الجسات لتحديد مناسيب التأسيس وإختيار نوع الأساسات

د. جودة غانم

الباب السادس

إستكشـــاف الموقـــع

قبل تنفيذ المشروعات يجرى إستكشاف الموقع لتحديد نوعية طبقات التربة والعمق الح للتأسيس وقدرة تحمل التربة ومعامل الضغط الجانبى وكثير من المعلومات التى تهم دس الإنشائى المصمم وكذلك المقاول الذى سيقوم بالتنفيذ .

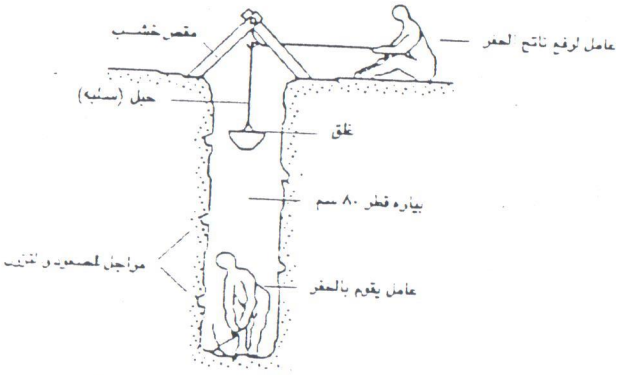
فى المشروعات الكبرى يجب الرجوع إلى الخرائط الجيولوجية والمساحة الطبوغرافية ع البيانات عن أى أعمال حفر سابقة فى المنطقة او اعمال تنفيذ آبار قديمة . هذه نات الأولية سواء من الخرائط أو الآبار اوالمبانى تساهم فى تحديد أسلوب إستكشاف ة الامثل والاقتصادى للمشروع المطلوب . فى المشروعات الصغيرة تلاحظ المبانى ة بالمنطقة لمعرفة الأسلوب المتبع فى التأسيس والتكوين السائد للتربة .

عمومياً يتم إستكشاف الموقع بالحفر المكشوف أو بالجسات أو بالمجسات أو سائل الجيوفيزيقية أو بتجارب التحميل .

١) حفـــر الأختبـــار

تنفذ حفر الاختبار للمنشآت الصغيرة حيث تستكشف التربة بالحفر المفتوح لأعماق عودة . إذا استخدمت معدات الحفر ونقل الأتربة بالموقع أمكن النزول لعمق فى حدود سة امتار ، بإعتبار أن التربة متماسكة بحيث يتزن جدار الحفر رأسيا لفترة تكفى ص قطاع التربة وأخذ عينات مقلقلة وغير مقلقلة منه . وقد استخدمت هذه الطريقة اح فى استكشاف التربة بموقع عمارات سكنية منخفضة التكاليف بمدينة السادات .

فى مصر إذا لم يكن المقاول قد بدأ فى إحضار معداته وكانت التربة متماسكة ينفذ فر المفتوح بطريقة البيارات ، شكل (٦ - ١) ، التى تمتد أعماقها أحيانا الى أكثر من



شكل (٦ - ١) البيارات المستخدمة فى استكشاف التربة

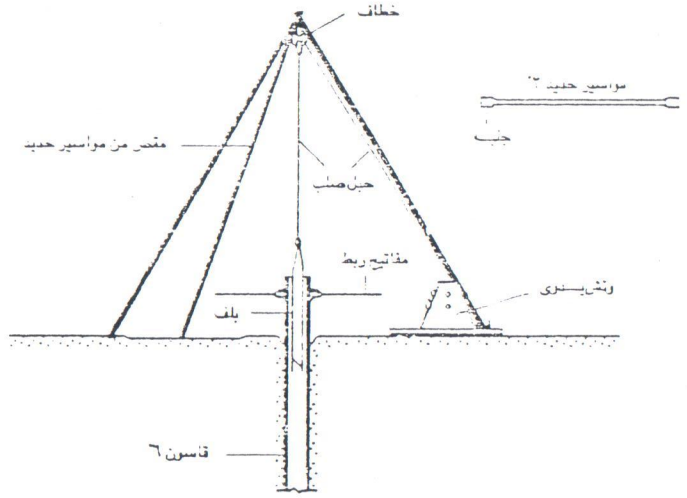
١٠ متر . ويتم تنفيذ البيارة بواسطة عمال مدربين - ذاتيا - على هذا العمل . يستخدم العامل أزمه ذات يد قصيرة تسمى "حجارى" فى الحفر تحته بقطر حوالى ٨٠ سم بحيث ينزل مع الحفرة . وعندما يصبح وسطه اسفل سطح الارض ينصب اعلى الحفره مقص من ثلاثة عروق خشبية قصيره اعلاها خطاف وتستخدم سَلَبه وغلق بواسطة عامل ثانى لرفع ناتج الحفر . يراعى العامل الذى بالبياره عمل حفر صغيرة تبادليه فى جدار الحفر لاستخدامه كسلم للصعود والنزول . تستخرج عينات التربة على مسافات مع تقدم الحفر من الجدار او القاع حسب توجيهات المهندس . يراعى ضرورة ردم الحفر مع الدمك فور انتهاء العمل ، او تأمين الحفرة بتغطيتها واقامة الحواجز لتحاشى وقوع افراد فيها .

تنفذ هذه الطريقة بنجاح فى مدينة نصر والمعادى الجديدة ومدينة ١٠ رمضان ومدينة ٦ اكتوبر ومدينة السادات ومدينة العامرية الجديدة وطابا وجميع الاماكن التى تكون فيها التربة متماسكة او متلاحمة وبعيدة عن منسوب المياه الجوفية .

يلاحظ فى جميع الحالات انه لا يمكن تنفيذ حفر الاختبار أسفل منسوب المياه الجوفية ، أو إذا كانت التربة متهايلة او متحجرة . لذلك فى بعض مناطق مدينة ٦ اكتوبر او الشيخ زايد او فى ارض الجولف او المقطم او الغردقة او شرم الشيخ حيث التكوين الحجرى هو الغالب على المنطقة لا يمكن تنفيذ بيارات الا للاستكشاف السطحى . وفى بعض الاماكن بمدينة ١٠ رمضان او الاسماعيليه حيث الرمال المتهايلة لا يمكن ايضا تنفيذ البيارات .

٦ - ٢) الجســـات

تعتبر الجسات الطريقة الأكثر إنتشارا لإستكشاف المواقع . تنفذ الجسات فى مصر يدويا أو ميكانيكيا . الأدوات المستخدمة فى الجسات اليدوية هى ، شكل (٦ - ٢) :



شكل (٦ - ٢) الجســـات اليدوية

(أ) ثلاثة مواسير بطول حوالى ٦ متر لعمل مقص يعلق أعلاه خطاف .

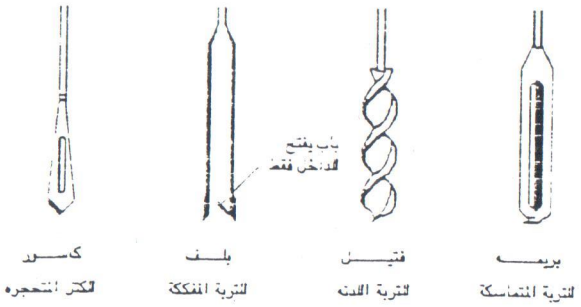
(ب) قواسين حديد ٦" للحفر بداخلها للمحافظة على بقاء الجسة مفتوحة وتتكون من وصلات بطول ٢ ، ٣ متر مع جلب لتوصيلها ببعض كلما امتد عمق الجس .

(جـ) مواسير حديد ٢" طول ٣ متر لربط معدات الحفر وإستخراج العينات بها مع جلب لتوصيلها ببعض كلما أمتد عمق الجس .

(د) ونش يدوى وحبل صلب لإنزال ورفع المواسير والأدوات .

(هـ) مفاتيح كبيرة طول حوالى ٨٠ سم لربطها على القواسين أو المواسير لرفعها أو لفهـا دائريا

(و) أدوات حفر تتكون ، كما هو موضح بشكل (٦ - ٣) ، من بريمه وفتيل وبلف وكاسور .



شكل (٦ - ٣) ادوات الحفر المستخدمة فى الجســات اليدويــة

خطوات العمل فى الجسات اليدوية هى :

(أ) ينصب المقص بالخطاف رأسيا اعلى النقطة المراد تنفيذ الجسة عندها مع وضع الونش بمكان جانبى مناسب .

(ب) تنفذ حفرة صغيرة بعمق حوالى ٠,٥٠ متر توضع بها الوصلة الأولى من القاسون ٦" التى تكون عادة بطول ٢ متر وتضبط رأسية .

(جـ) ترفع بالونش وصلة من المواسير ٢" يثبت فى نهايتها البريمة أو الفتيل وتمسك بالمفاتيح وتلف حتى تحفر فى التربة . يتم تجميع ناتج الحفر تلقائيا بداخل البريمة أو بين أجنحة الفتيل . عند الإمتلاء ترفع بالونش إلى سطح الأرض وتفرغ . يكرر ذلك عدة مرات مع ربط المفاتيح على القاسون ودفعه إلى أسفل ليغوص فى التربة حاميا لجوانب الجسة .

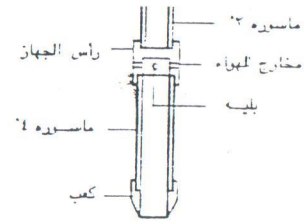
(د) عندما تغوص الوصلة الأولى من القواسين فى التربة يوصل بها وصلة تالية . وكذلك توصل المواسير ٢" للوصول بأداة الحفر إلى قاع الجسة . يراعى أن يكون الحفر رأسيا لتسهيل عملية إدخال وخروج القاسون والمعدات .

(هـ) إذا قابل الحفر تربة رملية يوصل البلف بالسلك الصلب ويدلى الى قاع الجسة ثم يرفع ويترك ليهوى حرا تحت تأثير ثقلة ليصطدم بقاع الحفرة (الرملى) فتدخل به دفعة من الرمال ، وعند رفعة إلى أعلى تحاول الرمال السقوط منة فينغلق الباب

المركب فى نهايته ويمنع الرمل من الخروج . إذا لم تكن طبقة الرمل أسفل المياه الجوفية تبل الرمال بسكب كمية من الماء داخل القاسون . عند إمتلاء البلف بالتربة يرفع إلى سطح الأرض ويفرغ ويعاد تنزيله بالقاسون مرة أخرى . عندما يقابل الحفر تربة متحجرة يتم تنزيل الكاسور ورفعة إلى أعلى وتركة ليسقط بنهايته المدببة على التربة فى قاع الحفر فيعمل على تفتيتها ثم تجمع الأجزاء المفتتة وترفع إلى خارج الجسة بإستخدام البلف .

أثناء الجس يسجل منسوب المياه الجوفية عند بدء ظهوره وبعد انتهاء الجس ، حظ التربة التى تخرج من الجسة وتوصف فى تقرير حقلى يبين فيه اعماق نهايات يقات . كذلك يتم أخذ عينات مقلقة من التربة كل ١ متر ، أو عند تغير الطبقات ، توضع أكياس من البلاستيك يكتب عليها بيانات الموقع ورقم الجسة وعمق العينة .

إذا قابل الحفر تربة متماسكة تستخرج منها ، عادة كل ١ متر أيضا ، عينات غير ة بإستخدام "الجهاز" ، شكل (٦ - ٤) . يتكون الجهاز من إسطوانة حديد بطول حوالى سم يربط فى أسفلها كعب ذو حافة مسنونة ويربط فى أعلاها رأس مزودة بكل من رج لطرد الهواء ، الذى ينضغط فى اعلاها عندما تدخلها التربة من اسفل ، وكرة حديد و دخول الهواء عندما ينزع الجهاز من التربة ويرفع إلى أعلى بالعينة (اذا لم يمنع الهواء الدخول من أعلى العينة تسقط العينة من الجهاز) .



شكل (٦ - ٤) الجهاز المستخدم فى استخراج العينات من الجســات اليدويــة

عندما يراد أخذ عينة غير مقلقلة يربط الجهاز بالمواسير ٢" وينزل إلى قاع الجسة م يربط أعلى المواسير وصلة ذات حافة عريضة . تستخدم مندالة فى الدق على المواسير غوص الجهاز داخل التربة ويمتلىء بها . يرفع الجهاز إلى سطح الأرض ويفك من المواسير

وتُخرَج العينة منه وتغلف بالشمع السائل (بالتسخين) ويلصق عليها تذكرة يكتب عليها بيانات الموقع ورقم الجسة وعمق العينة ثم توضع فى صناديق لحفظها .

أما الجسات الميكانيكية فتنفذ بواسطة قدرة الآلة على الحفر بإستخدام وحدة دفع دوارة مع كافة التجهيزات المساعدة من طلمبة الى قضيب ثقب الى لقم تقطيع وقواطع لاستخراج العينات . مثل المبينة فى شكل (٦ - ٥) .

