



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والإنشاءات
فرع هندسة الطرق والجسور

محرر

تحريرات الموقع وتكنولوجيا الحفر وأخذ العينات

مشروع مقدم الى قسم هندسة البناء والإنشاءات - فرع هندسة الطرق والجسور
في الجامعة التكنولوجية - كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس
في هندسة البناء والإنشاءات

من قبل
سرى محمد خليل

اشراف
الاستاذ : حسام حكمت باقر

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْكَ تَرَى الْأَرْضَ خَاشِعَةً

فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ إِنْ

الَّذِي أَحْيَاهَا لِلْحَيِّ الْمَوْتَى إِنَّهُ

عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴾

صدق الله العظيم

سورة فصلت / الآية 39

الأهداء

إلى واهب الحياة وديمومتها ... ربي

إلى من ألهمني العلم والصبر والأيمان ... ديني

إلى عين سهرت وعين بكت لحزني وأدمعت لفرحتي

إلى من أهوى رضاها ونجاحي جزء من رضاها ... أمي

إلى قلب ليس له مثيل وحنان ما له بديل إلى طيبة القلب كلها إلى

معلمي الأول ... أبي

إلى ضحكة الصباح وفرحة المساء إلى من شد أزرني ووقف معي ...

أخوتي وكل أصدقائي

إلى كل من ساندني ووقف إلى جانبي ... أساتذتي

إلى كل من ضحى من أجل العراق

شكر وتقدير

الحمد لله ذي الملكوت والجبروت والكبرياء والعظمة ...

الحمد لله خالق الانسان من سلالة من طين ...

الحمد لله الذي يسر لنا هذا الأمر ووفقنا لانجازه على هذا النحو

والصلاة والسلام على خير الأنام وعلى اله الطيبين الطاهرين

وعلى صحبه الغر الميامين ...

نتقدم بفائق الشكر والتقدير الى الأستاذ (حسام حكمت)

لاشرافه على المشروع ومتابعته لمفرداته اضافة لما قدمه من عون

وتوجيه وندعوا من الله له بالخير والموفقيه والسلامه ...

ونتقدم بالشكر الجزيل الى رئاسة قسم هندسة البناء والانشاءات

وكذلك اشكر كل الاساتذة الذين قدموا لي يد المساعدة

والتوجيه الصحيح واشكر كل من ساعدني من اهلي واصدقائي

وزملائي ...

شهادة المشرف

اشهد بان هذا البحث والذي عنوانه :
(تحريرات الموقع وتكنولوجيا الحفر وأخذ العينات)
تم انجازه تحت إشرافي في قسم هندسة البناء والإنشاءات -
فرع هندسة الطرق والجسور في الجامعة التكنولوجية .
كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في هندسة البناء والإنشاءات .

التوقيع :

الاسم : الاستاذ حسام حكمت باقر

التاريخ : 2011 / /

المحتويات

الموضوع	الصفحة
قائمة الرموز والمختصرات	4-3
المقدمة	5-5
الفصل الأول - تحريات الموقع	17-6
1-1 مفهوم تحريات الموقع	7
1-1 الغرض من تحريات الموقع	7
2-1 المعلومات المطلوبة من تحريات الموقع	8
3-1 أهداف وأطوار تحريات الموقع والتخطيط لها	10-8
4-1 التربة وخواصها الهندسية	15-10
1-5-1 تكوين التربة وتصنيفها هندسياً	12-10
2-5-1 العوامل المؤثرة على خواص التربة	13-12
3-5-1 الخواص الفيزيائية للتربة	15-13
6-1 تحريات التربة الحقلية والغرض منها	16
7-1 تحريات المياه الجوفية والعوامل التي تتحكم بوجودها	16
8-1 التحريات الجيوفيزيائية	17
الفصل الثاني - طرق الاستكشاف والحفر	33-18
1-2 الغرض من طرق الاستكشاف	21-19
2-2 طرق استكشاف التربة	22
3-2 الحفريات الاستكشافية وحفر الآبار	23-22
4-2 المسافات بين الحفر الاختبارية واعماقها	28-23
5-2 طرائق الحفر وأنواعها	33-29
6-2 الحفر في التربة الطينية	33
الفصل الثالث - طرائق أخذ عينات التربة	45-34
1-3 تقسيم العينات	35
2-3 تشويش العينات	36-35

3-3	أخذ العينات	37-36
4-3	آخذات العينات	38-37
5-3	تعريف العينات و تخزينها وحفظها	41-38
6-3	الفحوص والاختبارات الموقعية (الحقلية)	42-41
7-3	التجارب المختبرية (العملية)	45-42
الفصل الرابع - تقارير تحريات الموقع ونموذج لمشروع تحري سابق		
1-4	التقرير الجيوتقني وتحضير المقاطع الجيوتقنية	50-47
2-4	تعيين الخواص المميزة العامة للتربة والطرق الاحصائية لتحليل النتائج	52-50
3-4	عوامل الامان وتحليل نتائج التحريات والتجارب الحقلية والمختبرية	54-52
4-4	موجز لنموذج مشروع تحري موقعي سابق	62-54
1-4-4	وصف المشروع وتوزيع الحفر الثقوبية	56
2-4-4	الاختبارات الحقلية واسلوب اخذ العينات	57-56
3-4-4	الفحوص المختبرية وتقويم نتائج التجارب	60-57
4-4-4	التحليلات النهائية ومناقشة النتائج	62-60
الفصل الخامس - الاستنتاجات والتوصيات		
1-5	الاستنتاجات	65-64
2-5	التوصيات	66-65
3-5	الخاتمة	67
	المصادر	68
الملاحق		

قائمة الرموز والمختصرات

W : المحتوى المائي للتربة

Ma : كتلة الماء المسامي بالغرام

Vs : حجم الجسيمات الصلبة بالملتر

P : الكثافة الطبيعية للتربة

M : كتلة العينة الترابية بالغرام

V : حجم العينة الترابية بالملتر

Ms : كتلة الجسيمات الصلبة بالغرام

Ps : كثافة الطور الصلب

σ_v : الإجهاد الشاقولي

BH.D : عمق الحفر الثقوبية (Bore hole depth)

SPT : تجربة الاختراق النظامية (القياسية)

K : عامل النفاذية

C : تماسك التربة

Q : زاوية الاحتكاك

E : معامل الإجهاد - التشوه

K_o : عامل دفع التربة في حالة الراحة

E : عامل المرونة

q : قوة قص التربة

t : قيم ستيودنت

x : مستوى الثقة

x : المتوسط الحسابي

x : التقدير الأفضل للمتوسط الحسابي للمجموع

est : الانحراف المعياري

X_a : حدود الثقة

N : عدد نتائج الفحص في المجموعة

المقدمة :

ان تحريات الموقع عملية ضرورية للحكم على صلاحية التربة لغرض الاعمال الهندسية ولإعداد تصميم اقتصادي . وهي ايضا مهمة لاعتماد معامل الامان او لتحديد اسباب الفشل وفي اختيار المواد المناسبة والطرق الافضل للتنفيذ .

تجري تحريات الموقع عادة قبل تصميم الطرق والمباني او اية اعمال هندسية مدنية اخرى للتثبت من ظروف التربة والماء الجوفي للموقع ، ويجب اجراء التحقق الموضعي من تحريات الموقع مرة اخرى اثناء انجاز الاعمال الارضية من اجل التأكد فيما اذا كانت ظروف التربة والماء الجوفي تناظر تلك التي تم افتراضها في التصميم .

يتم تنفيذ تحريات الموقع في ثلاثة مراحل هي التمهيدية والعامية والتفصيلية .

لاهمية عامل التربة ومواصفاتها في مشروعنا هذا فقد تم التطرق الى تكوين وانواع التربة من الناحية الهندسية وماهية العوامل المؤثرة على خواصها إضافة الى الخواص الفيزيائية لها وما يتعلق في تحريات التربة الحقلية .

وهناك عناصر اخرى لا يمكن تجاهلها لغرض الالمام بكافة العناصر المؤثرة الاخرى كتحريات المياه الجوفية والتحريات الجيوفيزيائية .

ان دراسة تحريات الموقع تتطلب القيام بمجموعة من الاجراءات الاخرى المتسلسلة تنتهي بتقارير تحريات الموقع التي تتضمن مجموعة من النتائج والتحليلات ثم تفصيلها والاستعانة بالاشكال والجداول والمخططات .

لذا فان هدف ومجال عمل تحريات الموقع واسعان جدا وله علاقة صميمية مع عوامل اخرى اهمها المسح الجيولوجي ونوع ودقة الاختبارات الموقعية .



الفصل الأول

تحرّيات الموقع

Site Investigations

1-1: مفهوم تحريات الموقع:

ان التصميم الصحيح والاقتصادي لاي منشأ هندسي يتطلب معرفة كافية بحالة طبقات التربة وخواصها في ذلك الموقع .

هناك سببين رئيسين لاجراء التحري الموقعي قبل الشروع في انشاء اية بناية ، الاول هو لجعل التصميم اكثر اقتصاديا وذي معامل امان كافي لاسس البناية والسبب الثاني هو لمعرفة الاحمال الاضافية الممكنة ضمن الشروط الاقتصادية اللازمة لانشاء تلك البناية .

1-2: الغرض من تحريات الموقع :

يتضمن الغرض من تحريات الموقع ما ياتي :

أ - تقدير ملائمة الموقع للمشروع او الاعمال المقترحة .

ب- تعيين التسلسل والسُك الجانبي لكل طبقة متميزة من طبقات التربة ضمن عمق معين تحت سطح الأرض الطبيعية .

ويتوقف هذا العمق على نوع وحجم وطبيعة المشروع إضافة الى خواص التربة نفسها .

ج - تحديد العمق الى سطح الطبقة الصخرية (Bedrock) مع خواص هذه الطبقة التي تتضمن التكوين الجيولوجي والامتداد الجانبي ، والعمق ، سُمك كل طبقة ، ومتجه الطبقة (Strike) وميل الشقوق (Dip) والمسافات (Spacing) بينها .

د - الحصول على عينات غير مشوشة (Undisturbed) ومشوشة (Disturbed) تمثل طبقات التربة او الصخر لتصنيفها وتمييزها واستعمالها في الفحوص المختبرية لتعيين الخواص الهندسية للتربة او الصخر التي تشتمل على مقاومة القص

(Shear strength) والانضغاطية (Compressible) النفاذية (Permeability)

إضافة إلى الخواص الفيزيائية والكيميائية .

هـ - تعيين منسوب المياه الجوفية (Ground water table) وتغيرها الموسمي وتعيين وجود مقدار الضغط الارتوازي (Artesian pressure) في الطبقات المختلفة مع تعيين خواص المياه الجوفية ومدى تأثيرها على المنشآت المختلفة .

1-3: المعلومات المطلوبة من تحريات التربة :

ان المعلومات المطلوبة من تحريات الموقع تشمل ما يأتي :

أ - معلومات يعتمد عليها في اختيار وتصميم المنشأة .

مثال ذلك قوة القص والانضغاطية .

ب- معلومات يستفاد منها عند التشييد ، ومثال ذلك كمية المواد التي تحفر وخواصها وهذه يستفاد منها في أعمال دفن سداد وتعليات الطرق والمطارات وفي أراضي الأبنية وفي السدود الترابية .

ومن المهم جداً معرفة سلوكية المنشأ الترابي نفسه الذي يعتمد على خواص التربة المستعملة في المنشأ .

ج - معلومات عن حالة المياه الجوفية وكيفية السيطرة عليها اثناء فترة الانشاء وخلال فترة استخدام المنشأ . وتتضمن منسوب المياه الجوفية والتغيرات الفصلية لها . وضغط الماء في التربة ، ونفاذية التربة .

1-4: أهداف وأطوار تحريات الموقع والتخطيط لها :

ان برنامج تحريات الموقع بصورة عامة يمكن ان يمر بالمراحل الآتية :

أ - مرحلة الاستكشاف وجمع المعلومات المتوفرة (التحريات التمهيدية)

ب- مرحلة التحريات الأولية (العامة)

ج - مرحلة التحريات التفصيلية

أ- مرحلة الاستكشاف وجمع المعلومات المتوفرة :

ان مرحلة الاستكشاف وجمع المعلومات المتوفرة (reconnaissance phase) هي مرحلة التحريات التي توفر المعلومات اللازمة للدراسات الاولى لجدوى المشروع وللتخطيط للمرحلة التالية من التحريات . وتتوقف هذه المرحلة على نوع المشروع ، فاذا كان المشروع مجموعة من الابنية تنشأ على موقع مختار مسبقاً فان اهمية هذه المرحلة تكون محدودة . اما اذا كان المشروع سداً او طريقاً فان هذه المرحلة تكون مهمة جداً بحيث يمكن ان تدرس عدة مواقع في وقت قصير، وتبدأ هذه المرحلة بجمع شامل لكافة المعلومات المتوفرة عن الموقع او المنطقة . ويمكن الحصول على معلومات قيمة من الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية وتقارير تحريات الموقع للمشاريع والمنشآت المتوفرة قرب الموقع والخرائط الجوية للمنطقة . وتعد زيارة الموقع أمراً مهماً جداً لملاحظة الأبنية والمنشآت القائمة وملاحظة نوعية أسسها ، وملاحظة أي شقوق في الجدران او أي علاقة تدل على هبوط الأسس والمشاكل التي حدثت في تلك المنشآت .

ب- مرحلة التحريات الاولى :

ان التحريات الاولى (preliminary investigations) تتم بعمل عدد من النقر (pits) او الحفر (borings) بواسطة المكائن ولأعماق محدودة للحصول على :

- (1) العمق والامتداد والتركيب لطبقات التربة .
- (2) مستوى المياه الجوفية في النقر او الحفر ويمكن الحصول على حالات المياه الجوفية من مراقبة سطح المجرى والبركة والينابيع .
- (3) عمق الطبقة الصخرية ان وجدت .
- (4) الحصول على عينات مشوشة وعينات غير مشوشة لتحديد الخواص الهندسية للتربة .
- (5) اختيار اولي لاحتمالات نوع الاسس وتقدير الكلفة الاولى لها .

ج- مرحلة التحريات التفصيلية :

ان مرحلة التحريات التفصيلية (detailed investigations) هي المرحلة التي تتضمن :

(1) تعيين الهيكل الجيولوجي للموقع بالتفصيل ويشمل الثخن والتعاقب والامتداد للطبقات

المختلفة .

(2) تعيين حالات المياه الجوفية .

(3) الحصول على عينات مشوشة وغير مشوشة وفحصها مختبريا .

(4) اجراء التجارب الحقلية لتعيين الخواص الميكانيكية للتربة في الموقع الاصلي لها .

5-1 : التربة وخواصها الهندسية :

يطلق مصطلح التربة في الهندسة المدنية على النواتج الطبيعية للتعرية والتفتت الميكانيكي للصخور التي تشكل قشرة الارض وتعتبر التربة ذات اهمية بالنسبة للمهندسين المدنيين لانها تقع ضمن نطاق تأثير الاجهادات المبذولة من المنشآت والمباني المقامة ولامكانية استعمالها في اقامة المنشآت الهندسية .

1-5-1 : تكوين التربة وتصنيفها هندسياً :

تمثل التربة جيولوجيا خليطاً معقداً لنواتج التجوية ويوجد عادة فوق الصخور مع كمية متغيرة من المواد العضوية التي تكون عادة الطبقة العليا للتربة وتشمل التربة هندسيا التربة الجيولوجية اضافة الى كافة المواد الجيولوجية الرخوة حديثة كانت ام قديمة وتعرف بانها عبارة عن مجموعة من حبيبات المعادن التي يمكن تفكيكها بسهولة عند تحريكها في الماء .

يتم تصنيف التربة هندسيا الى :

أ- تربة متماسكة (cohesive soil) وهي التي تكون حبيباتها متماسكة بصورة طبيعية

نظراً لصغر حجمها مثل الطين والغرين .

ب- تربة غير متماسكة (cohesionless soil) : وهي التي تكون حبيباتها غير متماسكة نظراً لكونها خشنة مثل الرمل والحصى .

ج - تربة ذات محتوى مواد عضوية عالية . والجدول رقم (1-1) يبين طرق تصنيف التربة حسب حجم حبيبات التربة .

الجدول (1-1)

طرق تصنيف التربة حسب حجم حبيبات التربة القياسات بالمليمترات (mm)
(0.001 mm = 1 micron)

المواصفات البريطانية B.S	المواصفات الامريكية A.S.T.M	معهد مواصفات MIT	نوع التربة
	يزيد القطر عن (2.00 mm)	يزيد القطر عن (2.00 mm)	الحصى Gravel
60-20			خشن Coarse
20-6			متوسط Medium
6-2			ناعم Fine
			الرمل Sand

2 - 0.6	2 - 0.25	2 - 0.6	خشن
0.6 - 0.2	—	0.6 - 0.22	متوسط
0.2 - 0.06	0.25 - 0.074	0.2 - 0.06	ناعم
	0.074		الغرين Silt
0.06 - 0.02		0.05 - 0.02	خشن
0.02 - 0.006	0.005	0.02 - 0.006	متوسط
0.006 - 0.002		0.006 - 0.002	ناعم
من 0.002 - صفر	0.005		الطين Clay
		0.002 - 0.006	خشن
	0.001	0.0006 - 0.002	متوسط
	صفر - 0.001	صفر - 0.0002	ناعمة (عالقة)

2-5-1 : العوامل المؤثرة على خواص التربة :

يتوجب على المهندس الذي يتعامل مع التربة أن يعد تصاميم منشأته الهندسية ليس فقط على أساس خواص ونوعية التربة كما توجد في بداية العمل في المشروع الإنشائي ولكن أيضا على أساس طول عمر المنشأ الهندسي . لذا فان المطلوب من المهندس إن يكون ملما بخواص التربة الهندسية في بداية المشروع وملاحظة تغيير هذه الخواص خلال العمر التقريبي للبناءة أو المنشأ .

ويمكن القول بان التربة لا تعد مواد خاملة للحركة بل تكون دائمة التغيير وحسب الظروف

المحيطة ومن العوامل الرئيسية التي تؤثر على خواص التربة :

أ - الإجهاد Stress

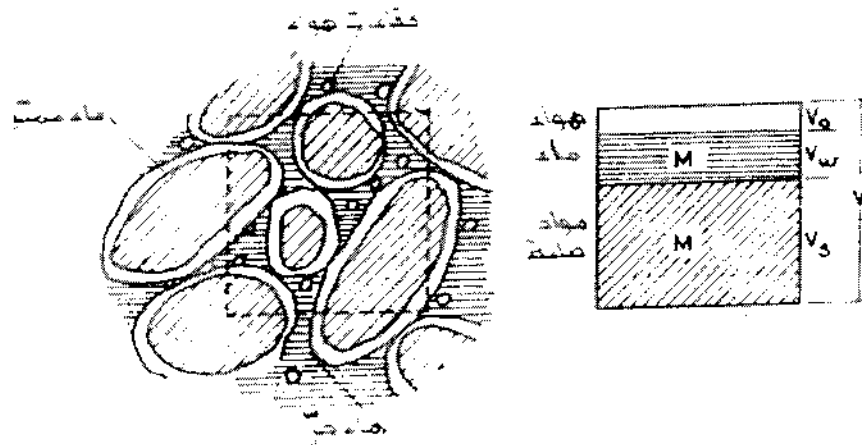
ب- الزمن Time

ج - المحيط أو البيئة Environment

د - المياه

3-5-1 : الخواص الفيزيائية للتربة : Basic physical properties of soils

نقصد بالخواص الفيزيائية الأساسية للتربة محتواها المائي وكثافتها الطبيعية أو الكلية وكثافة الطور الصلب أو كثافته النوعية . ويتم تعيين هذه الخواص من التجارب المختبرية . والشكل ادناه يبين مكونات التربة .



الشكل (1-1) مكونات التربة

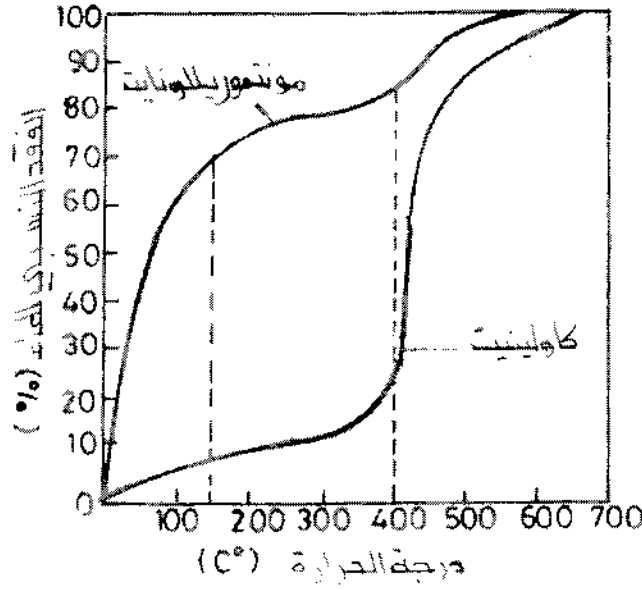
أ - المحتوى المائي : water content

أن المحتوى المائي لتربة ما هو نسبة كتلة الماء المسامي إلى كتلة الجسيمات الصلبة معبرا عنه بالنسبة المئوية .

$$W = \frac{M_a}{V_s} \times 100 \quad (1)$$

ويعرف المحتوى المائي للتربة في موقعها (في حالتها الطبيعية) بالمحتوى المائي الطبيعي .

والشكل أدناه يبين مقادير فقدان الماء في التربة عند تجفيفها بزيادة درجة الحرارة .



الشكل (2-1) مقادير فقدان الماء في التربة عند تجفيفها بزيادة درجة الحرارة

ب- الكثافة الطبيعية للترب : Natural Density of soils

تعرف نسبة كتلة التربة إلى حجمها (في حالتها الطبيعية أو الكثافة الكلية (bulk density) ويعبر عنها عادة في العمل المختبري بالغم /مللتر (g/m³) وفي حسابات التصميم نستعمل غالباً وحدات كغم /م³ (kg/m³) أو طن/م³ (t/m³)

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (2)$$

حيث M = كتلة العينة الترابية بالغم (g)

V = حجم العينة الترابية بالمللتر (ml)

تعتمد كثافة الترب على كثافة الجسيمات الصلبة وعلى الكثافة وعلى المستوى المائي .

ج- كثافة الطور الصلب : Density of solid phase

أن كثافة الطور الصلب هي نسبة كتلة الجسيمات الصلبة الجافة الى حجمها ويعبر عن الكثافة عادة

بالـ غم /مللتر أو ككثافة نوعية (أي كنسبة لا بعد لها من وحدة الوزن الصلب من وحدة الوزن للماء) حيث :

$$\frac{\rho_s}{\rho_a} = \frac{g \rho_s}{g \rho_s} = G_s \quad (3)$$

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s} \quad (4)$$

حيث M_s = كتلة الجسيمات الصلبة بالغم (g)

V_s = حجم الجسيمات الصلبة (هيكل التربة) بالمللتر (ml)

وتعتمد الكثافة النوعية للجسيمات الصلبة على التركيب المعدني للتربة وتتراوح بين 2.40 , 3.20

وتبلغ الكثافات النوعية المتوسطة للأنواع المنفردة من الجسيمات في الترب القيم التالية :

(1) كاولينيت 2.40

(2) كوارتز 2.65

(3) الحجر الكلسي 2.72

(4) الدولوميت 2.95 – 2.7

(5) المايكا 4.20 – 2.70

1 - 6 تحريات التربة الحقلية والغرض منها : (Field Soil Work)

لاشك في ان إجراء التحريات الحقلية يعد عملاً ضرورياً ويجب إجراؤه قبل الإقدام على إنشاء أي

عمل هندسي انشائي . ان الغرض من تحريات التربة هو ما يلي :

أ. تزويد رب العمل بمعلومات عن طبيعة التربة في الموقع والتأكد من سلامة المنشأ المقترح .

ب. تزويد المصمم بمعلومات كافية لتحديد نوعية الأسس ولتصميم النوع المناسب والاقتصادي .

جـ. التأكد من توفر السلامة العامة بالنسبة لمؤسسات الدولة المعنية .

