اهمية التحريات الموقعية وفحوصات التربة في المشاريع الهندسية

The Role of Site investigations and Soil testing in Engineering Projects

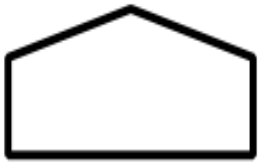
د. عاصم احمد حسن

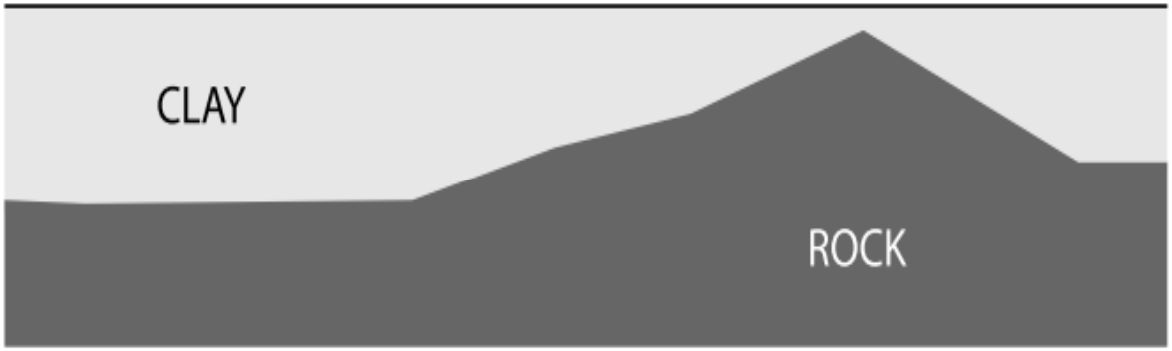
قسم جيولوجيا النفط والمعادن-كلية العلوم

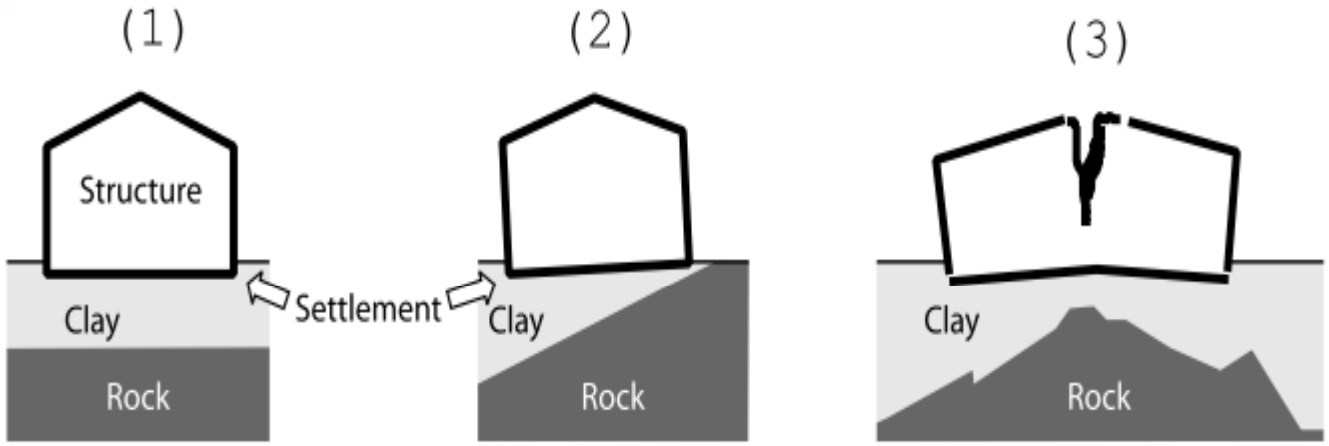
جامعة ديالى

التحريات الموقعية Site Investigations

هي عملية استكشاف وتقييم المواقع المقترحة لاقامة المنِشآت الهندسية لاعطاء توصية بمدى صلاحيتها لاقامة هذه المشاريع والتي تمكن المهندسين من وضع افضل التصاميم الهندسية وتوقع المشاكل الهندسية المحتملة ووضع الحلول المناسبة لها.

