

# الباب السادس

## صناعة الخرسانة

( Manufacture of Concrete )

مقدمة :

أولاً : مرحلة ما قبل الصب (الاعداد )

- أ - اختيار مكونات الخرسانة
- ب - تخزين المواد
- ج - إعداد القرم والشدات
- د - تحضير الكميات والمبروات

ثانياً مرحلة الصب ( الخرسانة الطازجة )

- أ - الخلط
- ب - النقل
- ج - الصب
- د - الدمك
- هـ - الانتهاء والتشطيب

ثالثاً : مرحلة ما بعد الصب ( تصدق الخرسانة )

- أ - المعالجة
- ب - إزالة القرم والشدات
- ج - الترميم

رابعاً : معالجة اسطح الخرسانة

- أ - تزيين سطح الخرسانة
- ب - معاملة سطح الخرسانة طبيعياً
- ج - الوسائل المتبعة لتحسين سطح الخرسانة
- د - منتجات الخرسانة والوسائل المتبعة لتحسينها .

## مقدمة :

تتم صناعة الخرسانة لتشييد أى منشأ خرساني على عدة مراحل تبدأ باختيار مكونات الخرسانة ، ثم تصميم الخلطات الخرسانية وبعد ذلك تشوين المواد وإعداد القرم والشدات وتحضير الكميات أو العبوات وهذه الخطوات الخمس تكون المرحلة الأولى من مراحل صناعة الخرسانة وهي مرحلة الإعداد والتحضير أو مرحلة ما قبل الصب ، أى إعداد مواد الخرسانة منفصلة عن بعضها البعض ومجهزة لبدء العمل مباشرة. وتأتي بعد ذلك المرحلة الثانية وهي مرحلة الخرسانة الطازجة ويطلق عليها مرحلة «الصب» وتقسم إلى خمس خطوات أيضاً تبدأ بمخلط مكونات الخرسانة خلطاً تاماً جيداً يليها النقل وفيها تنقل الخرسانة المخلوطة إلى مكان الصب أو موقع العمل ثم عملية الصب نفسها وفيها توضع الخرسانة بالطرق الصحيحة في أماكنها المخصصة لها أى القرم والشدات ، وبعد صبها مباشرة تأتي عملية الدمك حتى تملأ الخرسانة جميع الفراغات وتماسك مع بعضها البعض وأخيراً الانتهاء أو التشطيب . وتبقى بعد ذلك المرحلة الثالثة والأخيرة من مراحل صناعة الخرسانة وهي مرحلة «تصلد الخرسانة» (Hardening) وتشمل معالجة الخرسانة لفترة محدده تزال بعدها القرم والشدات ثم تجرى بعض الترميمات أو التسويات البسيطة .

ويمكن تلخيص خطوات صناعة الخرسانة فيما يلي :

## صناعة الخرسانة



اولا : مرحلة ما قبل الصب ( الاعداد )

(١) اختيار مكونات الخرسانة :

تختار المواد المناسبة المكونة للخرسانة من رمل وزلط وأسمنت وماء وإضافات بشرط أن توفى من وجهة نوعها وخواصها بالاشتراطات التي تستلزمها طبيعة المنشأ الخرساني وهي التي سبق بيانها تفصيلا في الباب الأول إلى الباب الخامس . أما من وجهة تحديد كمية كل مادة من مكونات الخرسانة فيكون طبقاً لتبعية تصميم الخلطة الخرسانية المطلوبة وهو ما سيبين تفصيلا في الجزء الثاني .

(ب) تخزين المواد :

١ - الركام :

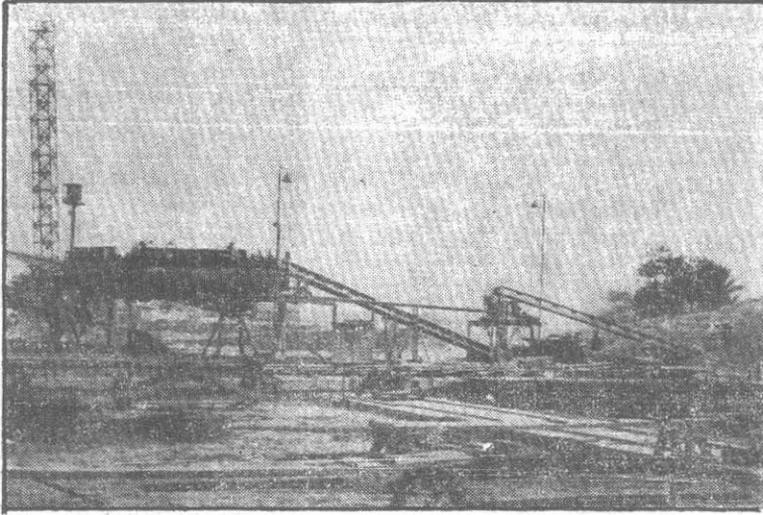
يجب أولاً تخزين الركام الصغير والكبير كل على حدة وبكيفية تجنب تلوثه وفي الأعمال التي تحتاج إلى خرسانة خاصة يجب عمل أرضية صلبة لتخزين الركام وتشوينه حسب مقاساته المختلفة طبقاً لتدرجه الحبيبي المطلوب .

وبالنسبة للأعمال العادية يجب أن يتم تشوين اللواد في مكان مناسب على شكل كومات لا يزيد ارتفاعها عن مترين وتعمل على طبقات لا يزيد ارتفاع كل طبقة عن نصف متر ويسوى السطح أفقياً قبل وضع كل طبقة ولا يسمح بأن تكون الكومات ذات شكل مخروطي لأن ذلك يسبب انفصال المقاسات عن بعضها البعض فتدحرج المقاسات الكبيرة إلى الأطراف وتتركز اللواد الناعمة في الجزء الأوسط كما يراعى هذا أيضاً عند نقل المواد إلى مكان خلطها . ويبين الشكل رقم ( ١ - ٤٥ ) ، ( ١ - ٤٦ ) كيفية تخزين الركام في كومات أو في الصوامع بطريقة صحيحة .

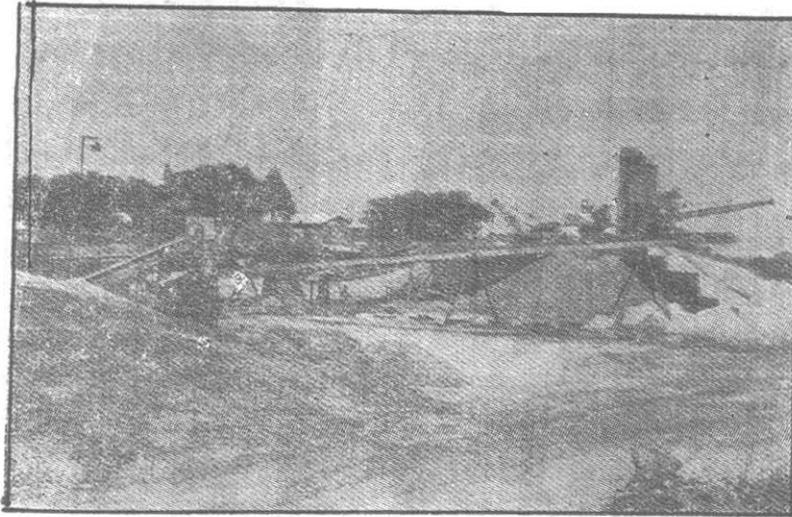
كما يجب وضع المقاسات المختلفة في تشوينات منفصلة بعيدة عن بعضها البعض بمسافات كافية أو نضع حواجز بينها بحيث لا تختلط هذه اللواد ويراعى في مكان التشوين أن يكون خالياً من الانقاس والأعشاب والمواد الضارة كما يفضل التشوين على قاعه خرسانية أو خشبية .

ولمنع الغبار من أن يغطي المواد الصلبة قد يحتاج الأمر حفظ سطح الأرض المجاورة رطبا أو تغطية التشوينات أو عمل سقيفة فوقها إذا تيسر ذلك لحفظها من الغبار والرياح والأمطار .

وقد تتطلب الجودة العالية المطلوبة للخرسانة أو إزالة المواد الطينية والشوائب من الركام ضرورة غسله عند تشوينه ويستخدم لذلك أحياناً مكينات خاصة كما هو مبين بالشكل رقم (٦ - ١١، ب).



شكل رقم (٦ - ١١) مكينة غسل الركام



شكل رقم (٦ - ١١ «ب») تشوين الركام بعد غسله

## ٢ - الأسمنت :

يحتفظ الأسمنت البورتلاندى بخواصه بصفة قاطعة إذا حفظ بعيداً عن الرطوبة وقد تبين ذلك من الاختبارات التى أجريت على اسمنت حفظ لسنين عديدة فى صفايح مغلقة باحكام . وقد أجريت اختبارات مشابهة على الأسمنت المحفوظ بمطاحن الأسمنت بداخل صوامع محكمة لا تسمح للهواء بالدخول وذلك لسنين عديدة ولم يحدث أن أصيب الأسمنت فى أى من الحالاتين بأى ضرر .

ومن الناحية الأخرى فإن الأسمنت المعرض للهواء يمتص الرطوبة ببطء مما يسبب تلفه وتعتمد درجة الضرر المتوقع على كمية الرطوبة التى يمكن أن تصل للأسمنت .

وعند استعمال الأسمنت يجب أن يكون ناعماً وخالياً من حبيبات الأسمنت المتصلدة وفى بعض الأحيان تكون الشكائر أو الأكياس المحفوظة بأسفل الرصة الكبيرة لفترة ملحوظة متصلة ويمكن التغلب على هذه الصعوبة بدرجة كبيرة برص الأسمنت بمخازن خسيحة بحيث لا يرتفع عليها أكثر من عشر شكائر .

وإن وجود بعض الأسمنت المتصلد والتى لا يمكن سحقها باليد يدل على امتصاص الأسمنت للرطوبة ومثل هذا الأسمنت يمكن استخدامه فى الأعمال قليلة الأهمية بعد فصل الأسمنت المتصلد وبالنسبة للأعمال الأخرى فإنه يجب اختبار الأسمنت لتأكد من مقاومته وخواصه الأخرى المطلوبة .

## مخزن الأسمنت :

عند بناء مخزن دائم للأسمنت يجب ملاحظة أن يكون مقسماً ليواجه طلبات التخزين وتعتمد كفاية المخزن على مساحة الأرض والارتفاع وعند تقرير حجم المخزن المطلوب لتخزين عدد معين من الشكائر الأسمنتية يفرض أن كل شيكارة تشغل ٠.٢٥م<sup>٢</sup> وحوالى ١٨,٢م<sup>٢</sup> من مساحة الأرض وعادة يكون الحد الأقصى لارتفاع الرصة يتراوح بين ١٠,١٢ شكارة .

ولما كان رص الشكائر على الحوائط ليس ملائماً فيجب أن تترك مسافة نصف متر من جميع الجهات بين الجدران وصفوف الأسمنت . كما يجب أن تكون المسافة بين كل رصتين لا تقل عن نصف متر وقد تساعد هذه المقاييس التقريبية فى تقدير حجم المخزن المراد بناؤه .

وقد نصت أسس التصميم واشتراطات التنفيذ لأعمال الخرسانة على ما يلي :

• يجب أن يخزن الاسمنت بطريقة تحميه حماية فعالة من المطر وضرطوبة الهواء ويجب ألا يستخدم في أعمال الخرسانة المسلحة أى أسمنت بدأت تتكون فيه حبيبات متصلبة أو كتل أو ظهرت به شوائب ومواد غريبة أو مضى على تخزينه أكثر من ستة شهور إلا أنه يجوز استعمال هذا الاسمنت بعد استبعاد الكتل والشوائب وبشرط أن يجتاز الاختبارات المنصوص عليها في المواصفات القياسية للأسمنت م . ق / ٣٧٣ - ١٩٦٣ كذلك يمكن استخدامه بعد إزالة الكتل بالنخل في الأعمال الثانوية .

#### ٤ - الماء :

يراعى عند الحصول على الماء للخرسانة من المنارجى المائية ضرورة تنظية فتحة الخرطوم المستعمل في سحب الماء اللازم للخرسانة من المجرى المائى بشبكة من السلك مع مراعاة وضع فتحة الخرطوم في مكان نظيف بحيث لا يدخله إلا للماء النظيف الصافى وإذا احتاج الأمر إلى نقل أو تخزين الماء اللازم للخرسانة فيجب أن يوضع في أوعية نظيفة مغطاة ،

وبالنسبة للنشآت الصخرارية فيجب تخزين الماء في خزانات مغطاة وغير قابلة للصدأ ويستحسن أن يكون لها أنبوبة جانبية لتمطى منسوب الماء داخل الخزان .

#### (ج) اعداد القرم والشدات

القرم عبارة عن ألواح من الخشب وقد تصنع من ألواح الصلب وفي بعض الحالات الخاصة من البلاستيك وتوضع بجوار بعضها لتمطى الشكل المطلوب .

وبصفة عامة تتركب شدات وقرم الخرسانة المسلحة بالطريقة التي تضمن بقاءها ثابتة تماماً طوال فترة صب الخرسانة المسلحة وأثناء تصلدها كما يجب أن تكون أوجه القرم محكمة بحيث تمنع تسرب الاسمنت البائى أو المونة إلى الخارج .

ولذلك يلاحظ ما يلي في القرم والشدات :

١ - تنفذ الشدات والقرم بحيث تكون قوية ومتينة بدرجة كافية لتحمل ضغط الخرسانة الطازجة ووزنها والاحمال الحية أثناء صب الخرسانة دون التواء أو زحزحة ويجب أن يؤخذ في الاعتبار الطريقة المستعملة في وضع الخرسانة ودمكها وتأثير الضغوط والاهتزازات الواقعة على القرم والشدات .

٢ - يجب أن تركز القوائم على قواعد تتناسب مع الحمل الواقع عليها كما يجب أن تستمر القوائم خلال الأدوار السفلية للدور الجارى العمل به حتى يرتكز على أرضية تحصل الاقنال الواقعة عليها بأمان كما يجب أن تكون مزودة بسفالات ويكون ميلها مناسباً وذات عرض كلف .

٣ - في حالة استعمال شعات أو قزم من طابع خاص يجب أن تتخذ بدقة حسب الرسومات والتصميمات التي تصل لهذا الغرض حتى لا تتغير الظروف التي قام عليها الحساب الانشائي للفناء .

٤ - يشترط في مناسب الشعات أن تتلقى مناسب الرسوم التصميمية بدقة .

٥ - يشترط في الاخشاب المستعملة في القرم أن تغطي سطحاً مناسباً للخرسانة وألا تكون طاردة لملء الحائط وذلك بعدم ترك فوارق أو فواصل بينها ليتسرب الماء خلالها .

٦ - يجب ألا يزيد الفاصل بين الاواح عن ٠,٤ الى ٠,٥ من البوصة (حوالى مليمتر واحد) وذلك عند استعمال الواح خشبية بعرض من ٥ - ٦ بوصة (١٢ - ١٥ سم) .

٧ - يصير وش الخشب وتطليه مع جبهه وطبا وتقل كل القواصل ثم يوال الماء وتدمن الاواح الخشبية وتصب الخرسانة بأسرع ما يمكن . كذلك يشترط ألا يجف الخشب قبل الاستعمال وهذا يجعل سطح الخرسانة مستوياً طالما كان سطح القعدة أملس . بدون فواصل .

٨ - أحياناً تكون الواح الخشب المستعملة في القرم ليست من نوع واحد من حيث امتصاصها للماء مما يجعل الخرسانة محتقة اللون نتيجة لجفاف لوح قبل جفاف اللوح المجاور له . لذلك يفضل في الاعمال الهامة دهان الاواح بالورب حتى يسهل الخشب على اختلاف اللون كما يفضل مسح الاواح الخشبية بالقصارة جيداً قبل دهانها .

٩ - يراعى تحديب قزم بطيات الكرات التي يجرها ٨ أمتار أو تزيد بمقدار ١/٢٠٠ الى ١/٥٠٠ من قيمه البحر وفي حالة الكواويل التي يزيد مجرها عن مترين يكون التحديب ١/١٥٠ من البحر . وفي الحالات الخاصة للبحور الكبيرة أو تحت تأثير الاحمال الثقيلة يحسب التحديب .

١٠ - في حالة الرغبة في الحصول على سطح ناعم وأملس للخرسانة يستحسن استخدام فرم بلاستيك وهي تسهل عمل الزخارف المطلوبة أيضاً في المبنى سواء بموقع العمل أو في مصانع الوحدات الجاهزة .

#### (٥) تحضير الكميات العبوات

يفضل عند تحضير الكميات أو العبوات للخلطات الخرسانية للأعمال الإنشائية الهامة أن تكون بالوزن وقد نصت أسس التصميم وشروط التنفيذ لأعمال الخرسانة أنه في حالة الخرسانة العادية تكون نسبة الخلطة بالوزن كما يلي :

الخرسانة التي تحوى ٣٠٠ كجم/م<sup>٣</sup> بالخرسانة المتبينة ١ : ٢ : ٤ .

د د د د ٣٥٠ د د د ١ : ١ ١/٤ : ٣ ١/٢ .

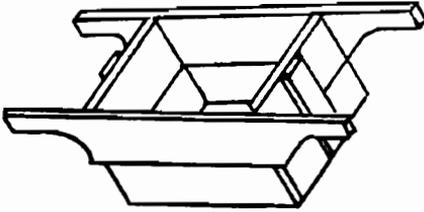
أما في حالة الخرسانة الخاصة فتحدد نسبها بتصميمها بمعرفة المهندس المختص طبقاً للاشتراطات والخواص المطلوبة .

وهناك بعض الأعمال التي مازالت تتبع فيها طريقة القياس بالحجم ويجب في هذه الحالة أن يؤخذ في الاعتبار الحدود المسموح بها للزيادة الحجمية للرمل المبتل وإذا كان الاسمنت معبأ في شكار فيجب أن تكون العبوات مضاعفات للشيكارة الواحدة وتزن الشيكارة الواحدة من الاسمنت ٥٠ كجم ، أما الماء فيقاس بالحجم بالتر أو الجالون بالرغم من أن الوزن قد يستخدم في بعض الأحيان ، وعند تحديد كمية ماء الخلط يجب أن يؤخذ في الاعتبار الماء السطحي بالركام إن كان مبتلا وإذا كان الركام جافاً فيراعى ذلك عند تحديد نسبة الماء إلى الاسمنت حتى لا يأخذ الركام كمية من الماء اللازم لاماهة الاسمنت وذلك أثناء عملية الخلط .

وتتطلب العبوات الصحيحة حساب نسب مضبوطة للمواد ويجب أن توزن النسب في كل عبوة على حدة مع مراعاة الفاقد في كل عملية والذي يجب أن يكون بأقل قدر ممكن . وتكون العبوة الأولى أغنى قليلاً في الاسمنت ومبتلة أكثر من أى عبوة أخرى نظراً لالتصاق عجينة الاسمنت بجدار الخلاط كما أن الخرسانة المصبوبة أولاً في الشدات لا يكون أسفلها خرسانة تستقبلها وتتماسك معها وتراعى هذه الشروط في الخلطة الأولى بتقليل جزء من الركام الكبير فيها .

وقد نصت أسس التصميم وشروط التنفيذ لأعمال الخرسانة على قياس المواد للتحضير الكميات والعبوات اللازمة للخلطات الخرسانية على ما يلي :

١ - لا يسمح بمعايرة الاسمنت بالحجم ويفضل أن تكون عبوة الخرسانة بحيث تحوى عددا صحيحا من شكاير الاسمنت وفي حالة استعمال الاسمنت السائب يجب استخدام طريقة مضبوطة للمعايرة بالوزن .



شكا رقم (٦-٢)  
صندوق قياس للركام بالحجم

٢ - يقاس الركام عادة بالحجم في صناديق قياس شكل (٦-٢) ذات حجم مضبوط حسب المبين بالجدورقم (٦-١) وذلك في حالة الخرسانة من النوع العادي

### جدول رقم (٦ - ١) مكونات الخرسانة من النوع العادي

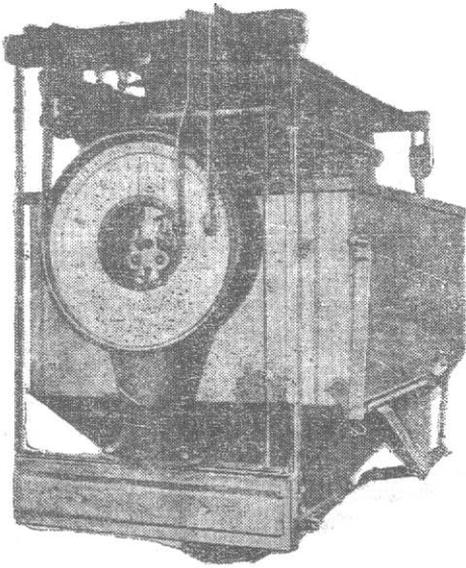
نوع الخلطة	اسمنت	رمل	زلط	نسبة الماء	
				الاسمنت	الماء
عادية ٣٠٠ كجم اسمنت / م <sup>٣</sup> خرسانة متبينة	شكارة واحدة	٣٠,٠٦٦ م <sup>٣</sup> أى صندوق ٢٨,٥ × ٥٠ × ٥٠ سم	١٣,٢ م <sup>٣</sup> أى صندوق ٥٥ × ٥٠ × ٥٠ سم	٠,٥٥	٢٧,٥
عادية ٣٥٠ كجم اسمنت / م <sup>٣</sup> خرسانة متبينة	شكارة واحدة	٣٠,٠٥٨ م <sup>٣</sup> أى صندوق ٢٧ × ٥٠ × ٥٠ سم	١١,٦ م <sup>٣</sup> أى صندوق ٤٧ × ٥٠ × ٥٠ سم	٠,٤٦	٢٣

ويجب ملء الصناديق بدون دمك وأن يكون أعلا وأسفل سطح الركام ( داخل الصندوق ) مستويا مع الأحرف كما يراعى عمل حساب زيادة الحجم في الركام الصغير نتيجة لوجود الرطوبة . ويعطى القياس بالوزن أدق النتائج كما يقضى على الالتباس المنسب من زيادة الحجم في الركام الصغير .

٣ - الماء : يجب أن يضاف الماء للخليط بكميات مقاسة قياساً مضبوطاً حسب القيم المحددة وفي حالة الخرسانة الخاصة يجب أن يؤخذ في الاعتبار كمية الماء المحتمل وجودها في الركام .

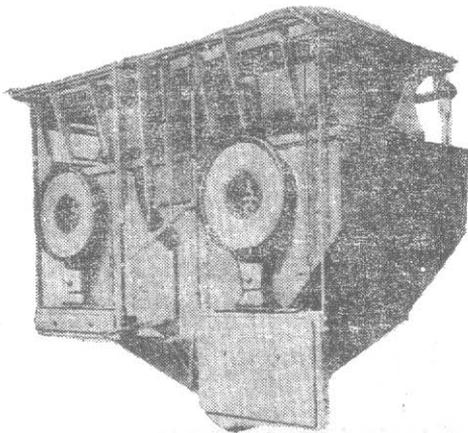
٤ - الإضافات : يجب تحديد الحد الأقصى للكمية المستعملة من كل نوع من الإضافات كنسبة مئوية من وزن الاسمنت .

ويصير تعبئة مواد الخرسانة من الركام والاسمنت بالوزن بإحدى الطريقتين الآتيتين:



شكل رقم (٦ - ٣)  
معيء لتعديد وزن الركام والاسمنت

١ - باستخدام معيء خاص بمجهز  
بمقياس يحدد وزن كمية كل نوع  
من الركام والاسمنت التي تمر خلال  
المعيء من صوامع التخزين إلى سيارة  
النقل أو الخلاط شكل رقم (٦ - ٣) .  
(٦ - ٤) حيث يراعى في هذه  
الطريقة تعبئة كل مادة على حدة ثم  
تجميعها مباشرة أو عن طريق السيور  
قبل انتقالها إلى السيارة أو الخلاط  
على أن يعمل الترتيب المناسب لتغذية  
قواديس المعبيء للحصول على تعبئة  
منتظمة كما يتبين من الشكل رقم  
(٦ - ٥) .

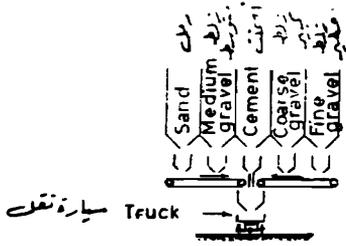


شكل رقم (٦ - ٤)  
معيء مزدوج لتعديد وزن الركام والاسمنت

وهذا المعبيء الخاص يشغل يدويا  
أو أوتوماتيكيا ويستخدم غالبا في  
الاعمال الكبيرة التي يلزمها صوامع  
لتخزين الركام والاسمنت .

٢ - باستخدام ميزان د طبليه ،  
لوزن الركام الموضوع في صناديق  
أو عربات يد صغيرة حيث يفرغ بعد  
ذلك في الخلاط وتستخدم هذه الطريقة  
غالبا عندما يكون الركام مخزن وناعلى هيئة

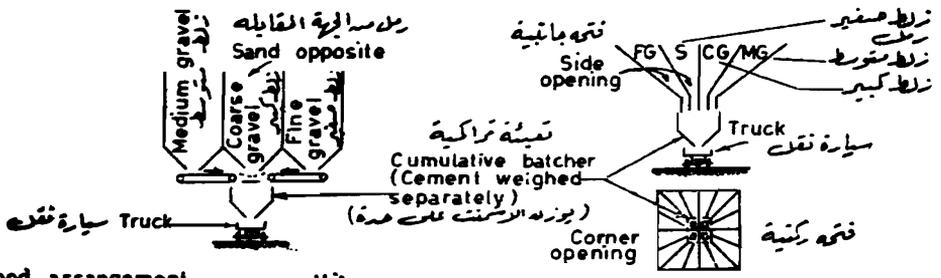
كومات ويكون الاسمنت داخل الشكاير التي يفرغ العدد المطلوب منها داخل الخلاط .  
وتستعمل هذه الطريقة للاعمال الصغيرة وعند الخلط اليدوى أيضا . ويراعى عند  
تعبئة الاسمنت بعربات العبوات ألا يتساقط بحرية أثناء ملئها بل يلزم التحكم في التساقط



For best uniformity **أفضل انتظام**

Ingredients should be automatically weighed individually, then assembled into truck or mixer loading hopper by conveyor belts. Cement should flow uniformly full time aggregate is being delivered.

توزعه تلقائياً المكونات على انفراد، ثم يجمع في سيارة نقل أو تارادوس الخارطة من طرف من السور الناقلات ويجب أنه يستمر انسياب الإسمنت بانتظام طوال وقت وزد الترام



A good arrangement. **نظام جيد**

Cumulative automatic weighing of aggregates and conveyor belts automatically started and stopped by weighing equipment is a good arrangement. Good access for representative sampling is afforded.

For limited uniformity. **نظام محدود**

Long slopes are conducive to separation and therefore impair uniformity. توزع الإسمنت بالطريقة المذكورة يسهل فصله ومن ثم تصنع المنتظام

يتم الوزن التجميعي أو فرادياً، كذلك يتم إيقاف وزد الإسمنت الناقله بمعدات الوزن أو فرادياً وهذا يعتبر تنظيم جيد كما يمكن أخذ عينات ممثلة.

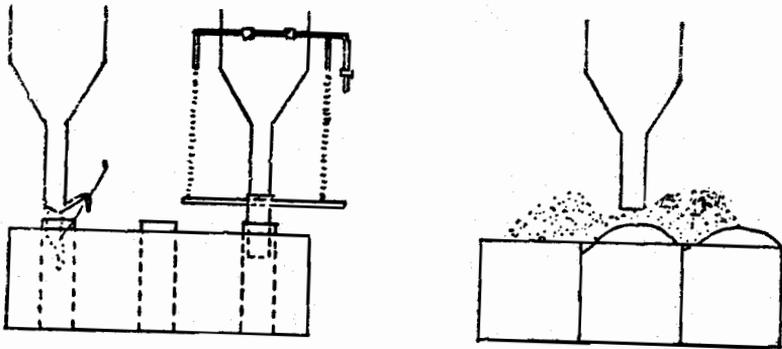
**UNIFORM BATCHING OF CONCRETE REQUIRES ADEQUATE ARRANGEMENT OF SUPPLY BINS AND WEIGHING HOPPERS.**

احتاج انتظام تعبئة الخرسانة لترتيب مناسب لتغذية الصوامع وقواديس الوزن

شكل رقم ( ٦ - ٥ ) التغذية الصحيحة للصوامع وقواديس الوزن

باستخدام ممرات تغذية من الخيش أو استخدام خرطوم معدني لمنع حدوث الاتربة الاسمنتية أو فقد جزء من الاسمنت علاوة على انتظام وضع كمية الاسمنت بالعربة كما هو مبين بالشكل رقم ( ٦ - ٦ ) كما يجب أن يراعى عند تفريغ عربات المهورات

للأسمنت إلا يكون ذلك دفعة واحدة بل تقسم العربية إلى حجرات تفرغ كل واحدة على حدة لمنع الانزربة والفاقد أيضاً كما يتبين من الشكل رقم (٦ - ٧).



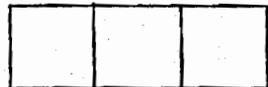
صحيح

يتحكم في ساقط الأسمنت باستخدام  
متر نفذية سد الفيسه أو متر طول  
سدفت

غير صحيح

الأسمنت ينساق بجرية في عربة السبينة  
مما يسبب الانزربة وفقد جزرنته

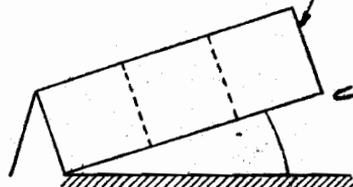
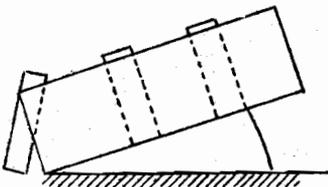
شكل رقم (٦ - ٦) خريغ الأسمنت باستخدام عربات نفذية



سقط أنقص

عربة العبرات

عربة نقل الأسمنت



سقط أسمنت

صحيح

السبينة للأسمنت دفء اجزاره تنقله  
أفضل - العربات القوي بالعربة تدفق  
مع بدنها وتفتي لكل فتحه بواسطة  
بوابت متحركة

غير صحيح

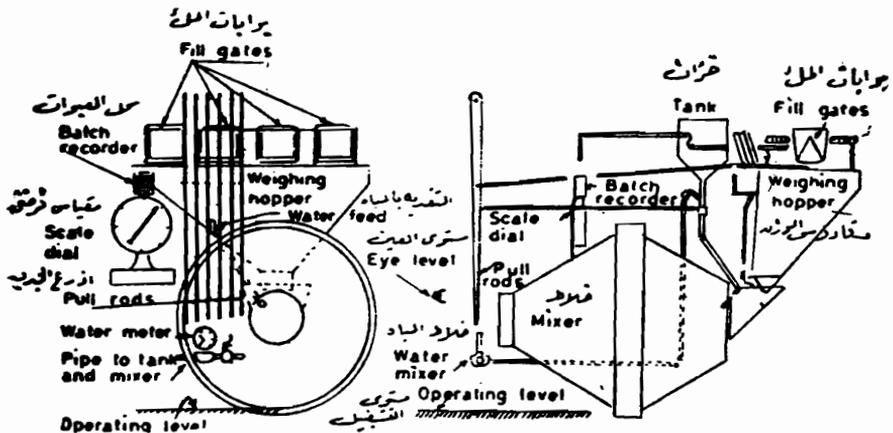
الأسمنت أو الرلام عند تفريغه  
قد ينساق بعيداً مما يعرضه  
للهتفصاك وتلفير الكمية للعربة

شكل رقم (٧-٦) تفريغ الأسمنت من عربات العبرات

وتكون تعبئة ماء الخلط للخلطات عن طريق خزان رأسى مزود بمقياس مدرج ليحدد قراءة كمية الماء بالوزن كما يشتمل على جهاز مناسب للصرف لكي ينظم ملء الخزان الذى يمكنه أن يبين مباشرة على تدريجاته كمية ماء الخلط وهذا النوع من الخزانات له معدل منتظم للبلل والتفريغ ولكونه رأسياً فإنه لا يتأثر بالتغير العادى فى الميل الذى يحدث عادة فى الخلطات على عكس الخزانات الأفقية التى لا يمكن السماح بها للخلطات المتقلبة لأنها غير قادرة على الاحتفاظ بدقة ببياناتها تحت تأثير أى ميل بسيط .

ويمكن لقياس كمية ماء الخلط استخدام عدادات يمكنها قطع إسياب الماء أو توما ميكيا عندما تضبط مقدما على تصرف معين ، كما يمكن من إيقاف إسياب الماء يدويا عند أى لحظة . ويوجد فى بعض الأحيان ثرمومتر لقياس درجة الماء خاصة للأعمال الإنشائية الهامة فى المناطق شديدة الحرارة أو شديدة البرودة . ويراعى فى أجهزة قياس الماء أن يكون مقياسها دقيقاً فى حدود خطأ ١ ٪ على الأكثر ويجب قبل استخدام جهاز القياس معايرته لتأكد من مدى دقته ومن عدم حدوث أى تغير غير مسموح به فى قراءاته .

ويبين الشكل رقم ( ٦ - ٨ ) مثالا عن كيفية تعبئة الخلاط بالركم والأسمنت والماء التى استخدمت فى موقع العمل لإنشاء بعض السدود حيث يقاس الماء اللازم للخلطة بالعداد الذى يوقف إسياب الماء وبعد أن يحتوى الخزان الرأسى على الكمية المطلوبة يصير تفريضا فى الخلاط فى الوقت المناسب .



شكل رقم ( ٦ - ٨ ) كيفية تعبئة الخلاط

## ثانيا : مرحلة الصب (الخرسانة الطازجة)

## (١) الخلط :

## ١ - الغرض من عملية الخلط :

الغرض الاساسى من عملية الخلط هو تحويل العناصر المختلفة المكونة للخرسانة من الرمل والزلط والاسمنت والماء والإضافات - إن وجدت - إلى خليط متجانس التكوين والقوام فى أقل وقت ممكن وبأقل فقد فى المواد. وعند انتهاء عملية الخلط يجب أن تكون كل حبيبة من الركام مغطاة بمجينة الاسمنت ويعتبر خلط الخرسانة من أهم العمليات التى تؤثر على خواصها المختلفة لذلك يجب إعطاء هذه العملية العناية الكافية .

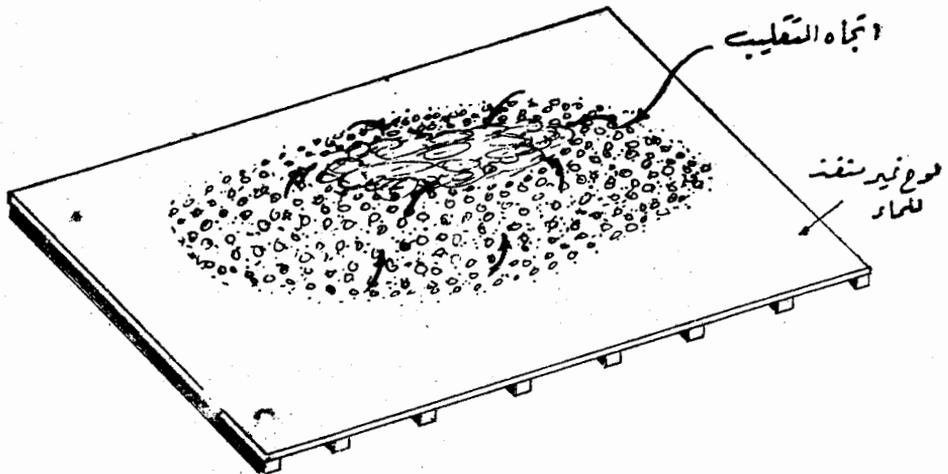
## ٢ - الطرق المختلفة لخلط الخرسانة :

تم عملية خلط الخرسانة بإحدى الطريقتين الآتيتين :

## (أ) الخلط اليدوى :

كان الخلط اليدوى هو الوسيلة الوحيدة المتبعة فى خلط الخرسانة . ولخلط عناصر الخرسانة يمكن أن تصاف لبعضها بأى ترتيب وتخلط ، ولكن إتباع طريقة منظمة يوفر الوقت والجهد ويضمن الحصول على خرسانة متجانسة .

وتتم عملية الخلط على لوح خشبى ( أو أى قاعدة مستوية غير منفذة للماء ) شكل رقم (٦ - ٩) ذى أبعاد كافية لاتمام الخلط ويفرد الرمل المعين للخلطة أولا على لوح



شكل رقم (٦ - ٩) لوح خشبى لخلط الخرسانة يدويا

الخلط ثم يفرد الاسمنت فوق الرمل بانتظام ثم يخلط جيداً باستعمال الجاروف حتى يفتح خليط منتظم اللون . بعد ذلك تضاف الخليط الكمية المعينة للخلطة من الزلط (أو كسر الحجارة) ويستمر الخلط بالجاروف على الناشف حتى يتوزع الزلط تماما . وتحتاج هذه العملية لثلاث قلبات على الأقل ثم يعمل تجويف في وسط الخلط وتصب فيه كمية الماء اللازمة ببطء وفي هذه الاثناء يستمر تقايب الخليط من الخارج نحو المركز ويستمر التقليب حتى ينتظم قوام الخلطة وتنتج درجة التشغيل المناسبة . وللحصول على هذه النتيجة تلتزم أربع قلبات اثنتين للخارج واثنتين للداخل . وبعد انتهاء العمل ينظف اللوح جيداً من بقايا الخرسانة . ويبين الشكل رقم ( ٦ - ١٠ ) خطوات الخلط اليدوي للخرسانة .

وأهم الاحتياطات التي يجب اتخاذها عند الخلط باليد ما يأتي :

- يفضل أن يكون طرف الجاروف المستعمل مربعا وليس مدببا وله يد طويلة حتى يوفر الجهد بقدر المستطاع .
- يجب أن يكون المكان الذي تخلط عليه الخرسانة خالياً من الاتربة والطين



شكل رقم ( ٦ - ١٠ ) خطوات الخلط اليدوي للخرسانة

وغيرها من المواد الضارة بالخرسانة ويكون مساحته كبيرة بحيث يمكن تحريك الخرسانة عليه بسهولة والمساحة المستعملة عادة هي  $4 \times 4$  متراً ويمكن عمل بوازلها بارتفاع ٧ سم وسمك ٥ سم لمنع فقه الماء من الجوانب ومنع اختلاط الخرسانة بالتربة وإذا كان السطح الذي تخلط عليه الخرسانة خشناً فيجب رشه بالماء حتى لا يتمص ماء الخلط .

— يجب عدم السماح للماء بالخروج من وسط الكومة التي على شكل مخروط ناقص مفتوح من الوسط أى على شكل فوهة بركافه وإلا أخذت معها كمية من الأسمنت الخلطة .

— إذا أضيف الماء إلى كمية كبيرة من الأسمنت فيحتمل أن يتجمع بعض حبيبات الأسمنت الجاف على شكل كرات ويصبح من الصعب اتحادها بالماء لذلك يجب توزيع الأسمنت على سطح الركام بالخلط أولاً لمنع هذه الظاهرة .

— الرمل الرفيع الرطب يأخذ شكل كرات لا يمكن فكها إلا بالتحريك الدائري .  
— يجب عدم تكويم الخلطة على هيئة مخروط لأن ذلك يساعد على انفصال المواد عن بعضها والأفضل أن تكون الخلطة مفلطحة .

— يجب تنظيف مكان الخلط جيداً بعد الاستعمال حتى لا تجف عليه الخرسانة المتبقية .

يجب تنظيف أدوات الخلط جيداً من الأسمنت البورتلاندى قبل استعمالها للأسمنت على الألومينا لأن اختلاطهما ببعضهما بعض يغير من زمن الشك حتى أنه يمكن أن يصل إلى دقيقة أو اثنين .

وقد يافت النظر الشرط الرابع من الشروط السابقة حيث يبين أن كمية الماء الكبيرة المتكثلة تعمل على تكوين كرات أسمنتية . والواقع أنه إذا تكونت كرات من الأسمنت فمضى ذلك نقص فعلي في دور الأسمنت في الخلطة ... حيث يصبح كما لو كانت نسيتها في الخلطة أقل من النسبة الموضوعه بمقدار معين .

لذلك نجد في الخلطات الميكانيكية أن إضافة الماء تكون عن طريق رشاشات وليست أنايبب أو أوعية مباشرة حتى لا يؤثر الماء على حبيبات الأسمنت المتقاربة فيجعلها تكون كرة .

والنقص الذي يحدث نتيجة لتكون الكرة يكون عادة بسبب منطقة داخلية لا يصل إليها الماء مطلقاً نظراً لكبر حجم الكرة وصغر سرعة اختراق الماء للحبيبة الاسمنت ولذا فإن هذه المنطقة لا تؤدي أى دور فعال في خلطة الخرسانة .

وتصل مسافة اختراق الماء لحبيبة الاسمنت بعد ٢٤ ساعة إلى ٥,٠ ميكرون تقريباً كما تصل بعد ٣ أيام إلى ١,٧ ميكرون. وهذه المسافة ضئيلة في هذا الزمن ويلاحظ أنه يتكون باستمرار في المسافة التي تفرها المياه طبقة جيلاتينية فإذا ما تكاثفت هذه الطبقة تدريجياً فإنها تصل إلى حد يمنع الماء من استمرار دخوله إلى قلب الحبيبة فيبقى قلب الحبيبة صلباً كما هو لا يتأثر ولا يؤثر .

ولذا كان عدم تكور الاسمنت أو بالأحرى عدم تجمعها لتكوين كرات عاملاً مهماً يجب الاهتمام به والقضاء عليه في خلط الخرسانة .  
ومن هنا كانت نعومة الاسمنت مطلوبة في مجال الخرسانة لزيادة جودة خواصها من حيث مقاومة الضغط والتحمل وغيرهما .

#### (ب) الخلط الميكانيكي : ( باستعمال الخلاط ) .

يتكون الخلاط الميكانيكي من إسطوانة ( حلة ) الخلط وغالباً يكون بداخلها ألواح معينة تسمى ريش التحريك وهي تساعد على إجراء عملية الخلط بطريقة منتظمة . ويمكن تفريغ أنواع الخلاطات بالإمالة حول محورها وهذا النوع سهل التفريغ كما أن هناك أنواعاً تساعد فيها ألواح التحريك الموجودة داخل أسطوانة الخلط على دفع الخرسانة نحو فتحة التفريغ .

وتبعاً للخلاطات بواسطة إحدى الطرق الآتية :

١ - الجاروف : ولا تستعمل هذه الطريقة إلا في حالة الخلاطات الصغيرة .

٢ - الوعاء الرافع ، وتوضع المواد في الوعاء الرافع بواسطة العمال ثم ترفع لتبسط تحت تأثير الجاذبية إلى اسطوانة الخلط . ويجب ملاحظة البدء بوضع الركام الكبير أولاً ثم يليه الركام الصغير ويليهِ الاسمنت وذلك لمساعدة عملية التفريغ .

٣ - الحلزون : ويستعمل في الخلاطات المستمرة Continuous Mixers ومن مميزات هذه الطريقة أنها تفي الخياط تلقائياً ( أوتوماتيكياً ) بنسب المواد المطلوبة

وتتلخص طريقة عملها في وضع كل نوع من المواد في مكان خاص مزود بحلزونات لنقل المواد وتناسب سرعة دوران هذا الحلزونات أو قطره مع سرعة أو قطر الحلزونات الأخرى بنسبة وجود المادة التي تنقلها في الخلطة وبذلك تقلل المواد بالنسب المطلوبة إلى روافع تحملها إلى إسطوانة الخلط .

٤ - السيور الناقلة : ( Belt Conveyor ) وفي هذه الحالة ترفع المواد بواسطة روافع إلى قمع يسمح بمرور المواد أو حجزها حسب الطلب وتنقل المواد من هذا القمع على سير يتجه إلى الخلاط .

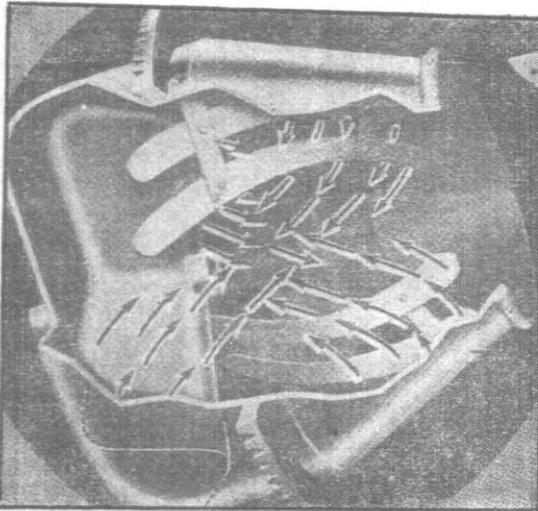
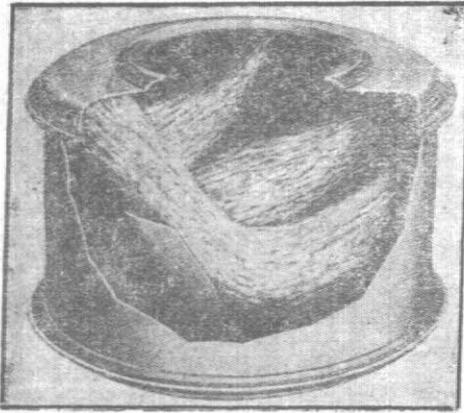
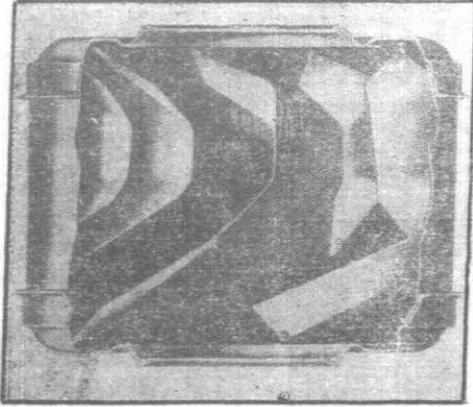
٣ - أنواع الخلاطات : يوجد ثلاثة أنواع أساسية من خلاطات الخرسانة :  
(١) الخلاط المستمر : وقد سمي كذلك لأنه يعمل باستمرار أي يوضع فيه الركام والاسمنت والماء وفي نفس الوقت يستقبل الناتج دون توقف وهذا النوع قديم ومن عيوبه أنه قد يعطى خرسانة غير متجانسة .