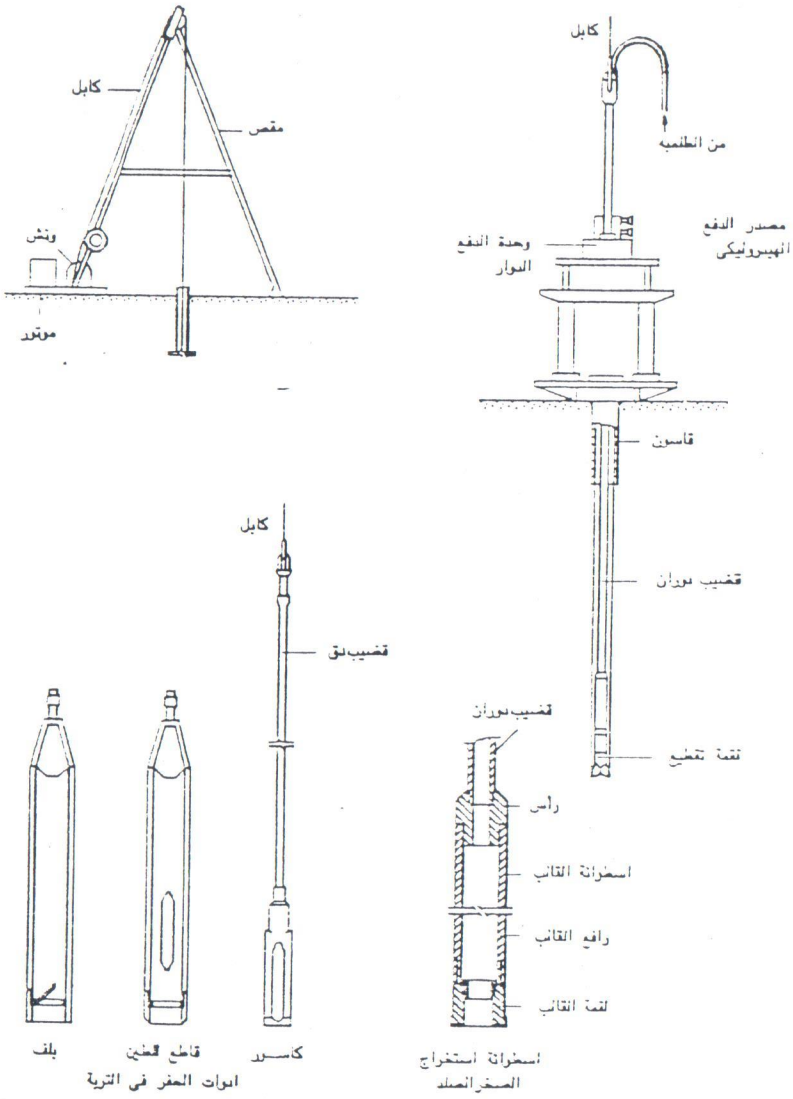
يتم الحفر بدفع ودوران قواطيع التربة بسرعة عالية مع دفع قاسون بالتربة للحفاظ على جدار الحفر . او مع ضخ سائل حفر من البنتونايت الذى يعمل على تبطين جدار الحفر ومنع تهايله . وكذلك دفع التربة المفتتة إلى سطح الأرض .

وفى الجس فى الصخر ، كما هو مبين بالشكل ، تستخدم لقمة حفر من الماس أو الصلب الشديد الصلابة تتصل بإسطوانة لأخذ العينات . وأثناء الحفر تدار كل من لقمة الحفر والإسطوانة وتدفع مياه أو سائل حفر داخل الإسطوانة ومنها إلى لقمة الحفر للتبريد ودفع الصخور المفتتة إلى أعلى الحفرة ، ومع تقدم الحفر تدخل عينة الصخر داخل الإسطوانة .

وتستخدم أحيانا ماكينة كالموضحة فى شكل (٦ - ٦) فى رفع واسقاط كاسور ثقيل للدق على قاع الجسة وتفتيت التربة ، ثم تضاف كمية محدودة من المياه تختلط بالتربة المفتتة ، ثم يسحب الخليط إلى سطح الأرض بإستخدام بلف أو طلمبة رمل . وتسمى هذه الطريقة "الجس بالدق والتفتيت" .

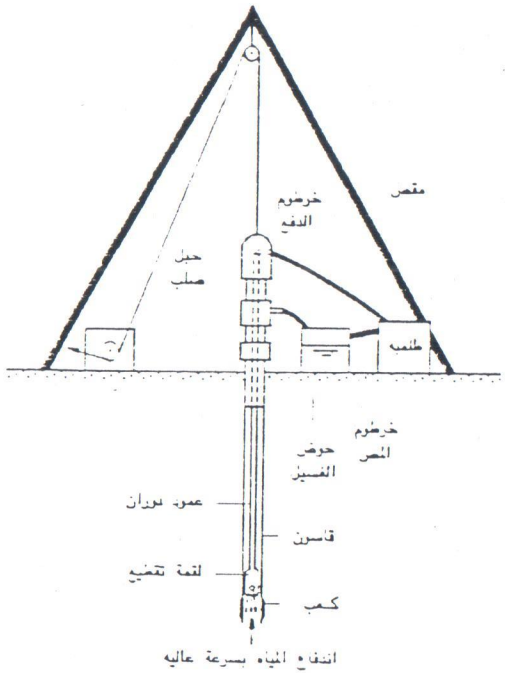
من إحدى طرق الجس الميكانيكى أيضا طريقة الجس بالغسيل شكل (٦ - ٧) . يتم ذلك بدفع مياه من طلمبة إلى داخل مواسير ٢" تنتهى بلقمة حفر . تعمل المياه الخارجة من اللقمة على دورانها وتفتيت التربة فى قاع الجسة . ويخرج خليط التربة المفتتة مع المياه من الفراغ بين المواسير والقاسون ليتجمع فى حفرة أو خزان حيث تترسب التربة وتسحب المياه الرائقة بواسطة الطلمبة لتدفع فى الجسة ، وهكذا .

يفحص خليط التربة المفتتة مع المياه بعناية لامكان تصنيف التربة المستخرجة من الجسة ، وتوقف هذه العملية لاستخراج عينات سليمة من التربة على مراحل .



شكل (٦ – ٥) الجس الميكانيكى بالتثقيب الدوار

شكل (٦ – ٦) الجس الميكانيكى بالدق والتفتيت

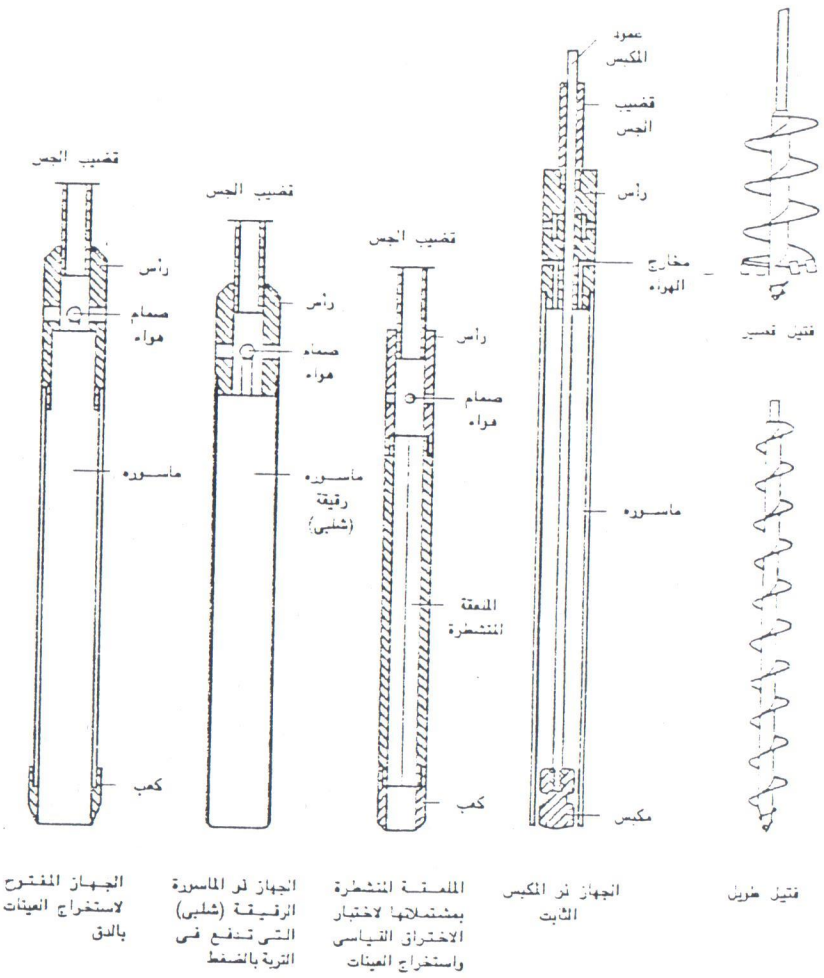


شكل (٦ – ٧) الجس الميكانيكى بالغسيل

للأنواع المختلفة من الجس الميكانيكى يتم فحص العينات المتقلقة المستخرجة من الحفر اولا باول وتوصف ويسجل الوصف فى تقرير حقلى . وفى الصخر تسجل مسافة اختراق لقمة الحفر للتربة ووصف التربة ، واحيانا الضغط الهيدروليكى المستخدم ، ونسبة التسريب فى الضغط خلال تلك المسافة للاستدلال على مدى احتواء الصخر على تشققات وفواصل طبيعية .

وعموما يوقف الحفر كل حوالى ١ر٥٠ متر لتؤخذ عينة غير متقلقة من التربة . وتستخدم فى ذلك مواسير بكعب مدبب يدق عليها ، كما تستخدم مواسير "الشلبى" فى أخذ العينات من التربة الطينية المتوسطة التماسك ، والاسطوانة ذات المكبس الثابت للطين اللين . وتستخدم الملعقة المنشطرة ، شكل (٦ – ٨) ، فى أخذ عينات الرمل .

ملحوظه : يستخدم القتيل لحفر واستخراج عينات مقللة وباقى الاجهزة لاستخراج عينات غير مقللة



شكل (٦ - ٨) اجهزة استخراج عينات التربة من الجسات الميكانيكية

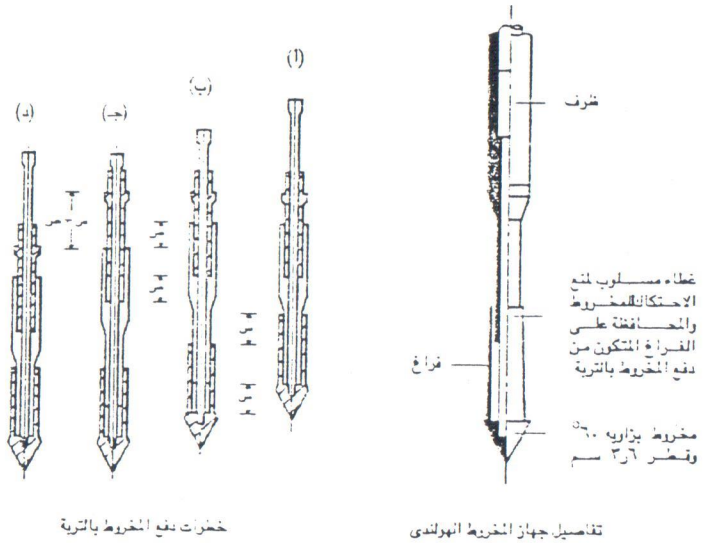
(٦ - ٣) المجســـات

تعتمد طريقة المجسات فى الاستكشاف على دفع أو دق مجس لمسافة معينة فى التربة وقياس المقاومة المصاحبة لذلك . يستمر الدفع أو الدق مع القياس حتى العمق المراد إستكشافه أو حتى تتغلب مقاومة التربة على طاقة الدفع او الدق . أى تحدث مناعه .

توجد انواع كثيرة من المجسات تناسب الانواع المختلفة من التربة المتوقعة اثناء الاستكشاف . فيما يلى بعض هذه الانواع والاستخدام المناسب لها .

(أ) المخروط الهولندى "المخروط الأستاتيكى" :

أشهر مجس بالدفع الهيدروليكى هو "المخروط الهولندى" لقياس الجهد الطرفى والاحتكاك . شكل (٦ - ٩) .



شكل (٦ - ٩) المخروط الهولندى لقياس الجهد الطرفى والاحتكاك

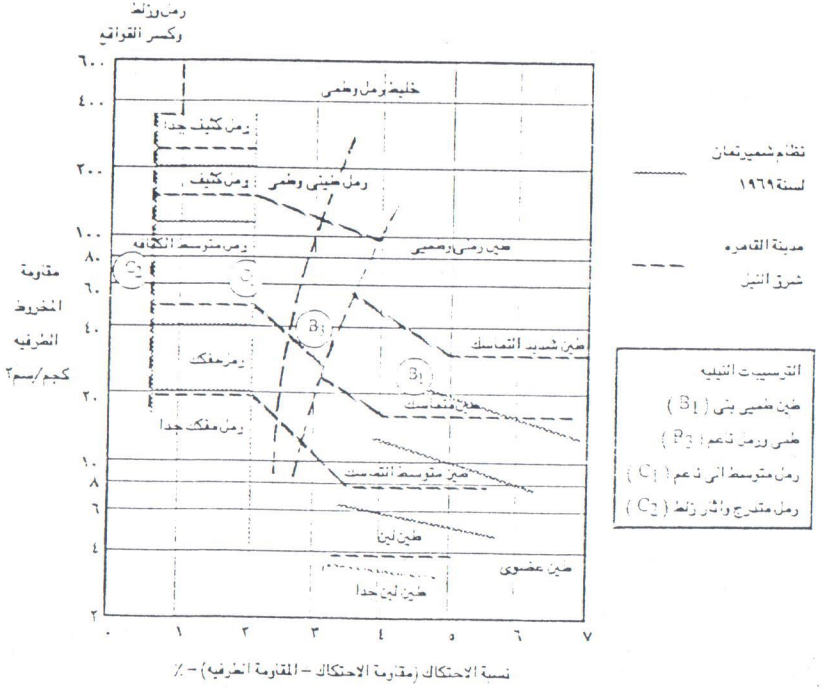
طريقة استخدام الجهاز هى دفع المخروط ١٠ او ٢٠ سم فى التربة بقوة هيدروليكية
س المقاومة عند طرفه ، ثم دفع ظرف يحيط بالقضيب الذى بنهايته المخروط حتى يصل
قاعدة المخروط ، وتقاس ايضا مقاومة الاحتكاك او التماسك مع التربة . يدفع المخروط
ة ليقيس المقاومة – بدون احتكاك القضيب بالظرف – ثم يدفع الظرف ليصل إلى قاعدة
خروط ليقيس الاحتكاك ، وهكذا يستمر إختراق التربة حتى الوصول إلى المناعه .

ترسم نتائج الإختبار وهى المقاومة لدفع طرف المخروط والاحتكاك والنسبة بينهما
شين مع العمق ، كما هو موضح فى شكل (٦ – ١٠) ، الذى يوضح ايضا قطاع جسة
ت بالقرب من مكان اختبار المخروط ، وذلك فى موقع بشارع الجلاء بالقاهرة .