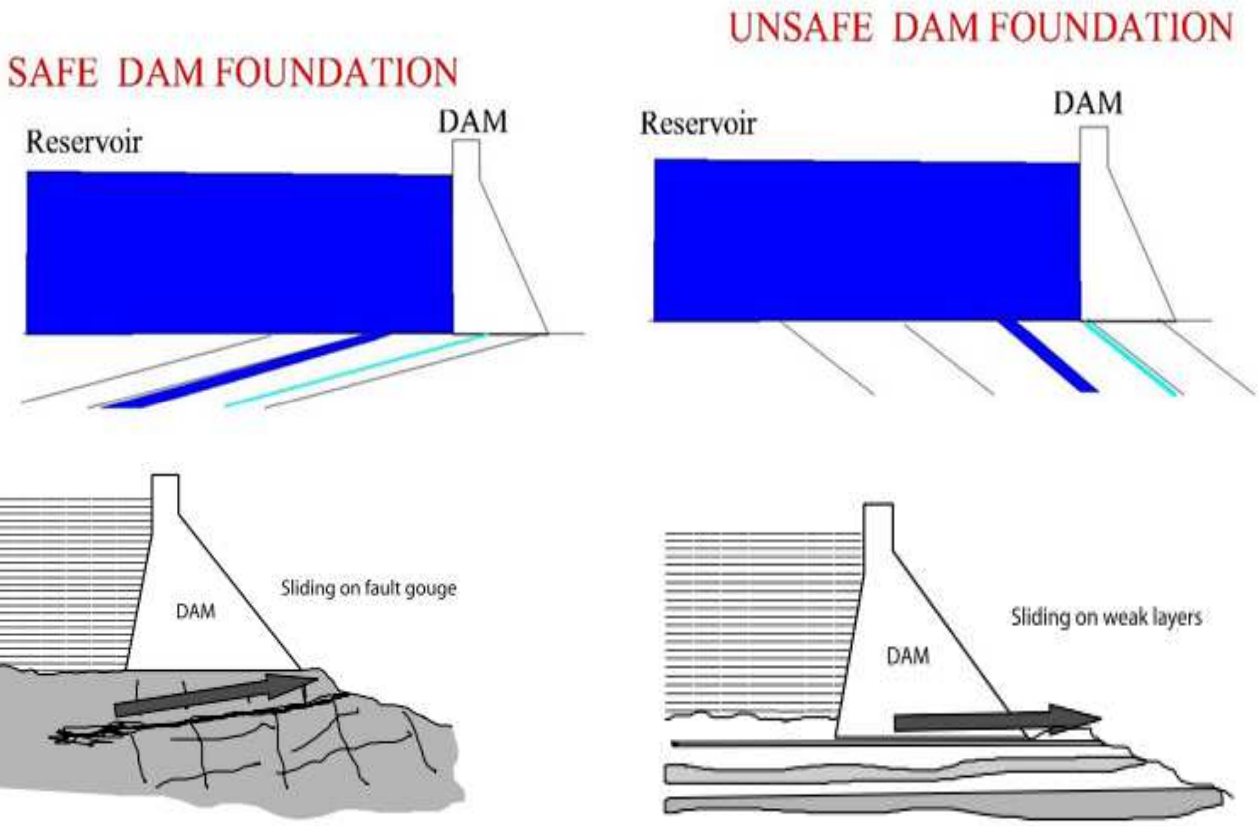
Where would you  build your house?