(ب) خلاط العبوة الواحدة : هذا النوع واسع الاستعمال وهو عبارة عن خلاط توضع فيه مواد خلطة واحدة وتم حماية الخلط والتفريغ قبل إضافة أي مادة ثانية .  
ويمكن تقسيم هذا النوع إلى :

- خلاط ذي أسطوانة دوارة مقفولة : ( Closed Rotating Drum )  
وهو عبارة عن خلاط تكون فيه حلة الخلاط مزودة بألواح تحريك تدور معها كما في شكل رقم (٦ - ١١) وهذا النوع سهل التفريغ والنقل ولكن عند استعمال نسبة كبيرة من الرمل والاسمنت تلتصق المونة بالألواح التحريك وبذلك تفقد الخرسانة جزءاً كبيراً من أهم مكوناتها .

- خلاط انسياب : ( Flow Mixer )  
وهو عبارة عن خلاط تدور فيه ألواح التحريك في اتجاه عكسي لدوران حلة الخلط وهذا النوع يعطى خلطة متجانسة ويوجد نوعان من هذا الخلاط أحدهما وهو الذي تدور فيه ألواح التحريك حول محور رأسي أما الآخر فتدور فيه ألواح التحريك حول محور في الاتجاه الطولي لحلة الخلط .

(ج) عربة الخلط : شكل رقم (٦ - ١٢) .  
إن خلاط الخرسانة في مراكز الخلط ثم نقلها إلى مكان العمل قد يتسبب عنه



انفصال المراد عن بعضها فتهبط المقاسات  
الكبيرة إلى القاع أما الاسمنت والماء  
فيصعدان إلى القمة وإعادة الخلط في  
ممكن العمل يقلل من ظاهرة انفصال  
المواد ولكن لا يمنع لذلك صممت  
عربات الخلط حتى يمكن تسليم خرسانة  
طازجة جاهزة في مكان العمل وفي هذا  
النوع يمكن لإسطوانة الخلط أن تدور  
حول محورها لتفريغها . ويوجد بها  
أيضاً خزان للبياء حتى يمكن لإجراء  
عملية الخلط قبل تسليم الخرسانة في  
موقع العمل وحتى يمكن تنظيف  
إسطوانة الخلط مما علق بها من مواد  
تبقى نظيفة للخلطة التالية .

وتحدد المواصفات وقت تفريغ  
العربة بحيث لا يزيد عن ساعة ونصف  
على الأكثر من زمن إضافة الماء إلى

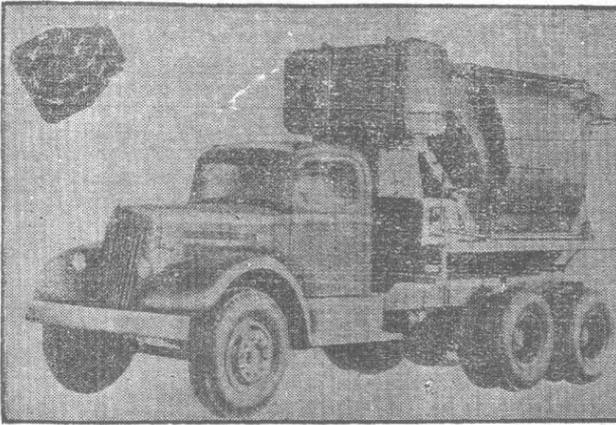
الخلطة أو الاسمنت إلى الركام  
الرطب أو المبتل وتحت ظروف  
خاصة قد يزيد الزمن إلى ساعتين .

كما يمكن تقسيم الخلاطات  
الميكانيكية إلى النوعين الآتين:

(١) الخلاطات التي يمكن  
إمالتها؛ وتتكون من أسطوانة  
ذات فتحة واحدة يمكن  
مائلها وتفريغها بواسطة إمالة  
الأسطوانة حول محور أفقي

شكل رقم (٦ - ١١)

أشكال مختلفة لخلطة الخلاط وألواح التعريك المزودة بها



شكل رقم (٦ - ١٢) عربة الخلط



شكل رقم (٦ - ١٣) خلط يمكن إمانته

شكل رقم (٦ - ١٣).  
وذلك بواسطة رافعة  
متصلة بمجموعة من التروس  
كما يمكن قلب الاسطوانة  
كلية وذلك عند تنظيف  
الخلط وتتم عملية  
الخلط بواسطة دحرجة  
المواد وتقليبها داخل  
الاسطوانة الدوارة .

ويستخدم هذا النوع  
من الخلاطات في خلط  
الخلاطات الجافة كما يستخدم  
بكثرة في الأعمال الكبيرة  
وذلك لسهولة استخدامه في  
خلط الخلاطات المحتوية  
على ركام مقاسه من ٦ إلى ٨  
بوصة أو أكثر كما أن هذا  
النوع شائع الاستعمال في  
الأعمال التي تتطلب الحصول  
على كميات صغيرة من

الخرسانة عند أماكن متفرقة ويمكن استخدام هذا النوع في خلط المونة والبياض ،  
ومعظم خلاطات العبوة الواحدة من هذا النوع .

(ب) الخلاطات التي لا يمكن إمانتها شكل رقم (٦ - ١٤) وتتكون من اسطوانة  
دوارة تثبت أفقياً ولها فتحتان عند كل نهاية لها إحداهما للماء الاسطوانة والأخرى لتسهيل  
وضع المواد بالاسطوانة ويملا القمع بالمواد بينما تكون فتحتا التفريغ والماء مفلقتين  
وبمجرد فتح باب التفريغ وتفريغ الخلط يفتح باب الماء لتفريغ المواد داخل

الاسطوانة ويزود القمع بآلة تسبب اهتزازة للتأكد من عدم بقاء أى مادة ملتصقة بجدرانها ، وعملية الخلط في هذا النوع يتم فيها درجة المواد داخل الاسطوانة كما أن المواد ترفع بواسطة جيوب بجدار الاسطوانة ثم تسقط عند انقلاب هذه الجيوب تبعاً لدوران الاسطوانة مما يساعد على الخلط ويستخدم عادة هذا النوع من الخلاطات في حالة الخرسانة التي يكون فيها مقاس الركام صغيراً ( أصغر من ٣ بوصة ) ومعظم الخلاطات المستمرة من هذا النوع .



شكل رقم ( ٦ - ١٤ ) خلاط مستمر لا يمكن إزالته

وقد استعمل في بعض أعمال الرصف نوع من الخلاطات به حجرتان متجاورتان للخلط وفي هذا النوع يخلط المزيج في الحجرة الأولى لمدة معينة ثم ينقل إلى الحجرة الثانية لتسكته وميزة هذا النوع هو أن قدرته على الخلط أكبر ولكن استعمال هذا النوع قليل .

وتتنوع الخلاطات بحسب الشركات المنتجة لها ويعتبر خلاط د جلمبرت ، من أمثلة الخلاطات الميكانيكية التي تقيس نسب مكونات الخلطة وفي نفس الوقت يتم خلطها في حجوم كبيرة وفيما يلي شرح تركيبه وطريقة تشغيله كمثال للخلاطات الميكانيكية :

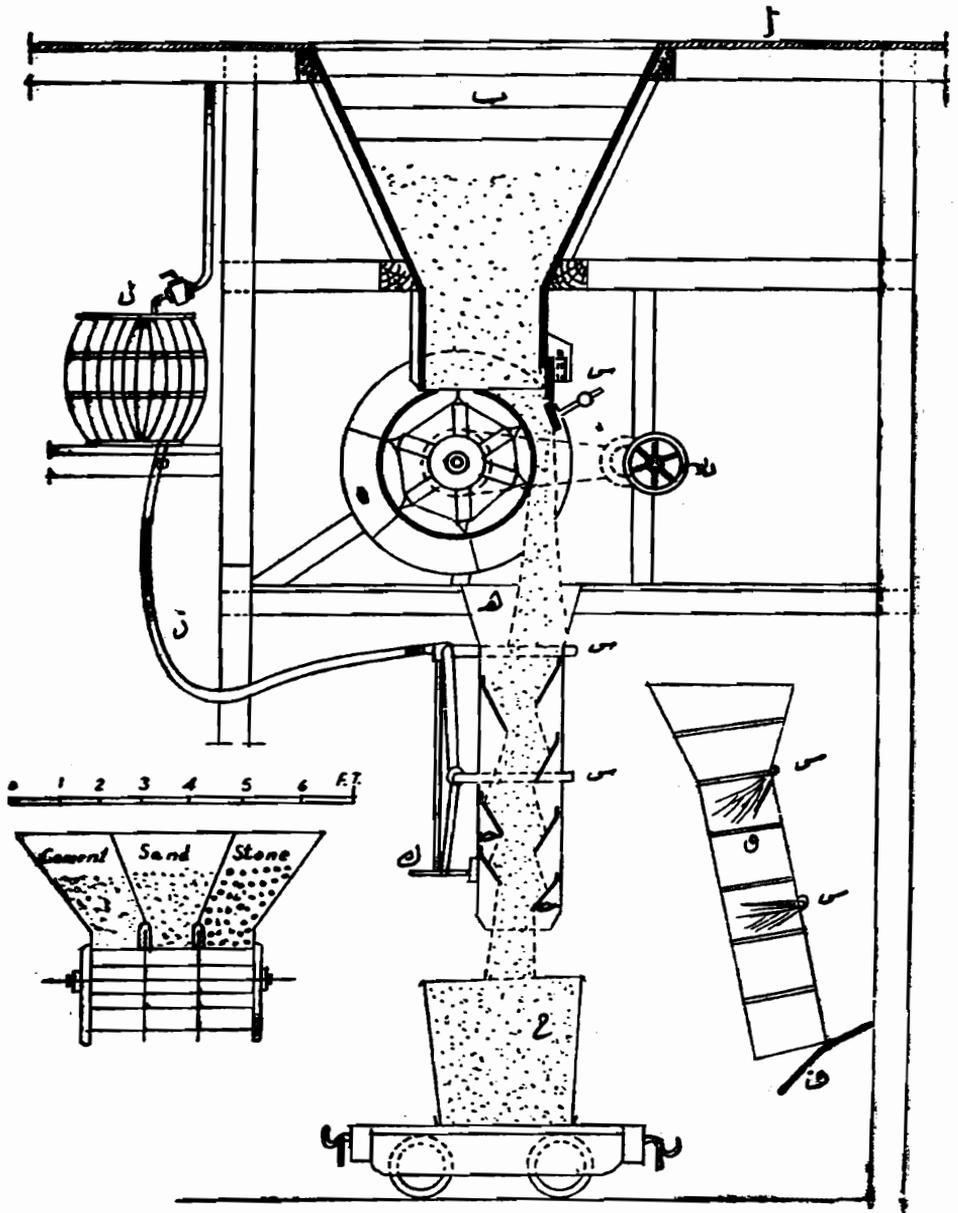
تم التعمية في جهاز جلمبرت المبين بالشكل رقم ( ٦ - ١٥ ) عن طريق الوعاء الرافع حيث ترفع المواد ( الأسمنت والرمل والزلط ) إلى اللوح ١ د ، ثم تجرفه المواد داخل القواديس د هـ ، والقواديس كما هو مبين بالشكل للتفصيل عبارة عن ثلاثة قواديس متجاورة قاعها مفتوحة حيث يتلامس نهاية محيطها مع نهاية عمود خشبي د هـ ، الذي يقود بدورها إلى الألواح المحرومة وعلى وجه كل قادوس عند د س ، باب بصمام متحرك مع قفل الأتزان يمكنه التحكم في هذا الباب .

والدائرة الخارجية المحيطة بالعمود د هـ ، بها فتحة عندما تكون مناسبة الوضع لنزول المواد ( كما هو مبين بالشكل ) فإن المواد تهبط مباشرة أما إذا كانت في وضع غير الميمنة فيه فإن المواد تدور دورة في الفراغ الموجود بين الدائرتين وفي هذه الحال تختلط مع بعضها في هذا الدوران حتى تسقط من الفتحة رأسياً ومن الضروري أن تدور كل المواد هذه الدورات لتختلط جزئياً وعندما تكون الفتحة معدة لمبوط المواد يقفل الباب س أمام كميات المواد الهابطة من أعلى حتى يضطرها للنزول في وضع تضطر فيه إلى الدوران .

وعندما تهبط المواد من فتحة هذه الدائرة تهبط فتصطدم بحاجز اسطوانى من الصلب مائل يسمى قادوس المكسر ( هـ ) ثم يقذف الخليط إلى الإسطوانة الطويلة المستعرضة حيث يوجد فيها ألواح متعارضة منكسرة ( ٣ - ٤ ) لتقليب خليط المواد عند نزوله .

ويمكن السماح لتيار مائى مناسب من الحنفية عند د ل ، أن يمر خلال الخرطوم ( ز ، إلى الرشاشات ( س ، س ) التي تحترق الاسطوانة والتي عبرها يمر الخليط وحيث يحتاج إلى تيار لا يتجاوز حدوداً معينة . لذا وضع صمام ( ك ) للتحكم في كمية الماء المرشوشة في الخليط .

وتتم عملية الخلط تماماً ثم تعود المقلبات الخليط أخيراً إلى الخارج من الإسطوانة د و ، إلى الوعاء الحديدى الضخم د ح ، الذى يوضع فوق عجل فيسحب إلى موقع

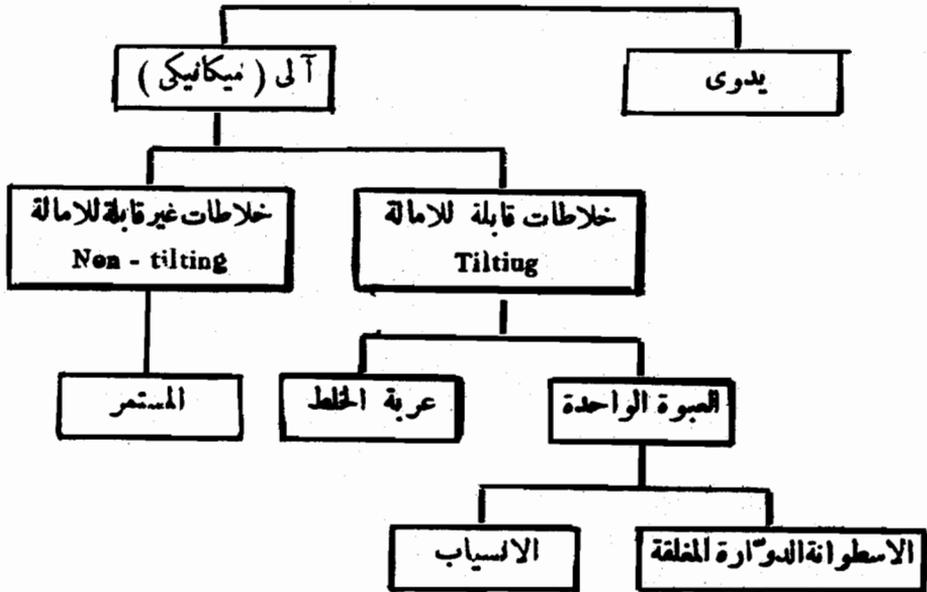


شکل رقم ( ۶ - ۱۵ ) خلاط جابرت

العمل لو كان في نفس المكان أو السيارة الخاصة أو تنقل منه الخلطة بواسطة الأوعية الصغيرة ( القروان ) أو بطريق الأنايب . ويستخدم هذا الجهاز للأعمال الهامة وهو دقيق جدا .

كما تقدم يتبين أنه يمكن تلخيص طريقة خلط الخرسانة فيما يلي :

### خلط الخرسانة



٤ - بعض الاحتياطات للخلط الآلي :

- يجب وضع الخلط على سطح ثابت وضبط ميل محور الأسطوانة للحصول على أقصى تجانس في أسرع وقت .

- يجب أن تخلط الخرسانة في خلط من نوع خلط العبوة أو الخلطة الكاملة وذلك لضمان التوزيع المنتظم للمواد في الخلطة كما يجب ملاحظته وألا تكون أسطوانة الخلطة منفذة للواء .

- يجب عدم زيادة حجم المواد التي توضع داخل أسطوانة الخلط عن الحجم الذي نص عليه المصنع والذي يعلن عنه بواسطة لوحة معدنية موضوعة في مكان ظاهر .

- يجب أن تستمر عملية الخلط في كل مرة لمدة لا تقل عن دقيقتين بعد وضع

الاسمنت والركام داخل الخلاط ولا نقل عن دقيقة بعد إضافة الماء وفي أثناء هذه المدة يكون الخلاط دائراً بالسرعة التي نص عليها المصنع الذي أنتجه ويلاحظ في جميع الظروف الاستمرار في الخلط حتى يصبح الخليط متجانساً في اللون والشكل والقوام .  
وفي حالة عربة الخلط يجب ألا يقل عدد دورات أسطوانة الخلاط عن ٥٠ دورة ولا يزيد عن ١٥٠ دورة، وإذا أريد زيادة مدة الخلط فنسكون ذلك بسرعة أقل من التي نص عليها المصنع .

— من الضروري تزويد الخلاط بقمع مناسب للشحن وفي حالة عربة الخلط تزود بخزان لخل الماء ولا يوضع به الماء إلا بعد قياسه إلا في حالة تزويد الخزان بجهاز أوتوماتيكي دقيق لا يمرر إلا كمية الماء المطلوبة للخلط مع إمكان منع تسرب الماء في أي وقت يراد ذلك .

يفض تزويد الخلاط بجهاز أوتوماتيكي يعمل على غلق فتحة التفريغ حتى تخلط المواد في الزمن اللازم .

— يجب تفريغ كل حموله الخلاط بعد كل خلطة مع منع الحرساة من السقوط من ارتفاع يزيد عن متر أثناء التفريغ وذلك لمنع انفصال المواد عن بعضها .

— يجب عدم زيادة سرعة الخلاط عن السرعة التي نص عليها المصنع .

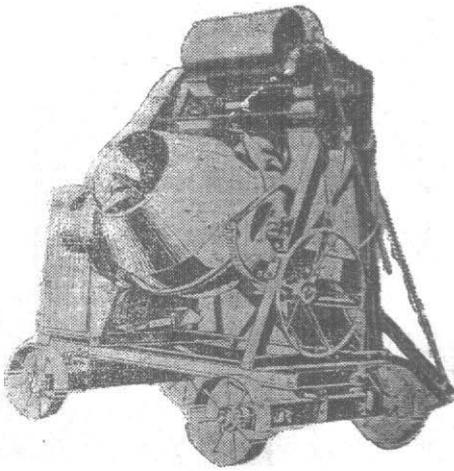
— يجب تسليم الحرساة وهي في درجة حرارة حوالى ١٥ م° ولا تزيد عن ٣٠ م° إلا إذا نص على غير ذلك .

— يجب أن تـنظف الخلاطات وأدوات الخلط المختلفة جيداً من الاسمنت قبل استعمالها .

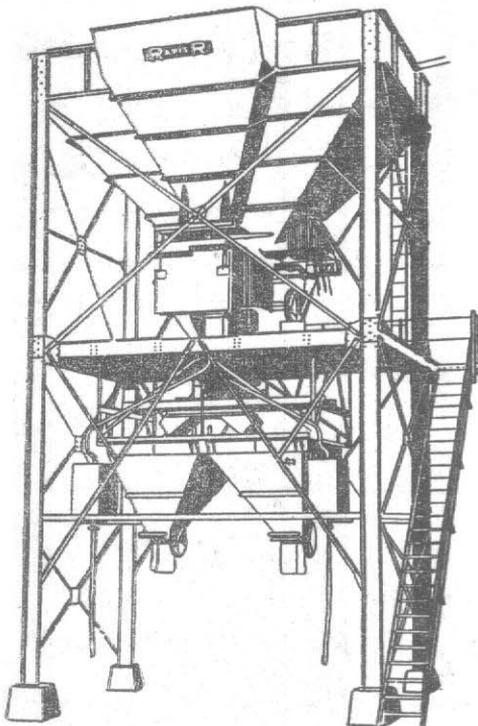
٥ — تصنيف أنواع الخلط بالنسبة لمكان الخلط : يمكن أن يتم خلط الحرساة في ثلاثة أماكن كما يلي :

(١) الخلط في موقع العمل : شكل (٦ - ١٦)

في هذه الطريقة يوضع الخلاط في الموقع المطلوب فيه صب الحرساة وفي حالة أعمال الرصف فإن الأمر يستدعى نقل الخلاط على طول الطريق أما إذا كان العمل عبارة عن منشأ واحد فقط فقد يكفي بوضع الخلاط في موقع المنشأ وفي مثل هذه الحالة يمكن تشوين جميع السكيات لللازمة في موقع المنشأ قبل البدء في العمل وعندما تبدأ عملية



شكل رقم (٦ - ١٦) خلاط متنقل لموقع العمل



شكل رقم (٦ - ١٧)  
محطة مركزية لخلط الخرسانة

الخلط يمكن تركيز جميع العمليات في مساحة محدودة وعندما يتعذر ذلك عملياً كما في حالة خلاط الرصف المتحرك فإنه يلزم تشوين المهمات في أماكن أخرى وتزويد الخلاط بالكميات اللازمة للخلط في سيارات .

والخلط في الموقع ميزة خاصة من ناحية الإشراف على مطابقة نسب المواد المختلفة بحيث إذا ظهر أي عيب في الخرسانة فإنه يمكن علاجه مباشرة قبل البدء في عمل خلطة أخرى . كما أن من مزايا هذه الطريقة أيضاً زيادة الإشراف على مدة الخلط ومنع أي احتمال لشك الخرسانة قبل صبها .

(ب) الخلاط في محطة مركزية :  
شكل رقم (٦ - ١٧) .

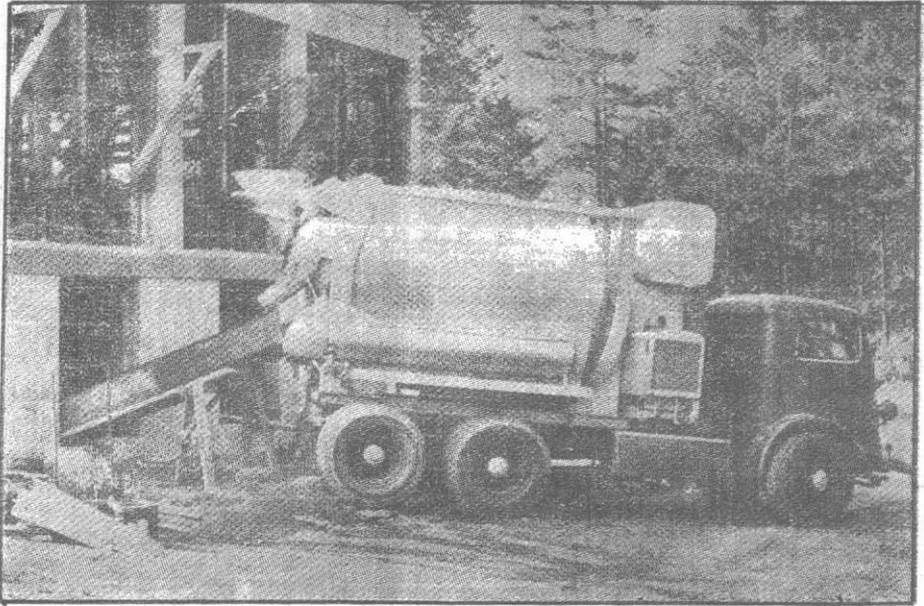
في هذه الطريقة يوضع الخلاط بصفة دائمة في مكان بعيد عن مكان المنشأ أو الرصف وتقل الخرسانة المخلوطة في سيارات إلى القوالب وبذلك لا يستدعي الأمر نقل الخلاط باستمرار كما في حالة أعمال الرصف أو نقلها عدة مرات إذا كان المطلوب تنفيذ عدد من المنشآت . وإن وضع الخلاط بصفة دائمة في مكان ما يحفل من المناسب إقامة وسائل

تخزين جيدة وكذلك بتجهيز المعدات اللازمة للوزن أو الخلط أكثر مما لو كان الخلط موضوعاً بصفة مؤقتة أو متقلبة وتتضح حقيقة ذلك بصفة خاصة عند ما يستعمل نفس الخلط لعدة مشروعات مختلفة في نفس الجهة، إلا أن انفصال عملية الخلط عن الصب ينتج عنه ضعف في المراقبة وذلك لتقسيم عملية الإشراف وكذلك لأن الخرسانة التي تصل إلى القوالب إذا وجدت غير جيدة فإنه من المحتمل أن يكون قد تم خلط عدة خلطات أخرى وتكون في طريقها إلى القوالب قبل اكتشاف الخطأ وإعطاء التعليمات اللازمة لتصحيح النسب وهذا من عيوبها .

ويجب العناية بنقل الخرسانة المخلوطة في عربة مركزية بكيفية خاصة لمنع الانفصال الجبلي كما يجب أن تصل الموقع وهي بحالة جيدة وقابلة للتشغيل وقبل أن تبدأ الخرسانة في الشك الابتدائي . وإذا لم يتيسر تحقيق هذه الشروط فإنه يجب أن تنقل الخرسانة في إسطوانة دوارة مجهزة بأسلحة خلط . وإذا كانت عملية نقل الخلطة على الطريق تستغرق وقتاً طويلاً فإنها قد تفقد نسبة كبيرة من المياه نتيجة لتبخير قبل أن تصل إلى المكان الذي ستصب فيه ، وفي مثل هذه الحالات قد يكون من الضروري الحصول على درجة التشغيل اللازمة إما باستعمال كميات ماء أكثر من اللازم في عملية الخلط أو إعادة خلط الخرسانة بإضافة كمية أخرى من الماء، ولو أنه من غير المرغوب فيه الاتجاه إلى هاتين الطريقتين كما سنبين ذلك فيما بعد، وإذا كان الوقت الذي يضيع بين عمليتي الخلط والصب طويلاً فقد يحدث بعض الشك بالرغم من اتخاذ جميع الاحتياطات وفي هذه الحالة تصبح الخلطة غير صالحة للاستعمال .

### ( ٦ - ١٨ ) الخلط أثناء النقل : شكل رقم ( ٦ - ١٨ )

عندما تكون المواد مشونة في مكان بعيد عن الموقع الذي ستستعمل فيه الخرسانة قد يكون من المرغوب فيه إلغاء محطة الخلط الثابتة وخط المواد في خلطات مركبة على سيارات ومن المحتمل أن توفر هذه الطريقة بعض الوقت لأن عملية الخلط تتم أثناء سير السيارة على طول الطريق ولهذا الطريقة نفس المضار الناتجة من عدم كفاية المراقبة كما في حانه الخلط في محطة مركزية ولكنها مميزة وهي - يمكن تأجيل إضافة الماء إلى الخلطة حتى يقرب الخلاط المركب على السيارة من المكان الذي تقصده وبذلك تستعمل فقط مدة الخلط العادية . وتستدعى هذه الطريقة وجود تعاون تام



شكل رقم (٦ - ١٨)

سيارة الخلط عند تحميل الخرسانة بعد أن تم خلطها أثناء النقل

بين سائقي الخلطات المتقلة أو العمال الذين يديرون الخلطات لا ضافة المياه في الوقت المناسب لإنتاج خرسانة منتظمة جيدة عند الموقع .

ولقد أوصت إحدى الهيئات العلية بوجود استمرار الخلط باللوريات بما لا يقل عن ٥٠ لفة بعد وضع جميع عناصر الخرسانة في الحلة كما أن السرعة لا تقل عن ٤ لفات في الدقيقة ولا تزيد عن ١٥٠ لفة بسرعة ٦ لفات بالدقيقة .

كما أوصت بأن يكون زمن الخلط في حدود ٣٠ دقيقة من لحظة إضافة الأسمنت . وعندما تكون درجة الحرارة أكثر من ٢٧°م أو عندما يستخدم أسمنت مبكر المقاومة فإن الزمن يقلل إلى ١٥ دقيقة .

أما إذا كان اللوري يتم الخلط فقط فإن زمن الخلط في المصنع يكون ٣ ثمانية ويتم الخلط في اللوري . كما أوصت الهيئة على أن الخرسانة المنقولة يجب أن تفرغ في مكان العمل في حدود ساعة ونصف بعد إضافة الأسمنت للخلطة ولكن تحت شروط خاصة مفصلة يمكن أن يمتد هذا الوقت إلى ساعتين ويقلل الوقت المحدد في حالة ارتفاع درجة الحرارة .

٦ - تأثير نظام الخلط على خواص الخرسانة :

قد يظن البعض أن زيادة كمية الاسمنت يتبعها زيادة في مقاومة الخرسانة على الدوام . ولكن الحقيقة أن ذلك ليس دائماً ففي بعض الاحيان تعطى خلطات خرسانية تحتوي على كميات أقل من الاسمنت مقاومة أكبر من خلطات مماثلة تحتوي على كميات أكبر من الاسمنت . وذلك إذا خلطت الخرسانة ذات الاسمنت الأقل خلطاً جيداً بحيث كان قوامها متجانساً متجانساً ولهذا يجب العناية تماماً بعملية الخلط .

وفيما يتعلق بزمان الخلط فقد دلت التجارب على أن مقاومة الخرسانة تزداد بزيادة زمن الخلط إلى مدة معينة لأن زيادة مدة الخلط تزيد من قابلية الخرسانة للتشغيل وبالتالي يقل الزمن اللازم لدمك الخرسانة في القرم وتنتج خرسانة كثيفة قوية تمنع تسرب الماء ويجب أن تستمر عملية الخلط لمدة لا تقل عن دقيقة ويستحسن زيادة تلك المدة في خلط الخرسانة التي تستعمل في إنشاء الخرانات والمشآت المعرضة للتقلبات الجوية .

ولقد كان الخلط اليدوي أفضل بكثير من الخلط الآلي وذلك في بداية ظهور الخلاطات ولكن بعد التقدم الكبير في صناعة هذه الخلاطات أصبح الخلط اليدوي غير مسموح به في أغلب الاحيان إلا في حالة الخلاطات الصغيرة حيث يكون الخلط اليدوي أوفر . ويرجع السبب في تفضيل الخلط الآلي إلى أن الخليط في هذه الحالة يكون أكثر تجانساً وأقل في التكاليف وأسرع في الإنتاج ، ولكن يجب ملاحظة أن عدم استعمال النوع المناسب من الخلاطات يجلب الكثير من المتاعب فهناك أنواع تحدث انفصالات شديدة للمواد حيث قد تلاحظ عند تفرينها خروج الركام الكبير يليه الركام الصغير وفي النهاية تخرج عجينة أسمنتية خفيفة القوام . ومن الملاحظ أيضاً أن الخلاطات التي يمكن إعمالها حول محورها لتفرينها والخلاطات المستمرة وكذلك خلاطات الاسطوانة الدوارة المقلدة لا يمكن استعمالها في إنتاج خرسانة ذات كفاءة عالية وعلى ذلك فإن الخلط الآلي أفضل من الخلط اليدوي بشرط اختيار النوع المناسب من الخلاطات .

كذلك يلاحظ أن زيادة سرعة الدوران للخلط أو إقلالها عن المعدل له أثر ضار على نتيجة الخلط الخرسانية فمن الملاحظ أن السرعة البطيئة تجعل المواد تنزلق داخل الخلط بدلا من أن تمتزج أما السرعة الكبيرة فتجعلها تلتصق بجدار أسطوانة الخلط نتيجة لقوة الطرد المركزية وذلك مما يمنع إختلاط المواد ببعضها لذلك يجب عند تشغيل

الخلط استخدام السرعة التي حددها المصنع بقدر المستطاع .

ومن الدراسات العديدة على بعض الخلطات وجد أن زمن الخلط بين ٤٥ ثانية ، ٩٠ ثانية يعطى تقريباً نفس النتيجة فإذا وضعنا عامل الزمن فيمكن أن يقال أن الزمن اللازم للخلطة هو حوالي دقيقة واحدة ولكن يجب ملاحظة أن هذا الزمن يمكن أن يتغير لانه يتوقف على عوامل كثيرة منها نوع وحجم وحالة الخلط وكمية الخرسانة المحمل بها ونوع المواد المستعملة في الخلطة ونسبة المياه في الخلطة .

أما بالنسبة لحجم الخلط فقد نصت بعض الهيئات على أن زمن الخلط للخلطات التي يصل حجمها إلى متر مكعب دقيقة واحدة وكل متر مكعب زيادة في الحجم يزداد زمن الخلط ؛ دقيقة .

أما أثر حالة الخلط وطريقة تحميله فنجد أنه عند استعمال خلط ذى الواح تحريك متآكلة فيجب زيادة زمن الخلط لتعويض ما فقدته الخلط من كفاءة ، وإذا حمل الخلط بكمية كبيرة من المواد فإن ذلك يمنع المواد من الحركة بسهولة داخل اسطوانة الخلط فيجب زيادة الزمن للحصول على نتيجة مقبولة .

والكمية الماء أمر كبير على زمن الخلط فكلما زادت النسبة بين الماء إلى الاسمنت كلما قلت المدمة اللازمة للخلط والعكس صحيح حتى أنه في حالة الخلطات الجافة القوام قد يضطر إلى زيادة زمن الخلط إلى دقيقتين أو أكثر .

ومن الملاحظ أنه كلما زاد زمن الخلط تزداد لدونة الخلطة وتصبح في نفس الوقت أسهل في التشغيل أي أنه يمكن الحصول على خلطة ذات درجة كبيرة من قابلية التشغيل باستعمال نسبة ماء صغيرة ولهذا الظواهر أمر ملوس على خواص الخرسانة المختلفة فزيادة اللدونة تمنع انفصال مواد الخرسانة عن بعضها والزيادة في التشغيل تمنع حدوث تعشيش للخرسانة فتزداد مقاومتها للقوى المختلفة وتقل منفذيتها للمياه .

ويلاحظ أن لزيادة زمن الخلط أثراً على تحمل الخرسانة مع الزمن وذلك لأن زيادة زمن الخلط تزيد من توزيع الاسمنت على سطح الركام وبما أن الاسمنت هو المادة التي تربط مواد الخرسانة مع بعضها فإن وجود أماكن خالية أو تكاد تكون خالية من عجينة الاسمنت يديب سهولة تفكك الخرسانة .

كما سبق نلاحظ أن زيادة زمن الخلط يحسن جميع خواص الخرسانة من مقاومة وتحمل وعدم منفذية للسوائل ولكن هناك نقطة يجب ملاحظتها فإن الدراسة أثبتت أن زيادة زمن الخلط عن دقيقتين في حالة الخلط الآلي غير مجزى لأن الكسب في الإجهاد يكون ضئيلاً. أما إذا زاد زمن الخلط عن خمس دقائق فإنه يضيف الخرسانة كما يلاحظ بصفة عامة أن زيادة زمن الخلط أفضل من إنقاصه فمثلاً إذا نقص زمن خلط خرسانة معينة إلى نصف الزمن اللازم فإننا نحصل على خرسانة ضعيفة المقاومة إما إذا زاد إلى النصف فإن الخسارة الوحيدة تكون في الزمن .

ولقد أجريت بعض الأبحاث لدراسة تأثير تغيير نظام الخلط على مقاومة الخرسانة وقد أثبتت جميع التجارب التي تم فيها البدء بخلط الماء مع الأسمنت أولاً قبل إضافة الركام أن مقاومة الخرسانة الناتجة تكون أقل بكثير من الخلطات التي بدى فيها بخلط الزلط مع الرمل والأسمنت وهي في حالة جافة قبل إضافة النسبة اللازمة من الماء . كما أجرى بعض الباحثين تجارب أخرى على أن يخلط الرمل مع الأسمنت أولاً ثم يضاف الخليط إلى الزلط فوجدت أن مقاومة المكعبات القياسية أكثر من الحالة السابقة .

هذا وقد جهزت خلطات من نفس نوع الركام والاسمنت وكذلك بنفس النسب وفي نفس الظروف وتم تغيير نظام الخلط فيها كالآتي :

خلطة ( أ ) :

( أسمنت + ماء ) خلطت لمدة دقيقة واحدة . ثم أضيف الرمل وخلطت لمدة دقيقة واحدة ثم أضيف الزلط وخلطت لمدة دقيقة واحدة . وقد أعطت هذه الخلطة هبوطاً قدره ١٣ سم .

خلطة ( ب ) :

( أسمنت + رمل ) خلطت لمدة دقيقة واحدة . ثم أضيف الماء وخلطت لمدة دقيقة واحدة . ثم أضيف الزلط وخلطت لمدة دقيقة واحدة . وقد أعطت هذه الخلطة هبوطاً قدره ١٠ سم .

خلطة ( ج ) :

( أسمنت + رمل + زلط ) خلطت لمدة دقيقتين . ثم أضيف الماء وخلطت لمدة

دقيقة واحدة . وقد أعطت هذه الخلطة هبوطاً قدره ٦ سم .

وقد كسرت المكعبات القياسية لهذه الخلطات بعد ١٤ يوماً وكذلك بعد ٢٨ يوماً فكان ترتيب مقاومة المكعبات التنازلي كالتالي : ب - ح - ا  
٧ - أثر إعادة خلط الخرسانة على خواصها المختلفة :

تمنع معظم المواصفات استعمال الخرسانة التي مضى على خلطها أكثر من ٢٠ دقيقة فنص المواصفات على أن إعادة خلط الخرسانة أو المونة التي تصلبت جزئياً مع إضافة أو عدم إضافة كمية أخرى من الماء أو الاسمنت أو الركام غير مسموح به .

ولسكن بعض الدراسات أثبتت أن الخرسانة التي خلطت ومضى على خلطها ١ إلى ١ 1/٢ ساعة ثم أعيد خلطها بعد هذه المدة تكتسب بعض المقاومة وتتصلد أسرع ولا يظهر عليها تغيير كبير في الحجم عند الجفاف ولا تفقد كثيراً من الاسمنت عند وضعها تحت الماء .

ويجب ملاحظة أنه بالرغم من قبول بعض نتائج هذه الدراسات إلا أنه من المستحسن عدم استعمال خرسانة معاد خلطها في الأعمال المختلفة .

٨ - اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ بالنسبة لخلط الخرسانة :  
اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ ما يلي :

(١) تخلط الخرسانة ميكانيكياً بالنسب المطلوبة في خلطات ذات سعة مناسبة وتناسب مع معدل النقل والصب وبراغى الأقل مدة خلط الخرسانة عن دقيقتين بعد استعمال وضع كافة موادها في الأسطوانة (الحقة) بحيث يصبح الخليط متجانساً في لونه وقوامه .

(ب) يمكن خلط الخرسانة يدوياً على أن يتم الخلط بتقليب المواد تقليباً جيداً بالنسبة المطلوبة على طبقة مستوية صماء بواسطة الجاروف ذي الشداد (المحراث) ويوصى بخلط الاسمنت والركام الصغير على الناشف إلى أن يصبح اللون متجانساً ثم يضاف الخليط إلى الركام الكبير ويقلب ثلاث دفعات ثم يضاف الماء تدريجياً بالقدر المطلوب للخلط ، ويستمر التقليب والخلط حتى تتجانس الخلطة لونا وقواماً .

## (ب) النقل :

هناك طرق عديدة لنقل الخرسانة من الخلط إلى القرم وكما تعتمد على نوع العمل والأدوات والمعدات المتوفرة والتي تشمل العربات والأوعية وعددا كبيرا من الناقلات والسيور المتحركة وأنابيب ومضخات لضخ الخرسانة . وتختلف الطريقة التي تستخدم في النقل باختلاف نوع المنشأ الخرساني والإمكانات .

ومن الطرق المستخدمة في نقل الخرسانة طريقة النقل بعربة اليد والعربة القلابة ، وعربات اللورى وأوعية الخرسانة ، والرولش ذى الدلو ، والمجارى الخشبية أو المعدنية ، والمضخات والسيور المتحركة .

كما تعتمد طريقة نقل الخرسانة على طبيعة موقع العمل وبعد المسافة بين الخلط ومكان صب الخرسانة . ويجب أن تؤخذ في الاعتبار أثناء عملية النقل النقاط الثلاثة الآتية :

## ١ - جفاف الخرسانة :

يحدث جفاف الخرسانة في معظم الخلطات وخاصة في الجو الحار إذا لم تتخذ الاحتياطات الكافية ، ففي حالة وجود أشعة الشمس أو الرياح الشديدة يجب العناية بتغطية الخرسانة في أوعيتها وهي في طريقها إلى مركز العمل ، أو في حالة ترك الخرسانة لسبب أو لآخر مدة طويلة بعد خلطها ( من المناسب أن يتم صب الخرسانة خلال نصف ساعة بعد خلطها ) .

## ٢ - انفصال حبيبات الخرسانة :

يعتبر انفصال حبيبات الخرسانة من الظواهر الخطيرة في الخلطات المبللة واهتزاز الخرسانة أثناء نقلها إلى موقع الصب يجعل الركام الكبير يهبط للقاع وتفصل الحبيبات الصغيرة والماء وتصلد إلى السطح . ويؤدي هذا الانفصال إلى خرسانة سيئة الخلط وعديمة التجانس فقد تكون قوية في مكان وضعيفة في أماكن أخرى .

وليس هناك أى اعتراض على الاستعمال اليدوى في النقل بشرط عدم حدوث انفصال للخرسانة . ويراعى لمنع الانفصال عند نقل الخرسانة من ناقل إلى آخر استعمال أنابيب وقواطع ومناطق رأسية قصيرة ويتم ذلك خلال أنابيب مناسبة متصلة

بمركز الوطاء المنقول إليه الخرسانة كما يتضح من الأشكال رقم (٦ - ١٩، ٢٠ - ٢٠) ، والقول الشائع بأن ، الثقل اليدوي بسبب إنفصالا يمكن معالجته باستعمال طرق أخرى، قول غير صحيح إذ يجب أن يمنع الانفصال بأى صورة حيث يصعب معالجة هذا الخطأ بعد حدوثه .

ويعزى إنفصال الخرسانة إلى الاتحاد غير المتجانس نتيجة لاختلاف مقاسات جزئيات المواد المستعملة وكثافتها النوعية . فبمجرد تفرغ الخرسانة من الخلاط تظهر عدة عوامل خارجية وداخلية تؤدي إلى انفصال الركام الكبير والمجينة فإذا كانت الخرسانة مبتلة جداً فإن جزئيات الركام الكبير تستقر في القاع والجزئيات والمواد الخفيفة خاصة الماء ترتفع للسطح وتستمر هذه التحركات حتى تتوقف بواسطة عملية الشك والتصلد الناتجة من تفاعل الاسمنت والماء .

٣ - تماسك الخرسانة :

يحدث غالباً تماسك الخرسانة أثناء وجودها بالوعاء الناقل في الخلطات الجافة كذلك قد يحدث هذا التماسك عند ما تطول مدة وضعها في الوعاء وأيضاً في حالة وجود الخرسانة بكميات كبيرة . والمعروف عن الخرسانة الجافة عند نقلها بعربات اللورى أنها تنضغط وتتماسك بشدة وقد يحتاج الأمر عند تفرغها من عربة اللورى استخدام الجاروف .

ولا يعتمد عادة على الخلطة الأولى من الخرسانة حيث تكون فرصة الالتصاق بين مجينة الاسمنت والمواد الدقيقة كبيرة بينها وبين جذران الوطاء وقد يؤدي هذا إلى جعل الخرسانة خشنة وجافة ونسبة المواد الكبيرة بها عالية ولمنع حدوث هذا العيب يغسل الوعاء قبل البدء في العمل ويترك رطباً ويفضل أن يغسل بأسمنت لباني أو مونة قبل وضع الخرسانة به . في حالة التوقف مدة عن العمل يجب أن تتم عملية التمسيل قبل أن تلتصق المونة ومجينة الاسمنت بجدران الأدوات المستعملة .

أهم الطرق المستعملة في نقل الخرسانة :

يمكن تلخيص الطرق المختلفة المستعملة في نقل للخرسانة بخلاف أوعية الخرسانة

فيما يلي :

١ - عربات اليد : ( heel harrows ) شكل رقم (٦ - ٢٢)

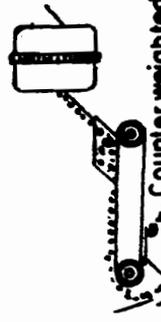
صحيح



Provide 24 min. headroom for down pipe.  
 Counter weighted rubber scraper

Unseparated  
 غير منفصل

صحيح



Provide 24 min. headroom for down pipe.  
 يشترط أنه يكونه حينه الملمر ٢٤ على الأقل

للماسورة السفلى



Chute to be sufficiently steep to handle concrete of minimum slump specified.