د. تزويد المقاول بمعلومات ضرورية لتنفيذ العمل ، مثل مستوى المياه الجوفية ، نوعية الحفر والطرق الضرورية لسلامة التنفيذ .

هـ. تساعد أحياناً على التعرف على أسباب سقوط بعض المنشآت ، وفشلها وانهارها .

و. تساعد على تنبيه المهندس إلى بعض الصعوبات التي لها علاقة بالتربة والتي قد يتعرض لها أثناء القيام بإنشاء المشروع .

عمق التحريات :

ان عمق التحريات عادة يجب ان يصل إلى العمق الذي عنده تظهر بوضوح تأثيرات الاجهادات المتوقعة جراء التحميل ، والذي يتوقع عنده حصول الفشل نتيجة للهبوط أو الفشل بالقصد . مثل هذا العمق يسمى العمق الحرج (significant depth) ويعتمد هذا العمق على نوعية المنشأ ، وزنه ، حجمه ، شكله ، توزيع مراكز التحميل فيه وطبقات التربة وخواصها .

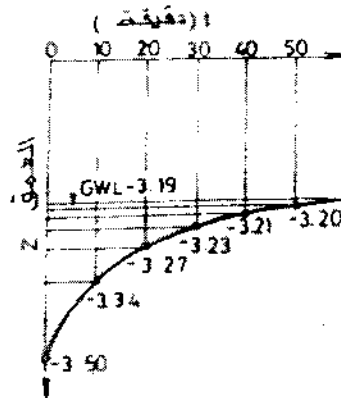
1-7 تحريات المياه الجوفية والعوامل التي تتحكم بوجودها:

(ground water investigations)

- أ- يعتبر تحديد منسوب المياه الجوفية من الأعمال المهمة للدراسات الجيوتقنية وخصوصاً إذا ما كان منسوب المياه في نطاق تنفيذ الأساسات حيث ان معظم المشاكل الفنية التي لها علاقة بالتربة تكون بسبب المياه الجوفية .
- ب- يتم قياس منسوب المياه فور اكتشافها ثم تقاس يومياً عند بداية ونهاية يوم العمل وكذلك في فترة انقطاع طويلة ثم تقاس قبل ردم مكان الجسة ويتم تسجيل النتائج .
- ج- يوصى في حالة تصميم طوابق سفلية أو أية منشآت تحت سطح الأرض بتعيين مستويات الماء الجوفي وشدة الجريان من الملاحظات المأخوذة من حفر اختباريه محفورة لأعماق تزيد بـ 0.5 م على الأقل عن منسوب أدنى طابق أرضي مقترح وفي حالة تعذر ذلك فيجب تركيب آبار مراقبة أو بيزوميترات في الآبار لدراسة مستويات الماء الجوفي والنفاذية في الموقع .

- د- عندما نقابل الماء أثناء الحفر فيجب تعميق البئر بـ 0.5 م ، وتخفيض مستوى الماء في البئر بـ 0.5 م (بإزاحته بـ قالب مجوف) حيث يجب اخذ قياسات لمستوى الماء المرتفع كل (10 دقائق) . ويمكن التوصية بالحفر عندما لا تختلف آخر قراءتين بأكثر من 30 ملم ويجب ان لا يقل عدد القراءات عن أربع ، يتم تعيين وضع مستوى الماء الجوفي بطريقة الرسم بتسجيل النتائج كما مبين

في الشكل الآتي :



شكل (3-1) تعيين مستوى الماء الجوفي بالطريقة التخطيطية

1 - 8 التحريات الجيوفيزيائية : (geophysical explorations)

تستخدم التحريات الجيوفيزيائية في المشاريع الهندسية الكبيرة كالسدود والخزانات والطرق وبواسطة التحريات الجيوفيزيائية يمكن إجراء التحريات لمساحات واسعة وبوقت وكلفة قليلين نسبة إلى التحريات الاعتيادية بواسطة الحفر وباستخدام الطرق الجيوفيزيائية يمكن معرفة عمق الطبقات الصخرية والمياه الجوفية ويمكن تحديد الحدود الفاصلة بين الطبقات المختلفة وتزداد دقة المعلومات التي يحصل عليها بزيادة الاختلاف في خواص طبقات التربة المختلفة .

ان أهم الطرائق الجيوفيزيائية المستخدمة في تحريات الموقع لأعمال الهندسة المدنية هي الآتية :

- أ- الطرائق الزلزالية (seismic methods)
- ب- طريقة انكسار الموجة (seismic refraction method)
- ج- طريقة انعكاس الموجة (seismic reflection method)
- د- طريقة المقاومة الكهربائية (electrical resistivity method)



الفصل الثاني

طرق الاستكشاف والحفر

**Methods of Exploration
& boring**

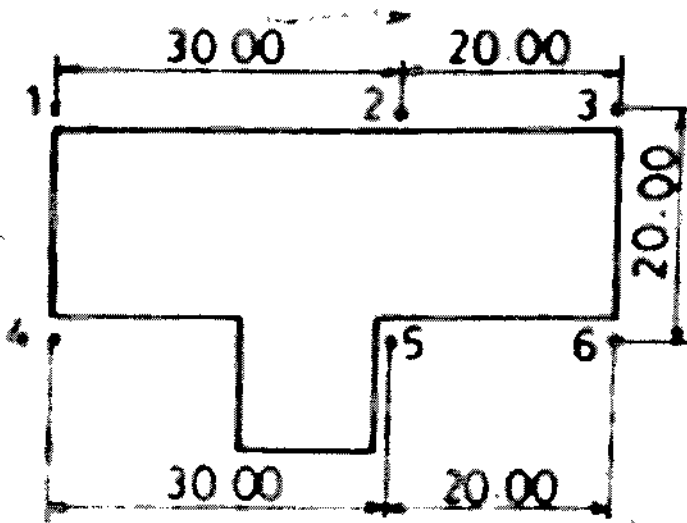
2 - 1 الغرض من طرق الاستكشاف

ان غرض التحريات الاستكشافية هو الحصول على معلومات دقيقة عن الظروف الواقعية للأرض والماء الجوفي في موقع المنشأ الجديد أو على طول مسار الطريق الجديد ويجب أن تكون المعلومات كافية للتمكن من تحضير مقاطع جيولوجية مميزة للأرض تحت كامل المنشأ المقترح أو لتحضير نموذج ثلاثي الأبعاد للطبقات ومستويات الماء الجوفي .

ويمكن تلخيص أهم الأمور الواجب أخذها بنظر الاعتبار في هذا المجال .

أ- لا تعتمد المسافة بين الآبار فقط على نوع المنشأ ولكن أيضاً على مدى انتظام ظروف الأرض ويتم عادة إجراء تقدير تمهيدي للمسافة بين الآبار ومن ثم يتم انقاصها أو زيادتها إذا وجد أن ظروف التربة متماثلة تقريباً في جميع الآبار ويجب ان تكون المسافة بين الآبار أصغر في المساحات ذات التركيز الكبير في الحمولات الثقيلة وأكبر في المساحات الأقل حرجاً .

والشكل (1-2) ادناه يبين المسافات بين الآبار لمبنى .



الشكل (1-2) المسافات بين الآبار لمبنى

- ب- بالنسبة للمباني المنفردة التي تبلغ مساحتها أقل من 300 م² فيجب حفر ثلاث آبار على الأقل (ليست على خط واحد) وللمباني الأكبر يجب حفر (5) آبار على الأقل على أن لا تزيد المسافة فيما بينها عن 30 متر في ظروف الأرض المنتظمة وأن تكون أقل من ذلك في الظروف غير المنتظمة:
- ج- وفي حالة التحريات للطرق أو العقارات الصناعية الكبرى أو السكنية فيجب حصر عدد الآبار لأسباب اقتصادية إلى الحد الأدنى ويجب اختيار أماكن الآبار بالرجوع إلى الخرائط الجيولوجية والمعالم الطبوغرافية ويمكن في هذا الصدد استعمال طرق المقاومة والطرق الزلزالية الجيوفيزيائية لوصول الفجوات بين الآبار والإشارة إلى أية ظروف غير منتظمة وغير متوقعة .
- د- لا يعتمد عمق الآبار كما في حالة المسافات فيما بينها . فقط على حكم ونوع المنشأ ولكن أيضا على انتظام ظروف الأرض .
- وبصورة عامة فإن عدد ومواقع الحفر يمكن اعتمادها من الجدول رقم (1-2) المبين ادناه

أطوار التحريات	التركيب الجيولوجي للتربة	عدد نقاط الحفر والمسافة بينها	مكان الآبار في الحقل
تحريات أولية (لاختيار ملامحة الموقع)	منتظمة	5 إلى 10 حفر / km^2	بالاعتماد على طبوغرافية الموقع في النقاط العليا والدنيا والوسطى
	غير منتظمة أو غير معلومة	10 - 30 حفر / km^2	
تحريات أولية (لاختيار المساحة الأكثر ملامحة)	منتظمة	100 - 300m	تقسم المساحة على شبكة إحداثيات مربعة موازية بقدر الإمكان لخطوط الكنتورية
	غير منتظمة أو غير معلومة	100 × 100	
تحريات تفصيلية لكل بناية في الموقع على حده بعد تثبيت مواقع البنائات	منتظمة	على الأقل 3 حفر بمسافة 50 - 30m	تقسم المساحة الى شبكة إحداثيات مربعة منتظمة بقدر الإمكان لملامحة البنائات المنفصلة (مع الأخذ بعين الاعتبار حفر التحريات الأولية)
	غير منتظمة أو غير معلومة	3 - 4 حفر لكل بناية منفردة 30 - 10m	

2 - 2 طرق استكشاف التربة : (Methods of Soil Exploration)

بالرغم من ان الأنواع الكثيرة من الوسائل الفنية الحالية للاستكشاف تختلف كثيراً في التفاصيل وحيث ان بعضها قد تم تطويره بالتحديد لتحريات التربة وتم تبني البعض من حقول الاستكشاف الأخرى فإنه يمكن تقسيمها إلى ما يلي :

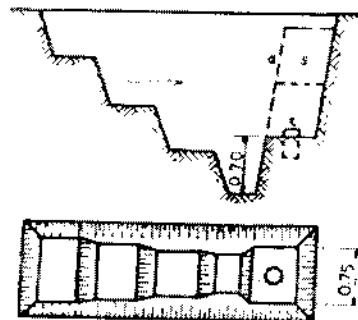
أ- أعمال الحفر تحت السطح لقياس التغير في خواص الترب أو الصخور في الموقع دون أية وسائل لاستخراج عينات للفحص البصري .

ب- آبار الاستكشاف التي تمكن من استخراج عينات مستمرة أو منفصلة من الترب أو الصخور التي يجري التحري عنها من أجل تعيين خواصها بصرياً وفيزيائياً .

ج- مزيج مشترك من آبار الاستكشاف وأعمال الحفر تحت السطح للتمكن من استخراج عينات من الترب لمعاينتها وفحصها مختبرياً وقياس خواصها .

2-3 الحفريات الاستكشافية وحفر الآبار : (Exploratory Excavations and Borings)

تستعمل لحفريات الاستكشافية (حفر اختبارية) عادة للاستكشاف إلى أعماق أقل من 3,5 م ولكن باستعمال الحفارات الميكانيكية . وفي ظروف الأرض المناسبة فإن العمق يمكن ان يمتد بشكل اقتصادي إلى 8 م تقريباً . ويبلغ طول الحفر الاختبارية باليد حوالي 2 م عند القمة ويضيق إلى 0,6 - 0,8 م عند القاعدة . كما في الشكل (2-2)



شكل (2-2) تفاصيل الحفر الاختبارية المحفورة باليد

ويمكن أجمال أهم الملاحظات المهمة التي تخص تقنية الحفريات الاستكشافية :

أ- تستعمل الحفر الانبوبية عادة لاستكشاف التربة إلى أعماق تزيد عن 3م أي خارج مدى العمق العادي للحفر الاختبارية . أو عند مواجهة ظروف ماء جوفي صعبة ويتراوح حجم (قطر) الآبار عادة بين 50 و 250 مم ويعتمد على نوع التربة تحت التحري وحجم العينات المطلوبة وعلى نوع المعدات المستعملة .

ب- وفي حالة الآبار الضحلة فيجري الحفر البريمي باستعمال بريمة البئر قليلة العمق البسيطة وفي حالة الآبار الأكبر والأعمق فيمكن استعمال بريجات آلية بقواطع لولبية وفي حالة الترب الطرية جداً فيمكن استعمال طريقة الغلاف المجوف .

ج- الهدف الرئيسي من استكشاف التربة ليس تشكيل النقوب في الأرض ولكن الحصول على عينات من الترب التي يقابلها لأغراض التعريف والفحص حيث يتم على أساس هذه النتائج تعيين الخواص المميزة للطبقات المنفردة وبناء صورة كاملة لظروف الأرض .

د- يجب وضع الآبار قريباً من الأساسات المقترحة ولكن خارج حدودها وعند الانتهاء يجب ردم الآبار .

هـ- يجب قياس مستويات الماء الجوفي في كل طبقة حاملة للماء .

2 - 4 المسافات بين الحفر الاختبارية وأعماقها:

أ. التحريات الأولية :

تعين الحفر الاختبارية (test borings) بحيث تعطي فكرة عامة عن طبقات التربة وخواصها وفي المواقع الكبيرة عندما تكون التربة متجانسة نسبياً تكون المسافات بين الحفر من 3م - 150م متوقعة على نوع المشروع وحالات التكون الطبقي للتربة . والجدول التالي يبين المسافات بين الحفر للتقوية جدول (2-2) .

جدول (2-2) المسافات بين الحفر الثقوبية اعتماداً على نوع المشروع وظروف التربة

ت	نوع المشروع	أقل مسافة	أقصى مسافة
1-	الابنية	10 م	30 م
2-	مقاطع الطرق	30م	300م
3-	مقاطع الطرق في الأراضي الخطرة (الحرجة)	1 م	5 م

بصورة اساسية يجب ان تخترق ثقوب الحفر عمق (1.5) ضعف عرض اساس المنشأ .

ب. التحريات التفصيلية :

تقلل المسافات بين الحفر في هذه المرحلة بإضافة حفر وسطية إلى الحفر التي تم انجازها في المرحلة السابقة وتختلف المسافات بين الحفر اختلافاً كبيراً حسب نوع المنشآت وطبقات التربة . وقد تصل المسافات في بعض الأحيان إلى 10م بين حفرة وأخرى وفي جميع الأحوال يجب ان تكون المسافات بين الحفر بحيث تمكننا من رسم مقاطع جيولوجية كاملة في الأماكن الضرورية من المشروع .

هذا وفي الحالات التي يتوقع فيها وجود فجوات (cavities) داخل الأرض كذلك التي توجد عادة في طبقات حجر الكلس (limestone) فتدق قضبان حديدية على مسافات متقاربة وذلك لتعيين الفجوات وامتدادها أفقياً وعمودياً وقد يكفي بعمل النقر الاختبارية (test pits) فقط .

ج. عدد مواقع حفر الفحص :

ان عدد ومواقع حفر الفحص يجب ان يبين غرضها وهو تحديد أية تغيرات في عمق وسمك أو خواص طبقات التربة في موقع المنشأ المقترح .

بصورة عامة فأن عدد ومواقع الفحص يمكن توزيعه اعتماداً على حالة التربة في الموقع كما يلي :

(1) إذا كانت حالات التربة معروفة ، عدد طبقات التربة قليل والطبقات سميكة فأن نقاط حفر

متباعدة فيما بينها بقي بالغرض .

(2) إذا كانت حالات التربة تتباين بشدة من مكان لآخر فأن نقاط الحفر يجب ان تكون متقاربة .

(3) إذا كانت حالات التربة متباينة بصورة واضحة وطبقات التربة غير سميكة وغير منتظمة

والخواص الفيزيائية متغيرة فأن القيام بتحريات أولية للموقع غير كافية ويجب القيام

بتحريات تفصيلية .

وفي هذه الحالة فأن التصميم يجب ان يعتمد على الخواص الفيزيائية للتربة الضعيفة ، أما إذا اقتضى

الأمر القيام بتحريات تفصيلية للموقع فأن عدد نقاط الحفر وتباعدها عن بعضها يمكن ان يحدد

اعتماداً على نوعية المنشأ .

وبصورة عامة فأن عدد ومواقع الحفر يمكن اعتمادها من الجدول رقم (2-2)

د. عمق الحفر الاختبارية :

يتوقف عمق الحفر الاختبارية بدرجة كبيرة على حجم ونوع المنشآت . وكذلك تعاقب وخواص

التربة المتأثرة بالمنشأ . وبصورة عامة يجب مراعاة النقاط الآتية عند وضع برنامج التحريات :

(1) يجب ان تخترق الحفر كافة الطبقات الضعيفة غير الصالحة لوضع الأسس عليها كالدفن

الضعيف والتربة الضعيفة سواء كانت طينية أم رملية إلى ان يصل الحفر إلى طبقة قوية

ذات قابلية تحمل .

(2) في حالة وجود طبقات انضغاطية (compressible strata) في سطح الأرض وكون قابلية

تحملها جيدة . يجب ان يستمر الحفر إلى العمق الذي يصبح فيه الإجهاد الناتج من المنشأ

قليلاً جداً بحيث يكون الهبوط (settlement) الذي يسببه انضمام (consolidation)

التربة أو انضغاطها (compression) قليلاً جداً ولا يؤثر على المنشأ .

(3) إذا كانت طبقات التربة القوية موجودة على أعماق ضحلة فيجب ان يستمر الحفر خلال هذه

الطبقات القوية إلى العمق الذي يصبح فيه وجود أي طبقة ضعيفة تحت الطبقة القوية لا يؤثر

على المنشأ من ناحية الهبوط أو قابلية التحمل .

(4) إذا وجدت طبقات صخرية أثناء الحفر فيجب ان يستمر الحفر إلى عمق 3 م داخل الطبقة

الصخرية إذا كانت خواصها واستمراريتها غير معروفة مسبقاً وإلا فيكتفي بـ 1,5 م داخل

الطبقة الصخرية .

(5) خلال مرحلة التحريات التفصيلية . يستحسن ان تمتد حفرة واحدة أو أكثر إلى عمق أكثر من

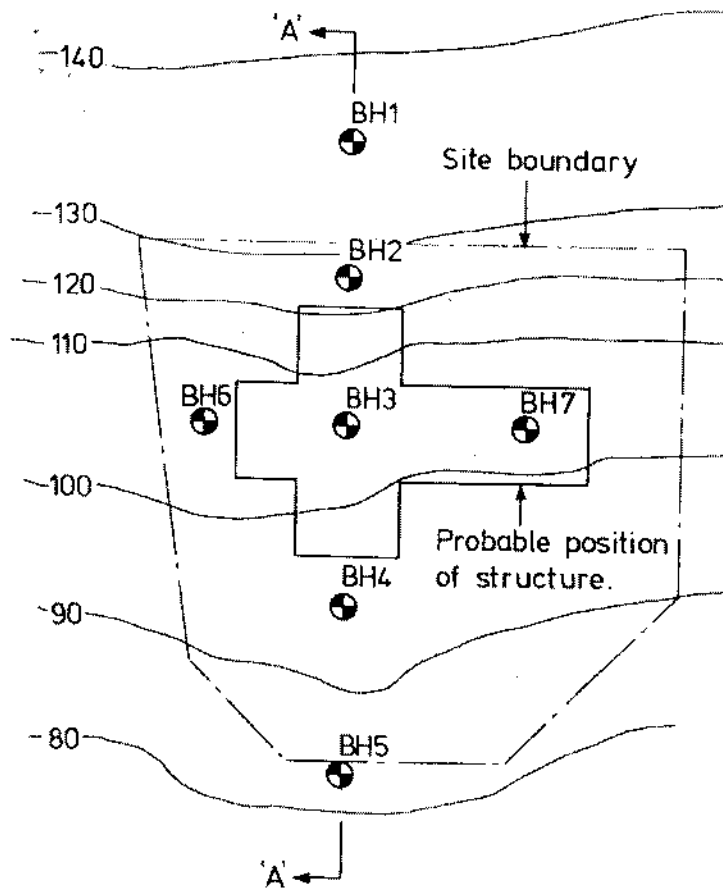
الأعماق المطلوبة . وتجدر الإشارة إلى ان الحفر يجب ان يستمر إلى عمق تحت الأساس

بمقدار 150% أكبر من عرض المنشأ

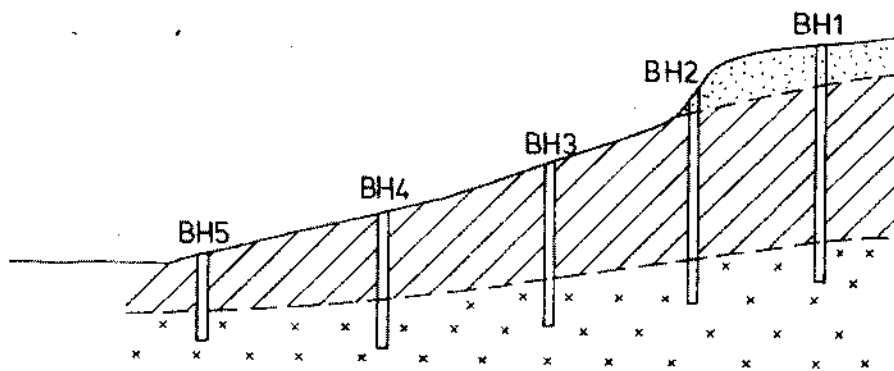
(6) ان متطلبات العمق يجب ان ينظر اليها بعين الاعتبار عندما تكون النتائج للحفر الاولى

متيسرة واحيانا من المحتمل ان نتجه الى تقليل الحفر اللاحق او نحدد التفاصيل والاستكشافات

الخاصة للطبقات الدقيقة والشكل (2 - 3) يبين نظام تراصف الحفر التقويمية .



(a) Site plan.

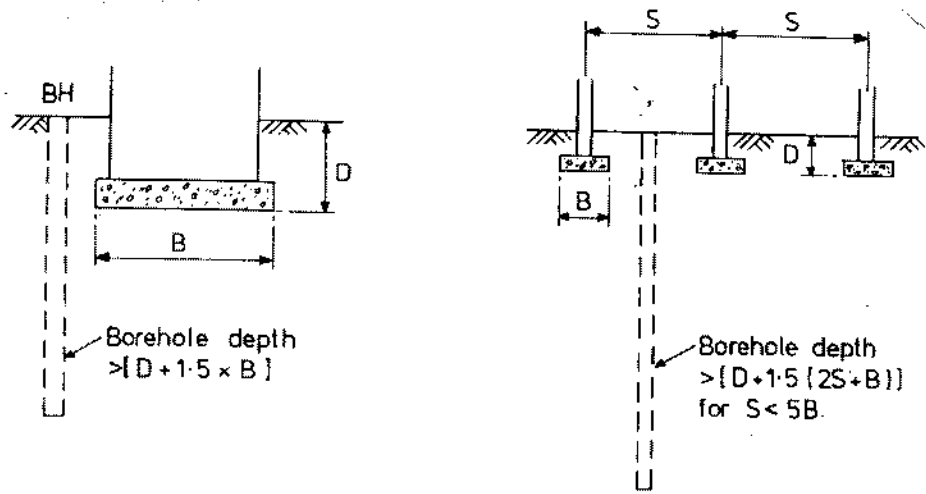


(b) Section 'A-A'

الشكل (2-3) نظام تراصف الحفر النقوبية

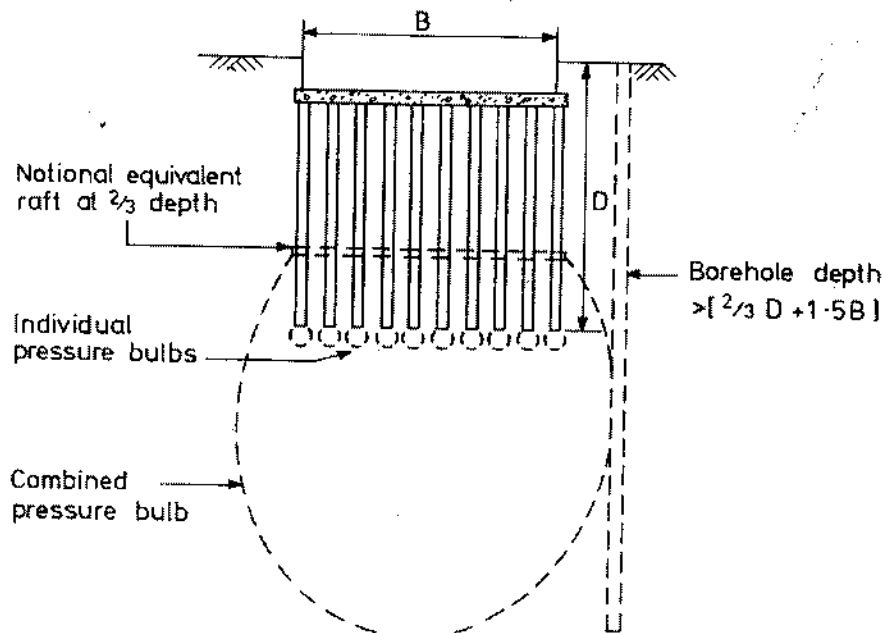
(7) ان من أهداف الوصول الى اعماق الحفر المطلوبة هو الوصول الى عمق الاساس المطلوب في الطبقة عديمة النفاذية وان العمق المطلوب الوصول اليه الذي يكون فيه الاجهاد الكلي العمودي يزداد ويعزي الى الاساس ويساوي 10% من الاجهاد المسلط على مستوى الاساس .