شكل (٦ – ١٠) نتائج نموذجية لاختبار المخروط الهولندى
مع مقارنة بنتائج تجارب الاختراق القياسى فى جسة مجاورة

من المقاومة الطرفية لدفع المخروط والنسبة بين الاحتكاك وهذه المقاومة يمكن باستخدام البيانى الموضح بشكل (٦ – ١١) معرفة نوع التربة . هذا الشكل موضح عليه طريقة تصنيف التربة بأحد الانظمة المتبعة فى الخارج ، والتعديلات المدخلة عليه لتطبيقه على التربة بمدينة القاهرة فى مسار النفق الرئيسى لمياه الصرف الصحى (قطر حوالى ٥ر٢ الى ٤ متر وعمق حوالى ١٢ الى ٢٠ متر) .

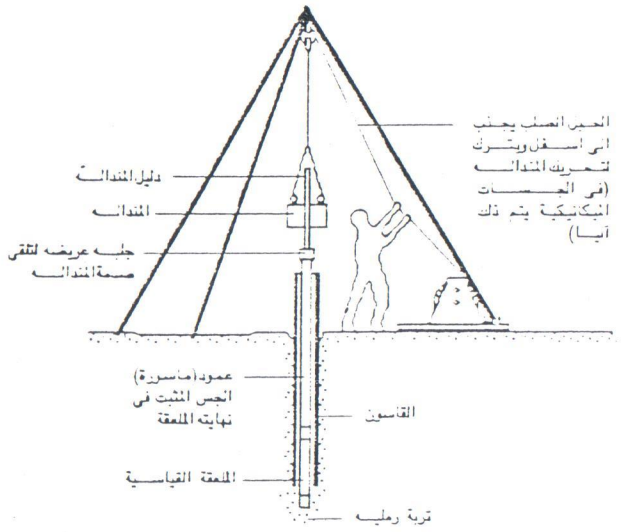
جدير بالتنوية انه لا يمكن استخدام المجسات وحدها فقط فى استكشاف الموقع نظرا لعدم استخراج عينات لتحديد انواع التربة الرئيسية فى الطبقات المختلفة . لذلك من المعتاد تنفيذ جسات لتحديد نوعية طبقات الأرض ، مع إستخدام المجسات لمعرفة مدى إنتظام هذه الطبقات والتغيرات المفاجئة فيها مع الامتداد الافقى للأرض .



شكل (٦ – ١١) تصنيف التربة حسب نتائج تجربة المخروط الهولندى

) إختبار الإختراق القياسى :

أشهر أنواع المجسات بالدق هو ما يسمى بإختبار الإختراق القياسى (SPT) ، كل (٦ – ١٢) . فى هذا الاختبار تدق الملعقة القياسية ، شكل (٦ – ٨) ، فى قاع الجسة سطة مندالة وزنها ٦٣٫٥ كجم تسقط من إرتفاع حر ٧٦ سم . يرصد عدد الدقات (N) زم لإختراق الملعقة التربة مسافة ٣٠ سم . جرى العرف على دق الملعقة لإختراق ١٥ سم ولا يسجل عدد الدقات لهذة المسافة ، إذ يكون هذا الاختراق فى التربة المقلقة فى نهاية سة ، ثم إستمرار الدق لمسافة ٣٠ سم التالية ويسجل لها عدد الدقات . بعد إنتهاء الدق ع الملعقة "المشطرة" على سطح الأرض ويفك الجزئيين العلوى والسفلى منها وتفتح عقة وتستخرج العينة الموجودة داخلها وتحفظ للفحص والاختبارات المعملية .



شكل (٦ – ١٢) اختبار الاختراق القياسى (فى جسة يدوية)

يستخدم عدد الدقات (N) فى تقدير الكثافة النسبية وزاوية الإحتكاك للرمل وكذلك ى تقدير الضغط الحر للطين طبقا لجداول المبينه .

جدول (٦ – ١) تصنيف التربة الرملية حسب نتائج اختبار (SPT)

عدد الدقات	وصف التربة	زاوية الاحتكاك
اقل من ٤	مفكك جدا	اقل من ٢٩
٤ – ١٠	مفكك	٢٩ – ٣٠
١٠ – ٣٠	متوسط الكثافة	٣٠ – ٣٦
٣٠ – ٥٠	كثيف	٣٦ – ٤١
اكبر من ٥٠	كثيف جدا	اكبر من ٤١

جدول (٦ – ٢) تصنيف التربة الطينية الطمية حسب نتائج اختبار (SPT)

عدد الدقات	وصف التربة	الضغط الحر كجم/سم٢
اقل من ٢	لين جدا	اقل من ٠٫٢٥
٢ – ٤	لين	٠٫٢٥ – ٠٫٥
٤ – ١٠	متوسط التماسك	٠٫٥ – ١
١٠ – ١٥	متماسك	١ – ٢
١٥ – ٣٠	شديد التماسك	٢ – ٤
اكبر من ٣٠	جامد	اكبر من ٤

اذا كانت التربة فى موقع تتكون من الطبقات الرملية ، فتستخدم نتائج تجارب الاختراق القياسى التى تجرى فى جسة او مجموعة جسات بالموقع فى تحديد الجهد الصافى الآمن المسموح به لتأسيس الاساسات الضحلة باعتبار ان هبوط الاساسات سيكون ٢٥ مم . والطريقة كالآتى :

(أ) يحسب الجهد الناشئ عن وزن التربة حتى منسوب اجراء كل تجربة (وهو مجموع حاصل ضرب سمك كل طبقة تربة اعلى هذا المنسوب فى كثافتها) .

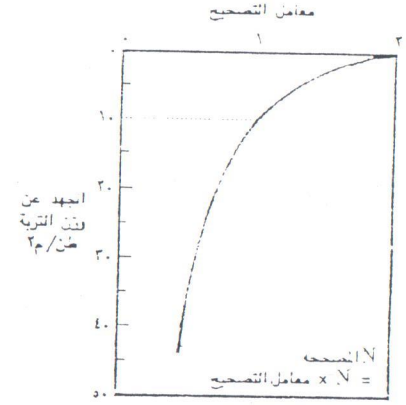
(ب) تصحح قيم (N) للأعماق المختلفة من كل جسة بضربها فى معامل تحصل عليه من المنحنى المبين فى شكل (٦ - ١٣) يعتمد على قيمة الجهد الناشئ عن وزن التربة .

(جـ) يفترض عمق التأسيس وعرض الاساسات ، مثلا لمبنى سكنى فى حدود ٨ طوابق يتوقع ان يكون عرض اصغر قاعده ٢ متر تقريبا ، وهكذا . يحسب لجميع الجسات متوسط عدد الدقات المصححه التى تم الحصول عليها خلال المسافة من عمق التأسيس الى عمق التأسيس مضافا اليه عرض القاعدة . يتحدد اقل متوسط عدد دقات .

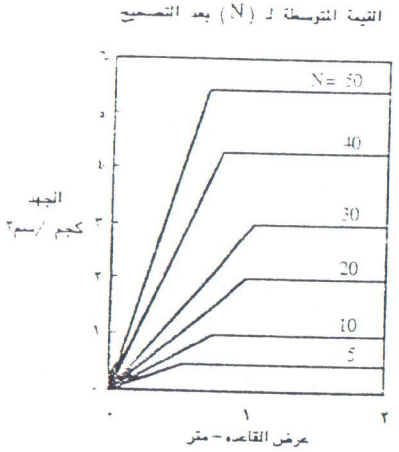
(د) من الرسم البيانى فى شكل (٦ - ١٤) يستنتج الجهد الصافى الآمن المسموح به .

(هـ) اذا كان منسوب المياه عند او اعلى من منسوب التأسيس ، يحتسب جهد التأسيس الآمن نصف القيمة التى تحصل عليها من الرسم البيانى .

(و) اذا كان الاساس من اللبشه ومنسوب المياه الجوفية على عمق لا يقل عن عرض اللبشة اسفل منسوب التأسيس يحتسب جهد التأسيس الآمن ضعف القيمة التى تحصل عليها من الرسم البيانى . واذا كانت المياه الجوفية عند منسوب التأسيس او اعلاه يكون جهد التأسيس الآمن نفس القيمة التى تحصل عليها من الرسم البيانى .



شكل (٦ - ١٣) تصحيح قيم (N) حسب الجهد الناشئ عن وزن طبقات التربة



شكل (٦ - ١٤) جهد التأسيس الصافى المسموح به للقواعد على تربة رملية (الهبوط = ٢٥ مم)

(جـ) المخروط الديناميكى :

يستخدم فى هذا الاختبار المواسير ٢" يشحط فى نهايتها مخروط من الحديد الزهر ويركب اعلاها وصلة ذات حافة عريضة ودليل لانزلاق المدالة (نفس المدالة المستخدمة فى اختبار الاختراق القياسى) ، شكل (٦ - ١٥) . يدق بالمدالة على المواسير بالمخروط وتسجل عدد الدقات كل مسافة اختراق ١٠ أو ٢٠ سم ، وتستمر التجربة حتى المناعة ، ثم تخلع المواسير ويترك المخروط فى الارض .

يتم تحليل نتائج الاختبار فى ضوء نتائج جسات تنفذ بالموقع فيعطى الاختبار فكرة عن مدى انتظام او اختلاف مقاومة الطبقات .

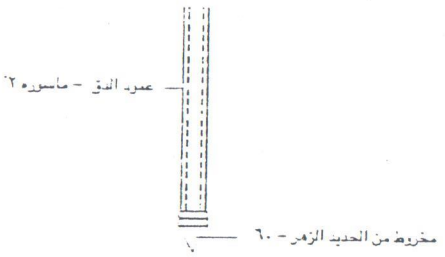
نفذ هذا الاختبار فى موقع معهد بقويسنا[1] حيث التربة تكوين رملى مستمر مع العمق . وجد ان العلاقة بين عدد الدقات فى اختبار المخروط الديناميكى لمسافة ٣٠ سم اختراق وعدد الدقات فى اختبار الاختراق القياسى لمسافة ٣٠ سم اختراق هى :

$$N_{SPT} = 10 \log_{10} N_{DC}$$

حيث :

N_{SPT} = عدد الدقات من اختبار الاختراق القياسى لكل ٣٠ سم اختراق

N_{DC} = عدد الدقات من اختبار المخروط الديناميكى لكل ٣٠ سم اختراق



شكل (٦ - ١٥) المخروط الديناميكى

(١) أ.د. عبد المنعم موسى وآخرون - نشرة كلية الهندسه جامعة عين شمس رقم ١٩٨٠/١١

٦ - ٤) الطرق الجيوفيزيقية فى الاستكشاف

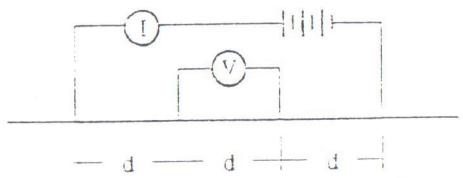
تستخدم هذه الطرق لاستكشاف المناطق المفتوحة فى المشروعات الكبيرة ، وتنقسم ى نوعين ، الاول يسمى المساحة الكهربيه والثانى يسمى المساحة السيزمية .

) المساحة الكهربية :

فى احدى طرق المساحة الكهربية يمرر تيار كهربائى فى التربه خلال قطبين مثبتين لارض ، إذا كانت التربه متجانسه يكون توزيع الاجهادات الكهربيه فى التربه حول قطبين متماثلا . اما اذا احتوى تكوين الارض على فوالق وتكوينات غير متجانسه فإن زيع الاجهادات الكهربيه تكون غير منتظمه .

فى طريقه ثانية (تسمى طريقة ڤينر) توضع اربعة اقطاب على مسافات متساوية d) ويمرر تيار بين القطبين الخارجيين (I) ويقاس فرق الجهد الكهربائى بين القطبين داخليين (V) ، شكل (٦ - ١٦) ، يقاس فى هذا الاختبار المقاومة الكهربية للتربة لقانون التالى :

$$R = \frac{2\pi d V}{I}$$



شكل (٦ - ١٦) قياس المقاومة الكهربية للتربة

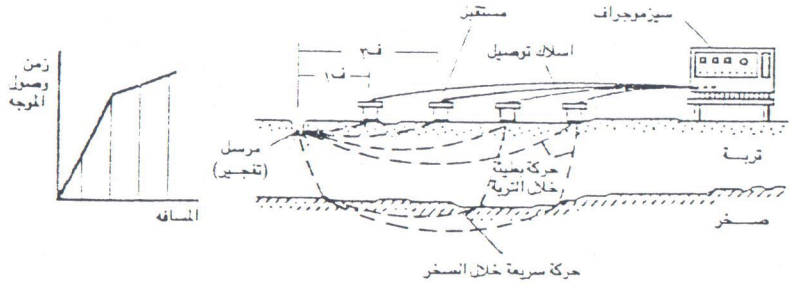
تستخدم نتائج الاختبار فى كشف الجيوب الرملية والزلطية فى تكوينات التربة ناعمة وتعيين عمق الصخور الصلدة وكشف التراكيب الجيولوجية تحت الارض . يوضح جدول التالى قيمة المقاومة الكهربية للتربة والصخور بصفة عامة :

جدول (٦ - ٣) قيم نموذجية للمقاومة الكهربية للتربة والصخور

نوع التربة	المقاومة الكهربية (أوم . متر)
رمل	٥٠٠ - ١٥٠٠
طمى وطين مشبع	٠ - ١٠٠
رمل طينى	٢٠٠ - ٥٠٠
زلط	١٥٠٠ - ٤٠٠٠
صخر ضعيف	١٥٠٠ - ٢٥٠٠
صخر صلد	اكبر من ٥٠٠٠

(ب) المساحة السيزمية :

فى احدى الطرق للمساحه السيزميه يتم احداث صدمه بواسطة مرسل ، شكل (٦ - ١٧) ، ويقاس زمن وصول الموجة الناشئة عن الصدمه بواسطة مستقبل . ومع تحريك المستقبل لمسافات متساوية البعد يزيد زمن وصول الموجة بانتظام ، الا اذا وصلت الموجة بعد تخللها لطبقة مختلفه فيختلف زمن وصول الموجة ويظهر ذلك فى انكسار الخط الذى يمثل العلاقة بين المسافة وزمن وصول الموجة ، كما هو مبين بالشكل . بذلك يمكن بالتحليل العددى للعلاقة المبينه معرفة عمق الطبقات ومدى انتظامها .

