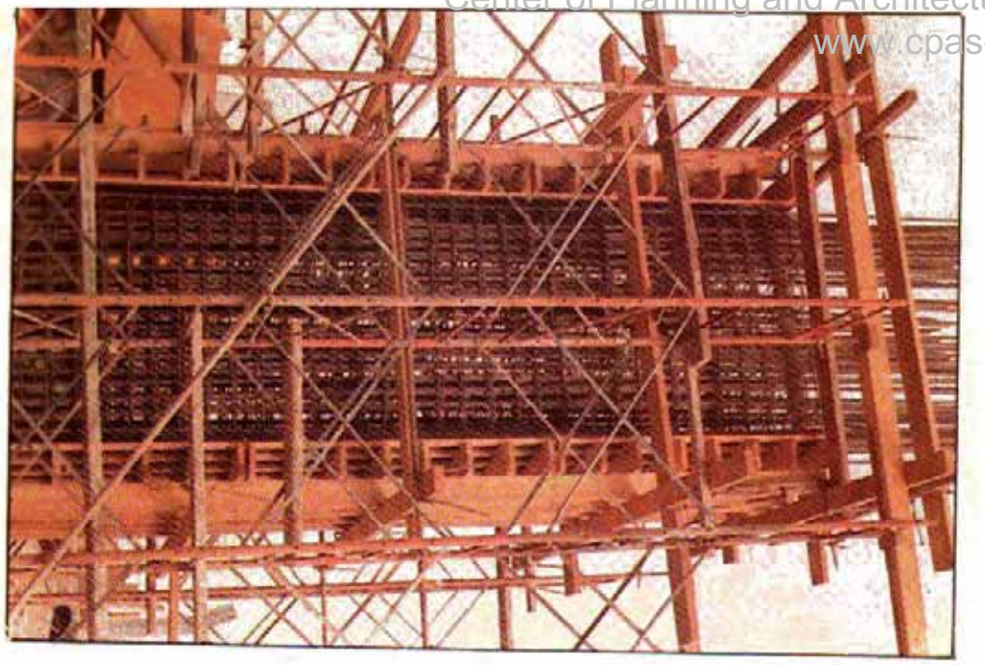
شكل (١٤٧) منظور عام أثناء تنفيذ المرحلة الأولى للمشروع

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

شكل (١٤٩) ماكينة حفر الخوازيق ودقها

شكل (١٥٠)بريمة الحفر

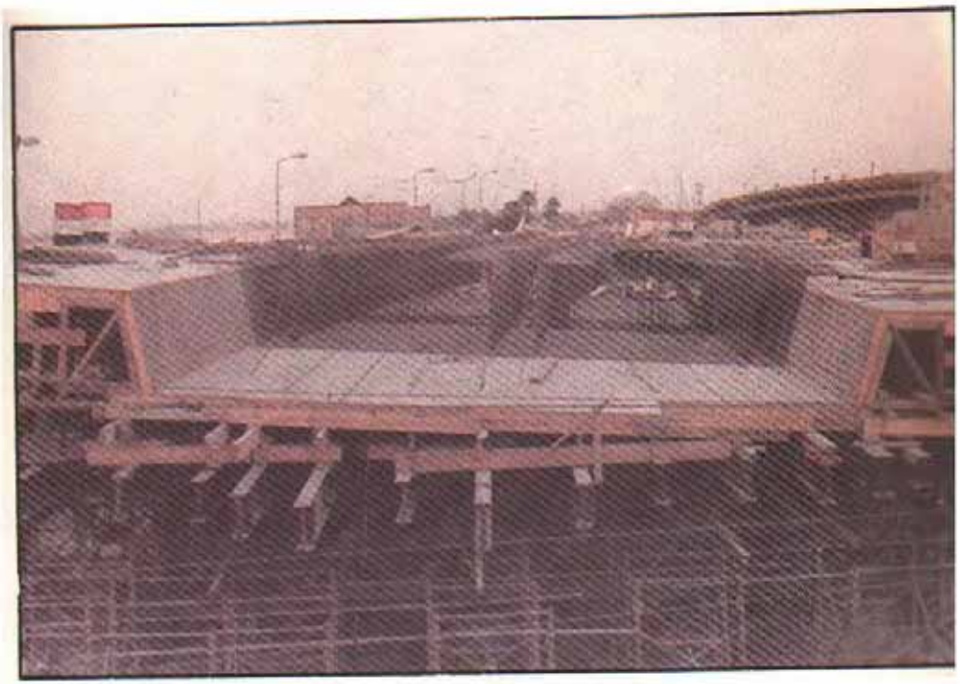


شكل (١٥١) تسليح الأعمدة والشدات

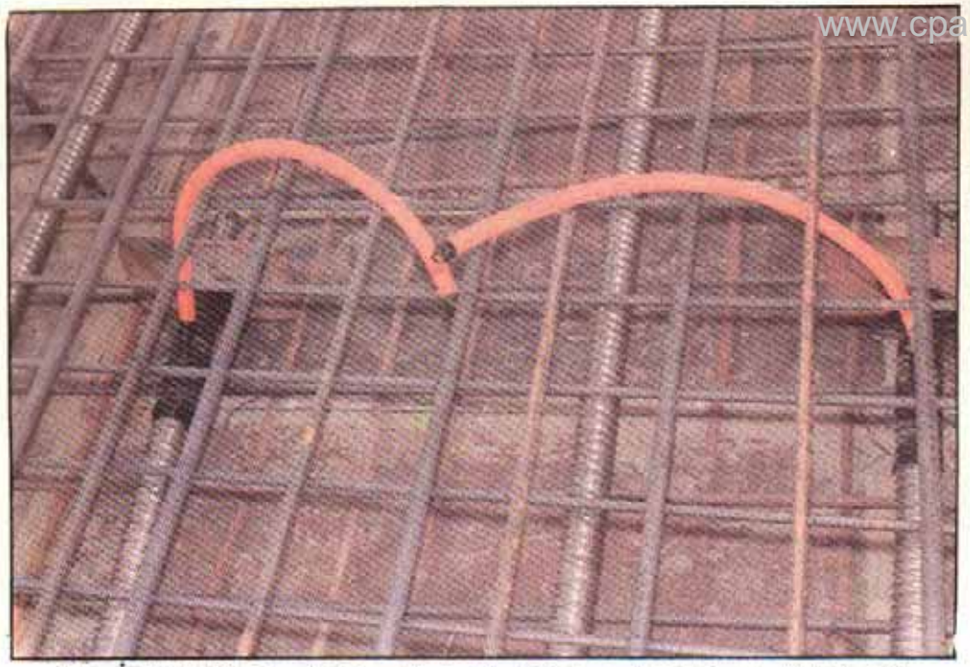
شكل (١٥٢)استخدام عربة الصنج فى صب خرسانة البلاطة العلوية ويلاحظ تثبيت المضخة فى الأرض بأذرع

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved
www.cpas-egypt.com

شكل (١٥٣) ماكينة شد الكابلات



شكل (١٥٤) تسليح جسم الكوبرى



شكل (١٥٥) حديد وكابلات تسليح البلاطة ويظهر فى الصورة خراطيم حقن الكابل بمادة أسمنتية للتماسك

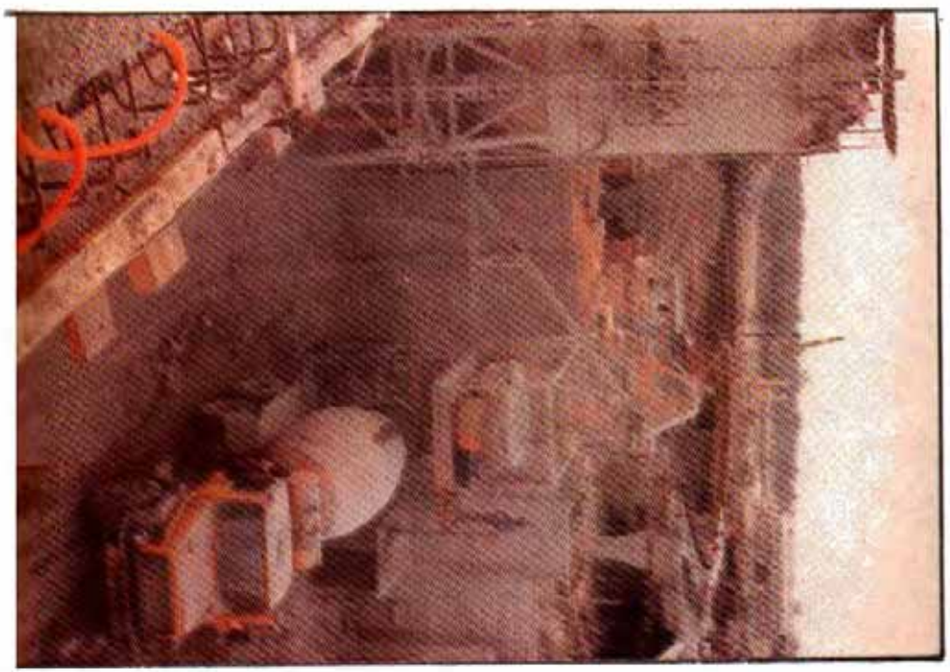
شكل (١٥٦) محطة خلط الخرسانة مع تشوينات الرمل والركام

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

ثانياً : خلط الخرسانة

أخذت محطة الخلط موقعاً متوسطاً وقريباً من مسارات الحركة الرئيسية يمكنهامن خدمة جميع مراحل المشروع، وتم تمهيد طريق أمامها لحركة عمليات الصب. وقد استخدم أسمنت شديد النعومة Super fine سريع الشك ذو قوة ٤٠٠ كجم/سم٢. وهو يستجلب من حلوان معبأ فى شكائر 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 وتملأ عربة كل ربع ساعة والعربة مزودة بحلة متحركة ذات ريشات ثابتة وبخزان مياه. وقبل تفريغ الخرسانة الجافة فى العربة يتم خلطها فى حلة الخلاط وسعتها ٥م٣ 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

المرحلة النهائية

تم فرش الرمل ودمكه دمكاً جيداً بوساطة الهراس والبلدوزر، ثم وضعت طبقة خرسانة سمك ١٠ سم ثم الركام وكسر الحجر اللازم لعملية الرصف ثم الرصف النهائى.

وعلى التوازى 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 (من١٥٨ 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 تفريعات من الطريق الرئيسى حيث يحيط به سور خشبى يحمل يافطة باسم المشروع وبياناته.