والشكل (4 - 2) يبين اعماق الحفر الثقوبية الضرورية المتعلقة بالاساسات .



(a) Structure on isolated pad or raft.

(b) Closely spaced strip on pad footings.



الشكل (4-2) اعماق الحفر الثقوبية الضرورية المتعلقة بالاساسات

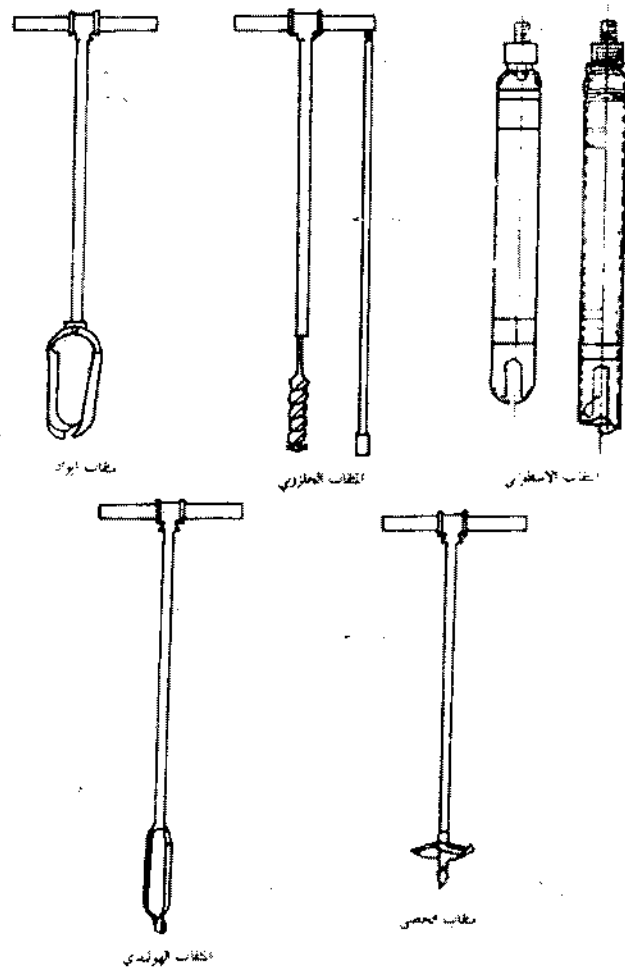
2-5 طرائق الحفر وانواعها :

أ - حفر الاختبارات المكشوفة (النقر التجريبية) Test Pits and Open Cuts

يتم عمل حفر الاختبارات المكشوفة يدوياً باستخدام بعض الأدوات المستخدمة باليد أو آلياً بحيث تسمح هذه الحفر برؤية طبقات التربة في وضعها الطبيعي وبشكل واضح ، ويجب ان تكون هذه الحفر متسعة بشكل يمكن من إجراء الاختبارات فيها بحيث لا يقل عرضها عن (0.75) م . وهذه الحفر تعتبر اقتصادية حتى عمق 3 م وغير اقتصادية لأعماق أكبر من ذلك أو تحت منسوب المياه الجوفية ، ويمكن بواسطة هذه الحفر عمل الاختبارات الدقيقة بالاتجاه الأفقي أو الرأسي ، وتؤخذ منها عينات التربة المقلقلة أو غير المقلقلة لإجراء الاختبارات عليها ، وتستخدم أيضاً لدراسة الشقوق المكشوفة واستكشاف مناطق الصخر الضعيف ، ويلزم أخذ كافة وسائل الحيلة والسلامة لتدعيم جدران الحفر وحمايتها من العوامل الطبيعية حتى يتم الانتهاء من العمل بها وأخذ العينات المطلوبة ، ثم ردم هذه الحفر وتسويتها ودكها بالطرق الفنية المناسبة .

ب- الحفر بالمتقَاب Auger Boring

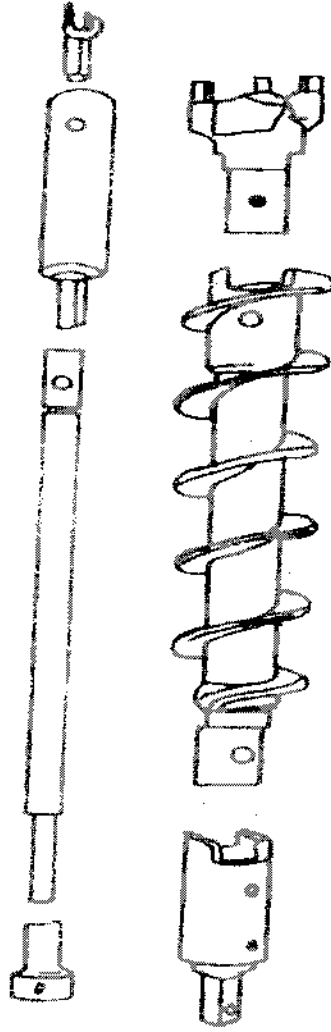
يتألف المتقَاب من آلة مصنوعة من الفولاذ ولها حافة حادة قادرة على حفر التربة ، ويعمل المتقَاب يدوياً وآلياً بشكل اقتصادي حتى عمق 5م في التربة اللينة القادرة على الثبات دون انهيار ، أما إذا زاد الحفر عن 5م فيتم الاستعانة بمواسير تغليف ، وتعتبر هذه الطريقة مناسبة في الحفر التمهيدي ، وكذلك في التربة التي بها نسبة كبيرة من الحصى أو الصخرية أو عند حفر عدد كبير من الجسات ويوضح الشكل (2 - 5) الانواع الاعتيادية للمتقَاب اليدوي .



الشكل (2-5) الأنواع الاعتيادية للمثقاب اليدوي

ج- الحفر بالمثقاب ومأسورة التغليف :

تشغل أذرع المثقاب باليد أو آلياً بمساعدة برج حفر ثلاثي القوائم ورافعة كبرى الأحجار الصغيرة والطبقات الصغيرة من الصخر بمساعدة لقمة إزميل Chisel bit مركبة على أذرع المثقاب، ويتم اقحام الغلاف بالتربة بواسطة الطرق عليه بمدقة من رافعة ، ويستعمل الجهاز اليدوي في الحفر إلى اعماق تصل إلى (25 م) ويصل قطره إلى (200 مم) والجهاز الآلي حتى عمق (50م) وتصل عندها أقطار مواسير التغليف وأدوات الحفر من (80) إلى (300) مم وتستخدم هذه الطريقة للحفر في التربة الطينية وخصوصاً الشديدة الصلابة والقاسية منها ، وكذلك في التربة الرملية وتربة الصخور الضعيفة . والشكل (2-6) يبين الحفر لهذا النوع .



الشكل (2-6) المتقاب ذو الساق المجوفة

د- الحفر بطريقة الاجتراف (الفصل) Wash Boring

يتم حفر التربة بالطرق عليها بازميل أو آلة حادة ، ويدفع الماء تحت الضغط في انبوب داخلي قابل للدوران أو الصعود أو النزول خلال انبوب غلافي خارجي ، ويتم بواسطة الماء المضغوط استخراج التربة المحفورة من بين الانبوب الداخلي والغلاف الخارجي حيث يشير ناتج الحفر الذي يخرج من الأعلى إلى نوعية التربة الجاري حفرها ، ولدى حصول تغيير في نوعية ناتج الحفر يتم إيقاف الحفر حيث يعتبر مؤشراً إلى تغيير في نوعية طبقة التربة الجاري حفرها ، ويتم وصل

أنبوبة أخذ العينات بنهاية قضيب التخريم أو بالأنبوبة الداخلية عند أخذ عينة من طبقة التربة الجديدة ، ويتابع الحفر . وتستخدم هذه الطريقة في التربة الرملية والطينية والطينية .

هـ- الحفر بالطرق Percussion Boring

يستعمل في هذه الطريقة جهاز حفر متنقل يقوم بكسر بنية التربة عبر الطرق المتكرر على سكين أو اسفين للحفر ، ويضاف الماء أثناء العمل ، ويتم رفع ناتج الحفر إلى الخارج على دفعات ، ويمكن من خلال هذه الطريقة الحصول على عينات مقلقلة بواسطة أدوات وأجهزة استخراج العينات في التربة الصخرية .

و- الحفر الدوراني Rotary Boring

يتم الحفر بواسطة لقمة دوارة تبقى في تلامس قوي مع قاع الحفر ، وتحمل هذه اللقمة بواسطة مواسير التخريم المجوفة والتي تدار برأس دوار ذو تركيبة ملائمة ، ويضخ سائل الحفر بشكل مستمر إلى الأسفل عبر مواسير التخريم المجوفة من أجل تسهيل عملية الحفر ، ويتم دفع ناتج الحفر إلى الخارج ، ويتكون السائل بشكل عام من الماء ، ويمكن استعمال طين الحفر أو الهواء بدلاً منه وذلك حسب نوعية الأجهزة والتربة التي يتم حفرها ، ويتم أخذ العينات بأجهزة خاصة . وهناك طريقتان للحفر الدوراني هما :

(1) الحفر المكشوفة Open Holes : ويتم فيها الحفر بواسطة اللقمة الدوارة التي تحفر التربة الداخلة في مجال قطرها ، وتؤخذ العينات من فترة لأخرى ، وتستخدم هذه الطريقة لجميع أنواع التربة المختلفة بما فيها الصخر اللين .

(2) حفر العينات الصخرية Core Drilling وهي للحفر بالصخر بحيث يمكن الحصول على

العينة الصخرية المستمرة للطبقات على كامل عمق الحفر بواسطة الجهاز نفسه .

ز- الحفر باستخدام الحفار المتصل Continuous - Flight Auger

وفي هذه الطريقة يتم إنزال الحفار واستخراج التربة على رأس الحفار بواسطة دفع أنبوبة رقيقة على أعمال طولها (1) م وهذه الطريقة تعتبر أسهل وأسرع الطرق لأخذ العينات وتستخدم في جميع أنواع التربة .

ردم الحفر

عند الانتهاء من عملية الحفر وأخذ العينات يجب إعادة إغلاق الحفر بالتربة الجافة ودكها جيداً ، أو ان تصب فيها الخرسانة العادية أو المونة الأسمنتية ، وذلك حتى لا تتسبب هذه الحفر في انضغاط التربة أو تكون ممراً للمياه الجوفية أو أية أخطار أخرى .

2 - 6 الحفر في التربة الطينية

يتم الحفر في التربة الطينية بواسطة الاسطوانة ذات الصمام (Shell and Auger) وتستعمل هذه الطريقة بكثرة في المنطقة الوسطى والجنوبية من العراق حيث الطبقات العليا من التربة الطينية وتتخلص برفع ورمي اسطوانة متصلة بأنقال ونهايتها مفتوحة وحادة وتحتوي على صمام يفتح عند رميها في الطين ويسد عند رفعها إلى الأعلى ثم تفرغ التربة الطينية من داخلها وهكذا يمكن استعمال المكائن البسيطة التي تتكون من رافعة واسطوانة دوارة ميكانيكية (Drums) لهذا الغرض ويمكن أخذ النماذج على أي عمق بعد تنظيف الحفرة جيداً إلى ذلك العمق . وتضاف كمية من الماء أثناء الحفر في التربة الرملية والحصوية (Clay cutter) وتقوم بالحفر لمسافة بحدود 20سم تستخدم آلة على شكل + مع نقالة رافعة ثابتة وهكذا يمكن استخدامها بدون تبطين لحفرة بعمق بحدود 20م في التربة فقط ويعتمد وزن النقالة بموجب قوة التربة .



الفصل الثالث

طرائق أخذ عينات التربة

Methods of Soil
Sampling

3-1 تقسيم العينات (Samples division)

تستخرج العينة الأولى من سطح الأرض مباشرة وتستخرج العينات التالية بمعدل عينة كل متر على الأقل ، وكذلك عند تغير الطبقات ، ويجب اخذ الحيطه والحذر حتى لا يحصل إغفال اكتشاف طبقات من التربة ذات سماكات صغيرة ، كما يجب أن تكون كمية التربة كافية لإجراء الاختبارات المطلوبة .

يمكن تقسيم العينات حسب درجة التشويش الذي تعرضت له أثناء استخراجها من الأرض إلى :

أ- عينات مشوشة :

وهي العينات التي تحتوي على جميع مكونات التربة الموقعية ولكنها تعرضت لتشويش شديد بحيث أثر على بنيتها وتستعمل هذه العينات لفحوص التمييز كالتصنيف الابصاري وتحليل تدرج حجم الحبيبات وحدود أتربرغ وغيرها من الفحوص الكيماوية والفيزيائية .

ب- عينات غير مشوشة :

هي تلك العينات التي تحافظ على بنيتها الأصلية موقعياً وتستعمل هذه العينات في الفحوص المختبرية للحصول على الخواص الهندسية للتربة كالانضغاطية والنفاذية . ومن المعروف انه يصعب الحصول عليها لأنه لا بد من حصول درجة معينة من التشويش .

3-2 تشويش العينات (Samples Disturbance)

هنالك عدة أنواع من التشويش الميكانيكي يطرأ على العينات أثناء استخراجها وأهم هذه الأنواع هي :

أ. تخفيف الإجهاد (Stress relief)

الذي يؤثر على بنية التربة ويسبب بعض التشويش للعينة .

ب. نسبة المساحة (Area ratio) وهذا العامل يحدث لأن جزءاً من التربة يزاح ليفسح المجال لسمك الأنبوب بالتوغل وهذا يؤدي إلى انضغاط وبالتالي بعض التشويش للعينة . وكما كانت نسبة مساحة التربة المزاحة إلى مساحة العينة صغيرة يقل التشويش .

ج. تأثير الاحتكاك أو الالتصاق :

أن تأثير قوى الاحتكاك أو الالتصاق بين العينة والجدران الداخلية لأنبوب أخذة العينات يؤدي إلى تشويش العينة وبالتالي إلى انعدام فائدتها بالنسبة للفحوص التربة الميكانيكية .

3-3 أخذ العينات (Samples taking)

يعتبر أخذ العينات من أهم مراحل الأعمال الجيوتقنية ، لا تقل أهميته عن الاختبارات التي ستجري عليها ، ويتم اخذ عينات في التربة المفككة والتماسكة أما المقلقلة أو غير المقلقلة ومن أماكن تخزين التربة (Stockpiles) على النحو التالي :

أ. عينات التربة المفككة (cohesion less soil sampling)

من الصعب الحصول على عينات غير مقلقلة في التربة المفككة كالتربة الرملية أو التربة التي بها نسبة كبيرة من الركام ويتم اخذ العينات إما يدوياً أو بواسطة البريمة أو آلياً .

ب. العينات المبعثرة (Disturbed sampling)

وهي العينات التي يكون فيها بنية التربة متفككة وخواصها الميكانيكية قد تغيرت أثناء أخذ العينة . أما في التربة التماسكة فيمكن أخذها أثناء الحفر بالمتقاب أو بالمتقاب وماسورة التغليف .

أما في الصخر فيمكن أخذها بطريقة الغسل أو الطرق أو الحفر الدوراني .

ج. العينات غير المبعثرة (undisturbed sampling)

وتكون عينات التربة هذه محتفظة ببنيتها وخواصها ويمكن الحصول عليها في التربة التماسكة بطريقة القطع باليد أما في التربة الصخرية فيتم الحصول عليها بطريقة الحفر الدوراني .

د. عينات التربة من الأكوام وأماكن التخزين (stock piles sampling)

في حالة وجود التربة على شكل أكوام في أماكن التخزين يجري تحري الدقة في ان تكون العينات ممثلة حيث ان طريقة وضعها يساعد على تفرقة حبيبات التربة وتدرج المواد الخشنة لذلك لابد من أخذها من أماكن متفرقة .

أما في حالة الحفر والخنادق فيتم أخذها من الجانبين أو الأسفل .

هـ. عينات الصخور (Rock sampling)

عند استخراج عينات الصخور يتم استخدام الأجهزة الخاصة باستخراج العينات بعد استبدال أجهزة الحفر بالصخور وفي الصخور اللينة يتم استخدام الحقن بالاسمنت .

3-4 أخذات العينات (Samplers Taking)

يمكن تقسيم أخذات العينات إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

أخذات العينات ذات الجدار الخفيف (Thin- wall tube samplers)

وتتميز هذه الأخذات بنسبة مساحة واطئة إلى متوسطة وتنقسم إلى نوعين :

أ. المجموعة التي لا تحتوي على مكبس : وتشمل ما يأتي :

(1) أنابيب شلبي ذات الجدار الخفيف (Thin wall Shelby tubes)

وهي ملائمة لأخذ عينات من التربة الطينية الضعيفة والمتوسطة التماسك

(2) أخذة العينات نوع (بجر) (Pitcher sampler)

ان هذا النوع من أخذة العينات ملائم جداً للتربة الطينية الصلبة جداً والحجر الرملي

المتماسك للصخور الرخوة .

ب. المجموعة التي تحتوي على مكبس :

هنالك أنواع عديدة متوفرة تجارياً من أخذات العينات التي تحتوي على مكبس ومنها أخذات

العينات ذوات المكبس الثابت مع أعمدة المكبس وهي ملائمة لأخذ عينات جيدة من ترب

الرواسب السطحية السريعة التأثير والرخوة ويمكن استعمالها في التربة الطينية والغرينية الضعيفة أو المتوسطة التماسك .

آخذت العينات ذوات الجدران السميكة :

ان معظم تلك الأجهزة لها نسبة مساحة عالية ولذلك تكون عيناتها على درجة كبيرة من التشويش نسبياً . هنالك أنواع متعددة من آخذت العينات هذه أهمها :

أ. آخذة العينات ذات الأنبوب المنغلقة (Plit spoon sampler)

ب. آخذة العينات المبطنه بأنبوبة منغلقة .

جـ. آخذة العينات ذات اسطوانة اللب : وهي على أنواع

(1) اسطوانة اللب ذات الأنبوب المنفرد

(2) اسطوانة اللب ذات الأنبوب المزدوج .

أخذة العينات للتربة الرملية :

من المعلوم أنه يصعب الحصول على عينات غير مشوشة من التربة الرملية تحت مستوى

المياه الجوفية ولذلك يجب استعمال آخذة العينات من نوع بيشوب (Bishop sand

sampler) وعند عملها يستخدم الهواء المضغوط.

3-5 تعليم العينات و تخزينها و وصفها :

أ. العينات غير المشوشة

بعد استخراج آخذة العينات من الحفرة تفتح كل من النهاية القاطعة والرأس المثبت إلى أعمدة

الحفر وتزال التربة في النهايتين لمسافة (50) ملم تقريباً وتوضع أقراص معدنية أو من رقائق

الالمنيوم على نهايتي الأنبوب ويشمع بشمع البارافين بعدة طبقات لمنع تسرب أي رطوبة من

العينة وتثبت رقعة (label) على الأنبوب تدرج فيها كل التفاصيل وتوضع في صناديق خشبية

ب. العينات المشوشة :

توضع العينات المشوشة بقتاني أو علب معدنية بحيث تملأ العينة العلبة بصورة كاملة دون اللجوء إلى ضغطها مع وضع غطاء محكم لمنع فقدان الرطوبة وتوضع رقعة لكتابة كافة المعلومات .

ج. عينات اللباب (Core samplers)

نظراً لكلفة الحصول على هذه العينات من الطبقات الصخرية يجب الحفاظ على جميع المواد التي يمكن الحصول عليها من أخذ العينات وتوضع أيضاً في صناديق خشبية خاصة باللباب .

خزن العينات :

يجب الحفاظ على العينات من التعرض للانجماد أو الحرارة العالية أو التخریب الميكانيكي ويجب وضعها على رفوف ويجب ان لا تقل الحرارة عن 4° مئوية ولا تزيد عن (45) ° مئوية .

تعليم (تمييز) العينات :

يجب تعليم العينات بصورة نظامية بحيث ان أي شخص يستطيع التمييز بين عينة وأخرى وعند تمييزها وتصنيفها بالرؤية من المهم أتباع النظام الآتي :

أ. وصف التربة بصورة عامة من حيث المكونات الرئيسية والثانوية ولونها وبنيتها وقوامها وكثافتها النسبية وأية أشياء أخرى إضافية .

ب. وصف القوام والكثافة النسبية

(I) التربة التماسكية (Cohesive Soil)

من المهم ملاحظة الأوصاف الآتية كدليل لتقدير قوة التربة الطينية .

جدول (1-3) وصف القوام للتربة التماسكية

القوام	حالة التربة
very soft ضعيفة جداً	الطين يكون قريباً من الحالة السائلة ويسيل باليد
soft ضعيف	يمكن ان يعجن بسهولة بالأصبع بضغط خفيف
stiff قوي	لا يمكن عجنه بالأصبع ولكن يثلم بالإبهام
very stiff قوي جداً	يمكن ان يخدش بظفر الإبهام
hard صلب	لا يمكن ان يخدش بظفر الإبهام

وإذا احتوت التربة الطينية على بعض الرمل فيكون ملمسها خشناً عند فركها بين الأصابع .

(2) التربة العديمة التماسك (Cohesion less Soil)

لوصف الكثافة النسبية للتربة العديمة التماسك تستعمل الأوصاف التالية :

جدول (2-3) الكثافة النسبية للتربة العديمة التماسك

وصف التربة	الكثافة النسبية %
مفكك جداً very loose	أقل من 20
مفكك loose	20 - 40
كثيف متوسط medium dense	40 - 60
كثيف dense	60 - 80
كثيف جداً very dense	أكثر من 80

(3) الاوصاف الأخرى للتربة العديمة التماسك

بالنسبة للتربة الحبيبية أو العديمة التماسك يجب أن يشمل الوصف ما يأتي :

- حجم الحبيبات كالحصى أو الرمل أو الغرين .
- التكوين المعدني كالسليكا أو الكوارتز أو المايكا .
- شكل الحبيبات : مثلاً حبيبات كروية أو مستطيلة .
- أشكال الزوايا للحبيبات .
- الترج الحبيبي .

جـ. وصف الصخور .

يمكن وصف الصخور بنفس الطريقة التي توصف فيها التربة بالنسبة لحجم الحبيبات والتكوين المعدني وإضافة إلى ذلك يجب أخذ العوامل الآتية بنظر الاعتبار عند وصف الصخور :

- (1) الوصف النظامي
- (2) التغيرات وعوامل التربة
- (3) البنية والانقطاعات الموجودة في العينة كالمفاصل والشقوق .
- (4) تقدير قوة المادة الصخرية .
- (5) أي ملامح أخرى مثل عمر الترسبات والملوثات الموجودة في الشقوق مثل الغرانيت .