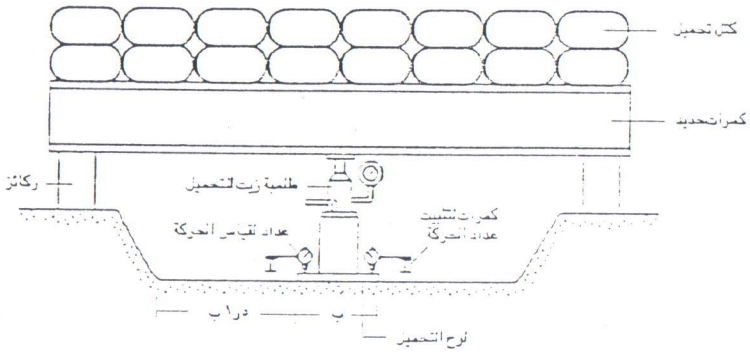


شكل (٦ -١٧) طريقة قياس زمن وصول الموجات لمعرفة طبقات الارض

(٦ - ٥) إختبار تحمل التربة (لوح التحميل)

عندما يصعب استخراج عينات غير مقلقلة من التربة ، ولا يمكن اجراء تجارب الاختراق ، مثل ما نواجهه فى تربة كالرمل المتلاحم فى الأماكن الصحراوية مثل مدينة ١٠ رمضان أو ٦ أكتوبر وما يماثلها ، او فى تربة تحتوى على ركام وقطع متحجرة مثل الموجودة بالمنطقة الجبلية شرق سوهاج ، فإن أنسب طريقة لتحديد قدرة تحمل التربة والهبوط تحت الأحمال المختلفة هى طريقة إختبار لوح التحميل .

الأجهزة والأدوات المستخدمة فى هذا الإختبار هى لوح تحميل حديد مربع أو مستدير ضلعة - او قطره - ٣٠ سم على الأقل وسمكه ٢ - ٣ سم ، وطبليه من الخشب أو الكمرات الحديدية المحملة بشكاير رمل أو كتل خرسانية (وأحيانا يستعاض عن الطبليه بمعدة ثقيلة او لورى محمل) ، وطلمبة زيت بعداد للتحميل ، وعدادت قياس حركة ، شكل (٦ - ١٨) .



شكل (٦ - ١٨) الادوات والمعدات المستخدمة فى إختبار لوح التحميل

خطوات اجراء التجربة كالآتى :

(أ) تجهز طبلية التحميل .

(ب) يسوى سطح التربة على العمق المراد إختبار التربة عندة أسفل الطبليه ويوضع اللوح على السطح .

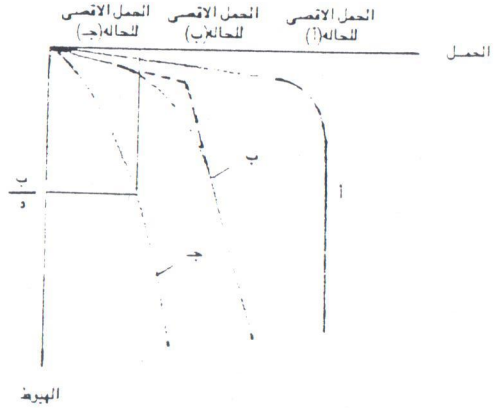
(جـ) يرفع الجزء المتحرك من الرافعة حتى يتلامس مع اسفل الطبليه (حمل = صفر)

(د) تضبط عدادت قياس الحركة التى تثبت على قضبان (أو زوايا حديد) مرتكزة بعيدا على الأرض الثابتة بينما يمس طرفها المتحرك اعلى اللوح وتؤخذ قراءاتها .

(هـ) تحرك يد الطلمبه لتحميل اللوح باجهاد يؤدى الى هبوط ٠,٠٢ مم ، ثم يزاد حتى هبوط قدرة ١ مم ، ويثبت الحمل حتى يتلاشى معدل الهبوط (أقل من ٠,٠٢ مم/دقيقة) ثم يرفع الإجهاد تماما . يعاد التحميل ورفع الإجهاد عشرة مرات .

(و) يعاد التحميل ويزال لقيم هبوط ٥ ، ١٠ مم .

ترسم العلاقة بين الحمل والهبوط ، شكل (٦ - ١٩) . إذا كان للمنحنى نقطة تحول فى الميل واضحة كما فى منحنى (أ) ، (ب) يعتبر الحمل الأقصى عند تلك النقطة ، اما إذا كان المنحنى لا يعطى نقطة تحول واضحة كما فى منحنى (جـ) يعتبر الحمل الأقصى مقابلا لهبوط يكافىء خمس قطر اللوح . تحسب قدرة تحمل التربة والهبوط من العلاقات الآتية :



شكل (٦ - ١٩) نتائج اختبار لوح التحميل

للتربة الطينية :

$$q_f = q_p$$

$$s_f = s_p \cdot \frac{B_f}{B_p}$$

للتربة الرمليـــة :

$$q_f = q_p \cdot \frac{B_f}{B_p}$$

$$s_f = s_p \left(\frac{2 \cdot B_f}{B_f + B_p} \right)^2$$

حيث :

q_f = قدرة تحمل الاساس

q_p = قدرة تحمل اللوح

s_f = هبوط الاساس

s_p = هبوط اللوح

B_f = عرض الاساس

B_p = عرض اللوح

(٦ - ٦) التحليل الكيميائى للمياه الجوفية والتربة

من الضرورى عند استكشاف الموقع اخذ عينات من المياه الجوفية والتربة لتحليلها كيميائيا لتقييم خطورتها على الخرسانة . يوضح الجدول الآتى حدود التقييم للمكونات الضارة التى يمكن تواجدها بالمياه :

جدول (٦ - ٤) حدود المكونات الضارة بالمياه الجوفية

المركب	المحتوى - جزء فى المليون		
	اضرار قليلة	اضرار شديدة	اضرار خطيرة
حامض الكربونيك (ك يد أ٢)	١٥ - ٣٠	٣٠ - ٦٠	> ٦٠
الامونيا (ن يد$^{+4}$)	١٥ - ٣٠	٣٠ - ٦٠	> ٦٠
الماغنسيوم (ما$^{+2}$)	١٠٠ - ٣٠٠	٣٠٠ - ١٥٠٠	> ١٥٠٠
الكبريتات (كب أ٣)	٢٠٠ - ٦٠٠	٦٠٠ - ٢٠٠٠	> ٢٠٠٠
الاس الهيدروجينى (pH)	٦ر٥ - ٥ر٥	٥ر٥ - ٤ر٥	< ٤ر٥

ويوضح الجدول التالى الاحتياطات اللازمة لحماية الخرسانة من الكبريتات المهاجمة حسب نسبتها فى التربة والمياه الجوفية :

جدول (٦ - ٥) نوع وكمية الاسمنت الواجب استخدامها
حسب نسبة الكبريتات فى التربة والمياه الجوفية

محتوى الكبريتات على هيئة كب أ٣			نوع الاسمنت(١)	محتوى الاسمنت كجم/م٣ خرسانه
فى التربة (٪)	فى محلول ١ : ٢ تربة : ماء (مجم/لتر)	فى المياه الجوفية (جزء فى المليون)		
< ٠ر٢	-	< ٣٠٠	بورتلاندى عادى	٢٤٠
٠ر٢ - ٠ر٥	-	٣٠٠ - ١٢٠٠	بورتلاندى عادى	٢٩٠
٠ر٥ - ١	١ر٩ - ٣ر١	١٢٠٠ - ٢٥٠٠	مقاوم للكبريتات	٢٩٠
١ - ٢	٣ر١ - ٦ر٥	٢٥٠٠ - ٥٠٠٠	مقاوم للكبريتات	٣٣٠
> ٢	> ٦ر٥	> ٥٠٠٠	مقاوم للكبريتات	٣٣٠ + عزل

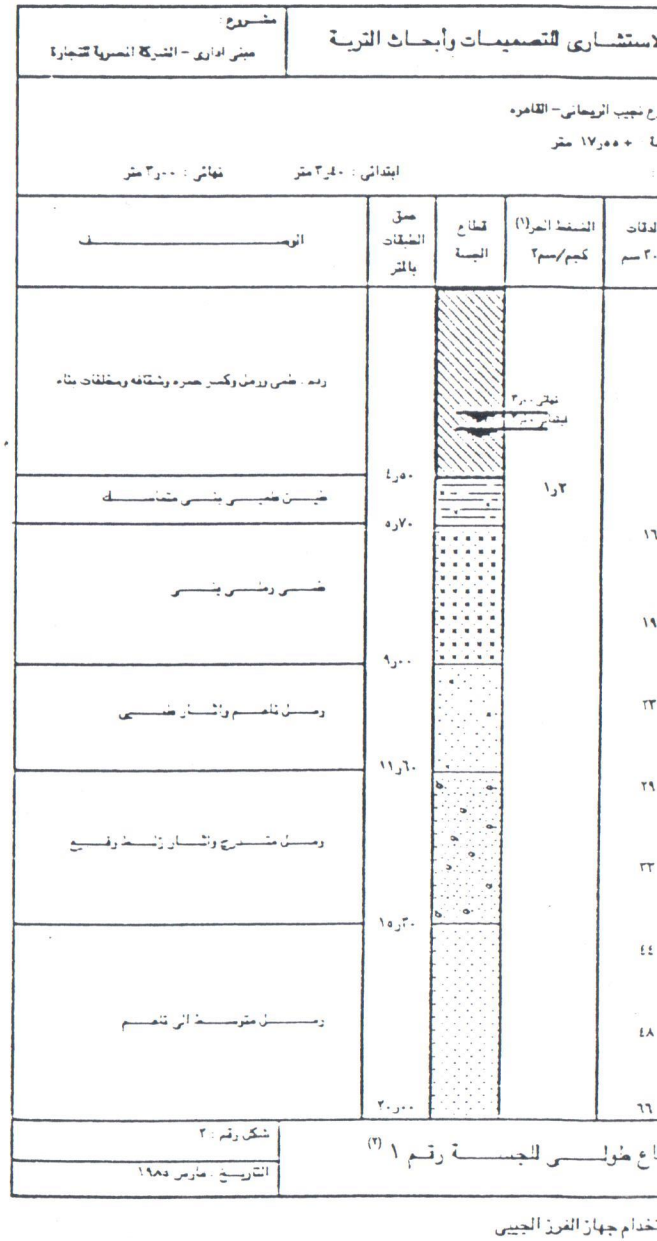
(٦ - ٧) قطـاع الجسـة

يتضمن قطاع الجسة البيانات الخاصة باسم المشروع والموقع ورقم الجسة ومنسوب الارض عندها ونوع الجس وتاريخه ، ثم جدول مبين عليه مقياس للعمق وخانة مهشرة فيها كل طبقة بتهشير خاص وعمق هذه الطبقات (وسمكها احيانا) ووصف لكل طبقة . للتربة غير الصخرية تخصص خانات لنتائج تجارب الاختراق القياسى والضغط الحر (واحيانا حدود القوام ونسبة الرطوبة) . للتربة الصخرية تخصص خانات لنسبة الاسترداد(٢) ودليل خاصية الصخر(٣) . يوضح شكل (٦ - ٢٠) قطاع جسة بموقع مبنى ادارى فى وسط مدينة القاهرة .

(١) اكبر مقاس لركام المستخدم فى الخرسانه ٤٠ مم .

(٢) نسبة الاسترداد = نسبة مجموع اطوال القوالب الصخرية المستخرجة من طول معين من الجسة الى هذا الطول .

(٣) دليل خاصية الصخر = نسبة مجموع اطوال القوالب الصخرية التى يزيد طول الواحد منها عن ١٠ سم المستخرجة من طول معين من الجسة الى هذا الطول .



استخدام جهاز الفرز الجيبي

بسة باستخدام المعدات اليدوية والحفر داخل قاسون ٦

ل (٦ - ٢٠) قطاع جسة يدوية بموقع مبنى اداري متوسط الارتفاع

(٦ - ٨) تقرير دراسة التربة والأساسات

تقدم نتيجة استكشاف ودراسة التربة لموقع مشروع مقترح فى تقرير يتضمن تعريف بالغرض من الدراسة وطبيعة المشروع والموقع ، ثم طريقة او طرق الاستكشاف والدراسة التى اتبعت ووصف اسلوب العمل ، ثم وصف لطبيعة التربة بالموقع ونتائج التجارب الحقلية والمعمليه ، ثم المقترحات الخاصة بالاساسات وبعض الملاحظات بخصوص اسلوب التنفيذ فيما يتعلق بالتربة والمياه الجوفية وخرسانات اجزاء المنشأ تحت سطح الارض .

يهدف وصف طبيعة المشروع الى اعطاء التقرير حدود مجاله وصلاحيته ، فمثلا اذا ذكر ان المشروع يخص مبنى فى مزرعة فلا يتوقع ان تحوى التوصيات ما يعمل بالنسبة لبئر التغذية بالمياه الجوفية او سور المزرعة ، ويجب على المستفيد من التقرير عدم استقراء توصيات بخصوص منشآت لم تذكر فى وصف المشروع من التوصيات المذكوره .

بالنسبة لوصف الموقع فيجب ان يشمل ذلك حدود الرفع المساحية وطبوغرافية الموقع وان امكن وصف للتكوين الجيولوجى العام لمنطقة المشروع .

فى وصف اسلوب الدراسة يذكر نوع الجس او المجس او خلافه ونوع الماكينات المستخدمة . يذكر ايضا اماكن وكم وعمق الاستكشاف مبينة على مخطط عام ، وكيفية اخذ العينات والمياه الجوفية . وفى وصف طبيعة التربه يجب رسم قطاعات الجسات التى تتضمن ملخصا بنتائج التجارب الحقلية والمعمليه ، مع اعطاء وصف شامل لطبقات ومدى امتدادها وتجانسها .