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

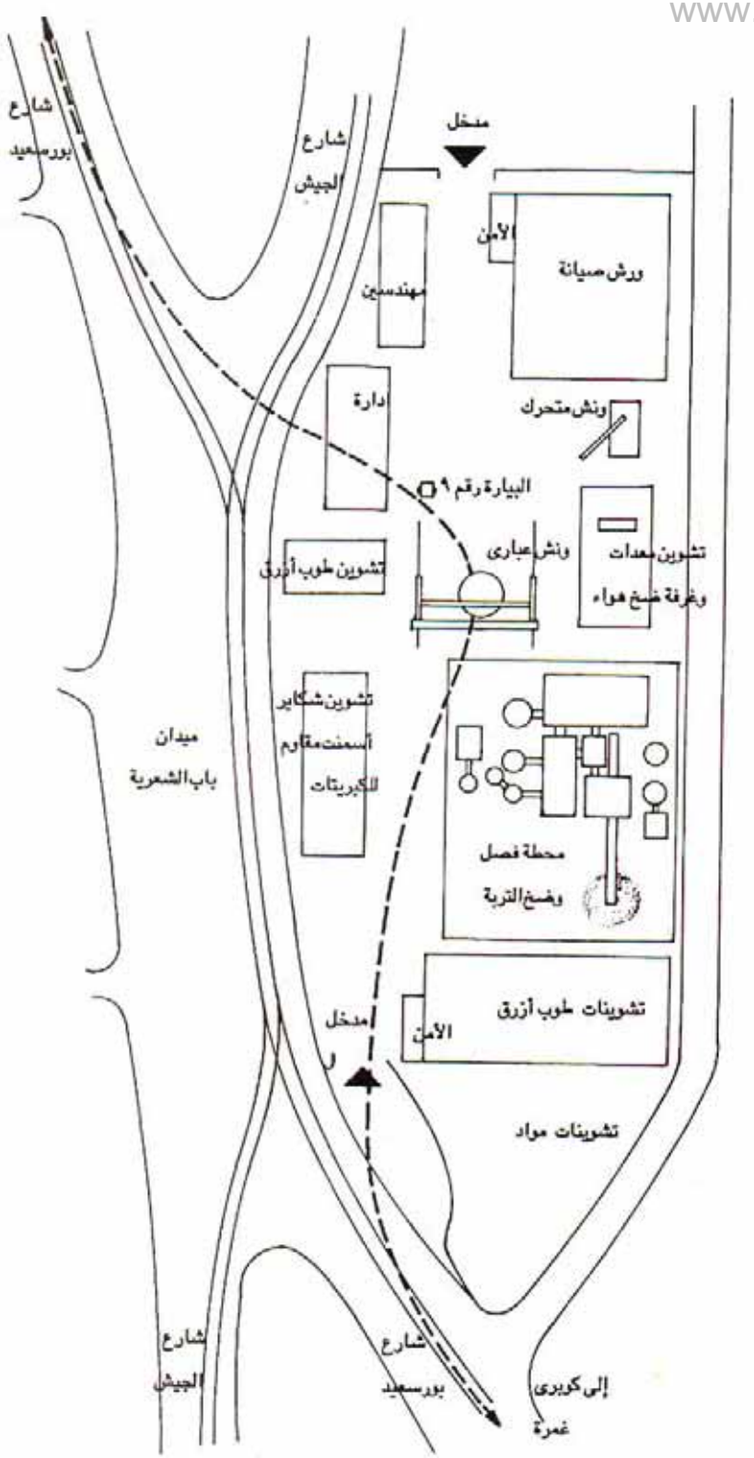
المعدات المستخدمة :

١- ونش عبارى gantry crane ويعمل على نقل وإنزال المعدات والخامات داخل البيارة بحمل أقصى ٢٥٠ طناً، ويتحرك بسرعة ٥-٦ متر/دقيقة.

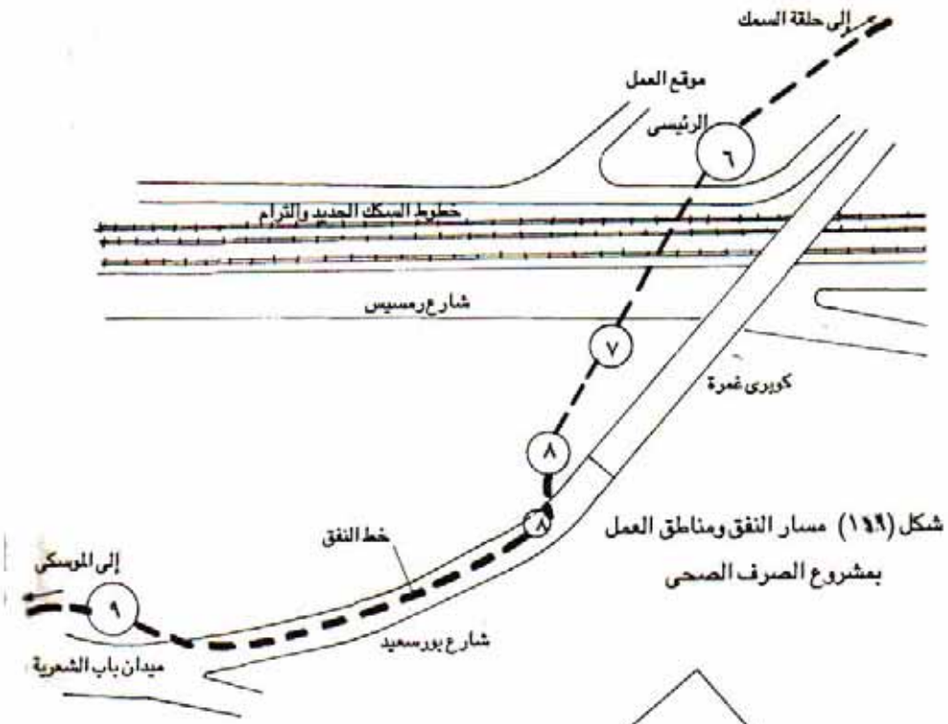
٢- ونش ذو حبل guyed Derrick متحرك لنقل المعدات وتفريغ الشاحنات.

٣- حفار صغير smally ويقوم بعمليات حفر البيارة والجزء الأول من النفق.

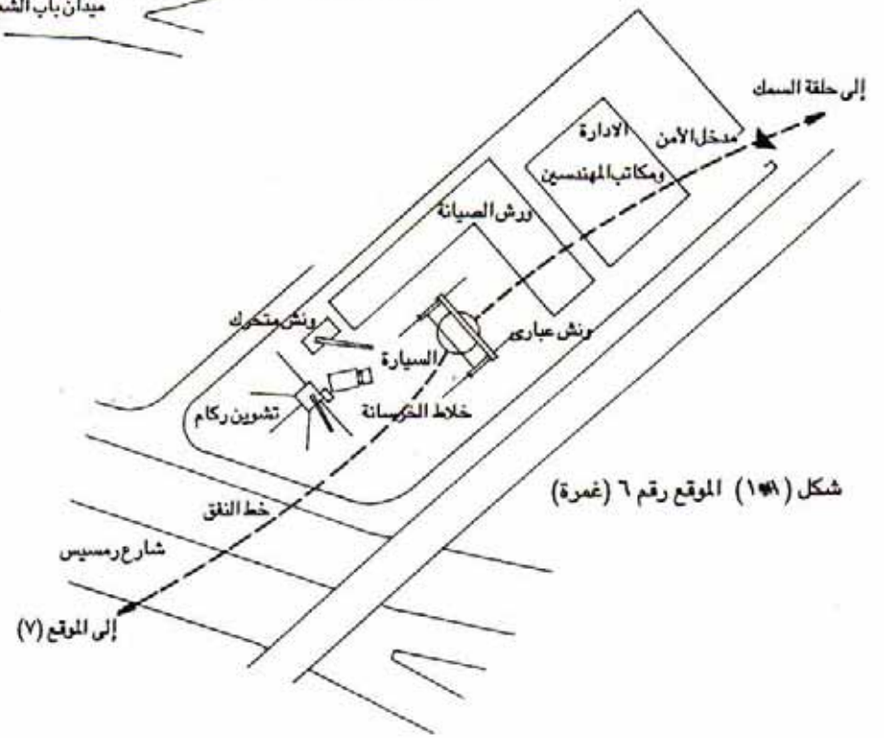
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (١٦٨) موقع رقم (٩) باب الشعرية : كروكى للمسقط التنفيذى

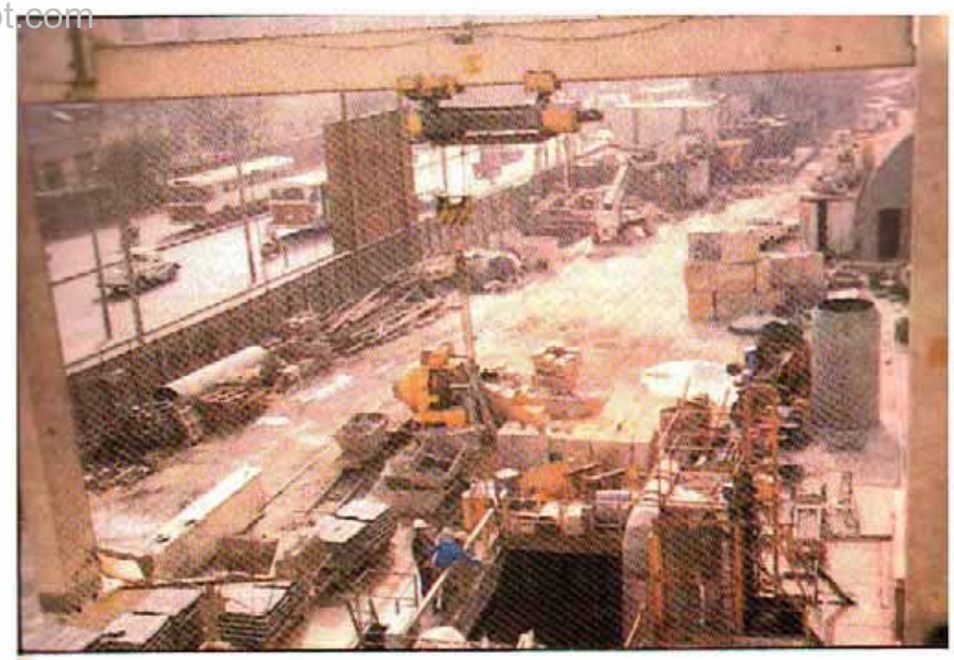


شكل (١٦٩) مسار النفق ومناطق العمل بمشروع الصرف الصحى

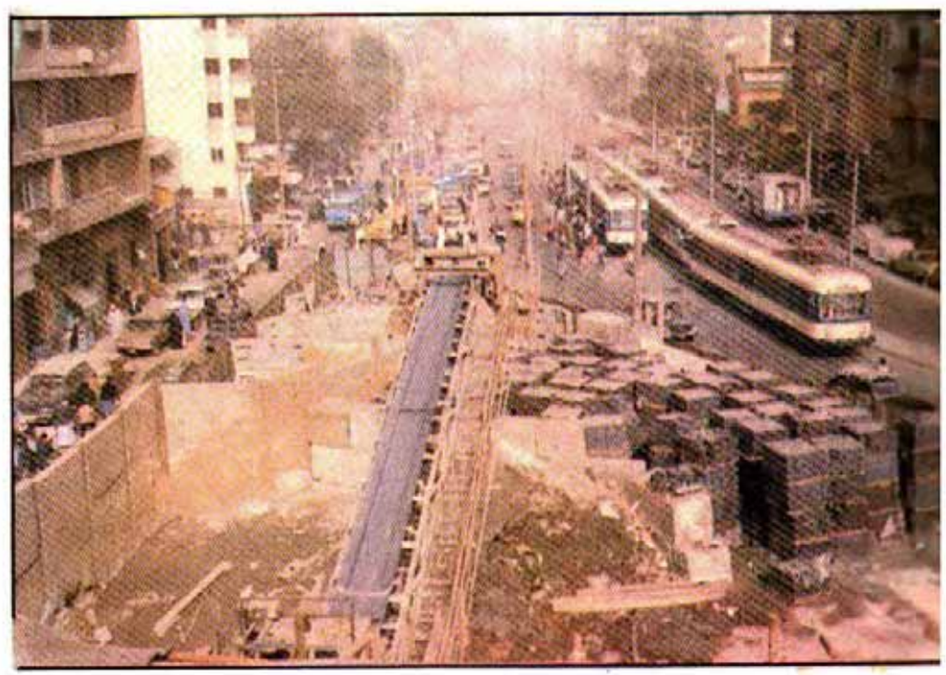


شكل (١٧٠) الموقع رقم ٦ (غمرة)

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (١٦١) الموقع العام للمشروع ومدخل البيارة



شكل (١٦٢) السير الرافع لنقل الأتربة

٤- ماكينة حفر جسم النفق ويبلغ قطرها ٥ أمتار وبطول ٤٠ متراً وتحفر بسرعة ١ متر/ ساعة وسيتم شرحها تفصيلياً 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 الطمى والطين والماء فى ناتج الحفر وإعادة ضخه.