3-6 الفحوص والاختبارات الموقعية (الحقلية)

الاختبارات الموقعية (الحقلية) in situ testing

ان الفحوص الموقعية ذات أهمية فائقة بالنسبة للمهندس حيث أنها تزوده بمعلومات قيمة عن خواص التربة وبالتالي تقدير سلوكية الأسس والمنشأ وتقدير الحاجة لزيادة عدد الحفر وأعماقها أهم التجارب الحقلية هي :

أ. تجربة الاختراق النظامية (القياسية) (Standard Penetration test SPT)

يجري في هذه التجربة تحديد عدد الضربات اللازمة لاختراق آخذة عينات التربة مسافة (30)سم وتتجز هذه التجربة بجهاز السبر (الحفر) حيث تستعمل مطرقة وزنها (5 , 63) كغم تسقط من ارتفاع (76) سم . ومن نتائج هذه التجربة يتم حساب قدرة تحمل التربة .

ب. تجربة القص بالمروحة (Vane – shear testing)

ويتم في هذه التجربة غرس مروحة عيارية ضمن الترب المتماسكة إلى عمق محدد ويتم تدويرها لقص اسطوانة من التربة حولها ويقاس العزم لذلك إذ يمكن ان تستخرج قوة القص المغلقة للتربة .

ج . تجربة الاختراق بالمخروط أو اختبار الاختراق الساكن Cone Penetration test

يغرس في هذه التجربة مخروط في طبقة التربة التي يراد معرفة خواصها ويتم قياس المقاومة المقابلة لذلك الغرس وهذه التجربة سريعة نسبياً وترتبط مقاومة التربة لاختراق المخروط بقوة القص المغلقة .

د. تجربة التحميل بالصفحة Plate-load testing

ويتم بهذه التجربة محاكاة تحميل قواعد الأساسات وذلك باستعمال صفحة بقطر (30) سم تطبق فوقها حمولات متزايدة ويقاس الهبوط الحاصل تحتها من تأثير هذه الحمولات وتستمر التجربة إلى أن يحصل هبوط قدره (25) سم . ويرسم منحنى الحمولة - الهبوط ويمكننا تقدير ضغط التصميم الأعظم وعامل مرونة التربة. ويجب اخذ العوامل الآتية بنظر الاعتبار في هذا الفحص

(1) حجم الصفحة

(2) عدد الفحوص

هـ. تجربة الضغط بالبالون (borehole pressure meter testing)

تعتمد هذه التجربة على مبدأ توسيع اسطوانة ضمن جدار سبر محفور في التربة ، وبملاحظة مقدار التوسع والضغط اللازم للحصول على هذا التثوه ، وباستعمال نظرية اسطوانة سميكة لا نهائية خاضعة لضغط داخلي يمكن الحصول على الثوابت المرنة للتربة مثل معامل الإجهاد -

التثوه (E) وعامل دفع التربة في حالة الراحة (Ko)

7-3 التجارب المختبرية (العملية)

يمكن تصنيف التجارب المختبرية بحسب المجموعات الآتية :

أ. التجارب الفيزيائية : وتضم التجارب الآتية :

(1) الوزن الحجمي الطبيعي : لتحديد وزن وحدة حجم التربة الطبيعية .

(2) الرطوبة الطبيعية : وتحدد كنسبة مئوية من الوزن الجاف للتربة المجففة في الفرن في

درجة حرارة 100° مئوية .

(3) التحليل الحبيبي : ويرتبط بجريان المياه الجوفية والنفاذية والحقن بالاسمنت والمواد

الكيميائية واختيار مواد الردم للسدود ومواد أساسيات الطرق وتحديد التدرج ونسبة

الركام - النواعم بالمناخل العيارية .

(4) حدود اتربريغ : وتعين هذه الحدود تغير قوام الترب الغضة بتغير رطوبة الجزء المار

من المنخل رقم (40) وبإضافة الماء إلى التربة الجافة تزداد اسماك الأغشية المائية

المحيطة بالجزيئات الغضارية وتبقى التربة في حالة صلابة دون زيادة الحجم إلى أن

تصل رطوبتها إلى حد معين هو حد الانكماش .

(5) الوزن النوعي : هو وزن وحدة حجم الجزيئات الصلبة فقط ويقاس في زجاجة كثافة

مع احتياطات خاصة لمنع دخول الهواء .

(6) عامل النفاذية (K) : يستخدم في دراسة جريان المياه عبر الكتل الترابية ويقاس في

أجهزة ذات ضاغط ثابت أو أجهزة ذات ضاغط متغير حيث يقاس الجريان وفاقد الضاغط

عند مرور الماء خلال التربة .

ب. التجارب الميكانيكية

تتخذ هذه التجارب لتحديد وسائط التربة المستخدمة في حساب قدرة تحمل التربة والهبوط المتوقع

فيها وتضم التجارب الرئيسية الآتية :

(1) تجربة القص ثلاثي المحاور (triaxial)

تجرى لغرض دراسة سلوك الحمولة - التشوه لعينة تربة وتتم في جهاز الانضغاط الثلاثي

. ويستخرج من هذه التجربة تماسك التربة (C) وزاوية احتكاكها الداخلي لحساب قدرة

تحمل التربة .

(2) تجربة القص المباشر :

بسبب صعوبة استعمال جهاز الاختبار الثلاثي لاختبار عينات الترب غير المتماسكة يستعمل لها اختبار القص المباشر وان هذا الاختبار هو لمعرفة زاوية الاحتكاك (O) ويمكن منه معرفة تماسك التربة (C) وباستعمال عدد من العلاقات الهندسية يمكننا حساب قدرة تحمل التربة إضافة إلى حساب عامل مرونتها (E) .

(3) تجربة الضغط البسيط (unconfined compression)

تتخذ هذه التجربة على جميع أنواع التربة بقص عينة ارتفاعها ضعف قطرها بتطبيق ضغط محوري ونحصل منها على قوة قص التربة (q) التي يمكن منها أيضاً باستعمال بعض العلاقات استخراج قدرة تحمل التربة .

(4) تجربة الانضغاط مع الزمن (Consolidation test)

يتم في هذه التجربة صرف قليل من الماء الموجود في المساحات بين الجزيئات الصلبة للتربة بتأثير تطبيق الضغط المستمر ويتناقص حجم التربة تدريجياً من إعادة تنظيم جزيئاتها عندما ينتقل تدريجياً تطبيق الحمولة من الماء المسامي إلى الهيكل الصلب لجزيئات التربة وتستمر هذه العملية إلى ان يصبح ضغط الماء المسامي مساوياً للصفر .

جـ. التجارب الكيميائية

ان احتواء التربة على مواد عضوية تتفسخ يولد هبوطات تفاضلية قد تؤدي إلى حدوث تصدعات في المنشأة ومن الضروري أحياناً معرفة احتواء التربة على مركبات كيميائية ذات تأثير مخرب أو ضار على الأساسات ومن هذه التجارب :

- (1) تحديد احتواء المواد العضوية : ان وجود المواد العضوية يسبب هبوطات عالية في المنشآت عند تفسخ المادة العضوية وإذا كان هناك شك بوجود نسبة ذات أهمية من المادة العضوية تحدد نسبتها بتحطيم المادة العضوية بالعوامل المؤكسدة ونقيس خسارة الوزن .

(2) تحديد احتواء الكبريتات SO_3 : مثل كبريتات المغنيسيوم والصوديوم ، وبذوبانها بالمياه الجوفية أو السطحية تتفاعل مع الاسمنت في قواعد الأساسات لتتشكل مركبات مثل كبريتات الكالسيوم مع زيادة في الحجم تؤدي إلى تخريب المنشأ ونخره وتتم تجربة تحديد نسبة الكبريتات بترسيبها بمركب كبريتات الباريوم ثم الوزن لتقدير خسارة الوزن .

الفصل الرابع

تقارير تحريات الموقع وعرض لنموذج

مشروع تحري موقعي سابق

**(Site Investigation Reports &
Displaying of Previous site
investigation project Sampling)**

1-4 التقرير الجيوتقني وتحضير المقاطع الجيو تقنية

أ- التقرير الجيوتقني (تقرير تحريات الموقع)

{ geotechnical (site Investigation) Report }

يتوجب جمع نتائج الدراسة الجيولوجية لمنطقة ما (أو موقع ما) ، مع نتائج الآبار الاستكشافية واعمال السبر (الحفر) تحت السطحية والفحوص المختبرية وفحوص الموقع وأية استكشافات أخرى في تقرير جيوتقني (تقرير تحريات الموقع) 0 ويجب ان يتضمن مثل هذا التقرير المسجل الجيوتقني لجميع الدراسات ووصفاً للموقع مع التعليقات والتوصيات ذات العلاقة بتصميم وانشاء الاعمال المقترحة .

ويشكل التقرير الجيوتقني الموثق بصورة جيدة مصدراً هاماً وأساسياً جداً للمعلومات لتصميم وتخطيط عملية تنفيذ جميع الأعمال الهندسية المدنية .

ب- الوثائق الجيوتقنية Geotechnical Documentation

يجب أن تتضمن الوثائق الجيوتقنية في تقرير تحريات الموقع ما يلي :

- (1) مخطط موقع بمقياس 1 : 1000 أو 1 : 2000 ويجب ان يتضمن المعالم الطبوغرافية بشكل خطوط كنتورية والمباني أو الطرق القائمة أو المقترحة مع مواقع الحفر الاختبارية أو الآبار
- (2) سجلات تفصيلية للآبار .
- (3) مقاطع جيوتقنية تظهر طبقات التربة المنفردة وخصائصها المميزة العامة ومستويات الماء الجوفي .
- (4) موجز لنتائج فحوص المختبر والموقع .
- (5) موجز التحليل الكيماوي للماء .
- (6) أية معلومات خاصة كأنشطة أعمال المناجم مثلاً .

ج- تحضير المقاطع الجيوتقنية (Preparation of Geotechnical Sections)

يتطلب تحضير المقاطع الجيوتقنية معرفة وافية بالجيولوجيا ومقداراً كبيراً من الخبرة العملية .

وتشمل عملية التحضير ما يلي :

(1) فحص عينات التربة ووصفها من حيث اللون وتوزيع مقاس الحبيبات (نوع التربة)

ومحتواها من كربونات الكالسيوم وقوامها .

(2) وصف التربة وتركيبها حيث يتم تكسير كل عينة من التربة المتماسكة ويتم فحص

خصائصها التركيبية ، وتوصف الترب غير المتماسكة حسب مقاسها الحبيبي وربما حسب

محتواها الغريني كما مبين في الجدول (1-4) .

جدول (1 - 4) تعريف (تعليم) نوع الترب غير المتماسكة

نوع التربة	المحتوى الحبيبي %			ملاحظات إضافية
	$2 < \text{مم}$ $50 <$	$0.6 < \text{مم}$	$0.2 < \text{مم}$ $0.2 < \text{مم}$	
حصا				
حصاء رملية . طفل جليدي	$10 - 50$	$50 <$		
رمل خشن	$10 >$	$50 <$		يمكن رؤية الحبيبات المفردة من مسافة أمتار قليلة
رمل متوسط	$10 >$	$50 >$	$50 <$	يمكن رؤية الحبيبات المفردة من مسافة 1 م
رمل ناعم	$10 >$	$50 >$	$50 >$	يمكن رؤية الحبيبات المفردة من مسافة 0.2 م الى 0.3 م
رمل غريني	$10 >$	$50 >$	$50 >$	رمل ناعم جداً . عندما يجف بشكل كتلات قليلة التماسك تنفتت عند رفعها . ويتبقى على الاصابع راسب بشكل مسحوق

(3) يتم الحصول على ادق وصف لقوام التربة المتماسكة من فحص العينات غير المضطربة والمستخرجة بواسطة جوامع العينات الانبوبية والتي يجب فحص نهايتها وكما مبين في الجدول (2-4) .

جدول (2-4) تعريف (تعليم) نوع التربة المتماسكة

مجموعة التربة			
رمليّة	متوسطة	غرينيّة	
الجزء الرملي < 50	الجزء الرملي < 30	الجزء الرملي > 30	تماسك التربة الجزء البوغائي الفعال ()
الجزء الغريني > 30	الجزء الغريني < 30	الجزء الغريني < 30	
تجربة الحك في الماء			
يوجد عدد كبير من حببات الرمل الحادة	يوجد حببات رمل صغيرة منفردة	لا يمكن الشعور بحببات الرمل ولكن النسيج خشن	
رمل بوغائي خفيف (تمدد موجب في الرمل الناعم)	غرين رملي (تمدد موجب)	غرين (تمدد موجب)	قليلة التماسك جدا
رمل بوغائي خفيف بعض التمدد في الرمل الناعم)	غرين رملي (بعض التمدد)	غرين (بعض التمدد)	قليلة التماسك 5 = 10
رمل بوغائي	غرين رملي بوغائي	غرين بوغائي	متوسطة التماسك 20 = 10 = 5
رمل - بوغاء	رمل - غرين بوغاء	غرين - بوغاء	متماسكة 30 = 20 = 10
بوغاء رمليّة	بوغاء	بوغاء غرينيّة	متماسكة جدا 30 < 10

(4) تزود المقاطع الجيوتقنية بقيم الخواص المميزة العامة للترب في كل طبقة على انفراد . أن دقة استكمال الظروف الأرضية في تحضير المقاطع الجيوتقنية يعتمد إلى حد بعيد على المسافات الفاصلة بين الآبار المتجاورة ، فكلما كبرت المسافة الفاصلة كلما ازداد احتمال الاختلاف الواضح بين ظروف التربة المخمنة بالاستكمال وتلك التي ستكشف عنها الحفريات اللاحقة .

4-2 تعيين الخواص المميزة العامة للترب والطرق الاحصائية لتحليل النتائج :

(Determination of Generalized characteristic Properties of Soils & Statistical methods)

أ- تعيين الخواص المميزة العامة للترب :

(1) ان الأمر المهم في الهندسة الجيوتقنية هو تعيين الخواص المميزة العامة للتربة لكل طبقة وهذه المعلومات ضرورية في تصميم الأساسات الانشائية ودراسة استقرار المنشآت المنفردة

(2) أن تعيين خواص التربة لغرض التصميم هي مسألة معقدة جداً لأنه حتى في الطبقات المتجانسة جيولوجياً وكذلك من وجهة نظر التركيب الصخري والحبيبي تظهر تغيرات كبيرة في خواصها الفيزيائية والميكانيكية وهذا يعود إلى عدد من العوامل الطبيعية .

(3) يمكن ان تتغير خواص التربة كثيراً بفعل العوامل الآتية :

(أ) استخراج العينات تحت ظروف التسرب المائي .

(ب) اضطراب تركيب التربة أثناء استخراج العينات .

(ج) التغيرات في المستوى المائي أثناء تخزين العينات .

(4) لا يسمح بحصول تغيرات في الخواص الطبيعية للترب بسبب سوء استخراج العينات أو

سوء التخزين .

(5) يجب إعطاء اهتمام خاص إلى استخراج العينات من الترب المحتوية على سطوح انزلاقية ومن الترب الصفائحية الرقيقة يجب استخراج العينات بطريقة تضمن ان تكون مستويات الانفصال التركيبية مائلة على مستويات الانهيار بالقص في الجهاز المختبري بنفس الزاوية في الطبقة .

(6) تعين الخواص الميكانيكية في الترب في ظروف مماثلة للظروف الطبيعية .

(7) ان التشتت الحاصل في النتائج يعود جزئياً إلى عدم تجانس التربة في الطبقة المعطاة وجزئياً إلى عدم دقة الفحص المختبري حيث يجب استعمال طريقة مناسبة لتحليل النتائج .

ب- الطرق الإحصائية المستخدمة في تحليل النتائج (Statistical Methods)

هناك عدد من الطرق الإحصائية التي يمكن استعمالها في تحليل مجموعة من نتائج الفحص لغرض تعيين الخواص المميزة الهامة لكامل كتلة التربة في طبقة ما .

(1) الطريقة البسيطة :

والتي تعتبر من حيث الدقة كافية لمعظم الأغراض العملية على تعيين أفضل التقديرات للمتوسط الحسابي (\bar{X}) والانحراف المعياري (σ_{est}) للمجموع من مجموعة معطاة من نتائج الفحص وعلى تقدير حدود الثقة (X_a) التي يكون الشخص متأكداً بنسبة α % من أن متوسط المجموع (أي الخاصية المميزة) لخاصية التربة المطلوبة يقع ضمنها .

(2) طريقة المضاهاة التخطيطية (Graphical Correlation Method)

تعتمد هذه الطريقة على موجز تخطيطي (بياني) لنتائج الفحوص التي أجريت لتعيين خواص التربة المختلفة بالرجوع إلى خاصية موجهة . ويقترح ان تكون الخاصية الموجودة في الترب المتماسكة المحتوى المائي وفي الترب غير المتماسكة دليل الكثافة

وعندما يتم تسجيل جميع النتائج فإنه يمكن رسم منحنيات المضاهاة وغالباً ما تكون النتائج المسجلة غير موزعة بالتساوي على المحور الأفقي .

وتعتبر طريقة المضاهاة التخطيطية دقيقة بشكل كاف لمعظم الأغراض العملية . وفي الحالات التي تستعمل فيها فحوص ذات درجات مختلفة من الدقة لتعيين خاصية معينة للتربة (كتعيين انضغاطية التربة من نتائج فحوص الاندماج وتحميل الصفيحة مثلاً) فيجب رسم منحنيات مضاهاة منفصلة لكل طريقة فحص .

ويتم الحصول على منحنى المضاهاة الأدنى من طريقة الانضمام الأقل دقة على أساس عدد كبير من النتائج ويمكن استعماله والرجوع إليه لأغراض المقارنة في رسم منحنى المضاهاة الأعلى من نتائج فحوص تحميل الصفيحة الأقل عدداً أو الأكثر دقة . ويجب استعمال منحنى المضاهاة الأخير في تعيين الخصائص المميزة المهمة .

3-4 عوامل الأمان و تحليل نتائج التحريات والتجارب الحقلية والمختبرية

(Factors of Safety and & Analysis results of field and laboratory experimental)

أ- عوامل الامان ووصف الموقع والتوصيات

(1) تحديد عوامل الأمان

تستند قيم عوامل الأمان المستعملة حالياً في التصميم الجيوتقنية على أسس وضعية وغالباً ما تستعمل قيم واسعة المدى لأية مشكلة محددة . كما في حالة تعيين اجهادات التحميل المسموح بها حيث تستعمل عوامل أمان تتراوح بين 2 و 3 عند أخذ سعة التحميل القصوى بعين الاعتبار ويستعمل مدى واسع من مقادير الهبوط أو التشوهات الزاوية المسموح بها (1:200 - 1:400 علي سبيل المثال) عند أخذ الهبوطات بعين الاعتبار

ولاشك ان القيم الكبيرة لعوامل الأمان المستعملة تشتمل على هامش كبير من الأمان كافٍ لتغطية عدم الدقة المتصلة بطرق التصميم وتعيين معايير التربة .

ويمكن تبني مبدأ عام وهو انه في الحالات التي تستعمل فيها طرق فحص أكثر دقة لتعيين الخواص المميزة العامة للتربة فإنه يمكن قبول عوامل أمان أقل .

وفي حالة تصميم منشآت هامة يجب ان يشكل الموجز البياني لنتائج الفحص جزءاً متكاملاً من تقرير تحريات الموقع .

(2) وصف الموقع ، التعليقات ، التوصيات

يجب ان يغطي وصف الموقع والتعليقات والتوصيات ذات العلاقة بالأعمال المقترحة ما يلي :

(أ) طبوغرافية الموقع .

(ب) التركيب الجيولوجي ، أي بيان أصل التربة وخصائصها الجيولوجية .

(جـ) ظروف الماء الجوفي مع بيان بالتراوحات المحتملة في مستوى الماء الجوفي

والفروقات الحالية والمحملة في مستويات الماء في الخزانات السطحية المجاورة

(د) وصف طبقات التربة : نوع وقوام التربة وخواصها الفيزيائية والميكانيكية وبياناً بمدى

اجهادات التحميل المحتملة وقابليتها للتأثر بالصقيع (لغايات إنشاء الطرق بشكل رئيسي)

وملائمتها لإنشاء السداد وبيان المصادر المحلية لمواد الطرق .

(هـ) بحث أمكانية حدوث انزلاقات أرضية في المنحدرات الطبيعية وفي المقطعات

الجديدة وفي الحفريات .

(و) نوع المنشآت وحالة المباني والطرق القائمة .

(ز) بحث أية مشاكل خاصة مقترنة بنوع الأعمال المقترحة .

ب - تحليل نتائج التحريات والتجارب الحقلية والمختبرية

(1) جميع النتائج الحقلية المسجلة ترسل على شكل جداول خاصة لكل حفرة إلى المختبر

حيث يتم إجراء الفحوص التحسسية (Visual Tests) وذلك بفتح جميع النماذج والتأكد من صحة تصنيفها في الحقل ونوعها وحجمها .

(2) يجري التصليح على تلك النماذج وترسل إلى الطبع بصورتها النهائية ويقرر المهندس المعني عدد التجارب على النماذج ويسجلها في جداول خاصة لهذا الغرض يقوم مسؤول المختبر بإجرائها ويجهز المهندس بالنتائج المسجلة على جداول خاصة معدة لهذا الغرض .

(3) بعد أكمال الحسابات الخاصة بالتجارب المختبرية وإدخالها في جداول خاصة معدة لهذا الغرض تجري عملية رسم مقاطع عمودية لهذه الحفرة (Borehole Logs) .

(4) يجري مقارنة هذه المقاطع مع بعضها لإيجاد علاقة بين أصناف التربة المختلفة وأعماقها في مختلف الحفر التجريبية .

(5) ان تحليل النتائج بعد هذه الخطوة يعتمد بالدرجة الأولى على الغرض من إجراء هذه التحريات فإذا كان الغرض تصميم أساسات لمنشأ ما فيجب التوصل إلى معرفة المستوى الملائم لهذه الأساسات ومقدار تحمل التربة في ذلك المستوى والهبوط الكلي والنسبي المتوقع في المنشأ .

(6) جميع العوامل مجتمعة أو منفردة تؤثر إلى حد بعيد في التقرير بنوع التصميم الملائم للأساسات.

4-4 موجز لنموذج تقرير مشروع تحري موقعي سابق :

أ- تم اعداد تقرير من قبل مجموعة من مهندسين ذوي خبرة خاص بالتحري عن طبقة التربة تحت السطحية لمعرفة الخواص الجيوتقنية لموقع مركز طبي .

ب- الغرض من البحث هو للكشف عن ظروف الطبقة السطحية وتحت السطحية لترتبة الموقع لتسهيل وتخمين تصميم الاساس للمنشآت الرئيسية لبناية المركز المكونة من طابق واحد

بابعاد (30 × 20) م

ج - التحري الموقعي تضمن حفر (5) ثقوبية بعمق (6) م اضافة الى اجراء تجربة الاختراق القياسي (SPT) .

د - الحفر الثقوبية الخاصة بهذا التحري موزعة كما في الجدول (3-4)

جدول (3-4) توزيع الحفر الثقوبية

عمق الحفر الثقوبية (m)	عدد الحفر الثقوبية	العمق الكلي (m)
6	5	30
المجموع	5	30

هـ - تضمن البحث برنامج الفحص المختبري لعينات التربة لتحديد الخواص الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية للتربة .

و - شمل البحث الملاحق التالية :

الملحق (أ) : يظهر صور توضيحية لاعمال الحفر وأخذ العينات والتجارب المختبرية .

الملحق (ب) : يبين رسوم بيانية للحفر الثقوبية توضح طبقات التربة المكتشفة مع نتائج الفحوص الحقلية .

الملحق (ج) : يوضح ملخص لنتائج الفحوص المختبرية للبحث .

1-4-4 : وصف المشروع وتوزيع الحفر الثقوبية :

أ - تضمن التحري الموقعي للبحث أعمال الحفر للحفر الثقوبية عدد (5) بواسطة

(انبوب شلبي و SPT) لاعماق مختلفة من (1-6) م لحين الوصول للطبقة

الصخرية او الصلدة .

ب - تم توزيع الحفر الثقوبية كما مبين في الملحق (أ) حيث تم تعيينها من خلال الاستطلاع

والاستشارة الهندسية .

2-4-4 : الاختبارات الحقلية واسلوب اخذ العينات :

أ- تم استخدام اخذة لعينات نوع (The split - barrel sampler) لكافة انواع التربة

للعينات النموذجية المستخدمة للتمييز وكدليل للاختبارات كما في الشكل (1-4) .

