

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 .

4- إن حماية تجميد التربة والاطيان قد تكون سبباً في التغير الحجمي لهذه التربة الصخرية ، وذلك بدورها منسبب ميلاناً خارجياً في الاسس بسبب جفاف التربة الخارجية (نسبة الى الاسس) مقارنة بتربتها الداخلية . وهذه تظهر على هيئة تشققات أيضاً في المنشأ وخصوصاً عندما تكون التربة تحت الاسس من الانواع الرملية .

5- يتعين على المهندس الجيولوجي تحديد التربة الضعيفة التي يمكن ان ينشأ عنها جلوساً وانضماماً في هذا المنشأ واقتراح الطبقة الأكثر ملائمة للاعمال الانشائية وخصوصاً التربة الطينية التي يحدث الجلوس فيها بعد فترة قليلة من اكمال البناء ويستمر الجلوس لفترة طويلة .

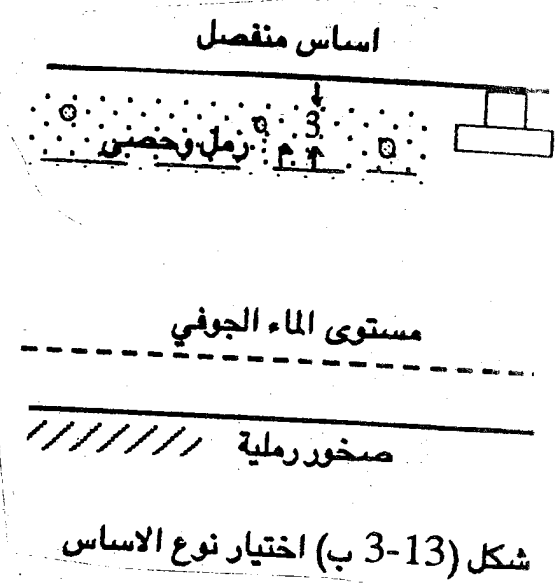
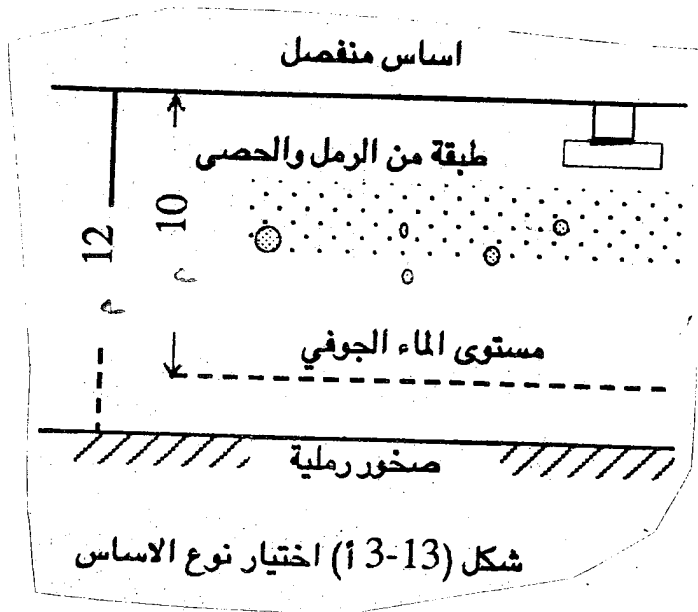
6- اختيار قاعدة قوية للاساس بعيداً عن المياه الجوفية ولا تحتوي هذه الطبقة على مياه لكي يبقى الاساس ثابتاً . وفي حالة تواجد مثل هذه المياه تتطلب اقتراح طريقة ملائمة لتصريف هذه المياه .

امثلة حول الطبيعة الجيولوجية لمواقع البناء وموادها واختيار نوع الاساس لكي يتبين أهمية التعري الجيولوجي من المياه الجوفية ومواقع البقاء المناسبة يمكن استعراض الامثلة التالية كما هي موضحة في الحالات والاشكال ادناه تبعاً للموقع واختيار نوع الاساس وطبيعة المنشآت نفسها .