٨- قطار نقل صغير للتخلص من الفضلات بالنفق.

٩- مصعد لصعود وهبوط الأفراد داخل البيارة.

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.

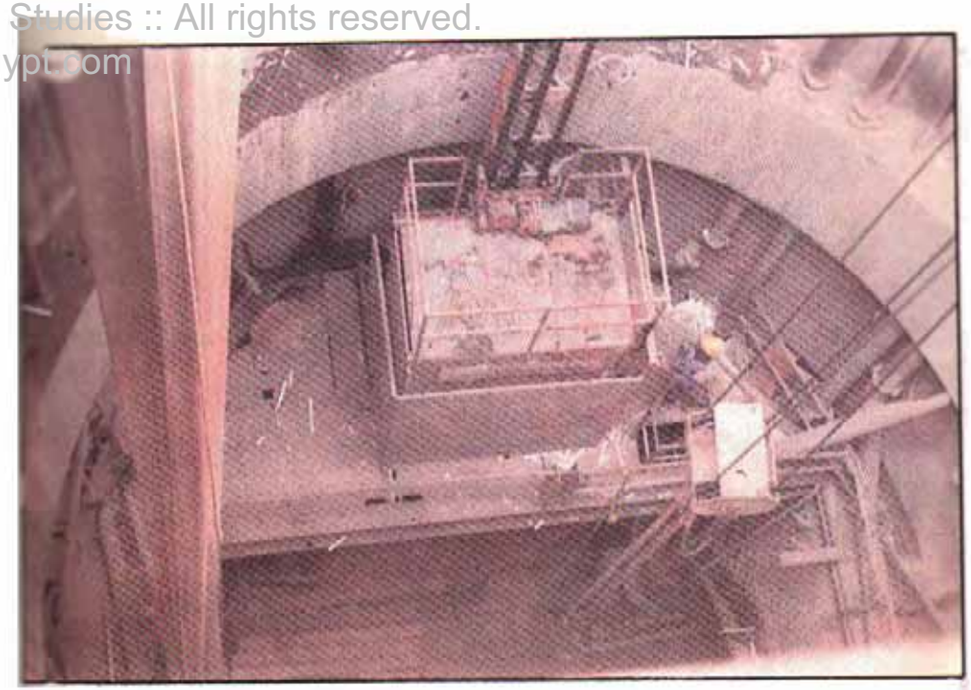
خطوات تنفيذ المشروع :

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 البيارة؛ وقد يحتاج الأمر إلى تحويل طرق أو حتى تغيير خطوط ميدان بأكمله مثلما حدث فى ميدان باب الشعرية وباب الخلق.

٢- *دق البيارة :*

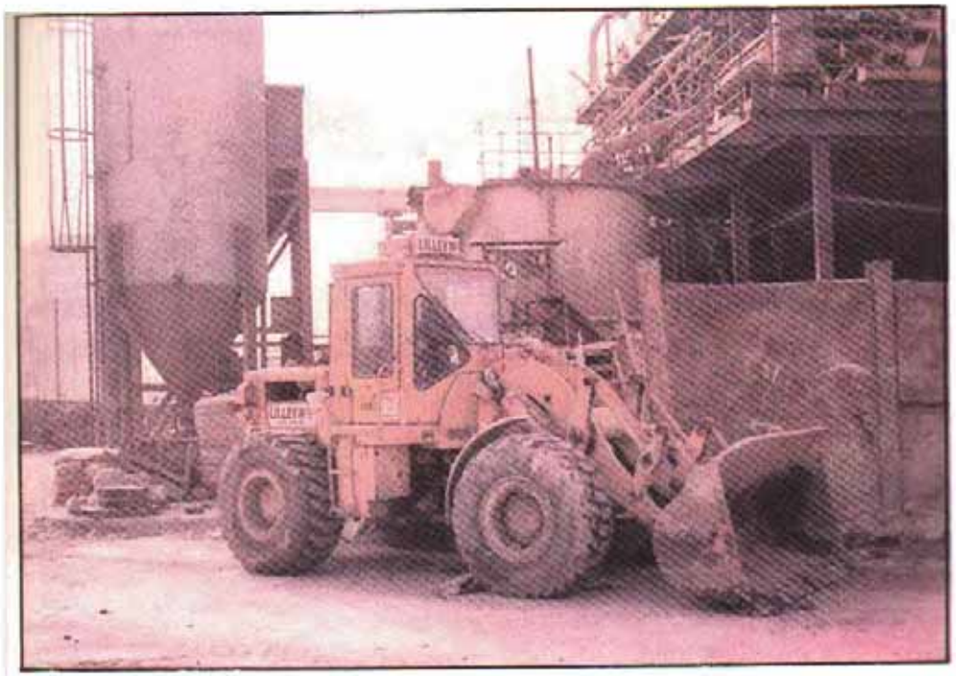
يتم إنزال قيسون خرسانى طوله ١٠ أمتار وقطره حوالى ١٠ أمتار، وذلك بوساطة الحفر والتغويص حتى العمق المطلوب. ولمواجهة مشكلة المياه الجوفية تمت تغطيته من أعلى مع رفع ضغط الهواء قليلاً عن ضغط المياه الجوفية حتى لا ترتفع

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (١٦٣) المصعد لإنزال المواد داخل البيارة

شكل (١٦٥) الونش المتحرك ذو السلك



شكل (١٦٤) بلدوزر للتسوية ونقل الأتربة

شكل (١٦٦) اللودر الشوكة يحمل الطوب الأزرق

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

فى القيسون، وذلك بعد تدريب العمال على تحمل هذا الضغط واختبار ذلك؛ ثم يتم صب قَرْشَةٌ خرسانية بارتفاع ٢,٥ متر.

٣- *عملية حفر وتبطين جسم النفق* :

يتكون جسم النفق من ثلاث طبقات هى :

ا- جسم النفق نفسه من حلقات الخرسانة المسلحة.

ب- طبقة من الخرسانة المسلحة.

جـ- طبقة من الطوب الأزرق المقاوم للأحماض الناتجة عن مياه الصرف الصحى، ويتم تنفيذه طبقاً للخطوات التالية :

١- يتم إنزال ماكينة حفر النفق من البيارةحتى منسوب حفر النفق بوساطة الونش العبارى .

٢- يبلغ طول الماكينة ١٠ أمتار ولوضعها على بداية النفق يحفر لها يدوياً بوساطة الحفار الصغير المستخدم فى حفر البيارة جزء أفقى كاف توضع به الحلقات الخرسانية الأولى يدوياً.

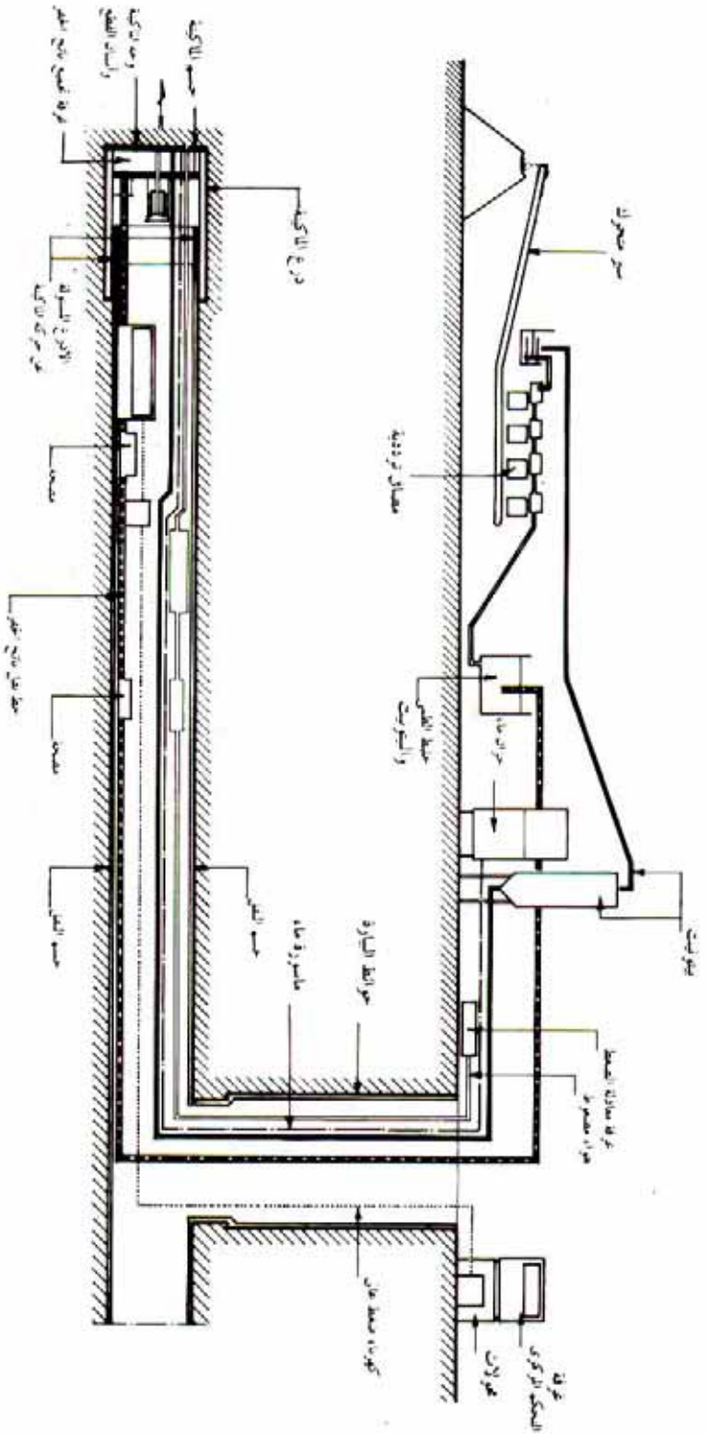
٣- تسير الماكينة داخل النفق فى الاتجاه المحدد لها وتقوم بالحفر أثناء سيرها، وبعد حفر كل متر يتم تركيب الحلقة الخرسانية حتى لا تنهار التربة.