يجب أن يكونه السقط مائلًا بدرجة كافية  
 لتكفي النازلة الزرسانه ذات الهابط  
 الأدنى وفقاً للاصفاة

Unseparated  
 غير منفصل

Incorrect

Filling of buckets, cars or hoppers directly from the mixer discharge may cause separation.

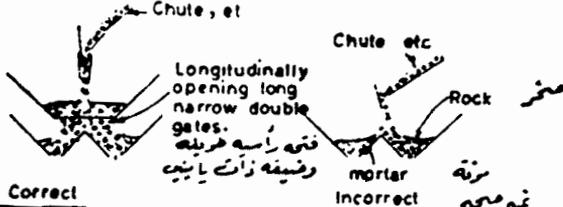
ملء الدلو أو العربات أو القوارب مباشرة من تفريغ الميختر مباشرة سبب انفصال

Either of the arrangements at the left prevent separation regardless of length of chute or conveyor, أي من النظامين يمنع عملت اليسار مع الانفصال بوجه سرعة بطور الجوت المائل (السقط) أو اليسار الناقل

COARSE AGGREGATE WILL SEPARATE FROM MORTAR UNLESS DISCHARGE FROM MIXER IS HANDLED PROPERLY

شكل رقم (٦ - ١٩) الطرق الصحيحة لعل الخرسانة من الخلاط إلى الأوعية أو العربات

بروت مائل (سقوط)



صحيح Correct

غير صحيح Incorrect

Single discharge hoppers should be used whenever possible but the above arrangement shows a feasible method if a divided hopper must be used.

Filling divided hopper as above invariably results in separation and lack of uniformity in concrete delivered from either gate.

يجب استعمال قواديس التفريغ المفردة كلما أمكن ذلك وذلك لتجنب انفصال المواد بوضع طريقة تمكنت القمام بها ازالتم استعمال القادوس القسم

قواديس مقسمة Divided hoppers.

على القادوس القسم كما هو مبين أعلاه يسبب غالباً انفصال وعدم تجانس الخرسانة المطاه من أي بوابة



صحيح Correct

غير صحيح Incorrect

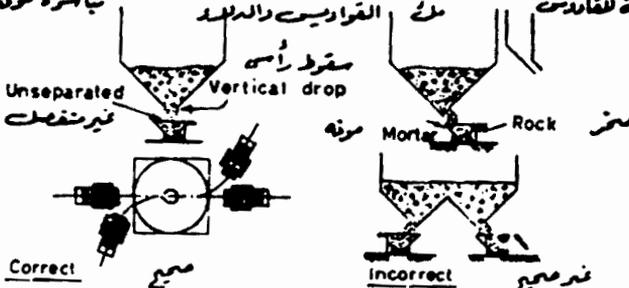
Concrete should be dropped vertically directly over gate opening.

Dropping concrete on sloping sides of hopper should be avoided.

يجب إسقاط الخرسانة رأسياً مباشرة فوق فتحة البوابة

فيلق القواديس والعلف

يجب تقاطع إسقاط الخرسانة خلف الجوانب المائلة للقادوس



صحيح Correct

غير صحيح Incorrect

Discharge from hopper should from center opening with vertical drop into center of buggy. Alternate approach from opposite sides permits as rapid loading as may be obtained with the objectionable divided hoppers having two discharge gates.

Sloping hoppers gates which are in effect chutes without end control cause objectionable separation in filling the buggies.

يجب تفريغ القادوس من الفتحة الوسطى وبالسقوط الرأسى في وسط عربة النقل - الوصول المتساوي من الجانبين المتقابلين يسمح بسرعه الحلق مثل ما يمكن الحصول عليه باستخدام القواديس العنقه

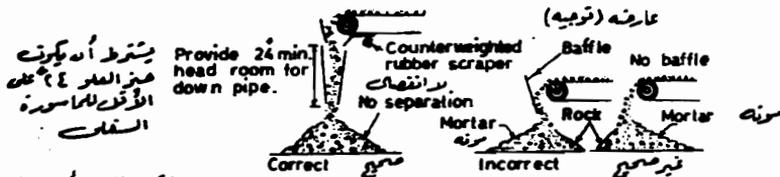
استعمال القواديس ذات البوابات المائلة بدون التحكم في نطاق سبب انفصال عند ملئ عربات النقل

تفريغ القواديس الى عربات

PROPER METHODS OF LOADING HOPPERS AND BUGGIES PREVENT SEGREGATION OF CONCRETE.

الطرق الصحيحة لملء القواديس وعربات النقل الخفيفة تمنع الانفصال الحبيبي في الخرسانة

شكل رقم (٦ - ٢٠)



يسقط أنه يكون  
عبر العلو ٢٤  
الأول للمسودة  
السفلى

Provide 24 min. head room for down pipe.

عازيه (توجيه)  
Counterweighted rubber scraper  
Baffle  
No baffle  
Mortar  
Rock  
Mortar  
موتار  
صخره  
موتار

التجهيز المبيت أو المدمج  
انفصال الخرسانه بعما  
تفرغ في القوابس والقدليات  
والدرجات والجرافات أو شققه

The above arrangement prevents separation of concrete whether it is being discharged into hoppers, buckets, cars, trucks or forms.  
A baffle or shallow hopper merely changes the direction of separation. Discharge from end of belt without a hopper results in separation.

CONTROL OF SEPARATION OF CONCRETE AT END OF CONVEYOR BELTS.

التحكم في انفصال الخرسانه عند نهاية السور الناقله



يسقط أنه يكون  
على الأول للمسودة السفلى  
لوانفصال

Provide 24 min. headroom for down pipe.

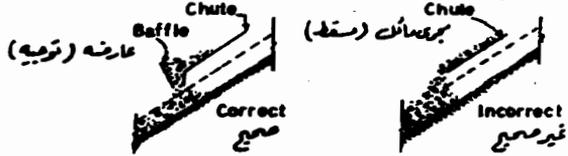
عازيه (توجيه)  
Baffle  
Mortar  
Rock  
Mortar  
موتار  
صخره  
موتار

التجهيز غير صحيح أو التقصير  
في التحكم عند نهاية مسطحة  
أي خرسانه زوايا كانت  
تسبب انفصاله  
واستخدام العازيه يغير  
اتجاه الانفصال

Improper or lack of control at end of any concrete chute, no matter how short, results in separation. Usually a baffle merely changes direction of separation.

CONTROL OF SEPARATION AT END OF CHUTES.

التحكم في الانفصال عند نهاية المجرى المائل (المسقط)



وجود العازيه والسقوط  
عند نهاية المسطح يمنع الانفصال  
نقل الخرسانه كما هو المتصور

تفريغ الخرسانه من نهاية  
مسطحة حر على منحدر  
يسبب انفصاله المتصور  
التي تنطبق لطاق المنحدر  
بسرعه فترقه بسرعه

PLACING CONCRETE ON A SLOPING SURFACES.

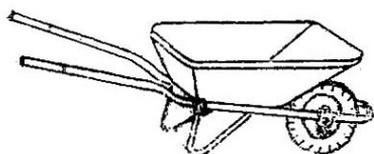
وضع الخرسانه على سطح منحدره

SEGREGATION OF CONCRETE AT ENDS OF CHUTES AND CONVEYORS CAN BE CONTROLLED BY CORRECT USE OF DOWNPIPES OR BAFFLE PLATES.

يمكن التحكم في انفصال الخرسانه عند نهايات المجرى المائله والناقلات بالاستعمال الصحيح  
للمواسير السفليه أو الألواح العازيه

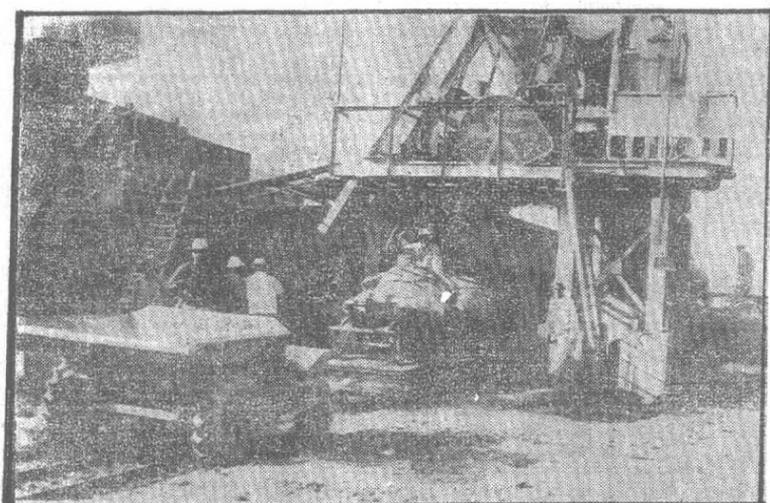
شكل رقم ( ٦ - ٢١ )

الطرق الصحيحه لنقل الخرسانه بالسور الناقله والمجرى المائل (للمسقط)



شكل رقم (٦ - ٢٢)  
عربة اليد لنقل الخرسانة

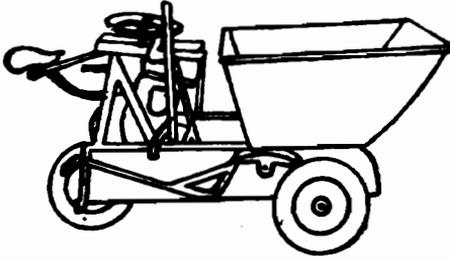
وهي عربات لها غالباً ثلاث عجلات ولتتبع انفصال الحبيبات في الخلطات المبللة أو الانضغاط والتماسك في الخلطة الجافة يجب عدم اهتزاز الخرسانة أثناء نقلها لذلك تتكون عجلات العربة ملساء وتتكون ألواح السقالة متماسكة بأمان وأخيراً تتحمل إطارات العجلات الضغط المناسب ومن الضروري ( كما ذكر سابقاً ) تنظية الخرسانة في الطقس الحار وفي حالة الرياح الشديدة وذلك لمنع جفافها كذلك في حالة الطقس الممطر حتى لا يحدث تغير في نسب ماء الخلطة .



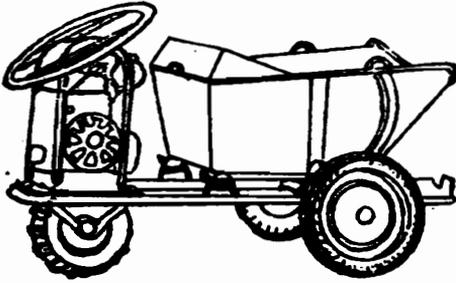
شكل رقم (٦ - ١٢٣) عربة قلابة تملأ بالخرسانة من محطة خلط مركزية

٢ - العربة القلابية وعربات اللوري ( Dumpers & Lorries ) شكل رقم (٦ - ٢٣ ، ب ، ج ) .

وهما أرخص وأسهل وسائل النقل وفي حالة إنشاء الطرق الخرسانية والمطارات تستعمل السيارات القلابية لنقل الخرسانة على مسافة تصل إلى ١٠ كم من محطة الخلط وقد تؤثر العربات تأثيراً سيئاً على الخرسانة أثناء سيرها فتتلا إذا كانت الخلطة طرية أو مبتلة يحدث انفصال بين مكوناتها وإذا كانت جافة يحدث تصلب للخلطة فيؤدي إلى صعوبة تفريغها .



شكل رقم (٦-٢٣ ب)  
عربة قلابة صغيرة لنقل الخرسانة



شكل رقم (٦-٢٣ ج)  
عربة قلابة متوسطة لنقل الخرسانة

ونظراً لأن وعاء النقل في العربة القلابة على شكل هرم ناقص فإنه بهذا الشكل لا يحدث انفصال أثناء تحميل وتفريغ العربات ويمكن تشغيل اللورى أو العربة القلابة مباشرة إلى المكان المطلوب في حالة ما إذا كانت المسافة كبيرة وأيضا يمكن تفريغها في مكان واحد ونقلها بالجاروف للكان المحدد. وفي حالة المطارات التي يتطلب الأمر فيها خرسانة جافة لإنشاء الممرات تكون العربات القلابة سعة  $3 \times 3$  متر هي وسيلة نقل الخرسانة إلى مكان الرصف مباشرة. وطريقة النقل باللوريات والعربات القلابة هي الطريقة المثلى لنقل كميات الخرسانة المتوسطة والكبيرة من الخلطات إلى موقع العمل

ولسوء الحظ يحدث انفصال عند نقل الخرسانة ذات القابلية العالية للتشغيل بهذه الوسيلة ولتجنب هذا الانفصال يجب وضع الخلط قريباً ما أمكن من المواقع التي يكون العمل فيها كبيراً.

وإذا لوحظ بعد عمل جميع الاحتياطات حدوث انفصال أو انضغاط فيجب إخطار المهندس المسئول لفحص ومراقبة الخلط. فربما تكون الخلطة جافة ومبيلة بخلاف المطلوب.

٣ - جهاز رفع الخرسانة (مرفع الخرسانة) (Moists): شكل رقم (٦-٢٤) يمكن استعمال هذه المرافع (الأوناش) لنقل الخرسانة بمواقع العمل الصغيرة مثل إنشاء المنازل ويتغير استعمالها من وقت لآخر حسب طبيعة العمل وميزة الأوناش الرافعة التي تحمل ما مقداره  $7\frac{1}{2}$  طن لمسافة قد تبلغ ١٠ أو ١٥ متراً أنها سهلة التشغيل حتى أنه يمكن لستة أشخاص القيام بهذا العمل. ويمكن الحصول على الفائدة الكاملة لو وضعت



شكل رقم (٦-٢٤) مرفع لنقل الخرسانة

هذه الاوناش في المكان المناسب بالنسبة للخلاط وهي لا تستطيع العمل في الاماكن المرتفعة ولا تستطيع كذلك أن تستخدم في الاماكن التي تتغير المناسيب فيها تغيراً كثيراً.

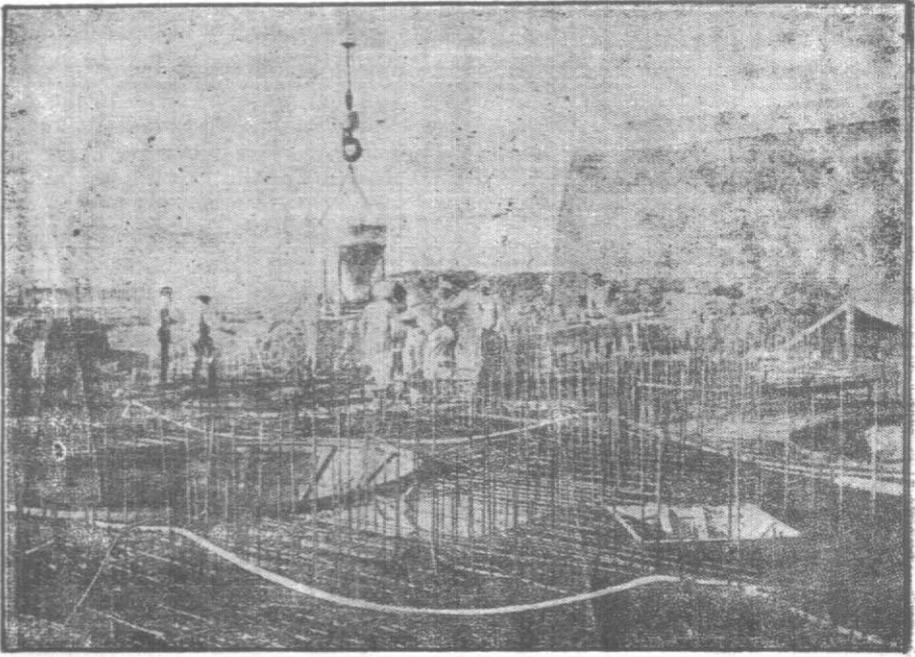
ويجب فحص جهاز رفع الخرسانة قبل استعماله للتأكد من أن الطريق صحيح ومتوازي مع السقالة كما يجب أن تكون قاعدته ثابتة وأن تكون الرياح في أسفل اتجاه العمل ويعاد فحص الجهاز بأكمله على فترات قصيرة ويتم هذا دورياً للتأكد من سلامة التركيبات وعدم الخروج عن الخط.

٤ — دلو الخرسانة أو الونش ذو الدلو (Concrete Buckets Or Crane Skips)

شكل رقم (٦-٢٥) :

تعتبر الدلاء من الوسائل الشائعة الموروثة في نقل الخرسانة وفي أعمال الهندسة المدنية ولقد امتدت استعمالها بعد ظهور الاوناش الهوائية (Cadle Crane) حيث تنقل من مكان محطة الخلط إلى موقع الونش الذي يرفعها بدوره إلى المكان المعد لصب الخرسانة.

وتتعدد أشكال وأحجام الدلاء وطرق تفريغ الخرسانة منها. فمنها المربع والمخروطي الشكل وتراوح سعتها من  $\frac{1}{4}$  إلى ٧ متر مكعب ولكن الشائع استعماله  $\frac{1}{2}$  متر مكعب على أنه في جميع الأحوال يجب ألا تقل سعتها عن طاقة الخلاط المستعمل .  
وكما تختلف أشكال وأحجام الدلاء تختلف أيضاً طرق تفريغ الخرسانة منها فنجد



### شكل رقم (٦-٢٥) نقل الخرسانة بالوتش ذى الدلو

أن بعضها مزود بفتحات جانبية أو في القاعدة والتي تقفل مفردة أو مزدوجة ويحدد جودة تشغيل الخرسانة وشكل المنشأ نوع الدلاء المستخدمة فلا تستعمل الدلاء ذات الفتحات الجانبية في حالة الخرسانة الجافة إذ أنها تستعمل للخرسانة جيدة التشغيل وكذلك فهي مناسبة في حالة الهياكل الخرسانية. أما الدلاء ذات الفتحات في القاعد فهي تستعمل في جميع الخرسانات سواء أكانت سهلة أم صعبة التشغيل .

وتوجد أنواع خاصة من الأوعية لصب الخرسانة تحت الماء وهذه الأوعية مزودة بأبواب محكمة الملق إما أن تفتح بواسطة غطاس أو بمجرد أن تلس القاع وتحرك الأبواب إلى الخارج تاركة الخرسانة تسقط تحت تأثير وزنها مع عدم اختلاطها بالماء. وقد دلت التجارب على أن الصعوبات التي تصاحب استعمال الدلاء والأوعية تنتج أثناء تفريغ الخلطة الخرسانية خصوصا إذا ما كانت الخرسانة المستعملة جافة وذلك لضيق الفتحات التي تخرج منها الخرسانة والتي تلتصق تبعا لذلك بجوانب الأوعية مما يؤدي إلى صعوبة تفريغها وتزداد الصعوبة في الدلاء ذات الفتحات الجانبية .

ولتفادي الانفصال الجيبي يكون من الضروري صب الخرسانة من أقرب ارتفاع ممكن لأن صب الخرسانة من ارتفاع كبير لا يسبب فقط انفصال الحبيبات بل يسبب أيضاً هز الشدة وقد يصل إلى انهيار أجزاء منها .

ولبعض الاوناش ذات الدلاء قاعدة يمكن فتحها والبعض الآخر يمكن قلبها لصب الخرسانة ويجب الانتباه أثناء العمل بالنوع الآخر لترك مسافة لقلب الدلو بدون هز التسليح أو الشدة .

#### ٥ - المجارى الخشبية أو المعدنية : ( Chutes )

يراعى في حالة استعمال مجرى - خاصة إذا كان المجرى طويلاً - أن تكون الخرسانة خاصية السيولة بدون انفصال للحبيبات ، ولمنع انفصال الحبيبات تترك عادة الخرسانة لتسيل من المجرى إلى قعر التخزين ومنها إلى العربات أو أى طريقة نقل لنقلها لموقع العمل . وبعد مدة من العمل - أو إذا أريد التوقف فترة - يفحص المجرى المعدني أو الخشبي المستعمل للتأكد من عدم انسداده بالخرسانة كذلك بعد غسل المجرى وتظيفه يجب التأكد من أن الماء المستعمل لم يتساقط على خرسانة حديثة الصب وذلك للحفاظ على نسبة الماء في الخلطة .

#### ٦ - السيور الناقله : ( Belt Conveyors )

وتستعمل في نقل الخرسانة للمسافات القصيرة ويمكن بواسطتها رفع الخرسانة إلى ١٠ أمتار وأكثر بدون صعوبة ولكنها غير صالحة للنقل في حالة ما إذا كانت الخرسانة لينة وفي الأماكن المنحدرة انحداراً كبيراً تكون هناك قابلية للانفصال بين مكونات الخرسانة عند مرور السيور على الدرافيل كما يحدث الانفصال أيضاً عند صب الخرسانة حيث يندفع الزلط إلى الأمام وتسقط المواد الناعمة إلى الخلف تحت طرف السيور . ولكن إذا كان هناك وعاء مبلل تنقل إليه الخرسانة فإن زرعاً من الخلط سوف يحدث للخرسانة .

#### ٧ - خطوط الديكوفيل ( السكة الحديد ) :

تعتبر هذه الوسيلة في النقل من الوسائل المفيدة في أعمال المباني التي تنشأ على مساحات واسعة وهي عبارة عن خط سكة حديد مفرد مثبت على فلنكات عرضية تسير فوقه عربات نقل الخرسانة . وتجري العربات بواسطة قاطرة تسير بسرعة تتراوح بين

٥ ، ٣ ميل في الساعة ومكب كل هربة حوالى ١ أو ٣ متر ويتكون الخط الحديدى من عدة قضبان مستقيمة طول كل منها ٤ أمتار وفي المنحنيات يمد الخط على أساس نصف قطر المنحنى ٤ أمتار وتعتبر هذه الوسيلة من وسائل النقل الاقتصادية في المسافات الطويلة لسهولة النقل وقلة الأيدي العاملة اللازمة للتشغيل، هذا ويمكن في المسافات الطويلة مد الخط الحديدى بميل قدره ١ : ٢٠ على أن تجهز العربات بأجهزة إيقاف أو توماتيكية لإمكان إيقاف العربات عند محطة الخلط أو في مكان الصب .

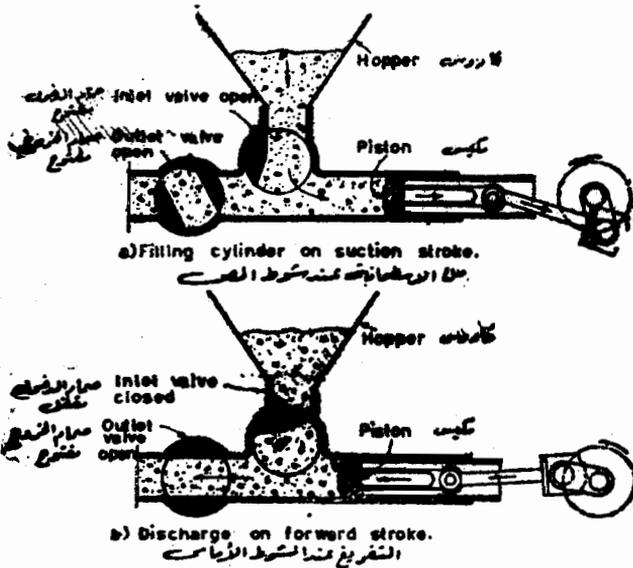
وعيب هذه الطريقة يتحدد في أنه إذا لم تتوفر الأعمال الكافية لاستغلالها اقتصادياً فإن مصاريف تركيب ونقل معداتها إلى مواقع أخرى تفوق مصاريف استعمال العربات القلابة ولوريات النقل . وثمة عيب آخر لا يقل أهمية عن سابقه وهو تأثير الهزات المفاجئة التي تتعرض لها الخرسانة عند وصلات القضبان والتي تؤدى إلى الانفصال في الخرسانة المبلة أو إلى زيادة النكس للخرسانة الجافة مما يجعل تفريغ الخرسانة من الصعوبة بمكان.

٨ — مضخات الخرسانة ( concrete pumps ) :

تعتبر هذه الطريقة من الطرق المستعملة بكثرة في نقل كميات كبيرة من الخرسانة من محطات الخلط المركزية على أنه يجب أن يكون موقع العمل مستوياً ويركب خط المواسير الناقل للخرسانة بأقل عدد ممكن من الأكواع .

ولا يمكن نقل جميع أنواع الخلطات الخرسانية بالطلببات ولو أنه من الوجهة العملية يمكن اعتبار مدى قوام الخرسانة الممكن نقها بالطلببات واسما بشرط احتوائها على نسبة كافية من مونة الإسمنت لتشحم المواسير ومنع انسدادها وتكون الطلبيبة المستعملة من اسطوانة بها صمام للسحب وآخر للضغط حيث يتم تشغيلها على التتابع والطلبيبة وعاء مخروطى تصب فيه الخرسانة غير أنه في بعض الأنواع يستبدل هذا الوعاء بآخر به بدالات لإعادة خلط الخرسانة . ويبلغ قطر الطلبيبة ٦ بوصات وتستطيع أن تدفع ٢٠ م<sup>٣</sup> من الخرسانة في الساعة وهذا يعادل إنتاج خلاط سعة مترم<sup>٣</sup> الخلطة تستغرق ٣ دقائق لحطها . وحيث أن طلببات الخرسانة كأي منشأ هندسى معرضة للتوقف أو الكسر فيمكن أن يقال أنها تستطيع أن تدفع عملياً حوالى ١٥ م<sup>٣</sup> في الساعة .

ويتلخص عمل المضخة في أنه في مشوار السحب يخلق صمام الكبس ويفتح صمام السحب الذى يسمح للخرسانة بالدخول في الاسطوانة حتى تملأ في نهاية هذا المشوار



WALVE ACTION OF CONCRETE PUMP.

فعل صمام مضخة الخرسانة

(شكل ٦ - ٢٦)

وفي مشوار الكبس يقفل صمام السحب ويفتح صمام الكبس وتخرج الخرسانة من خلاله شكل رقم (٦ - ٢٦) ويستغرق مشوارا السحب والكبس حوالي ١/٤ ثانية أى بمعدل حوالي ٤٥ ضربة في الدقيقة.

والصيانة المنتظمة ضرورية ولازمة للطلبة لذلك فإن عدداً من الاحتياطات يعتبر مراعاتها واجباً ضرورياً لمقاومة تأخير تآكل أجزاء الطلبة

بفعل الخرسانة. فمثلا يجهز المكبس بأجهزة غسل لتنظيف الأسطوانة من مونة الاسمنت وبالتالي يلزم أيضاً صيانة هذه الاجزرة خشية اختلاط ماء الغسيل بالخرسانة أو تغليف مونة الاسمنت والزل للاسطوانة وقد استعملت حديثاً في ضغط الخرسانة طلبات مزدوجة بغرض الحصول على تيار مستمر من الخرسانة وهي مزودة بمكبسين يعملان على التوالي في وصلات منفصلة تتصل في نهايتها بوصلة على شكل حرف Y

و تستطيع الطلبة - ٦ بوصة - أن تدفع الخرسانة إلى مسافة حوالي ٤٠٠ متر في مستوى أفقى أو ٤٠ متر رأسياً. ويلزم عند التخطيط للموقع الذى سوف تستخدم فيه الطلبات الإقلال ما أمكن من استعمال الاكواع. ويمكن استعمال الاكواع الحادة وقائمة الزاوية إلا أنه يجب تبعا لذلك تثبيت خطه المواسير تشبيهاً جيداً وكافياً للملافة رد الفعل المؤثر عليه عقب كل مشوار كبس من مشوار الطلبة وتثبيت الخط بشدات خاصة ومستقلة عن أى شدات مستعملة لغرض آخر وعند دفع الخرسانة إلى مستوى أعلى تكون زاوية ارتفاع خطه المواسير أكبر ما يمكن للوصول إلى المنسوب النهائى

بأسرع ما يمكن وبعبارة أخرى فإن دفع الخرسانة لمسافات طويلة ويبيطه أمران يجب تجنبهما. والخاطات المناسبة للنقل بالطلبات تعتبر تلك التي نسبة الركام إلى الاسمنت بها هي ٣ : ١ أو ٥ : ١ وتحتوى على حوالى ٤٠ ٪ رمل . وتتراوح نسبة الماء إلى الاسمنت بها من ٤٥ ٪ إلى ٦٠ ٪ أى أنه يستحسن أن تكون الخلطة غنية بالاسمنت تزيد فيها نسبة الرمل وجيدة التشغيل لا يحدث بها انفصال أو فقد لمياهها ومن جهة أخرى يمكن نقل الخلطات الفقيرة (١:٨) ذات الزلط حاد الزوايا بعد إضافة عامل مساعد لتحسين قابلية التشغيل واستعمال طلبات مزدوجة للنقل. ولا يمكن نقل الخلطات الجافة جداً أو المبللة جداً ويبلغ الحد الأقصى لمقاسات الركام المستعمل في الخرسانة المنقولة بواسطة طلبات ٦ بوصة حوالى ٢ بوصة ويفضل لو كان أقل من ذلك ( ١ ¼ ) وبالمثل بالنسبة لطلبة ٤ بوصة فإن أكبر مقاس للركام حوالى ٢ ¼ وليس من المعتاد نقل الخلطات الثنية جداً بالاسمنت لأن كياتها غالباً تكون غير كافية لاستخدام الطلبات في نقلها .

ويعتبر نجاح الخلطة في النقل بالطلبات متوقفاً على السهولة التي تنساب بها ، الاسطوانة وبمعنى آخر مقدرتها على تغذية الاسطوانة ذاتياً لأن تعيين عامل لرفع خرسانة داخل الطلبة أو حدوث انفصال للخلطة يظهران كثيراً من العراقيل أثناء عملية الخلط .

ويعتبر عدم احتواء الخلطة على نسبة كافية من الرمل من العوامل التي تؤدي إلى قفل خط المواسير وذلك لصعوبة تحريك الخلطة أمام المكبس في خط المواسير . كذلك فإن الخلطات التي لا تحترى على نسبة كافية من الرمل تتماسك مع بعضها البعض متحولة إلى كتلة من الخرسانة داخل المكبس، ويستدعى الأمر تنظيفها باليد وفي بعض الاحيان تسد المواسير كلياً أو جزئياً وتعالج هذه الحالة أولاً بالطرق على المواسير من الخارج في مكان القفل أو تغيير المسورة المسدودة إذا لم تجد الطريقة السابقة ويعتبر عدد العمال المشتغلين أو اللازمين للطرق على المواسير في محطة من المحطات معياراً لكفاءة هذه المحطة .

وهناك قواعد محددة لتشغيل طلبات ضغط الخرسانة وأولها تشعيم خط المواسير وعادة تكون بإدخال تيار سريع من الماء داخل المواسير ثم تتبع بمونة الاسمنت التي تحقق قبل مرور الخلطة مباشرة وبالإضافة إلى كل ذلك فإن الخلطة الأولى يجب أن تزداد لها نسبة الماء قليلاً عن بقية الخلطات وعندما يستدعى الأمر تطويل أو تقصير

خط المواسير فإن هذه العملية يجب أن تجرى بأسرع ما يمكن لتلافى انسداد المواسير .  
وعند نهاية الصب تنظف المواسير جيداً بإدخال سداة ملفوفة من ورق شكاثر  
الأسمنت تمرر بواسطة هواء مضغوط .

وتعتبر العناية والخبرة ضروريتان أثناء التنظيف لضمان توفير الهواء بالضغط  
الكافي واللازم لتحريك السداة داخل خط المواسير وفي بعض الأحيان لا يمكن  
تنظيف المواسير بواسطة السداة وفي هذه الحالة تنظف المواسير بإدخال يد طويلة  
التنظيف وتيار قوى من المياه وفي كل الأحوال يجب ألا تتعدى الخرسانة المنقولة زمن  
السيك الابتدائي لها وأى انتظار أكثر من ذلك يؤدي إلى عواقب لا يمكن ملاقاتها  
خاصة تصلب الخرسانة .

#### ٩ - ضواغط الهواء :

تعتبر هذه الطريقة أحدث الطرق المستعملة بنجاح لنقل كميات متوسطة أو كبيرة  
من الخرسانة وتناسب التكاليف عكسياً مع كميات الخرسانة المنقولة . وتختلف هذه  
الطريقة عن طريقة الطلببات في مزاياها وعيوبها .

ويجب أن تؤخذ في الاعتبار عند استعمال هذه الطريقة الاحتياطات الواجب  
مراعاتها في خطوط المواسير للطلببات .

ويتكون الجهاز المستخدم من وعاء من الحديد على شكل مخروط مقلوب مثبت  
به من أعلى قمع للملئ بالخرسانة ويقفل بواسطة مخروط قفل ومثبت بالوعاء من أسفل  
ماسورة لتفريغ الخرسانة وتستعمل هذه الطريقة بنجاح خاصة في أعمال تبطين الأنفاق .

#### وتتلخص طريقة التشغيل فيما يلي :

توضع خلطة الخرسانة في الوعاء ثم ينظف المخروط العلوي جيداً ويقفل ثم يدفع  
هواء مضغوط داخل الوعاء من أعلى وفي نفس الوقت من أسفل ويعمل ضغط الهواء  
العلوي على أن يظل مخروط القفل العلوي مغلقاً ويعطى في نفس الوقت ضغطاً على سطح  
الخرسانة داخل الوعاء .

أما الضغط السفلي للهواء فإنه يضغط على كمية صغيرة من الخرسانة يدفعها أمامة  
أفقياً في ماسورة توصيل حتى صندوق التفريغ المجهز بلوح من الصلب تصطدم به  
الخرسانة فتسقط من فتحة في أسفل هذا الصندوق ولا داعي لاستعمال هذا الصندوق

في أعمال تبطين الانفاق . وكما هو الحال في ضغط العنيمات فإن هذه الطريقة تستطيع أن تنقل الخرسانة لمسافة ٤٠٠ متر وترفعها مسافة ٤٠ متراً .

ولإمكان ضمان النجاح في تشغيل هذه الطريقة يجب مراعاة عدم تركيب أكواع أو انحناءات في مسافة الخمسة عشر متراً الأولى من ابتداء خط المواسير وبصفة عامة يجب الاستعانة بأقل عدد من الأكواع . وإذا كان المراد نقل الخرسانة إلى مستوى أعلى فيجب أن تكون زاوية ميل الخط كبيرة وأقرب ما يمكن لجهاز رفع الخرسانة لإمكان الاستفادة كلياً من ضغط الهواء في رفع الخرسانة . وعادة تستعمل مواسير بقطر يتراوح بين ٦٠،٤ وبتحدد قطر المواسير قُبماً لمقاس الركام المستعمل فتستخدم مواسير ٤ بوصة لركام ٢ بوصة ومواسير ٦ بوصة لركام ١ ١/٢ بوصة .

ويشتم خط المواسير بإمرار تيار من مونة الاسمنت قبل مرور الخلط مباشرة ويتسبب توقف السياب الخرسانة داخل الخط وكذلك استعمال خطاط من ركام لا يقاسب مع قطر المسورة إلى قفل خط المواسير الذي يمكن إزالته مبدئياً بالمحافظة على ضغط الهواء ثابتاً والطرق في مكان القفل بعد تحديده . وإذا لم تؤد هذه الطريقة إلى النتيجة المطلوبة تستبدل المسورة المسدودة بأخرى بأسرع ما يمكن .

مستويات نقل الخرسانة :

يمكن تصنيف طرق نقل الخرسانة بالنسبة لمستويات العمل كما يلي :

١ — نقل الخرسانة إلى مستويات عالية :

يمكن نقل الخرسانة بعدة طرق إلى المستويات العالية فثلاً توجد العربات ذات العجلة الواحدة من الصليب والتي يمكن رفعها برافعة وفي هذه الحالة قد تحمل الرافعة قادوساً لنقل إمداد مستمر من الخرسانة وفي طريقة أخرى قد يستخدم مرفع ( Hoist ) لرفع عربات اليد المملوءة بالخرسانة من الخلال إلى عربات اليد التي تجم على أفريز للرفع ثم ترفع إلى الارتفاع المرغوب حيث تجم وتفريغ حيث موقع الصب وتعود للخلال ثانية بطريقة المرفع .

ومن الوسائل المفيدة والتي تستخدم الآن عربات اليد التي تعمل بالبازين .

ومن الطرق الشائعة أيضاً مناولة الخرسانة إلى المستويات العالية بطريقة القادوس

حيث يرفع بالمرفاع الذي يحمل الخرسانة ويصبها في المكان المطلوب .

٢ - نقل الخرسانة إلى مستويات تحت الأرض :

إذا كانت الخرسانة ستوضع أسفل سطح الأرض فمن الأفضل عموماً أن تخلط عند مستوى سطح الأرض وتقل بالجاذبية . وفي هذه الطريقة تسير الخرسانة في المجرى المائل المفتوح من الخلاط إلى المكان الذى ستوضع فيه ، وقد يستخدم فى هذه الحالة صندوق أو أنبوبة بدلاً من المجرى المائل المفتوح . ويجب أن يلاحظ فى هذه الطريقة أن انحدار المجرى المائل هذا يعتمد على قوام الخرسانة وربما يكون أكثر ميلاً بالنسبة للخطات الجافة عن الخطات المبللة .

٣ - نقل الخرسانة على سطح الأرض :

وطرق النقل هذه تستعمل فى أعمال الطرق حيث تصب فيها الخرسانة بالراحة عند مستوى الأرض بقادوس يمر على ككرة ملتصقة بالخلاط . واسطوانة الخلط تفرغ مباشرة فى القادوس الذى ينقل على طول الككرة التى يمكنها أن تتحرك جانبياً من جانب إلى آخر .

اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ :

نصت أسس التصميم وشروط التنفيذ لأعمال الخرسانة على ما يلى بالنسبة لنقل الخرسانة لموضع الصب :

• وفى حالة الخلط الميكانيكى يجوز تفريغ العبوة من الاسطوانة للنقل رأساً أو عن طريق الولش الرافع أو الميزاب أو مضخة الخرسانة . كما يجوز تفريغها على طبلية توطئة لنقلها يدويا . ويراعى عدم تفريغ عبوة جديدة على الطبلية قبل تمام نقل العبوة السابقة ، وأيا كانت طريقة الخلط يراعى عدم بقاء العبوة مدة طويلة على الطبلية بعد استكمال خلطها سيما فى درجات الحرارة المرتفعة ، فإذا تجاوز ذلك مدة عشر دقائق جاز استعمالها بعد إعادة تقليبها يدويا بدون إضافة الماء . وأيا كانت وسيلة نقل الخرسانة يراعى اختصار مدة النقل حتى يتضاءل احتمال حدوث انفصال لموادها أو فقد للبونة .

( ج ) الصب :

تعتبر عملية الصب من أهم العمليات التى تمر بها الخرسانة فالصب يتم خلال الفترة البسيطة التى تتحول فيها مكونات الخرسانة من زلط ورمل وأسمنت وماء إلى مادة لدنة

ثم تتحول بعد ذلك إلى مادة صلبة قوية . وإن الاهتمام بعملية الصب يعطى تأثيراً كبيراً في الحصول على خرسانة ذات مقاومة عالية . وتوجد عوامل كثيرة تؤثر على عملية الصب نفسها وسنحاول عرض بعض هذه العوامل فيما يلي :

### ١ - الإعداد للصب :

يجب قبل البدء في الصب أن تراجع المقاسات والأبعاد والمناسيب وحديد التسليح جيداً فإن أى خطأ يمكن إصلاحه في الشدة أو في المناسيب قبل الصب أما بعد الصب وشك وتصلد الخرسانة فإن ذلك يكون صعباً جداً وربما يكون مستحيلاً . ولذا يجب عمل هذه المراجعة قبل الصب بيوم لكي يبدأ في الإعداد للصب بعد المراجعة . ويجب حساب الكميات وإعداد المواد المطلوبة من زلط ورمل وأسمت وماء وذلك بكميات لا تقل عن كميات الصب حتى لا يتوقف العمل في حالة ظهور أى نقص في إحدى اللواد . كما يجب على المهندس للتأكد من أن حالة المعدات الميكانيكية التي ستستعمل في الصب جيدة حتى لا يفاجأ بتطلبها أثناء الصب، وبعد الاطمئنان عليها يجب أن تتخذ الاحتياطات اللازمة في حالة حدوث أى عارض غير متوقع وذلك بأن تكون هناك معدات احتياطية من خلطات وهزازات وعربات نقل وغيرها .

كما يجب إعداد السقالات والمرات العلوية بحيث تضمن سير العمال بدون السير على الخرسانة بعد الانتهاء من صبها لذلك يجب دراسة خطة سير العمال أثناء الصب . كما يجب أن تكون هذه السقالات عريضة حتى تضمن عدم اعتراض العمال بعضهم البعض أثناء المرور عليها . كما يجب أن تكون متينة ومرمجة في الميول لضمان سلامة العمال أثناء العمل وتعمل سقالات مرفوعة عن أعلى سطح حديد التسليح في البلاطات الخرسانية يتمكن العمال من السير عليها في وسط البلاطات الخرسانية بدون السير على حديد التسليح حتى لا يفتنى . ويجب الاعتناء بتجهيز الأدوات اللازمة للصب حتى لا يحدث أى تعطيل أثناء العمل كما يجب إحضار العدد المناسب من العمال للكميات التي ستصب لأن استخدام عدد من العمال أقل من المطلوب يأتي بنتيجة ضارة، إذ أن كفاءة الآلات قد تنتج كميات من الخرسانة لا يمكن للعمال نقلها فإما أن تشك الخرسانة أو يضطر إلى تقليل تشغيل الآلات وهذا يعطى نتيجة غير اقتصادية . كما أن تقليل عدد العمال قد يجعل من الضروري إيقاف الصب في أماكن مخالفة للأماكن المفروض إيقاف الصب فيها . كما يجب أن يكون العمال

من المتخصصين كل في عمله مثل الفورجي أو عامل الهزاز والكراك وفي حالة الاضطرار إلى الاستمرار في عملية الصب لئلا فإنه يجب عمل التجهيزات اللازمة لاستمرار العمل وترتيب الإنارة الكافية لضمان حسن سير عملية الصب .

#### ٢ - ضبط رمى الخرسانة :

من المستحسن دائماً الصب على طبقات لا تزيد عن ٥٥ سم وذلك لكي يمكن دمكها، جيداً ولضمان التأكد من هزها بالهزات . كما أن ذلك يقلل الضغط على جوانب الشدة ويجب عدم الصب من ارتفاعات كبيرة لمنع الانفصال . ويجب أن يراعى أثناء رمى الخرسانة ألا يخرج جزء منها عن المكان المحدد للصب وذلك إما بحرص العمال على رمى الخرسانة من ارتفاعات بسيطة أو برمي الخرسانة على بحار خشبية أو معدنية توضع في وضع مائل مقابل لمكان رمى الخرسانة فنزل الخرسانة على هذه البحار إلى أن تصل إلى المكان المطلوب وبهذه الطريقة يقل الفاقد . ويجب عند قرب الانتهاء من الصب أن تقدر الكميات المطلوبة حتى الانتهاء من الصب لأنه كثيراً ما تشمل الخلاطات زيادة عن الكميات المفروض صبها مما يضر في النهاية إلى الاستغناء عن هذه الكميات .

#### ٣ - الصب في الأماكن المفتوحة والمقفلية :

إن الصب في الأماكن المفتوحة مثل القواعد الخرسانية الكبيرة لا يحتاج إلى مجهود كبير في مراعاة طريقة الصب حيث أن كل كميات الخرسانة التي يتم رميها تظهر للعين فيمكن الصب في أكثر من منطقة ويمكن ذلك بدون تمارض العمال مع بعضهم البعض ويمكن تشغيل الهزازات فيها بسهولة . كما أنه في المناطق المفتوحة يمكن صب كميات كبيرة نسبياً نظراً لعدم وجود عوائق .

أما في الأماكن المقفلية مثل الأعمدة ذات القطاع الصغير أو الحوائط الخرسانية ذات السمك الصغير فإن الصب يكون صعباً ويحتاج إلى عناية خاصة لضمان عدم تعشيش الخرسانة ولضمان ملء كل فراغ في هذه الأماكن . وفي بعض هذه الأماكن يصعب استعمال الهزاز الداخلي فإما أن نستعمل الهزازات الخارجية على الفرع أو قد لا يستعمل الهزاز لذلك نحتاج للعناية بالصب نظراً لأنه لا يمكن رؤية الخرسانة جيداً داخل الفرع .

#### ٤ - الصب على خرسانات قديمة :

يجب عند الانتهاء من الصب ترك السطح العلوي للخرسانة خشناً وعدم تسويته

في حالة صب خرسانات بعد ذلك على هذا السطح وذلك ضمناً لزيادة التماسك بين الخرسانات التي صبت قبل ذلك بيوم أو أكثر .  
أما في حالة عدم الصب فوق هذه الخرسانات بعد ذلك فيجب الاعتناء بتشطيب وجه الخرسانة العلوى وتسويته تماما ودمك لتقليل الفراغات الهوائية على سطح الخرسانة .

وعند البدء في صب خرسانات جديدة على خرسانات تم صبها قبل ذلك بيوم أو أكثر فإنه يجب تنظيف السطح العلوى للخرسانة وإزالة ما قد يكون موجوداً من زلط غير متماسك مع الخرسانة على السطح العلوى ويجب أيضاً تنظيف حديد التسليح بالفرشة السلك لإزالة ما علق به من مونة من الصب السابق وذلك لضمان التماسك بين الحديد والخرسانة الحديثة ويندى السطح العلوى مكان الرباط بالماء ويوضع بعض لباني الاسمنت عليه ثم يبدأ في الصب بعد ذلك . ويجب الاعتناء جيداً بهذه الخرسانة في أماكن الرباط لضمان التماسك بين الخرسانة القديمة والحديثة . وكذلك بين الحديد والخرسانة . هذا ويجب أن تكون نسبة الاسمنت إلى الماء في لباني الاسمنت المستعمل ماثلة لتلك المستخدمة في الخرسانة التي سوف تصب .