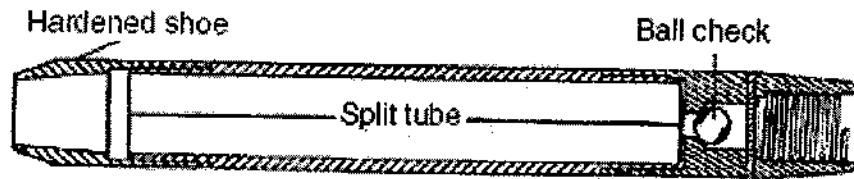
اما اخذات العينات ذات الجدار الخفيف (Thin-wall tubes) فتم استخدامها للطبقات الطينية

الرخوة او الصلبة واخذات العينات الجوفية (Coring samplers) التي تم استخدامها للتربة

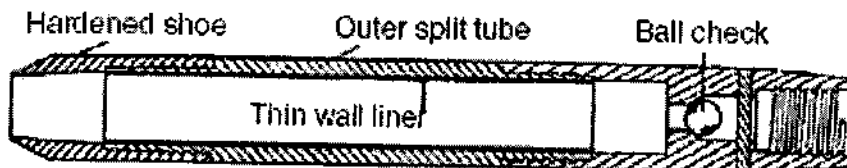
الصلدة للعينات غير المبعثرة لغرض اجراء اختبارات الخواص الهندسية .

اما الفواصل بين العينات فتم تحديدها بـ 1.5 م وان اعماق العينات فانها تتغير من 3-6 م

وتكتمل لحين التعرف على ظروف الطبقة تحت السطحية .



(أ)



(ب)

شكل (1-4) اخذة العينات نوع (Split - barrel sampler)

أ- غير خطية ب- خطية

ب - عملية اخذ العينات :

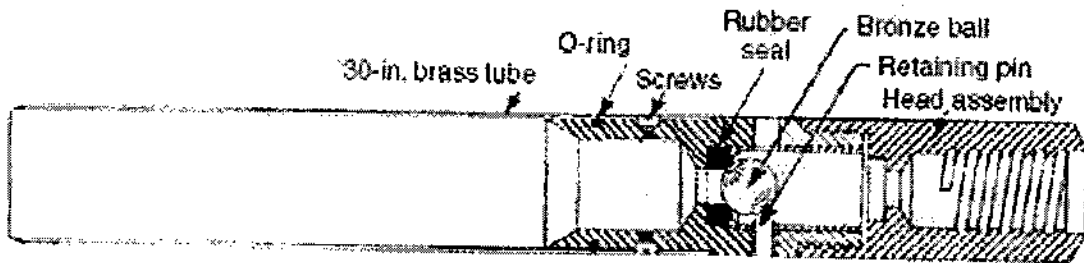
يتم تثبيت اخذ العينات في قعر الحفرة الثقوبية وبعد ذلك تحرك خلال الحفرة باستخدام مطرقة (عادة بقوة 63.5 كغم) تطرق على اعمدة الحفر .

ج - اخذات العينات ذات الجدار الخفيف : (Thin - wall tube samplers)

استخدم هذا النوع للحصول على عينات غير مبعثرة من التربة ذات الحبيبات الناعمة لغاية الصلابة المتماسكة لأغراض اجراء التجارب المختبرية لتحديد المقاومة والانضغاطية والنفاذية .

د - اخذ العينات بانبوب شلبي (Shelby tube sampling)

يوضع الانبوب ذي الجدار الخفيف على مجموعة الراس وكما مبين في الشكل (2-4) والذي يثبت الى عمود الحفر . ان هذا النوع يستخدم في معظم العمليات للتربة الرخوة والصلبة المتماسكة (العينات غير المبعثرة)



الشكل (2 - 4) اخذ العينات ذات الجدار الخفيف (انبوب شلبي)

3-4-4 الفحوص المختبرية وتقويم نتائج التجارب :

الفحوص المختبرية :

لغرض التحقق من مكونات طبقات التربة ودراسة الخواص الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية لمختلف نماذج التربة المستخرجة فيتطلب اجراء عدة تجارب مختبرية .

يتضمن برنامج الاختبارات التجارب المهمة التالية على العينات المستخرجة حديثا :

أ- اختبار تحديد كمية الرطوبة الطبيعية ووحدة الوزن طبقاً للمواصفة الأمريكية

(ASTM-D2216)

ب- اختبار حدود السيولة (L-L) طبقاً للمواصفة الأمريكية (ASTM-D4318)

ج- اختبار حدود اللدونة (D.L) طبقاً للمواصفة الأمريكية (ASTM-D4318)

د - اختبار توزيع الحجم الحبيبي ويتضمن ما يلي :

(1) اختبار تحليل المنخلي لتوزيع الجزيئات طبقاً للمواصفة الأمريكية (ASTM-D422)

(2) اختبار الهيدروميتر لتوزيع الحبيبات الناعمة طبقاً للمواصفة الأمريكية

(ASTM-D422)

هـ - اختبار الكثافة الوزنية طبقاً للمواصفة الأمريكية (ASTM-D854-00)

و- اختبار مقاومة القص

ز- اختبار الانضمام

ح- تحليلات التربة كيميائياً وتتضمن :

(1) إيجاد نسبة الكبريت SO_3

(2) إيجاد نسبة الجبس طبقاً للمواصفة البريطانية (B.S 1377 - 1975)

تقويم نتائج التجارب :

أ- تقويم اختبار عمق الاختبار القياسي

عدد الضربات (N) في اختبار الاختراق القياسي (S.P.T) توضح قوام طبقات التربة

المتماسكة المتوسطة الى صلبة .

ان قيم (N) للتربة المتماسكة توضح الكثافة النسبية للتربة المتماسكة (المتلاصقة) وكما مبين

في الجدول (4-4) :

جدول (4-4) الكثافة النسبية للترب المتماسكة وعدد الضربات

عدد الضربات SPT N-values	الكثافة النسبية Relative Density
أقل من 2	Very soft ناعم جداً
4-2	Soft ناعم
8-4	Medium متوسط
15-8	Stiff قوي
30-15	Very Stiff قوي جداً
أكثر من 30	Hard صلب

ب - قوة التحمل وتحليل الهبوط : Bearing capacity & Settlement analysis

(1) ان الاضرار التي تنتج من فشل الاسس بسبب الهطول المتزايد لذا فان القواعد التالية

يجب الاخذ بها لتقدير قوة التحمل :

- تخمين عامل الامان المناسب لمنع حدوث الفشل

- تقدير المجال الملائم ضد الهطول المتزايد

(2) يتم التحكم بهطول المنشأ من خلال الاحمال المفروضة واستجابة التربة الى الحمل

والتغيرات المحيطة ، لذلك فان حسابات تقدير الهطول ينبغي ان يؤخذ بها في التصميم

اضافة الى عامل الامان الخاص بقوة التحمل .

(3) ان زيادة نسبة المواد العضوية في التربة تسبب بعض التغيرات في الخواص الهندسية

للتربة .

(4) يمكن حساب الهطول الكلي في الترب الطينية بواسطة اسقاط ضغط الحمل الاضافي من مجمل الحمل المسلط . في هذه الحالة فان مجمل الحمل يمثل قوة الحمل الميت العمودي مضافا اليه نصف الحمل المباشر عند قاعدة الاساس .

4-4-4 التحليلات النهائية ومناقشة النتائج: Final Analysis and Discussion of Results

أ- التحليلات النهائية :

(1) قوة التحمل Bearing capacity

النتائج النهائية لقوة التحميل والهطول تبين ان قوة التحميل يقترح ان تكون تحت عمق

(1- 1.2) م عن مستوى سطح الارض ولكل الحفر الثقوبية .

وهذه القيم لسعة التحمل تعطي هطولا منتظما ضمن الحدود المسموحة .

ان طبقة الرص تحت السطحية بسمك 0.25 م مطلوبة تحت قاعدة الاسس المقترحة .

(2) الهطول Settlement

ان الحمل المفترض الحقيقي المسلط على التربة يتوقع ان يكون بمعدل من (20 - 50)

كيلو نيوتن / م² لذا فان حنود الهطول الحاصل يقدر كما مبين في الجدول (4-5)

والجدول (4-6) يبين القيم الخاصة بالهطول الذي تم تخمينه :

الجدول (5-4) حدود الهطول الحاصل

الحدود المطلوبة Required parameter	القيم من - الى Values from - to	الوحدات Units
C_p	0.62 - 0.96	
C_r	0.024 - 0.032	
C_c	0.08 - 0.22	
C_u (undrained cohesion)	13.0 - 175.0	Kpa
(undrained of friction) ϕ	0	Degrees

الجدول (6-4) القيم الخاصة بالهطول الذي تم تخمينه

الضغط المتوقع Expected pressure (KN / m ²)	الهطول المتوقع Predicted settlement (mm)
20.0	27.0
30.0	36.0
50.0	50.0

ب- مناقشة النتائج لمشروع التحري للمركز الطبي :

(1) بصورة عامة تبين ان قوة التحميل الصافية عند الموقع تم تخمينه عند عمق (1 - 1.2) م

تحت مستوى سطح الارض وان قوة التحمل المسموح بها لا تتجاوز اكثر من

$$100 \text{ كيلونيوتن / م}^2$$

(2) طبقة الاساس المرصوفة تكون بسمك 0.25 م ويجب ان توضع تحت الاساس

للاسس الرخوة وحسب الاعتمادات التالية :

- قيمة CBR (نسبة تحميل كاليفورنيا) وان لا تتجاوز 35% عند 95% من اعظم

كثافة جافة .

- حدود السيولة 25 % العظمى .

- دليل اللدونة 6 % العظمى

- المادة الاصلية لا تتجاوز 2 %

- الكبريت لا يتجاوز 5 %

- الاملاح الكلية لا تتجاوز 5 %

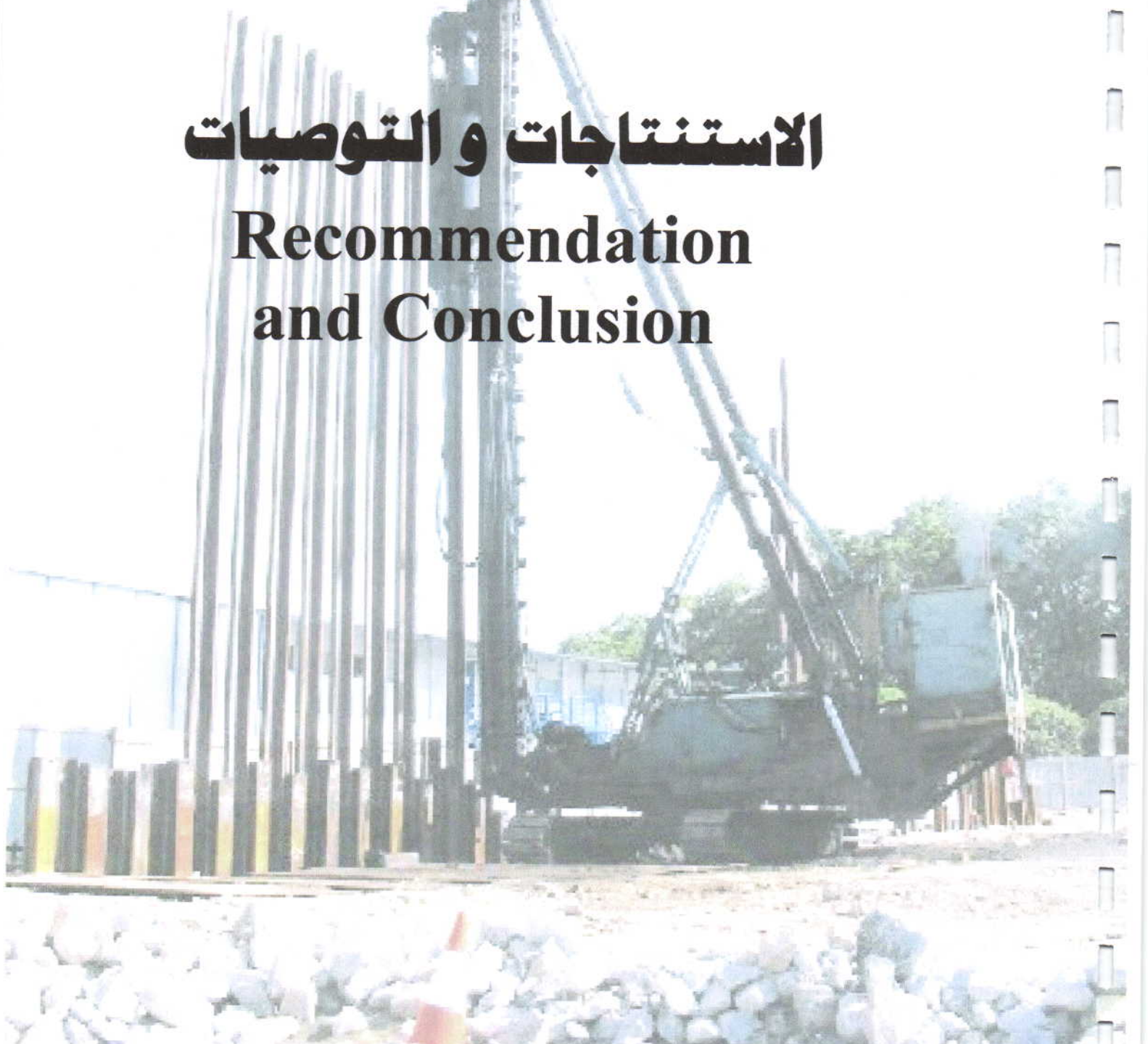
- محتوى الجبس لا يتجاوز 10.75 %

- الانضغاط النسبي لا يتجاوز 95 %

الفصل الخامس

الاستنتاجات و التوصيات

Recommendation
and Conclusion



5-1 الاستنتاجات

- أ. من خلال ما ورد في آلية تنفيذ مراحل تحريات الموقع لأي مشروع هندسي كبير أو متوسط يتبين أن هناك علاقة صميمية بين مهندس التربة المختص والمهندس الجيولوجي حيث أن الأخير يعتبر عامل وصل بين العلوم الجيولوجية الأساسية والعلوم الهندسية أما الأول فإنه يهتم فعلاً بنوع المواد الإنشائية التي يستخدمها في المشروع من ناحية مقاومتها ومقدار تحملها وديمومتها الإنشائية .
- ب. عندما تكون نتائج الحفر الأولي متيسرة فإن متطلبات الأعماق المطلوب الوصول إليها يجب أن ينظر إليها بعين الاعتبار . وأحياناً عندما يراد تقليل أعماق أعمال الحفر اللاحقة أو لتحديد التفاصيل والاستكشافات الخاصة للطبقات الدقيقة ، فإنه يجب الاستناد إلى دليل مساعد لإجراء الأعمال التكميلية المطلوبة للحفر .
- جـ. عندما تسلط أحمال أي منشأ على الأرض سوف لا تظهر التغيرات المهمة على تصرف التربة لحظياً ، وهناك انضغاط واجهادات قص يمكن تنبؤها مع بعض التغيرات حيث وجد أن إجهاد الانضغاط تحت قاعدة الأساس وعند عمق معين يساوي ضعف عرضه ويكون بحدود 10% من الجهد أو الضغط المسلط الآتي تحته .
- د. يجب اتخاذ التحوطات اللازمة عند استخراج العينات ويتطلب استبعاد أية عينات متأثرة من جراء سوء عملية الاستخراج التي تؤدي إلى حصول تغيرات في الخواص الطبيعية للتربة .
- هـ. لغرض تعيين الخواص المميزة الهامة للتربة في الطبقة المعطاة المطلوب استخلاص التقرير الجيوتقني لعملية التحري لمشروع معين فأن من الضروري استخدام طريقة مناسبة لتحليل النتائج .

و. أن عملية التحري الموقعي مهمة في موضوع حساب الضغوط والأحمال المتوقعة مستقبلاً حيث أن تأثير تلك الأحمال يؤدي إلى حصول هبوط في المنشأ المقرر أنشاؤه على تربة معينة وخاصة الطينية منها إضافة إلى حصول تسرب في المياه من خلال المسامات الدقيقة للتربة يؤدي إلى تفاقم وتسارع في الهبوط المذكور وأن تأثير ذلك يكون خطيراً على مر الزمن ولذلك ينبغي حساب هذا العامل بصورة دقيقة وتؤخذ معاملات الأمان المناسبة حسب نوع المنشأ المطلوب .

2-5 التوصيات

من خلال ما ورد في مراحل عملية التحري الموقعي ودراسة تفاصيل العناصر المهمة التي تتطلبها تلك المراحل نوصي اعتماد النقاط التالية عند تنفيذ تلك العملية للمشاريع الهندسية المختلفة

- أ. ضرورة اعتماد تقارير المهندس الجيولوجي الخاصة بالدراسات المتعلقة بطبوغرافية التربة والمواد الطبيعية المتوفرة في موقع المشروع أما مهندس المشروع فيقوم بفحص مواد التربة مختبرياً لمعرفة ملائمتها للإنشاء وقوة تحملها للجهدات .
- ب. ان اختيار تصميم أسس المنشآت يعتبر عامل مهم إضافة لاعتبارات التصميم الأخرى وعليه من الضروري معرفة خواص التربة والمواد المكونة للطبقات العليا منها وأن تلك الخواص لا يمكن التحكم بها من قبل المصمم والأفضل قيامه بتخمين تلك الأمور موقعياً .
- ج. يمكن التنبؤ خلال مرحلة التحري بصعوبات إنشاء المشروع والتي تتضمن احتمال فشل الموقع المجاور للمشروع بسبب الاختلاف في توزيع في طبيعة التربة أو الميلان أو تأثير المياه الجوفية وعليه يتطلب ان يغطي التقرير النهائي مجمل الاحتمالات وان يقرر الإجراءات التي تستخدم لتجنب وتقليل المشاكل فيما يخص المنشآت المجاورة للمشروع .

د. يجب إعطاء اهتمام خاص إلى عملية استخراج العينات من التربة المحتوية على سطوح انزلاقية أو من الترب الصفائحية الرقيقة حيث يجب استخراج العينات بطريقة تضمن أن تكون مستويات الانفصال مائلة على مستويات الانهيار بالقص في الجهاز المختبري بنفس الزاوية التي تميل بها الطبقة تحت الدراسة في الظروف الطبيعية تحت الأساس أو في منحدر .

هـ. في حالة إجراء دراسات تستغرق جهداً ووقتاً أكبر مثل تعيين الانضغاطية أو قوة القص فإن إجراء عدد كبير من الفحوص يعتبر أمراً صعباً وبذلك يكون تحليل نتائج عدد قليل من الفحوص معرضاً إلى الأخطاء لأنه لا يمكن أن تكون العينات ممثلة للتربة في الطبقة المعطاة تمثيلاً كافياً وعليه نوصي باستعمال طريقة المضاهاة التخطيطية لكونها ملائمة لمعالجة ما ورد أعلاه .

و. أن معرفة الخواص الفيزيائية للتربة ضروري لدراسة مقاومة التربة للقص وخصائصها الانضغاطية في المختبر إضافة إلى استخدام ذلك في الحسابات الفعلية المؤدية إلى تعيين إجهادات التحمل الأمنية ومعرفة قوة الدفع على الجدران الساندة أو استقرار المنحدرات وعليه نوصي بحساب الخواص الأساسية واستخدام الرسوم البيانية الملائمة والتي تكون أبسط في استخراج تلك البيانات .

ز. ان استقرارية الاسس تجاه الاحمال العالية يجب ان تقيم اعتمادا على حمل الاساس وعمق المياه الجوفيه وان الهطول متفاوت في قاعدة الاساس للمنشآت يجب ان يكون بحدود 50% من الهبوط الكلي المتوقع ويوصى باستخدام ركائز التثبيت لتقليل حدوث الهطول متفاوت في قواعد الاسس المنفصلة المعزولة .

ح. ان الاجهاد التصميمي الحقيقي يجب ان لا يحسب لاي منشأ ولكن يؤخذ في الاعتبار لاي حمل تصميمي مفترض على ان لا يتجاوز قوة التحمل المسموح بها للتربة .

3-5 الخاتمة

يتضح بصورة جلية أن برنامج التحري الموقعي يجب تنفيذه على أسس متقنة ودقيقة في كافة مراحلہ وينبغي الاعتماد على معلومات صحيحة من خلال استخدام مهندسين وكوادر فنية كفوة لانجاز الأعمال المطلوبة .

أن تقارير تحريات الموقع وتعيين الخواص المهمة المميزة العامة وتحديد عوامل الأمان للتربة ، والطرق الإحصائية النهائية لأي برنامج تحري موقعي كامل للمشاريع الهندسية على اختلاف أنواعها لها دور كبير في نجاح عملية التحري .

تتجلى أهمية هذا المشروع في تناوله لموضوع يتسم بالترابط المتين بين كل مراحلہ حيث يعد التحري الموقعي حتى وان كان على مستوى الدراسة النظرية حيث تبرز فوائده في مجال التطبيق العملي من ناحية توخي الدقة في تهيئة مستلزمات التنفيذ ومتابعة إجراء الاختبارات الحقلية والمختبرية وتحليل نتائجها واستخدام البيانات والجداول والمخططات في إعداد تقارير جيوتقنية متكاملة تكون دليلاً ومرجعاً للجهات ذات العلاقة المسؤولة عن التصميم والتنفيذ .