(1)
(2)
(3)
Structure
Clay
Rock
Settlement
Clay
Rock
Clay
Rock

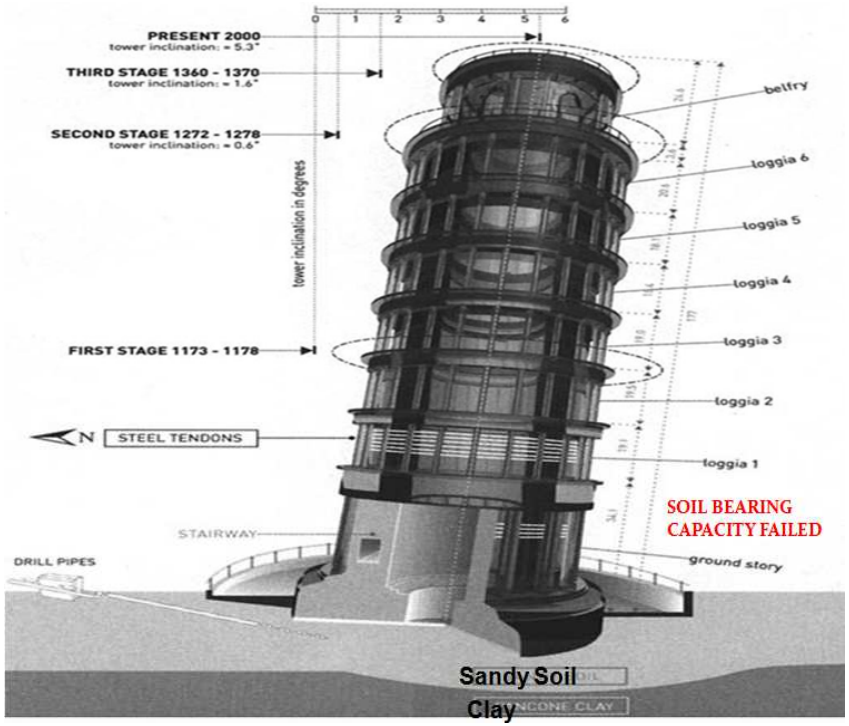
امثلة:

1. السدود



2. الابنية

TOWER OF PISA, ITALY


PRESENT 2000
tower inclination: = 5.3°
THIRD STAGE 1360 - 1370
tower inclination: = 1.6°
SECOND STAGE 1272 - 1278
tower inclination: = 0.6°
FIRST STAGE 1173 - 1178
tower inclination in degrees
N
STEEL TENDONS
STAIRWAY
DRILL PIPES
belfry
loggia 6
loggia 5
loggia 4
loggia 3
loggia 2
loggia 1
ground story
SOIL BEARING CAPACITY FAILED
Sandy Soil
Clay

3. الجسور

SMALL BRIDGE WASH OUT DUE TO LACK OF PROTECTION WORK
LOOSE SOIL

4. الطرق

ROAD CONSTRUCTED ON
SLOPE WASH MATERIAL WITH
UNPROPER PROTECTION

5. المساكن

LOSS DUE TO LACK OF
SAFETY AWERNACE
DANGER ZONE
SLIDE DUE TO FLOOD

اهداف الجيولوجيا الهندسية Objectives of Engineering Geology

✓دراسة وفحص التربة والصخور واجراء التجارب المختبرية والميدانية لتقييم الطبيعة الجيولوجية والتركيبية في المواقع الهندسية.

✓تقديم الاستشارة الجيولوجية في المواقع الهندسية كمشاريع الطرق والانفاق والسدود والمنحدرات وحماية الشواطئ وغيرها.

✓المساهمة في حل المشاكل الهندسية والبيئية الناتجة اوالمصاحبة لاقامة المشاريع الهندسية.

✓تقييم الاثار الناتجة عن الفيضانات والزلازل والبراكين والتصحر وايجاد الحلول المناسبة لها.

✓المساهمة في نشر التوعية البيئية والجيولوجية من كل مايهددها من مخاطر والمساهمة في درء هذه المخاطرمن خلال تقديم البحوث والمنشورات العلمية في مجالات الجيولوجية الهندسية والبيئية.

اهداف التحريات الموقعية Objectives of Site Investigations

1. تقدير صلاحية او ملائمة الموقع لاقامة المشروع المقترح.