#### ملاحظة :

يحدث كثيراً أن تراكم كميات من الخرسانة التي تم خلطها على بعضها البعض وعند أخذ الخرسانة للصب تؤخذ فقط من الجزء العلوى الظاهر ثم يرمى ما تم خلطه من الخلاط على كمية تحتها لم تؤخذ للصب بعد وتكرر هذه العملية ويترك الجزء الاسفل حتى يشك ثم يؤخذ بعد ذلك للصب لذلك يجب الحرص على عدم إنزال الخلطة من الخلاط قبل أن يتم رفع كل كمية الخرسانة أمام الخلاط لضمان عدم استعمال خرسانة تم شكها .

#### هـ - أماكن إيقاف الصب :

إن أهمية اختيار المكان الذي ينتهى عنده الصب بالنسبة للبلاطات والكمرات في الاسقف أو الاعمدة يحتل المكان الاول في ضمان سلامة المنشأ . فمن المستحسن دائماً أن تصب الاسقف على دفعة واحدة كلما أمكن ذلك لأن مكان الربط في الخرسانة يكون غالباً أضعف مما إذا لم يكن هناك مكان للربط .

ويجب على المهندس أن يوقف صب الخرسانة في الأماكن التي يكون عندها عزم

الانحناء يساوى صفراً أو في أماكن أقل عزم انحناء وأن يترك السطح النهائي مائلاً خشناً في البلاطات والكمرات وأفقياً خشناً في الأعمدة .

ويفضل إيقاف الصب بعد الركيبة مباشرة ويكون الصب من جهة الركيبة . كذلك من الأفضل ألا يترك مكان الربط لمدة طويلة قبل أن يكمل الصب بعد ذلك ليوم أو أكثر فكلما كانت المدة بسيطة كلما كان التماسك أفضل .

ويجب البدء في الصب بالكمرات الرئيسية أولاً ثم الثانوية ثم السقف وذلك في منطقة الصب وخضمان التأكد من أن الخرسانة قد ملأت كل الأماكن المطلوبة . وفي بعض الأحيان يستحسن الصب من جهتين متقابلتين من الأسفل إذا كان البدء من ناحية واحدة يؤثر في عدم التوازن بالنسبة للشدة الخشبية .

#### ٦ - صب الخرسانة الكتلية :

يتم صب الخرسانة الكتلية على قترات وقد يترك السطح النهائي للخرسانة المصبوبة خلال إحدى القترات معرضاً لعوامل تجعل هذا السطح غير معد لعملية التماسك الصحيحة مع الطبقة التالية . وعلى ذلك يجب تنظيف هذا السطح من أية مواد قد تراكم عليه أثناء فترة ما بين صب الطبقتين . هذا ويتم الصب على طبقات تتراوح بين ٤٠ ، ٥٠ سم في السمك مع مراعاة أن تنظم عملية الصب بحيث لا تبدأ أية طبقة في الشك قبل صب الطبقة التي تليها إذ أن الخرسانة سوف لا تتحمل الاجهادات الناتجة عن عملية صب الطبقة التالية ودمكها ، وإذا كان من الضروري صب الخرسانة بمعدل بطيء فإنه يجب أن تأخذ الخرسانة في الطبقة الأولى الوقت الكافي لكي تتصلب بالدرجة الكافية لمقاومة الاجهادات الناتجة عن عملية الدمك في الطبقة التالية وبراعى أن يكون سطح الاتصال مشعباً بالماء عند بدء الصب على ألا يحتوي على فقاعات مائية طافية على السطح لأنها تخلق مناطق ضعف في سطح الاتصال .

#### ٧ - الصب بطريقة الضخ ( Pumpcrete )

إن الصب بطريقة الضخ من أفضل الطرق للصب فيمكن باستخدامها التحكم في الصب إلى أقصى درجة ممكنة حيث يمكن توجيه المواسير التي تمر داخلها الخرسانة إلى المكان المطلوب تماماً . كما أن السرعة التي يتم بها الخلط ووصول الخرسانة إلى المكان المطلوب تضمن عدم شك الخرسانة قبل صبها . ولا يمكن استعمال هذه الطريقة إلا في الأعمال التي

تحتاج إلى كميات كبيرة من الخرسانة وفي الأماكن المفتوحة للصب .

وبالرغم من مميزات الصب بطريقة الضخ فإن تعطل مكنة الضخ عند العمل والخرسانة بداخلها من الخطورة بـمكان ، فقد يقف الصب في مكان غير مرغوب فيه كما أن إخراج الخرسانة من المواسير يتحتم عمله قبل أن تشك الخرسانة داخلها .

٨ - استعمال الأوناش والعربات في الصب :

إن استعمال الأوناش في الصب يسهل العمل كثيراً وتوجد أنواع كثيرة منها ومن أبسطها الأوناش اليدوية التي توضع في الأماكن المرتفعة عند الصب على الأرض وترفع الخرسانات بواسطتها وهي لا تحتاج لأي وقود .

وتستعمل الأوناش الميكانيكية في الصب ومنها المتحرك الذي يرفع الخرسانات ويحملها إلى مكان الصب أو الثابت في مكانه ويحرك ذراعه فقط بحيث يوضع في منتصف المسافة بين منطقة الخلط ومكان الصب .

ومن فوائد الأوناش أنه يمكنها رفع الخرسانات التي تصب على الأرض إلى أماكن الصب العالية التي قد تصل إلى ما يزيد عن ٥٠ متراً ارتفاعاً ، كما يمكنها الصب في أماكن الصب المنخفضة وبذا توفر مجهوداً بشرياً كبيراً . ويعتبر تشغيل الأوناش غير اقتصادي إلا في حالة الأعمال الكبيرة .

وقد تستعمل عربات الديكوفيل وحتى عربات السكة الحديد في نقل الخرسانة إذا اضطر إلى تواجد مكان الخلط بعيداً عن مكان الصب . كما أن استعمال السيارات القلابه ذات الحمولات الكبيرة يعطى نتائج مرضية في توفير الوقت لعملية الصب .

٩ - الصب والانفصال الجيد :

من المعروف أن عملية صب الخرسانة هي عملية وضع الخرسانة الطازجة المخلوطة خلطاً جيداً في مكانها في الهيكل الإنشائي للبنى ويراعى في عملية الصب ألا يحدث أي انفصال في الخرسانة سواء كان بين المونة وبين حبيبات الركام الكبير أو بين الخرسانة وبين حديد التسليح ويراعى أيضاً إذا حدث هذا الانفصال بنسبة صغيرة فإنه يجب اتخاذ الاحتياطات الكافية لتقليل أثر هذا الانفصال حتى تكون الخرسانة متجانسة ليتحقق الحصول على المقاومة موزعة توزيعاً صحيحاً يتفق مع الأسس التصميمية للخرسانة .

هذا وقد يحدث الانفصال نتيجة الخطأ في عملية الصب كما في الحالات الآتية :

(١) صب الخرسانة في القرم العميقة :

عند صب الخرسانة في القرم العميقة كما في الأعمدة والحوائط السائدة بتركها تسقط من ارتفاع الشدة إلى قاعها فإن الحبيبات الكبيرة تسقط أولاً إلى قاع الشدة بينما تطفو الحبيبات الأخرى الخفيفة خاصة الماء على السطح بما يسبب الانفصال أو تكون خرسانة القاع قليلة التماسك نظراً لاحتوائها على كمية قليلة من المونة الاسمنتية كما تكون أيضاً عتسوية على كمية كبيرة من الركام الكبير بينما تكون الخرسانة في الأجزاء العليا لدنة لاحتوائها على كمية كبيرة من الماء كما تكون كمية الرمل والحبيبات الصغيرة من الركام الكبير كبيرة نسبياً كما تحتوي أيضاً على كمية كبيرة من الاسمنت فيحدث الانفصال في الخرسانة ويحدث اختلال في توزيع القوى على أجزاء العمود أو الحائط الساند .

فتلأ عن أن بعض أجزاء المونة الاسمنتية تلتصق بأسياخ التسليح وتشك قبل أن يصل مستوى الصب إلى مستواها مما يضعف من قوة التماسك مع حديد التسليح . وقد يحدث تهشم أو انثناء في القرم نتيجة للاصطدام بين حديد التسليح مع حبيبات الركام الكبير .

وفي الارتفاع المتوسط للأعمدة والحوائط السائدة يمكن الصب مباشرة من الفتحة العليا خلال فتحة رأسية على هيئة قمع كبير حتى لا تصطدم الخرسانة مع جوانب الشدة فيحدث الانفصال لأن الحبيبات الكبيرة ترند بسرعة أكبر عند الاصطدام فيحدث تراكم لها في أحد جوانب قاع الشدة .

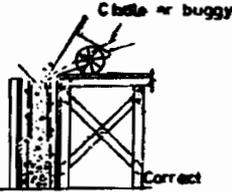
وعلى وجه العموم فإن إسقاط الخرسانة من مسافة مناسبة خلال أنبوبة مناسبة يكون أقل خطأ من تركها تصطدم بجوانب الشدة عند إسقاطها من مسافة أقل كما هو موضح بالشكل رقم (٦ - ٢٧) ، (٦٠ - ٢٨) .

ولتلافى حدوث انفصال عند الصب في القرم العميقة يستحسن أن تصب الخرسانة خلال فتحات جانبية تصنع في الشدة على ارتفاعات مختلفة ثم تصب الخرسانة خلال هذه الفتحة على طبقات مختلف سمكها باختلاف نوع المصنوع الإنشائي وباختلاف نوع وقوام الخرسانة ففي الأجزاء المسلحة تصب على طبقات تتراوح بين ١٥ و ٣٠ سم وذلك لكي

مركبة مائل (مسطح)  
أو مركبة قفصية

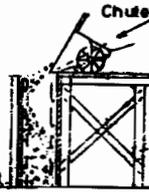
مركبة مائل (مسطح)  
أو مركبة قفصية

صحيح



Correct

غير صحيح



Incorrect

يكون تجنب الانفصال بتفريغ الخرسانة في كل دورة وتحت راحة المسط وهذا الترتيب يحفظ السدانة والحدود نظيفة حتى تنظير الخرسانة

Separation is avoided by discharging concrete into hopper feeding into drop chute. This arrangement also keeps forms and steel clean until concrete covers them.

Permitting concrete from chute or buggy to strike against form and ricochet on bars and form faces causes separation and honeycomb at the bottom.

يجب الخرسانة تصدم القوالب وتترسبات حديد على مسطح التسليح وأوجه القوالب يسبب انفصال وتقسيم قات القاع

PLACING IN TOP OF NARROW FORM.

وضع خرسانة في أعلى قوالب ضيقة

صحيح



Chute and pocket built into form

تثبيت مسطوح وجيب في القوالب

Drop chute to movable pocket or opening in form

سقوط المركبة المائلة الى جيب متحرك أو فتحة في القوالب

Correct



Incorrect

انفصال

غير صحيح

يسقط الخرسانة رأسياً في الجيب الخارج من كل دورة في القوالب بحيث يتساقط الخرسانة ببطء وتنساب بدون انفصال

Drop concrete vertically into outside pocket under each form opening so as to let concrete stop and flow easily over into form without separation.

Permitting rapidly flowing concrete to enter forms on an angle invariably results in separation.

السماح للخرسانة بسرعة منسد الى القوالب في زاوية حادة يؤدي حتماً الى انفصال

PLACING IN DEEP NARROW WALL THROUGH PORT IN FORM.

وضع الخرسانة في حائط ضيق وعميق فتحة في القوالب

صحيح



Correct

غير صحيح



Incorrect

يجب ان يصب الخرسانة في حائط مسطح خرسانة سابقة السب

Concrete should be dumped into face of previously placed concrete.

Dumping concrete away from previously placed concrete causes separation.

كذلك الخرسانة يسبب حائط السابق فيسبب انفصال

PLACING SLAB CONCRETE FROM BUGGIES.

صب بوطه خرسانة من العربات القفصية

PROPER INTRODUCTION OF CONCRETE INTO FORMS WILL PREVENT SEPARATION OF CONSTITUENTS.

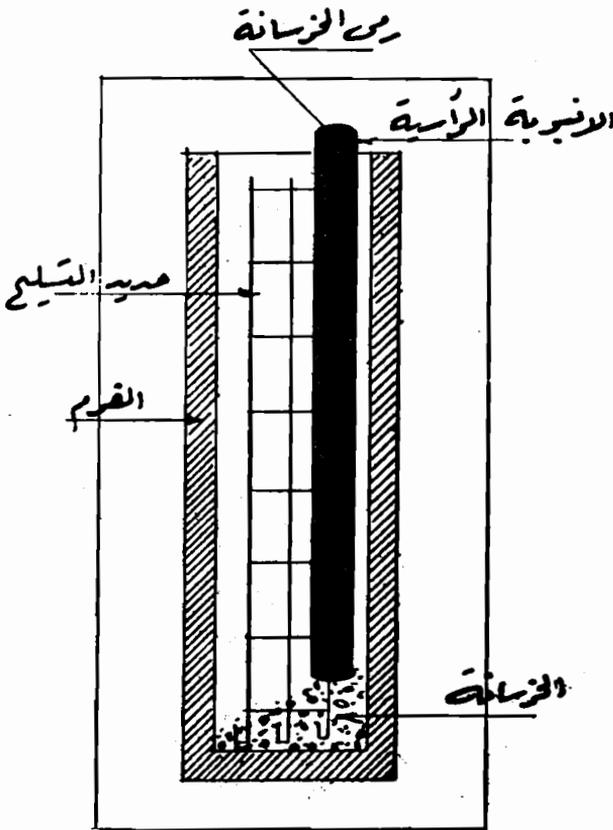
الادخال الصحيح للخرسانة في القوالب يمنع الانفصال الجيبي لكونها

شكل رقم (٦ - ٢٧)

تكون هناك فرصة لتوزيع الخرسانة توزيعاً جيداً حول حديد التسليح ويراعى ألا تصب الخرسانة خلال الفتحة الجانبية بكميات كبيرة حتى لا تحدث السداداً في الفتحة ويصب لإزالة الخرسانة على مستوى الصب .

(ب) صب الخرسانة إلى مستوى مائل :

يحتاج الأمر في بعض الأحيان صب الخرسانة على مستوى مائل ويجب في هذه



الحالة أن تصب الخرسانة

ابتداءً من النهاية السفلى

للمنحدر لأنه إذا بدأنا

بالصب من الجزء العلوي

وذلك بوضع الخرسانة

عليها ثم تركها تنحدر

تحت تأثير وزنها فإن

الحبيبات الكبيرة من

الركام تنحدر أو لا وترآم

في نهاية المجرى بينما تبقى

الحبيبات الصغيرة مع

المونة في أعلى المنحدر

ويحدث الانفصال الحبيبي .

(ب) صب البلاطات :

يحدث الاقصال عند

صب البلاطات نتيجة

لصب الخرسانة عن مكان

شكل رقم (٦ - ٢٨)

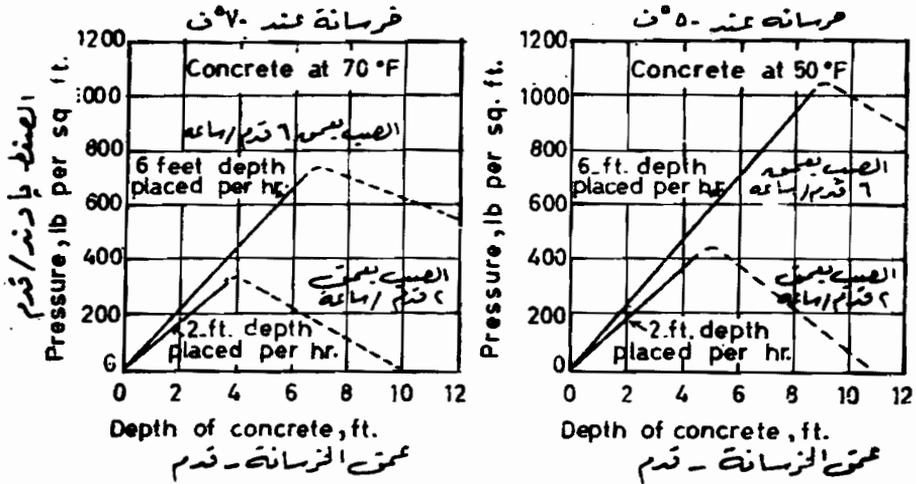
صب الخرسانة في عمود خلال أنبوبة رأسية

صب الدفعات السابقة منها ويجب أن يتم الصب بحيث تصب كل كمية في مواجهة الكمية

السابقة والشكل (٦ - ٢٧) يوضح طريقة الصب العملية .

ويراعى في حالات الصب المختلفة ضرورة ربط القرم بإحكام لتحمل بكفاية

الضواغط الناتجة عن عملية الصب التي تزداد بازدياد عمق الخرسانة كما يقين من الشكل (٦ - ٢٩) كما يجب مراعاة أن تكون وصلات الإنشاء الأفقية مستقيمة ومستوية كما هو موضح بالشكل (٦ - ٣٠).



PRESSURE ON FORMS FOR VARIOUS DEPTHS OF CONCRETE. CONC. RETE VIBRATED INTERNALLY. NORMAL CEMENT CONTENT, CONSISTENCY, AND WEIGHT OF CONCRETE

الضغط على الشدات للأعماق المختلفة للخرسانة. الخرسانة هبت بإخليا - محتوى عادي للأسمنت، والقوام، ووزن الخرسانة

شكل رقم (٦ - ٢٩)

(د) صب الخرسانة تحت الماء :

إن صب الخرسانة تحت الماء وفي الأساسات ذات الأعماق الكبيرة - كافي أعمال القيسونات - يتطلب طرقاً أخرى غير الطرق المستخدمة في الأعمال العادية. فالعناية بمراقبة العمل ضرورية جداً إذ أن إخفاق المنشآت الخرسانية - خاصة تلك الموجودة في ماء البحر - أحيانا ما يحدث نتيجة لعدم توافر المراقبة الكافية أو الابتعاد عن الطريقة المناسبة لإجراء العمل. وبالمثل في أعمال القيسونات والأساسات العميقة إذا لم تتخذ الاحتياطات الملائمة في الصب فإنه ينتج التمشيش والإنفصال الجببي.

والطرق المستخدمة في الصب تحت الماء هي :

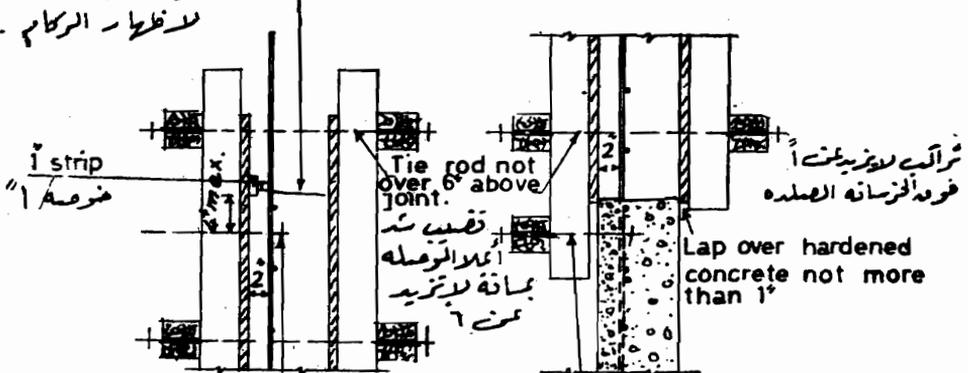
- |                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| Tremie            | ١ - طريقة القادوس        |
| Bucket            | ٢ - طريقة الدلو          |
| Grouted Aggregate | ٣ - طريقة الركام المحقون |
| Sacked Concrete   | ٤ - طريقة أكياس الخرسانة |
| Concrete Pumping  | ٥ - طريقة ضخ الخرسانة    |

ويمكن بيان تلك الطرق تفصيلا كما يلي :

١ - طريقة القادوس شكل رقم (٦ - ٣١) :

توضع الخرسانة الى مستوى الخط المنقطع . تترك لتستقر وترد الى الزيادة حتى قاع القوامة تترك القوامة وتكشط الوصلة لسطح الركام .

Place concrete to level of broken line. Allow to settle and strike off to bottom of strip. Remove strip and broom joint to expose aggregate.



5/8" Threaded bolt greased for easy removal Bolt to hold forms tight against hardened concrete.  
 المرحلة الأولى المرحلة الثانية  
 صمولة كلدروط ٥/٨ تسهل إزالة الصمولة لسهولة إخراجها . الصمولة لتربط القوامة على الخرسانة الصلبة

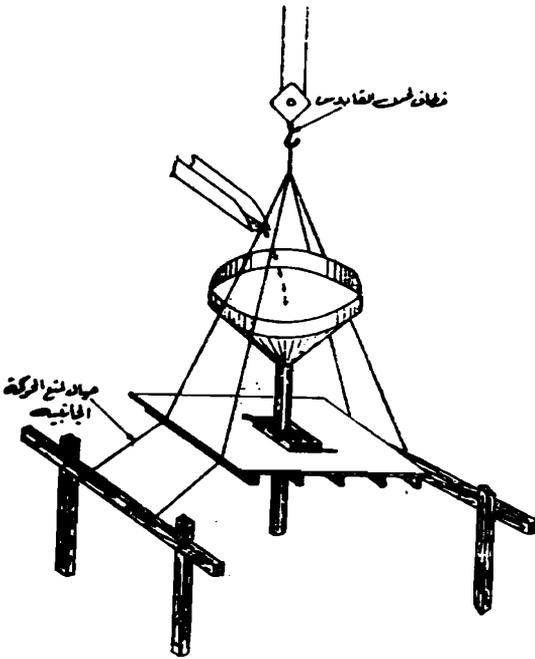
يجب عمل وصلات الانشاء الأفقية مستقيمة ومستوية . وبسوية الخرسانة حتى سطح القوامة المسوية في القوامة تحصل على النتيجة المطلوبة

HORIZONTAL CONSTRUCTION JOINTS SHOULD BE MADE STRAIGHT AND LEVEL. BY STRIKING OFF THE CONCRETE TO A LEVEL STRIP NAILED TO THE FORM THE DESIRED RESULT WILL BE OBTAINED.

يصب الجزء الأعظم من الخرسانة تحت الماء بهذه الطريقة ويتكون القادوس من ماسورة غير منفذة للماء غالباً بقطر ٢٥ سم وبطول كاف ليصل من مكان العمل فوق سطح الماء إلى أعقق نقطة في مكان الصب ويتصل بالماسورة من نهايتها العليا قمع استقبال وفي بعض الأحيان تزود النهاية السفلى للماسورة بصمام خاص .

وتنص المواصفات على وجوب عمل القرم غير المنفذة للماء بقدر الإمكان وذلك لتقليل سرعة انسياب الماء إلى أقل من ٣٠ متر/دقيقة داخل الحيز المزعم ملؤه بالخرسانة. وتظهر أهمية هذا الإجراء حيث تتكون التيارات المائية أو في حالات الصب في مجارى

الأنهار كما يجب عدم ضخ الماء من القوالب أثناء عملية صب الخرسانة ويراعى ألا يبدأ الضخ إلا بعد ٢٤ ساعة من انتهاء الصب .



شكل رقم (٦ - ٣١)

قادوس لصب الخرسانة تحت الماء

درجة الحرارة أثناء الصب أعلى من اللازم حيث أن مقاومة الخرسانة تنقص إذا ارتفعت درجة الحرارة عن ٢٦° م ،

ولصب الخرسانة بواسطة القادوس يجب أن تكون درجة التشفيل للخرسانة وتونسكها وانسيابها جيدة وهذا يتطلب أن يكون هبوط القوام عالياً نسبياً عادة من

١٠ - ١٥ سم. ولكي تزيد من الخواص السابقة عن نظيرتها في الخرسانة العادية لا بد من استعمال نسبة عالية من الماء. وبالتبعية لا بد من استعمال خلطة غنية بالاسمنت وفي العادة لا يقل الاسمنت عن ٧ شكاير لكل متر مكعب من الخرسانة .

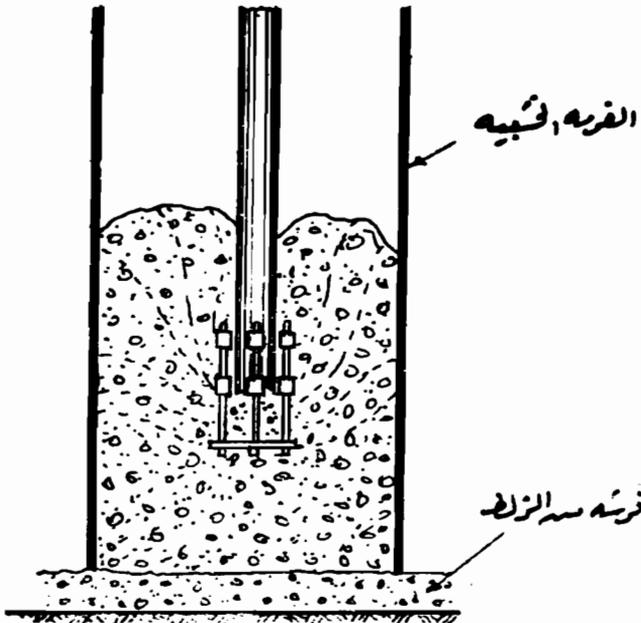
ونسبة الركام الصغير والكبير يجب أن تكيف لنحصل على درجة التشغيل اللازمة مع استعمال نسبة عالية قليلا من الركام الناعم عن نظيرتها في الخرسانة العادية. فنسبة الركام الصغير غالباً ما تتراوح بين ٥٥ ، ٥٠ في المائة من كل الركام وهذا يتوقف على التدرج الحبيبي للركام، ومن المهم أيضاً أن يحتوى الركام على نسبة كافية من المواد التي تمر من المتخلين رقم ٥٠ ، ١٠٠ وذلك ليفتح خلطة متاسكة على درجة عالية من التشغيل وتنص مواصفات ركام الخرسانة ألا تقل نسبة الركام الذي يمر من منخل رقم ٥٠ عن ١٠٪. وألا تقل نسبة المار من منخل ١٠٠ عن ٢٪. والركام الصغير يجب أن يحقق هذه الشروط ويستحسن في أحيان كثيرة أن تزيد نسبة المواد الناعمة قليلا عما هو مذكور وفي غالبية الأعمال يكون المقاس الاعتباري الأكبر للزلط ١٠ أو ٢ بوصة .

وتراعى احتياطات كثيرة في نقل وصب الخرسانة وذلك لتقليل الانفصال الحبيبي ففي أثناء صب طبقة من الخرسانة يجب تجنب أى عمل قد يؤدي إلى حدوث أى أضرار بالطبقة السابقة وبمجرد البدء في عملية الصب يجب أن تمنع أى حركة جانبية للقادوس مثل هذه الحركة تؤدي إلى تلف الخرسانة التي تم صبها .

وعند نقل القادوس يجب رفعه رأسياً من الخرسانة ثم نقله إلى وضعه الجديد وعندما يتطلب العمل صب كمية كبيرة من الخرسانة على مساحة واسعة يكون من الأفضل استعمال أكثر من قادوس واحد وفي هذه الحالة يجب أن يرتب العمل بحيث يتم توصيل الخرسانة إلى كل القواديس بنفس المعدل المنتظم تقريباً . وفيما يتعلق بالمسافة بين كل قادوس والذي يليه أو بالمساحة التي تصب بكل قادوس فالآراء مختلفة ويفضل ترك هذه النقطة لطبيعة العمل وتقدير المسئول عن التنفيذ . ولقد نجحت بعض العمليات التي كان تشغيل الواحد منها مساحة قدرها ١٠٠م<sup>٢</sup> . ويرى بعض المهندسين ألا يزيد البعد بين كل منها عن ٤ أو ٥ أمتار وفي معظم الأعمال التي حصل فيها على نتائج مرضية كانت المسافة بين مراكز مستويات الخرسانة من ٧ إلى ٨ أمتار وحيث يكون هناك قداخل في التسليح يكون من الضروري استخدام فراغات ضيقة . ولبدء العمل بواسطة القادوس ذي النهاية المفتوحة فإن هذه النهاية غالباً ما تسد جيداً بواسطة قطعة من الجوت أو بواسطة القش

أو بواسطة بعض الخرسانة الملقوفة بالجوت ثم تنزل الأنبوبة في مكانها وتبدأ في إنزال الخرسانة عن طريق قمع الاستقبال . وعندما تستقر الخرسانة في ثلثها السفلى الماسورة فإنها تضغط السدادة وتزيحها إلى الخارج ثم تأخذ طريقها إلى مكانها في القالب وأثناء الصب يجب أن تحفظ النهاية السفلى لماسورة القادوس مضمورة في الخرسانة التي تم صبها إلى أكبر عمق يمكن وهذا العمق يتوقف أساساً على ارتفاع عمود الخرسانة في ماسورة القادوس كما يجب رفع القادوس قليلاً من آن لآخر للسماح للخرسانة بالانسياب للخارج مع الحذر من زيادة الرفع إلى الحد الذي يؤدي إلى خروج النهاية السفلى من الخرسانة وإذا حدث هذا فلا بد من رفع الأنبوبة ثانياً وإعادة غلق نهايتها السفلى ثم بدء العمل من جديد ويفضل كثيراً استعمال القادوس ذي الصمام . ويتكون الصمام من لوح مركب على النهاية السفلى لأنبوبة القادوس ومتصل باللوح أربعة قضبان معدنية في وضع رأسي أي عمودي على اللوح وحرارة الانزلاق داخل بمرات مركبة خارج الأنبوبة كما يوجد إطار من الكاوتشوك لمنع نفاذ الماء بين اللوح ونهاية الأنبوبة أثناء غلق الصمام ويتحكم في حركة الصمام بواسطة سلك متصل باللوح في مركزها ويوصل إلى أعلى القادوس .

وبهذه الطريقة يستغنى عن السدادة المستخدمة في الحالة السابقة وما ينتج عنها من عيوب . كما أن للصمام ميزة توجيه انسياب الخرسانة من الاتجاه الرأسي إلى الاتجاهات الأفقية وتوزيعها على الجوانب وإلى أعلى شكل رقم (٦ - ٣٢) ولقد أجريت ملاحظات وتجارب عديدة لتتبع حركة الخرسانة تحت الماء



شكل رقم (٦ - ٣٢)  
أنبوبة القادوس ذي الصمام

ولاستنتاج أحسن طريقة للصب وهذه التجارب قد بينت أنه باستعمال الصمام السابق فإن الخرسانة تترك فتحات الصمام في اتجاه أفقي وعندما يزيد الضغط الجانبي للخرسانة التي تم صبها فإن ضغط الصمام للخرسانة يتجه إلى أعلى علاوة على الضغط الأفقي وهذا يدفع الخرسانة على الجوانب وإلى أعلى ويستمر هذا الدفع والانسياب حتى يمنع بواسطة ضغط الشدة أو بزيادة مقاومة الخرسانة للانزلاق وعندئذ يجب رفع الأنبوبة قليلاً إلى أعلى ثم تكرار صب كميات أخرى وهكذا حتى نهاية العمل .

كما وجد أن الصب والتوزيع يكون جيداً إذا كانت نهاية أنبوبة القادوس مغمورة في الخرسانة إلى عمق يتراوح بين متر ، ١ ١/٢ متر وأيضاً وجد أن معدل التصلد أسرع مما هو متوقع فسطح الخرسانة المتروك بدون مؤثرات خارجية تتصلب في مدة ٤٥ دقيقة بدلاً من عدة ساعات كما قد يتوقع . ويجب أن تصب الخرسانة بأسرع ما يمكن وبطريقة متصلة، ولقد وجد أن معدل ضخ الخرسانة من الخلاط إلى القادوس من العوامل المهمة في عملية الصب فضخ الخرسانة بمعدل سريع يتيح حرية أكثر لحركة الخرسانة بعد خروجها من الصمام كما ينتج عنه توزيع أحسن للخرسانة وذلك للاستفادة من طاقة الحركة للخرسانة المضخوخة ومن ناحية أخرى فإن مقاومة الانسياب التي قد تنتج من التصلب والتوزيع الأولي يمكن تجنبها بالضخ السريع المتصل وهذا يمطي إمكانية تقليل كمية الهبوط وبالتالي كمية الماء ثم بالتبعية كمية الأسمنت بدون فقدان أي ميزة في الصب .

## ٢ — طريقة الدلو :

الدلو المستعمل لصب الخرسانة تحت الماء عبارة عن وعاء على شكل متوازي مستطيلات أو أسطوانة مفتوحة من أعلى ومجهز بقاع قابل للانفصال أو مجهز ببوابة قابلة للدوران . ويستختم لصب الخرسانة على أعماق كبيرة وبما تصل إلى ٨٥ متراً أو أكثر تحت سطح الماء وهذه لإحدى مميزات الدلو عن القادوس ولو أن الخرسانة الناتجة من الصب بطريقة القادوس أفضل من المصبوبة بطريقة الدلو .

والخرسانة المناسبة للصب بطريقة الدلو يجب أن تكون خواصها مثل خواص الخرسانة المستخدمة في طريقة الصب بالقادوس غير أنه في طريقة الدلو يمكن استخدام خرسانة أقل لدونة عن في طريقة القادوس .

يجب أن يملأ الدلو تماما بالخرسانة ثم يغطى سطحه بقطعة من القماش المشمع السميك ثم ينزل برفق في الماء حتى ينغمر تماما ويجب تجنب هبوطه بسرعة حتى لا تحدث دوامات قد تؤدي إلى إزاحة النطاء أو إزالة عجينة الأسمنت منه على السطح العلوى للخرسانة ، كما يجب العناية بعدم تفريغ الخرسانة قبل أن يصل الدلو إلى السطح المزمع إنشاؤه أو صب الخرسانة فوقه وهذا لتجنب إسقاط الخرسانة خلال الماء وما قد ينتج عنه من حدوث الانفصال الجيبي أو غسل الركام ونزع الأسمنت أو زيادة نسبة الماء في الخرسانة .

### ٣ - طريقة حقن الركام :

تتلخص هذه الطريقة في تعبئة الركام الكبير والصغير في الشدات ثم حقن لباني الاسمنت بواسطة أنابيب تمتد إلى قاع القوالب . ويراعى رفع الأنابيب قليلا إلى أعلى كلما ارتفع لباني الاسمنت في القوالب . وفي أثناء عملية الحقن فإن لباني الاسمنت يدفع الماء خارج القوالب ويحل محله مالئا للفراغات بين حبيبات الركام .

### ٤ - طريقة أكياس الخرسانة :

تكون خلطة الخرسانة في هذه الطريقة أكثر جفافا عنها في أى طريقة أخرى . وتوضع الخلطة في أكياس من الجوت سعة الواحد منها قدم مكعب على الأقل وتملأ الاكياس بالخرسانة حتى ثلثها تقريبا ثم تربط جيدا وتوضع في مكان الصب في صفوف متراسة كما هو الحال في عملية البناء بحيث تكون الخرسانة في النهاية كتلة واحدة متداخلة متماسكة ولها نفس شكل المنشأ المطلوب . والسبب في ملء أكياس الخرسانة إلى ثلثها فقط هو تسهيل حركة الخلطة داخل الكيس وهذا يؤدي إلى حدوث ترويح أو تداخل بين الاكياس مما يذبح عنه كتلة واحدة بها أقل قدر ممكن من الفراغات . ومن المهم ألا يكون عالقا بالأكياس أى مادة قد تؤدي إلى إتلاف بعض خواص الخرسانة الناتجة ولذلك فأكياس السكر القديمة لا يجب استخدامها وتعتبر هذه الطريقة من الطرق القديمة ومن أقل الطرق جودة وينصح بعدم استخدامها :

### ٥ - طريقة ضخ الخرسانة :

تشبه طريقة الضخ إلى حد كبير طريقة القادوس فالخرسانة اللازمة يجب أن تحقق نفس خواص طريقة القادوس السابق ذكرها . وفي هذه الطريقة يعمل خط مواسير

يصل بين موقع العمل ومكان صب الخرسانة وتثبيت المواسير في موضعها بعد سد نهايتها المؤدية إلى مكان صب الخرسانة ثم يبدأ ضخ الخرسانة وعندما يزداد ضغط الخرسانة داخل الأنايب فإنها تدفع السدادة وتبدأ في الانسياب في القوالب إلى موضعها النهائي . ثم ترتفع الخرسانة في القالب وتغمر الأنبوبة وتستمر في الارتفاع إلى الحد الذي يعوق استمرار انسياب الخرسانة خارج الأنبوبة فعندئذ ترفع الأنبوبة إلى أعلى قليلاً ثم يستأنف العمل حتى ينتهي ملء القالب تماماً .

### الصب في الأساسات العميقة :

المشكلة الرئيسية في صب الخرسانة في الأساسات العميقة هي الانفصال الحبيبي وهو غالباً ما يحدث إذا أسقطت الخرسانة من ارتفاع كبير . والطرق المستخدمة في الصب تحت الماء السابق ذكرها تستخدم أيضاً في الصب في الأساسات العميقة فيما عدا طريقة أكياس الخرسانة . وفي بعض الأحيان يستخدم خرطوم خاص يتكون من عدد كبير من الأجزاء القابلة للانزلاق داخل بعضها البعض بحيث يكون قطر الخرطوم في أجزائه السفلى أصغر من قطره في الأجزاء العليا وهذا يؤدي إلى تقليل معدل انسياب الخرسانة خلال الخرطوم والنهاية السفلى مجهزة بفوهة خاصة من قماش المشمع السميك . ولكن باستخدام مثل هذا الخرطوم يكون من الصعب التحكم في الانسياب ومنع الانفصال الحبيبي لأن فوهة التفريغ لا تكون مغمورة في الخرسانة . ويمكن التحكم في العمل أكثر باستخدام القادوس لأن نهايته تكون مغمورة في الخرسانة وهذا يقلل الانفصال الحبيبي إلى حد كبير . وبالمثل يمكن استخدام طريقة ضخ الخرسانة خلال أنابيب تمتد مباشرة من الخلاط إلى مكان الصب . وتوجد أشكال وأحجام مختلفة للدلاء المستخدمة في صب الخرسانة في الأساسات العميقة ومنها دلاء ذات أقطار صغيرة وهي مجهزة خصيصاً للصب في الأماكن الضيقة فبعضها بقطر ١ متر وطول ٤ أمتار ونهايته بوابة خاصة للتفريغ

### اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ :

نصت أسس التصميم وشروط التنفيذ لأعمال الخرسانة على مايلي :

- ١ - يراعى تسجيل بيانات عن ساعة وتاريخ الصب لكل جزء من المبنى .
- ٢ - في حالة صب خرسانات بسمك كبير يراعى أن تصب على طبقات في حدود ٢٠ سم لكل منها حتى يمكن دمك الخرسانة أولاً بأول ويمكن زيادة هذا الحد في حالة استخدام المزازات .

أما في حالة الأعمدة فلا يجوز صبها بكامل ارتفاعها إذا زاد الارتفاع عن ثلاثة أمتار وإلا يجب تقسيم أحد جوانب الفرم إلى أجزاء لا يتجاوز ارتفاعها ٣ أمتار يتم تقطيعها أولاً بأول حتى يمكن الصب تباعاً .

٣ - يراعى قبل صب الأعمدة وكذلك الكرات التي يزيد عمقها عن ٧٠ سم وضع حوالى ٣ سم من مونة غنية مكونة من ٧٠٠ كجم أسمنت لكل متر مكعب من الرمل وذلك لتجنب تراكم الزلط في أسفل الفرم ولضمان انسياب الخرسانة حول التسليح فإذا كانت هذه الكرات متصلة ببلاطات أعلاها يراعى أن تكون هناك فترة لا تقل عن نصف ساعة بين صب جسم الكرة وصب البلاطة المتصلة بها وذلك لتجنب حدوث شروخ فيما بينهما. أما إذا كانت الكرات مقلوبة فيراعى أن يبدأ في صب الكرة في اليوم التالي لصب البلاطة المتصلة بها وذلك بعد وضع المونة الغنية السابق الإشارة إليها .

٤ - عند صب الخرسانة تحت الماء يجب إجراء ذلك بوسائل خاصة تمكن من وضع الخرسانة دون فصل الأسمنت من الخليط .

وبالنسبة لفواصل الصب ، والتي تعنى الفاصل بين صبتين متجاورتين انقضى بين إجرائهما فترة من الزمن بسبب عدم إمكان إجراء الصب بأ كلة في عملية مستمرة فقد نصت أسس التصميم والتنفيذ على ما يلي :

١ - أن تكون الفواصل عند نقطة الانقلاب المجاورة للركائز التي تم صبها .

٢ - أن تكون الفواصل في المواقع التي يقل عندها القص ويجب أن يعمل الفاصل متعامداً مع القوى الداخلية المؤثرة .

٣ - ويجوز في حالة البلاطات عمل فواصل في منتصف عرض الكرات الحاملة لها .

٤ - تعمل الفواصل بين الأعمدة والكرات مع منسوب قاع تلك الكرات أو قاع مشاطيفها إن وجدت .

٥ - تعمل الفواصل بين الكرات العميقة أو المقلوبة والبلاطات المتصلة بها عند هذا الاتصال وعند وجود مشاطيف في البلاطات يكون صبها مع البلاطات .

٦ - عند استئناف الصب بعد يوم أو أكثر ينحت سطح الخرسانة جيداً لإظهار الركام الكبير ثم ينظف السطح بالفرش السلك حتى تزول الأوساخ والمواد السائبة

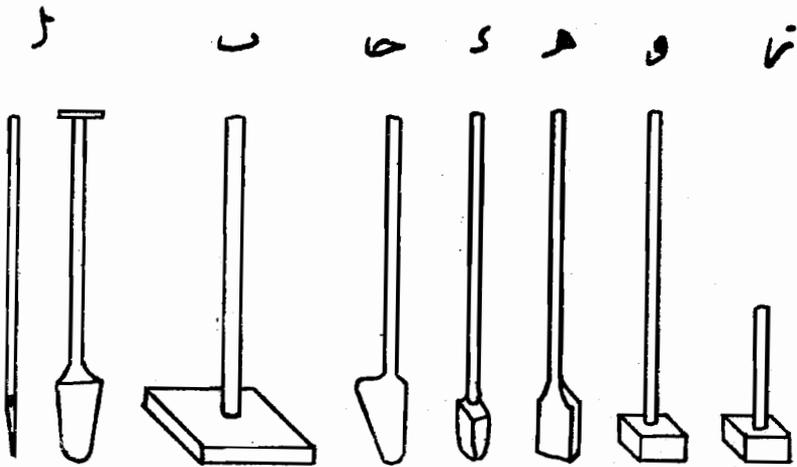
ثم يغسل بالماء حتى يتشبع وبعدئذ توضع مونة وتركيب مماثل لمونة الخرسانة بالقدر الذى يكفي لتغطية الركام الظاهر وبعدئذ يستأنف الصب .

### ( ٥ ) الدمك : ( Compaction )

بعد عملية الصب مباشرة تكون الخرسانة الطازجة غير متماسكة مع بعضها من ناحية وحديد التسليح من ناحية أخرى ومن ثم فإن عملية الدمك ضرورية لتحقيق قوة الترابط بين المواد المكونة للخرسانة مع بعضها وأيضا مع حديد التسليح فضلا عن أن عملية الدمك تساعد على تهليل الفراغات الهوائية التى تحتويها الخرسانة المصبوبة بدون دمك . هذا وتتم عملية الدمك بالطرق اليدوية أو الطرق الميكانيكية باستخدام الهزازات الميكانيكية المتعددة الأنواع . وتستخدم الطرق اليدوية فى الأحوال العادية بينما تستخدم الطرق الميكانيكية فى الاعمال الهامة أو الكبيرة التى يراد الحصول فيها على خرسانة جيدة ويتبين فيما يلى تفصيل لعمليات دمك الخرسانة .

#### ١ - الدمك اليدوى :

يجب أن تشمل عملية الدمك اليدوى - باستخدام أدوات الدمك المبينة بشكل رقم ( ٦ - ٣٣ ) - جميع أجزاء الخرسانة المصبوبة لضمان الحصول على التجانس بين مكونات الخرسانة فى أماكن المنشأ المختلفة . ويراعى أن تكون الطبقة السفلى التى سبق صبها ودمكها مازالت بحالة لدنة أى لم يحدث لها شك فى أى جزء منها قبل إتمام عملية



شكل رقم ( ٦ - ٣٣ ) أدوات الدمك اليدوى للخرسانة

دمك للطبقة التي تعلوها حتى لا تتكسر الأجزاء المتصلة تحت تأثير عملية الدمك ولتحقيق التماسك بين الطبقتين من الخرسانة .

ويستخدم في إجراء الدمك اليدوي أدوات من الخشب أو الحديد فالأداة ( أ ) الميمنة بشكل ( ٦ - ٢٣ ) من الخشب تستخدم لضغط الخرسانة في الحيز الرأسي الضيق مثل الحيز بين حديد التسليح وكذلك لكي تتواجد المواد الناعمة على جانب القرمة أو القالب للحصول على سطح جيد للخرسانة . أما الأداة ( ب ) التي تشمل قطعة مربعة من الخشب فتستخدم لدمك أسطح البلاطات وفي دمك الخلطات الجافة . والأداة ( ج ) من الخشب فتستخدم للخرسانة الأكبر سمكا حيث لا تصلح الأداة ( ب ) . أما الأدوات د ، هـ ، و ، ز ذات النهايات المصنوعة من الحديد الزهر فهي أدوات ذات استعمال عام للدمك خصوصاً إذا كانت الخلطات جافة ويجرى الدمك بها برفق إلى مسافة مناسبة ثم تترك لتسقط تحت تأثير وزنها إلى أسفل على سطح الخرسانة .