توضع فى التقرير صحيفة نتائج كل اختبار معملى وتفاصيل قراءات المجسات او وسائل الاستكشاف الجيوفيزيقية ونتائج التحليل الكيميائى للتربة والمياه الجوفية .

تعتبر التوصيات الخاصة بالاساسات هى خلاصة التقرير . يستحب اذا كانت للتربة خواص غير عادية القاء الضوء على هذه الخواص بما يكون بمثابة حيثيات للتوصيات التالية . يجب ان تشمل التوصيات نوع الاساس وعمقه والجهد الآمن على التربة والهبوط المتوقع وما اذا كان هذا الهبوط فى الحدود المتعارف عليها ام يستدعى اتخاذ ترتيبات اضافية فى المنشأ العلوى . يذكر ايضا اذا لزم معامل ضغط التربة الجانبى والجهد الذى

يتسبب فى هبوط ١ سم (يسمى معامل رد فعل التماس) . يلى التوصيات او يتضمنها التوصية بخواص الخرسانة المناسبة للاساسات واجزاء المنشأ تحت سطح الارض ، ونوع الاسمنت المناسب ، وكيفية خفض المياه الجوفية ان وجدت ، وتأمين الحفر ومواصفات دمك تربة الاحلال او الارضيات او الممرات .

يعطى الجدول الآتى الجهد الصافى الآمن المسموح به المتعارف عليه فى مصر للأنواع المختلفة من التربة ، باعتبار الاساسات من القواعد المنفصلة ، بشرط امتداد الطبقة لعمق لا يقل عن العرض المتوقع للقواعد ، والتأكد من عدم وجود طبقات ضعيفة سفلية تسبب حدوث هبوط نتيجة انضغاطها او تصلبها . تزاد هذه القيم كلما زاد عمق التأسيس او جساءة المبنى او الاساسات ، وبالعكس يراعى تخفيضها كلما قل منسوب التأسيس او كان المبنى غير جسئ او هاما بحيث لا يسمح الا بهبوط صغير .

جدول (٦ - ٦) الجهد الصافى المسموح به لتأسيس القواعد المنفصلة (١)

نوع التربة	الجهد الصافى (كجم/سم٢)
طين لين - ردم مغمور	٠ر٢٥ - ٠ر٥٠
طين متوسط التماسك او طمى	٠ر٨٠ - ١ر٠٠
طين مشبع متماسك	١ر٠٠ - ١ر٢٥
طين مشبع شديد التماسك	١ر٢٥ - ١ر٧٥
طين مشبع جامد	٢ر٠٠ - ٢ر٢٥
رمل مفكك	٠ر٥٠ - ٠ر٧٥
رمل متوسط الكثافة	١ر٠٠ - ١ر٥٠
رمل كثيف	١ر٧٥ - ٢ر٠٠
رمل كثيف جدا	٢ر٢٥ - ٢ر٥٠
حجر جيرى	٣ر٠٠ - ٤ر٠٠

* * *

(١) المؤلف

عدد الجسات

١- الحد الأدنى للجسات

عمل جسة واحدة كل ٣٠٠ م^2 بحيث لا يقل عدد الجسات عن أثنين لكل موقع

٢- المنشآت الكبرى

يتم اختيار الجسات بحيث تبعد عن بعضها مسافة ٢٠ م من كلا الاتجاهين

٣- المنشآت الخفيفة وذات المساحات الكبيرة

يتم اختيار عدد ٤ جسات على الأقل عند الأركان بالإضافة إلى جسات داخلية عند أماكن الأساسات المحتملة بحيث لا يقل عدد الجسات عن جسة كل ١٠٠٠ م^2

٤- المواقع العمرانية الجديدة

أ- المناطق المستوية المسافة بين الجسات من ٣٠٠ إلى ٤٠٠ متر

ب- المناطق الغير مستوية المسافة بين الجسات من ٦٠ إلى ١٥٠ متر

عمق الجسات

١- المنشآت الكبرى

لا يقل عمق الجسة عن ١٠ متر إلا في حالة ظهور الصخر على أعماق سطحية

٢- الأساسات المنفصلة

لا يقل عمق الجسة عن ١٠ متر إلا إذا ظهر الصخر على أعماق سطحية فيتم النزول في طبقات الصخر لعمق ٣ متر

٣- الحوائط الطولية

عمق الجسات يتراوح بين ٧٥ر٠ إلى ١,٥ متر لأغراض الحركة

Chapter 13

Building foundations اساسات المبـــانى

13.1 Choice of the type of foundation : اختيار نوع الاساس

يعتمد اختيار نوع الاساس على على الآتى :

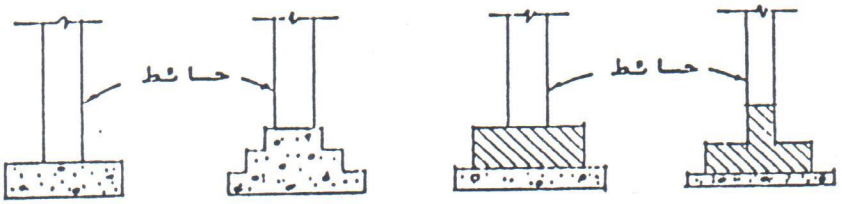
(ا) نوع المنشأ
(ب) الاحمال المنقولة الى التربة
(ج) طبيعة التربة
(د) التكاليف

13.2 Shallow foundations : الاساسات الضحلة

تستخدم الاساسات الضحلة اذا كانت طبقات التربة القريبة من سطح الارض تتحمل الاحمال المنقولة من المبنى بأمان كاف، ويشترط ايضا الا يتعدى انضغاط هذه الطبقات ، اى هبوط المبنى ، القيم المسموح بها، ولا يسبب الهبوط النسبى (اى فرق الهبوط بين اجزاء المبنى) اى ضرر بالمبنى. (الهبوط النسبى المسموح به للقواعد فى المبانى السكنية المعتادة ٦ر١ سم).

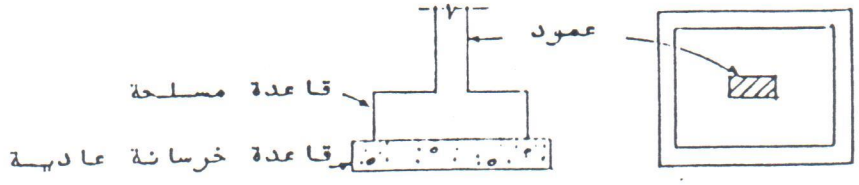
Some known types are :

(a) Continuous footing (strip footing): قاعدة مستمرة (شريطية)



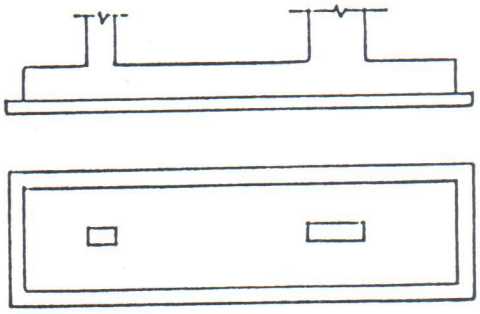
اساسات مستمرة من الخرسانة المسلحة اساسات مستمرة من الخرسانة العادية

(b) Isolated footing : قاعدة منفصلة



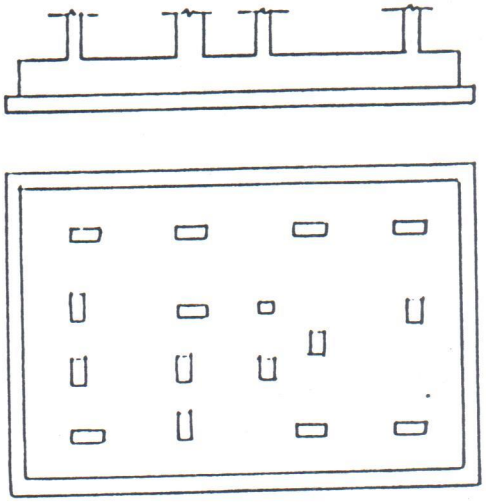
(c) Combined footing : قاعدة مجمعة (لعمودين او اكثر)

يجمع اساس عمودين او اكثر اذا تداخلت قواعدهما المنفصلة .



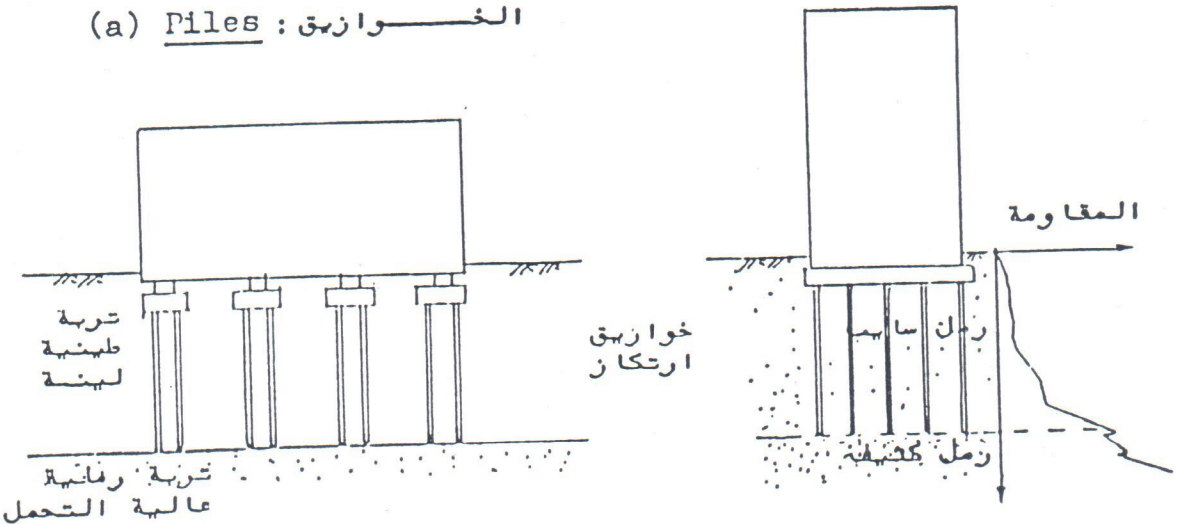
(d) Raft foundation : اساس اللبشة

يستخدم اساس اللبشة اذا تداخلت القواعد المنفصلة او صغرت المسافات بينها مما يصعب معه التنفيذ . ويساعد اساس اللبشة فى تحقيق الامان للمبنى اذا كانت التربة محتوية على مناطق ضعيفة غير محددة ويخشى من الهبوط النسبى الذى يمكن ان تتعرض له القواعد .



13.3 Deep foundations : الاساسات العميقة

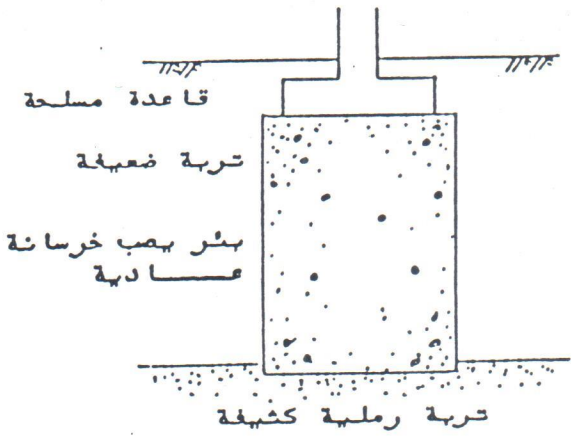
(a) Piles : الخوازيق



تستخدم الخوازيق فى حالة تربة سطحية ضعيفة بالنسبة لقيمة الاحمال المنقولة من المبنى اليها . ترتكز الخوازيق على الطبقة السفلية عالية التحمل (خوازيق ارتكاز) ، او تمتد الى عمق كافى بحيث تكون محملة مقاومة الاحتكاك والتماسك بين التربة والسطح الخارجى للخازوق اعلا من حمل الخازوق بمعامل امان كاف (خوازيق احتكاك) .

اساسات الدعامة (الآبار) (b) Piers :

آبار تملأ بالخرسانة العادية حتى طبقات التربة السليمة ذات المقاومة المناسبة لطبيعة الاحمال .



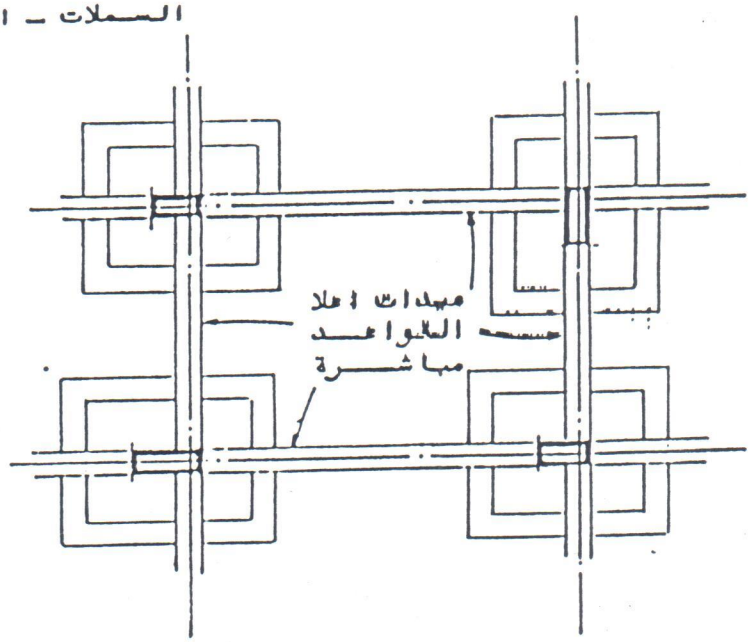
14.5 Semelles : السملات ـ الميدات

الغرض من السملات :

(ا) حمل حوائط الدور الارضى .

(ب) مقاومة العزوم التى تنشأ نتيجة عدم مركزية الحمال على القواعد .