المصادر :

- 1- ميكانيك التربة والاساسات - الجزء الاول - تأليف زينون ويلسون - كرايستوف رزويسكي
ترجمة الدكتور يوسف المسنات - جامعة بغداد - 1985 .
- 2- هندسة الاسس - جامعة بغداد - 1985 - تأليف الدكتور يوسف الشكرجي - الدكتور
نوري المحمدي - جامعة بغداد - 1985 .
- 3- ميكانيك التربة - تأليف الدكتور راضي محسن الزبيدي - الدكتور ممتاز بشير حباية -
هيئة المعاهد الفنية - 1990 .
- 4- تحريات الموقع الهندسية - موقع كندي - انترنيت 2003
- 5- الجيولوجيا الهندسية والتحري الموقعي - تأليف الدكتور زهير فتوحى - الدكتور سنان
الجسار - جامعة الموصل - 1990 .
- 6- تقرير تحري موقعي لمركز طبي - الجامعة التكنولوجية - قسم هندسة البناء
والإنشاءات - 2008

الملاحق

الملحق (أ)

صور وثائقية لنموذج مشروع تحري موقعي سابق

(طريقة الحفر – اسلوب اخذ العينات – الفحوصات المختبرية)



صورة (1) آلة الحفر



صورة (2) المثاقب المستخدمة في الحفر



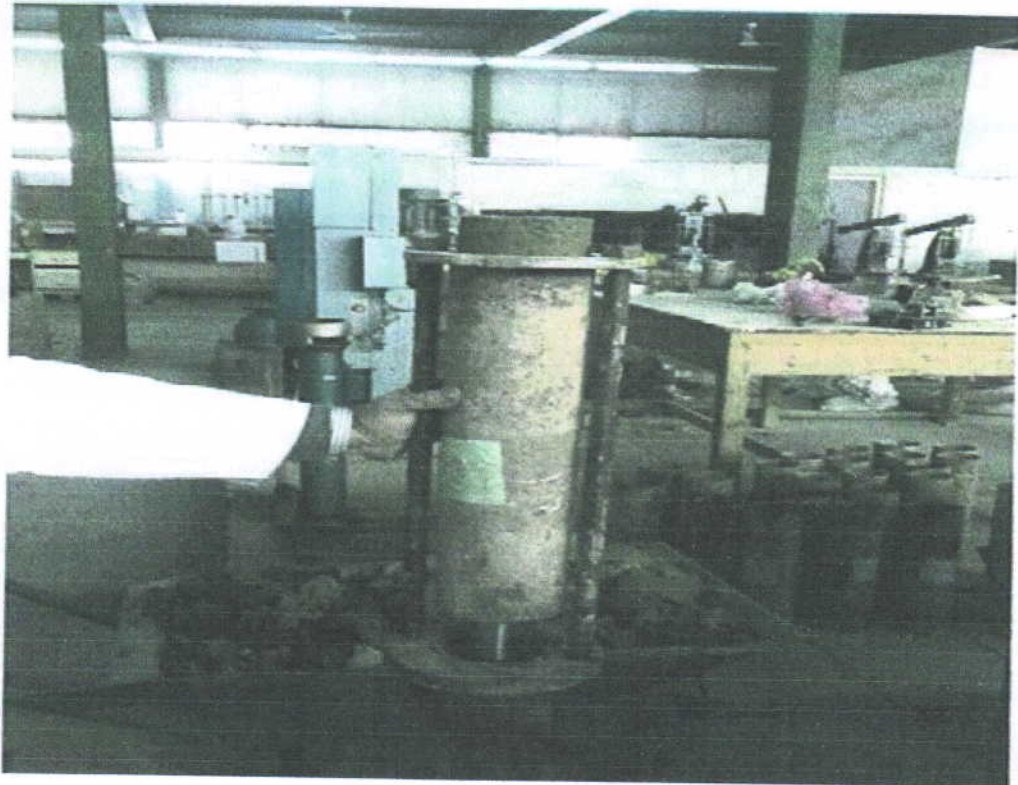
صورة (3) انبوب شلبي المحتوي على العينة غير المبعثرة



صورة (4) نماذج العينات المبعثرة وغير المبعثرة



صورة (5) قذف العينة غير المبعثرة من الانبوب



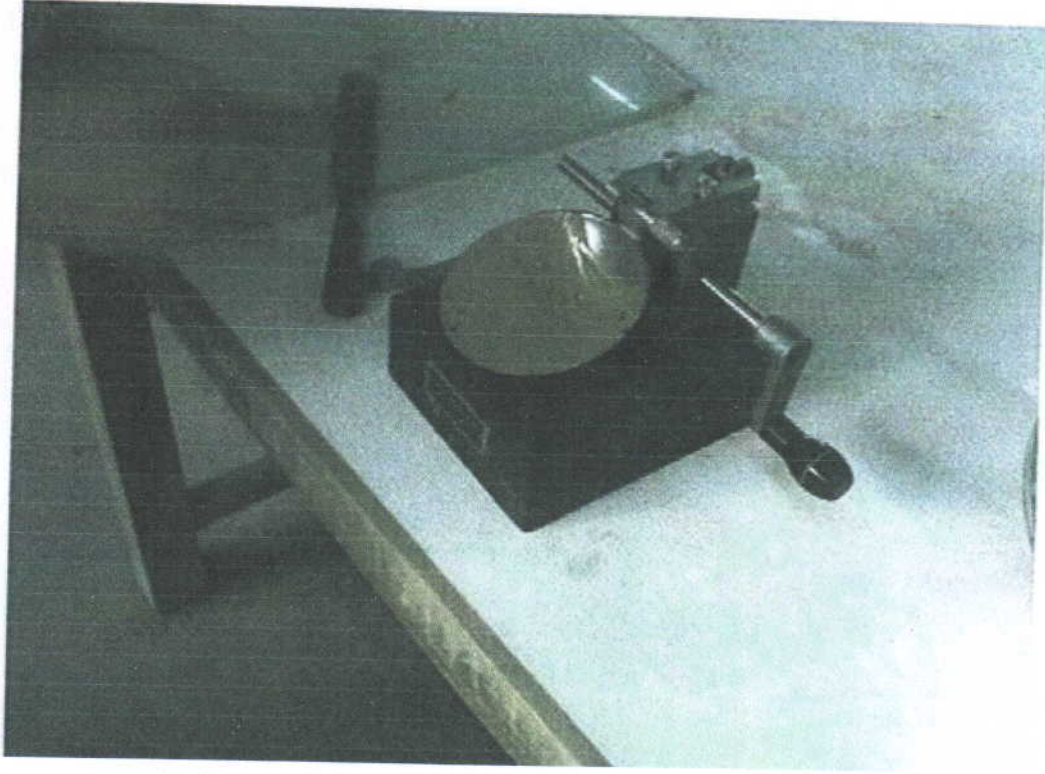
صورة (6) قذف العينة المبعثرة من انبوب شلبي



صورة (7) اختبار العينة في تجربة الانضغاط غير المحصور



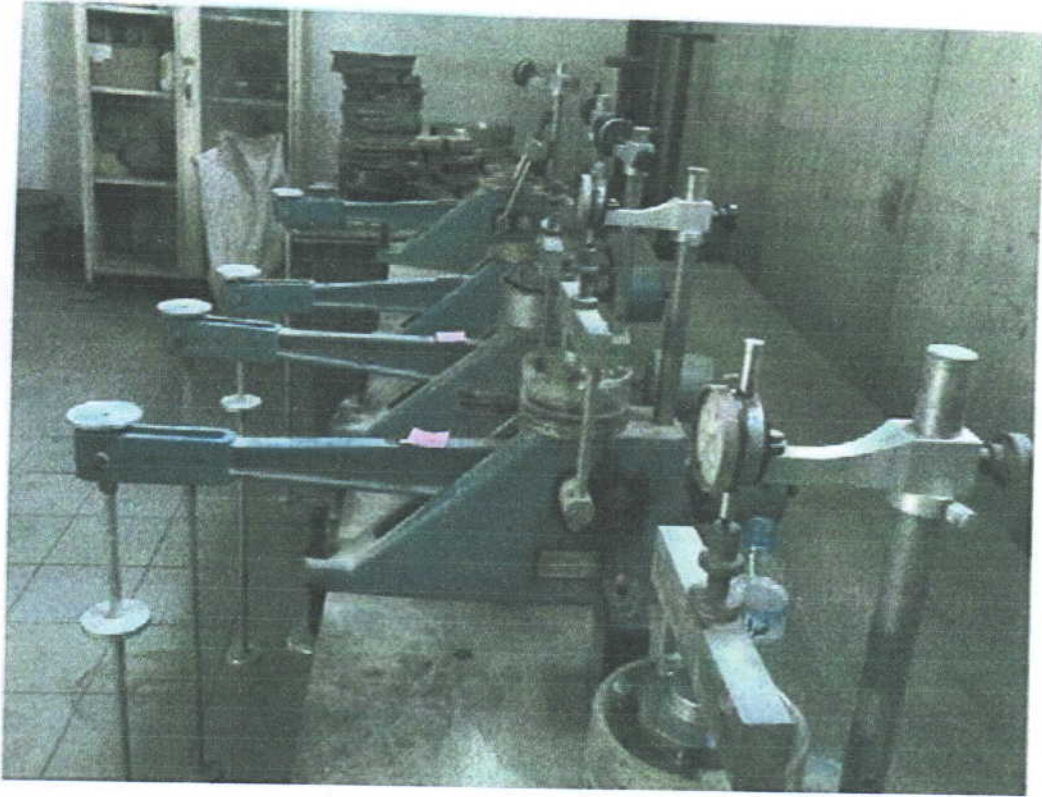
صورة (8) تحضير العينة لغرض حساب حدود السيولة



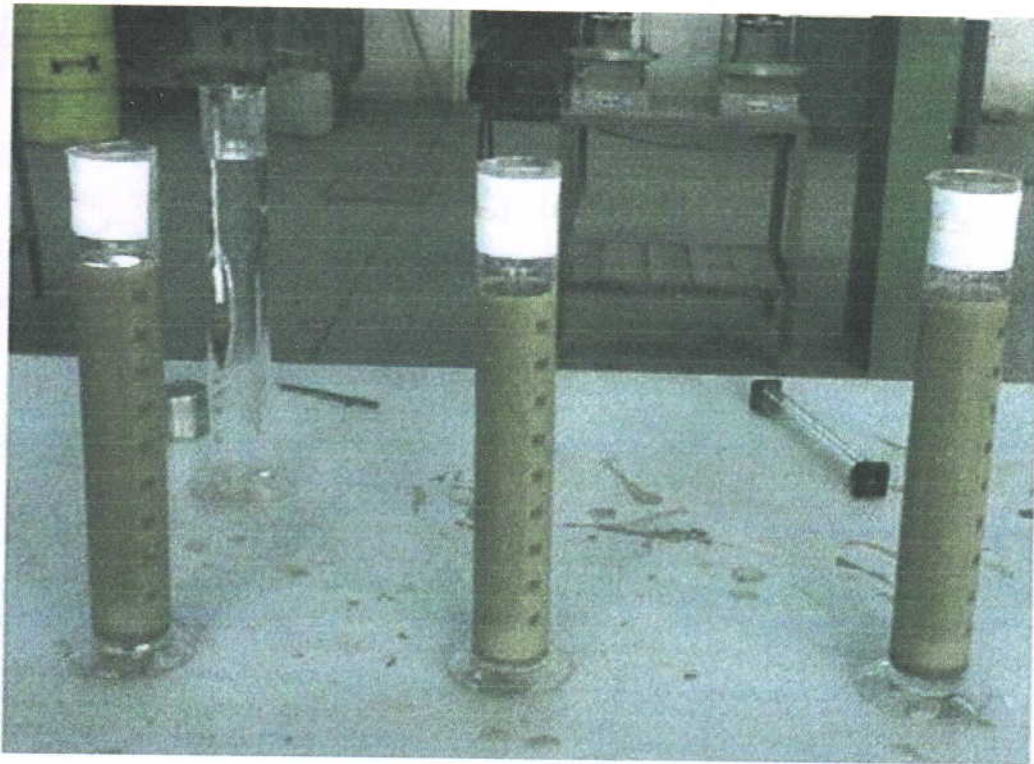
صورة (9) تحديد حدود السيولة باستخدام جهاز كاسكراندي



صورة (10) ازالة العينة بعد فحص الانضمام



صورة (11) فحص الانضمام للعينات غير المبعثرة



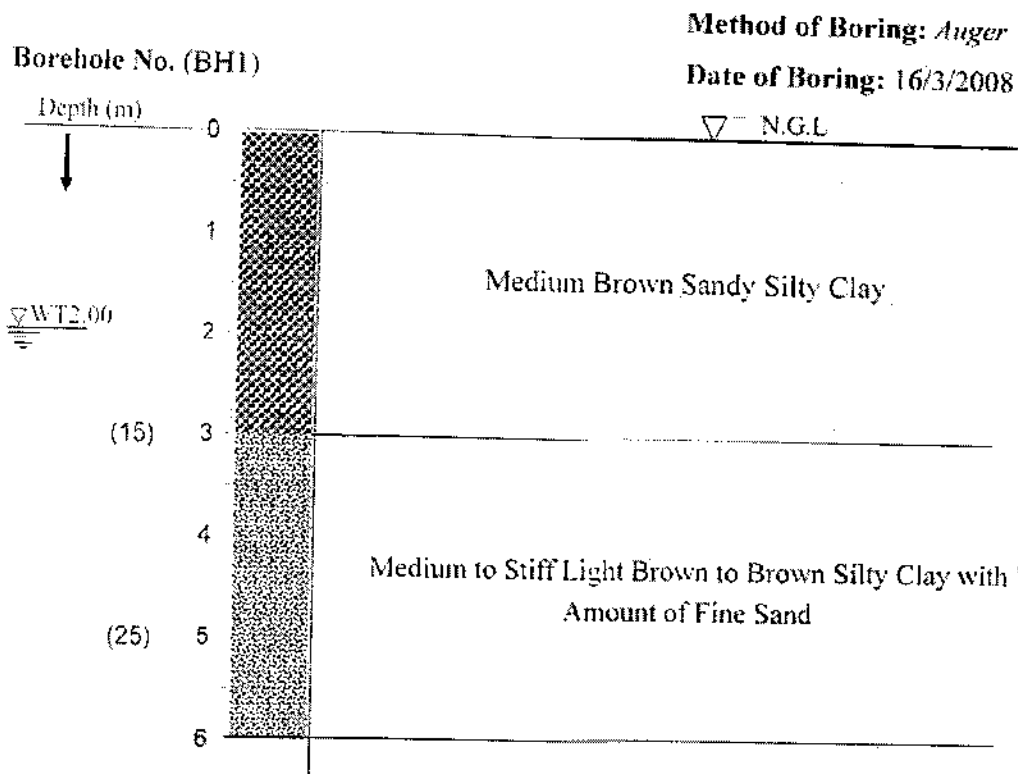
صورة (12) فحص الهيدروميتر لغرض حساب التوزيع الحبيبي لجزيئات التربة الدقيقة

الملحق (ب)

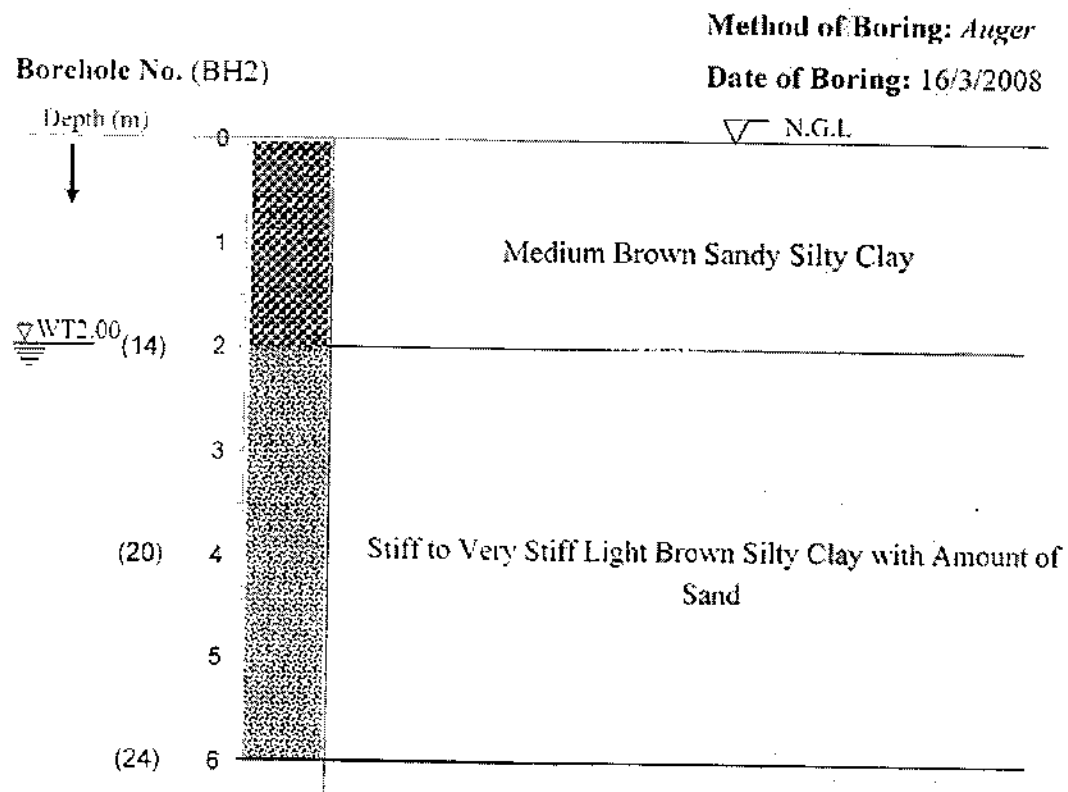
سجلات الاداء للحفر الثقوبية وطبقات التربة

(لنموذج مشروع تحري سابق)

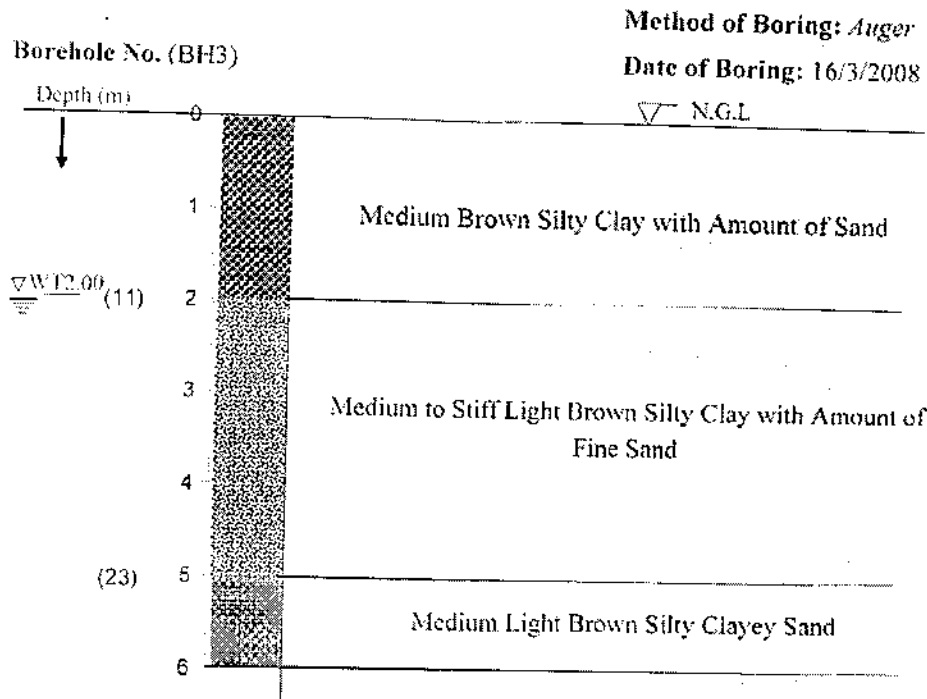
BORHOLE LOG



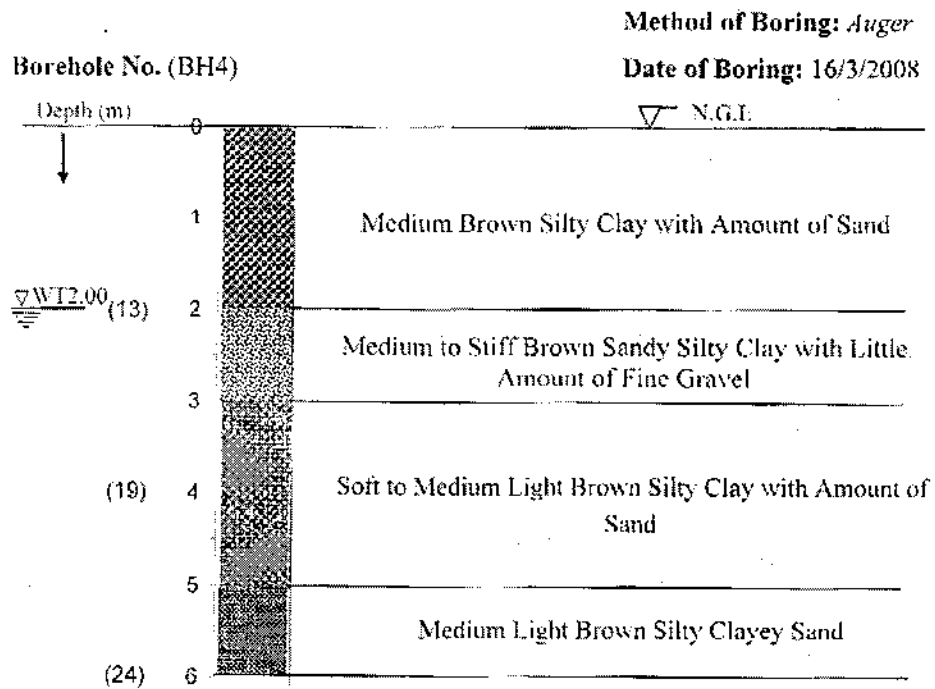
BOREHOLE LOG



BOREHOLE LOG



BOREHOLE LOG

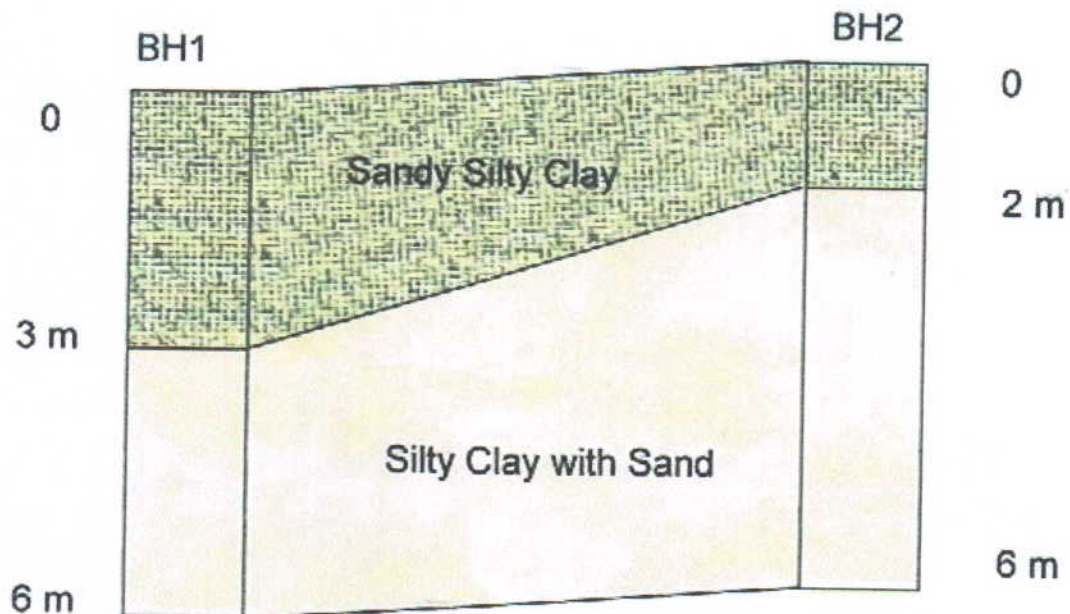
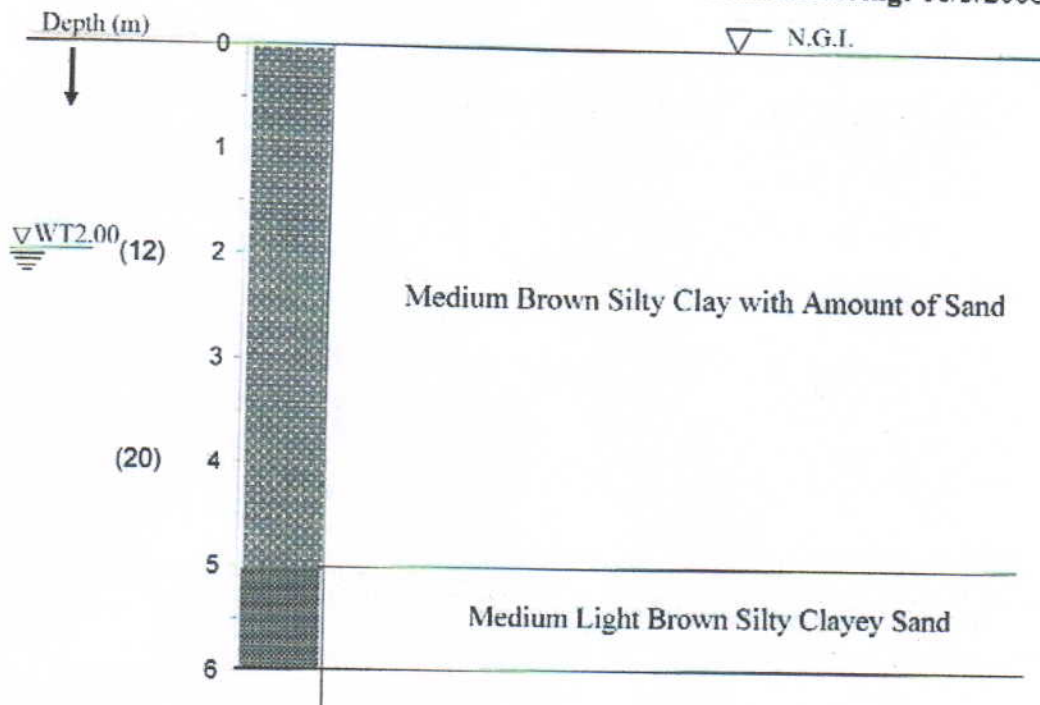