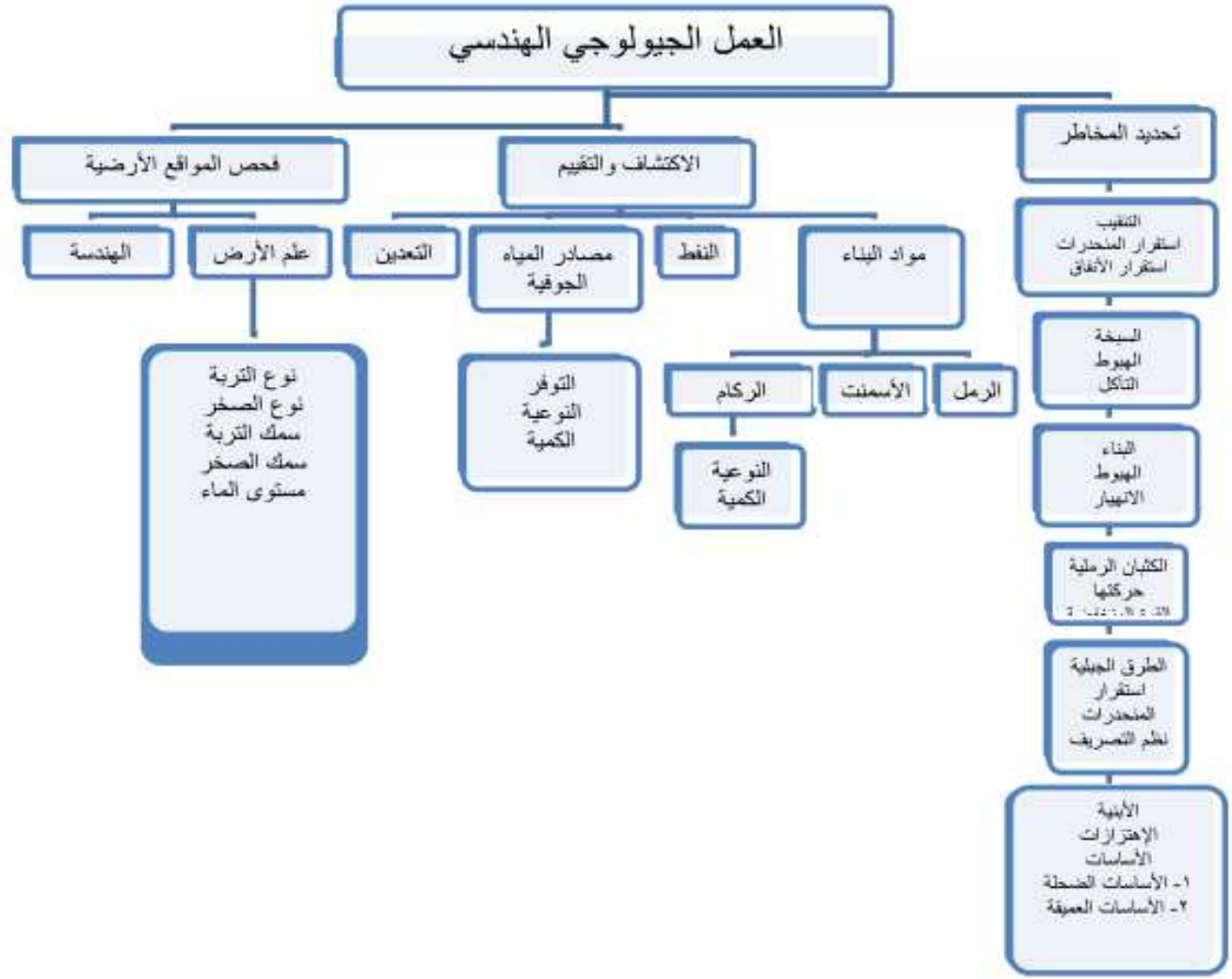
2. تمكين المهندس المدني من وضع التصاميم الملائمة ذات الجدوى الاقتصادية الجيدة.

3. تساعد في فهم وتقييم الصعوبات والمشاكل الهندسية التي يحتمل ان تحصل خلال او بعد عملية الانشاء والناجمة عن الظروف الجيولوجية للموقع المقترح.

4. تساعد في التحقق من سلامة المنشآت الهندسية المقامة ودراسة الاسباب التي ادت او قد تؤدي الى حصول المشاكل الهندسية المختلفة وتقييم المخاطر ووضع الحلول المناسبة لتقليل الخسائر البشرية والاضرار المادية.

دور الجيولوجي الهندسي في التحريات الموقعية

The role of Engineering Geologist in Engineering Site Investigations



INVESTIGATION التحريات

تحريات حقلية

تحريات مختبرية

FIELD INVESTIGATIONS

(A) Geotechnical
(B) Hydrological
(C) Geophysical
(D) Construction material

LABOURATURY INVESTIGATIONS

(a) Physical properties of Soil & Rock
(b) Geomechanical Properties
(c) Petrological studies of rock & soil

مراحل استكشاف الموقع Stages of Site Investigation

1. استطلاع الموقع التمهيدي Site Reconnaissance

وتمثل دراسة اولية للموقع قد تكون كافية لبعض المشاريع الصغيرة كالمنشأت والابنية الصغيرة او تشكل دراسة تمهيدية للمرحلة الثانية من استكشاف الموقع في المشاريع الضخمة كالسدود والانفاق، وتكون هذه المرحلة اقل كلفة من المراحل التالية وتشمل مايلي:

أ) دراسة الخرائط والابحاث والتقارير المتوفرة عن الموقع المقترح.