(ج) الحد من تأثير فرق الهبوط فى القواعد على المبنى .

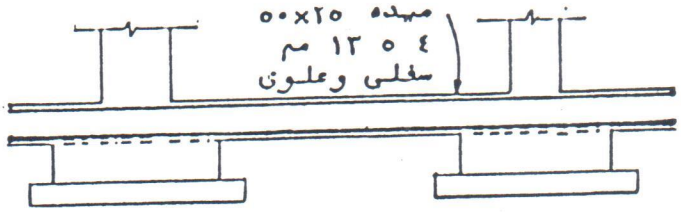


تصميم السملات :

(ا) تصمم السملات بحيث تقاوم عزم الانحناء الناتج عن وزن الحائط (الجزء المهشر فى الشكلين المبينين) وكذلك قوة القص .

(ب) عرض السملات = عرض الحائط + ٥ سم ولايقل عن ٢٠ سم .

(ج) تسلح السملات بحديد تسليح علوى وسفلى عدل بدون تكسيح ومتساو (اى $A_s = A'_s$) .

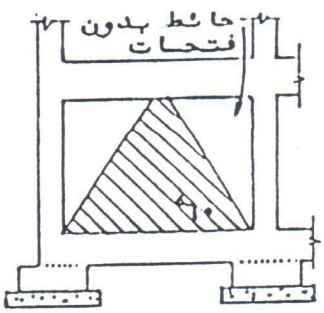


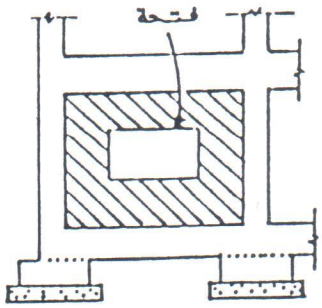
منسوب السملات :

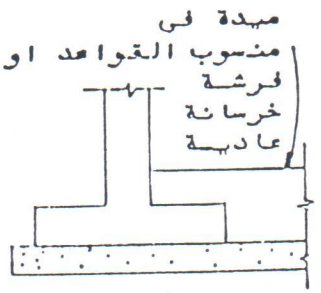
(ا) يختار منسوب ظهر السملات بحيث يكون اسفل ارضيات الدور الارضى بحوالى ٢٥ سم وعادة يكون منسوب بطنية السملات مع منسوب ظهر القواعد .

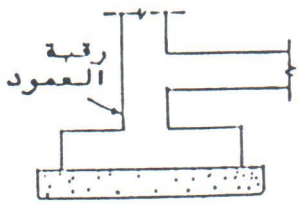
(ب) فى حالة تنفيذ رقاب اعمدة يلاحظ زيادة ابعاد رقبة العمود بمسافة ٥ الى ١٠ سم عن ابعاد قطاع العمود للمساعدة فى عدم تعشيش رقبة العمود عند صب الخرسانة .

(ج) يمكن تنفيذ السملات مع منسوب القواعد للتقليل من عمق الحفر للتأسيس . ومع زيادة قطاع السملات يكون للاساس مقاومة عالية للفرق الهبوط .

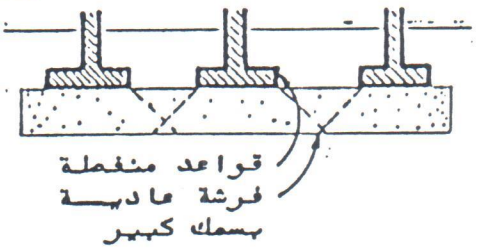




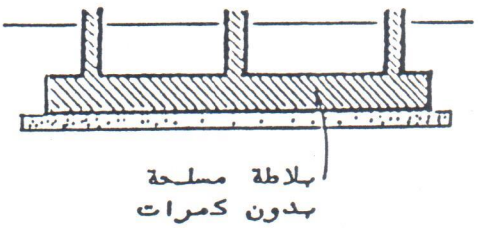




14.6 Raft foundation: اساس اللبشة

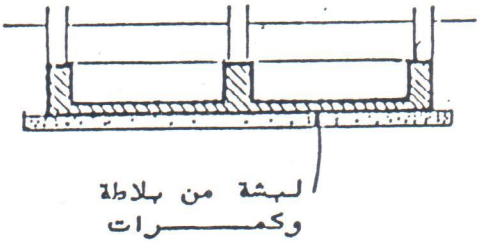


فى حالة تداخل القواعد وكبر مساحاتها نتيجة صغر جهد التربة، تجمع القواعد كلها فى اساس واحد يسمى اساس اللبشة. ويتميز هذا الاساس بقدرة على مقاومة فروق الهبوط وتخطى المناطق الضعيفة فى التربة.



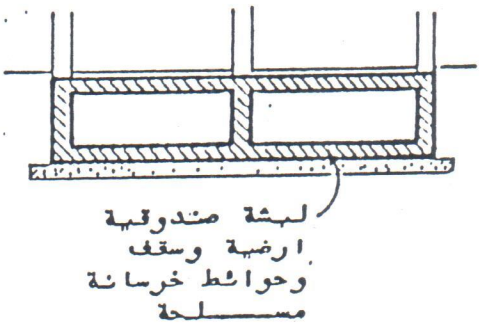
تختلف رصانة (مقاومة ومتانة) اساس اللبشة حسب نوعه، ويوضح الشكل اربعة انواع هى :

(ا) قواعد منفصلة على فرشة عادية سميكة بحيث تتداخل بها الاجهادات المنقولة من القواعد المسلحة. ويفضل ان تكون السملات فى منسوب القواعد.



(ب) بلاطة مسلحة يرتكز عليها الاعمدة. وتصمم ك flat slab مع مراعاة الا تقل نسبة الحديد فى القطاع عن ٤ر٠ ٪ سفلى ومثلهم علوى.

(ج) يصمم الاساس بنظام بلاطة وكمرات (مثل سقف مقلوب) مع تكرار التسليح العلوى كسفلى وبالعكس.



(د) يصمم اساس اللبشة الصندوقية كقطاع واحد. ويمكن استغلال الفراغ الداخلى كبدروم. وهذا النوع له مقاومة عالية للهبوط ويستخدم للتربة الضعيفة والمتغيرة الخواص.

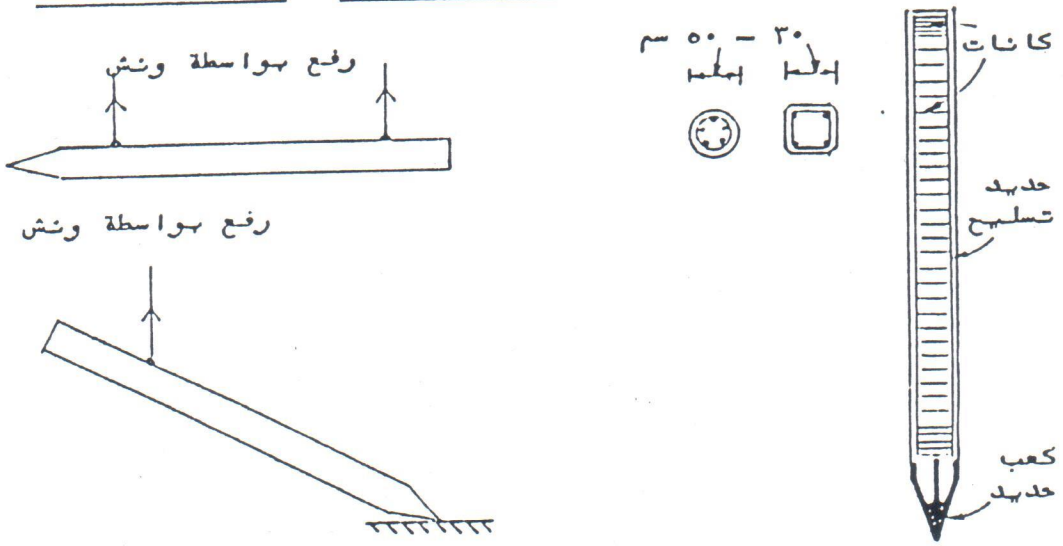
ولجميع انواع اساس اللبشة يراعى ان ينطبق المركز الهندسى للبشة مع محصلة احمال الاعمدة. ولاتقل نسبة الحديد بالقطاع الخرسانى عن ٨ر٠ ٪ .

Chapter 15

Concrete piles

تعتبر الخوازيق الخرسانية اكثر شيوعا من الخوازيق الحديدية والخشبية . وتنقسم الخوازيق الخرسانية الى نوعين هما الخوازيق سابقة التجهيز والخوازيق المصبوبة فى الموقع (فى مكانها) . ويتم تنفيذ الخوازيق سابقة التجهيز بالدق . وكذلك تنفذ اغلب انواع الخوازيق المصبوبة فى مكانها بالدق ايضا ، وبعض الانواع بالحفر والتفريغ اولا ثم صب الخرسانة . وفيما يلى وصف لهذه الانواع :

15.1 Precast piles : الخوازيق سابقة التجهيز



(ا) تصب الخوازيق على الارض داخل فرم بمقطع مربع او مستدير وتسلح .

(ب) تدق الخوازيق فى الاماكن المحددة لها حتى العمق والمناعة المطلوبة .

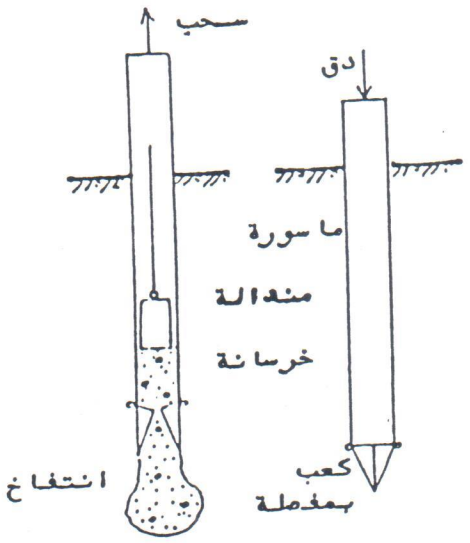
(ج) يراعى فى تصميم الخازوق الاجهادات المعرض لها اثناء الرفع والدق والتشغيل .

15.2 Cast-in-place piles : الخوازيق المصبوبة فى مكانها

تتكون هذه الخوازيق من الخرسانة العادية ، ولكنها تسلح فى الجزء العلوى منها او بكامل طولها اذا كانت معرضة لقوى افقية وعزوم . وانواع واسماء هذه الخوازيق تكون حسب الشركات المنفذة لها . وفيما يلى بعض هذه الانواع التى تنفذ بالدق (Driven piles) .

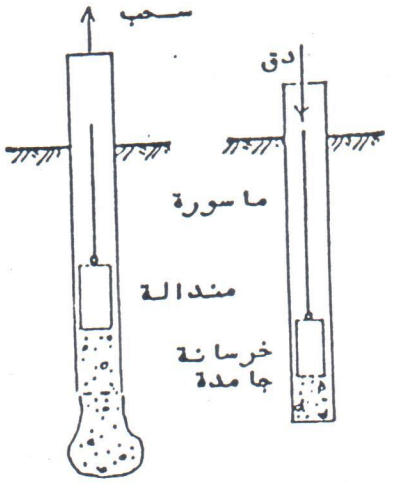
● Simplex piles : خوازيق سمبلكس

تدق ماسورة حديد قطر ٣٠ الى ٤٥ سم فى نهايتها السفلى كعب بمفصلة يقفل الماسورة اثناء الدق. وعند الوصول للعمق المطلوب تصب الخرسانة بالماسورة وتدك وتسحب الماسورة فى نفس الوقت. نتيجة عملية الدمك يتكون اسفل الماسورة جزء منتفخ يساهم فى زيادة قدرة تحميل الخازوق.



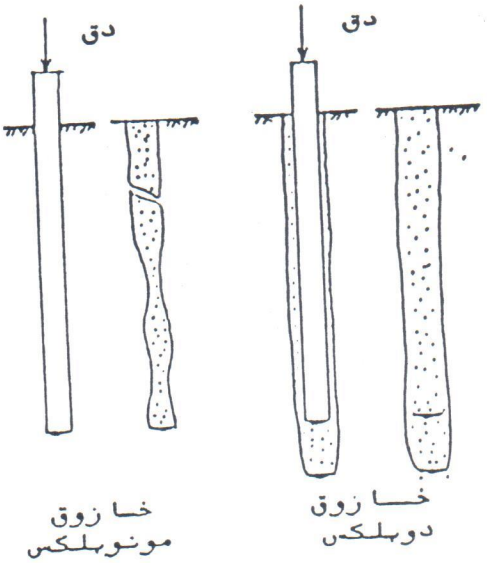
● Frankie piles : خوازيق فرانكى

تدق ماسورة حديد قطر ٤٠ سم ويقفل الجزء السفلى بخرسانة جامدة مخصوصة. ويتم انزال الماسورة بالدق على هذه الخرسانة. عند الوصول للعمق المطلوب تكسر الخرسانة الجامدة وتصب خرسانة لدنة وتدق ليتكون جزء منتفخ منها اسفل الخازوق ويستمر صب الخرسانة ودقها (دمكها) مع سحب الماسورة الى اعلا.



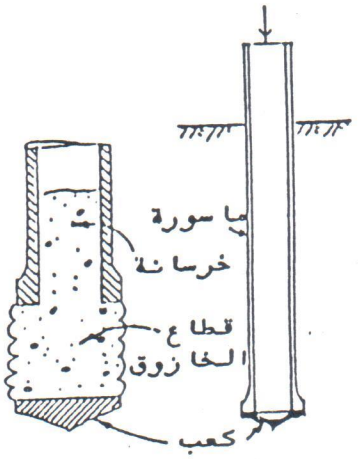
● Egyco piles : خوازيق اجيكو

فى نوع مونوبلكس تدق ماسورة حديد بكعب يترك فى الارض ثم تصب خرسانة بها مع سحب الماسورة ولكن لعدم دمك الخرسانة قد يحدث اختناق او انفصال فى الخازوق. ولتلافى هذا العيب صمم الخازوق من نوع دوبلكس بحيث ينفذ خازوق مونوبلكس اولا وقبل ان تشك الخرسانة يدق بداخله ماسورة اخرى وينتج عن ذلك خازوق اكبر فى القطر وخالى من العيوب.