٤- ولعملية التبطين يقوم الونش العبارى بحمل الطوب الأزرق المحمل على عربات القطار وينزلها من فتحة البيارة حتى تركب على القضبان الممتدة داخل جسم النفق وتجر إلى مكان التبطين.

وبعد عملية التطبين يتم تنظيف العراميش من المونة ثم تملأ بمادة الإيبوكسى المقاومة الأحماض والغازات.

وصف *ماكينة حفر النفق Shield Slaried Plant* (الشكل ١٦٧)

- تقوم الماكينة بكافة الأعمال داخل النفق .
- يبلغ طولها ١٠ أمتار دون ملحقات، أما بملحقاتها التى تسحبها خلفها وهى غرفة التحكم ومضخات الهواء المضغوط والتربة وغرفة الضغط العالى

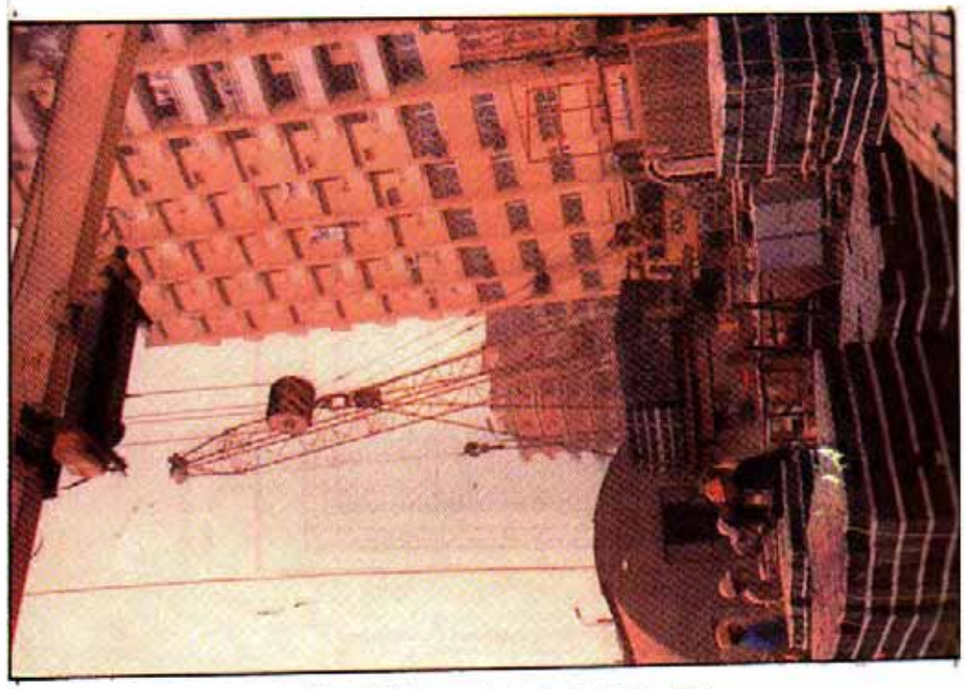


شكل ١٦٧ رسم توضيحى لماكينة حفر النفق

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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

- الماكينة تصميم يابانى ومصنعة فى 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 الأمامى من الماكينة (الوجه) بعمليات الحفر، وهو بسمك متر وتوجد به أسنان الحفر الرئيسية، كما يوجد على جانبيه فتحات بأبعاد ٢٥×٦٠ سم لتجميع الأتربة الناتجة. والأسنان والفتحات فى اتجاهين لكى يسمح بحرية الدوران مع أو عكس عقارب الساعة.
- للتغلب على الأحجار الكبيرة التى قد تواجه عملية الحفر يوجد بوجه الماكينة



شكل (١٦٨) الونش العبارى يحمل الطوب الأزرق
على عربات قطار مسطحة لإنزاله داخل البيارة

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 تفريغها فى 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 التى تعمل على دوران وجه الماكينة بتركيب الحلقات الخرسانية عن طريق روافع خاصة داخل درع الماكينة أوتوماتيكياً.
- تقوم روافع Jacks ترتكز على جسم النفق الخرسانى الذى 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 لمجارى حلوان - المجمع الرئيسى للمجارى -

شكل (من١٦٩إلى١٨٤)

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

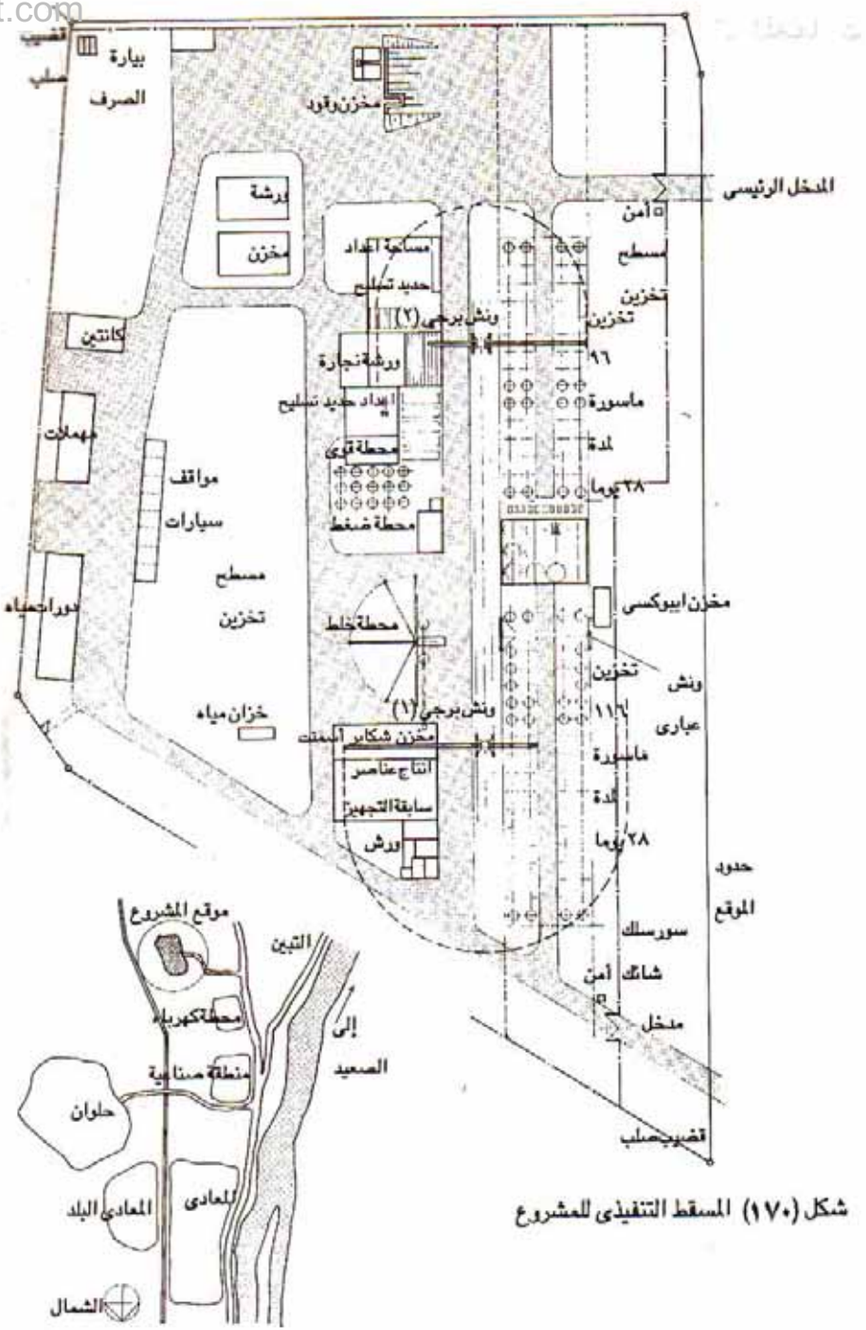
الغرض من المشروع :

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

الموقع واختيار المعدات :

أحيط الموقع بسور سلك شائك واستمرت الحراسة على مدى الـ٢٤ ساعة على فترتين. ويوضح الرسم تنظيم الموقع الخاص بتصنيع العناصر الجاهزة. وقد روعى فيه

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



شكل (١٧٠) المسقط التنفيذى للمشروع

شكل (١٦٩) الموقع العام

مركزية عملية إنتاج العناصر والتخزين الخاص بالاستعمال المباشر للمواد مع انتشار أماكن التخزين طويلة المدى على محيط الموقع. ويخدم على الموقع طريق دائرى تخرج منه تفريعات 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 فى منطقة نائية: فقد تم تزويده بمولدات كهربائية وورش لصنع الشدات الخشبية وورش صيانة، وكذلك محطة خلط مركزية للخرسانة كانت تقوم بالتخديم على مواقع أخرى نظراً لضخامتها.

مراحل تنفيذ المشروع :

نقل المواد الخام والمعدات وتخزينها :

- تم نقل الرمل والزلط بوساطة لوريات ذات قلاب، كما تم تشوينها حسب التدرج الحبيبى بجوار مكان الخلط؛ أما الأسمنت فقد استجلب سائباً فى عربات خاصة بنقل الأسمنت، ثم يخزن فى صوامع بجوار الخلاطة المركزية.
- كان الحصول على المياه من بئر قريبة من الموقع عن طريق ضخها بطلمبات ثم معالجتها من نسبة الكلور العالية بإضافة مياه عذبة مستجلبة 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 فى المشروع :

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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

- عربات نقل الخرسانة.
- عدد ٢ ونش برجي يتحرك على قضبان بينهما مسافة ٤٠,٥ 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.

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 البسكوتة للمحافظة على مسافة الغطاء الخرسانى وتثبيت الأجزاء التى

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^3 زلط.
- ١٥٠ م^3 رمل.

ويتم خلط الخرسانة فى المحطة المركزية أوتوماتيكياً بوساطة الكمبيوتر بناء على برنامج لتحديد نسب الخلط بالوزن والموجود بكابينة التحكم المركزى بالخلاط.

وتنقل الخرسانة بعد خلطها إلى القادوس المعلق فى الونش أو إلى عربات خلط الخرسانة سعة ٤م^3 والتى تعالج بلف خيش مبلل حولها لمنع تكون 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 أكثرمن ٤٥ سم لضمان عدم حدوث انفصال حبيبى. ويوضع الهزاز الميكانيكى داخل الفورمة أثناء الصب لتسهيل تشغيل الخرسانة ثم يسوى سطح الخرسانة بوساطة الإدّة.