ويستخدم في الدمك اليدوي أيضاً قضيب الدمك وهو قضيب من الصلب لتوزيع الخرسانة — عن طريق الغز — بين حديد التسليح .

ويراعى أن يستمر الدمك اليدوي لحين توقف تسرب الفقاعات الهوائية وحتى تظهر طبقة رقيقة من عجينة الأسمنت فوق السطح الخارجي النهائي للخرسانة وعندئذ يتوقف الدمك لأن استمراره بعد ذلك يؤدي إلى تواجد ماء كثير ومواد ناعمة على سطح الخرسانة أي نضح الخرسانة .

#### ٢ — الدمك الميكانيكي ( استخدام المزازات ) :

بالرغم من أن طرق دمك الخرسانة كثيرة إلا أن استخدام الأجهزة الهازمة ( المزازات ) قد أثبتت فاعلية كبيرة حيث يمكن باستخدامها استعمال خلطات من الصعب صبها بالوسائل أو الطرق العادية ، فقد أمكن على سبيل المثال صب خرسانة ذات قوام صعب التشغيل ( المهبوط = ٢ سم ) في فرم تحتوى على حديد تسليح موضوع على مسافات متقاربة في حين أنه باستخدام الطرق اليدوية العادية في عملية الدمك لم يكن من المستطاع استخدام هذه الخلطة وكان من اللازم استخدام خرسانة أكثر لدونة قد تصل قيمة هبوط القوام إلى ١٥ سم .

ولقد وجد أنه لنفس المكونات لخلطة خرسانية وفي نفس ظروف المعالجة تتوقف

خواص الخرسانة الناتجة على كمية ماء الخلط فكلما قلت كمية الماء المستخدم كلما تحسنت خواص الخرسانة وكلما أمكن دمكها بطريقة جيدة وقد أمكن بواسطة دمك الخرسانة آلياً استخدام خلطات تقل فيها نسبة الماء عن المعتاد وبالتالي أمكن الحصول على خرسانة ذات خواص أجود وتكاليف أقل .

والغرض من عملية مز الخرسانة آلياً هو جعل جزيئات الخرسانة الحديثة التكوين في حركة مستمرة أثناء عملية المز وذلك بتقليل الاحتكاك بين الجزيئات وبعضها فتكتسب الخلطة خاصية التشحيم ( Lubrication ) ثم جعلها تستقر في مكانها مألثة كل الفراغات وآخذة نفس شكل القرم بالضبط وبالذقة المطلوبة .

وكما أن المز الآلي للخرسانة يمكن من استخدام خلطات تقل فيها نسبة الماء فإنه يمكن أيضاً من استخدام خلطات تقل فيها كمية المواد الناعمة عن النسبة المعتادة اللازمة لإعطاء الخواص اللازمة للخرسانة والتي تمنع انفصال محتويات الخلطة عن بعضها أثناء الصب أو الدمك . وعلى ذلك فقد أمكن استخدام خلطات تزيد فيها نسبة الركام الكبير وتقل فيها نسبة الركام الصغير . وبما أن الحبيبات الكبيرة الحجم تغطي مساحة سطحية أقل وبالتالي تتطلب كمية أقل من الماء والاسمنت فقد أمكن باستخدام المز الآلي للخرسانة تحسين خواص الخرسانة الناتجة مع الاقتصاد في التكاليف باستخدام خلطات تقل فيها نسبة الماء والمواد الناعمة وتزيد فيها نسبة الركام الكبير .

### ٣ — مزايا الاهتزاز في صب الخرسانة :

يعتبر إجراء عملية المز الآلي على الخلطات الخرسانية التي يسمح قوامها بالصب والدمك بالطرق العادية مضيعة للوقت والجهد والمال بالإضافة إلى أن استخدام المزازات في هذه الخلطات يعمل على انفصال مكوناتها عند إجراء عملية المز الآلي . ولكن تمحقق فائدة المز الآلي في حالة الخلطات الأكرجفا والتي تقل فيها نسبة الماء إلى الاسمنت عن المعتاد . وفيما يلي بعض المميزات التي يمكن الحصول عليها عند تقليل كمية ماء الخلط :

١ — زيادة مقاومة الخرسانة للضغط والانحناء .

٢ — زيادة كثافة الخرسانة .

٣ — تقليل درجة الامتصاص .

٤ — زيادة مقاومة الخرسانة للعوامل الجوية .

- ٥ - زيادة التماسك والترابط بين طبقات الخرسانة المتعاقبة .  
 ٦ - زيادة التماسك والترابط بين الخرسانة وحديد التسليح .  
 ٧ - تقليل التغيرات الحجمية وخاصة في فترة الانتقال من حالة اللدونة إلى حالة التصلد .  
 كذلك فإن استخدام الخلطات الخرسانية التي تقل فيها كمية ماء الخلط يقلل من احتمال حدوث انفصال لمكونات الخرسانة أو تجمع ماء الخلط على سطحها بعد الصب كما أن استخدام الأجهزة الهازة للخرسانة يمكننا من فك القرم والشدات وعمل التشطيبات النهائية للخرسانة الناتجة بمعدل أسرع بالإضافة إلى إمكانية زيادة معدل الصب للخلطة ودمكها في مواضع يصعب دمك الخرسانة فيها بالطرق اليدوية .

#### ٤ - أنواع الهزازات :

تطلى معظم الهزازات ذات التردد العالى (High frequency) - غالبية الاستعمال حالياً - ٣٦٠٠ دفعة في الدقيقة على الأقل وبعض هذه الأجهزة له ضعف هذا العدد من الدفعات أو أكثر .. وقد تدار هذه الهزازات بالكهرباء أو بمحرك بنزيني أو مضغوط هوائى (Air Compressor) وتنسب الاهزازات من أمثال لامتركزة موصولة بعمود إدارة الموتور .

وتنقسم الهزازات إلى ثلاثة أنواع عامة:

(أ) هزاز داخلى (Internal Vibrator)

(ب) هزاز فرم (Form Vibrator)

(ج) هزاز سطحى (Surface Vibrator)

#### ١ - الهزازات الداخلية :

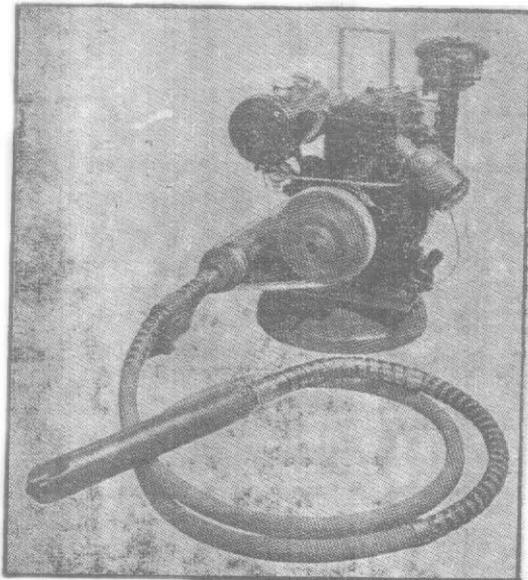
شكل رقم (٦-٣٤) ورقم (٦-٣٥)

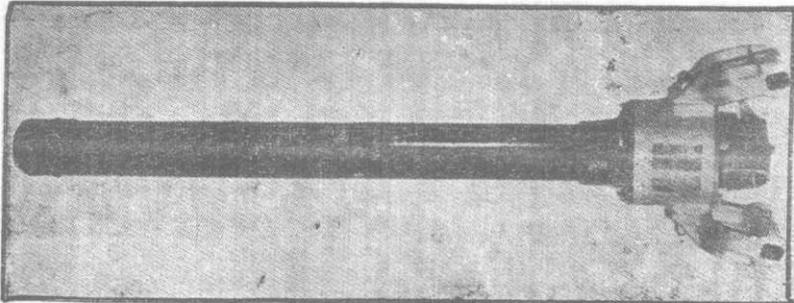
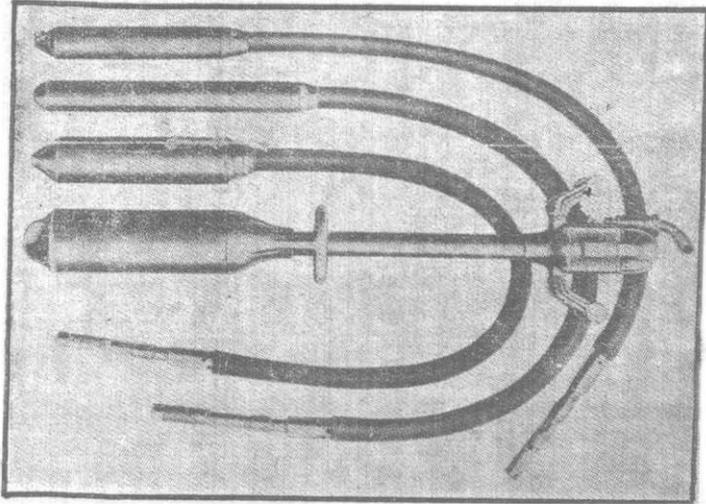
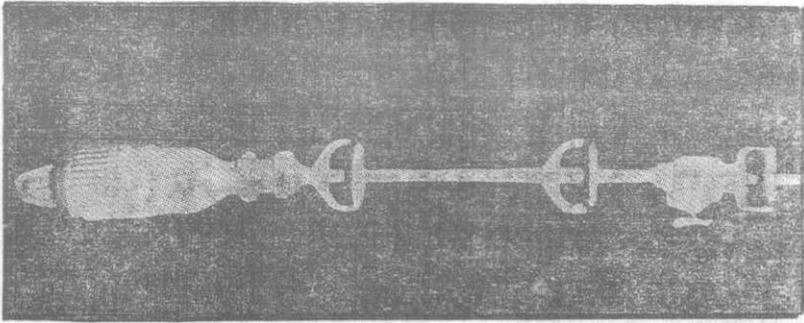
هى أفضل الأنواع المستخدمة حيث أنها تؤثر مباشرة على الخرسانة كما يسهل تحريكها داخل الخرسانة فتوزع الحركة الاهزازية خلال الكتلة

الخرسانية جميعها .

شكل رقم (٦-٣٤) هزاز داخلى

لهذا النوع أشكال عدة وفيما يلي بعض أنواعها الأكثر انتشاراً :





شكل رقم (٦) - ٢٠٠) أنواع مختلفة للبروات الداخلية لملك المملكة

## (١) مكنة كهربية :

يتركز موتورها في الرأس من الجهاز وتزود المسكنة بيد جاستة أو شبه جاستة .

## (٢) مكنة من الطراز الجامي . :

وتتركب من تربين هوائى ( Air turbine ) أو موتور كهربيائى يدير محوراً لا مركزياً موضوعاً داخل ما سورة مظقة متصلة بصندوق للموتور .

## (ج) مكنة ذات عمود قابل للاثناء :

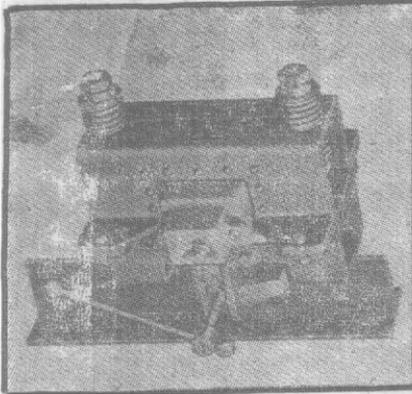
تتركب من عمود لا مركزى موضوع داخل ما سورة يدار من خلال عمود قابل للاثناء بواسطة موتور كهربي أو تربين هوائى أو مكنة تدار بالبزين .

## (د) مكنة بيد ذات خرطوم قابل للاثناء :

تتركب من تربين موضوع في الطرف الهلز للجهاز وتعمل بالهواء المضغوط أو بالضغط الهيدروليكي باستعمال نوع خاص من الزيوت .

## ب - مزازات القرم : شكل رقم ( ٦ - ٣٦ )

تتركب هذه الاجهزة من موتور كهربي وعضو غير متوازن ويدرار الجهاز بالهواء المضغوط أو بنابض كهرومغناطيسى وتتركب هذه الاجهزة على القرم بواسطة مشبك أو منجلة وقد تستخدم مظارق كهربية أو هوائية متحركة على نطاق محدود ويغلب استخدامها إلى جوار المزازات الداخلية وذلك لما تصف به من خفة في الوزن حيث يمكن تحريكها حول القرم الخشبية لتوزيع الحركة الاهتزازية على جميع أنحاء الخرسانة ويراهى ألا تكون الاهتزازات زائدة حتى لا تلف القرم .



## شكل رقم ( ٦ - ٣٦ )

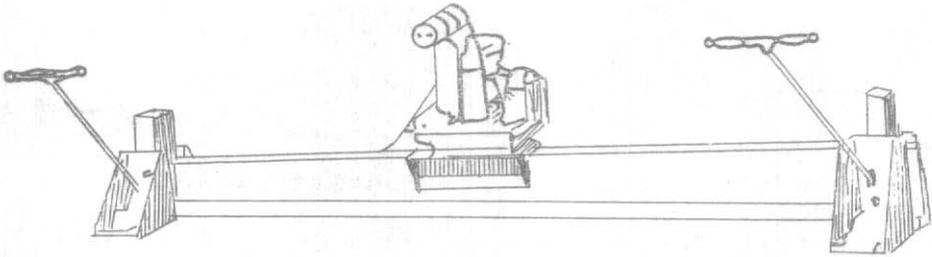
مزاز القرم لتمك الخرسانة

الاهتزازية ويستخدم هذا النوع في تحضير القوالب سابقة الصنع ( Precast ) والأعضاء الخرسانية الأخرى وفيه تنتقل الاهتزازات للخرسانة من خلال القوالب المثبتة بالمنضدة. ويلاحظ في مزازات القرم أن هناك كمية من الطاقة لا يستهان بها تمتص بواسطة الشدات

والفرم، حيث يتطلب هذا النوع من الاجهزة أن تظل الفرمة في حركة مستمرة لنقل الحركة الاهتزازية للخرسانة، وبالرغم من هذا العيب فإن هذا النوع من الاجهزة الهازة يستخدم على نطاق واسع في مختلف الاعمال الانشائية ويعتبر من أنسب أنواع الهزازات .

ج - الهزازات السطحية : شكل رقم ( ٦ - ١٣٧ ، ب )

تستخدم هذه الهزازات في الاعمال الانشائية الكتلية كالخزانات والسدود وتركب من منصة أو قرص كبير (platform) يركب عليه الجهاز الهاز وبعد فرش الخرسانة في موقع العمل ودمكها بالهزازات الداخلية يمر على السطح الخارجى بالهزازات السطحية حتى تدفن جميع جيبيات الركام الكبير للحصول على التشطيب المرغوب للسطح .



شكل رقم ( ٦ - ١٣٧ ) هزاز سطحي للمك الخرسانة



شكل رقم ( ٦ - ٣٧ «ب» ) هزاز سطحي أثناء العمل

وقد استخدمت زحافات التسوية المزودة بالهزازات في الأعمال الإنشائية الصغيرة مثل أرضيات الكبارى وأرصفة المحطات والطرق .

#### هـ - اختيار نوع الهزازات وعددها .

يحدد جهاز المز اللزوم للعملية الإنشائية وفقاً لنوع العمل وبصفة عامة فكلما كان وزن الجهاز ثقيلًا وكبر قطره كلما زاد أثره وظهرت قائمته . ويتحكم كل من حجم المنشأ الخرساني وتباعدها حديد التسليح أو تقاربه في تحديد نوع الهزاز وحجمه . ففي الأعمال الكبيرة كالسدود تستخدم الهزازات الداخلية على نطاق واسع ( وهي قصيرة ويلزم لإدارتها عامل أو اثنان ) . وقد يستعمل بالإضافة إليها هزازات داخلية أصغر مما تكون عادة من النوع الجامس ، وتستخدم قرب جدار القرم كذلك تستخدم الهزازات السطحية في بعض الأعمال لتشطيب السطح العلوي لكل طبقة خرسانية .

ويختلف قطر الجهاز باختلاف نوعه، فالمسكات التي يوجد موتورها في رأس الجهاز يتراوح قطرها بين ١٠ سم ، ١٥ سم وتزود بيد نصف جاستة أو قابله للإثناء . أما المسكات ذات عمود الإدارة القابل للإثناء والخرطوم القابل للإثناء فإن صندوق الموتور يتصل فيها بالأسورة مباشرة ويتراوح قطرها الماز بين ٤ سم ، ١٠ سم .

ويستخدم هذان النوعان في الكبارى وسائر الأعمال الإنشائية الأخرى كالمباني والمنشآت العامة والتي تتطلب ظروف العمل فيها أقطاراً للجهاز أقرب للصغر كما يستخدم النوع القابل للإثناء على نطاق واسع في تسوية الأحقف والبلاطات والقرم لتلافي حدوث تشييش في الخرسانة .

وبفضل استخدام هزازات القرم في الأعمدة والمواسير سابقة العصب والبلاطات والخوازيق سابقة التحزيز وما يشبه ذلك من الأعمال، كما تستخدم في قطاعات الحوائط ذات السمك الصغير والتي يصعب استخدام أجهزة المز الداخلية فيها لتداخلها مع حديد التسليح . أما المطارق الهوائية أو الكهربية المتحركة فتعطي نتائج مرضية عند استخدامها في الخرسانات المعمارية (Architectural Concrete) حيث يكون المظهر العام والسطح الخارجى ضروريين . كما تستخدم المطارق في القطاعات الصغيرة التي يكون استخدام أجهزة المز الداخلي فيها مستحيلاً .

وتختلف أحجام مناخذ الاهتزاز (Vibrating tables) فتكون عادة مزودة بأثقال لا متركزة يمكن ضبطها للتحكم في سرعتها وسعة ذبذبتها وتستخدم هذه المناخذ في صب جميع الوحدات الصغيرة سابقة التجهيز .

يرتكز اختيار القوة المحركة للتفضيل الشخصي ووفقاً لظروف العمل وطبيعته ففي العمليات الكبيرة تستخدم كل من القوة الكهربائية وضغط الهواء ، وفي الأعمال الأصغر تستخدم مكينات توليد كهربائية متحركة وتستخدم في الإنارة . واستخدام المحركات في إدارة مزازات الخرسانة مباشرة دون توليد طاقة كهربائية يخفض من التكاليف الإجمالية ولو أنه لا يلتفت كثيراً في معظم الأعمال الإنشائية إلى التكاليف الناتجة عن استهلاك القدرة المحركة اللازمة لإدارة أجهزة الخرسانة .

من كل ذلك يتضح أن أعلى كفاءة وفعالية تتحقق باستخدام أجهزة المزاز الداخلية حيث تنتقل الطاقة الحركية للخرسانة مباشرة ، وبسهولة تداولها وتحريكها تفضل جميع المباني والمنشآت التي تسمح قطاعاتها بإدخال الطرف الهاز وتحريكه بسهولة في قلب الخرسانة .

ومن جهة أخرى فلا بد أن يوجد في موقع العمل العدد الكافي من المزازات حتى يتم حسب الخرسانة بالمعدل المحدد وفقاً للدقة المطلوبة .. وتتفاوت كفاءة الجهاز تبعاً لنوع الجهاز وحجمه وقدرته وشكل المنشأ وخواص الخلطة المستخدمة ويوضح الجدول رقم (٦ - ٢) بعض الأعمال الخرسانية ونوع الجهاز المستخدم في كل منها وكفاءته كما يوضح الجدول رقم (٦ - ٣) بيانات عن بعض أنواع المزازات وحالات استعمالها .

جدول رقم (٦ - ٢) أنواع المزازات وكفاءتها للأعمال الإنشائية المختلفة :

نوع العمل الإنشائي	نوع المزاز المستخدم	كفاءة المزاز متر مكعب خرسانة / ساعة
السدود .	داخلي وسطحي	من ١٠ إلى ٣٠
الأعمال الضخمة كالاساسات والحوائط الساندة	داخلي	من ٧ ½ إلى ١٥
الأعمال المتوسطة والخفيفة ذات القرم المتوسطة الأحجام	داخلي بأعمدة إدارة قابلة للاتثناء أو خارجي لهز القرم	من ٤ إلى ٧ ½

## جدول رقم (٦ - ٣) بيانات عن بعض أنواع المزازات

الإستعمال	عدد العمال لإستعمال الجهاز	تورته للسك كم في الساعة	أبعاد الجهاز		أقل تردد يسمح به (دورة في الدقيقة)	النوع
			عرض (قطر) بوصة	طول بوصة		
في حالة الخرسانة اللدنة سهلة التشغيل، وذلك في الأجزاء الدقيقة من للنشأ	١	٥-٢	$1\frac{3}{4}$ - $\frac{7}{8}$	أكثر من ١٢,٥	٩٠٠٠	مزاز منفرد يستمع باليد
في الجدران الرفيعة والأعمدة والأرضيات الخفيفة	١	٢٠-٥	$2\frac{1}{2}$ -١	٢٠-١٠	٩٠٠٠	مزاز منفرد يستمع باليد
يستمع في الحالات السابقة بالإضافة إلى إستعماله في حالة الأرضيات الثقيلة	١	٢٥-١٥	٢- $2\frac{1}{2}$	٢٨-١٠	٧٠٠٠	مزاز منفرد يستمع باليد
يستمع في الحالات السابقة وفي حالة عمل الأفران	٣ ١	٣٥-٢٥	٢- $2\frac{1}{2}$	٢٨-١٠	٧٠٠٠	مزاز منفرد يستمع باليد
في حالة الخرسانة الكتلية للأساسات والكباري والسدود	٢	٥٠-٢٥	$6\frac{3}{4}$ - $٥\frac{1}{4}$	١٩-٨	٦٠٠٠	مزاز منفرد يستمع باليد
مهابط الطائرات وللأرواح الخرسانية	-	أكثر من ٥٠	١٨ بوصة	أكثر من ٤٠ قدم	٣٠٠٠	مزازات سطحية
الأرضيات خشنة السطح وأرضيات الكباري والأرضية	-	أكثر من ٥٠	-	-	١٨٠٠	قرص مزاز
المواسير، المنتجات الخرسانية الاتقاق، الخرسانة سابقة الأجهاد	-	-	-	-	٣٦٠٠	مزازات القوالب والشدات

وتبنى كفاءة الهزات الداخلية على أنها مزودة بالقدرة الكافية لإدارتها بحيث تصل للتردد الذي صممت عليه عند وضع طرفها الهاز في الخرسانة . كذلك هزات الفرغ يجب أن تكون ذات قدرة كافية لنقل الاهتزاز من الفرغ إلى الخرسانة .

ويجب العناية بصيانة كل أنواع الهزات والادوات الميكانيكية الأخرى لضمان تشغيلها أطول مدة ممكنة . كما يجب ألا يغفل أى عمل له قيمته من الأجهزة الاحتياطية لاستخدامها وقت الضرورة حتى لا يتوقف العمل أو يقل معدل صب الخرسانة عن المطلوب .

### مميزات الدمك الميكانيكي :

أجريت اختبارات عديدة لتوضيح مزايا استخدام الهز الآلى للخرسانة وعلى الرغم من الجهود التي بذلت للحصول على قواعد سليمة لاستنتاجات متعددة إلا أن النتائج الكمية للاختبارات التي أجريت لإيجاد علاقات بين التردد والسعة وخواص الخلطة الخرسانية المستخدمة ما زالت قليلة حتى الآن وفيما يلي بعض نتائج هذه الاختبارات :

#### ١ - التردد والسعة ( Frequency & Amplitude ) .

أجريت عدة اختبارات لإيجاد أثر قيمة التردد على الخرسانة العادية وقد تبين أنه كلما زاد التردد كلما قل الزمن اللازم لحدوث الدمك التام للخرسانة فمثلاً لتردد مقداره ٤٠٠ دفعة/دقيقة وخرسانة لا يسطى اختبار القوام بطريقة المبوط أى قيمة ( صفر ) تطلبت عملية الدمك التام أكثر من ٢٠٠ ثانية . ولتردد مقداره ٥٠٠ دفعة/دقيقة تطلبت زمناً مقداره ٨٠ ثانية . ٥٠٠ ثانية لتردد قدره ٦٠٠٠ دفعة/الدقيقة ، ٤٠٠ ثانية لتردد قدره ٧٠٠ دفعة / الدقيقة ، كما وجد أنه لنفس السعة هناك حد أدنى للتردد ( إذا قل عنه أصبح الهز غير عملي ) يتحدد تبعاً لقوام الخرسانة كما تتناسب القدرة المستهلكة في الجهاز تناسباً طردياً مع مكعب قيمة التردد . فمثلاً :

القدرة المستهلكة عند تردد ٧٠٠٠ دفعة / دقيقة تماثل بالتقريب خمسة أمثال القدرة المستهلكة عند تردد : ٤٠٠ دفعة / دقيقة لنفس الجهاز ونفس السعة .

كما أجريت الاختبارات لبيان أثر السعة بوضع الخرسانة في قوالب أسطوانية حملت على ألواح متذبذبة وظهرت النتائج لتدل على عدم أهمية السعة بالمقارنة مع السرعة والزمن الكلى للهز .

وعلى هذا الأساس حدد المختصون لكل جهاز السعة المناسبة التي تغطي الجهاز تحملاً مع الزمن وكفاءة في العمل . وقد أجريت عدة تحسينات لزيادة قيمة التردد في الأجهزة الحديثة لتتنى باحتياجات العمل وإنهائه في أقصر وقت ممكن .

ولابد للجهاز المستخدم من أن تتوافر فيه القدرة العالية والتردد الكبير مع دقة الصنع وجودة اللواد التي صنع منها فإذا لم تتوافر هذه الشروط لما استطاعت للعدات مقاومة عوامل البلى الانفعالي ( Wear Strata ) ولزادت لإجراءات صيانتها بل قد يؤدي عدم توافر هذه الشروط إلى توقف الأجهزة عن العمل في أقصر وقت .

## ٢ - قوام الخرسانة :

يمكن باستخدام المرازات استعمال خلطات خرسانية أكثر جفافاً وأقل في نسبة كل من الماء والمواد الناعمة عن الخلطات التي تصب بالطرق العادية اليدوية . وقد أمكن في اختبارات على قطاعات للحوائط استخدام خرسانة قلت فيها قيمة الهبوط من ٨ - ١٣ سم ( كما يتطلب هذا في الصب بالطرق العادية ) ٢ - ٤ سم عند استخدام المراز الداخلي .

وأجريت الاختبارات على قطاعات تجريبية استخدمت فيها أنواع مختلفة من المرازات فوجد أنه يمكن بصفة عامة استخدام الخرسانة التي تغطي هبوطاً قدره ٢ سم أو أقل والتي توضع في مكانها وتدمك بواسطة أجهزة المزج بدلاً من الخرسانة التي تغطي هبوطاً قدره ٥ سم والتي توضع في مكانها وتدمك بالطرق اليدوية .

ويوضح الجدول رقم ( ٦ - ٤ ) بعض الأعمال الإنشائية الخرسانية وقوام الخرسانة المناسب في كل حالة والذي يعطى أقل التكاليف مع ضمان أحسن النتائج .

## ٣ - نسبة الماء إلى الأسمنت ومقاومة الخرسانة :

الحصول على الخلطات الخرسانية التي يعطى اختبار القوام لها أقل قيمة ممكنة للهبوط يلزم أن تقلل كمية ماء الخلط وبالتالي تتحسن خواص الخرسانة الناتجة وإما أن تزداد كمية الركام بالنسبة للأسمنت والماء وبالتالي تنخفض التكاليف .

ويتبين أنه بالمز الآلي يمكن تقليل كمية الماء اللازمة للخلط بواقع من ٣ إلى ٤ لتر من الماء لكل شيكارة أسمنت في معظم أنواع الأعمال الإنشائية .

## جدول رقم (٦ - ٤) قوام الخرسانة المناسب لبعض الأعمال الإنشائية

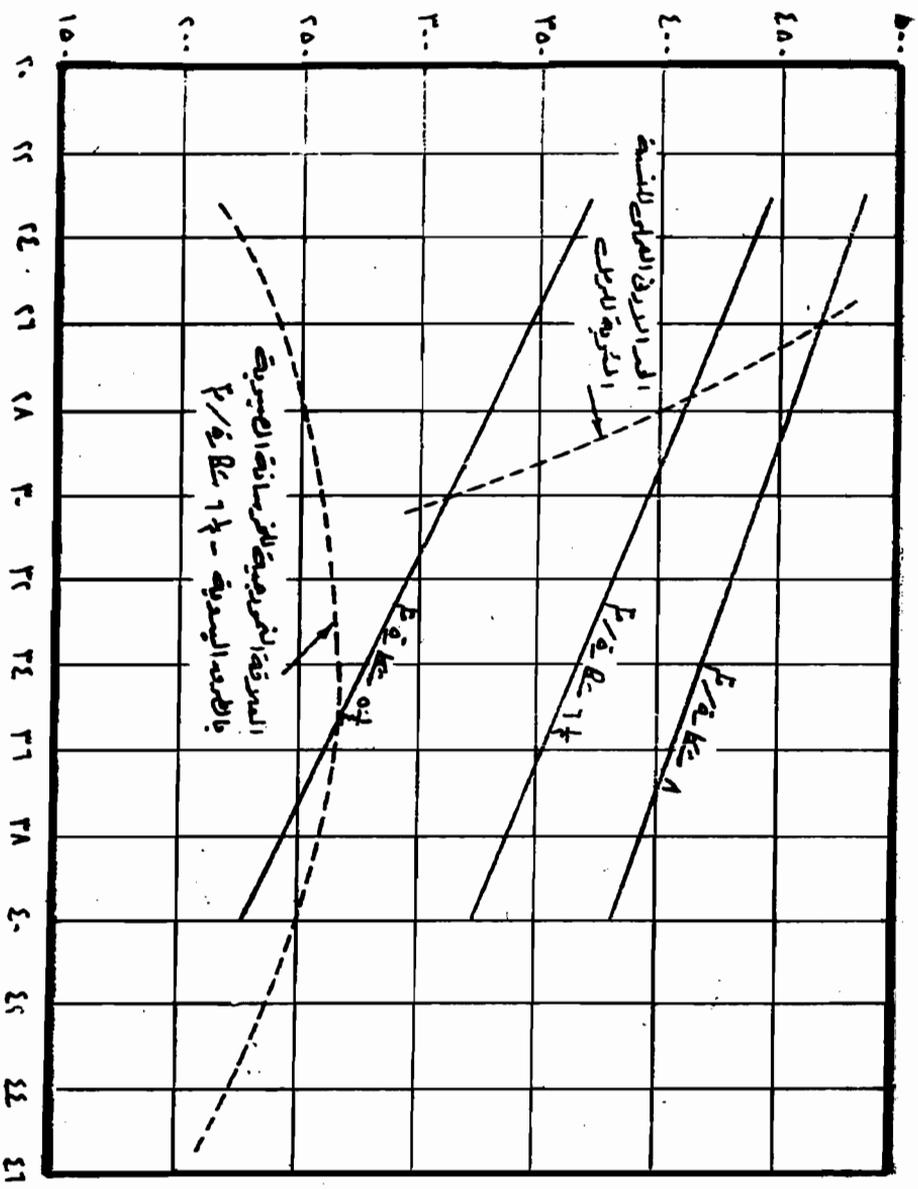
هبوط القوام (سم)	نوع العمل الإنشائي
٢ أو أقل	القطاعات الإنشائية الضخمة كالسدود والمواسير والوحدات الأخرى سابقة التجهيز
من ٢ إلى ٤	أكتاف الكبارى والحوائط الساندة والأعمدة الضخمة
من ٤ إلى ٦	المنشآت المعمارية العامة
من ٦ إلى ٨	الحوائط المسلحة قليلة السمك

وقد يصل مقدار ما يمكن تقليله من الماء المضاف ما يقرب من ٤٠ إلى ٥٠ لتر من الماء في كل متر<sup>٣</sup> من الخرسانة وهذا يوفر في كمية ماء الخلط مما يزيد من مقاومة الضغط للخرسانة بعد ٢٨ يوماً بما يقرب من ١٢٥ كجم / سم<sup>٢</sup>. كما يوداد معايير الكسر في الانحناء من ٥ إلى ١٢,٥ كجم / سم<sup>٢</sup> وقد أمكن الحصول على نتائج اختبارات عملية تجاوزت هذه الأرقام لحقت بذلك وفراً في الماء اللازم للخلط مع زيادة أكبر في المقاومة الناتجة كما يتضح ذلك من الشكل رقم (٦ - ٣٨)، (٦ - ٣٩).

وعند اختبار الخرسانة المتصلدة الناتجة من إضافة ٦ شيكارة اسمنت / م<sup>٣</sup> والتي نسبة الرمل في ركامها الشامل ٣٦٪ كانت مقاومة هذه الخرسانة للضغط عند اختبارها بعد ٢٨ يوماً ٢٦٢ كجم / سم<sup>٢</sup> إذا صبت في مكانها بالطرق العادية وعند استعمال الأجهزة الهازة على هذه الخلطة بنفس المكونات السابقة مع تقليل ماء الخلط ازدادت مقاومتها إلى ٣٥٠ كجم / سم<sup>٢</sup>.

إذا علم أن النسبة المثوية المناسبة لكمية الرمل في الركام في حالة الخرسانة التي تصب بالطرق العادية تبلغ حوالي ٣٦٪ فإنه باستخدام الطرق الميكانيكية أمكن تقليل هذه النسبة مع تقليل نسبة ماء الخلط فأمكن بذلك زيادة مقاومة الخرسانة للضغط فوصلت إلى ٤١٣ كجم / سم<sup>٢</sup> أي بزيادة كلية مقدارها ١٥١ كجم / سم<sup>٢</sup>.

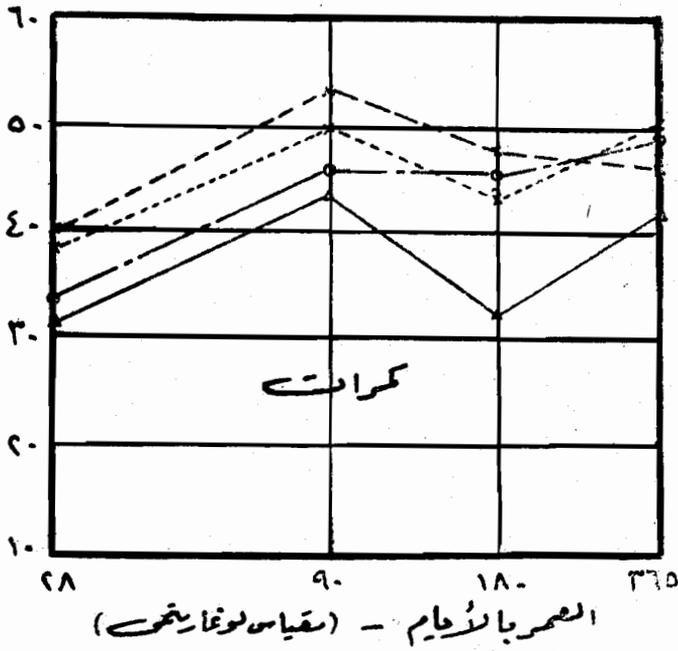
مقاومة الانضغاط بعد ٢٨ يوم - كغم/سم<sup>٢</sup>



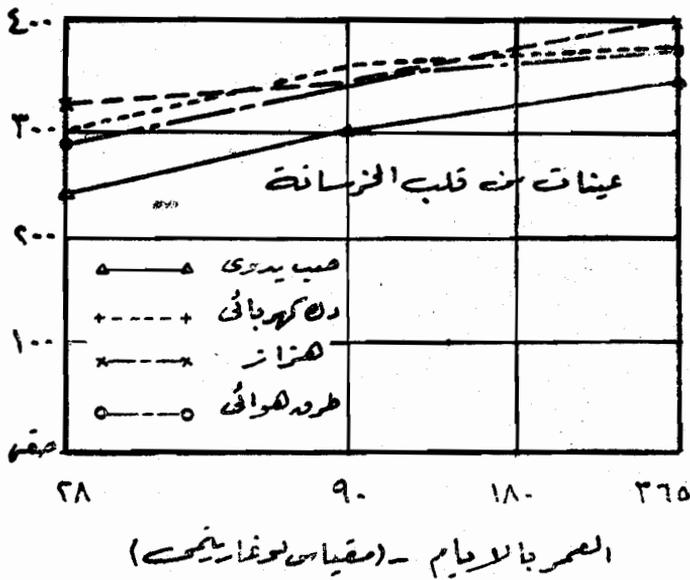
النتيجة المثوية للبروت في ابركام اسطوح - ( % بالوزن )

مكمل رقم (١ - ٣٨) يبين مقاومة الضغط للبروت مع محتوى ابركام القاعل عند استخدام الموازات لسطح السطح

معايير الكسر في الانحناء - كجم/سم<sup>2</sup>



مقاومة الضغط - كجم/سم<sup>2</sup>



شكل رقم (٦-٣٩)

مقاومة الضغط ومعايير الكسر للانحناء للكمرات وعينات من بلاطات خرسانية صبت يدويا وثلاث طرق امتزاز

ويتضح أيضاً من الشكل رقم (٦ - ٣٨) أنه بدون أى تغير لنسبة الرمل في الركام فإن الخرسانة المحتوية على  $\frac{1}{10}$  شكايرة أسمنت بورتلاندى عادى للتر المكعب مع استعمال المز الآلى يكون لها نفس مقاومة الخرسانة المحتوية على  $\frac{1}{4}$  شكايرة للتر المكعب والتي استخدمت الطرق اليدوية العادية في صباها .

وكما قلت نسبة الاسمنت في الخرسانة كلما زاد احتمال تكوين خرسانة مسامية يسهل للعوامل الجوية والعوامل الملتفة الأخرى التأثير عليها :

وقد أشارت بعض الأبحاث للطرق إلى وجود زيادة في مقاومة الضغط والانحناء للخرسانة تقدر بحوالى ١٠ ٪ باستخدام المز الآلى مع نفس كمية الاسمنت التي تدخل في تكوين الخرسانة التي توضع بالطرق العادية في مكانها من الشدات والفرم وذلك الاختبارات أيضاً على إمكان تقليل الاسمنت بمقدار ١٠ ٪ دون التقليل من مقاومة الخرسانة أو تجماسها . وفي أبحاث أخرى للرصف ظهر من النتائج زيادة في مقاومة الضغط للخرسانة بعد ٧ أيام وصلت إلى ٣٦ ٪ وإمكان خفض محتوى الاسمنت إلى حوالى ١٥ ٪ بدون أى تأثير على مقاومة الخرسانة .

#### ٤ - التماسك مع حديد التسليح :

يزداد التماسك بين الخرسانة وحديد التسليح كلما قلت نسبة الماء إلى الاسمنت في الخلطة المستخدمة ولقد أجريت اختبارات الإقتلاع بالشد لاسياخ الحديد المدفونة في اسطوانات خرسانية وكذلك اختبارات على كرات مسلحة وتم صب الخرسانة بالطريقة اليدوية وكذلك صبت عينات أخرى مع استخدام طرق اهتزاز مختلفة فأظهرت النتائج أن التماسك يتأثر قليلاً بنوع الطريقة المستعملة في صب الخرسانة طالما ظلت نسبة الماء إلى الاسمنت ثابتة وكانت حالة الخرسانة يمكن دمكها . ولما كان الاهتزاز يسمح باستخدام الخلطة الخرسانية ذات القوام الصلب فعلى ذلك يمكن استعمال ماء خلط قليل مع كمية الاسمنت المعطاة الأمر الذى يترتب عليه زيادة التماسك بين الخرسانة وحديد التسليح .

وقد دلت النتائج على أن مقاومة التماسك تزداد توافقياً مع اهتزاز الحديد حتى يبلغ عمر الخرسانة  $\frac{1}{4}$  ساعة وأن الاهتزاز المتأخر كان يعمل على زيادة مقاومة التماسك في جميع العينات المختبرة .

٥ - التماسك بين طبقات الخرسانة :

أجريت لإختبارات عديدة لبيان مقدار التماسك بين طبقات الخرسانة حديثة الصب والخرسانة المتصلدة باستخدام كل من الطريقة اليدوية وطريقة الهز الآلي ودرس الكثير من المتغيرات منها نسبة الماء إلى الاسمنت والقوام والعمر عند التماسك والوصلات الأفقية والرأسية وحالة شطح الخرسانة المتصلدة عند وقف التماسك وبعض النتائج موضحة بالجدول رقم (٦ - ٥) ومنها يقين أن التماسك بين طبقات الخرسانة مع ثبات محتوى الاسمنت يزداد في العينات التي هزت آلياً بمقدار ٤٤٪ عن تلك التي صبت بالطرق اليدوية العادية .

جدول رقم (٦ - ٥) تأثير الهز الآلي على التماسك والمقاومة

محتوى الاسمنت متساو والاختبار بعد ٢٨ يوم على كرات ذات مقطع  $10 \times 10$  سم والبهر ٤٠ سم والتحميل في المنتصف . وقد وضع تحت الحمل مستوى التماسك بين الخرسانة الحديثة والقديمة ،

طريقة الصب	النسبة المئوية للماء إلى الاسمنت	القوام بطريقة المبوط - سم	مقاومة التماسك كجم/سم <sup>٢</sup>	معايير الكسر كجم / سم <sup>٢</sup>	مقاومة الضغط كجم / سم <sup>٢</sup>
بالهزاز	٤٧٪	صفر	٣٦,٢٦	٥٣,١٣	٣٨٦,٤
باليد	٦٢٪	١٥	٣١,٦٤	٤٣,١٩	٢٢٩,٤
بالهزاز	٦٢٪	صفر	١٩,٧٩	٣٩,٩٧	٢١٩,٨
باليد	٧٥٪	١٥	١٩,٣٢	٢٩,٦٨	١٧٨,٥
بالهزاز	٦٢٪	١,٢٥	٣٠,٠٣	٤١,٧٢	٢٣٤,٥
باليد	٧٥٪	١٥	١٩,٣٢	٣٩,٦٨	١٧٨,٥
متوسط النسبة =		باستعمال الهزاز بدون الهزاز	١,٤٤	١٣,٢	١,١٤

٦ - الهز المتأخر :

عند وضع طبقات الخرسانة المتتالية تنتقل الاهتزازات من طبقة الخرسانة الطازجة

العليا إلى ما تحتها من طبقات والتي قد تكون تصلحت جزئياً ويكون فيها الاسمنت قد شك نهائياً .

ودلت التجارب على أن إعادة عملية الهز (Revibration) للخرسانة التي شككت جزئياً تحسن فعلا من مقاومتها .. وفي هذه الدراسة أعيدت هز الخرسانة لفترات متراوح بين ٥ دقائق وساعتين بعد إتمام عملية الصب واستخدام أنواع متعددة من الاسمنت البورتلاندى . وقد بينت هذه الدراسة أن مقاومة الخرسانة تزداد بازدياد الفترة التي تسبق إعادة الهز . ووجد أن الزيادة القصوى لمقاومة الضغط بعد ٢٨ يوما كانت ٢٠٪ . كنتيجة لإعادة عملية الهز ، وظاهريا يكون الهز المتأخر في حدود مدة صغيرة معينة فعل العجن الذي يكون مفيداً للخرسانة .

ونتيجة للدراسات التي أجريت لتحديد تأثير الهز المتأخر على تماسك الخرسانة وحديد التسليح فقد ثبت أن هز الخرسانة الطازجة المجاورة للأسياخ البارزة من الخرسانة المتصلدة لا تنقص من التماسك .

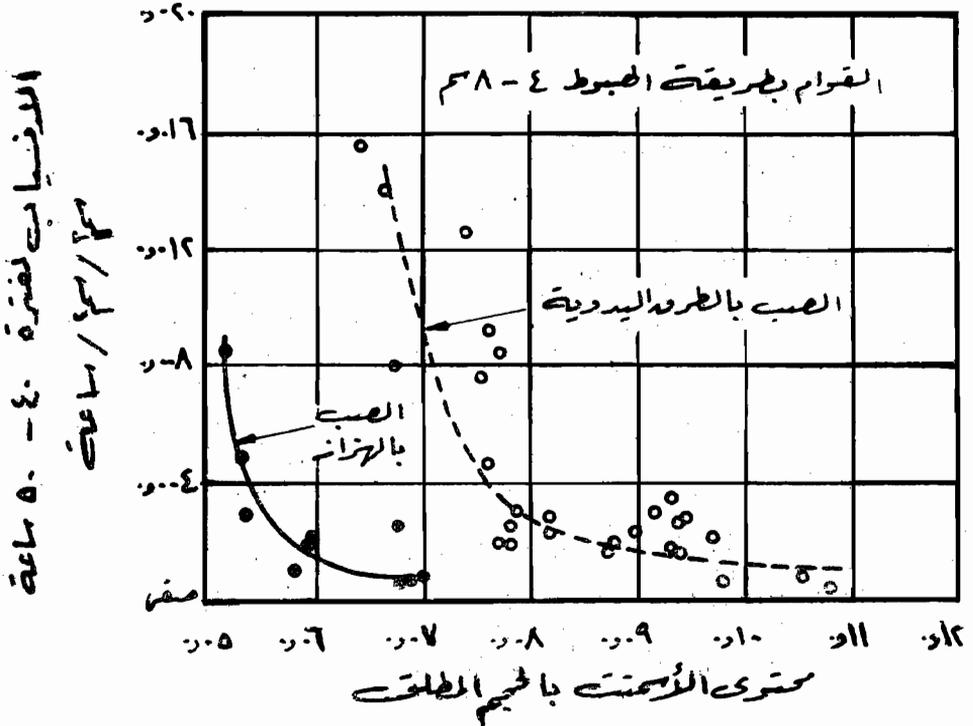
وفي الأعمال الخرسانية الخارجية التي يكون المظهر الخارجى لها ضرورياً يجب تجنب اختراق جهاز الهز لطبقة الخرسانة حديثة الصب ووصوله لطبقة خرسانة بدأت فعلا في مرحلة التصلد ، وذلك منعا لظهور خط إنفصال متعرج بين الطبقتين عندما تتصلد الخرسانة فيما بعد حيث يشوه ذلك المظهر الخارجى للنشأ :

#### ٧ - الامتصاص والمنفذية والتحمل مع الزمن :

كلما قل امتصاص الخرسانة للرطوبة وقلت منفذيتها للسوائل عموماً (الامحاضد والمحاليل القلوية ... ) إزدادت مقاومتها للعوامل الجوية، وتعتبر الخرسانة غير المنفذة أساسية إذا كانت سدوديتها للماء مطلوبة . وقد أمكن تحليل منفذية الخرسانة ودرجة امتصاصها لحد كبير باستخدام الهز الآلى لها .