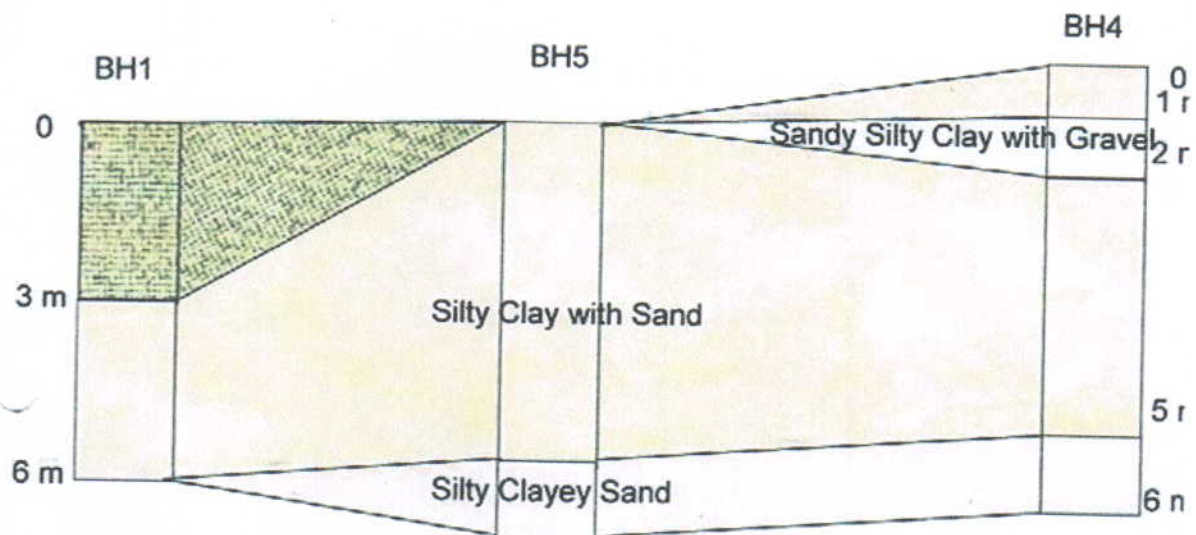
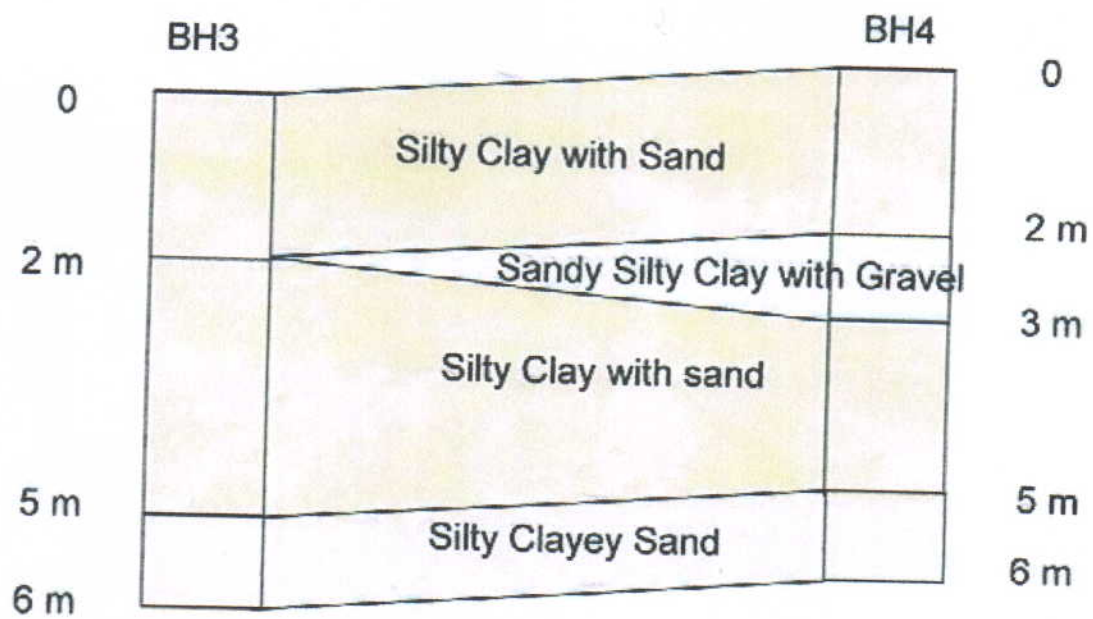
BOREHOLE LOG

Borehole No. (BH5)

Method of Boring: Auger

Date of Boring: 16/3/2008

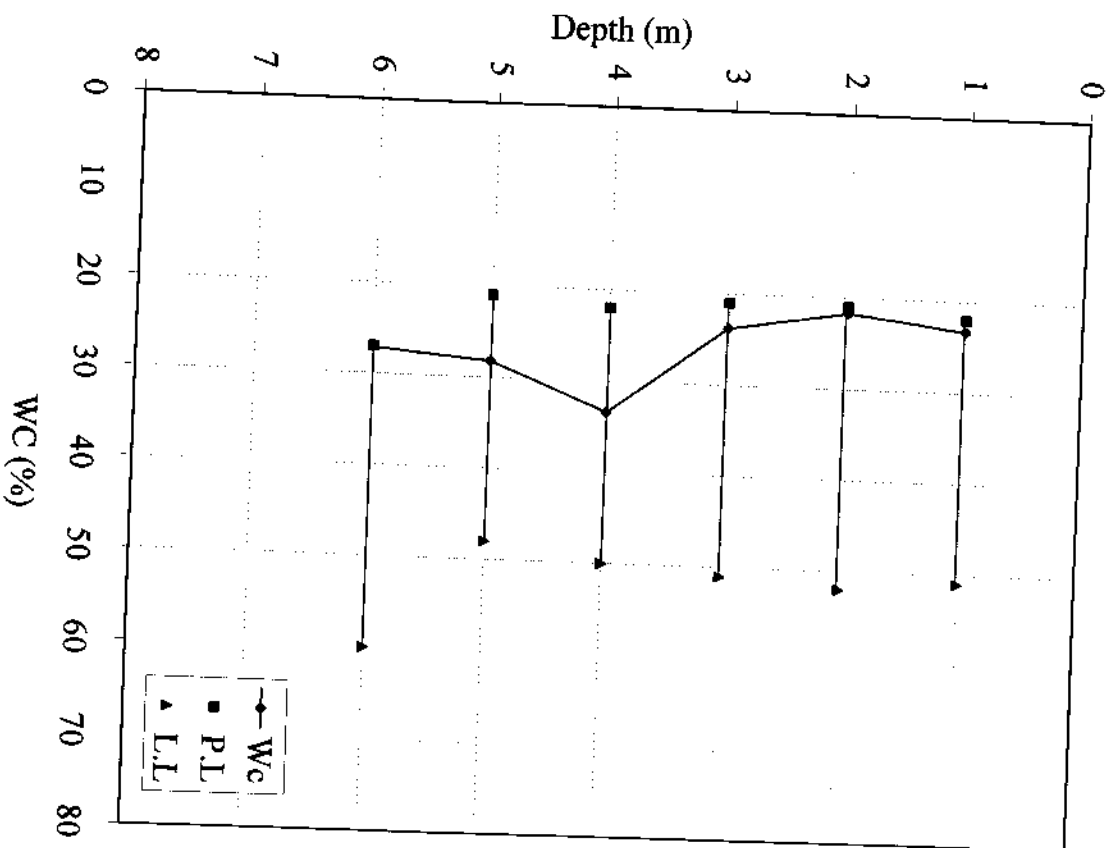




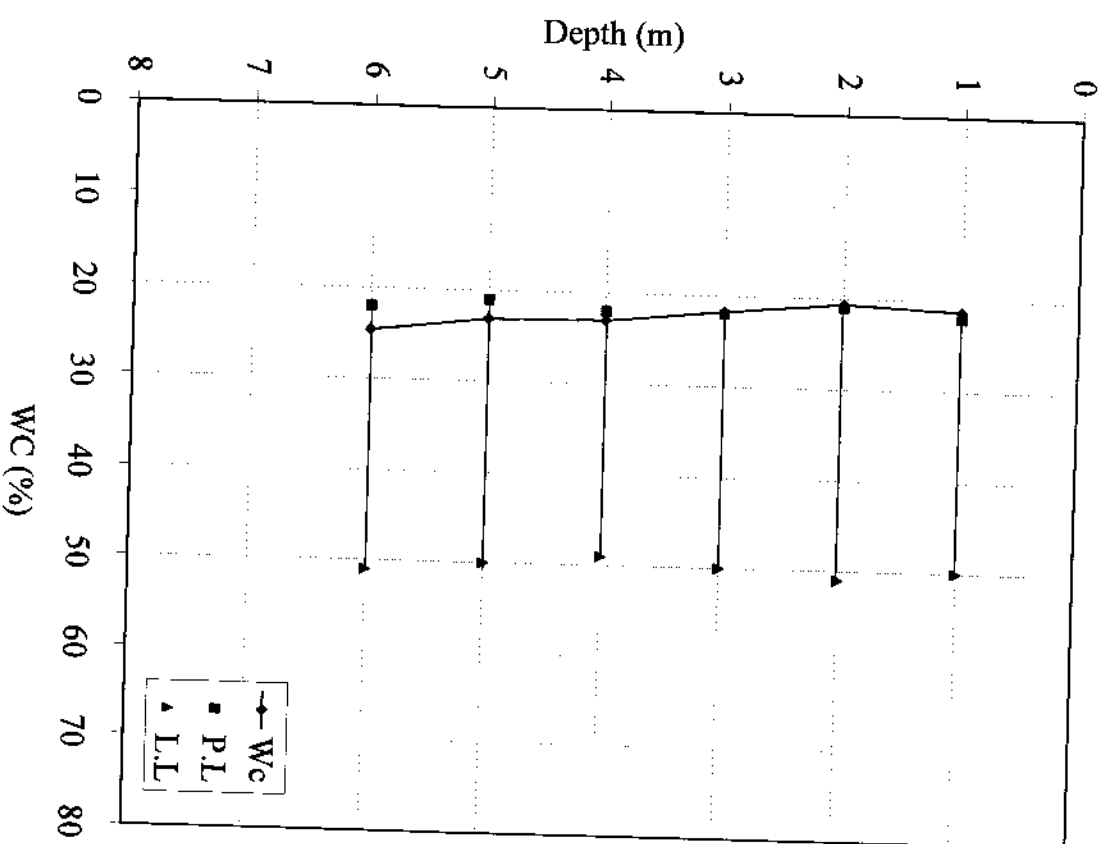
الملحق (ج)

نتائج الفحوصات المختبرية على نماذج التربة

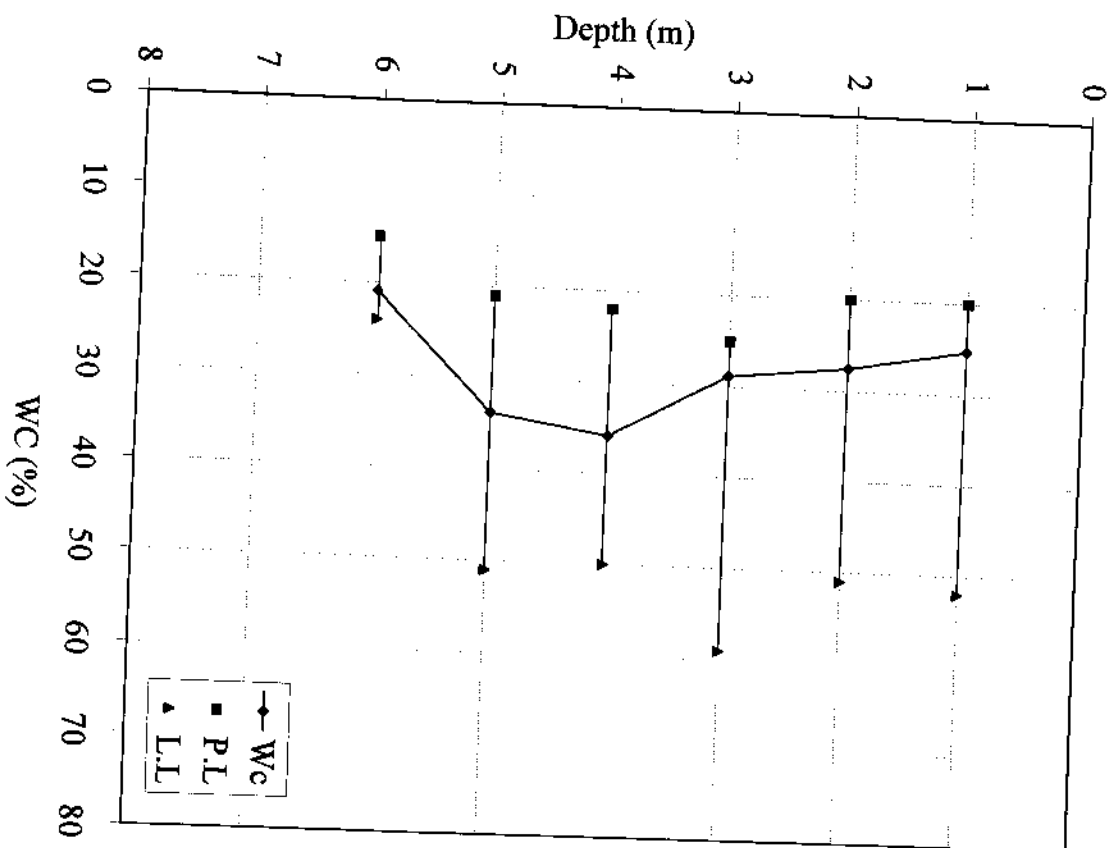
(لنموذج مشروع تحري موقعي سابق)



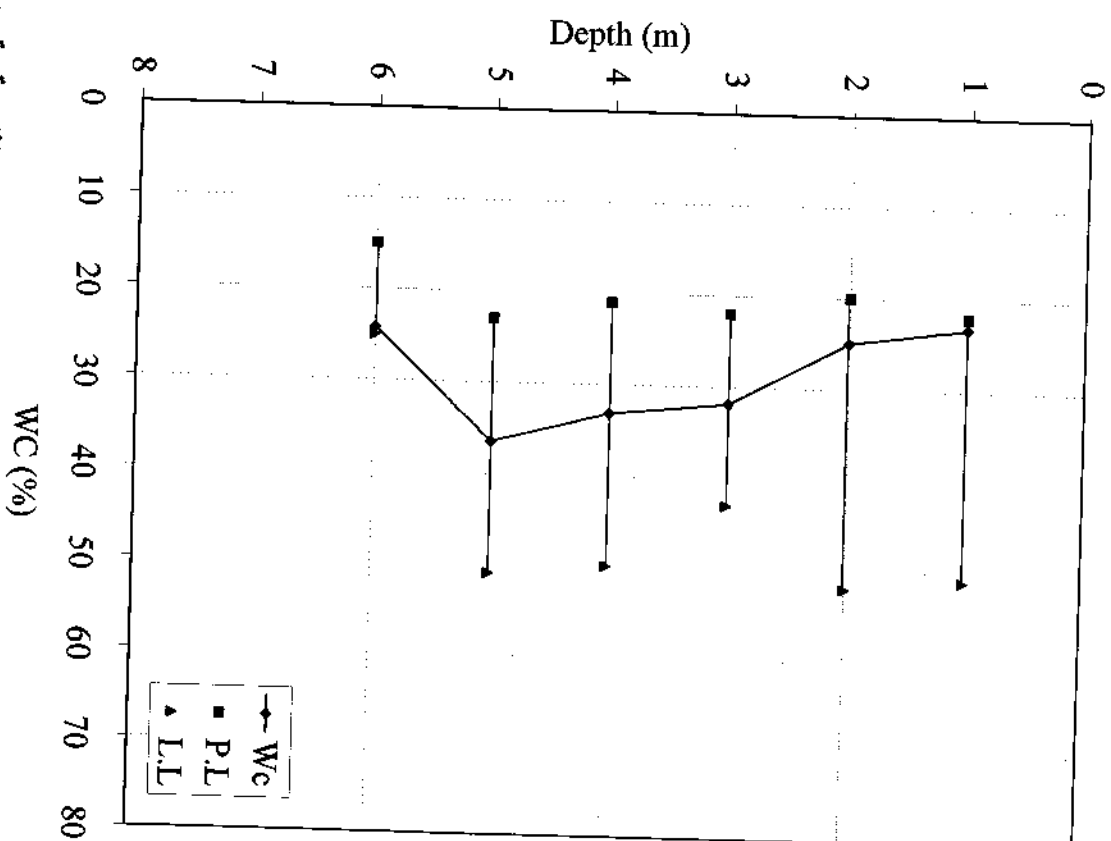
شكل (1) العلاقة بين المحتوى المائي وحدود القوام مع عمق الحفرة الثقوبية رقم (1)
No. BH 1



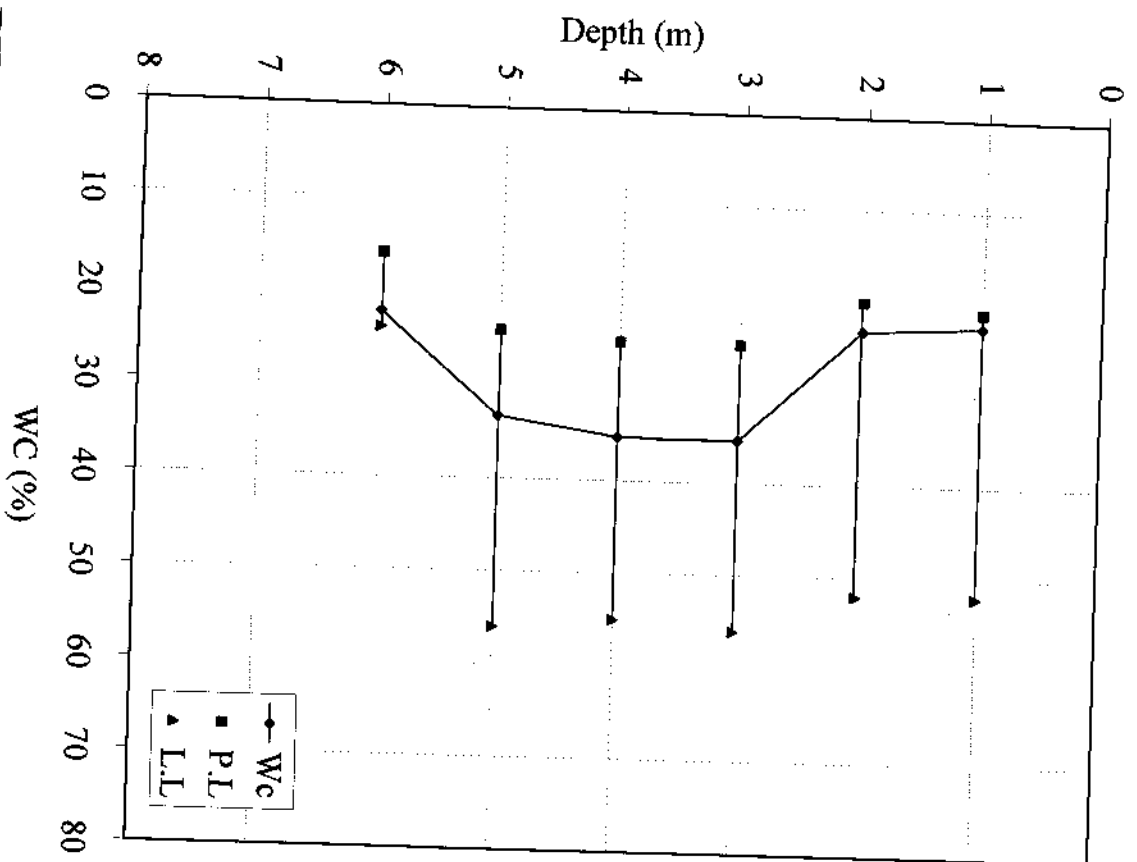
شكل (2) العلاقة بين المحتوى المائي وحدود القوام مع عمق الحفرة الثقوبية رقم (2)
No. BH2



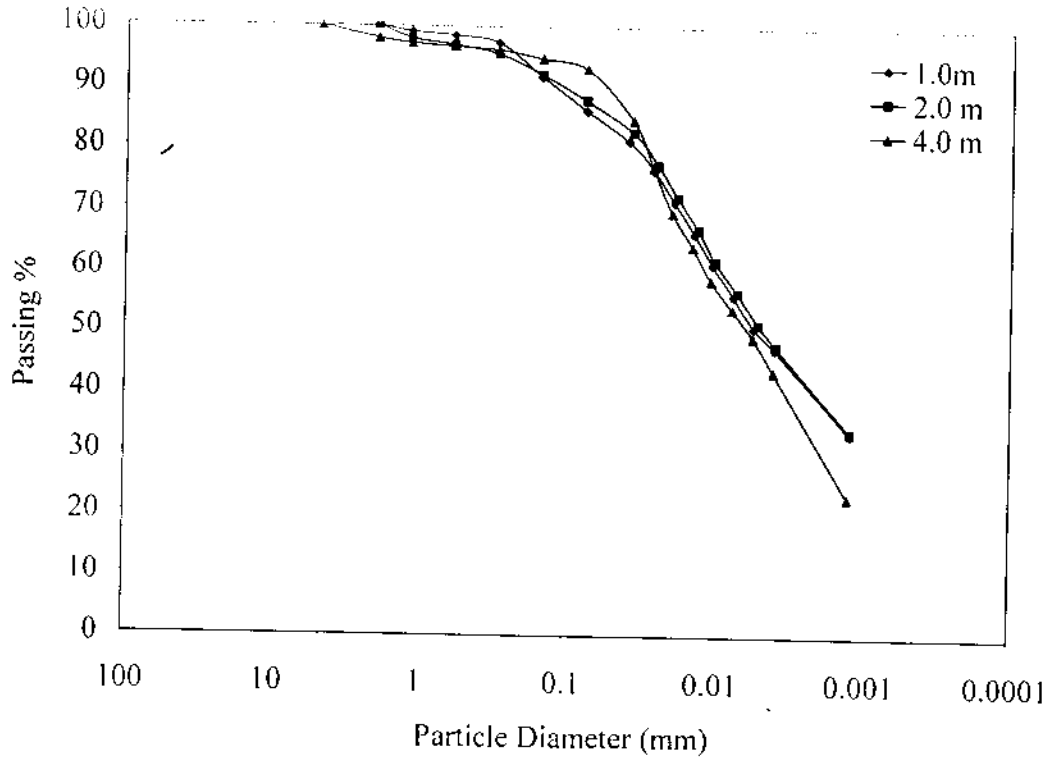
شكل (3) العلاقة بين المحتوى المائي وحدود القوام مع عمق الحفرة الثقوبية رقم (3)
No. BH3



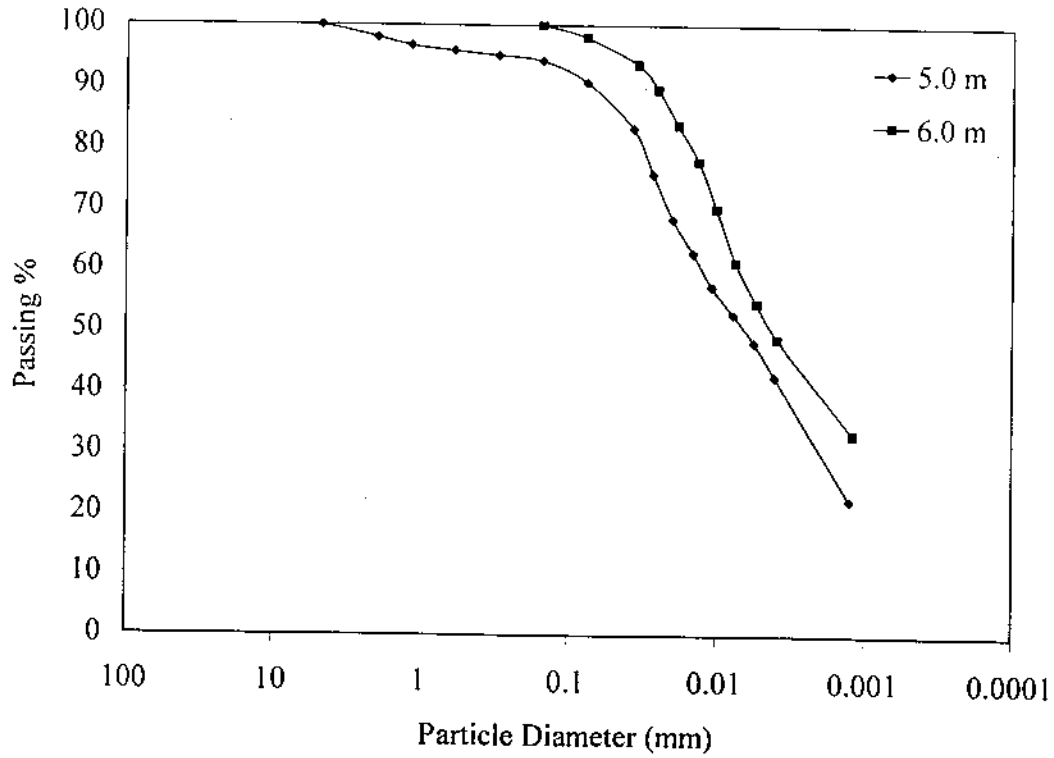
شكل (4) العلاقة بين المحتوى المائي وحدود القوام مع عمق الحفرة الثقوبية رقم (4)
No. BH4



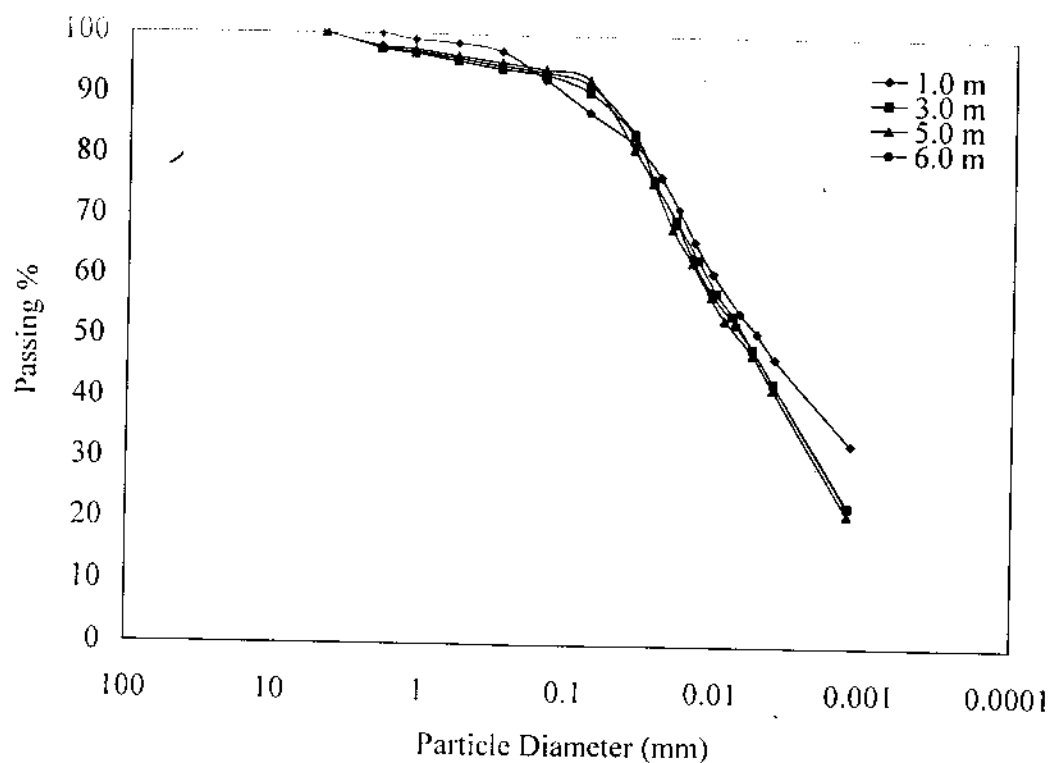
شكل (5) العلاقة بين المحتوى المائي وحدود اللزوم مع عمق الحفرة الثقوبية رقم (5) BH No.



