

التحريات الجيولوجية والهندسية لوائح المباني الهندسية
Geological and Geotechnical Investigation For
Building Sites

قبل البدء في وضع برنامج للتحري عن موقع لتشييد مبنى هندسي كبير وعال يجب الحصول على بيانات عن طبيعة الارض من المصادر المعلوماتية المحلية المختلفة وهذه المصادر تشمل مراجعة المكتبات المحلية ، هندسة المدن ودوائر المباني والبلديات والجامعات والمعاهد المحلية ، فضلاً عن دور المسح الجيولوجي . وقد نحصل على بعض هذه المعلومات من شركات البناء والمعماريين والمقاولين وبعض سكان المحلة نفسها . وان هذه المعلومات عن المنطقة قد تكون كافية وذات فائدة كبيرة ولكنها يجب ان تكون متقنة وموثوقاً بها . وهنا لا بد من تدعيمها بزيارة حقلية اولية لهذا الموقع اوداك من اجل وضع برنامج اقتصادي لهذا التحري الجيوتقني . والجدول (١) يبين بعض الدراسات الجيو تقنية لرواسب العصر الرباعي في مدينة البصرة . هنا لا بد من الاشارة ايضاً الى اسس المباني التي التي تقام عليها هذه المنشآت .

عموماً تقسم اسس المباني بصورة عامة الى صنفين رئيسيين هما :-

أ- الاسس الضحلة التي بدورها تقسم ايضاً الى الاسس البسيطة المنفصلة والاسس المتحدة والاسس الحصيرية . حيث يكون عمق هذه الاسس اما مساوٍ او اقل من عرضها . فالاسس البسيطة تقوم بنقل عمود منفصل او جدار معين الى تربة قوية تحت سطح الارض . وقد تكون هذه الاسس اما احادية او متدرجة او منحدرية او جدارية . في حين الاسس المتحدة تقوم باسناد عمودين او اكثر . وتتخذ هذه الاسس اشكالاً مستطيلة في حالة الاعمدة التي تحمل اثقالاً متساوية او تكون على هيئة شبه منحرف وباشكال متحدة ايضاً اذا كانت هذه الاعمدة لا تحمل اثقالاً متساوية . بعض الاحيان تشكل على هيئة اسس حديدية عبارة عن اسس منحدرية مربوطة

جدول () بين القياس الجيوتقني الخاصة بالتابع الطبيعي لتربة البصرة (معدل من المركز
القياسي للمختبرات الاعيانية)

| الرمز الوحد اللاحقات | السمة التحميلية كيلو نيوتن / م ² | قوة التماسك كيلو نيوتن/ م ² | قيم مقايمة الاختراق SPT القياسي ضربية | متوسط نسبة الرواسب % | | | وصف الطبقة | |
|-------------------------|--|---|---|-------------------------|------|-----|---------------------------|----|
| | | | | رمل | غرين | طين | | |
| CL - CH | صلب 800-400 | اكثر من 200 | اكثر من 30 لدرية | 8 | 44 | 46 | طين غريني نقي | ١ |
| CL - CH - OH | قوية جداً 600-300 | 200-150 | 20-15 قوية جداً | 1 | 49 | 50 | طين غريني لغرين طيني | ٢ |
| CL | قوية 500-150 | 150-75 | 12-8 قوية | ١ | 54 | 38 | غرين طيني رمادي | ٣ |
| CL | متوسطة القوة 150-75 | 75-40 | 8-4 متوسطة القوة | ١ | 63 | 36 | غرين طيني رمادي | ٤ |
| CL - CH - OH | طرية اقل من 75 | 40-20 | 4-2 قوية | - | 63 | 36 | غرين طيني رمادي | ٥ |
| CL - CH - OH | متوسطة القوة 150-70 | 75-40 | 8-2 متوسطة | 18 | 58 | 22 | غرين طيني مع رمل | ٦ |
| CL | قوية 300-150 | 150-75 | 15-8 متوسطة | 11 | 50 | 39 | غرين طيني | ٧ |
| CL - - OH | قوية جداً 600-300 | 300-150 | 30-15 قوية جداً | 24 | 40 | 35 | غرين طيني ولطين غريني | ٨ |
| CL + CH | صلبة 800-400 | اكثر من 300 | اكثر من 30 صلبة | 2 | 58 | 40 | غرين طيني نقي | ٩ |
| SM | كثيفة جداً 11000 | اكثر 11000 | اكثر من 50 كثيفة جداً | 79 | 21 | - | رمل و رمل غريني كثيف جداً | ١٠ |