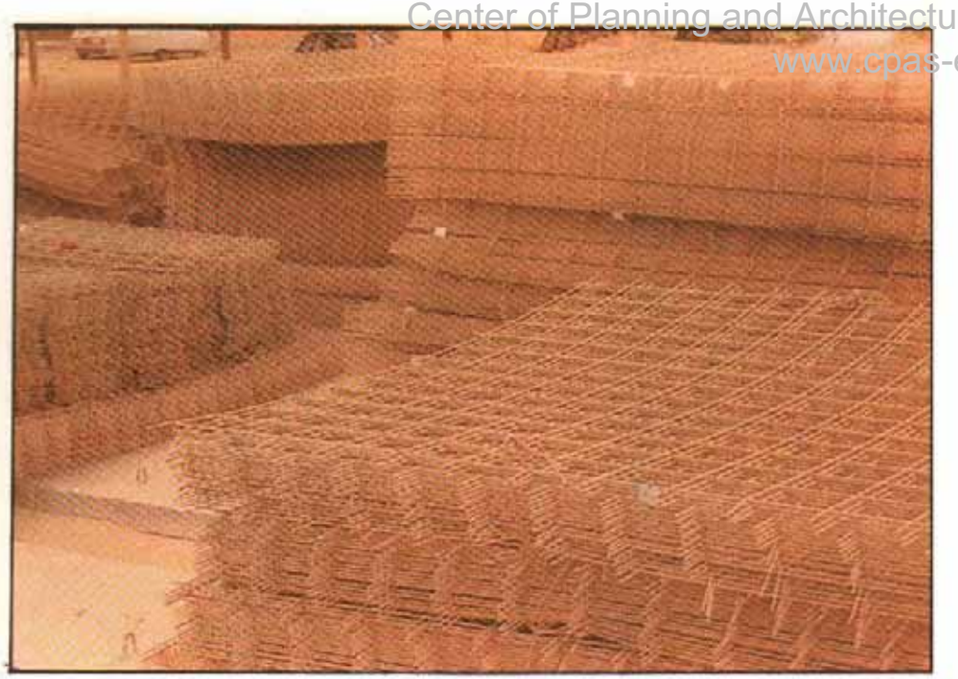
أما بالنسبة للمواسير فيكون الصب بمضخة الخرسانة ويقوم بعملية الدمك هزازات مثبتة خارجياً بالفورمة الحديد. وبعد ٤ ساعات صيفاً تمتد إلى ٦ ساعات شتاءً وهو زمن الشك المبدئى للخرسانة ترفع الفرم الحديدية الداخلية ثم المواسير.

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.

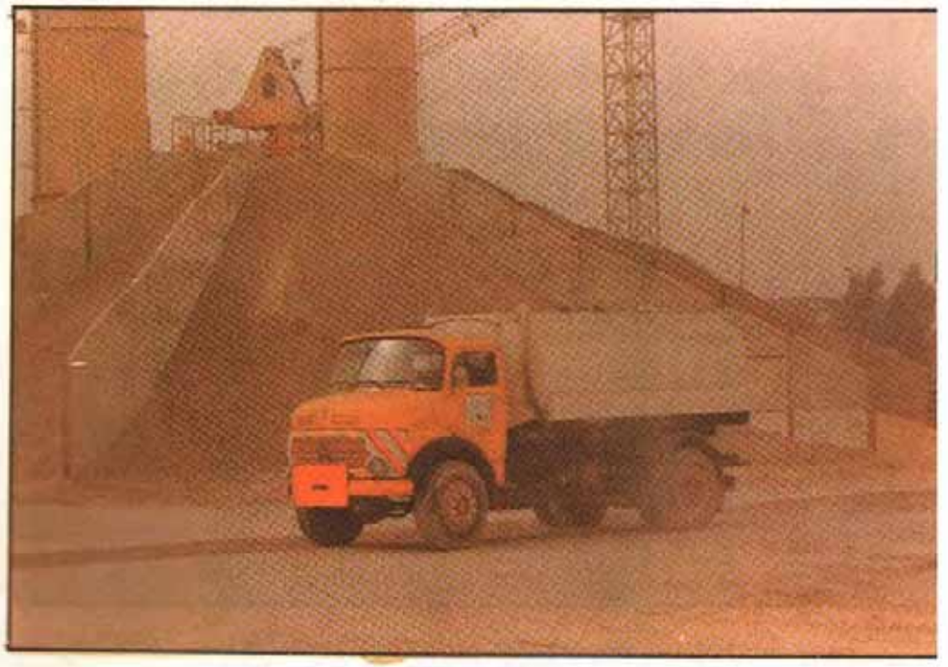
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

شكل (١٧١) هراس دمك الأرض

شكل (١٧٢)معدة فرد الأسفلت والرصف

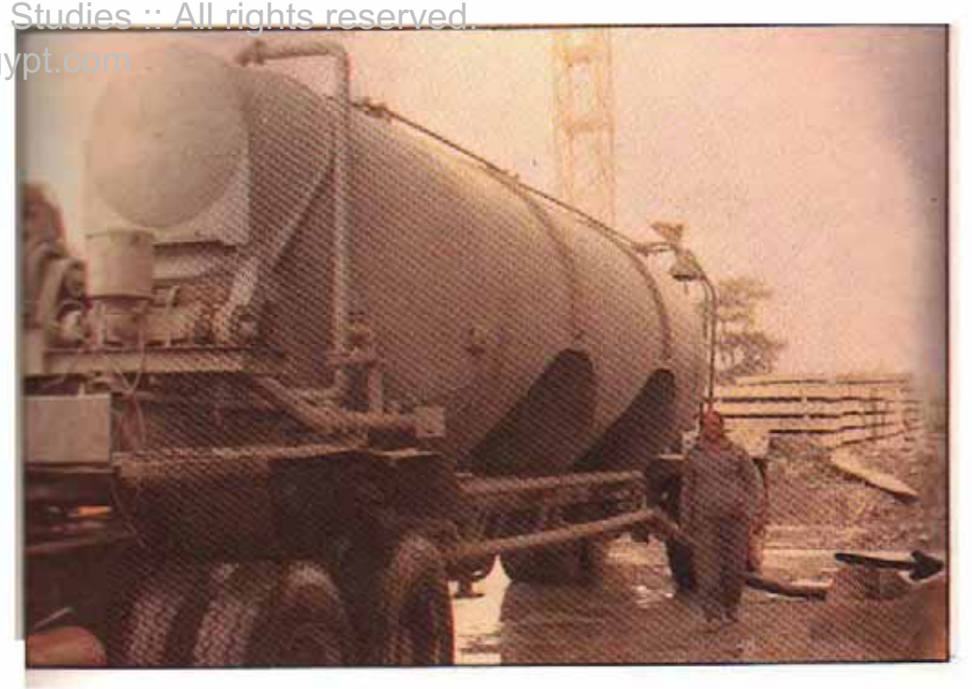


شكل (١٧٣) تشوين شبكات حديد التسليح على بلاطات خرسانية مسطحة منعاً للصدأ ويلاحظ ترقيم الشبكات

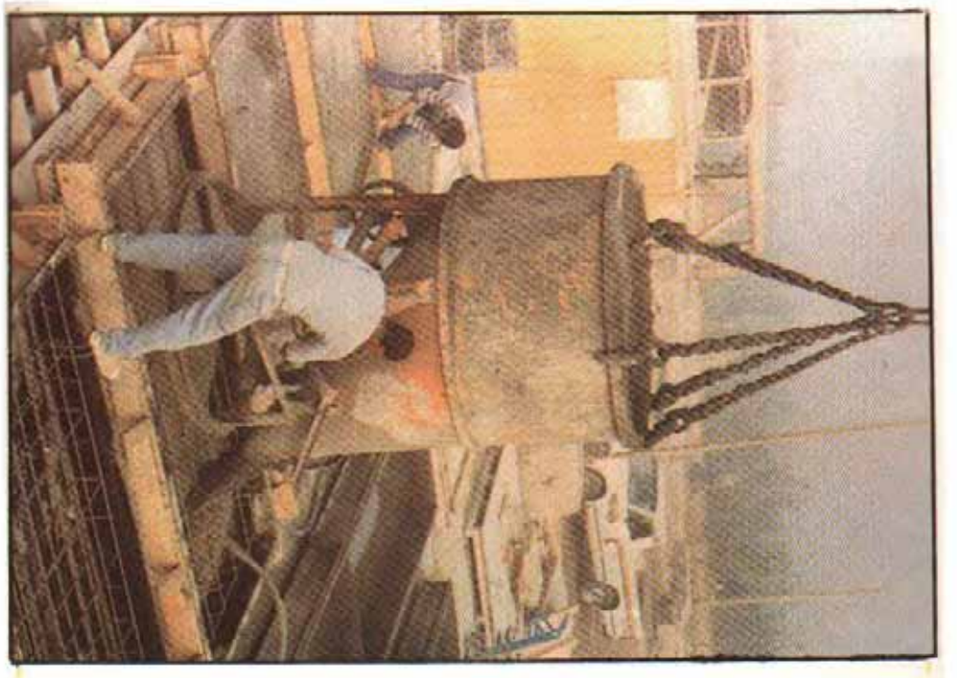


شكل (١٧٤) تشوين الركام ومعالجة الأرض بالرش لمنع إثارة الغبار

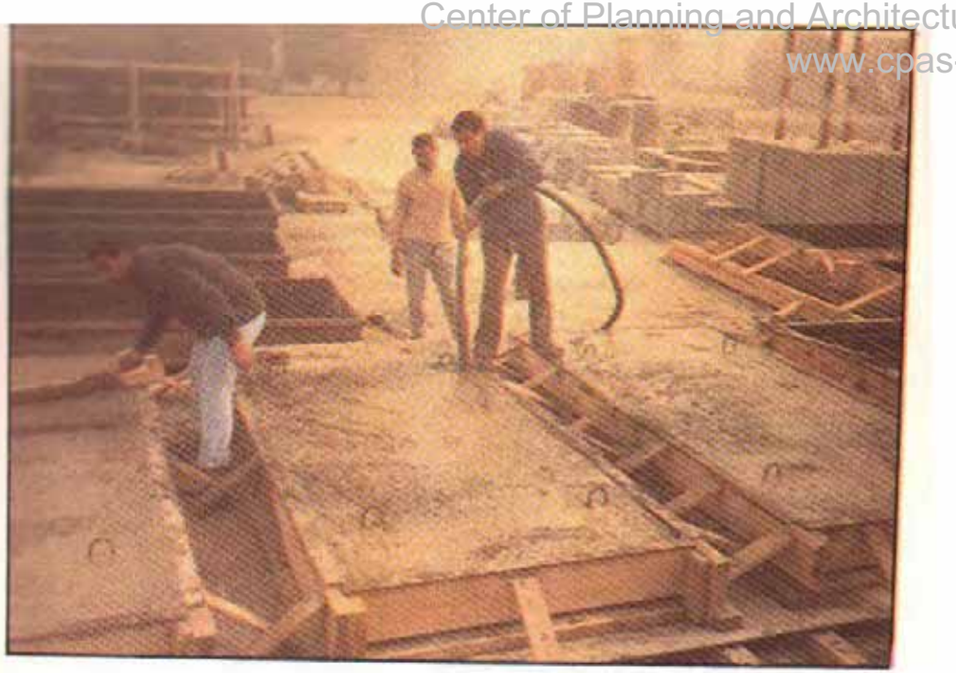
:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