ب) القيام بجولة استطلاعية في الموقع.

ج) اعداد خرائط جيولوجية اولية.

د)جمع العينات وحفر الابار التجريبية الاولية.

هـ) الاستعانة بالطرق الجيوفيزيائية لفهم الطبيعة الجيولوجية التحت سطحية خاصة عندما تكون هناك حاجة لمرحلة ثانية في عمليات الاستكشاف.

مراحل استكشاف الموقع Stages of Site Investigation

2. استكشاف الموقع Site Investigation

وتهدف هذه المرحلة للفهم التفصيلي الدقيق للتراكيب الجيولوجية وطبيعة الصخور والتربة وخصائصها المختلفة وتتضمن هذه المرحلة:

أ) تهيئة الخرائط الجيوتكنيكية Geotechnical Map المفصلة وتمثل خرائط جيولوجية بتعابير هندسية يتم اعدادها حسب الغرض من اقامة المشروع.

ب) دراسة نتائج الفحوصات الحقلية لتوفير تقارير مفصلة لتقييم الموقع.

ج) حفر ابار استكشافية بأعماق واعداد ومسافات يحددها طبيعة المشروع للتأكد من المعلومات المتجمعة وتوفير معلومات اضافية تساعد في فهم الخصائص الهندسية للصخور والتربة.

مراحل استكشاف الموقع Stages of Site Investigation

3. استكشاف الاسس Foundation Investigation

ان الهدف الاساسي من هذه العملية هو التأكد من نتائج المرحلتين السابقتين وقد يطرأ بعض التغييرات على التصميم استنادا الى مايتم استكشافه في هذه المرحلة، ويتم في هذه المرحلة:

أ) التأكد من جيولوجية الموقع خلال فترة الحفرلغرض انشاء الاسس.

ب) جمع نماذج التربة والصخور خلال عملية الحفر لدراسة خصائصها بشكل مفصل.

ج) فحص النماذج في المختبر.

د) دراسة حالة المياه الجوفية خلال الحفر من خلال تحديد عمقها ونوعيتها واثرها على الاسس.

ادوات استكشاف الموقع Tools of Site Investigation

1. الخرائط الطبوغرافية

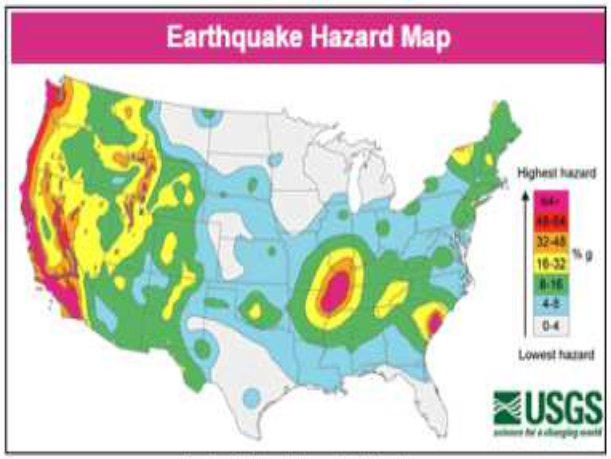
وهي خرائط تمثل الرسم الافقي لاجزاء مختلفة الارتفاعات من سطح الارض وفقا لمقياس رسم معين وتبين الشكل العام لسطح الارض والظواهر الطبيعية ويمكن ان تبين مواقع الطرق والمدن والحدود.

2.الخرائط الجيولوجية Geological Maps

وهي خرائط توضح المظاهر الجيولوجية ووحدات الصخور او الطبقات الجيولوجية وانواع المكاشف الصخرية وعلاقتها بالطبقات اضافة الى التراكيب الجيولوجية المختلفة باستخدام رموز والوان مختلفة.