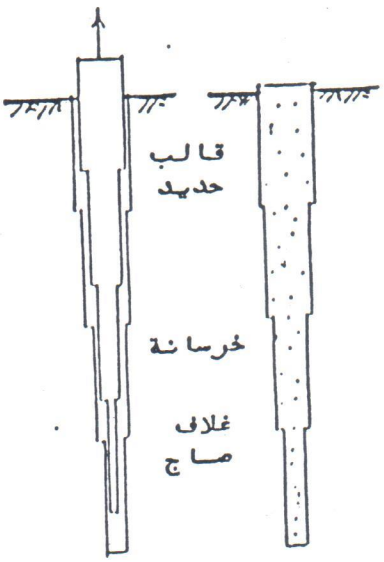
خوازيق فيبرو : Vibro piles

تدق ماسورة قطر ٤٠ سم بكعب حديد زهر وعند الوصول للعمق المطلوب يصب جزء من الخرسانة وترفع الماسورة وتخفض بحركات متتابعة مما يجعل الخرسانة، خاصة مع شكل نهاية الماسورة، تدك وتعشق فى التربة على جوانب الخازوق جيدا. ويمكن فى هذا النوع من الخوازيق وضع حديد تسليح بالخازوق.



خوازيق ريموند : Raymond piles

يدق غلاف من الصاج الرقيق بسمك ١ مم مقوى اثناء الدق بقالب حديد. عند الوصول الى العمق المطلوب يرفع القالب ويصب بداخل الغلاف الخرسانة.



15.3 Bored piles :

فى هذا النوع من الخوازيق يتم اولا تفريغ مكان الخازوق من التربة سواء باستخدام قاسون او بدونه، ثم يصب مكان الخازوق بالخرسانة ويمكن ايضا تسليح الخازوق.

ومن الانواع المعروفة والتى تنفذ يدويا بطريقة مشابهة لتنفيذ الجسات بالقاسون خوازيق الاستراوس. وقطر الخازوق ٣٠ - ٤٠ سم وعند تنفيذه يتم الحفر حتى الوصول للتربة جيدة التحمل (الرملية غالبا) وينظف اسفل الخازوق بالملف ثم يوضع به كمية من الخرسانة التى تختلط بالمياه الجوفية وتستقر فى القاع ثم تدك جيدا بمندالة حتى تكون انتفاخ اسفل الخازوق بعدها تسحب المياه التى داخل الماسورة وتوضع

شبكة التسليح وتصب الخرسانة . ويمكن صب الخرسانة مع وجود المياه باستخدام سطل خاص يفتح من اسفل يتحكم من سطح الارض او ماسورة تضخ بداخلها الخرسانة وترفعها مع سطح الخرسانة المصبوبة اولا بأول .

ويفضل استخدام خوازيق ستراوس فى الاماكن المزدحمة التى يصعب فيها ادخال ماكينة دق ، وكذلك عند وجود جار للمبنى الجارى انشاؤه بحالة سيئة ويخشى تصدعه ، او فى الاعمال الصغيرة التى لا تستدعى انتقال معدات ثقيلة .

اما انواع الخوازيق بالحفر والتفريغ والتى تنفذ ميكانيكيا فمنها خوازيق ذات اقطار ٤٠ - ٥٠ سم ومنها ذات اقطار كبيرة ٦٠ الى ١٥٠ سم . ومعروف منها انواع مثل خوازيق شركة بينتو وابيكون وباور .

15.4 Design of piles :

المقصود بالتصميم هنا هو تحديد حمولة الخازوق التى تعتمد على التربة ومواصفات الخازوق وطريقة تنفيذه . فبالنسبة لقدرة التحميل يمكن استخدام المعادلات الآتية :

للتربة الرملية

$$q_u = \gamma \frac{B}{2} N_{\gamma q}$$

للتربة الطينية

$$q_u = c\, N_c + \gamma\, D_f$$

لخوازيق الارتكاز

$$Q_u = q_u\, a$$

لخوازيق الاحتكاك

$$Q_u = q_u\, a + f\, S$$

حيث :

q_u = قدرة التحميل القصوى

B = قطر الخازوق

c = التماسك

D_f = عمق نهاية الخازوق

Q_u = الحمولة القصوى للخازوق

γ = كثافة التربة

$N_{\gamma q}$ = معامل قدرة التحميل المحمل

N_c = معامل قدرة التحميل للتماسك

a = مساحة مقطع الخازوق

f = معامل الاحتكاك الجانبى بين التربة والخازوق

S = المساحة الجانبية للخازوق

بالنسبة للخوازيق التى تنفذ بالدق فتستخدم فى تعيين حمولتها معادلات منها معادلة هايلى : (Hiely's formula)

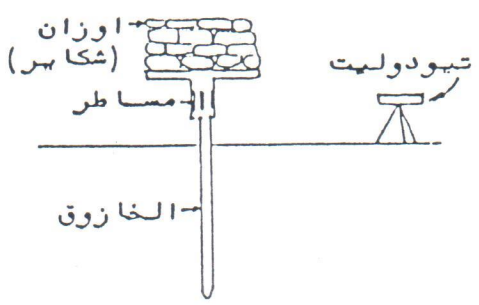
$$P = \frac{W \cdot h \cdot n}{S + \frac{C}{2}}$$

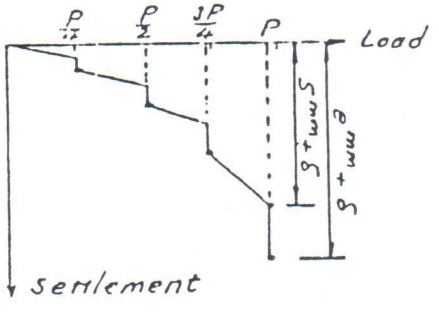
P = الحمولة القصوى للخازوق
W = وزن المندالة (الشاكوش)
h = مسافة سقوط المندالة
S = الهبوط للدقة الواحدة فى نهاية الدق
C = مجموع الهبوط المرن للخازوق بالتجهيزة فوقه وكذلك التربة
n = كفاءة الدق

وعموما للاستدلال تقدر حمولة الخازوق قطر ٣٠ – ٥٠ سم باعتبار الجهد على الخرسانة ٤٠ – ٥٠ كجم/سم^2 . وللخوازيق ذات الاقطار الكبيرة جهد ٥٠ كجم/سم^2 . وللخوازيق من نوع ستراوس الحمولة ١٥ طن للخازوق قطر ٣٠ سم ، ٢٥ طن للخازوق قطر ٤٠ سم .

15.5 Load tests : تجارب التحميل

من الضرورى اجراء تجارب التحميل للتأكد من ان حمولة التشغيل للخازوق آمنة بمعامل الامان المطلوب . ويحمل الخازوق بحمل يعادل مرة ونصف حمل التشغيل للمنشآت السكنية العادية ومرتين حمل التشغيل للمنشآت العامة او الهامة . ويتم التحميل على مراحل كل مرحلة تمثل $\frac{1}{4}$ حمل التجربة او ١٠ طن ، ايهما كان اقل . وتوقع الاحمال بطريقة استاتيكية مع ترك كل حمل ٢٤ ساعة وقياس الهبوط وترك الحمل الكلى فى نهاية التجربة ٧ ايام وقياس الهبوط النهائى . ويمكن التحميل باستخدام رافعة هيدروليكية وتثبيت الحمل حتى يصل الهبوط الى قيمة حوالى ٠٫٢٥ مم/ساعة بعدها يمكن زيادة الحمل . وتعتبر التجربة ناجحة اذا كان الهبوط بعد التحميل الكلى مباشرة لا يتعدى ٥ مم + الانضغاط المرن للخازوق ، ولا يتعدى ٨ مم + الانضغاط المرن للخازوق فى نهاية التجربة .

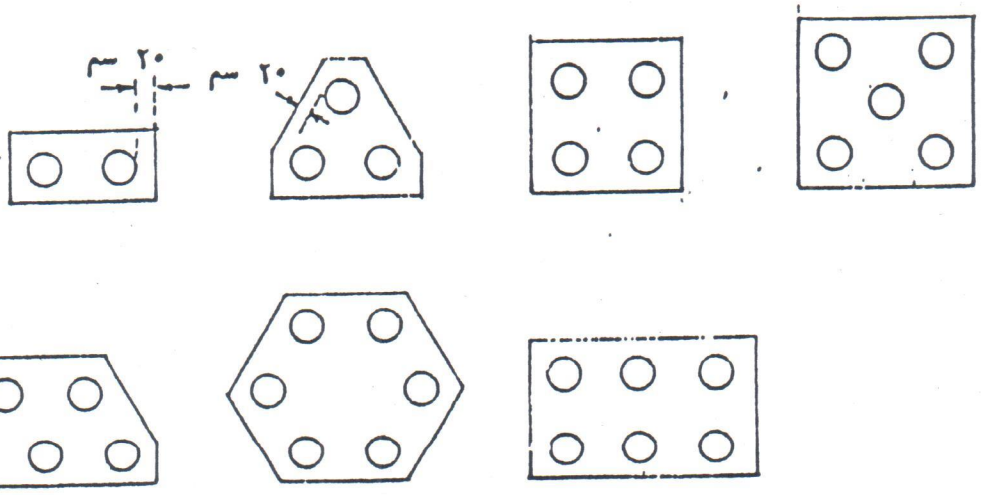


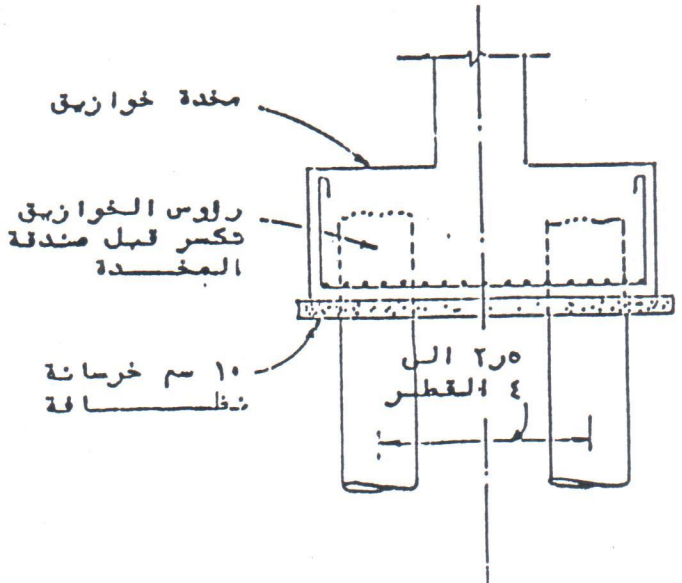


15.6 Pile caps : مخدات الخوازيق

يصب فوق الخوازيق قواعد خرسانية مسلحة تسمى مخدات الخوازيق (اسفلها ١٠ سم خرسانة عادية – خرسانة نظافة) ويختار شكل المخدات حسب عدد الخوازيق وترتيبها . ويختار عدد الخوازيق بحيث يتحمل حمل العمود او مجموعة الاعمدة – ووزن الميدات الرابطة للمخدات والردم فوق المخدات ووزن الخازوق الذاتي .

ويتم تصميم المخدة بزيادة حمل العمود الى ١ر٥ر١ – ١ر١ ٪ عن الحمل عند سطح الارض ثم قسمة الناتج على حمولة التشغيل للخازوق . وتوزع الخوازيق بحيث تكون المسافات بينها ٢ر٥ الى ٤ امثال قطر الخازوق . ويترك ٢٠ سم مسافة من نهاية الخازوق الى حافة المخدة . وتصمم المخدة لتتحمل جهود العزم والقص والفتل الناشئة من احمال الاعمدة وردود الافعال (احمال الخوازيق) وتسلح لمقاومة جهود العزم والرباط . وفيما يلي بعض نماذج من اشكال المخدات :





الأساسات على التربة ذات المشاكل

٢- التربة القابلة للانتفاخ

- المشكلة الأساسية لهذه التربة هو الانتفاخ أو الانكماش نتيجة التغير في الحجم الناشئ عن التغير في محتوى الرطوبة
- حل هذه المشكلة يتم باتباع الآتي :-

١- استبدال التربة القابلة للانتفاخ بتربة رملية
٢- منع تسرب المياه إلى تربة الأساس باستخدام الحواجز الرأسية
٣- عزل الأساسات السطحية عن التربة المحيطة القابلة للانتفاخ بتربة رملية
٤- تصميم المنشأ بحيث يسمح بامتصاص الحركة الناشئة عن الانتفاخ والهبوط
٥- معالجة التربة كيميائيا باستعمال الجير أو الأسمنت لتثبيت التربة

٣- التربة القابلة للانهيار

- التربة القابلة للانهيار هي التربة التي ينقص حجمها الكلي عند وصول الماء إليها مما ينتج عنه هبوط في سطح الأرض وحيث ذلك عندما تحتوي التربة على نسبة فراغات كبيرة
- معالجة التربة وحل المشكلة باتباع الآتي :-

١- الإزالة والاحلال : إزالة التربة القابلة للانهيار حتى عمق معين واستبدالها
٢- التكثيف بالرص السطحي
٣- التكثيف بالدمك السطحي (الدمك الديناميكي)
٤- استبدال التربة
٥- تثبيت التربة

٥- التربة الطينية اللين

- المشكلة لهذه التربة هو انخفاضه مقاومتها لإجهادات القص بجانب قابليتها العالية للانضغاط التي تسبب الهبوط الكبير
- معالجة التربة وحل المشكلة بإتباع الآتي :-

١- سعة التحميل (سعة التحمل) أومنه خلال الإنشاء على مراحل

٢- الخوازيق الركامية وهي تعمل تصارف رأسية بجانب زيادة قوة تحمل التربة حيث تعمل كخوازيق وتمثل عملية استبدال جزئي للتربة الطينية

٣- التثبيت باستخدام الجير

٤- الدملك الديناميكي

الخـــــــرسانات

الخرسانة

١- مكونات الخرسانة: ١- الركام الكبير.