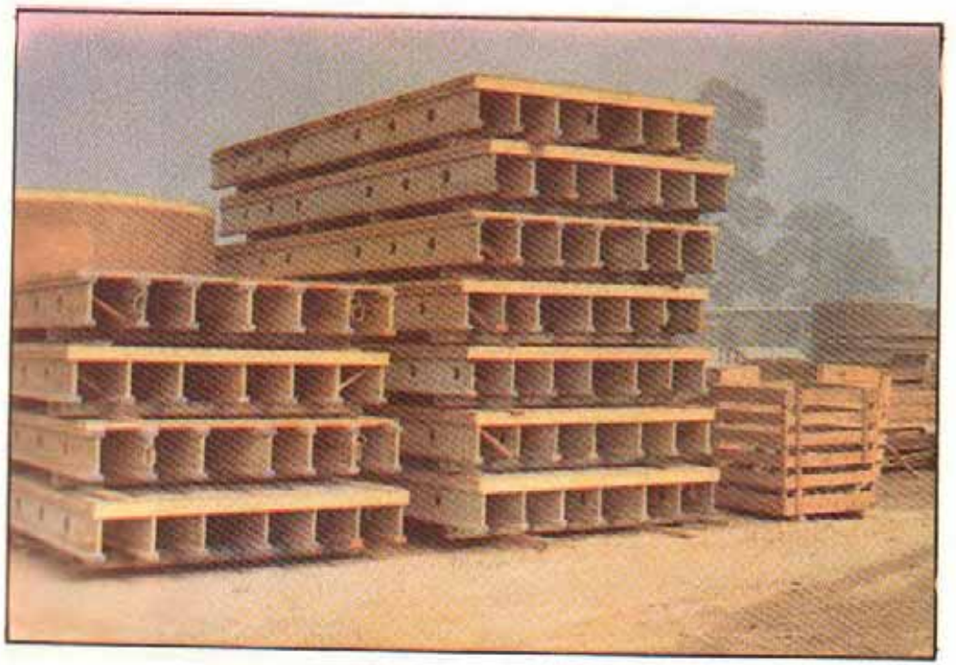
شكل (١٧٥) ضخ الأسمنت السائب من الشاحنة



شكل (١٧٦) صب البلاطات المسطحة من القادوس مباشرة



شكل (١٧٧) دمك الخرسانة بالهزاز



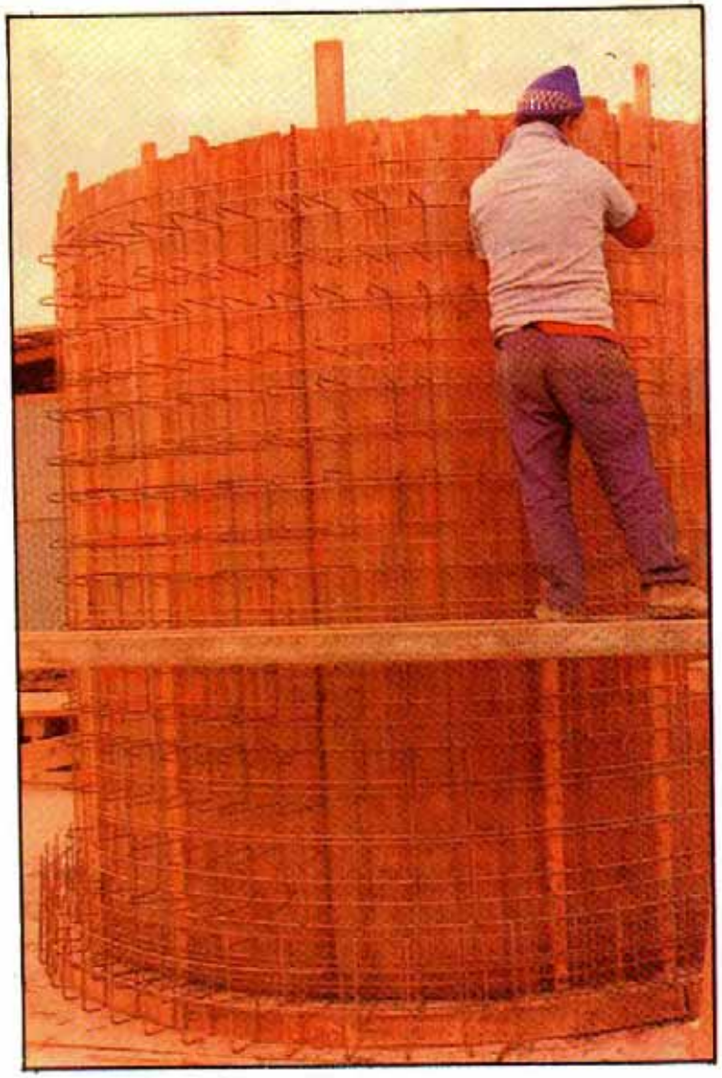
شكل (١٧٨) تشوين الشدات الخشبية المسطحة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

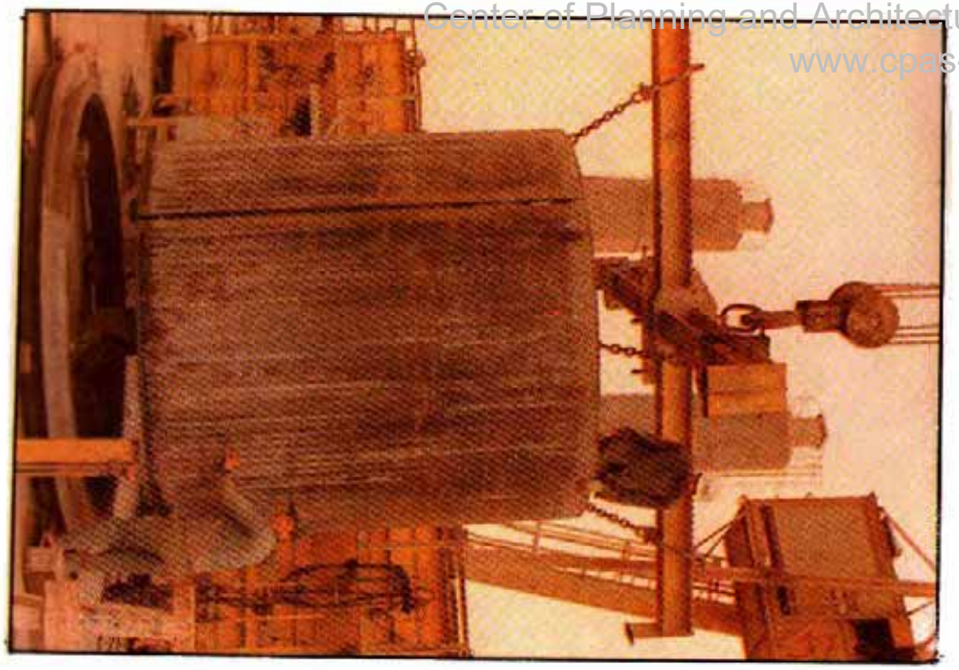
جـ- *الشدات والفرم :*

البلاطات المسطحة استخدمت فيها شدات خشبية وفرم مسطحها الداخلى من الفورمايكا للحصول على إنهاء ناعم Fair face وقد تم تجهيزها داخل ورش النجارة الخاصة بالموقع.

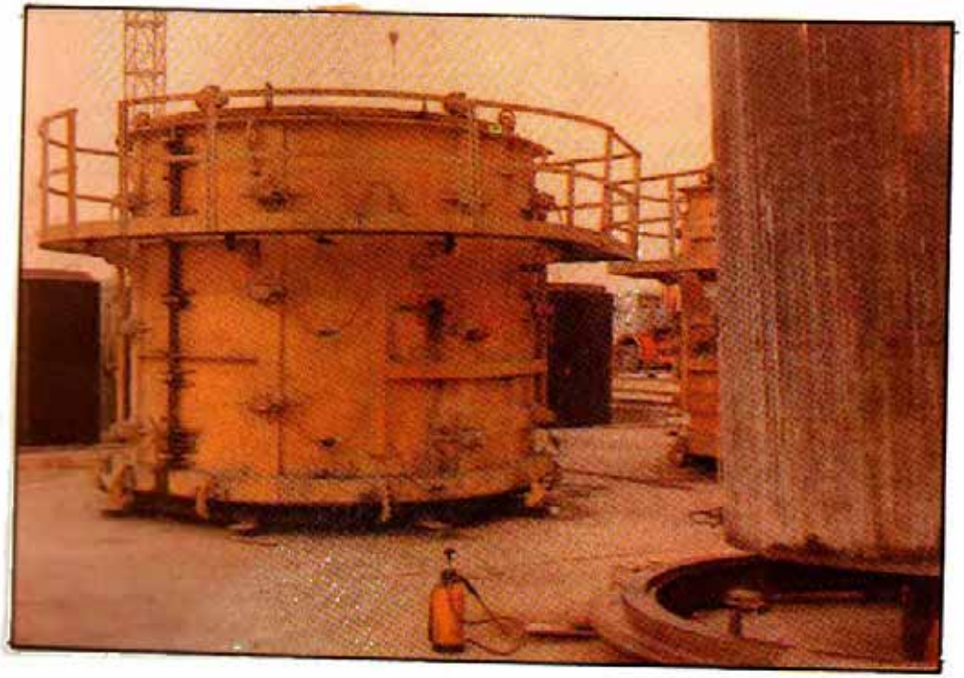
أما المواسير فقد استخدمت لصبها فورمة خاصة حديدية مكونة من جزأين يمكن فصلهما، جزء داخلى وآخر خارجى، والهيكل الخارجى يثبت به الهزازات ويحتوى على