3. الخرائط الجيولوجية الهندسية Engineering Geologic maps

هي نوع من الخرائط الجيولوجية التي توضح عناصر البيئة الجيولوجية الهندسية التي تختلف حسب مقياسها ومحتواها والغرض منها وتحتوي على معلومات جيولوجية ورموز تتعلق بالخواص الهندسية للتربة والصخور وقد تكون ذات هدف محدد او اهداف متعددة وقد تعبر عن المخاطر الجيولوجية لمنطقة معينة وتعرف بخرائط المخاطر الجيولوجية **Geohazard maps** والتي تمثل نوع من الخرائط الجيولوجية الهندسية التي تحدد طبيعة المخاطر ذات الابعاد الجيولوجية في منطقة ما مثل تحديد انطقة الهزات الارضية او البراكين او الانزلاقات الارضية او توزيع الترب حسب قابليتها على الانتفاخ والانكماش وهذا النوع من الخرائط له اهمية خاصة في وضع التصاميم للمشاريع الهندسية.



4. تحريات التربة Soil investigations

تعتبر تحريات التربة من اهم الاعمال في مختلف المشاريع الهندسية خاصة الكبيرة منها وتهدف الى دراسة وتقييم التربة والصخور في الموقع المقترح وتفيد في وضع التصاميم المناسبة لكل مشروع وبالتالي تفيد في تجنب المشاكل الهندسية ووضع الحلول لها مستقبلا في حالة حصولها.

5. الطرق الجيوفيزيائية Geophysical methods

تستخدم الطرق الجيوفيزيائية كالطرق الكهربائية والزلزالية والجذبية في المراحل الاولية لتحريات المواقع في مختلف المشاريع الهندسية لما تتميز به هذه الطرق من سرعة وكلفة قليلة اضافة الى امكانية تحديد خصائص التربة وطبقاتها وتحديد الصخور الصلدة Hard rocks واعماق وسمك الطبقات الحاملة للمياه الجوفية.

تحريات التربة Soil Investigations

اهداف برنامج تحريات التربة Soil investigation objectives:

يهدف برنامج تحريات التربة الى تقييم مدى ملائمة الموقع المقترح للمشروع ويتطلب الحصول على المعلومات التالية:

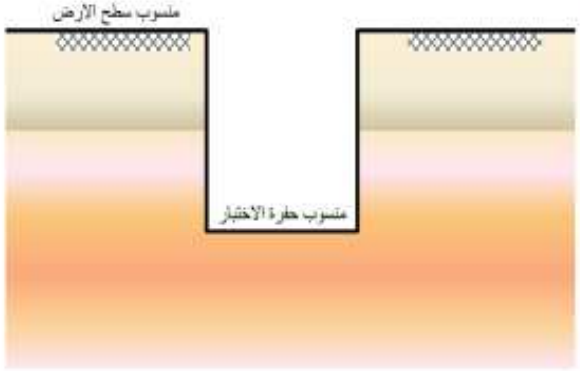
1. عمق ونوع اساسات المشروع بما يتناسب وخصائص التربة وحجم المشروع.
2. معرفة مقدار تحمل التربة نتيجة للاحمال المتوقعة الناجمة عن المشروع وبالتالي مقدار الهبوط المتوقع في الاسس.
3. الاضرار البيئية والاقتصادية التي تسببها اعمال الحفر للمناطق المجاورة واعمال التنفيذ من اجل تقييمها ووضع الحلول المناسبة.
4. معرفة نوع المياه الجوفية ومنسوبها وحركتها.
5. تحديد عمق ونوع الطبقة الصخرية Bed rock في المنطقة.
6. اختيار مواد التشييد الملائمة للمشروع.

ان هذه المعلومات تساهم في اخذ القرار المناسب حول مدى ملائمة موقع المشروع واختيار التصميم وافضل الطرق للتنفيذ والصيانة المستقبلية ووضع الحلول للمشاكل الهندسية المتوقعة.