جدول () بين القياس البيئي تقنية الماسة التابع للطبى لقرية البصرة (معدل من المركز
الاسمى للمختبرات الاعمالية)

| اللائحة والرمز الورد | السمة التجميلية كيلو نيوتن / ٢٣ | قوة التماسك كيلو نيوتن / ٢٣ | قيم مقارنة الاختبار القياسى SP٢ قوية | متوسط نسبة الرواسب / | | | وصف العليقة |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---|-------------------------|------|-----|---------------------------|
| | | | | رمل | غرين | طين | |
| CL - CH | صلب 800-400 | اكثر من 200 | اكثر من 30 طرية | 8 | 44 | 46 | طين غرينى ينى ١ |
| CL - CH - OH | قوية جداً 600-300 | 200-150 | 20-15 قوية جداً | 1 | 49 | 50 | طين غرينى وغرين طينى ٢ |
| CL | قوية 500-150 | 150-75 | 12-8 قوية | ٦ | 54 | 38 | غرين طينى رمادى ٣ |
| CL | متوسطة القوة 150-75 | 75-40 | 8-4 متوسطة القوة | ١ | 63 | 36 | غرين طينى رمادى ٤ |
| CL - CH - OH | طرية اقل من 75 | 40-20 | 4-2 قوية | - | 63 | 36 | غرين طينى رمادى ٥ |
| CL - CH - OH | متوسطة القوة 150-70 | 75-40 | 8-2 متوسطة | 18 | 58 | 22 | غرين طينى مع رمل ٦ |
| CL | قوية 300-150 | 150-75 | 15-8 متوسطة | 11 | 50 | 39 | غرين طينى ٧ |
| CL - OH | قوية جداً 600-300 | 300-150 | 30-15 قوية جداً | 24 | 40 | 35 | غرين طينى وطين غرينى ٨ |
| CL + CH | صلبة 800-400 | اكثر من 300 | اكثر من 30 صلبة | 2 | 58 | 40 | غرين طينى ينى ٩ |
| SM | كثيفة جداً اكثر 11000 | اكثر 11000 | اكثر من 50 كثيفة جداً | 79 | 21 | - | رمل وادى غرينى كثيف ١٠ |

بواسطة حتبة (Beam) . وان هذه الحتبة لا تجلس على التربة ومن ثم لا تنتقل اي ضغط على هذه التربة . أما بخصوص الاسس العنبرية (Raft - mat Foundation) فتستخدم في حالة كون الترب ضعيفة او ان المنشأ المراد اقامته كبيراً ، او في حالة تغير التربة وخواصها من منطقة الى اخرى تحت هذا المنشأ ، فضلاً عن كونه اقتصادياً ويغطي جميع المساحة الواقعة تحت المنشأ وتستند عليه جميع الاعمدة والجدران . هنا يبلغ سمك الخرسانة بين 15-50 سم خصوصاً في الترب الضعيفة .