الحالة الاولى :

في الشكل (13-13 أ) يبين موقع منشأ فوق طبقة من الرمل والحصى المتماسكة ويسمك 12 متراً . ويقع تحت هذه الطبقة صخور رملية صلبة . اما المستوى المائي الجوفي فيقع بحدود 10 متر تحت سطح الارض . فالسؤال ما نوع الاسس التي يجب استخدامها؟ والجواب هو كما يأتي :-

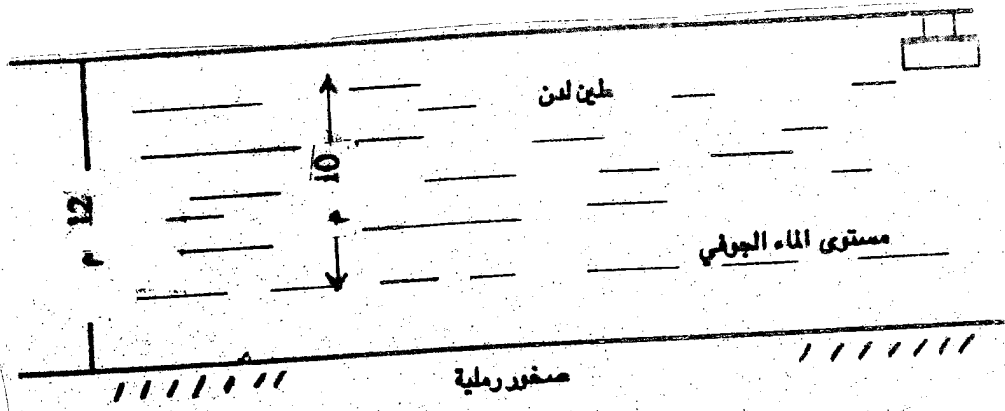
بما ان زاوية الاحتكاك الداخلي للمواد الرملية والحصى عالية قد لا يحدث فشل بالقص . اما مقدار الجلوس في هذا النوع من الترب قد لا يتعدى ا سم تحت التراكيب الهندسية الضخمة . ويفضل هنا الاسس الضحلة (المنفصلة) بحيث لا تقل قواعدهما عن نصف متر . اما في حالة كون هذا الرمل مرصوفاً ومتماسكاً وسمكه لا يتجاوز ثلاثة امتار فانه قد يحدث جلوس عند حافات الاسس بسبب طرد الرمل المفكك . ويحدث مثل هذا الجلوس في المباني الحديثة المبنية بالطابوق . اما في حالة كون المستوى المائي قريباً من السطح والمواد الرملية متماسكة فقد يحدث مثل هذا الجلوس ايضاً . ولكنه في حالة كون المستوى المائي عميقاً فسوف لا يحدث فشل كبير بالقص في مثل هذه الحالة . والشكل (3-13 ب) يوضح هذه الحالة .



الحالة الثانية :

عندما تكون المواد الارضية الصلبة عبارة عن صخور رملية واقعة على عمق اثني عشر متراً . بينما تقع فوقها مواد طينية صلبة لكنها متشققة كما هي مبينة في الشكل

(4-13) فإن نوع الأساس الذي يجب اقامته من نوع الاسس المنفصلة ايضاً ويعرض
تلايل ولا توجد حاجة الى دق ركائز .



شكل (4-13) يبين اختيار نوع الاسس الاولى

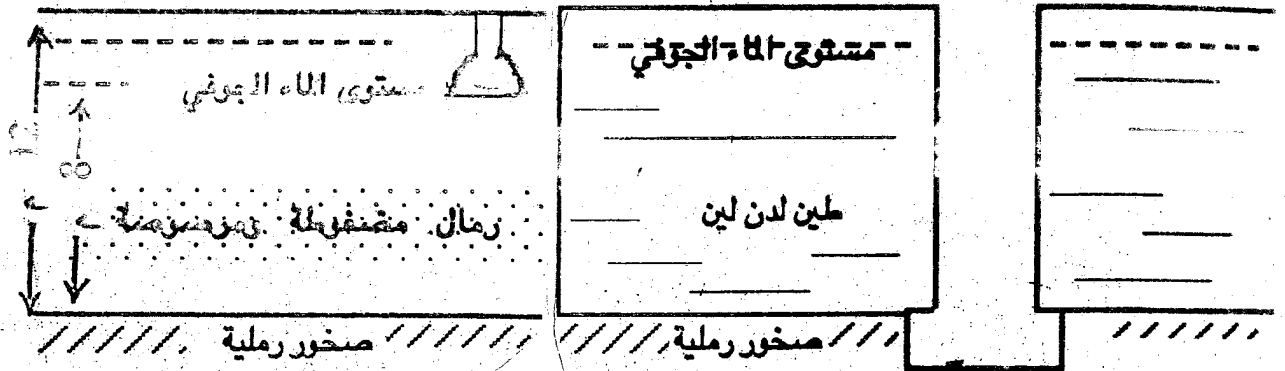
الحالة الثالثة :