وفي الدراسة التي أجريت على عينات ذات محتوى أسمنت معين كان امتصاص الخرسانة التي هزت آلياً أقل ٦٠٪ كما أن منفذية الماء تحت ضغط مائى ٢,٨ كجم/سم<sup>٢</sup> كان في حالة الهز الآلى أقل بمقدار ١/٤ من الخرسانة المدموكة يدويا . وكانت هذه القيم لحطاطات غير دسمة وكان النقص في الامتصاص والمنفذية نتيجة لتقليل نسبة الماء إلى الاسمنت

لاستخدام الهز الآلي ويوضح الشكل رقم (٦ - ٤٠) نتائج اختبارات المنغذية بالخرسانة التي هزت آليا ومقارنتها بالخرسانة اليدوية والتي كانت في نفس الظروف :



شكل رقم (٦ - ٤٠) تغير منغذية الخرسانة مع محتوى الأسمنت في حالتها الدمك اليدوي والآلي أما بالنسبة لتحمل مع مرور الزمن فقد عرضت الخرسانة المغمورة جزئيا بالماء لدورات من التجمد وذوبان الثلج وقد بينت النتائج أن العينات التي هزت آليا كانت متفوقة على العينات المصبوبة يدويا والتي تحتوي على نفس محتوى الاسمنت وحيث اختبرت العينات بعد ١٥٠ دورة فكانت مقاومة الضغط للعينات التي هزت آليا ضعف العينات يدوية الدمك .

#### ٨ - الضغط على الفرغ :

من الواضح جداً أنه عند استخدام أجهزة هز الفرغ والشدات يتطلب الأمر عناية أكثر من العادية لضمان جساءة الشدات . وعند استخدام الهز الداخلي يوجد غالباً عمق أكبر من الخرسانة اللدنة وذلك بالمقارنة بالخرسانة اليدوية . وفي هذه الحالة

فإن الضغط الأقصى على الشدات يكون أكبر ولذلك يجب أن تكون القرم قوية بدرجة كافية لتحمل معها فعل الهز المستمر .

وقد قيس الضغط في حالة أعمدة ذات ارتفاع ٢,٥ م وعرض ٠,٥٠ م وسلك ٢٠,٢٠ مع استخدام هزات متصلة بالشدات وكان هبوط الخرسانة الطازجة ٤ سم فوجد أن الضغط على الشدة يعادل ضغط الموائع Fluids التي لها نفس كثافة الخرسانة ، أما في حالة استخدام خرسانة قوامها ١٨ سم فإن الضغط يزداد هيدروستاتيكياً بحد أقصى يزيد قليلاً عن نصف الضغط السابق في حالة استخدام المراز الآلى .

وأوضحت الدراسات الأخرى أنه باستخدام المرازات الداخلية تتحول أكبر كمية من الخرسانة إلى عجينة لدنة وينتج عن ذلك ضغط أكبر على القرم والشدات . . وقد وجد أن ضغط الخرسانة في هذه الحالة على جوانب القرم يعادل ضغط سائل كثافته مكافئة لكثافة الخرسانة بحد أقصى حوالى ٠,٢٠ - ٠,٣٠ كجم/سم<sup>٣</sup> في إنضغاط المباني العادية ، وعندما يكون صب الخرسانة سريعاً كما في حالة الأعمدة فيضاحب ذلك زيادة في هذه الضغوط .

التوصيات بالنسبة لاستخدام المرازات :

١ - في صب الخرسانة :

توضع الخرسانة على طبقات تتراوح أسماكها بين ٦٠,٥٠ سم وتهد كل طبقة في موضعها الجديد بطريقة لا تؤدي إلى فعل مكرونتاتها وتستمر عملية الهز حتى الحصول على سطح أملس خال من الفقاعات الناتجة من الجيوب الركامية شكل رقم (٦ - ٤١) و(٦ - ٤٢) وقد تستخدم الوسائل اليدوية إذا دعت الحاجة وبالإضافة إليها بعض أجهزة الهز الخارجية المطلوبة .

٢ - في أنواع المرازات :

تستخدم أجهزة هز القرم عندما تكون القطاعات أصغر من أن يستخدم فيها أجهزة الهز الداخلية كذلك تستخدم أجهزة الهز الداخلية في كل القطاعات الكبيرة بدرجة كافية لإدخال الجهاز وتحريك داخل الخرسانة وقد يستخدم بالإضافة إلى ذلك بعض أجهزة الهز الخارجية إذ لا يمكن الحصول على أسطح مرضية بواسطة أجهزة الهز الداخلية كما قد تستخدم أجهزة هازة خارجية حول القرم لتحسين الأسطح الرأسية للأعضاء الخرسانية.

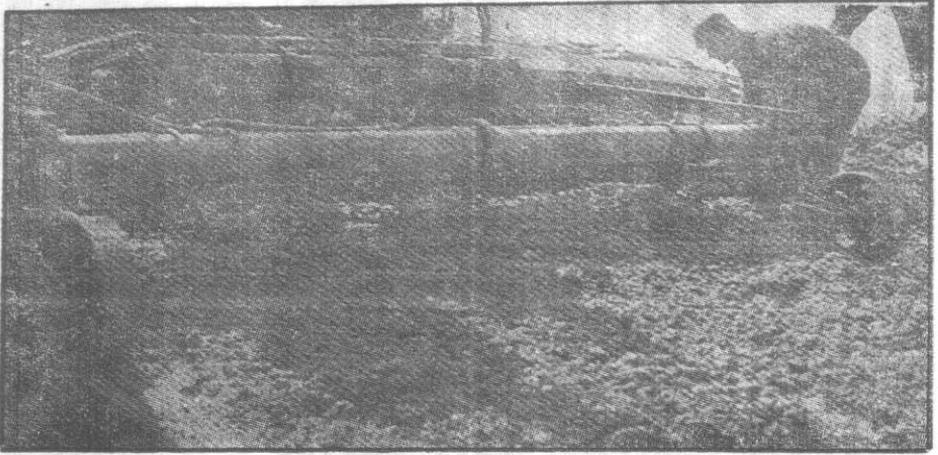


قبل الدمك

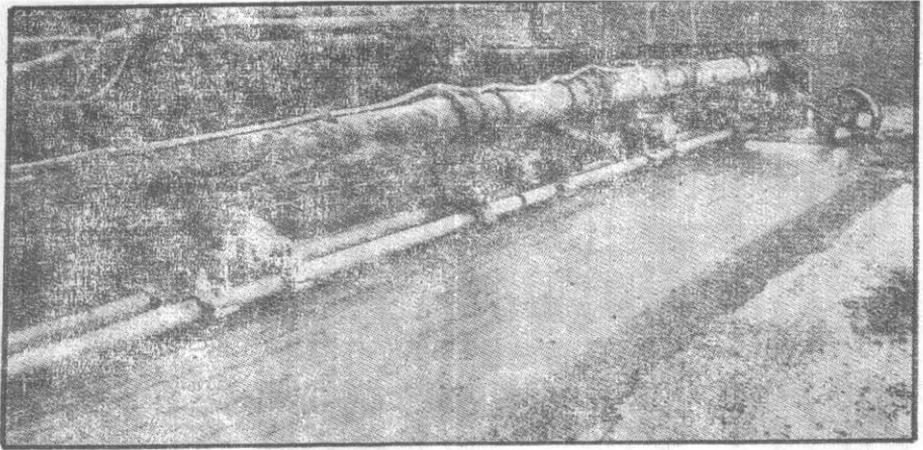
شكلا رقم (٤١ - ٦) تأييد الدمك بالمخازن الداخلى على الخرسانة الطازجة عند الصب



بعد الدمك



قبل الدمك



بعد الدمك

شكل رقم ( ٦ - ٤٢ ) تأثير الدمك بالمهراز السطحي على خرسانة الرصف

٣ - فيه عدد المهزازات وأحجامها :

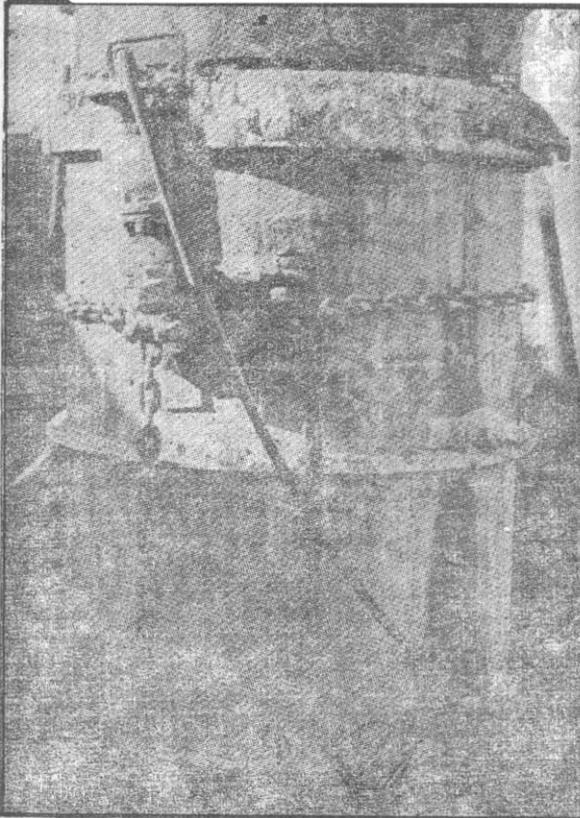
يشترط في المهزاز المستخدم إلى جانب منانة الصنع أن يكون قادراً على أن ينقل

٢٧ - خرسانة

للخرسانة ما لا يقل عن ٣٦٠٠ دفعة / الدقيقة كما يجب ألا يقل مجال تأثير الحركة الاهتزازية الذي يمثله نصف قطر التأثير عن ٥٠ سم عند استخدام الجهاز في خرسانة يعطى اختبار القوام بطريقة المهبوط ٢ سم كأنه لا بد من استخدام عدد كاف من الأجهزة تسمح بإتمام عملية الهز في المواضع المنفرقة من الطبقة الخرسانية ، في وقت واحد وبالمعدل المطلوب لصب الخرسانة . . ويفضل وجود أجهزة لإحتياطيه في موقع العمل لاستخدامها في الأحوال الطارئة كما في حالة تعطل جهاز أثناء العمل .

#### ٤ - في طريقة استخدام الأجهزة :

تركب هزازات الفرغ بطريقة تضمن سلامة وتقل الاهتزازات للخرسانة شكل رقم (٦ - ٤٣) ، (٦ - ٤٤) ويرفع الجهاز لأعلى (على مسافات) بحيث لا تزيد كل



كل مسافة عن ارتفاع الخرسانة الذي يمكن أن يتأثر بوضوح بعملية الهز . كما توضع أجهزة هز الفرغ أفضيا حول المنشأ بحيث لا تبعد عن بعضها بما يزيد عن نصف قطر التأثير بعملية الهز .

أما بالنسبة للهزازات الداخلية فيجب أن تتحرك باستمرار وبانتظام داخل الخرسانة في مواضع تباعد بمسافات متساوية لا تزيد عن نصف قطر التأثير ، ويجب ألا يترك الجهاز

شكل رقم (٦ - ٤٣) ربط هزاز الفرغ بسطح الشدة

في موضع واحد لمدة طويلة حتى لا يتسبب في ظهور تجمعات للأسمت اللباني على سطحها



Correct

Start placing at bottom of slope so that compaction is increased by weight of newly added concrete. Vibration consolidates the concrete.

ببدا الوضع في أسفل المنح حتى يزداد الضغط تحت الزساعة الجبرية الضامة. الوضاعة تبدأ عند أعلى تملب الزساعة



Incorrect

When placing is begun at top of slope the upper concrete tends to pull apart especially when vibrated below as this starts flow and removes support from concrete above.

إذا بدأ الوضع في أعلى المنح فإنه الزساعة العليا تأخذ في السحب بعيداً عن بعضها خاصة عندما تهتز في أسفل وهذا يبدأ في انسيابها ويمنع الزساعة من دعمها الزساعة

WHEN

CONCRETE MUST BE PLACED IN A SLOPING LIFT.

عندما يجب وضع الخرسانة في منح.



Correct

تقوم به الهزاز رأسياً ليوصات تملبه داخل الزساعة الجبرية سابقاً (التي جميعاً الزساعة) ثم تملبها أعلى فتران تنظيم وترتد فتلبها مناسياً



Incorrect

Vertical penetration of vibrator a few inches into previous lift (which should not yet be rigid) without sufficient dept will at systematic regular intervals will give adequate consolidation.

إذا كان الهزاز الرأسية بطريقة عشوائية في كل الزوايا والسما فإنه يبدو كمنه كأنه في هذا الطريقة الرباط بصورة كافية بين الطبقتين

SYSTEMATIC VIBRATION OF EACH NEW LIFT.

الوضاعة الرتيكيب لكل طبقت جديدة

شكل رقم ٦ - ٤٤ ) طريقة الاستخدام الصحيح للهزاز الداخلي

كما تستخدم الهزازات الداخلية بالقرب من جدران الشدة قرباً كافياً للحصول على أسطح جانبية مرضية مع مراعاة تجنب الاصطدام بالشدة بدرجة تتلفها شكل رقم (٦ - ٤٥) .  
وتسّر عملية الهز بواسطة الهزازات الداخلية أو هزازات الفرغ حتى نحصل على عجينة خرسانية متجانسة ، وبحيث لا تقل مدة الهز عن ٢٣ ثانية لكل ١٠٠ سم<sup>٢</sup> تقريباً من سطح كل طبقة خرسانية . أما أجهزة الهز السطحية شكل رقم (٦ - ٤٦) فتستعمل لمدة كافية لدفن حبيبات الركام الكبير في باطن الخرسانة وتغطيتها بطبقة من المونة تغطي سطحاً ناعماً مستوياً .

#### ٥ - في تعديل الخلطة : ( Adjustment of Mix )

نعدل كميات مواد الخرسانة لتغطي الخلطة التي تتفق كمية الماء والاسمنت فيها مع المواصفات وشروط العمل والتي تصبح مدموكة تماماً عند إجراء عملية الهز الآلى .  
وتؤخذ كمية الماء ونسبة المونة إلى الركام أقل ما يمكن ولكن بدرجة تسمح بالحصول على خرسانة كثيفة متجانسة وخالية من جيوب الركام ومن التمشيش ومن أى علامات أخرى تشير إلى حدوث انفصال في مكونات الخرسانة .

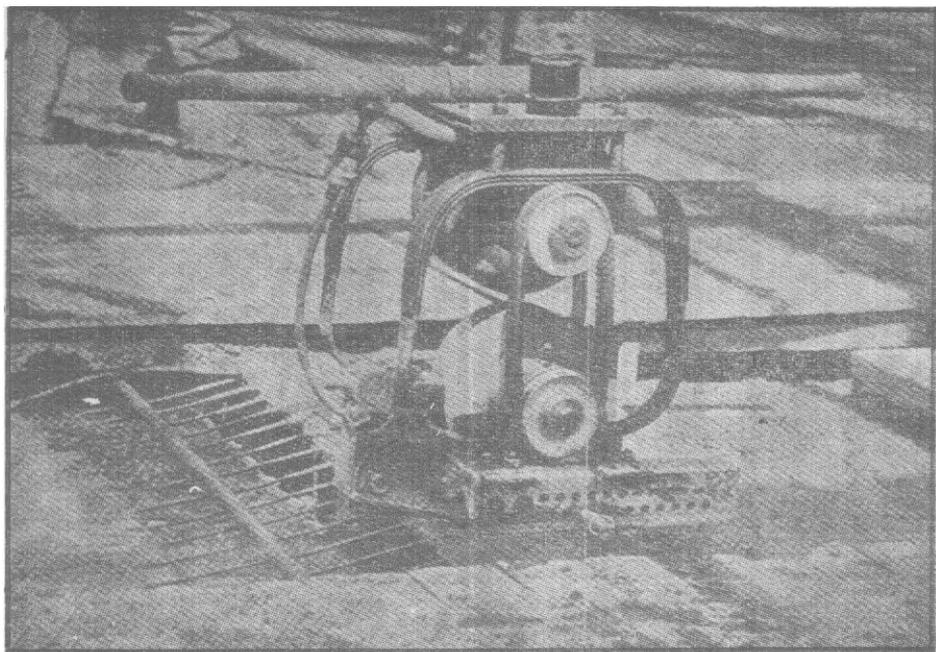
وفي حالة ظهور زائد من الماء الحر على السطح يعالج ذلك إما بتقليل كمية الماء في الخلطة بتعديل نسبة الركام وبزيادة نسبة المواد الناعمة المارة من المناخل القياسية ٣٥٤, ٠, ١٧٧, ٠, ٠ مم .  
اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ بالنسبة لعملية الدمك :  
تشمل عملية الدمك المزغزة والاهتزاز مما يجعل الخرسانة تنساب حول أسياخ التسليح وتلفها بحيث تملأ كافة فراغ الفرغ للمنسوب المطلوب .

ويجوز عمل الدمك بالأدوات اليدوية إذا لم ينص على استعمال الوسائل الميكانيكية مثل الهزازات الغاطسة ( الداخلية ) أو هزازت الفرغ ( الخارجة ) أو هزازات الأسطح ، وعلى العموم فإنه بوصى باستخدام الهزازات حيث أنها تقلل من مدة الدمك ويمكن من تخفيض نسبة الماء إلى الاسمنت في الخلطة مما يؤدي إلى خرسانة أعلى جودة .  
ويجب تجنب إطالة مدة الدمك بعد ذلك حتى لا يتسبب استمرارها في حدوث انفصال في مواد الخرسانة وطفو كميات كثيفة من لباني الاسمنت على سطحها .

ويراعى ألا يتسبب الصب والدمك بأى حال من الأحوال في قلقلة الخرسانات السابق صبها أو زحزحة تسليحها حتى لا تتكون فراغات في الخرسانة أو حول أسياخ



شكل رقم (٦ - ٤٥) استخدام الهزاز الداخلي قرب جدران الشدة



شكل رقم (٦ - ٤٦) جهاز الهزاز الطحلي لدمك خرسانة البلاطات

التسليح وأيا كانت الطريقة يجب أن يستمر الدمك حتى ينعدم التمشيش ويتمتع ظهور الفقائيع الهوائية وتصل الخرسانة إلى أقصى كثافة .

#### ( ٥ ) الانتهاء والتشطيب . ( Finishing )

لقد بذلت جهود كثيرة لتحسين منظر السطح الخرساني وذلك بصها في فرم ملساء أو بمعالجة هذه الأسطح بإضافة مادة كالدكسترن للأسطح الخرسانية لتأخير زمن الشك ، ومن ثم تمشيط سطح الخرسانة لإزالة السطح الاسمتي وظهور الركام ولكن هذا العلاج إذا عمل لخرسانة عادية فإن السطح الذي يظهر وسوف يكون غير منتظما ويصالح ذلك بانتخاب ركام معين للخرسانة وتتبع طرق خاصة أثناء صب الخرسانة حتى لا يكون هناك لجوات بداخلها باستعمال المزازات وباختيار وتقية الركام الذي لا يزيد قطره عن ١,٥ سم .

وتعتبر طريقة التمشيط أرخص طريقة لمعاملة السطح الخرساني وذلك قبل شك الخرسانة ويمكن إجراء هذا التمشيط قبل مضي من ١٦ إلى ١٨ ساعة ويتوقف ذلك على حرارة الجو أثناء صب الخرسانة .

وتستعمل أمشاط السلك وكذلك يصب الماء بكثرة للتأكد من غسل الركام الذي يظهر على سطح الخرسانة غسلًا جيدًا .

وبالنسبة للتصميمات الهندسية فإنه يمكن عمل رسومات مختلفة على سطح الخرسانة بواسطة الحفر ، وتستعمل عادة في ممرات الحدائق والطرق التي تحيط بمجمعات السباحة فيبعد تسوية سطح الخرسانة بواسطة خشبة التسوية وتخليص السطح من الرطوبة الزائدة يبدأ الحفر في الخرسانة بطريقة ارتجالية بواسطة حفارات عبارة عن سطح اسطوانى من النحاس بطول ١٨ بوصة تقريباً ، وهى ماسورة على شكل حرف S مثل المستعملة في أعمال البناء . ولا يمكن عمل مثل هذه الحفر إلا عندما تكون الخرسانة لينة وهى عادة ما بين  $\frac{1}{4}$  إلى  $\frac{1}{2}$  في العرض ،  $\frac{3}{8}$  في العمق .

وعند وصل الخطوط الهندسية ينتج على السطح بعض زيادات وهى الناتجة من عملية الحفر فسوى بإمرار الحفارة مرة ثانية في نفس المسارات لتحصل على وصلات نظيفة ناعمة ، ويسوى السطح أخيراً بكل عناية بواسطة المسطرين ، وعند إتمام عملية الشك

تسوى المسارات الهندسية بواسطة فرشاة ناعمة من الشعر ، كما أنه في هذه الحالة يجب عدم استعمال الماء إطلاقاً .

وقد تعمل رسومات على شكل أوراق للشجر وهي تستعمل خاصة على طول عمرات الحدائق وغيرها حيث يكون تصميمها على مستوى في عال كما أنها تكون حسنة المظهر، فتؤخذ بعض أوراق الشجر الموجودة بالمنطقة وبمعدتسوية سطح الخرسانة نهائياً توضع هذه الأوراق وتضغط بعناية ، ويتم هذا باستعمال عارة تشطيب مع ملاحظة عدم غمس أي جزء من ورق الشجر داخل الخرسانة ثم ينزع ورق الشجر بعد عملية الشك فنحصل على مظهر هندسي جميل .

وقد تعمل رسومات على هيئة دوائر ويكون شكل السطح المستعمل فيه هذه الطريقة متنوع ويستعمل في حالات مختلفة مثل أرضية القاعات وتتم هذه الرسومات المائية بعد الانتهاء من تهيئ سطح الخرسانة وصلقه وذلك باستعمال عدد من العلب الدائرية بأقطار مختلفة ، ثم يبدأ أولاً بالأقطار الكبيرة ويتم ذلك بوضع الناحية المفتوحة من العلب على سطح الخرسانة والضغط عليها من أعلى مع لفها خفيفاً حتى نحصل على طبعة جيدة ، وبعد الانتهاء من طبع الدوائر ذات الأقطار الكبيرة فإتاً نستعمل بعد ذلك الدوائر التي تكون أصغر وهكذا .

وقد تعمل رسومات على هيئة موجات دائرية ويتم عمل هذه الموجات باستعمال عارة من الألومنيوم أو الصلب ثم يدك سطح الخرسانة ويسوى بمخسبة التسوية ويصقل بالمسطرين الصلب حيث يمكن تحريك المحارة أو المسطرين بمحركات نصف دائرية متداخلة ببعضها البعض .

### ثالثاً : مرحلة ما بعد الصلب ( تصدق الخرسانة )

( ١ ) المعالجة ( Curing ) :

١ - ماهية المعالجة :

تأتي معالجة الخرسانة في آخر خطوة من خطوات الصناعة وهي من أهم خطواتها لذلك يجب إعطاؤها القدر الكافي من العناية والتزام إجرائها على أكل وجه لكي تعطى في النهاية الخواص المطلوبة .

وللمعالجة هي إحدى الطرق التي تساعد الخرسانة في الحصول على المقاومة المطلوبة وكذلك مقاومة العوامل الجوية وقد اتضح أن استخدام مواد جيدة وبنسب صحيحة ليس ضماناً

كافيا للحصول على خرسانة ذات خواص حسنة إذا ما أهملنا مرحلة المعالجة .  
وبدراسة خواص الخرسانة وجد أن المقاومة تزداد بمقدار ٥٠ ٪ عندما تعالج لمدة ٧ أيام وبمقدار ١٠٠ ٪ عندما تتم المعالجة لمدة ١٤ يوما . كما أن المعالجة الكاملة تضيف إلى خواص الخرسانة خاصية المقاومة للبرى وتعمل أيضا على تحسين خواص مقاومة المنفذية للسوائل .

لذلك يجب أن تكون كمية الرطوبة على سطح الخرسانة كافية لمنع الجفاف والانكماش قبل تصلب الخرسانة، وبما أن الماء المستعمل في الخلطة الخرسانية يمتص جزءا منه بواسطة حبيبات الركام وجزءاً آخراً لتحسين درجة التشغيل والجزء الثالث والمهم هو لاتمام عملية الإماهة لذلك يجب المحافظة على هذا الماء داخل الخرسانة بواسطة المعالجة وذلك بمنع الخرسانة من الجفاف لمدة ثلاثة أيام على الأقل ومن الممكن الحصول على نتائج أحسن بامتداد فترة المعالجة لمدة من ١٠ إلى ١٤ يوماً .

#### ٢ - فترة المعالجة :

تحدث عملية إماهة الأسمنت في وجود الجو الرطب وفي درجات الحرارة المناسبة لذا يجب المحافظة على هذه الشروط عند تحديد فترة أو وقت إجراء المعالجة للخرسانة وتحصل الخرسانة على معظم قوتها في فترة وجيزة في الأعمار المبكرة لها لذا نجد أن الفائدة العظمى من المعالجة تكون مركزة خلال هذه الفترة . وكلما تأخرت معالجة الخرسانة - ولو كان يوماً واحداً - كلما كان ذلك مضرّاً بالخرسانة حيث أنه يؤدي إلى عدم اكتساب الخرسانة للقوة المطلوبة .

ولا تجرى المعالجة إلا بعد تسوية للسطح النهائي للخرسانة ويحسن زيادة فترة المعالجة للحصول على خواص أفضل فمثلا معالجة ٧ أيام تعطى خواصاً أفضل من معالجة يوم أو اثنين وهكذا . وتنص المواصفات على أن يعالج سطح الخرسانة لمدة ١٤ يوماً على الأقل لمنع حدوث الانكماش أو التغيرات الحجمية نتيجة لتغير نسبة الرطوبة في الخرسانة أو حولها والبعض الآخر يحددها بما لا يقل عن ١٤ يوماً .

وتتوقف فترة المعالجة لدرجة كبيرة على نوع الأسمنت المستخدم ، فبالنسبة للأسمنت البورتلاندى العادى يكفي ١٤ يوماً للمعالجة في درجات الحرارة العادية أما الأسمنت السريع التصلد فإنه يحتاج إلى فترة قصيرة في العلاج مع العناية التامة في خلال هذه

الفترة ، وفي حالة الخرسانة المستعمل فيها الاسمنت عالي الألومينا فيجب أن تحتفظ مشبعة في خلال الثمان ساعات الأولى لها ثم تظل مبللة في خلال الست عشرة ساعة التي تلي ذلك .  
وفي حالة الاسمنت الحديدي نجد أنه يحتاج لمعالجة خاصة كما يحتاج لغمره بالماء لمدة ١٤ يوما على الأقل .

٣ - طرق معالجة الخرسانة :

١ - طريقة الرش :

ترش الخرسانة مرتين أو ثلاث مرات يوميا وذلك عندما لاتكون معرضة لحرارة الشمس المباشرة ولا تطبق هذه الطريقة في حالة خرسانة الرصف .

٢ - طريقة التغطية :

وتستخدم في حالة الخرسانة المعرضة لتأثير الرياح وأشعة الشمس المباشرة .

( أ ) التغطية بالخيش أو بقماش من التيل يبلل بالماء مرتين يوميا .

( ب ) التغطية بطبقة من الرمل سمكها ٥ سم أو بفشارة الخشب وتبلل مرة يوميا .

( ج ) التغطية بالقش أو التراب المبلل .

وعندما تتصلب الخرسانة بدرجة كافية تغطي بطبقة من التراب بسمك حوالى ٥ سم أو بطبقة من القش بسمك حوالى ١٥ سم لحفظ السطح مبللا لمدة ٧ - ١٢ يوما ويتوقف تكرار البلل على معدل البخر الذى يعتمد بدوره على المواد المستخدمة ودرجة الحرارة ودرجة الرطوبة للجو المحيط وفي الأحوال العادية تبلل الاغطية من مرة إلى أربع مرات يوميا . والمعالجة بالتراب المبلل في شوارع المدينة غير مرغوب فيها ويجب ملاحظة خلو للغطاء المستعمل من التراب والاحجار المكسرة أو الزلط لأن وجود مثل هذه الاحجار يسبب جفاف المنطقة من الخرسانة الملاصقة لها وبالتالي يعمل على انكماش هذه المنطقة من الخرسانة دون غيرها فلا يكون هناك تجانسا تاما في سطح الخرسانة .

( د ) التغطية بالورق :

وهي إحدى الطرق للمعالجة الحديثة بالنسبة للأسطح الأفقية ويستخدم فيها نوع من الورق يقاوم منفذية الماء ويوضع هذا الورق على سطح الخرسانة بعد التشطيب مباشرة ويترك في مكانه لفترة المعالجة المطلوبة . ويوجد هذا الورق على شكل لفات مما يسهل

استخدامه في معالجة بلاطات الارضيات الخرسانية وفي معالجة خرسانة الرصف . وعند استخدام هذا الورق يجب التأكد من خلوه من الثقوب كما يجب العناية بسد الوصلات بين أجزاء الورق المتجاور .

#### ( هـ ) التغطية بالبيتومين :

في الأماكن الجافة ( مثل الصحراء ) التي لا يمكن الحصول على الماء فيها بسهولة توضع طبقتان من الأسفلت الناتج عند تكرير البترول أو القطران ويراعى أن توضع إحدى هذه المواد على سطح الخرسانة في خلال ساعة من صبها والغرض من استخدام هذه المواد هو منع تبخر ماء الخلط .

#### ٢ - طريقة الأحواض أو الغمر :

وتستخدم في حالة خرسانة الرصف وقد تكون هذه الأسطح مائلة بما يجعل وجود الماء عليها غير ممكن لذلك تعمل لها حواجز طولية وعرضية ( على شكل أحواض يمكن إزالتها بسهولة ) وتملأ هذه الأحواض بالماء وتزال بعد أن تتم عملية المعالجة .

#### ٤ - استخدام المركبات السدودة .

وفيها يلصق على السطح الخرساني بعد الانتهاء من التسوية مستحلب ماء قارم ( أى بيتومين سائل ) وبعد تعرضه للهواء وهو على سطح الخرسانة نجد أن المستحلب يتجزأ على سطح الخرسانة تاركاً شريحة رقيقة من البيتومين ويمكن استعمال الأسفلت أو قطران الفحم في مثل التغطية والتكسية لسطح الخرسانة .

إلا أن استعمال مثل هذه الأغشية السوداء غالباً ما يكون محصوراً في نطاق ضيق مثل الأساسات لتواجد الرطوبة والتشبع الدائم من المياه الجوفية في باطن التربة أما في الأحوال الأخرى فيضيق النطاق أمام استعمال مثل هذه الطريقة بسبب رداءة شكل الخرسانة الناتجة بهذا الوضع . وفي الطقس الحار تسمح الأسطح المنضاه بهذه الطبقة السوداء اللون بامتصاص الجزء الأكبر من الحرارة وبذلك تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الخرسانة عن الحد المقبول وبالتالي يعمل ذلك على نقص الرطوبة الموجودة بالخرسانة كما تحدث تشققات وشروخ في الخرسانة . وللحصول على نتائج مرضية باستعمال المركبات الصافية الراقمة فإنه يجب تقليل السطح لمدة الثلاثة أيام الأولى من عمر الخرسانة وذلك لمنع حدوث تبخر للماء بداخل الخرسانة . ومن الناحية العملية وجد أنه لا يمكن إعطاء

الغطاء الواقي - سواء كان أسفلت أو مستحلب بيتوميني - انظاما في السمك والقوام في جميع المساحات من سطح الخرسانة كما أنه عند استخدام طبقة واحدة فقط يلاحظ حدوث نفوب منتشرة على السطح الناتج لذا يفضل استعمال الغطاء البيتوميني على طبقتين لتلافي حدوث مثل هذه الثغرات وعند استعمال المركبات السدودة عند الأسطح التي أزيلت عنها الشدات فإنه يستحسن بلها بالماء لمدة بضع ساعات قبل استعمال الطبقة السدودة نظراً لأن الشدات تسمح ببعض الجفاف .

كما تستعمل مركبات الشمع غير الملونة بشكل عام في بعض المنفآت الخاصة حيث لا يمكن تطبيق طريقة المعالجة بالماء عليها أو حيث لا تكون الاغطية السوداء مرغوباً فيها . وقد تترك هذه المركبات بقما صغيرة على السطح تكون في الغالب كافية للحد من استهلاكها إلا أنه يمكن الحصول على نتائج أفضل عند استعمال هذه المركبات على الأسطح الخرسانية إذا ظلت هذه الأسطح مما يساعد على منع تبخير الماء . ولما كانت عملية تظليل الأسطح الخرسانية صعبة التنفيذ خصوصاً في أيام الرياح الشديدة فقد أمكن إيجاد أنواع مختلفة من المركبات البيضاء غير الشفافة أمكنها أن تؤدي أغراض التظليل وتعتبر مركبات الشمع غير الملونة بديلاً مقبولاً لعملية المعالجة بالماء . في بعض المنشآت الخاصة . وقبل وضع المركب الضمعي على أسطح الخرسانة تغمر هذه الأسطح بالماء بعد مرور يوم أو اثنين من تركيب القرم وذلك لأن هذه القرم تسمح بحدوث بعض الجفاف كما يمكن استخدام طبقة من كلوريد الكالسوم توضع على سطح الخرسانة بعد تكوين محلول منه بمعدل ١ كجم لكل م<sup>٢</sup> من السطح .

#### ٥ - استعمال القرم الخشبية الرطبة :

يفيد استعمال القرم الخشبية الرطبة أو المبللة في منع حدوث الانكماش أو التشققات في سطح الخرسانة بين أما كن اتصال الألواح الخشبية المستعملة في الشدة وبعضها الآخر وبالتالي فإنه يساعد على حفظ نسبة معينة من الرطوبة داخل الخرسانة . كما أنه عند عمل معالجة لسطح الخرسانة بعد إزالة القرم فإنه ينصح بإزالتها على وجه السرعة على قدر الإمكان كما أن القرم المكونه من الألواح الخشبية الضيقة والكثيرة في السطح الواحد لا يكون مفعولها متكاملًا في منع حدوث نقص في الرطوبة بداخل الخرسانة كما أن إزالة القرم من الخرسانة خصوصاً إذا احتاج الأمر إلى ترميم أى جزء من الخرسانة الناتجة يفضل لو كان سريعاً .

## ٦ - المعالجة بالبخار :

تستخدم مثل هذه الطريقة في معالجة الوحدات الخرسانية جاهزة الصنع مثل البلوكات والفلنكات وهذه الطريقة كثيرة التكاليف ولا تستخدم إلا في المصانع الكبيرة الضخمة لما لها من تأثير هام في مثل هذه الأعمال حيث يكون من المستحسن الإسراع بعملية الإماهة والتصلد حيث أن هذه الوحدات لا بد أن تكون جاهزة الصنع خلال عدة أيام قليلة من صبها ولتجنب مشاكل التخزين فإنها تحتاج إلى معالجة سريعة . لذلك فإن استخدام المعالجة بالبخار يكون ملائماً جداً في مثل هذه الأعمال وتشتمل عملية المعالجة بالبخار على أربع خطوات رئيسية هي :

## ( أ ) فترة قبل إدخال البخار : ( presteaming period )

وهو الوقت بين عملية اتمام الخلطة وعملية إدخال البخار وفي أثناء ذلك الوقت يحدث بعض الإماهة للاسمنت وبذلك تكون الخلطة مستعدة للتعرض للبخار .

## ( ب ) فترة ارتفاع الحرارة ( Temperature Rise period )

وهو الوقت الذي ترفع فيه درجة حرارة المنتج المراد معالجته بمعدل مضبوط حتى تصل إلى الدرجة النهائية المطلوبة ومعدل رفع درجة الحرارة يتراوح بين ٥ - ١٥°م في الساعة . ويتوقف على نوع المنتج نفسه وطادة تحتاج العملية من ساعة إلى ٦ ساعات .

## ( ج ) فترة درجة الحرارة القصوى ( period at Max Temp ) وهو الزمن الذي

خلاله تصل قوة المنتج إلى درجة تسمح بنقله وتداوله وتحتاج هذه الفترة في الغالب لعدة ساعات تثبت خلالها الدرجة القصوى المطلوبة للحرارة

## ( د ) فترة التشرب : ( Soaking period )

بعد أن يصل المنتج إلى درجة الحرارة القصوى المطلوبة فإنه يجب عدم السماح للبخار بالدخول ويسمح للنتج بالتشرب في الحرارة المتخلفة والرطوبة التي بداخل القمين ( Curing Kiln )

وتعتبر هذه الخطوات الأربع سالفة الذكر خطوات رئيسية لسلك منتج خرساني يراد معالجته بخارياً . ولا بد من التأكد من أن كل خطوة من هذه الخطوات قد تمت بنظام وخلال أمانة معينة تتوقف على نوع المنتج نفسه حتى نحصل في النهاية على المقاومة

المرغوبة في الأوقات المطلوب فيها الحصول على المنتج كاملاً وسليماً وقوياً ويمكن استعماله بعدما في الأغراض المطلوبة .

ويمكن أن تتم المعالجة بالبخار إما بالضغط العالي أو بالضغط المنخفض :

( أ ) استخدام الضغط العالي :

يتطلب الشاءات ضخمة خاصة من الحجرات الحديدية التي يجب أن تمد بكميات زائدة من الماء لضمان وجود جو مشبع . وفترة المعالجة في هذه الحالة تكون قصيرة نسبياً .

( ب ) استخدام الضغط المنخفض بالطريقة المستمرة .

تكون عملية المعالجة مستمرة وذلك بوضع الوحدات الخرسانية على عربة تنقل إلى بحر طويل مشبع بالبخار ووجود البخار يحمل جزيئات الماء وحيثما الانتمت تتحد مع بعضها مما يساعد على تكوين البلورات بسرعة .

( ج ) استخدام الضغط المنخفض بالطريقة غير المستمرة :

تتم للمعالجة في سلسلة من حجرات المعالجة كل حجرة مصممة عادة لاستيعاب إنتاج يوم كامل وإعطاء البخار يبدأ في آخر اليوم .

والمقاومة المكتسبة في يوم واحد في حالة استعمال المعالجة بالبخار تعادل المقاومة المكتسبة بعد ٢٨ يوماً باستعمال طرق المعالجة العادية وهذا يعتبر من فوائد المعالجة بالبخار . والسرعة الكبيرة في اكتساب هذه المقاومة مع الفقد القليل في المقاومة الكلية يمكن الحصول عليه في درجات حرارة ما بين  $55^{\circ} \text{C}$  ،  $73^{\circ} \text{C}$  . وتسبب درجة الحرارة العالية في هذه الحالة في الحصول على مقاومة عالية في وقت مبكر جداً أما إذا زاد وقت المعالجة عن يومين فيحدث ذلك نقصاً في المقاومة المكتسبة وفيما يلي بعض النتائج التي يمكن الوصول إليها باستعمال المعالجة بالبخار .

( أ ) تستخدم خلطات جافة نوعاً عن تلك المعالجة تحت الظروف الرطبة .

( ب ) تتساوى مقاومة الضغط للخرسانة الناتجة من المعالجة بالبخار في الوحدات الخرسانية جاهزة الصنع بعد يوم واحد بتلك الناتجة عن المعالجة تحت ظروف الرطوبة المناسبة بعد ٢٨ يوماً .

( ج ) تكون مقاومة الخلطة للأملاح والكبريتات متزايدة عن الخلطات العادية

( د ) تبلغ نسبة الانكماش التي قد تحدث نصف تلك التي قد تحدث عند المعالجة في

الظروف المناسبة من الرطوبة .

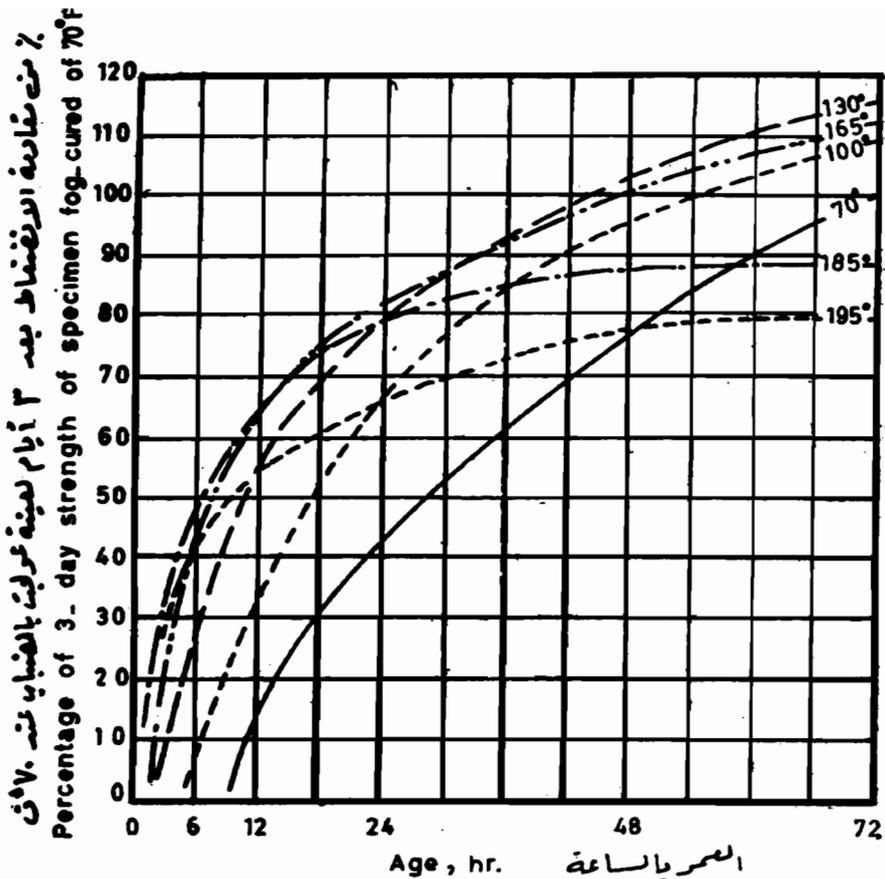
(٥) تقل مقاومة التماسك بين الخرسانة وأسياخ حديد التسليح في مثل هذه الطريقة من المعالجة .

ويجب ملاحظة أن في جميع طرق معالجة الخرسانة بالبخار ألا يكون الارتفاع في درجات الحرارة بسرعة مفاجئة كذلك يجب أن تعرض جميع أسطح الخرسانة في نفس الوقت للمعالجة البخارية في جميع أجزائها وإلا تتأثر مقاومة الخرسانة للضغط .

والرسم البياني في شكل (٦ - ٤٧) يوضح تأثير المعالجة بالبخار في درجات الحرارة التي تقل عن  $٢٠٠^{\circ}\text{F}$  على مقاومة الضغط للخرسانة في أعمارها المبكرة وفيما أجريت المعالجة بالبخار للعينات الخرسانية بعد صباها مباشرة وقد وجد أن مقاومة الضغط للخرسانة بعد ٣ أيام من المعالجة عند درجة  $٧٠^{\circ}\text{F}$  تكون حوالي  $٢٠٠٠$  باوند/بوصة<sup>٢</sup> أي ما يقرب من  $١٤٠$  كجم/سم<sup>٢</sup> حيث نسب مكونات الخلطة المستعمله في هذا الاختبار يكون فيها محتوى الاسمنت  $٣٠٠$  كجم<sup>٣</sup> ونسبة الماء إلى الاسمنت م/س =  $٠,٥٥$  ونسبة الركام الصغير : الركام الكبير =  $٢٨ : ٦٢$  والمقاس الاعتباري الأكبر لعينة الركام المستخدمة في الاختبار =  $٤٠$  مم . ويستنتج من المنحنى البياني أن مقاومة الخرسانة تقل تحت درجات الحرارة المنخفضة أو المرتفعة في معدل زيادتها عنها في درجات الحرارة المتوسطة بينهما أي في المدى ما بين  $١٠٠^{\circ}\text{F}$  ،  $١٣٠^{\circ}\text{F}$  . أي  $٣٨^{\circ}\text{C}$  ،  $٥٥^{\circ}\text{C}$  تقريباً .