ب - الاسس العميقة ، التي بدورها تقسم ايضاً الى ١- اسس الركائز وتستخدم عندما تكون الطبقة القوية القابلة لتحمل ثقل المبنى بعيدة عن سطح الارض . وخصوصاً عندما يكون منسوب مستويات المياه الجوفية عالياً او قريب من سطح الارض . وعنده يصعب صب الخرسانة او الحفر في هذا الموقع . ويستخدم هذا النوع من الاسس عندما تكون المنشآت عرضة الى قوى انقلابية كالرياح او الامواج وغيرها . وان كلفة هذا النوع من الركائز تفوق كلفة الانواع الاخرى من الاسس . ويتم اختيارها حسب متطلبات العمل . وهي بدورها تقسم الى ركائز خرسانية او حديدية او خشبية . او ان تكون ركائز مسبقة الصب او على هيئة ركائز الدق والنصب الموقفي او ركائز الحفر .

٢- اسس الدعامات (piers) التي تقوم بدورها بحمل ثقل المنشأ الى طبقة التربة او الصخور القوية التي لها القابلية على تحمل هذه الاثقال . اما نسبة العمق او قطر الاساس في مثل هذه الاسس سيكون اربعة اضعاف الاسس الضحلة . وعموماً تعد هذه الدعامات بمثابة مساند خرسانية لاسناد المنشآت الضخمة كالجسور حيث يرتفع الاساس فوق سطح الارض بعد مروره في طبقة او حيز من الماء . وتستخدم الدعامات ايضاً في حالة المناطق التي تكون حركة المياه الجوفية مستمرة ولها القابلية على تحمل اثقالاً كبيرة قد تصل الى عشرات الاطنان على المتر المربع . وقد تنقل هذه الاحمال مباشرة الى التربة التي تجلس عليها الدعامات . ويمكن استخدامها

في نقل الاهتزازات التي تحركها المعدات الثقيلة الى طبقة تربة قوية لمنع تأثيراتها على الابنية المجاورة لهذه الاهتزازات . وان عملية انشاء مثل هذه الدعامات تحت المياه فتتم من خلال سد انضابي (Coffer dam) . وفي بعض الاحيان تعمل غرفة او حاجز ضد الماء والذي يعرف بالبطانة (Caisson) والمكون من حافات تدفع في الارض وهي في داخل الماء .

تأثيرات الجلوس (Settlement) والهبوط الارضي (Subsidence) :
يوصف الجلوس بانه حركة نحو الاسفل للتراكيب الانشائية والناشئة بفعل الاحمال الحية والميتة والقوى الاخرى . بينما يعرف الهبوط الارضي (subsidence) انه حركة نحو الاسفل ايضاً وانما لسطح الارض الطبيعي نفسه ، او بالقرب من المنشأ او التراكيب الانشائية الاخرى . عموماً ينتج عنها جلوساً بمقدار اكبر عما هي في حالة الجلوس الاعتيادي . وهذا يستدعي ملاحظة جلوس هذا المنشأ سواء كانت هذه الحركات افقية ام رأسية او حتى ملاحظة ما يحدث لسطح الارض نفسه .

ان جميع هذه المشاهدات لابد من تسجيلها على خارطة او على هيئة قطاعات طولية وعرضية . وهذا يتم من خلال قياسات عدداً من نقاط الدلالة ومقدار حركتها الرأسية والافقية . فعلى سبيل المثال حركة تعلقة جانبية نحو الاسفل تعد جلوساً عندما تكون هذه التعلقة مرصوفة ومضغوطة بصورة جيدة فان هذا الجلوس يعود الى الازاحة التي حصلت في مواد الاساس .