شكل (١٧٩) إعداد تسليح المواسير

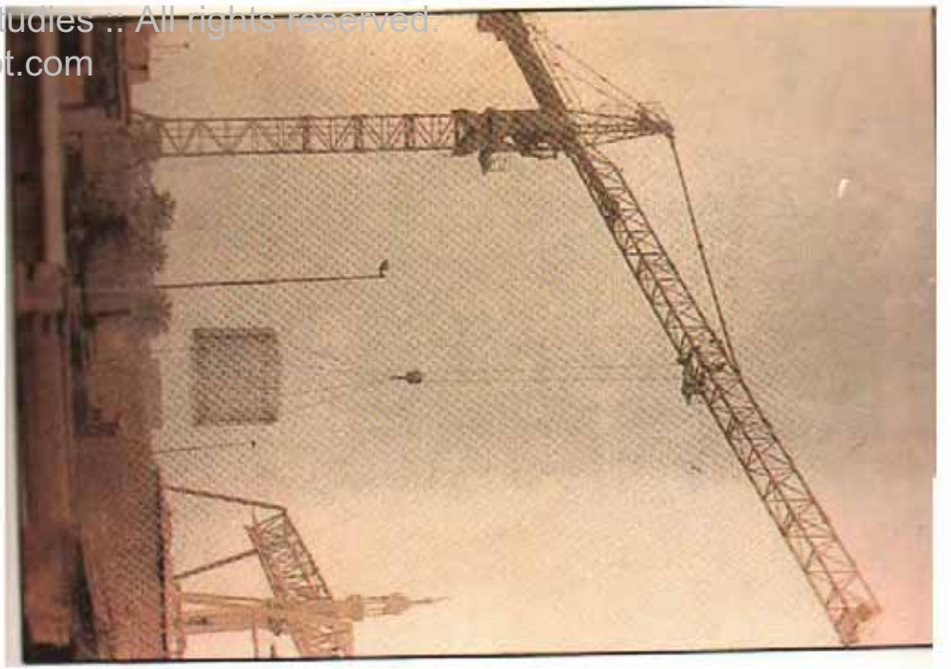


شكل (١٨٠) الجزء الداخلى من فورمة المواسير

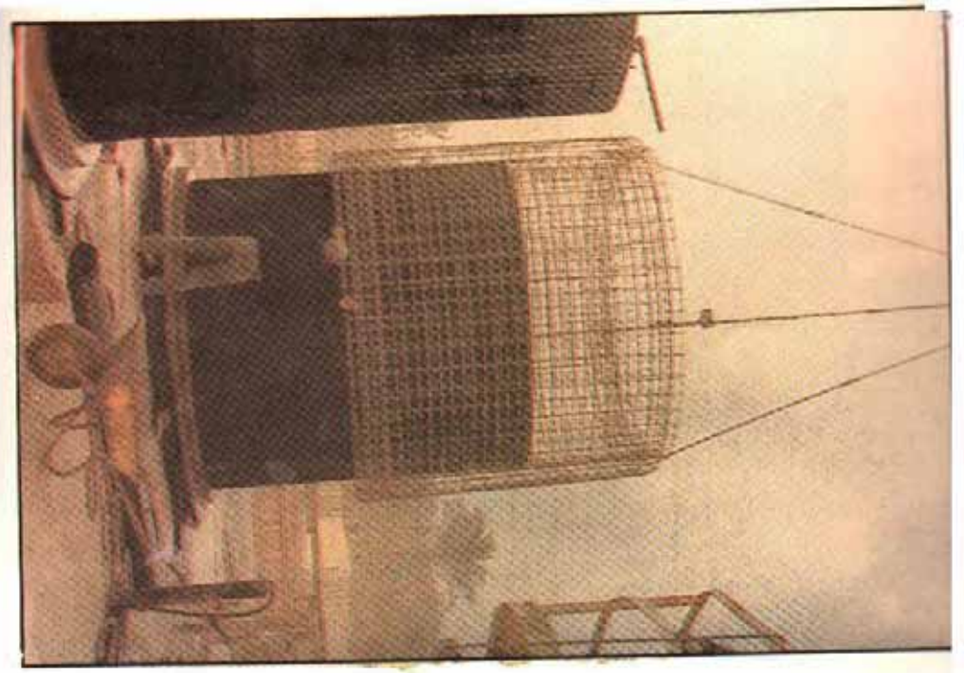


شكل (١٨١) الشكل الخارجى للفورمة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies .: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



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



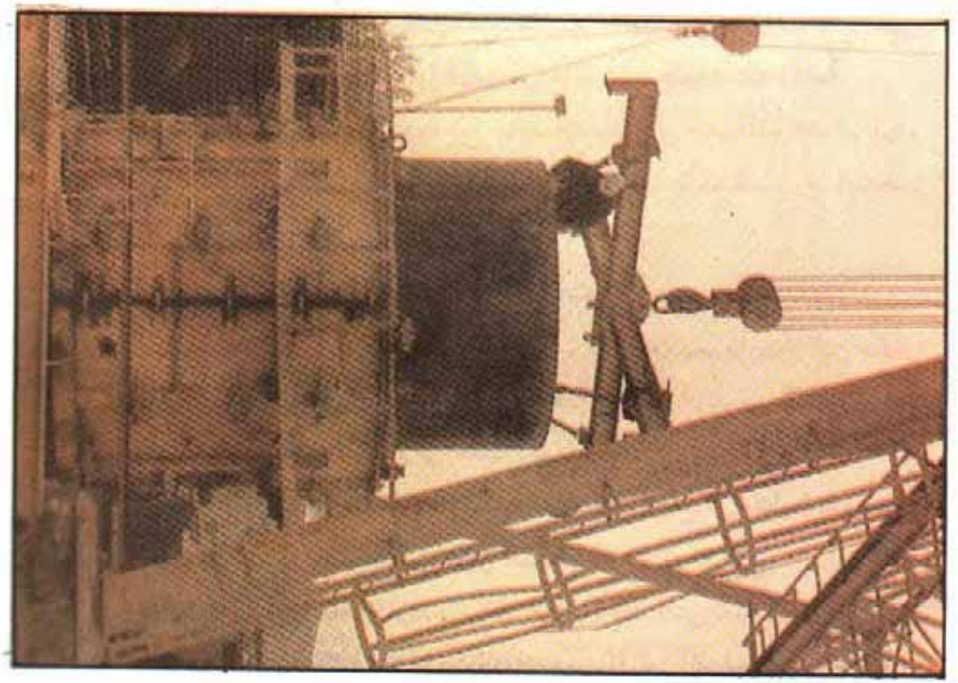
شكل (١٨٣) وضع شبكة التسليح بوساطة الونش البرجى

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 التى تتناسب سعتها مع حجم العمل المطلوب. وبعد وضع أجزاء المواسير فى مكانها النهائى 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 التى تمنع انهيار التربة.



شكل (١٨٤) رفع الفورمة الحديدية الداخلية بعد ٤ ساعات من الصب صيفاً و٦ساعات شتاءً

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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 فى الأرض المقابلة لأرض المعارض بمدينة نصر . ويتم تنفيذ المشروع على ثلاث مراحل.

وقد كان تتابع العمل فى المشروع كالتالى :

١- عمليات الحفر والتسوية :

بعد تحديد الموقع بحدايد طبقاً للرسوم التنفيذية تم عمل ميزانية شبكية للموقع ككل، ثم حددت المحاور بالخيوط وضبط مكان القواعد والأعمدة. وقد تم الحفر فى هذا المشروع بطريقتين، باللودر فى حالة الأساسات اللبشة التى يحتاج الأمر فيها إلى حفر مسطحات كبيرة، ويدوياً للقواعد المنفصلة. وقد روعى سند جوانب الحفر بستائر خشبية كما تم دمك الأرض تحت القواعد وتسويتها بالهراس. وقد وضع ناتج الحفر بالقرب من الموقع لإعادة استخدامه فى الردم وفى 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 فى هذه العملية عدد ٤ لوادر و٤ بلدوزرات.

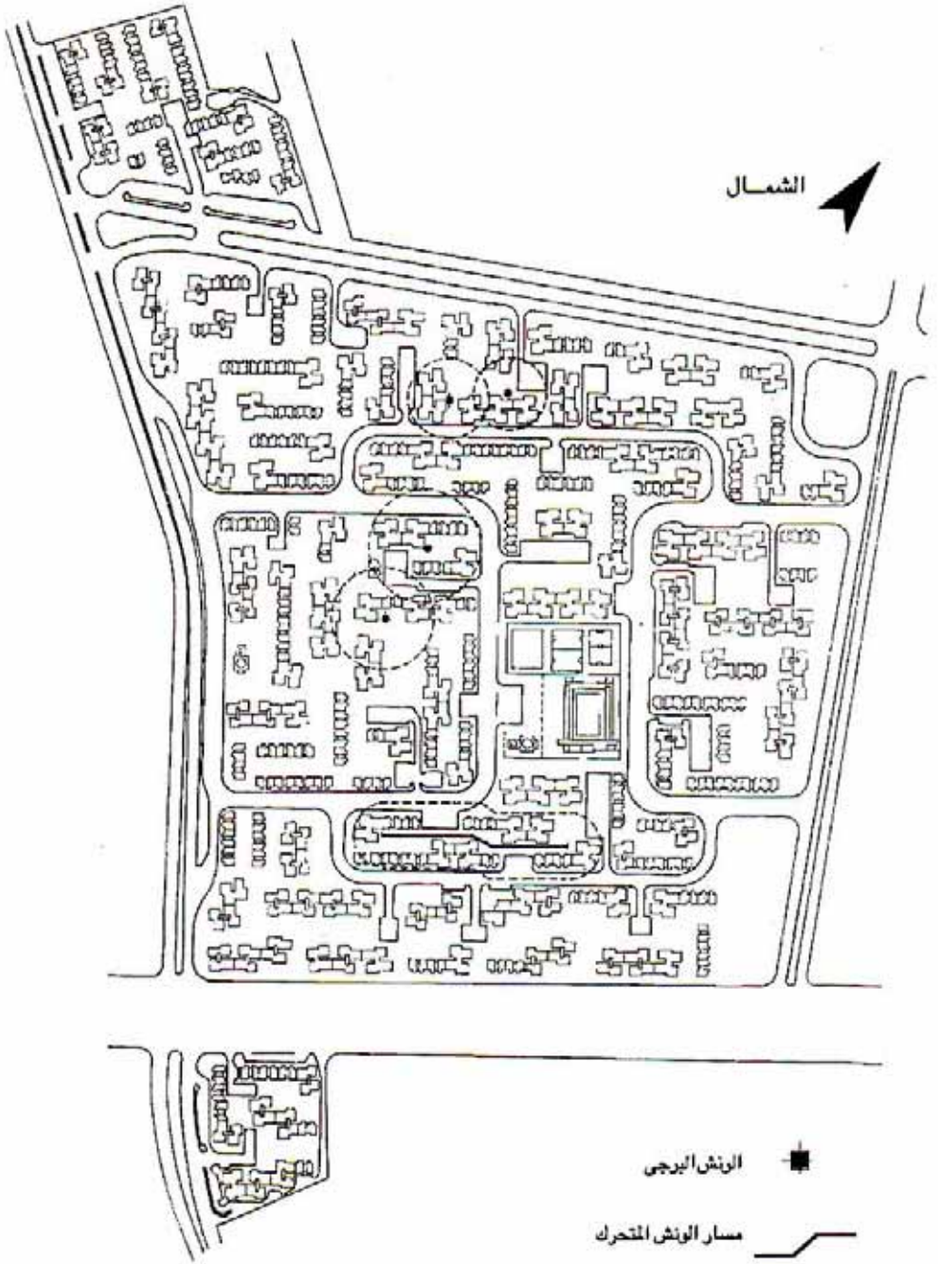
٢- عمليات نقل وتشوين المعدات :

نقلت أسياخ الحديد إلى الموقع فوق مقطورة مسطحة بجرها جرار إلى مكان التشوين الرئيسى فى الموقع الذى أخذ مكاناً متاخماً للمدخل الرئيسى للمشروع. أما داخل الموقع فقد استخدمت الأوناش فى عملية رفعها ونقلها.

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

وقد نقلت الخرسانة داخل الموقع بوساطة عربات الخلط التى نقلتها سواء جافة أو رطبة إلى مواقع التشغيل، كما استخدمت الدنابر على المقياس الصغير .

وقد استخدم فى عمليات النقل مجموعة كبيرة من اللوارى مختلفة التصميم، ومن الجرارات والمقطورات وكذلك الدنابر.



شكل (١٨٥) الموقع العام للمشروع

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

٣- أعمال الرفع بالموقع :

ا- 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 والتى غالباً ما تكون صلبة.

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

جـ- أما *الونش التلسكوبى* الثابت فهو يرفع الأحمال الثقيلة مثل الشدات المعدنية والفرم الطبالى ويستخدم فى حالة وجود المبانى 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 والانبعاج.