١- أنواعه: الزلط - الحصى الجرانيت.

يجب أن لا يمر من منخل قطرها ٣ سم ولا يمر من منخل قطرها ٤ سم.

٢- لا يجب استعمال الركام الكبير الرقيق الشكل حتى لا يزيد حجم الركام الكبير عن ٤/١ الخلطة الصغرى والجزء المطلوب منه وأقل من ٤/١ الباقي بين أسياخ التسليح.

٣- يجب غسل الركام جيداً قبل الاستعمال وبالطريقة التي يراها المهندس.

٤- يفضل زيارة المحجر الذي سيتم تشوين الركام منه للشركات الكبيرة قبل البدء في التشوين للتأكد من خلوه من الطمي والأتربة والمواد الغريبة.

الركام الصغير - الرمل

١- يجب أن تكون حبيباته من الكوارتز الخالي من المواد الترابية والملحية والطفلية والطينية وأن يكون من حبيبات حرشة متدرجة الحجم أقل من منخل فتحته ٥ مم ولا تمر من منخل ٣ مم.

٢- الأملاح والمواد الجيرية تؤخر مدة بشك للونة.

٣- يجب التأكد من عدم وجود مواد حكرية بالرمل المستخدم.

٤- لاختبار الرمل وخلوه من المواد العضوية يوضع كمية منه في زجاجة ويضاف إليها كمية من محلول الماء والصودا الكاوية بنسبة ٣٪ من كمية الرمل المراد اختبارها وترج الزجاجة جيداً وتترك ٢٤ ساعة ويلاحظ لون المحلول

١- صافياً مائلاً للأصفرار الباهت ← الرمل خالي من المواد العضوية

٢- برتقالي اللون ← لا يستعمل في الخرسانة إطلاقاً

٣- مائل إلى السواد ← لا يستعمل البتة في أعمال البناء لا خرسانة ولا طوب اللبن أو البياض ولا البناء.

الأسمنت

أنواعه: ١- أسمنت بورتلاندى عادى

٢- " " سريع التصلب

٣- " " حديدى

٤- " " مقاوم للكبريتات

٥- " " فائق النعومة ٤١٠٠.

٦- " " منخفض الحرارة

٧- " " أبيض

٨- الأسمنت المائى

٩- " الكرنك

الاشتراطات: ١- يجب أن لا يستعمل الأسمنت إلا فى المبانى المحكمة أو المشتملة على حاويات مغلقة بحيث تكون طريقة التخزين كافية لمنع وصول الرطوبة للأسمنت.

٢- يجب الا يسمح بتشوين الأسمنت إلا بعد التأكد من مطابقة الرسائل للمواصفات المطلوبة بالمشروع

٣- يجب أن يتم تخزين الأسمنت بحيث تخزن الرسائل بأولوية تخزينها ولا يسمح باستخدام الشكائر الممزقة أو المتلفة فى الخرسانة المسلحة.

٤- يجب ألا يستخدم فى الخرسانة المسلحة أى أسمنت ظهرت فيه حبيبات متصلبة أو كتل أو شوائب أو سواد غريبة أو تصلب على تشوينه أكثر من ستة أشهر.

٥- لا يسمح بمعايرة الأسمنت بالحجم وفى حالة احتواء الموقع على أسمنت سائب يجب معايرته بالوزن باستعمال موازين دقيقة للمعايرة

الماء :

١- يفضل دائماً إستخدام الماء الصالح للشرب بإستثناء الإستعمالات المكروهة

٢- يحظر إستعمال أنواع المياه الآتية في الخزانة

أ- مياه البحيرات التي تحتوي على ٣,٥٪ أملاح أو ٢,٠٪ كلوريد صوديوم.

ب- مياه ناتج عادم المدابغ والمصانع الكيماوية والمعادن وفحم الكوك وغيرها.

ج- مياه تحتوي على مواد سكرية وهيدروكربونية إمرأ في الخزانة.

د- الماء المحتوي على زيوت أو أحماض أو قلويات أو مواد قد تؤثر تأثيراً متلفاً لمكونات الخزانة أو صلب التسليح.

٣- من الجائز إستخدام ماء البحر في الخزانة العادية على أن يزاد محتوى الأسمنت للوصول للمقاومة المطلوبة بشرط توافر الخبرة السابقة في استعماله.

٤- الماء الصالح لخلط الخرسانة صالح للاستعمال في المعالجة.

٥- يجب أن يضاف الماء بكميات متناسقة وحيثما كان ذلك على أن تؤخذ في الاعتبار كمية الماء المحتمل وجودها في الركام.

٦- يمكن استعمال ماء من مصدر آخر بشرط إستيفاء الشروط السابقة المذكورة إلى الآتي

أ- الا يزيد زمن السك الابتدائي لعينات الاسمنت المجهزة بهذا الماء عن الزمن ٣٠ دقيقة على زمن السك الابتدائي باستخدام الماء الصالح للشرب على الا يقل الزمن عن ٤٥ دقيقة بأي حال.

ب- لا تقل مقاومة الضغط للمكعبات القياسية بعد ٧ و ٢٨ يوم المستعمل فيها الماء عن ٩٠٪ من مقاومة الضغط لعينات مماثلة بماء صالح للشرب.

أنواع الخرسانة:

- الخرسانة العادية: الغير محتوية على حديد تسليح وتستخدم كالآتي

P- خرسانة أساسات تحت القواعد المسلحة

ب- " " سفرة تتصل تحت الحوائط الحامل للمباني * ٣٠٠ كجم أسمنت لكل ١م٣ الطوب

- خرسانة عادية للأرضيات

- " " تحت السلالم

- خرسانة سيول للأسطح وأيضاً يستخدم في مرحلة الطوب ثم سقف ٣م

الخرسانة الخفيفة: - يزن المتر المكعب منها من ٣٠٠ : ١١٠٠ كجم إما باستعمال ركام خفيف الوزن أو بتكوين جيوب هوائية أو غازية تنشأ في تكوينه إلى سمنت وتسمى خرسانة خلوية.

وتستعمل الطبقات عازلة للحرارة ٣٠٠ كجم ولبناء حوائط وقواطيع خفيفة ويكون الوزن من ٧٠٠ فأكثر.

- يمكن عمل طوب من هذه الخرسانة ويستخدم في بناء حوائط حاملة " " " " ١١٠٠ كجم

٢- الركام الخفيف هوكس وبودرة الحجر الخفاف ويزن ٤٥٠ كجم/م٣ ويضاف له مياه البخار على شواطئ أوروبا وهلامل وهو أحجار بركانية.

الخرسانة المسلحة: - تتكون من ٨ر٠ م٣ زلط + ٤٠ر٠ م٣ رمل + ٣٠٠ أو ٣٥٠ كجم أسمنت ما لم يذكر خلاف ذلك وتتحمل تكسباتها القياسية ٢٥٠ كجم/سم٢ للأعمدة و٢٢٥ كجم/سم٢ لباقي الأعمال.

ويمكن أن تصل نسبة الأسمنت إلى ٥٠٠ كجم أسمنت حسب الشروط والمواصفات

١- رتبة الخرسانة هي مقاومة الضغط المميزة لـ f_{cu}

٢- المكعب القياسي ١٥×١٥×١٥ سم

صب الخرسانة: أولاً بالطريقة اليدوية ولا يفضل استخدامها في الخرسانة المسلحة

- يمكن استعمال نفس الخرسانة العادية مع زيادة نسبة الرمل عن الصب الميكانيكي.
- يتم الخلط على أرضية سطوح صلبة أو أسطح.

ثانياً: الصب الميكانيكي :- إما خلاطة نقالة أو خلاطة ثابتة أو خلاطة مركزية

ويتم الصب إما بصفحة عادية أو صفحة ثابتة أو ونش علوي أو على سير متحرك.

ومن أحدث الطرق المستخدمة الصب فرحلات بالمرات الصفحة وارتفاعات عالية استخدام صفحة ثابتة وونش يتحرك فوق السقف على قضبان علوية لنقل الخرسانة.

- يتم استخدام الوزان الميكانيكي في الصب ولا يمكن صب الخرسانة المسلحة بدونه كما يجب اختبارها وتجهيزها قبل الصب بيوم.
- يجب التحديد سار الصب على السقف وعمل الاستقالات اللازمة لمنع المرور ربطها على حديد التسليح.
- يجب رش الشدة الخشبية بالمياه قبل الصب حتى لا تمتص المياه من الخلطة.
- في حالة استخدام السقف البلوكي Hollow Block يجب أيضاً رش البلوكات الجديدة قبل الصب.
- لابد من إعادة ربط وتعديل الحديد (الاستيكة) قبل بدء الصب بساعة.
- لابد من وجود نجار وحداد مرافقين لعملية الصب.
- يجب وضع أوتار حديد أو خشب شبك بلاطة السقف حتى لا تنفصل.
- لابد من أخذ مكعبات الخرسانة على ثلاث مراحل في الصب من أول عربة بعد وانتهاء الخرسانة ومن وسط النزل أثناء الصب ومن العربة الأخيرة.
- يجب تحديد أماكن توقف الصب قبل بدء الصب بعمل أصغر قطاع لقوى القص.
- عند بدء الصب في اليوم التالي يجب تنظيف طرف الرباط جيداً وخرسانة الخرسانة وإضافة المادة الكيماوية اللاصقة.
- لا يجب أن يتوقف الصب أثناء النزل أكثر من ٣٠ دقيقة.
- يجب أنه لا يتم الصب إلا بعد التأكد من تشوين جميع المواد بالكميات المطلوبة وفي أماكنها المحددة وبرامج تغطية لك تحت حفاظاً على الرطوبة.
- يقوم المعمارجية بدهن بلاطة السقف وتسويتها على الوجه المطلوب يراعى عدم رش الخرسانة بقوة حتى لا يتم فصل مكوناتها عن بعضها

٤- فى الأعمدة لا يتم صب أكثر من ٢,١٠ م إرتفاع ويتم عمل بوابات بإرتفاعات مختلفه وحالة الأعمدة الأكبر من ٣,١٠ م.

١١- يراعى التأكد من وضع تخانات (بسكويت) تفصل بين حديد التسليح والشدة لعمل غطاء خرسانه مناسب.

العلاج: يتم معالجه الخرسانه المسلحه بالرش الدائم بالماء أو بإستخدام الخيش المبلل (وهو أفضل وسيله) أو بإستخدام قشر البلاستيك لمدة من ٧- ١٠ يوم للبورتلاند العادى ومن ٥- ١٠ أيام فى حاله سرعة التصلد.

فك الشدات: فى حاله البلاطات تحسب مدة الشدة كالآتى

$2L + 2 =$. where L = the short Le

حيث L الطول القصير للبلاطه على الا يقل المدة عن أسبوع

- فى حاله الكابولى $4L + 2$ على الا تقل عن أسبوع.

٣- فى حالة إنخفاض درجة الحرارة عن ١٥°م وخاصة بإستخدام أسمنت سريع التصلد يجب الحذر وتأجيل فك الشدات مدة مناسبه بالإضافه للمدد السابق ذكرها.

٢- لا يجوز فك الشدات قبل إنقضاء ٢٨ يوم مع إتخاذ كافه الإحتياطات التى تضمن إرتكاز العوائم على أرضيه تتحمل الإنتقال عليها بأمان وذلك فى حاله تحمل العزم والركائز لأحمال إضافيه كما فى حاله الطابق الذى يحمل وزن الطابق التالى حيث يصب

١٠ فى الحالات الخاصه مثل الكمرات المقلوبه والأسقف المعلقه بواسطة أعمدة شد تبدأ مدة المحسوبه لفك الشدات من تاريخ صب الكمرة المقلوبه أو السقف الحامل للسقف المعلق.

- فى الشدات النفقيه والذى نفقيه يلزم عمل تجارب مقاومة الضغط قبل فك الشدات.

اشتراطات تنفيذية:

- في حالة الصب في درجة حرارة تزيد عن ٣٦°م في الظل فيجب تبريد الركام الكبير بالماء البارد. كما يجب دهان صواج الأسمنت السائب بمادة واقية لأشعة الشمس أثناء الشكاير فيتم تظليل - كما يجب تبريد مياه غسل أجهزة الإنتاج الخلط كذلك دهان الخلاطات بمادة عاكسة لأشعة الشمس وكذلك انشاء الخشبية حول الصب مبتلة بالمياه الباردة.

- اذا تم الصب تحت الماء وبدون عليه نزح للمياه يراعى أن تكون الخلطة الخرسانية قليلة المياه (سلامب) وتصب من خلال ماسورة قطرها (١٠ - ٢٥ سم) تصل إلى ارتفاع المطلوب من الخرسانة عليه بحيث تكون حافة الماسورة داخل الخرسانة على أن ترفع أثناء الصب بمعدل لا يسمح بخروج الماسورة من الخلطة حتى لا تتسرب المياه بداخل.

- يجب وقاية الخرسانة الحديثة الصب من المطر والصقيع السريع وخصوصاً من الجو الحار أو العاصف ويتم ذلك بتغطيتها بأغطية مناسبة من وقت إنهاء الصب إلى أن يصبح السطح صلداً بدرجة كافية لمقاومة المطر بدون إحداث.

- يجب ألا تتعرض الخرسانة لأية أحمال مثل ضغط الماء الجوفي أو ردم ترابي لاسيما المشبع بالماء الا بعد أن تصل مقاومة الخرسانة إلى مقاومتها المقررة.

التشطيبات لا يسمح بأي تشطيبات بالخرسانة وخاصة الأعمدة ولا يسمح بالجبر فوراً باستخدام المواد الكيماوية الحديثة اذا كانت تشطيبات ضعيفة أما التشطيبات الكبيرة مثل ٣٠ سم فطر فيجب تكسير الجزء الحادث به خاصة بالأعمدة.

التكسير لا يسمح بالتكسير إطلاقاً أو عمل فجوات في الأعمدة أو فتحات في الكمرات والبلاطات بعد صبها لأي سبب من الأسباب الا بعد الرجوع للمهندس المصمم ووافقه المهندس على ذلك.