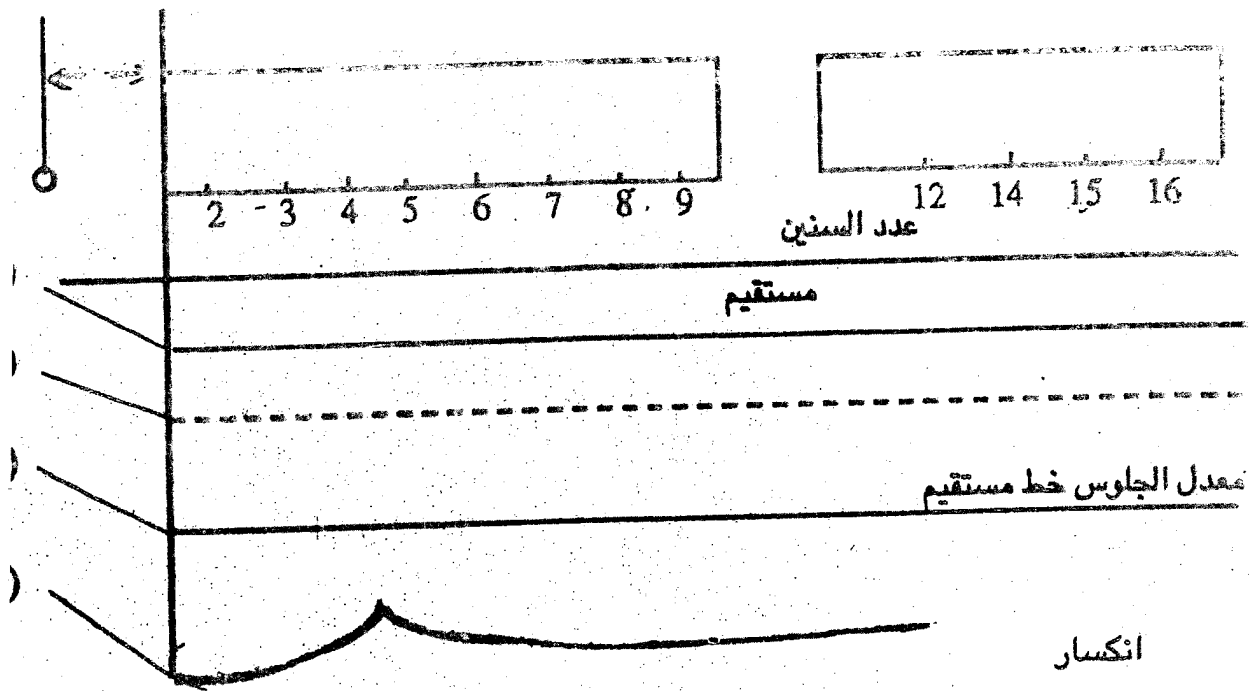
منحنيات الجلوس - الزمن الحقل (Field Time - settlement curves) :
لكي نتبين مفهوم الجلوس يمكن ملاحظة انواع مختلفة من منحنيات الجلوس - مقابل الزمن . لاحظ الشكل (11-13) هنا عملية الانضمام الناتجة عن تسليط الاحمال بصورة مستمرة ولفترة طويلة وهروب الماء سواء كان هذا الانضمام اولي او ثانوي . فإن

عملية الانضمام والجلوس هذه تؤدي الى مشاكل كثيرة في المنشآت سواء كانت بنائية او
بيدروليكية او في عملية رصف وتبايط الطرق - الخ . فالانضمام في التربة يبدأ اولاً
بطررد الماء من التربة بعد ان يطرد الهواء بواسطة الانضغاط ثم يعقبه انضغاط في
حببيبات التربة ، حيث يتحمل الماء في بداية التحميل كل الاجهادات ثم يبدأ بالحركة
والهروب من الفراغات بفعل استمرار الاجهاد . حيث تأخذ هذه العملية وقتاً من الزمن
يعتمد على عوامل كثيرة منها نسبة الفراغات) نوع التربة ، كمية الماء في الفجوات ،
كمية الهواء في الفجوات ، نفاذية التربة . . . الخ . وبعد ذلك تبدأ حببيبات التربة
بالانضغاط والانضمام ومن ثم الجلوس (الهبوط) . وهنا سنتطرق على منحنيات الجلوس
- الزمن الحقلي فقط ، فضلاً عن حسابات الانضمام في المختبر .