طرق اخذ عينات التربة Soil boring methods

الطرق اليدوية التقليدية Manual methods

وهي طرق بسيطة قليلة الكلفة تتمثل بعمل حفرة الاختبار Test pit كما مبين في الشكل، يتم عملها بشكل مربع او مستطيل او دائرة وبعمق محدود يعتمد على طبيعة التربة وثبات جوانب الحفرة الجانبية، تستخدم للحصول عينة من قاع الحفرة او جوانبها وغالبا ماتكون العينات مفككة الا اذا تم اخذ الاحتياطات الفائقة عند استخراج عينات شبه متماسكة كما يمكن تحديد منسوب المياه الجوفية اثناء اعمال الحفر اذا كان قريبا من سطح الارض.



الطريقة اليدوية لعمل حفرة الاختبار

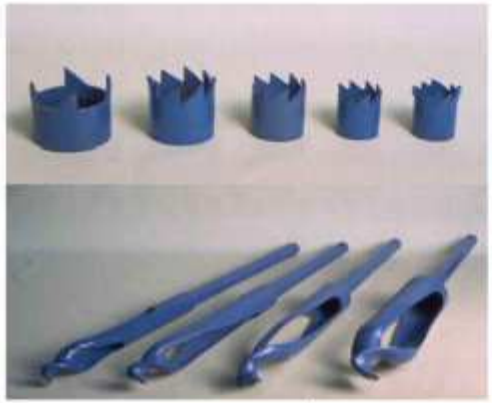
Hand augers المثاقب اليدوية

طرق اخذ عينات التربة Soil boring methods

استخدام المعدات الآلية

تحتاج بعض المشاريع خاصة الضخمة منها الى عمل تحريات على اعماق كبيرة وبأعداد كبيرة لذا لابد من استخدام معدات آلية تستخدم طرق حفر مختلفة

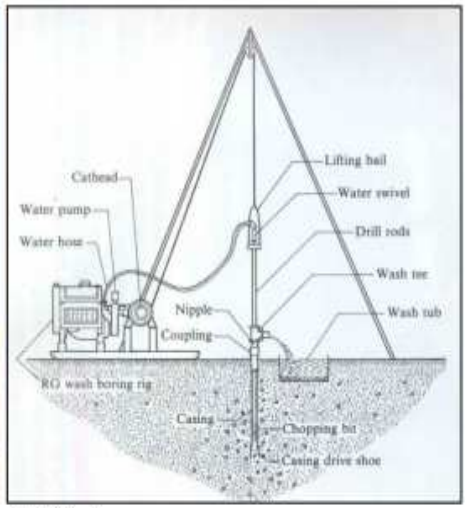
- الحفر الدوراني Rotary drilling



لقم الحفر بأشكال مختلفة

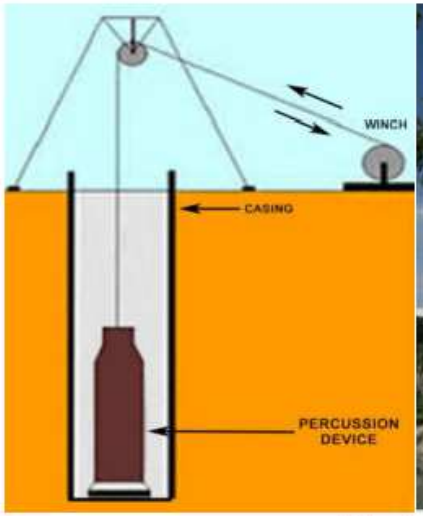
طريقة الحفر

- الحفر بالغسيل Wash boring



طريقة الحفر بالغسيل

- الحفر بالطرق Percussion drilling



طريقة الحفر بالدق

عينات التربة Soil samples

عينات مفككة Disturbed samples

وهي عينات التربة التي تكون بنيتها قد تغيرت وتفككت نتيجة الاستخراج ويتم الحصول عليها بالطرق اليدوية التقليدية او اليات الحفر الالية، ويجب وضعها في اكياس بلاستيكية لحفظ محتواها المائي وعدم تلويثها عند نقلها للمختبر ويكتب على الكيس اسم الموقع ورقم العينة والمكان والعمق وتاريخ الاستخراج، يمكن الاستفادة من هذه العينات لاجراء الفحوصات التي لا تتأثر بتغير بنية التربة مثل التدرج الحبيبي وحدود اتربرغ مثل حد السيولة واللدونة والمحتوى المائي الطبيعي للتربة.