د- وقد استخدم *الونش المتحرك على قضبان* فى حالة المبانى 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 ولاتزان الونش وعدم انقلابه يثبت 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 لكبر 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 :

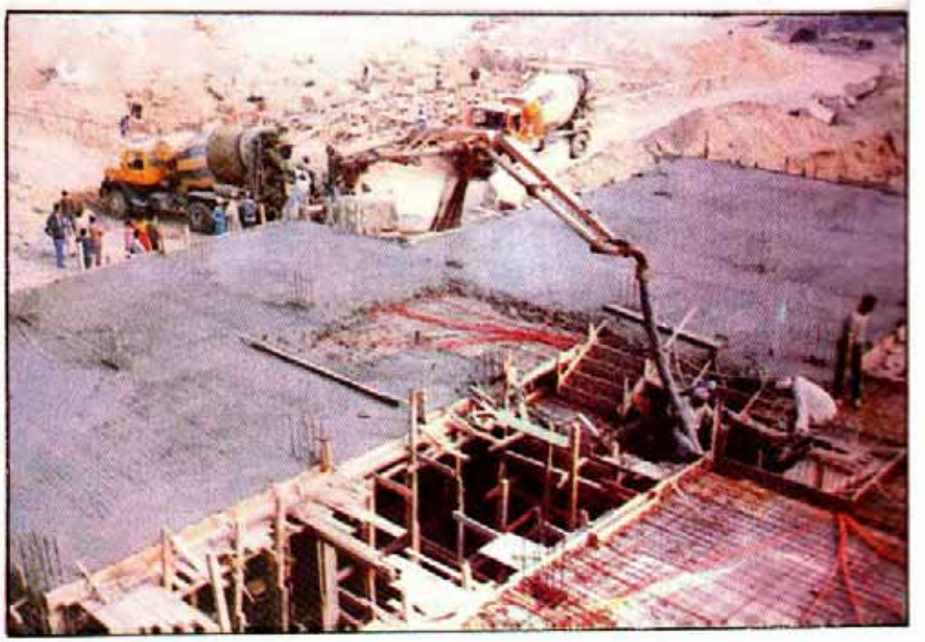
يتم التحكم مركزياً من كابينة أعلى الحلة. ويشون الركام تفصله تبعاً للتدرج

شكل (١٨٥) منظر عام للمشروع

شكل (١٨٦) تثبيت قاعدة الونش البرجى الثابت

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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



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

الحبيبى 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/م٣) 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 Pumperete وتعمل بمعدل ٢٥م٣/ساعة. وأسلوب استعمالها كالآتى :

تضخ الخرسانة من العربة بالتدريج 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 الهيدروليكى. 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 صبها. وتأتى تلك الشدات ذات الأبعاد الموحدة على أجزاء من الشركة المصنعة،

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

ويتم تركيبها فى 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 الابتدائى لخرسانة الأعمدة. بعد ذلك يرفع الونش الفرم الطبلية إلى مكانها لصب البلاطات، وهى تستخدم فى البحور المتماثلة، أما المسافات المتباينة فتركب لها فورمة عادية.

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

٥- أعمال البناء والتشبيطات :

نظراً لضخامة المشروع فقد تم تصنيع بعض العناصر ذاتياً فى الموقع حيث يوفر ذلك مبالغ طائلة. وأهم العناصر المصنعة هى البلاط الأسمنتى والطوب الأسمنتى.

فبالنسبة للبلاط الأسمنتى، كان يتم انتاج حوالى ٣م٢ بلاط فى الساعة. وتتلخص طريقة تصنيعه فى الآتى :

يتم وضع مكونات البلاط فى صندوق حديدى ذى أبعاد قياسية ٢٠×٢٠ سم على طبقات: عجينة كسر حجارة ثم رمل ومونة أسمنتية ثم تكبس الطبقات الثلاث بالماكينة.

أما الطوب الأسمنتى فبعد تصنيعه يرص 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 فى عملها خلاطات صغيرة ذات حلة متحركة على محور أفقى وريشات داخلية ثابتة، ويطلق عليها خلاطات نحلة، وتبلغ طاقتها ٥ . م٣/دفعة. ويتكون من الحلة السابق ذكرها وخزان مياه مثبت أعلاها يستقبل الماء من ماسورة رأسية، وأخيراً من قادوس مقسم بحاجز رأسى لوضع الرمل والزلط. ويوضع هذا النوع من الخلاطات على طبلية خشبية أفقية.

ولإتمام العمليات السابق ذكرها تم استخدام ماكينة صنع بلاط وماكينة صنع طوب أسمنتى و٥ خلاطات نحلة للمون والخرسانات المخصوصة، كما زود الموقع بورشة نجارة لتصنيع الشدات وورشة لصيانة المعدات وأربعة مولدات كهرباء، كما أخذ فرع من ماسورة المياه العمومية للتغذية .

شكل (١٨٩) الفرم الطبلية عند استخدامها.

شكل (١٩٠)السقالات المعدنية المستخدمة

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

شكل (١٩١)تشوين الأخشاب مغطاة

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

مثال ٥ مشروع ١٠٠٠٠ وحدة سكنية بكورنيش النيل بالمعادى- القاهرة شكل (١٩٤ إلى ١٩٧)

الاستشارى : ا.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.
- ڤيللات

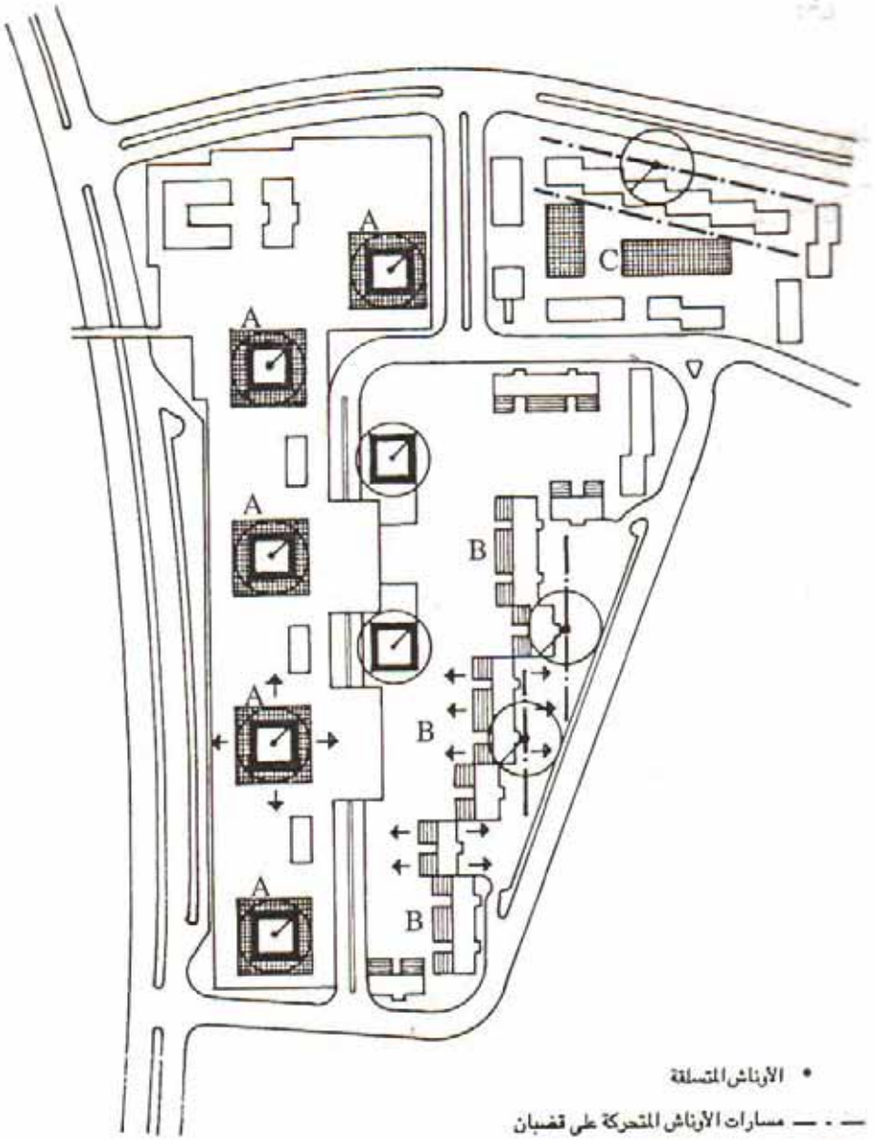
أما الخدمات فتشمل فندقاً ومكاتب وبنكاً وكافيتريات ومطاعم ومركزاً تجارياً ومناطق مفتوحة، وخدمات عامة، ومسجداً وجراجات وسينما.

وقد تم توجيه المبانى 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 تمكن 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 المبانى. 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 الطبلية فى صب الأسقف. أما فى النماذج الأخرى فقد استخدمت الشدات النفقية المنزلقة واستخدمت أوناش برجية متحركة على قضبان فى عمليات الرفع والنقل. ومع الارتفاعات الضخمة للمبانى روعى قرب الأوناش من المبانى لإمكانية دعمها وربطها بالمبنى بشدادات بعد تجاوزها الارتفاع المسموح به حسب مواصفاتها بالنسبة للارتكاز وطول الذراع والحمولة.

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com



• الأوناش المتسلقة

— · — مسارات الأوناش المتحركة على قضبان

→ الأسهم توضح امكانيات الحركة والمناورة للشدات المعدنية المستخدمة فى الانشاء واتجاه انزلاقها طبقاً للقراغ المتاح

شكل (١٩٣) مشروع ١٠,٠٠٠ وحدة سكنية بكورنيش النيل بالمعادى – الموقع العام للمشروع

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 الفرم بحيث يمكن التعامل مع مخارجها مباشرة والتى 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

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

شكل (١٩٦) تثبيت الونش بالمشدات إلى المبنى من الخارج

شكل (١٩٧)التثبيت الداخلى فى الأعمدة

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 - Technicisn 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, McGrow-Hill book Company

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

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 retriculated flat slab using recoverable moulds, Madrid, Barcelona, Valencia.

3- Technical Data, Hydraulic Excavator and Loader, O & K Orenstein & Kopper Aktiengesellachaft, 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 المؤلفة.

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

مطابع
ت : ٩٣٢٧٠٦

:: مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية - جميع الحقوق محفوظة ::
Center of Planning and Architecture Studies :: All rights reserved.
www.cpas-egypt.com

هذا الكتاب

جاء هذا الكتاب فى 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 والدائرية، والأوناش المتحركة والثابتة والبرجية. كما يقدم فى مجال أعمال الخرسانات العادية والمسلحة كل ما يخص والشدات والسقالات، وكذلك معدات وأجهزة التسليح وخلط الخرسانة ونقلها ودمكها وهزها .

أما الباب الثانى فقد اختص بوسائل ميكنة تشييد المبنى ذاته ، وتشمل العناصر السابقة الصنع أو الصب ، وميكنة التشييد بالموقع ، والشدات المنزلقة ، وبلاطات التثبيت ، والشدات الكاملة أو الجزئية النفقية 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 ومداخله ، 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 قارئيها المهندس المخطط والمعمارى 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 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 إمكانيات استخدام المعدات والأجهزة فى كل مجالات التشييد.