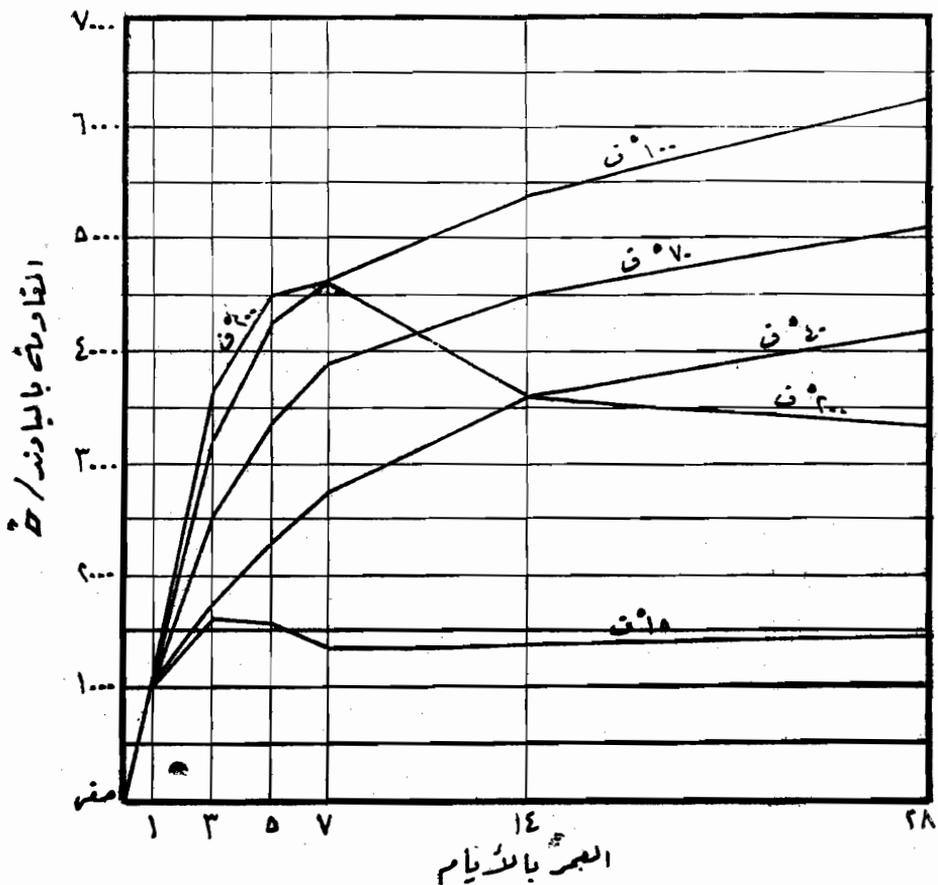
والشكل رقم (٦ - ٤٨) يبين تأثير درجات حرارة المعالجة على المعدل الذي تنمو فيه مقاومه الخرسانه وكل قيمة هي متوسط نتائج ٣ اسطوانات (عينات) من الخرسانة قطرها ٦ بوصه وارتفاعها ١٢ بوصه حيث خلطت الخلطات في خلاطات مقفلة لمدة دقيقتين وحفظت الاسطوانات بعد الصب في جو درجه حرارته ثابتة وفي القوالب لمدة ٢٤ ساعة وفي نهاية هذه المدة أجريت لها المعالجة مع ثبوت درجة الحرارة عند  $١٥^{\circ}\text{F}$  بواسطة جهاز كهربائي وعند  $٤٠^{\circ}\text{F}$  بواسطة قطع من الثلج وعند  $٧٠^{\circ}\text{F}$  في حجرة رطبة وعند  $١٠٠^{\circ}\text{F}$  في حمام مائي وعند  $٢٠٠^{\circ}\text{F}$  في البخار ثم أخرجت هذه الاسطوانات المتصلدة قبل الاختبار مباشرة واختبرت الاسطوانات تحت ضغط مائي يعادل  $٢٠٠٠٠٠$  باوند ونسبة الخلطة هي ١ : ٢ : ٣ بالحجم ، م / س =  $٠,٨$  والاسمنت المستعمل هو أسمنت بورتلاندى عادى .

والجدول رقم (٦ - ٦) يبين مقارنة لمعدل اكتسبات المقاومة لخرسانة عولجت في درجات حراره مختلفه .



EFFECT OF STEAM CURING AT TEMPERATURES BLOW 200 °F ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE AT EARLY AGES. STEAM CURING STARTED IMMEDIATELY AFTER SPECIMENS WERE CAST. COMPRESSIVE STRENGTH AT 3 DAYS OF SPECIMENS FOG-CURED AT 70 °F WAS 2000 psi. TYPE II CEMENT. W/C 0.55, CEMENT CONTENT 1.37 bbl per cu yd, MAXIMUM SIZE AGGREGATE 1 1/2 in.

تجارباً لعلامة بالبخار عند درجات حرارة أعلى من ٢٠٠°ف على مقاومة الضغط للارتفاعات عند مخرب مبكر. ابتدأت المعالجة بالبخار بعد صب العينات مباشرة. كانت مقاومة الارتفاعات للعينات بعد ٣ أيام والمعالجة بالضغط عند درجة ٧٠°ف = ٢٠٠٠ باوند/بوصة<sup>٢</sup> نوع الاسمنت المستعمل هو II ونسبة الماء = ٥٥٪، ومحتوى الاسمنت = ١,٣٧ برميل اسمنت/باردة<sup>٣</sup>. والمقاس الأكبر للركام = ١ 1/2



شكل رقم (٦-٤٨) تأثير درجة حرارة المعالجة مع الزمن على مقاومة الضغط للخرسانة  
 جدول (٦-٦) مقارنة لعددا كتناسب مقاومة الخرسانة المعالجة في درجات حرارة مختلفة

مقاومة الضغط بالباوند / البوصة المربعة					العمر بالأيام
200°ف	100°ف	70°ف	40°ف	15°ف	
		1000			1
2720	2280	2020	1740	1000	3
4470	4260	2410	2320	1040	5
4670	4600	2940	2720	1390	7
3600	3440	4020	3600	1410	14
3270	6200	0440	4140	1460	28
3420					49

## ٤ - درجات حرارة المعالجة :

درجات الحرارة المناسبة لمعالجة الخرسانة عامة تتراوح بين ٥٦.٠ ، ١٠٠.٠ ف  
أى ١٦ ، ٣٨ م° ويحصل هذا المجال الحرارة للتوسطة اللازمة أو الموجودة في أغلب  
الاعمال الخرسانية ويلاحظ أنه في حالة الخرسانة الكتلية تفضل الحرارة المنخفضة نوعاً .

وعامة فإن درجات حرارة المعالجة التي تقل عن ١٠٠ ف° تعطى مقاومة أقل كلما  
انخفضت درجة حرارة المعالجة مع ملاحظة أن المقاومة التي نحصل عليها في حرارة ٤٠ ف°  
مرضية بفرض بقاء الخرسانة رطبة لمدة معقولة .

وتعطى الخرسانات المخترنة في درجات حرارة منخفضة ( أعلى من الصفر ) مقاومة  
أكبر من التي نحصل عليها من الخرسانات المخترنة لفترة أطول في حرارة عادية .  
أما درجات الحرارة التي تقل عن الصفر في بلا شك مضرّة بالخرسانة الطازجة إذ أن  
تمدد الماء عند تحوله إلى جليد يسبب انفصال الجزيئات المتناسكة وبالتالي يقلل  
من تحملها مع مرور الزمن ويبين الشكل رقم ( ٦ - ٤٩ ) تأثير ظروف المعالجة على  
مقاومة الخرسانة ومدى تغير هذه المقاومة مع مرور الزمن .

وفيما يلي بعض الملاحظات عن سلوك الخرسانة في درجات الحرارة المنخفضة :

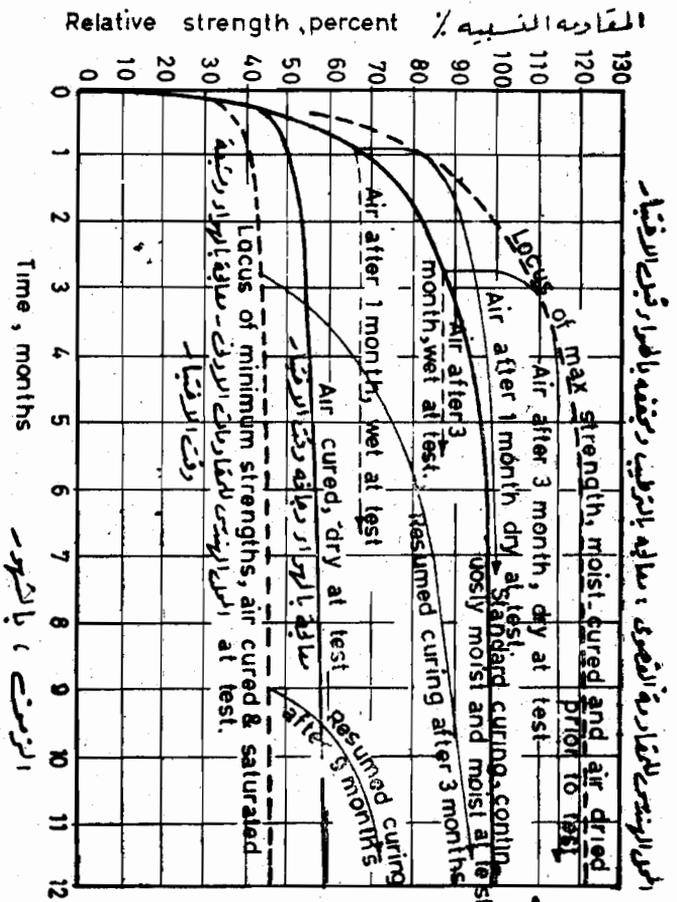
— تصل مقاومة الخرسانة المتلجة بعد صبها مباشرة والتي خزنت فيما بعد في درجة  
حرارة مناسبة إلى حوالي ٥٠٪ من مقاومة الخرسانة العادية التي لم تتلج ولها نفس العمر .

— تكون نسبة فقدان الخرسانات المتلجة بعد صبها مباشرة والتي تحتج بعد فترة  
طويلة للمقاومة أقل من الخرسانات التي تحتج في أزمته قريبة .

— هناك ما يدل على أن الخرسانات الجافة تضر أقل من الخرسانات المبتلة خصوصاً  
في الأزمته الأولى .

— هناك فرق طفيف بين الخلطة الغنية والخلطة الفقيرة من حيث مقاومتها  
للتلج المفاجيء .

— معدل تسرب الماء في اختبار المنفذية يمكن اعتباره مقياساً لسدودية  
الخرسانة وتعتبر الخرسانات التي لنسبة سدوديتها قليلة قبل التلج تكثر بعد التلج وذلك  
قبل التصلد .



EFFECT OF MOIST - CURING CONDITIONS AT 70°F AND MOISTURE CONTENT OF CONCRETE AT TIME OF TEST ON COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

تأثير ظروف المعالجة بالترطيب عند درجة 70°ف ومحتوى الرطوبة للخرسانة وقت الاختبار على مقاومتها الانضغاط للخرسانة

شكل رقم (٦-٤٩)

معالجة بالجو الرطب 3 اشهر  
معالجة وقت الاختبار  
معالجة فاسفة وسطية بالجو  
رطوبة وقت الاختبار  
استئناف المعالجة بعد  
6 اشهر

المسار الرئيسي للمقاومة القصوى : معالجه بالترطيب رطبه بالجو الرطب

← max strength, moist-cured and air dried prior to test

← Air after 1 month, dry at test

← Air after 3 months, wet at test.

← assumed curing after 3 months

← assumed curing 6 months

← Air cured, dry at test

← Air cured, wet at test

← Locus of minimum strengths, air cured & saturated

← وقت الاختبار

— يكون التسرب للخرسانات التي تلمجت لمدة ٧ أيام أكبر من التسرب للخرسانات التي تلمجت لمدة يوم واحد .

وفيما يلي بعض تأثيرات التثليج المتأخر :

— يمكن تثليج الخرسانة جافة القوام نسبياً (هبوط ٢" ومقاس اعتباري أكبر) بدون أضرار كبيرة إذا عولجت لمدة ٢٤ — ٤٨ ساعة في هواء جاف دافئ قبل التثليج .  
— تحتاج الخرسانات مبتلة القوام إلى مدة معالجة أطول بكثير قبل التثليج حتى تقلل من الأضرار الناتجة .

— تحتاج العينات المعالجة بالرطوبة مدة أطول من المعالجة قبل التثليج عن العينات المعالجة بالجفاف وذلك حتى تمنع أضرار التثليج عن الخرسانات نظراً لأن الأولى تحتوي على نسبة أكبر من الماء الحر قابل للتحويل إلى جليد .

المعالجة في المعمل :

في أعمال المعمل التي تشمل أعمال معالجة وتخزين لعينات لاختبار الخرسانة تحتفظ الحرارة بصفة مستمرة عند ٧٠°ف وتخزن العينات في جو رطب ١٠٠٪ أو تحت الماء وتعرف المعالجة بالرطوبة عند ٧٠°ف بالمعالجة القياسية .

وفي أبحاث الخرسانة الخاصة بالمنشآت الضخمة مثل السدود حيث ترتفع درجة الحرارة نتيجة لإماهة الأسمنت يستحسن معرفة خواص الخرسانة تحت ظروف معالجة مشابهة لظروف الموجودة في السكتل وبالتالي فهناك ما يسمى بالمعالجة الكتلية التي تشمل استعمال عينات تكون معرضة عادة لنفس ظروف الحرارة التي تتوافر في الطبيعة في كتل الخرسانة .

٦ — تأثير معالجة الخرسانة على مقاومتها للضغط :

تؤثر معالجة الخرسانة سواء في الظروف المعقولة من توافر الرطوبة المناسبة أو عدم توافرها والمعالجة في الظروف الحرارية على سرعة إماهة الأسمنت وبالتالي تعمل على الوصول بالخلطة الخرسانية إلى أحسن مقاومة ممكنة ومن ثم تحصل على الخواص المرغوبة في الخرسانة وبزيادة مدة المعالجة تحصل على مقاومة أعلى .

ولقد أظهرت التجارب العديدة على الخرسانة المعالجة بالماء عند درجات الحرارة

العادية أن الإماهة تبقى مستمرة وتقدر بعمر خرساني قد يصل إلى ٣٠ سنة وهذا يعمل على زيادة تحمل وتماسك الخرسانة بعد عملية المعالجة .

وتفيد المعالجة بالبخار في أعمال الخرسانة جاهزة الصب والوحدات الخرسانية الجاهزة . وبدون إجراء عملية المعالجة للخرسانة لا يمكننا الحصول على مقاومة عالية للضغط هذا بخلاف الأضرار الأخرى التي قد تلحق بالخرسانة الناتجة تحت تأثير الظروف المختلفة من العوامل الجوية والمسببات الأخرى .

وعملية المعالجة تنتج خرسانة متجانسة تزداد مقاومتها للضغط مع مرور الزمن وينعدم تأثيرها بالعوامل الجوية المختلفة .

#### ٧ - اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ لوقاية الخرسانة ومعالجتها :

(أ) يجب وقاية الخرسانة حديثة الصب من المطر والجفاف السريع خصوصاً في حالة الجو الحار أو الجاف أو العاصف وذلك بتغطيتها بأغشية مناسبة من وقت إنهاء صب الخرسانة إلى الوقت الذي يصبح فيه السطح صلباً بدرجة كافية بحيث يمكن رشه بالماء وتغطيته بمادة رطبة ، ويجب حفظ الخرسانة رطبة باستمرار ابتداء من وقت تصلب السطح بدرجة كافية لمدة لا تقل عن سبعة أيام وذلك عند استعمال الاسمنت البورتلاندى العادى وثلاثة أيام عند استعمال الاسمنت سريع التصلد ، ويتم ذلك برشها جيداً بالماء أو بتغطية السطح بخيش أو رمل أو قش أو حصير أو بأية مادة مناسبة مع حفظها في حالة رطبة بالرش المستمر .

(ب) يجب ألا تتعرض الخرسانة في أيامها الأربعة الأولى من صباها لماء يحتوى أملاحاً ضارة .

(ج) كما يجب ألا تتعرض الخرسانة لضغوط من جانب واحد نتيجة ماء جوفى أو ردم ترابى سبب المشبع منه بالماء إلا بعد أن تصل الخرسانة إلى مقاومتها المقررة .

#### (ب) إزالة الفرم والشدات :

لمعرفة الوقت الذى يجب عنده إزالة الشدات عن سطح الخرسانة بعد اكتمالها المتأومة المناسبة وتصلدها يمكن تحديده مصحوباً بعمل اختبارات على عينات اسطوانية الشكل ومأخوذة من الخلطة الخرسانية من مكان منتظم في وسطها ويكون الاختيار بالتحميل

بالضغط محورياً بأجهزة خاصة لمعرفة مدى حصول هذه العينات على مقاومتها النهائية ويجب إعادة حساب هذه المدة متى تواجدت أى ظروف مؤثرة على المقاومة مثل نوع الاسمنت أو حدوث أى تغير فى درجات الحرارة للخرسانة .

وعلى أى حال يؤخذ فى الاعتبار عامل أمان يساوى ٢ على الأقل عند اكتفاء الخرسانة بحصولها على المقاومة النهائية والتي بها يمكنها أن تحمل نفسها بالإضافة إلى تحمل أى حمل حتى يمكن أن تتعرض له .

وهناك بعض المواصفات التي تنص على إزالة الشدات الخرسانية من البلاطات أو الكمرات والقضبان الخرسانية بعد ١٤ يوماً ، ومدة أقل من ذلك تصل إلى ٧ أيام فى الحوائط والأعمدة الخرسانية البسيطة ويعتمد هذا على الظروف الجوية المحيطة بالخطوة الموضوعية داخل القرم وما إذا كانت أجريت لها معالجة لتفادى الحرارة والانسكاش بالجفاف أو لم تعمل لها أى معالجة .

وعند إزالة الدعامات الخشبية من الخرسانة يجب أن تسمح هذه العملية بأن تحمل الخرسانة الحمل الواقع عليها تدريجياً وبانتظام حتى لا يحدث لها أى صدم أو تلف يؤثر على خواصها الناتجة .

وتعتبر المعادلة الآتية من المعادلات التجريبية أو الوضعية المفيدة لتعيين زمن فك قرم الكمرات الخرسانية وهى :

$$\text{الزمن باليوم} = ٢ + ل$$

$$\text{حيث ل} = \text{البحر بالمتر}$$

اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ لفك القرم والشدات :

(أ) تؤثر درجة حرارة الهواء وطول البحر والحمل الذى سيتعرض له المنشأ ونوع الاسمنت على تحديد المدة الواجب انقضاؤها بين صب الخرسانة وفك القرم والشدات . ويجب التأكد فى حالات المنشآت الخاصة من أن مقاومة مكعب الخرسانة وقت الفك وصلت إلى ضعف الإجهادات التي سيتعرض لها المنشأ عند الفك .

(ب) يمكن الاسترشاد بالقيم التالية عند فك القرم والشدات للأعمال المعتادة فى درجات الحرارة العادية :

أولاً : في حالة استعمال الأسمنت البورتلاندى العادى :

— يمكن عادة فك فرم الجوانب والتي تعمل كجرد غلاف للخرسانة بعد يومين .  
— لا يجوز فك الفرغ والشدات الحاملة للكمرات والبلاطات قبل انقضاء مدة  
بالأيام تساوى نصف البحر بالامتار مضافا إلى ذلك يومان وبحد أقصى قدره واحد  
وعشرون يوما .

— في حالة الكواويل تعتبر المدة اللازم انقضاؤها قبل فك الشدة بالأيام مساوية  
لأربع مرات بروز الكابول مضافا إلى ذلك يومان وفى البلاطات يعتبر البحر عند  
حساب زمن الفك هو الطول الأصغر للبلاطة .

ثانياً : في حالة استعمال الأسمنت البورتلاندى سريع التصلد :

تكون المدة حسب نوع الأسمنت المستعمل ولا تقل بأى حال عن نصف المدة  
المذكورة فى البند ١٠٠ ، أولاً .

(ح) يجب الحذر وتأجيل فك الفرغ والشدات مدة مناسبة فى الحالات التى تنخفض  
فيها درجة الحرارة عن ١٠° مئوية خاصة عند استخدام الأسمنت البورتلاندى  
سريع التصلد .

(و) يمكن عادة فك فرم وشدات الأعمدة ذات المقاسات المألوفة فى المباني العادية  
بعد انقضاء يومين من صبها .

وفى حالات الأعمدة التى ستعرض للأحمال بعد الفك مباشرة وفى أعمدة المنشآت  
الخاصة كالإطارات تحسب المدة الواجب انقضاؤها قبل فك الشدة كما جاء بالنسبة  
للكمرات والكواويل المعادلة لها كما يلزم إطالة هذه المدة فى حالة الأعمدة الطويلة  
التيحيفة نسبياً .

(هـ) عندما تكون الفرغ والركائز حاملة لأحمال إضافية — كما فى حالة الطابق الذى  
يحمل وزن الطابق التالى حديث الصب — لا يجوز فك القوائم الإضافية قبل انقضاء  
ثمانية وعشرين يوماً مع اتخاذ كافة الاحتياطات التى تضمن سلامة المنشأ كاستمرار  
القوائم حتى ترتكز على أرضية تتحمل الأثقال عليها بأمان .

(و) فى الحالات الخاصة مثل الكمرات المقلوقة والأسقف المطلقة بواسطة أعمدة

شد تبدأ المدة المحسوبة لفك الشدات من تاريخ صب الروح المقلوبة للكرات أو صب المقف الحامل للسقف المعلق .

( ز ) يراعى عند فك القرم والشدات الحرص التام على عدم تعرض الخرسانة المسلحة للهزات أو الصدمات كما يراعى التأكد من تصلدها قبل فك الشدة .

### ( ج ) الترميم :

يعتبر ترميم الخرسانة من خطوات صناعة الخرسانة التي يتوقف عليها شكل ومظهر المنشأ الخرساني إلى حد كبير فعمليات التشطيب من ملء للفجوات وإصلاح الأماكن التشييش وإزالة ما يوجد من زوائد وتنظيف السطح الخارجى للخرسانة كل هذه العمليات هي التي تتحكم في مظهر المنشأ الخرساني لذلك يجب إجراء هذا التشطيب بدقة كبيرة وبمنايه فائقة وفيما يلي بيان موجز لترميم الخرسانة :

### ١ - ترميم الخرسانة ( Patching of Concrete ) .

بعد إزالة الشدات يوجد عادة بسطح الخرسانة فجوات وثقوب قد تنتج من إزالة قضبان الربط ( Tie Rods ) التي يجب نزعها في اتجاه الواجهة الداخلية للعائط وذلك لتجنب كشط السطح الخارجى للمنشأ كما أنه في كثير من الأحيان يكون السطح غير مستو ويلزم القيام بعملية الترميم للأماكن المحتوية على فراغات أو أى عيب آخر ويتم عملية الترميم بكشط أما كن العيوب لعمق لا يقل عن بوصة واحدة بحيث تكون جوانبها عمودية على السطح ثم تبلل المساحة التي سيتم ترميمها - ومساحة تحيط بها لا يقل عرضها عن ٦ بوصة - بالماء لمنع امتصاص الماء من مونة الترميم ثم بعدخلطه من أجزاء متساوية من الاسمنت البورتلاندى والرمل مع كمية كافية من الماء للحصول على قوام سهل الفرش ثم تفرش هذه الخلطة بمنايه على السطح ثم تتبع مباشرة بمونة الترميم التي يشترط فيها أن تكون المواد المستعملة فيها هي نفس المواد ونفس النسب المستخدمة لعمل الخرسانة ولا تختلف مونة الترميم عن الخرسانة المستعملة إلا في أنها لا تحتوي على الركام الكبير وتكون نسب مواد مونة الترميم بنفسه جزء اسمنت : ٣ أجزاء رمل وعادة لا تستخدم مونة أغنى من هذه . وقد يضاف بعض الاسمنت الأبيض بدلا من الاسمنت البورتلاندى العادى وذلك للحصول على لون مماثل للخرسانة المحيطة فإذا كانت المونة مستعملا فيها نفس نسب الاسمنت والرمل المستعملة في الخرسانة فإن

المونة تظهر أغمق لوناً من الخرسانة وتحدد نسبة الاسمنت الابيض إلى الاسمنت العادي عن طريق المحاولة للترميم . ويجب أن تكون كمية ماء الخلط قليلة بحيث تتفق مع عمليات مناولة المونة ووضعها .

كما يجب دمك المونة تماماً في مكانها وتوضع بحيث يكون سطح الترميم أعلى بقليل من السطح المحيط به ثم تترك ونة لمدة من ١ - ٢ ساعة للسماح بالانكماش الابتدائي قبل عملية تشطيب السطح وفي النهاية يجب أن يتفق السطح الناتج مع الأسطح المحيطة به من حيث اللون والشكل ثم تحرى عملية المعالجة للترميم حسب ما هو منصوص عليه في موضوع المعالجة وغالباً ما تستعمل المعالجة بالخيش المبلل أو المشععات وذلك لمنع المونة من الجفاف السريع .

ويلاحظ أن المساحات السطحية الخرسانية المحتوية على ثغوب كبيرة يجب أولاً إصلاحها بالطرق التقليدية مثل سدها بحبيبات ركام ذي مقاس لا يقل عن ١٠مم ثم لحماها على السطح بمونة أسمنت لباني مكونة من طبقة رقيقة ولا يكتفى بالبياض فقط على هذه الثغوب والشقوق الموجودة بسطح الخرسانة .

وفي حالة وجود السطوح الخرسانية المقررة ( المعششة ) والناتجة عن المونة الجافة الملتصقة بالشدّة الخشبية بعد فكها وإزالتها من سطح الخرسانة يجب العمل على إصلاحها حينئذ وتلافى ذلك العيب في الصبات الخرسانية التالية لها . وخلال إجراء عملية إصلاح التمر وتشطيب السطح النهائي يجب ألا يسمح للسطح بالوصول إلى درجة الجفاف أو للخرسانة التي أسفلها أي الخرسانة الداخلية أن يصيبها أى ضرر من جراء عملية الإصلاح المطلوبة . وفي الأسطح الخشنة يجب العمل على فركها وحكها على طول المساحة الخشنة إلى أن تصل إلى مستوى معتدل مناسب النعومة . وهناك طريقة أخرى بإزالة الخدوش السطحية الموجودة وتنظيف السطح من هذه البقايا التي قد تعلق بالسطح ثم فرش مونة أسمنت ورمل فوقها لتعطي سطحاً ناعماً وتَمَلأ المكان بدلاً من الطبقة المزالة من السطح الخارجي للخرسانة .

## ٢ - تنظيف الحوائط والأسطح الخرسانية :

لا تبدأ عمليات التنظيف قبل تمام صب جميع الحوائط بما في ذلك عمليات الترميم ورمء الثغوب ويجب ألا يسمح بأى عملية من عمليات التنظيف أثناء صب الخرسانة

فإذا لوحظ وجود كمية زائدة من الزيت المستخدم لتشعيم القرم على أسطح الخرسانة أو إذا كان لون الخرسانة غير متجانس فتم عملية تنظيف السطح بعمل مونة مكونة من جزء من الاسمنت البورتلاندى وجزء ١ جزء من الرمل الناعم مع كمية كافية من الماء بحيث يكون قوام هذه المونة مماثلاً لقوام البياض الغليظ- أما إذا كان اللون المرغوب فاتحاً فيمكن استعمال كمية من الاسمنت البورتلاندى الأبيض لكل أجزء من كمية الاسمنت في الخلطة للحصول على اللون المطلوب ثم تبليل أسطح الخرسانة بكمية كافية من الماء لمنع امتصاص الماء من الخلطة ثم تفرش هذه الخلطة بواسطة فرش خاصة أو بواسطة رشاش (Spray Gun) بانتظام بحيث تملأ كل الفقاعات الهوائية والثقوب ثم يدعك الحائط بقوة بعد فرش هذه الخلطة مباشرة بواسطة فلين أو أى مادة مناسبة ثم تسوى المونة وهى مازالت طرية باستخدام حكاك أسفنجي مناسب ( A Sponge Rubber Float ) لإزالة الأجزاء الزائدة من الخلطة بدون نزحها من الثقوب ثم يترك السطح حتى يجف تماماً ثم يمسح بقوة باستخدام خيش جاف لإزالة المونة الجافة تماماً وبذلك تم عملية تنظيف السطح ويجب عدم وجود أى اختلاف في لون الأجزاء المختلفة منه .

ويراعى الانتهاء من عملية التنظيف في نفس اليوم الذى تبدأ فيه وعدم ترك أى مونة على الحائط أثناء الليل كما يراعى صنفرة الخشب المستخدم في القرم والشدات بعد كل استعمال للحصول على أسطح نظيفة مستوية . وعند وجود بقع فاقمة بمدد تنظيف المبني كله فيجب إزالتها وذلك بمسحها بعناية بواسطة حكاك حجر تخليخ ناعم ، بدون استخدام الماء وبلا حظ عدم خدش أو تغيير مظهر سطح الخرسانة بعد هذه العملية .

وعند وجود زوائد من المونة التى تسقط من ألواح القرم يمكن إزالتها باستخدام مطرقة ولكن بحذر كما يمكن إزالة الأصباغ والبقع الخشنة وعروق المونة الناتجة من تساقط المونة عند رفعها للأدوار العليا وذلك باستخدام أحجار البري أو بحجر السن الذى يستعمل في سن الأدوات وذلك بدون كشط طبقة من المونة أو عمل أى تغيير بنسيج السطح الخرسانى كما يمكن استعمال كمية من الماء لتسهيل عملية ذلك . ويمكن إزالة الكميات الزائدة من الزيت بدعكها بمحلول من حامض المورياتيك المخفف مع استعمال فرشاة صلبة خشنة كما يجب قبل استعمال هذا المحلول رش الحائط كله بالماء وأيضاً بعد استعمال المحلول .

### خامساً : معالجة أسطح الخرسانة

عندما تتكلم عن الخرسانة وإمكانية استغلالها في الأغراض المعمارية يتبادر إلى الذهن لون الخرسانة الداكن وسطحها العارى غير النظيف والملىء بالشقوق غير اللاتقة في كثير الأحيان .

وهناك مدرسة فنية حديثة تتوخى أن تقدم للانسان المادة بشكل يوحى ويشير إلى المواد الأولية المستخدمة في صناعتها بدون الحاجة إلى التغطية بالدهانات والألوان الكثيفة. وهنا يكمن التساؤل الذى يدور حوله هذا الموضوع وهو كيفية الحصول على سطح معقول للخرسانة والوسائل والأشكال النهائية الناتجة؟ أو بصورة أخرى ما هى الوسائل المتبعة لمعالجة سطح الخرسانة؟ وفيما يلي بيان تفصيلي لتلك التساؤلات :

#### (١) منع تقريب سطح الخرسانة :

تعتمد متانة سطح الخرسانة اعتماداً رئيسياً على اتباع القواعد الأساسية في خلط وصب ومعالجة سطح الخرسانة وقد يسبب عدم اتباع هذه القواعد في جعل السطح متربباً ( Dusting ) . فتلا الارضيات المعرضة لحركة المواصلات الثقيلة أو لحركة اقدام يجب إنشاؤها من طبقتين ، العلوية تتكون من مخلوط من جزء من الاسمنت البورتلاندى وجزء من الرمل جيد التدرج و  $\frac{1}{2}$  - ٢ جزء من الزلط أو الحجر المكسر المدرج  $\frac{1}{8}$  -  $\frac{3}{8}$  . وهذه الطبقة في سمك بوصة واحدة تقريباً على السطح العلوى من المنشأ وعلى الارضيات التى ترطب قبل وضع هذه الطبقة - ويجب أن تكون هذه الطبقة متماسكة ما أمكن وتسوى إلى المنسوب المطلوب عادة بواسطة الآلات وبعد ضغطها ضغطاً جيداً وجعلها متماسكة تماماً يسوى سطحها حتى يصير ناعماً . وتسويتها في الوقت المناسب هامة لانه إذا سوى السطح وهو في حالة ليونة يسبب تصاعد الماء على السطح أو زيادة المواد الناعمة على السطح أيضاً . وتعمل التسوية النهائية للسطح عندما يتصلب بدرجة كافية لإزالة الاجزاء الدقيقة الضلابة إن وجدت .

وتعتبر معالجة الخرسانة الطازجة من الاهمية بمكان في جعل سطح الخرسانة محكماً وكثيفاً وبالتعبية يمنع تريبه ويجرى منع تقريب سطح الخرسانة كما يلي :

#### ١ - تنظيف الاسطح الخرسانية المنشأة حديثاً :

في بعض الأحيان بالرغم من اتباع الطرق الصحيحة في إنشاء الاسطح إلا أن الاتربة

تكون على السطح وذلك لأنه لم يعط لها الصيانة الكافية أثناء العمليات المتتالية في إنشاء السطح .

ولذلك يكون هذا السطح الجديد مغطى بقطع صغيرة من الملاط أو المونة أو حبيبات الخرسانة وهذه المواد تخشن السطح المتكون فعند استعماله تسبب هذه الطبقة تكوين الأتربة على السطح وإذا لم تعط العناية الكافية للسطح أثناء الإنشاء فيجب تنظيفه جيداً وذلك بفعله بعد إزالة هذه القطع الصغيرة المتراكمة بواسطة قش خشن مثل قش الارز بالماء والصابون ثم حكه بواسطة الآلات المثبت فيها فرش سلكية أو بواسطة شبكة من الصلب الدقيق الرفيع . لذلك نجد أن تماسك القطع الصغيرة يتلاشى بالتآكل نتيجة الاحتكاك فيظهر السطح الأصلي النظيف ثم تزال الأتربة الناتجة بالماء مع ملاحظة أن التنظيف الأخير يشمل غسل الأرضية بالفرش والصابون وبهذه الطريقة تزال قوة التلاصق بين الأتربة والسطح الملامس .

ولكن هذه الطريقة فعالة فقط في حالة إزالة الطبقات الرقيقة التي تنتج أحياناً من تساقط الخرسانة من على المسطرين أثناء العمل .

#### المعاملة الصلبة :

إذا لم تستعمل الطرق الصحيحة في الإنشاء ، فإن الطرق السابقة غير كافية لمنع التآكل لذلك فإنه من المستحسن إضافة بعض المواد لتساعد في تماسك وصلابة السطح ولكن هذه المعالجة ليست صالحة تماماً لكل المواد والأسطح الضعيفة وقد تحسن كثيراً من السطح ولكن لا تعطى مقاومة مثالية لهذه الأسطح ولهذا الغرض تستعمل عدة محاليل منها :

- محلول سليكات المغنسيوم والبخارصين .
- سليكات الصوديوم .
- كبريتات الألومنيوم والبخارصين
- الزيت والبرافين .

ويجب أن يكون السطح نظيفاً وخالياً من عجائن الجبس أو الطلاء أو أي أشياء غريبة قبل هذه المعالجة. وأن تكون كذلك الأسطح جافة لتساعد على الاختراق للأسطح الخرسانة ويجب أن تكون الخرسانة جافة تماماً في حالة طلاؤها بأي نوع من أنواع الطلاء . وتكون معاملة سطح الخرسانة بالمحاليل سالفة الذكر كما يلي :

## ١ - المعاملة بالفلوسليكات :

عندما تذوب فلوسليكات المغنسيوم والخارصين في الماء فإنها تستعمل بنجاح كبير . ويمكن استعمال أى نسبة فلوسليكات ولكن ظهر أن خليطا من ٢٠٪ من الخارصين ومن ٧٠٪ مغنسيوم يعطى أحسن النتائج .

ولعمل هذه المحاليل يذاب نصف باوند فلوسليكات في جالون واحد من الماء للطلاء لأول مرة ثم باوند واحد للجالون في الطلاءات الأخرى والمحلول قد يدهن به أو يرش حتى يغطى السطح تماما ويجب ملاحظة أن السطح يكون جافا قبل كل طلاء وآخر .

وامتصاص المحلول مع التفاعل والجفاف يتم في حوالي ٣ - ٤ ساعات ويجب أن يعنى بمسح السطح بالماء بعد الطلاء الأخير بفترة قصيرة لإزالة الاملاح أو البقع البيضاء التي قد تتكون .

## ٢ - المعاملة بسليكات الصوديوم .

توجد سليكات الصوديوم التجارية على شكل محلول بنسبة تركيز ٤٠٪ وهي مادة لزجة تخفف بالماء قبل اختراقها للخرسانة . ويتكون المحلول الجيد من ٣ جالون من الماء مضافا إليه جالون واحد من السليكات . يدهن السطح مرتين أو ثلاثا مع ملاحظة أن يجف السطح تماما قبل كل طلاء جديد ويحك بواسطة فرشاة من الألياف الصلبة مع مساعدة الماء النفاذ المتتال .

## ٣ - المعاملة بكبريتات الألومنيوم :

تتكون هذه المعاملة من جزء أو أكثر من محلول كبريتات الألومنيوم ويوضع هذا المحلول في براميل خشبية أو أوعية حجرية والماء المضاف يجب أن يكون جامضا بنسبة لا تزيد عن ملء معلقه صغيرة من حمض الكبريتيك التجاري لكل جالون من الماء ولكن الكبريتات لا تذوب بسهولة في الماء إذ تحتاج إلى تقليب مستمر لبضعة أيام حتى تذوب تماما . ويتكون هذا المحلول بنسبة ٢,٥ باوند من الكبريتات لكل جالون من الماء وبالنسبة لأول معالجة يخفف المحلول بحجم الماء مرتين وبعد ٢٤ ساعة من الطلاء الأول يطلى مرة ثانية بمحلول مركز عن الأول ويجب أن يكون بين كل من الطلاءات التالية ٤ ساعات .

## ٤ - المعاملة بكبريتات الخارصين :

تتكون هذه المعاملة من محلول يحتوي على ١,٥ باوند كبريتات خارصين مع ملعقة صغيرة من حمض الكبريتيك التجاري تضاف إلى جالون ماء واحد وبهذا المعالج يطلى السطح مرتين، الفترة بين كل منهما ٤ ساعات، ويجب أن يحك السطح بالماء الساخن وقطعة قماش جافة بعد الطلاء الأخير مباشرة وتعطى هذه المعالجة الأرضية لوفاً قاتماً

## ٥ - المعاملة بالزيت :

يستخدم زيت بذرة الكتان وزيت الخشب الصيني كعلاج لاسطح الخرسانة ولكن يحف زيت بذرة الكتان الساخن أسرع من الزيت الخام ومن الضروري عمل طبقة كثيفة من هذا الزيت لتتخرق سطح الخرسانة المطلوب وهذا الزيت يجب أن يخفف بزيت التربنتينا أو بأى مخفضات مناسبة بنسبة ٥٠ ٪ لأول طلاء وبنسبة أقل للطلاء الثاني . وتسخين الزيت إلى ١٥٠°ف وتدفئة السطح يساعد في عملية الاخرق لسطح الخرسانة . وتتم عمل طبقتين أو ثلاثاً مع ملاحظة أن تجف الطبقة السابقة قبل طلاء الطبقة التالية ويدهن الزيت بواسطة فرشاة والزيادة منه تزال بقطعة خاصة تنحصر الزيت الزائد قبل التصاقه بالسطح . وهذه المعاملة تميل إلى جعل أرضية السطح قائمة نوعاً ما . والكمية اللازمة لتغطية الأسطح من المزج السابق ذكره تختلف بالنسبة لمساحة السطح فعادة جالون واحد من المحلول يلزم لتغطية ١٥ - ٢٠ قدم<sup>٢</sup> من الأرضية ولكن في المعاملة بالزيت تتوقع أن تكون الكمية أكبر .

## ٦ - الطلاء بالشمع والالوان :

يكرن السطح الناتج من أى طلاء من السابق ذكره صالحاً للطلاء بالالوان أو الورنيش أو الشمع وقد يستعمل عجينة أو مصهور من الشمع واسكن العجان تستعمل للوجه الاول أو الثاني فقط وإذا استعمل الطلاء بالالوان يجب أن يسبقه أى معالجة كيميائية يتطلبها السطح ثم يترك ليحفظ تماماً قبل الدهان بالالوان .

ولكن يجب تجنب طلاء الخرسانة المطلية بطبقات كثيفة من سليكات الصوديوم وإذا وجدت هذه الطبقة يجب إزالتها أولاً بواسطة الماء الساخن والحك ثم ترك لتجف قبل طلائها . ومن المستحسن في الاسطح الناعمة تماماً أن تخشن بواسطة ١٠ ٪ من

محلول حامض الميريانيك (Muriatic) وذلك بترطيب الحائط بالماء ثم حكه بالحامض ثم غسله بالماء للتطهير ثم يترك ليجف قبل الطلاء . ويلاحظ أنه يجب حماية الأيدي والأحذية والملابس من هذا الحامض . ويوجد أنواع كثيرة متنوعة من الطلاء لأرضية الخرسانة عامة وتتكون من ثلاث طبقات رقيقة جداً لتساعد في عملية الاختراق والطبقات التالية أحكم لتكوين سطح جيدتين ويلاحظ أنه يجب إعادة الطلاء على فترات خصوصاً إذا ما كن المرصعة لتأكل نتيجة الاحتكاك .

#### (ب) معاملة سطح الخرسانة طبيعياً :

يمكن الحصول على سطح معماري جيد للخرسانة وذلك بدون استخدام أي ضرب من ضروب الطلاء المختلفة وهذا يقتضى اتباع خطوات معينة يمكن إيجازها فيما يلي :

يرجع عدم صلاحية سطح الخرسانة للاستخدام من الوجهة المعمارية أساساً إلى القرم التي تصب فيها الخرسانة فعروف أن الخرسانة تصب في القرم وهي عبارة عن ألواح من الخشب عرضها يتراوح ١٠ ، ٢٠ سم وسمكها ٢,٥ سم وأطوالها تصل حتى ٤ أمتار فإذا كانت هذه الألواح من الأنواع الرخيصة المليئة بالعقد وذات الحبيبات النافرة فإن الخرسانة بما أنها مادة لدنة نوعاً ( أي قابلة للتشكل حسب القالب الذي توضع فيه ) فإن سطحها يأخذ معالم القرم وتظهر صورة للحبيبات والعقد على السطح وكما هزت الخرسانة كلما زاد ظهور هذه الصور .

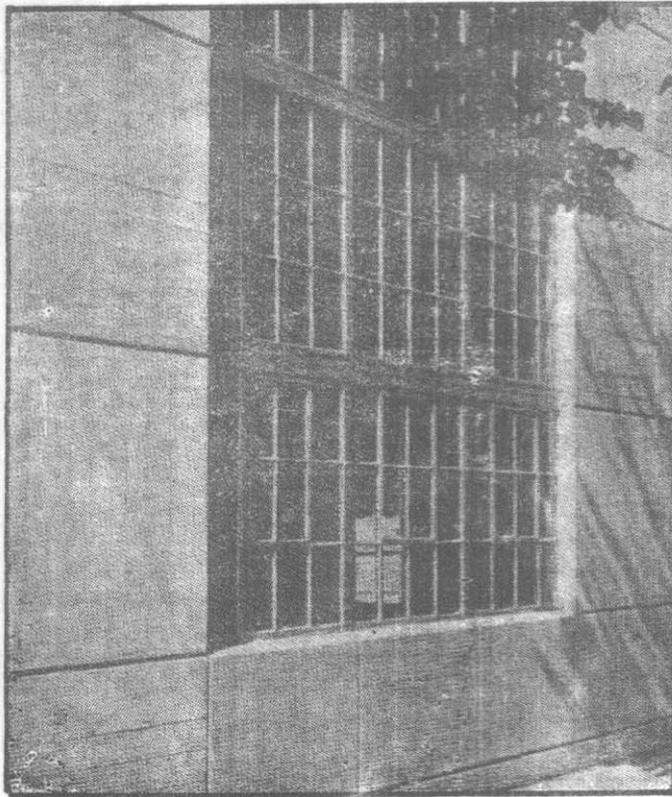
وعلاجاً لهذا تنتج الألواح ذات السطوح الخالية من العيوب وهناك بعض المهندسين الممارين يفضلون إظهار حبيبات الخشب على سطح الخرسانة وحميتهم في ذلك أن الخشب في القرم المعماري من المواد التي تسير في النفس جواً من الدفء والطمأنينة ولذا فإن القرم تغطى سطح الخرسانة نفس ملاح الخشب .

وإذا أريد الحصول على سطح ناعم فإنه من الممكن استخدام ألواح البلاكاج في القرم والطريقة الأحسن هي تبطين الألواح بصنائح معدنية ولكن هذه الطريقة لا تغني عن الاعتناء بدهان القرم بمواد من شأنها أن تمنع الالتصاق الكامل بين الخرسانة والقرم ويوجد أنواع خاصة من الزيوت تستعمل لهذا الغرض وحتى لا تتكسر الزوايا الخرسانية عند فك القدرات .

ويتحسن مظهر الخرسانة إذا كانت الألواح من مقاس واحد فإذا حافظنا على الوصلات

بين الألواح الأفقية منها والرأسية أمكن استغلالها وادماجها في الشكل النهائي وجعلها جزءاً من ملامح المبنى والشكل رقم (٦ - ٥٠) يبين كيف أمكن إدماج الوصلات في ملامح المبنى .

وتجدر الملاحظة أن الفرق في معامل التناقص بين الألواح يعطى تفسيراً في لون الخرسانة وهذا يلاحظ بسهولة إذا استعمل لوح قديم عدة مرات ووضع بجانب ألواح جديدة ولذا يجب أن تكون الألواح جديدة أو مستعملة نفس العدد من المرات. ويمكن الحصول على شقوق وتقوسات بالسطح الخرساني نتيجة دوران القرم في العقود والأشكال الزخرفية. ويلاحظ أن تعرض ألواح القرم للمطر وتقلبات الجو ودرجة الحرارة، كذلك تغير كمية الرطوبة في الجو تسبب التقوس والشقوق .