عينات غير مفككة Undisturbed samples

وهي عينات تحتفظ ببنيتها وخواصها الاصلية كما موجودة في موقعها ويمكن الحصول عليها بالطرق اليدوية التي يتم العناية بها او المعدات الالية المتخصصة لاخذ العينات. تستخدم هذه العينات للفحوصات التي تتطلب معرفة خصائص التربة كما هي دون تغيير مثل اختبارات القص والنفاذية وغيرها، ويحتاج هذا النوع من العينات الى حرص في عملية النمذجة بأتباع بعض الخطوات المهمة مثل:

- تغليف العينة بالشمع المنصهر او انابيب البلاستيك المحكمة للحفاظ عليها ومنع فقدان محتواها المائي.
- نقل العينة بسرعة الى المختبر لاجراء الحوصات.
- ترتيب العينات في صندوق خاص للحفاظ عليها من الحرارة والاهتزازات.
- كتابة بيانات العينة من حيث اسم الموقع والعمق وتاريخ الاستخراج.

يبين الشكل بعض عينات التربة وطريقة حفظها في صناديق خاصة مع تدوين المعلومات المطلوبة.

فحوصات خصائص التربة Soil tests

1. **خصائص فيزيائية** Physical properties : وهي مجموعة من الخصائص التي تؤثر على قيمها العوامل الجيولوجية الطبيعية مثل نوع الصخور Rock type والتركيب المعدني Mineral composition وحجم الحبيبات Grain size ومن امثلة هذه الخصائص الكثافة والمسامية والمحتوى المائي.. الخ.

2. **خصائص ميكانيكية** :Mechanical properties وهي الخواص التي تصف السلوك الهندسي للصخور او التربة مثل المرونة ومقاومة الصخور للاجهادات المختلفة.

تقرير تحريات التربة Soil investigation report

تقرير تحريات التربة Soil Investigation report

تعتبر كتابة التقرير الفني عن تحريات التربة هي المرحلة الاخيرة من برنامج تحريات موقع المشروع site investigation والذي يجب ان يشمل جميع البينات ونتائج الفحوصات المختبرية والحقلية المتعلقة بالموقع المقترح وبالتالي فان هذا التقرير يعد المرجع الاساسي لوضع التصميم الخاص بالمشروع والمراحل اللاحقة لبناء المشروع والمراقبة المستقبلية، ويجب ان يحتوي التقرير على مايلي:

- العنوان الرئيسي للتقرير
- محتويات التقرير
- وصف عام للمنطقة والموقع المقترح
- الوضع الجيولوجي والطبوغرافي والهيدرولوجي للموقع
- برنامج التحريات من حيث توزيع حفر الاختبار والجسات واعدادها واعماقها ومواقعها على الخارطة
- وصف التربة في المنطقة وطبقاتها
- وصف الطبقة الصخرية وتحديد عمقها
- تقييم المياه الجوفية من حيث منسوبها وطبيعة خزانات المياه الجوفية ونتائج تحليلها الكيميائي
- نتائج الفحوصات الحقلية والمختبرية
- خلاصة التقرير
- التوصيات بشأن نوعية الاسس واعماقها والمواد التي يجب ان تستخدم فيها وقدرة تحمل التربة والهبوط المتوقع.. الخ
- ملاحق في نهاية التقرير وتشمل:
  - سجلات الحفر والمقاطع الخاصة بها
  - الجداول التي تبين نتائج الاختبارات الحقلية والمختبرية
  - المخططات والصور الفوتوغرافية لاعمال التحريات الموقعية

BOREHOLE 1

GEOTECHNICAL SOIL BORING LOG

Project Name : New Buildings of Diyala University-Part II				Project Location: Baquba city/ Diyala Governorate.		
Boring Date : 22 / 02 / 2015				Method of Boring : Flight Auger		
Total Depth of Boring : 20.0m				Ground Level : N.G.L		
Depth (m)	Sample	Legend	Soil Description	We %	$N_{corrected}$	Comments
1.5	SPT				5	
3.0	US			25.01		
5.0	SPT		Light to dark brown low plasticity clay (CL)		15	
7.5	SPT				20	
9.0	US			22.10		
12.0	SPT				20	
13.5	SPT					
14.5	SPT		Dark gray silty sand (SM)			
15.5	SPT				20	
20.0	SPT				25	

Documentation of the site investigation

Thank
you