ترسم مثل هذه المنحنيات من واقع الجلوس على المحور العادي مقابل الزمن على
المحور السيني خلال وبعد انشاء المبنى . فالارقام على المحور السيني (الافقي) تمثل
عدد السنين ، وان امتداد فترة الانشاء يفترض تكون سنة واحدة في حالة البناء فوق
ارض رملية ، عادة يوجد جلوس خلال الانشاء .

بعد ذلك سيبقى التركيب ثابتاً . وفي حالة الاسس الطينية فالجلوس يستمر لفترة
طويلة قد تصل الى عشرات السنين . لكنه سيتناقص معدل الجلوس بمرور الزمن
(منحنى 1-13 ب) . وعندما يتواجد جريان تحت المنشأ فإن منحنى الجلوس - الزمن
سيعود الى الخط المستقيم (c) ، الذي يوضح سلوك المواد اللدنة . اما التغير المفاجيء
او الاتي في صفات المواد والاسس ستظهر وكأنها انكسار في منحنى الجلوس - الزمن
(حالة d) .

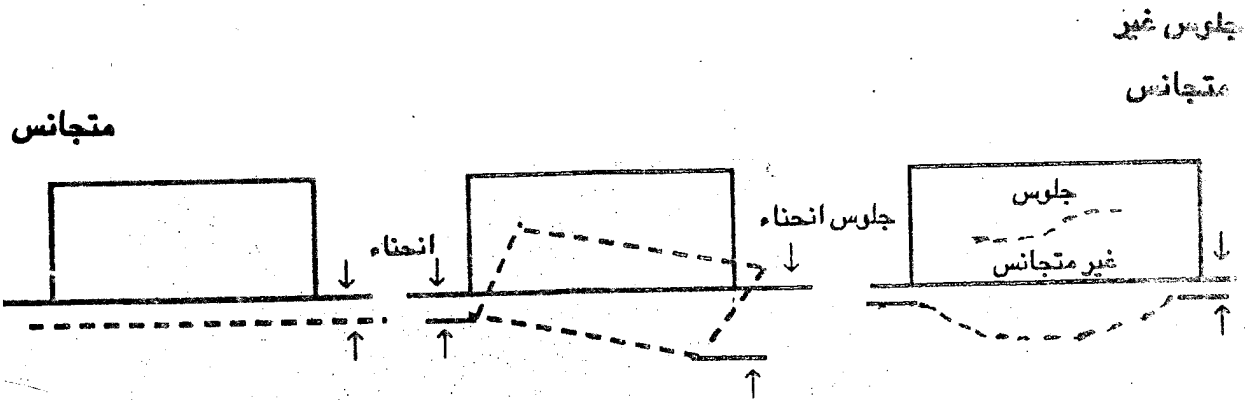
فترة الانشاء



شكل (1-13 أ) يبين منحنيات الجالوس - الزمن الحقلية

انواع الجالوس في التربة :

أكثر انواع الانضمام والجالوس شيوعاً هو جالوس التربة المتجانس . اما النوع الأخر من الجالوس فيعرف بالجالوس المائل . وهنا ينحني النشاء نحو جانب معين ويدعى بالجالوس غير المتجانس أو التباين (Differential settlement) . ويوجد نوع ثالث يدعى بالجالوس غير المتجانس (Nonuniform settlement) . ويحسب الجالوس التفاضلي عادة بطرح الجالوس الأدنى من الجالوس الأعظم . لاحظ الشكل (1-13 ب) .