طبقة صخرية رملية تقع على عمق 12 متر ايضاً ولكنه تقع فوقها طبقة طينية لينة
ولينة وان المستوى المائي الجوفي قريب من السطح . والشكل (5-13) يوضح ذلك ان
افضل نوع من الاسس يمكن اختيارها في مثل هذه الحالة هو دق الركائز في الصخور
ومن النوع المعروف بـ ذو النهايات (End bearing piles) . وهنا . وبما ان الركائز
الخشبية تعد افضل انواع الركائز في مثل هذه الحالات لذا يستحسن استخدامها عند
توفرها . ويرجع السبب في ذلك الى سهولة زيادة او تقصير اطوال هذه الركائز ولكنه
يجب ان تكون نهاية هذه الركائز بعيدة عن الماء . وبما ان مستويات المياه الجوفية
تتذبذب باستمرار فقد تؤدي الى تلف الخشب (العفن) ولكنه احياناً تفرض الظروف
استخدام ركائز مركبة . حيث الاجزاء العليا من الركيزة تعمل من الخرسانة ، بينما تبقى
الاجزاء الاخرى معمولة من الخشب وفي معظم الحالات تستخدم الركائز الخرسانية
بسبب قلة تكلفتها مقارنة بالركائز الخشبية . وعموماً تكون قابلية تحمل الركائز
الخرسانية اكبر من الركائز الخشبية . وفي حالة اختيار الركائز الخرسانية يفضل
صبها موقفياً ، ولايجوز مطلقاً استخدام الركائز الحديدية في مثل هذه الظروف بسبب
ثقلها الكبير ، ولذلك لاتدق مثل هذه الركائز الا في حالات خاصة . وفي حالة المشاريع

الهندسية الصغيرة بفضل استخدام الركائز الخشبية حال توفرها .

الحالة الرابعة

في الحالة المبينة في الشكل (6-13) ادناه طبقة صخرية رملية واقعة على عمق 2مترأ تقع تحت هذه الطبقة الرملية الصخرية طبقة اخرى من الرمال المرصومة وبسمك 8 م ، تعلوها طبقة طينية لينة وبسمك 4 م . هنا تتطلب استخدام دعائم بسبب هذه الطبقة الطينية وتواجد المياه الجوفية على عمق 4 م من سطح الارض حيث ان هذه الدعائم الخرسانية (Concrete piers) يجب ان تزيد اطوالها بحدود 60 سم على سمك الطبقة الطينية . ويفضل اقامتها على هيئة جرس لكونها تتركز على رمال وليست مواد جسوة . اما في حالة ان المستوى المائي الجوفي عالياً فيفضل استخدام ركائز خشبية قصيرة تصل الى الرمال وبرؤوس مغرولة عن الماء .