شكل رقم (٦ - ٥٠)

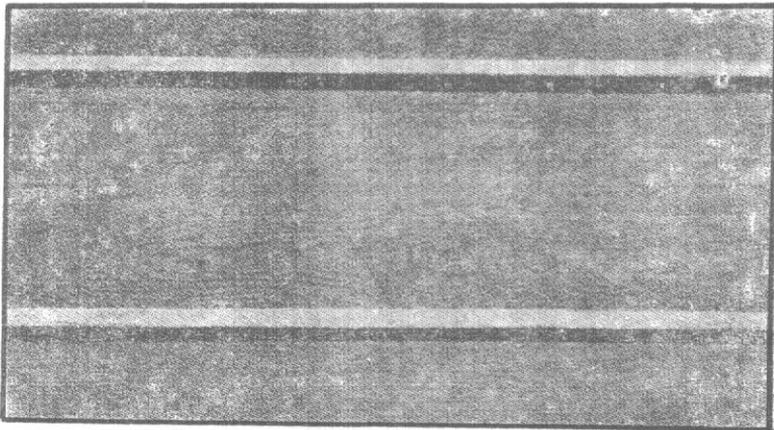
سطح خرساني يمين به الوصلات الأفقية والرأسية لألواح القرم التي تعتبر جزءاً من ملامح المبنى

ويراعى أن تترك فواصل التمدد كافية للخشب ألواح الفرغ لان عدم وجودها يسبب تشققات وكسورا .

ومن الممكن استعمال الالواح المعدنية بدلا من الالواح الخشبية إلا أن الاخيرة أسهل في التركيب كذلك من الممكن دق المسامير فيها بسهولة لان الالواح المعدنية يصعب دق المسامير فيها وإذا دقت فيها فإن الالواح لا يمكن أن تستعمل لعدد كبير من المرات .

وقد لوحظ عند استعمال ألواح الابلاكاج وحبيباتها في الاتجاه الافقى أن سطح الخرسانة يحتوى على فقائيع هوائية نتيجة تجمع الماء في الحبيبات وقد أمكن تفادى هذا بدهن الابلاكاج أو باستعمال فرم خاصة قابلة للامتصاص مما يساعد سطح الخرسانة على التخلص من الفقاعات الهوائية . ويلاحظ أن سمك ألواح الابلاكاج يجب أن لا يقل عن  $\frac{9}{16}$  بوصة .

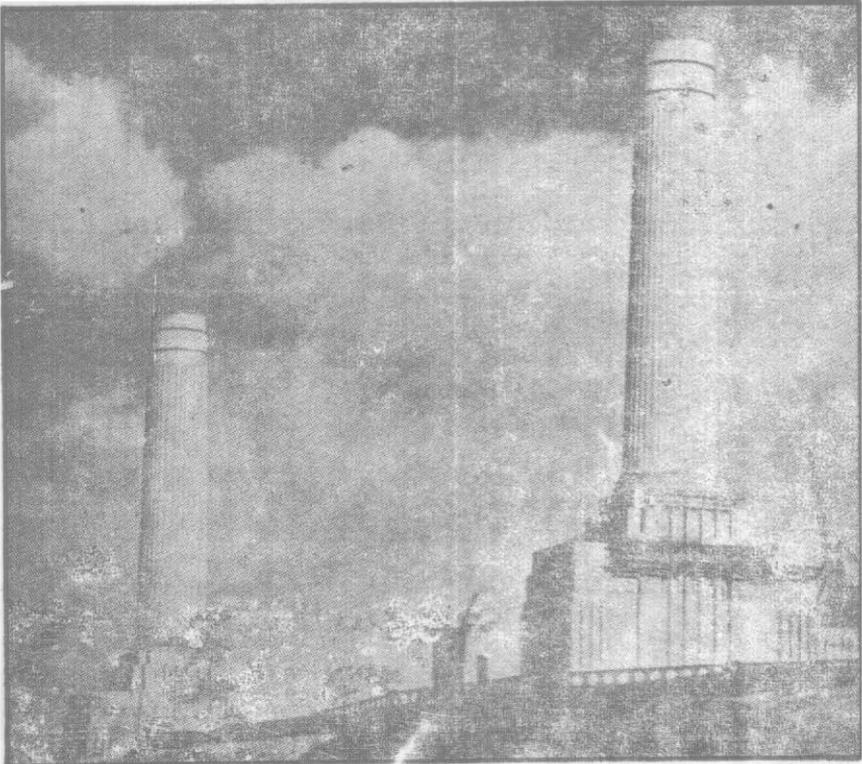
كذلك من الممكن استعمال الخيش في تبطين الفرغ الخشبية . وهناك خطوط تظهر نتيجة اللحامات التي يسببها توقف العمل ثم استئنافه بعد حدوث عملية الشك الابتدائى وهذا يظهر واضحا فإذا وضعه عند مواضع توقف العمل شرائح من الخشب أو من الخيش أفقية فإنتا نحصل على خط نظيف كما هو مبين في الشكل رقم ( ٦ - ٥١ ) .



شكل رقم ( ٦ - ٥١ )

سطح خرساني يظهر به خطوط اللحامات للخرسانة كجزء مهادى من ملاح البنى

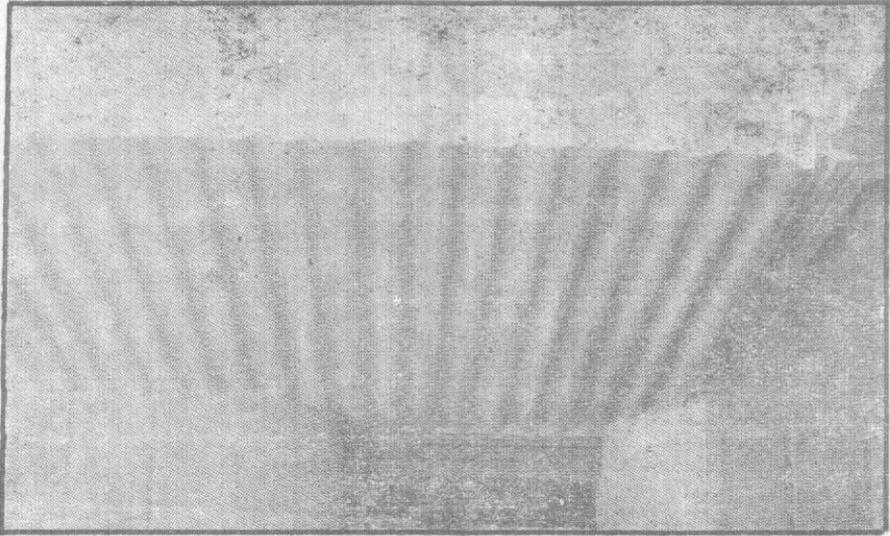
ويجب أن تنظف القرم وتطلى بالزيت قبل رمى الخرسانة فيها ومن الممكن استعمال فرم تغطى طابعا معينا كالواح الاسبستوس المتموجة وهذه يمكن بها تشكيل الاعمدة والاسقف والشكلان رقم (٦ - ٥٢) ، (٦ - ٥٣) يبينان ذلك كما يبين الشكل رقم (٦ - ٥٤) بعض القرم التي تغطى شكلا معينا لسطح خرسانة فالقرم ا، ب، ج تستخدم لإعطاء أسطح خرسانية محزوزة أما القرم د، هـ، و فتغطى نتوءات بارزة بالسطح الخرساني أما القرم ز فتغطى سطحا متموجا للخرسانة. ويلاحظ أن الانتباه إلى خلطات الخرسانة وإلى تدرج الركام أساس للحصول على سطح نظيف خال من العيوب وذلك لأن الاغاديد لا يمكن إخفاؤها بالمونة طالما أن خطة المونة تختلف عن خلطات الخرسانة فتحصل على رقع ظاهرة غير نظيفة ولا نستطيع تفادي الرقع إلا بطريقة إزالة الغشاء الاسمنتي من على السطح



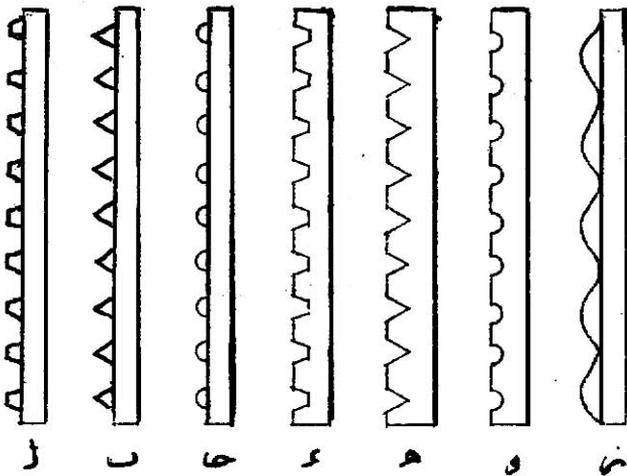
شكل رقم (٦ - ٥٢)

سطح خرساني متعرج لأعمدة خرسانية نتيجة استخدام فرم خاصة متموجة

أو بأن يدهن السطح بدهان أسمتي للحصول على تجانس في اللون .  
والخرسانة الغنية بالركام الرفيع والأسمنت تعطى سطحاً أنعم من الخرسانة الفقيرة  
بالأسمنت والمختوية على ركام خشن وكذلك الخلطة التي تحتوى على ماء زائد تميل لإعطاء  
سطح يمتلئ بالفقاعات الهوائية وهكذا يمكن بيان هذه العيوب بإجراء تجارب في الموقع  
على خلطات صغيرة ومتى وجدت الخلطة المناسبة فإنه يجب المحافظة عليها طوال العمل .



شكل رقم (٦ - ٥٣) سقف بسطح متموج باستخدام فرم من ألواح الأسبستوس



شكل رقم (٦ - ٥٤)

أنواع مختلفة من الفرغ تستخدم لجعل السطوح الخرسانية محزوزة أو ذات تواءات أو متموجة !

## ( ج ) الوسائل المتبعة لتحسين سطح الخرسانة :

١ - الفيل بالأسمنت :

وهي أبسط أنواع تشطيب السطح وتتلخص في الحصول على الأسمنت البورتلاندى معلقا في ماء بنسبة معينة تكفي لاستعمال السائل بالفرشاة وفي بعض المواضع يطلب إضافة جزء من الرمل الناعم إلى كل جزء من الأسمنت وهذا استثناء أكثر منه قاعدة . ويجب في هذه الحالة تمرير الرمل على منخل فتحته ١٥ مم ومن المستحسن كذلك إضافة الجير المائي بنسبة ٥ باوند لكل قدم ٢ من الأسمنت وذلك للحصول على سطح أقل خشونة وإلى جانب ذلك يمكن تغطية السطح بدهان أسمنتي .

ومن الملاحظ أن وجود الأملاح على سطح المنشأ تظهر بسهولة على السطوح ذات الألوان الداكنة وعلى هذا فن المفضل استعمال الألوان الفاتحة للمباني الخارجية ومن الممكن إزالة هذه الأملاح باستعمال محلول مخفف من حمض الكلوريدريك .

٢ - طريقة الحف :

وتستعمل أفراس الكاربورندم سواء باليد أو مثبتة بمحرك . وهذا يقتضى إزالة بقايا القرم من المسامير وقطع الحديد ويجب رش السطح باستمرار بالماء أثناء العملية والعكس رقم (٦ - ٥٥) يبين هذه الطريقة .



ويلاحظ أن سرعة العمل لدى

استعمال المحرك هي ٩ م<sup>٢</sup>/ساعة

شكل رقم (٦ - ٥٥) إجراء عملية الحف لسطح خرساني وأن القرم الواحد يكفي لتشطيب ٨ أمتار مربعة ونحصل على سطح ناعم لا يمكن أن يتجمع عليه الغبار وهكذا نكون قد عرضنا الركام للسطح ونحصل على شكل جميل ومقبول .

(د) منتجات الخرسانة والوسائل المتبعة لإنتاجها :

١ - تقليد الحجر : ( Imitation of Stone ) :

وهذه الطريقة تقتضى بأن تجهز القرم بفواصل معينة فتحطى مظهرها بوحى بأن

المنشأ مبني بالحجر كما في الشكل رقم (٦ - ٥٦) .

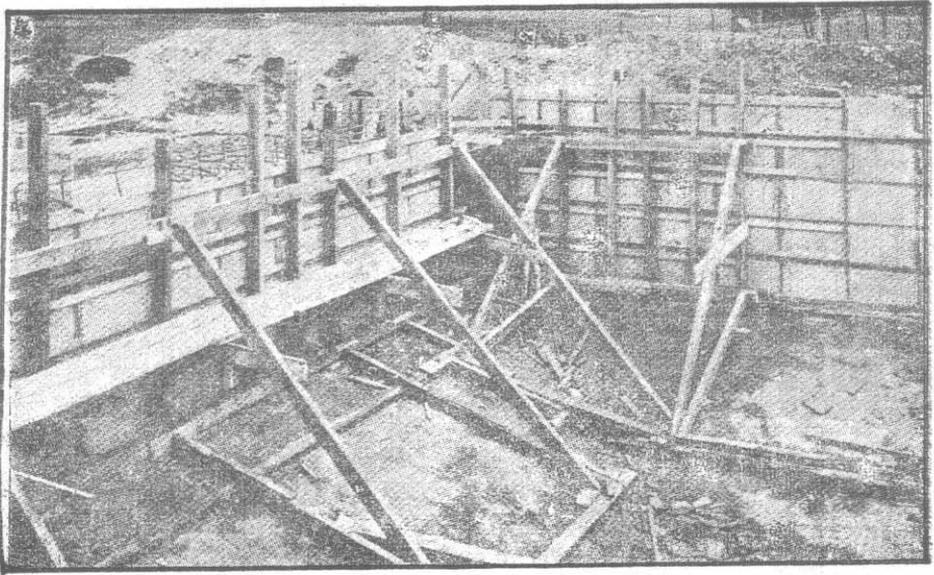
### ١ - مسطحات الخرسانة التي تستعمل كقرم :

يمكن باستعمال المسطحات الخرسانية الجاهزة الاستعاضة عن القرم ويوضح الشكل (٦ - ٥٧) كيفية إنشاء حمام للسباحة حيث صنعت المسطحات واستعملت كقرم للخرسانة المسلحة التي تشكل الجدار وكان سمك المسطح ٢ بوصة تحتوي على ١" من الخرسانة العادية من الخلف والسطح عبارة عن مونة الاسمنت والزواط الملون وقد شطب السطح كبريياً بواسطة أقراص الكاربورايدم وقد لوحظ أنه إذا صقل السطح بأوراق الصحف قبل أن تشك الخرسانة فإن تكاليف التشطيب تقل بدرجة ملحوظة .



شكل رقم (٦ - ٥٦) سطح خرساني تقليد الحجر

وقد استعملت هذه المسطحات لتغطية الجدار الخرساني بسلك ١/٤" لمقاومة الضغط الناشئ عن الماء وتستعمل هذه الطريقة كتغطية للجدران المألعة للماء وعلى جوانب الطرق ويلاحظ أن هذه المسطحات توضع في مكانها وتثبت بواسطة دعائم خشبية كما هو مبين بالشكل رقم (٦ - ٥٨) .



شكل رقم (٦ - ٥٧) مسطحات خرسانية جاهزة تعمل كقرم

### ٣ - الخرسانة ذات الركام الظاهر :

وهذا يقتضى إزالة الغلاف الاسمتى من سطح الخرسانة وتعتمد هذه الطريقة على النظرية القائلة بإظهار المواد المصنوعة منها الخرسانة لأن الإبقاء على الغلاف بالاسمتى يوحى بأن الحائط مصنوع كله بمادة الاسمت مع أن نسبة الاسمت لا تزيد عن  $\frac{1}{3}$  للخرسانة .

وهذا السطح الجديد غير ناعم لأن الركام يظهر بشكله غير المستوى كما في شكل رقم (٦ - ٥٨) ويجب الانتباه إلى أنه في الحوائط الرقيقة يكون الغلاف الاسمتى طبقة عازلة للرطوبة وإزالته تعنى إمكانية الرشح خلال الجدار ، وهذا الخطر لا يوجد في الحوائط السميكه وفي الخرسانة المسلحة . ويستعمل كركام وهذه الخرسانة أنواع من كسر الحجارة مختلفة الألوان

وتكاليف هذه الطريقة ليست كثيرة إذا استعمل كسر الحجارة المحلية إنما الزيادة في التكاليف تنشأ عن إزالة الغلاف الاسمتى وفيما يلي الطرق المتبعة لإزالة الغلاف الاسمتى :



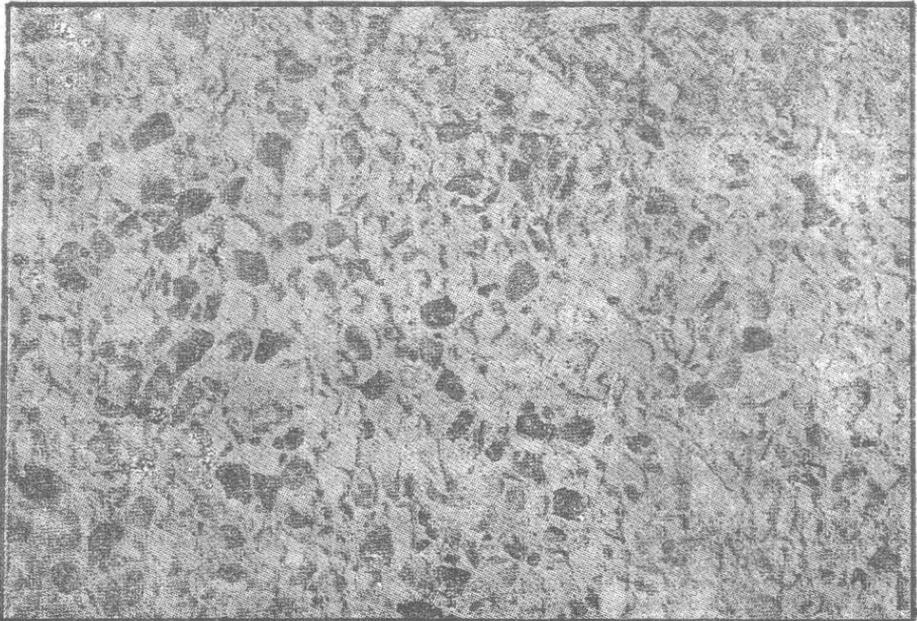
شكل رقم (٦ - ٥٨) سطح خرساني ذو ركام بارز

## (أ) استخدام الفرشة السلك والماء :

وهذه الطريقة يجب أن تجرى عند ما نسمح بذلك حالة الخرسانة وذلك قبل الشك النهائي للبلورات كما يجب ألا تستعمل هذه الطريقة إلا إذا أمكن فك القرم . وقد نجحت هذه الطريقة عند إنشاء كوبرى تريكنهام على نهر التيمز حيث فككت الشدات بعد ٤٨ ساعة وحف السطح بالفرشاة السلك بعد ساعة واحدة وكان حجم الركام المستعمل في الخرسانة  $\frac{3}{4}$  والخلطة المستعملة هي ٤:٢:١ باستعمال الاسمنت سريع التصلد. وإذا أريد صنع بلاطات جاهزة ( Precast Slab ) بهذه الطريقة فتستعمل الخلطة ١ :  $\frac{1}{2}$  : ٥ ويستعمل الاسمنت على الألومنيا ويتراوح مقاس الركام بين  $\frac{3}{8}$  إلى  $\frac{3}{4}$  والشكل رقم (٦ - ٥٩) يبين السطح الناتج بعد حف سطح الخرسانة بالفرشة السلك ويلاحظ أن يرش الماء باستمرار على السطح .

## (ب) معالجة السطح بالأحماض :

إذا كان سطح الخرسانة صلبا بشكل لا يسمح بالمعالجة بالفرشة فإننا نستعمل محلولاً من حمض الكلوريدريك ويتألف هذا المحلول من جزء من حمض الكلوريدريك إلى



شكل رقم (٦ - ٥٩) سطح خرسانى بعد حفه بالفرشة السلك لجعل الركام ظاهر

٦ أجزاء من الماء وإذا لم يكف فإن كمية الحمض تزداد تدريجياً إذا حف السطح بالفرشة فإن الغلاف الاسمتى يصبح سهل الإزالة والحقيقة أن النتيجة واحدة كما في حالة الفرشة السلك .

وتتلخص العملية في أن لحمض الكلوريدريك تأثيراً كيميائياً على الاسمنت بشكل يجعله يتفكك ويسمح بالإزالة ومن الضروري الإنتباه لازالة كل آثار الحمض من السطح وذلك بالفصل بالماء أو بإضافة محلول قاعدي وإلا فإن الحمض يستمر في تحليل الاسمنت وبالتالي يشوه سطح الخرسانة ويجب الانتباه إلى أن أيدي العمال لا تلمس الحماض أثناء العملية وميزة هذه الطريقة أنه من الممكن إجراؤها على خرسانة قديمة .

### ( ج ) تبطىء شك الاسمنت :

وهي تقضى بإضافة مواد إلى السطح من شأنها تبطىء عملية شك الخرسانة السطحية لكي يصبح من السهل تشطيبه بالفرشة وهذه المواد على شكل مساحيق أو مستحلبات توضع على القرم المقابلة للسطح لتبطىء شك السطح ويجب منع هذه المواد من التسرب إلى الداخل وخصوصاً إلى القرب من حديد التسليح .

### ( د ) استعمال المطارق البدوية والميكانيكية :

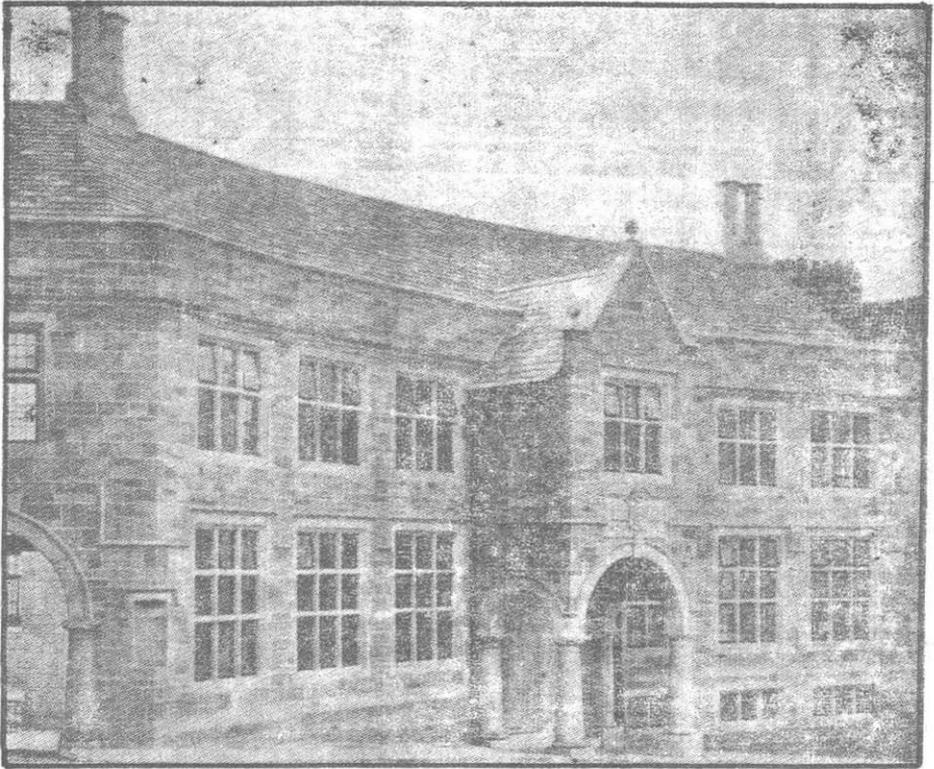
إذا كان القفل الابقاء على لون الركام أو على شكله الطبيعي فستستخدم هذه الطريقة كما تستخدم عندما لا يكون في الامكان فك القرم بسرعة وبهذه الطريقة أمكن طرق مساحات كبيرة بأن تفصل إلى مساحات صغيرة يترك بينها هوامش بدون طرق .

### ٤ - الحجر المصبوب ( Cast-Stone )

وهو عبارة عن خلطات خرسانية الغرض منها تقليد الحجر الاصلى فاذا أردنا تقليد الجرانيت فاننا نستعمل كسر الجرانيت بدلا من الركام العادى ومن الممكن تشكيل هذه الاحجار لتشبه الطوب والشكل رقم ( ٦ - ٦٠ ) يبين مبنى من الحجر المصبوب كذلك أمكن استخدام الحجر المصبوب للنحت كما هو مبين في شكل رقم ( ٦ - ٦١ ) .

### • - الطرطشة :

وتعتمد هذه الطريقة على رش طبقة من الاسمنت والرمل الناعم سواء بالة ميكانيكية أو باليد وبمد ذلك تشطب بواسطة آلات خاصة تنحصل على الطرطشة المسكوسة والطرطشة



شكل رقم (٦-٦٠) مبنى بواجهة من الحجر المصبوب

بالفرش للناعمة والخشنة والطرطشة بواسطة فرش وامشاط المطاط كما هو مبين  
في الشكل رقم (٦-٦٢) .

٦ - الترازو (Terrazo) :

هو إحدى الوسائل المتبعة لتحسين سطح الخرسانة والترازو عبارة عن ألواح أو

مسطحات خرسانية من خطوط خاصة يستخدم فيها الرخام كرخام .

ويختلف مظهرها باختلاف ألوان كسر الرخام ومقاساته فهناك تدرج في الكسر من

رقم صفر إلى ٤ كما يلي والمبينة في الشكل رقم (٦-٦٣) :

٤	٣	٢	١	٠	الرقم
$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$	المقاس



شكل رقم (٦١-٦)

ويستعمل الأسمنت البورتلاندى الملون مع كسر الرخام لإنتاج خرسانة الأرازو ويجب ألا يمزج اللون باليد بل بالمكته لآتنا في هذه الحالة نحصل على لون متجانس .  
وبالنسبة لنسب الخلط فى مختلف باختلاف مقاس الكسر فتلا :

مقاس صفر يستخدم فى خلطة ١ : ٢ ١/٢

ومقاس ١-٢ يستخدم فى خلطة ١ : ٢

ومقاس ٣-٤ يستخدم فى خلطة ١ : ٢ ١/٢

ومن الممكن استعمال خلطة واحدة ١ : ٣

لجميع المقاسات وعلى العموم يجب ألا تكون

الخلطة أغنى من ١ : ٢ ١/٢ .

وبالنسبة لطريقة الخلط فى هامة جداً

وإذا لم تتبع طريقة خاصة فآتنا نحصل على

سطح غير مناسب فيجب أولاً خلط الكسر

جيداً بمكته خلط وإضافة الأسمنت الملون

وخلط الاثنين على الناشف ويضاف الماء

تدريجياً ويجب أن تكون الخلطة لدنة ولكن

غير مبتلة ويمكن استعمال الخلطة الآتية :

٢٨ باوند كسر رخام من صفر - ٤ ،

١١ ١/٢ باوند أسمنت ، ٢,٧ لتر ماء .

وبالنسبة لسب الخرسانة فى القوالب

فيجب أن تكون متماسكة وسطحها نظيفاً وغير محتوية على شقوق ويجب أن توضع فواصل

تتمدد بالأرضيات مع ملاحظة أن لوح الأرازو يجب ألا تتجاوز مساحته ١٢ قدم ٢

حتى تفادى خطر التشقق وتوضع الخرسانة مباشرة بالنسبة للأرضيات أما فى الحوائط

فإنه يسمح بتجاوز المساحة عن ١٢ قدم ٢ .

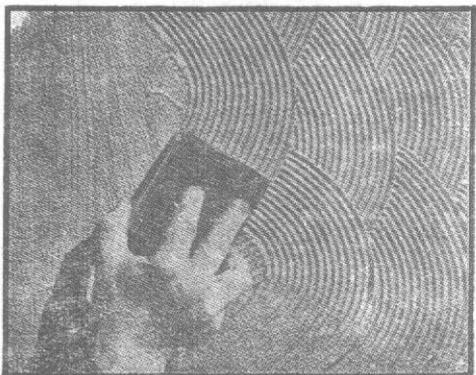
وهناك قاعدة بأن توضع طبقة ٤ من المونة ١ : ٣ على الأرض قبل وضع خلطة



فرشة مكبوسة



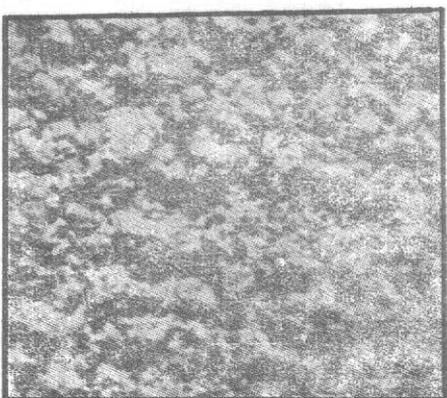
فرشة كوكبوتو



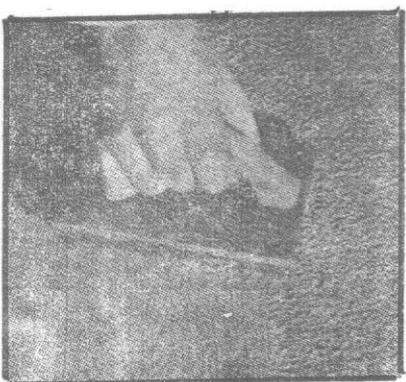
مشط مطاط



فرشة خشبية

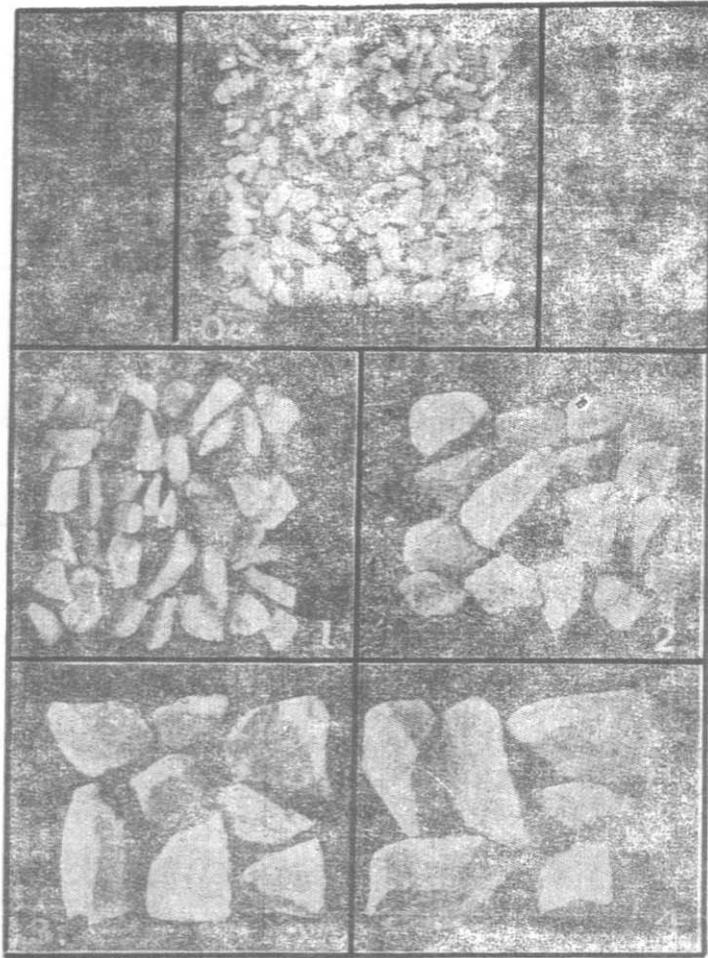


رشي مكثة



فرشة باهية

شكل رقم (٦-١٢) تحسين أسطح الإسفلت بالطرق المختلفة للطريقة



شكل رقم ( ٦ - ٦٣ ) كسر الرغم المستخدم كركام للخرسانة في أعمال الترازو  
الترازو ويجب تسوية السطح للسمك المطلوب وعادة يكون سمك ألواح الترازو  $\frac{3}{4}$ "  
ويجب استعمال المسطرين في تسوية السطح أو باستعمال عجلة خاصة إلا أن المسطرين أفضل  
لأن العجلة تسحب ماء الأسمنت من السطح .

ويلزم القدم المربع من الترازو  $\frac{3}{4}$ " حوالي ٦٣ باوند من الكسر، ٢٢ باوند من الأسمنت،  
ويبلغ السطح باستعمال أقراص الكاربورا فتم في مكان رش الماء أثناء عملية  
التليح ومن المهم تليح الترازو الجديد بالبرونيش لمدة ستة أشهر على الأقل . وبالنسبة  
لأشكال الترازو فمن الممكن صنع الترازو كسطحات جاهزة وبلاطات للأرضيات.

ولاغراض الزينة كأحواض الزهور والمقاعد الحجرية والنافورات أو لتغطية الموائد ويكون كسر الرخام زاويً والمقاس المفضل من  $\frac{3}{8}$  إلى  $\frac{1}{4}$  ولا يستخدم كسر الرخام الذي يقل عن  $\frac{1}{4}$  والذي يزيد على  $\frac{1}{4}$  ولكن أمكن الآن في صناعة الترازو والموزايكو استعمال كسر كبير يصل حوالي  $\frac{1}{2}$ .

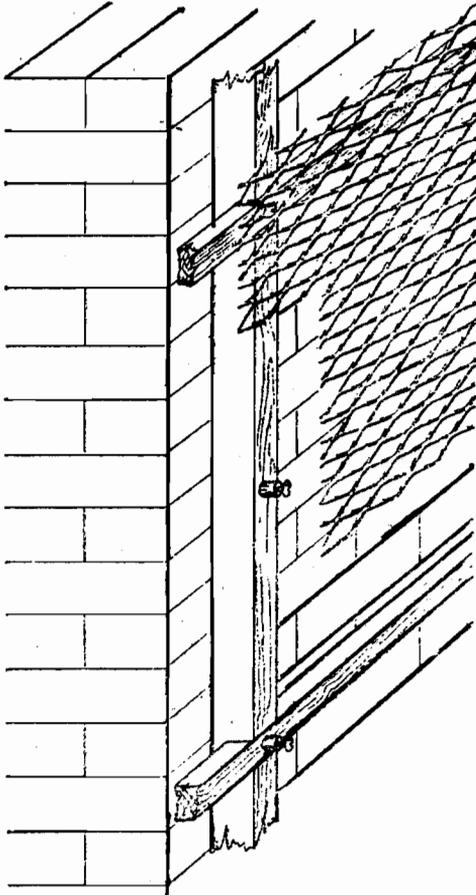
٧ - التغطية بالشرائح الخشبية (البغدادلي).

( Lath )

قد تستعمل للسقوف والحوائط وهي عبارة عن شبكة رفيعة من السلك تثبت على الجدار أو على السقف الخرساني وترش المونة عليها بواسطة مكنة خاصة أو بالآلات اليدوية والشكل رقم (٦-٦٤) يبين كيفية تركيب السلك وشدده على السطح الخرساني

٨ - الخرسانة المزينة.

يعتبر تزيين السطح الخرساني من المتطلبات المعمارية التي تستلزمها طبيعة المنشأ ولذلك يصب الشكل المطلوب من الخرسانة في قوالب من الخشب المحفور أو الأبلسكاش أو المطاط أو البلاستيك تثبت في الشدة ويكون ذلك بأشكال متنوعة كما في الشكل

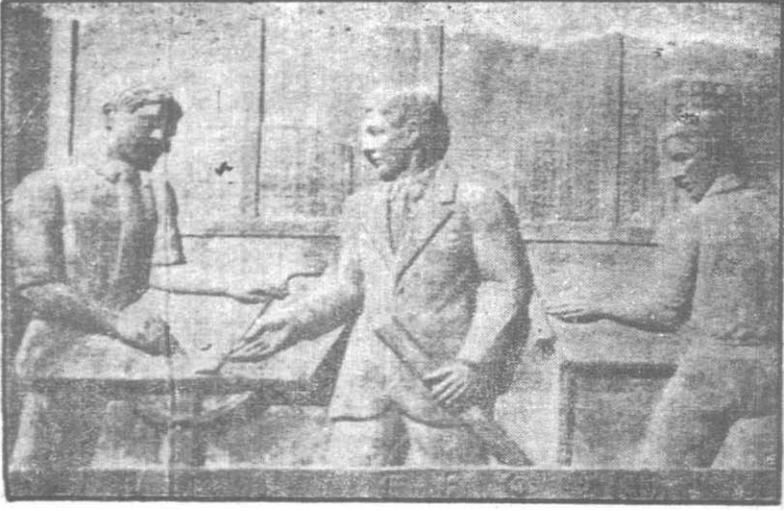


شكل رقم (٦ - ٦٤) كيفية تركيب السلك أو الشبك المدد لعمل المسطحات البغدادلي

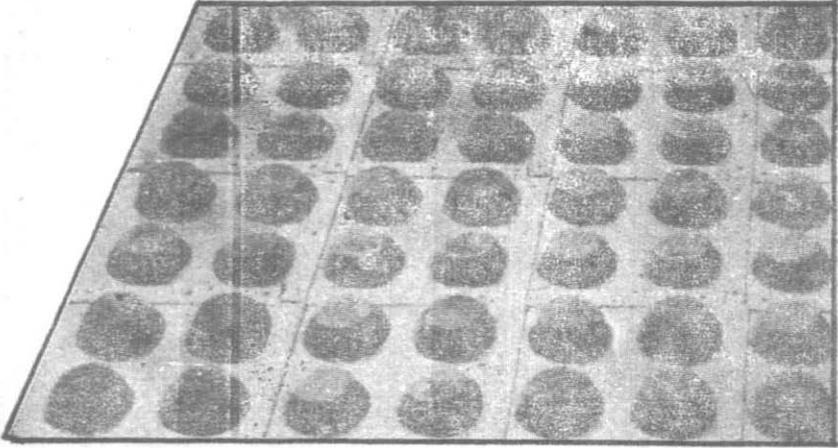
رقم (٦ - ٦٥) والشكل رقم (٦ - ٦٦).

٩ - الحوائط الخرسانية من البلاطات والبلوكات جاهزة الصب :

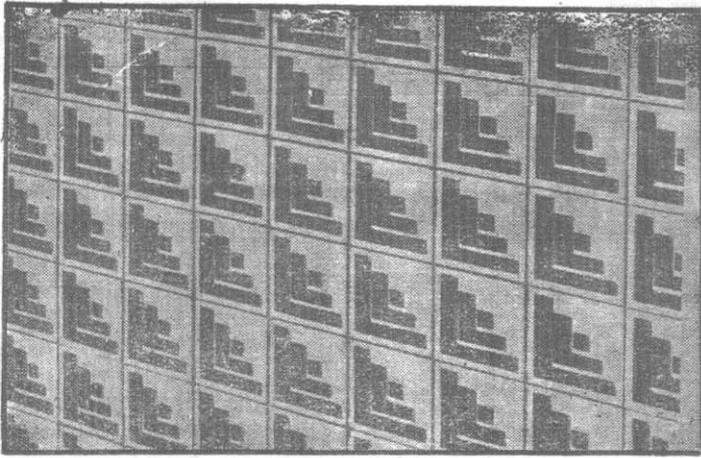
تستخدم البلاطات والبلوكات الخرسانية جاهزة الصب - في قوالب من الخشب



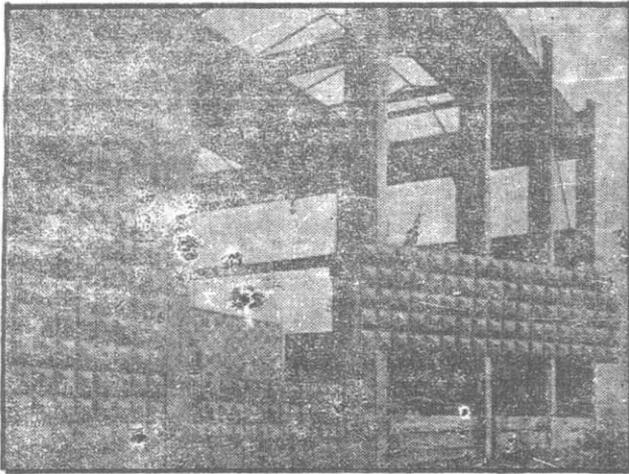
شكل رقم ( ٦ - ٦٥ )  
سطح خرساني به شكل مهادى مصبوب على قالب من الجبس مثبت في الشدة



شكل رقم ( ٦ - ٦٦ )  
سطح خرساني نو تنوءات مصبوب في قالب من خشب الأبلكتاش مثبت داخل الشدة  
أو المعدن أو البلاستيك أو الجبس - في إنشاء الحوائط الخرسانية لتزيين واجهة المنشأ  
ويكون ذلك بتجميع البلوكات والبلاطات لتكوين الحائط ويتضح ذلك من الشكلين  
رقم ( ٦ - ٦٧ ) ، ( ٦ - ٦٨ ) .



شكل رقم ( ٦ - ٦٧ )  
حائط مكون من بلوكات خرسانية جاهزة الصب



شكل رقم ( ٦ - ٦٨ )  
حائط مكون من بلاطات خرسانية جاهزة الصب

## المراجع

## References

- 1 — Troxell & Davis «Composition and Properties of Concrete» Mc. Graw Hill N. Y, U. S. A.
- 2 — A. M. Neville «Properties of Concrete» Pitman & Sons. Ltd., London.
- 3 — T. W. Akroyd «Concrete Properties & Manufacture» Pergamon Press. London.
- 4 — L. J. Murdock «Concrete Materials and Practices» Edward Arnold Ltd., London.
- 5 — E. A. Stewart «The Design and Placing of High Quality Concrete» E. F. Spon, Ltd., London.
- 6 — U. S. Department of the Interior Bureau of Reclamation «Concrete Manual» U. S. government Printing Office, Washington.
- 7 — R. Blanks «The Technology of Cement and Concrete» Vol. I. John Wiley & Sons. N. Y., U. S. A.
- 8 — F. S. Mergensroth «Influences on Concrete» Fredrick Ungar Publication Co., N. Y. U. S. A.
- 9 — Road Research Laboratory «Concrete Roads, Design and Manufacture» Her Majesty's Stationary Office, London.
- 10 — A. E. Pentfield «Teach Yourself Practical Concreting» English Universities Press. Ltd., London
- 11 — T. D. Robson «High Alumina Cements and Concrete» John Wiley & Sons., N. Y. U. S. A.
- 12 — F. M. Lea «The Chemistry of Cement and Concrete» Edward Arnold. Ltd., London.
- 13 — H. L. Childe «Concrete Finishes and Decorations» Concrete Publications, Ltd., London.
- 14 — R. Jones «Non—Destructive Testing of Concrete» Cambridge University Press, London.

- 15 — A. G. Geeson « Building Science » Vol. II & III, English Universities Press Ltd; London.
- 16 — A. Mills, H. Hayward & L. Rader «Materials of Construction» John Wiley & Sons, N. Y., U. S. A.
- 17 — H. L. Childe « Concrete Products and Cast Stone » Concrete Publications Ltd, London.
- 18 — Proceedings of Symposium on «Mix Design and Quality Control of Concrete » Cement and Concrete Association, London
- 19 — J. Witt «Portland Cement Technology» Chemical Publishing Co Inc., N. Y., U.S.A.
- 20 — Moore & Moore «Materials of Engineering» Mc. Graw Hill, Co N. Y, U.S.A.
- 21 — M. Withey & J. Aston « Johnson's Materials of Construction » John Wiley & Sons., N. Y. U.S.A.
- 22 — Yehya. El-Said, Ata & El-Erian « A Manual in the Testing of Materials- Non- Metallic» Cairo-U.A.R.
- 23 — M. A. Nasif « Workability of Concrete, between Theory and Practice » M. Sc. Thesis, Cairo University, U.A.R.
- 24 — H. Saad « Design of Concrete Mixes » Ph. D. Thesis Cairo University, U.A.R.
- 25 — I. Kamel «Design of Mixes for High Quality Concrete (on basis of surface area of aggregates ) » M. Sc. Thesis, Ain-Shams University U.A.R.
- 26 — W. El-Bishlawy « Bond between Steel and Concrete » Ph. D. Thesis, Cairo University, U.A.R.
- 27 — E. Bauer « Plain Concrete » Mc. Graw Hill, N. Y. U.S.A.
- 28 — L. Mercer « Concrete Mix Design » Research Technical Bulletin No. 2. Melbourne, Australia.

- ٢٩ - المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٦٣/٣٧٣ ، الاسمنت البورتلاندى العادى والاسمنت البورتلاندى سريع التصلد ، الهيئة المصرية لتوحيد القياس - القاهرة
- ٣٠ - المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٦٣/٤٧٤ ، الطرق القياسية لتحليل الكيمياء للأسمنت البورتلاندى ، الهيئة المصرية لتوحيد القياس - القاهرة .
- ٣١ - المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٦٢/٢٦٢ ، أسياخ الصلب لتسليح الخرسانة ، الهيئة المصرية لتوحيد القياس - القاهرة .
- ٣٢ - المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٦٢/٢٦٣ ، الأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد ، هيئة المصرية لتوحيد القياس - القاهرة
- ٣٣ - مشروع أسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال الخرسانة - لجنة أعمال الخرسانة بوزارة الإسكان والمرافق - مجلة المهندسين مارس ١٩٦٣ - القاهرة .