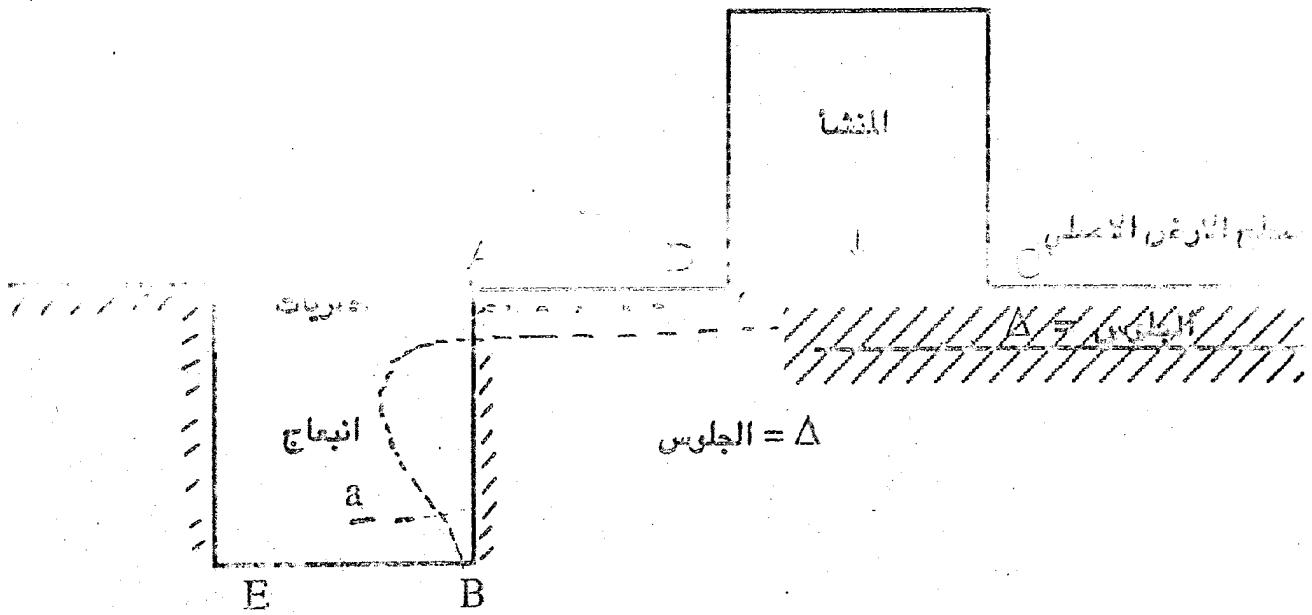


شكل (1-13 ب) انواع الجالوس في التربة

اسباب اخرى لجلوس المنشآت الهندسية :
 توجد اسباب اخرى لا يارس ليست ناجمة عن الانتقال النعية والميعة السلطة على
 المنشأ . وانما تعود الى

١- ازالة المساند الجانبية

فعلى سبيل المثال عند القيام بحفريات بالقرب من المنشأ فإن التركيب سيميل
 للحركة نحو الاسفل عند نقطة . كما هو مبين في الشكل (2-13) . ويرجع السبب في
 ذلك الى الخضوع الجانبي للميل AB ثم حركته على طول سطح الانزلاق BC (الخط
 المنقط) .



شكل (2-13) يبين الجلوس الناشيء عن الحفريات

في الحالة المشابهة لها فإن تقع الحفر BE سيصبح نحو الاعلى وعندما تملأ
 هذه الحفريات العميقة بالماء ، فإن سحب الماء سينخفض الضغط الهيدروستاتيكي على
 ميلها . وبذا تتم ازالة المسند الجانبي الجاور له .

٢- جلوس ناشيء بفعل الفشل بالقص :

قد يتسبب الفشل بالقص في ميلان التركيب او جلوسه غير المتجانس . وهنا يمكن الاشارة في هذا المجال الى ميلان برج بيزا في ايطاليا . عموماً تعد الكتل الرملية ذات الحبيبات الناعمة والمحبوسة مواد جيدة للأسس . ولكنه في حالة تشيعها بالماء ستنسب جانبياً مع المنشأ التي تقوم باسناده . وفي هذه الحالة سيتحرك التركيب او المنشأ افقياً ورأسياً ومن اهم الطرق المستخدمة لايقاف هذه الحركات تتمثل بتثبيت التربة بالمونة الاسمنتية ، او استخدام مثبتات من انواع اخرى لتقوية هذه التربة . وفي حالة عدم نجاحها يلجأ المهندسون الى استخدام ركائز طويلة قد تصل اعماقها الى المواد القوية في اسفل الارض . وقد تستعمل بعض الجسور او الدعامات بمثابة روابط حديدية او خرسانية لهذا الغرض .