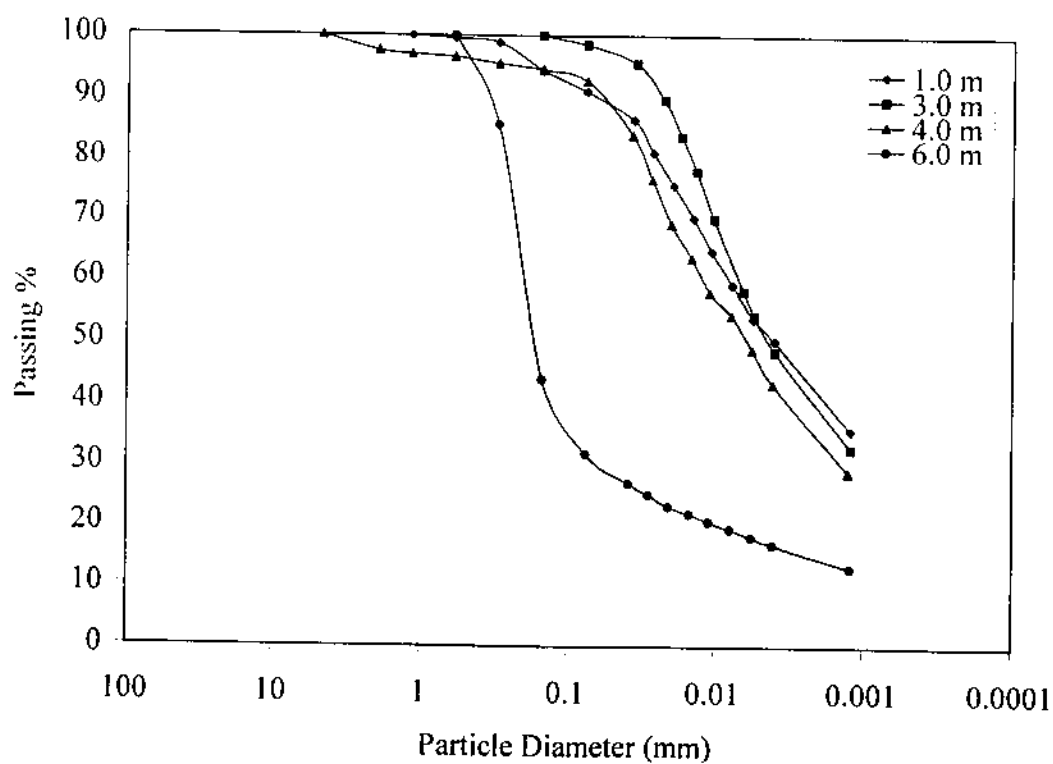
شكل (6) توزيع الحجم الحبيبي عند الاعماق (1 ، 2 ، 4) متر للحفرة الثقوبية رقم (1) BH1



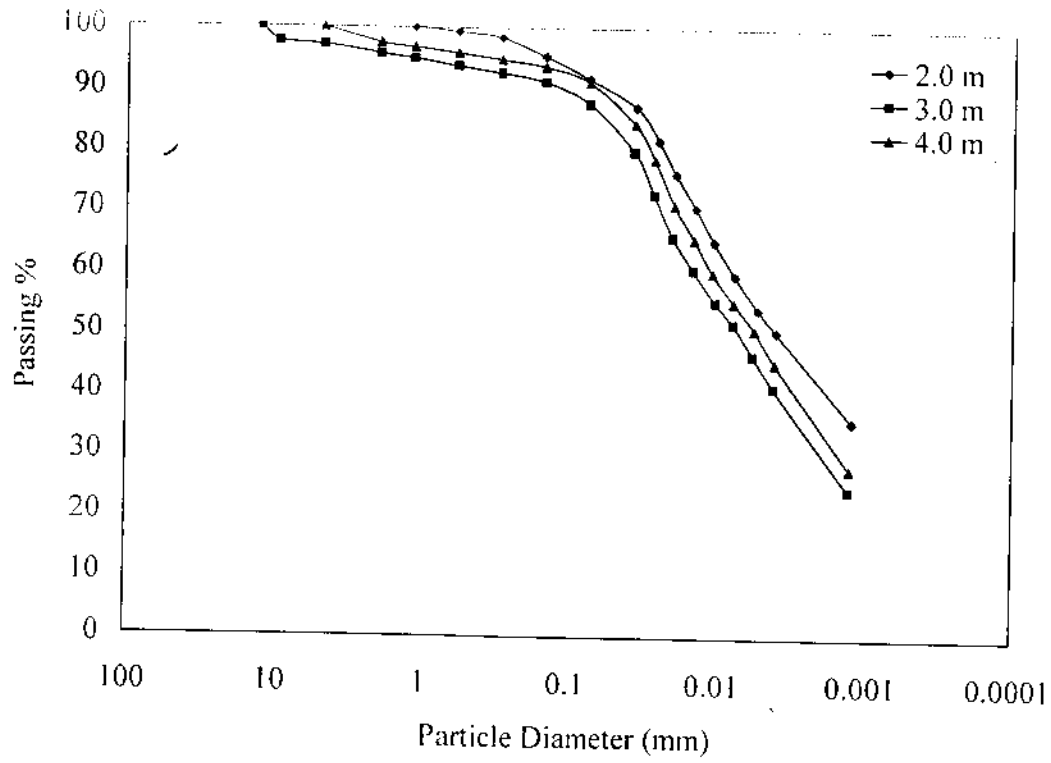
شكل (7) توزيع الحجم الحبيبي عند الاعماق (5 ، 6) متر للحفرة الثقوبية رقم (1) BH1



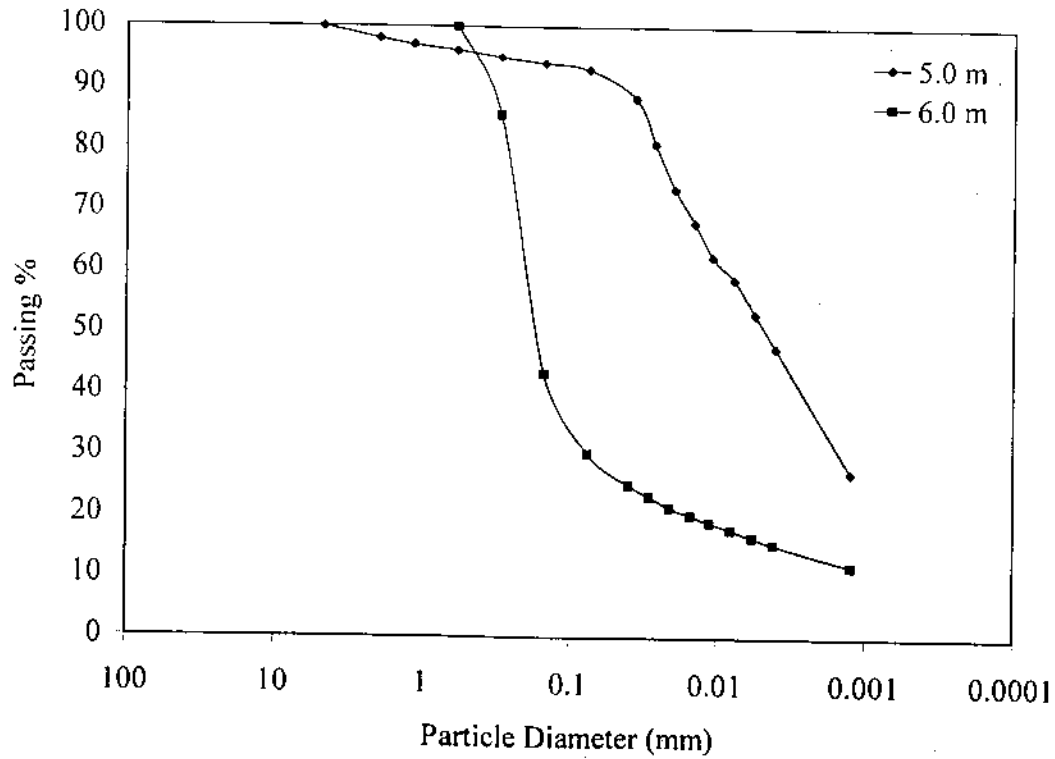
شكل (8) توزيع الحجم الحبيبي عند الاعماق (1 ، 3 ، 5 ، 6) متر للحفرة الثقوبية رقم (2) BH 2



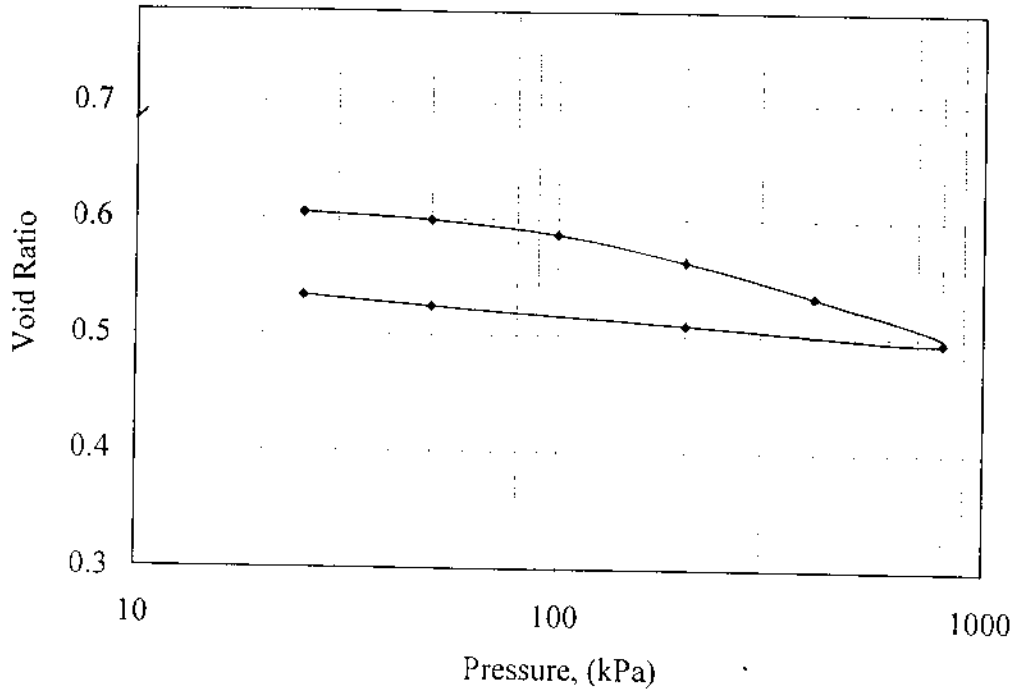
شكل (9) توزيع الحجم الحبيبي عند الاعماق (1 ، 3 ، 4 ، 6) متر للحفرة الثقوبية رقم (3) BH 3



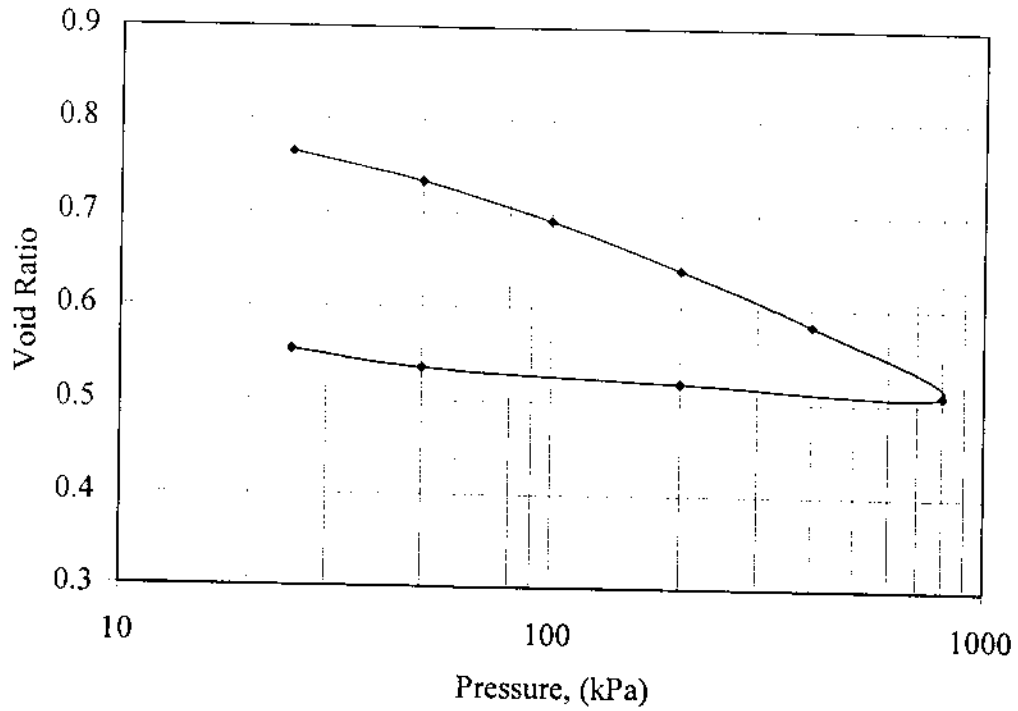
شكل (10) توزيع الحجم الحبيبي عند الاعماق (2 ، 3 ، 4) متر للحفرة الثقوبية رقم (4) BH4



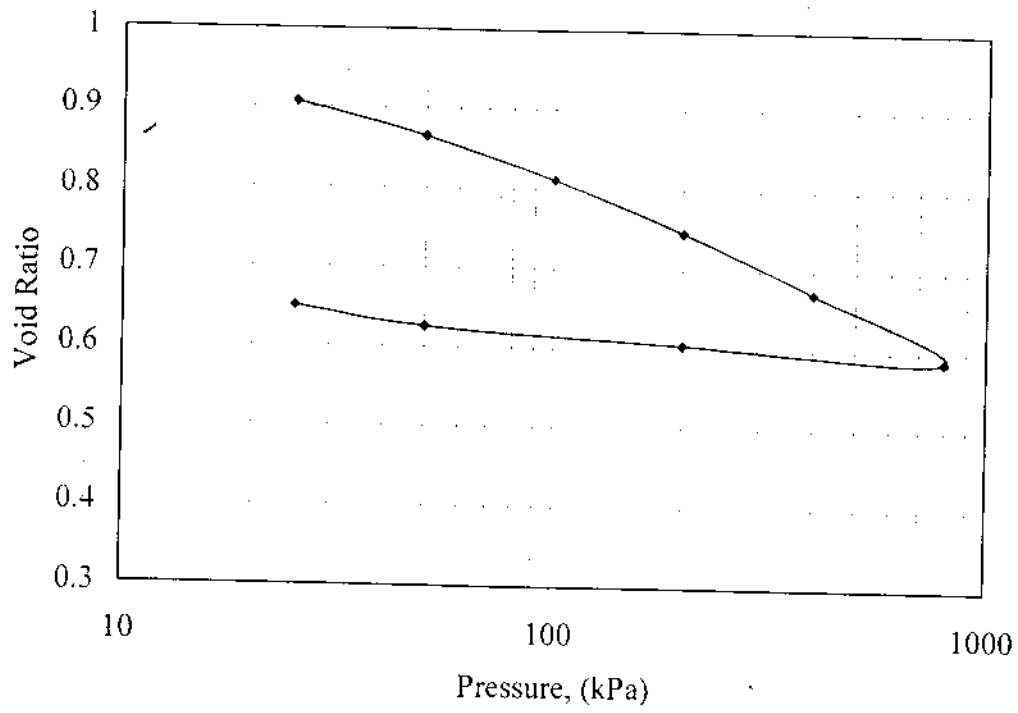
شكل (11) توزيع الحجم الحبيبي عند الاعماق (5 ، 6) متر للحفرة الثقوبية رقم (4) BH4



شكل (14) العلاقة بين الضغط ونسبة الفجوات عند العمق (3) متر للحفرة الثقوبية رقم (2) BH2



شكل (15) العلاقة بين الضغط ونسبة الفجوات عند العمق (4) متر للحفرة الثقوبية رقم (3) BH3



شكل (16) العلاقة بين الضغط ونسبة الفجوات عند العمق (5) متر للحفرة الثقوبية رقم (4) BH4

Results of Tests

Sheet No. (1) of (5)

Date : 16 /3/2008

Location of Specimen	BH. No.	Depth (m)	Sample Type	Index Properties			Natural water Content (%)	Symbol USCS	Dry Unit Weight kN/m ³	Specific Gravity	Strength Tests		Consolidation Tests				Particle Size Distribution				Chemical Tests	
				LL (%)	PL (%)	PI (%)					Unconfined Compression C _u (kPa)	φ (deg.)	e ₀	P _c (kPa)	C _c	C _r	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Gravel (%)	SO ₃ %	Gypsum Content%
BH1	1.0	DS	51	22	29	23.3	CH		2.67								50	36	14	0	1.44	3.11
	2.0	US	52	21	31	21.7	CH	15.33	2.67	59.0			0.64	180	0.12	0.029	51	35	12	0		
	3.0	SPT	51	21	30	23.8	CH															
	4.0	DS	50	22	28	33.4	CH		2.69								48	45	7	0	1.34	2.89
	5.0	SPT	48	21	27	28.2	CL		2.68								47	44	9	0	1.25	2.68
	6.0	DS	60	27	33	27.1	CH		2.67								52	41	7	0		

Depth of water table = 200 cm

1

Date : 16 /3/2008

Depth of water table = 200 cm

Results of Tests

Sheet No. (3) of (5)

Date : 16 /3/2008

Location of Specimen		Sample Type	Index Properties			Natural water Content (%)	Symbol USCS	Dry Unit Weight kN/m ³	Specific Gravity		Strength Tests		Consolidation Tests				Particle Size Distribution				Chemical Tests	
BH. No.	Depth (m)		LL (%)	PL (%)	PI (%)						Unconfined Compression C _u (kPa)	φ (deg.)	e ₀	P _c (kPa)	C _c	C _r	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Gravel (%)	SO ₃ %	Gypsum Content%
BH3	1.0	DS	52	20	32	25.2	CH		2.68								52	39	9	0	1.35	2.92
	2.0	SPT	51	20	31	27.5	CH															
	3.0	DS	59	25	34	28.8	CH		2.70													
	4.0	US	50	22	28	35.8	CH	13.94	2.67	37.0			0.83	150	0.18	0.024	52	47	1	0	1.38	2.98
	5.0	SPT	51	21	30	33.7	CH										47	45	8	0		
	6.0	DS	24	15	09	20.9	SC		2.65								18	13	69	0	0.89	1.92
																					0.54	1.16

Depth of water table = 200 cm

Results of Tests

Sheet No. (4) of (5)

Date : 16 /3/2008

Location of Specimen		Sample Type	Index Properties			Natural water Content (%)	Symbol USCS	Dry Unit Weight kN/m ³	Specific Gravity	Strength Tests		Consolidation Tests				Particle Size Distribution				Chemical Tests	
BH. No.	Depth (m)		LL (%)	PL (%)	PI (%)					Unconfined Compression C _u (kPa)	ϕ (deg.)	e ₀	P' _c (kPa)	Cc	Cr	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Gravel (%)	SO ₃ %	Gypsum Content%
BH4	1.0	DS	51	22	29	23.2	CH														
	2.0	SPT	52	20	32	24.9	CH		2.67							53	39	8	0	0.99	2.14
	3.0	DS	43	22	19	31.8	CL		2.66							44	43	10	3		
	4.0	SPT	50	21	29	33.1	CH		2.68							49	46	9	0	1.24	2.66
	5.0	US	51	23	28	36.4	CH	13.85	2.67	34.0		0.96	145	0.22	0.032	51	42	7	0		
	6.0	SPT	25	15	10	24.2	SC	2.64								16	14	70	0	0.68	1.47

Depth of water table = 200 cm

Date : 16 / 5 / 2008

Depth of water table = 200 cm

Results of Tests

Sheet No. (5)

Date : 16 /3/2008

Location of Specimen		Sample Type	Index Properties			Natural water Content (%)	Symbol USCS	Dry Unit Weight kN/m ³	Specific Gravity	Strength Tests		Consolidation Tests				Particle Size Distribution				Chemical Tests	
BH. No.	Depth (m)		LL (%)	PL (%)	PI (%)					Unconfined Compression C _u (kPa)	φ (deg.)	e ₀	P' _c (kPa)	C _c	Cr	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Gravel (%)	SO ₃ %	Gypsum Content%
BH5	1.0	DS	52	21	31	22.5	CH		2.69							50	41	9	0	1.05	2.27
	2.0	SPT	52	20	32	23.2	CH													0.85	1.84
	3.0	DS	56	25	31	35.4	CH		2.70							54	44	2	0		
	4.0	SPT	55	25	30	35.3	CH													1.25	2.70
	5.0	DS	56	24	32	33.3	CH		2.69							52	45	3	0	1.32	2.84
	6.0	US	24	16	08	22.3	SC	16.49	2.64	13.0	30	-	-	-	-	15	14	71	0		

Depth of water table = 200 cm