٢- جلوس ناشيء عن تغيير مستويات المياه الجوفية :

ان وزن الجزء من الكتل الارضية الواقعة تحت المستوى المائي الجوفي سيقبل بسبب قوة دفع الماء للضغط الهايدروستاتيكي على الطور الصلب لهذه الكتلة الغاطسة . ويحدث الناشيء نتيجة لجزء المنشأ الواقع تحت منسوب المستوى المائي الجوفي . ولكنه عندما ينخفض مستوى الماء الجوفي اما طبيعياً او نتيجة سحب المياه من باطن الارض فإن قوة الدفع المائي في المناطق التي تعرضت لسحب المياه منها سوف تختفي . ويزداد الوزن الظاهري للكتلة الارضية والمنشأ . وهنا ينشأ جلوس اضافي . ويحدث العكس في حالة ارتفاع منسوب المستوى المائي الجوفي . وان هذا الجزء الغاطس من المنشأ او التركيب سيرتفع الى الاعلى . وان ازالة المياه الجوفية من تحت المنشأ الذي لازال في حالة هبوط قد يتسبب في جلوس أني او انكسار في منحنى الجلوس - الزمن بينما في حالة التراكيب المدفونة كالانفاق الناقلة للمياه ، فان ارتفاع مستوى المياه الجوفية او مستوى المياه من الانهار فوق هذه التراكيب ستؤلف حملاً اضافياً فوق هذه

الانفاق ، ونتيجة لذلك نجد ما تنتسب في جلوس اضافي لهذه المنشآت المدفونة .

الجيولوجيا الهندسية ومشاكل الاسس :

تتلخص مهمة المهندس الجيولوجي بما يلي :

١- دراسة خواص الترب والصخور الواقعة تحت التراكيب الهندسية وذلك من خلال جمع معلومات جيولوجية عن المواقع التي قد تؤثر على هذه المنشآت المراد اقامتها . وذلك بتحديد اعماق الطبقات الصخرية تحت سطح الارض ومعرفة سمكها وامتداداتها . اما اذا كانت هذه الطبقات مكونة من الترب فلا بد من الوصول الى طبقة الصخور القوية . وهنا تتطلب الحاجة الى التعرف على ميول ومضارب هذه الطبقات الصخرية ، فضلاً عن نوعية الفواصل واتجاهاتها . وبذا يستعان بالخرائط الطبوغرافية او الصور الجوية لتحديد الاماكن التي قد تشكل خطورة في عملية الانشاء لهذه التراكيب الهندسية وخصوصاً الفجوات الكبيرة في التربة او الصخور . حيث يتم التعرف عليها من واقع حفر شبكة ابار استكشافية او اجراء بعض التحريات الجيوفيزيائية لتحديد هذه الفتحات الجوفية .

٢- التعرف على المنطقة بمسورة جيدة وخصوصاً اذا كانت هذه المنطقة عرضة للهزات الارضية . ولذلك يجب اختيار مواقع بديلة اخذين بنظر الاعتبار معامل الامان الزلزالي عند الانشاء .

٣- التحري عن الطبقات الجبسية او الملحية التي تتأثر مباشرة بالمياه متسببة في حدوث تخسفات تحت سطح الارض او تحت هذه المنشآت الهندسية التي بنيت فوقها . فضلاً عن دراسة التغيرات الحجمية للترب الطينية الناتجة عن امتصاص الماء وانتفاخها فيما بعد . وقد يستدل عنها بواسطة حدوث تشققات تظهر على جدران المنشآت . مع ملاحظة تصريف المياه تحت هذه التراكيب الهندسية ، فضلاً عن تواجد الاملاح التي قد تهاجم الاسس الخرسانية .