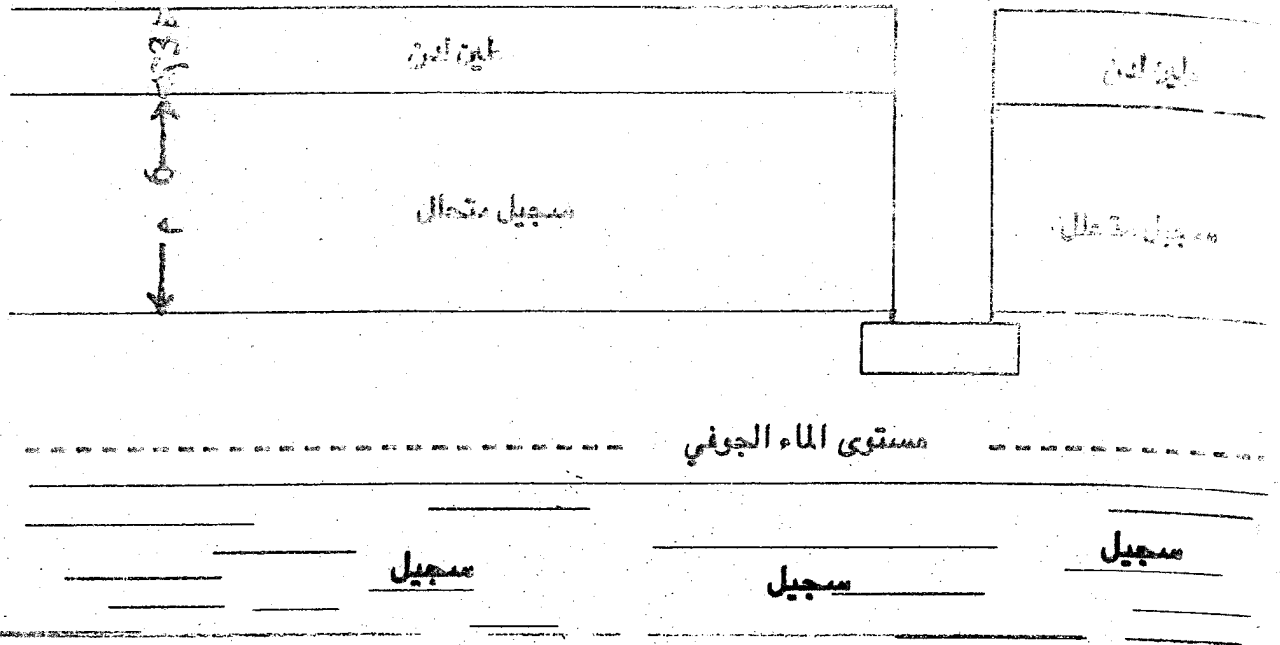


شكل (6-13) يبين نوع الاساس الاولي

شكل (5-13) يبين نوع الاساس الاولي

الحالة الخامسة :

عندما تتواجد طبقة مؤلفة من رمال وحصى وغرين بسمك 6 م مثلاً وتقع تحتها طبقة من الطين اللين وبسمك 3 م . وفي هذه المنطقة يكون المستوى المائي الجوفي قريباً من السطح . لاحظ الشكل (7-13) ادناه . يجب عدم استخدام الاسس المنفصلة او الركائز الاحتكاكية (Friction piles) . ويرجع السبب في ذلك لكون هذا الطين



شكل (8-13) يبين اختيار نوع الاساس الاولي

المباني المخصصة للسكن (Residential Buildings) :

انشاء المباني للأغراض السكنية نادراً ما تتطلب عمل تحريات جيب تقنية خصيصاً عندما تكون ظروف الاسس واضحة بالمقارنة مع طبيعة الينس الاراد اقامة اما التحريات التي قد تراها هنا تشمل: المياه الجوفية التي قد تكون موجودة في الموقع. التنفيذ لهذا المنشأ . اما في حالة المباني العالية عادة تُحفر ثلاثة ابار في الاقل بهدف تحري الموقع خصوصاً اذا كانت الطبقات اينة اثنين من هذه الابار تحفر على عمق متر ونصف في الاقل ، بينما تمتد عمق البئر الثالث الى اكثر من ثلاثة امتار . وهنا تستخدم بريمة الحفر لتحقيق هذا الغرض . وعندما نصل الى الطبقة الصخرية تقام الاسس مباشرة فوقها بعد تنظيف اسطحها مع ملاحظة درجة ميلانها . وفي حالة ارتفاع مناسب المياه الجوفية يستخدم مانع الرطوبة اخذين بنظر الاعتبار تذبذب المستوى المائي الجوفي في الموقع وقد تتأني زيادة منسوب المستوى المائي الجوفي بسبب سقي الحدائق او الكسور والانفجارات التي قد تحصل في انابيب نقل المياه للأغراض المنزلية او تلك المياه التي قد تتسرب من احواض التفتيش والمعروفة ب (Spetic Tanks) .

المباني العالية قد تقام فوق اسس منفصلة توضع ضمن اربعة امتار من سطح الأرض . وحينما لا تسمح الظروف بإقامة اسس منفصلة يجب استبدالها بالركائز التي تمتد الى اعماق قد تصل الى اكثر من 20 متراً لقد وجد ايضاً ان معدل تحميل الارض الناشئة بفعل بلوك مشيد من عدة بنايات عالية متعددة الطوابق قد يتراوح بين 0-2-0-1 طن / قدم ٢ لكل طابق .

اما في حالة تواجد تربة قابلة للتمدد والانتفاخ سينشأ عنها مشاكل كبيرة بسبب الامور التالية :

- أ- تواجد مواد ناعمة ذات محتوى مائي اكبر من 40% .
 - ب- نوع البيئة وخصوصاً المناخ والغطاء النباتي وطبيعة البزل .
 - ج - التغيرات في مستويات المياه الجوفية الناشئة بسبب الري ، الذي بدوره سيغير محتوى الرطوبة من موسم الى اخر .
 - د - حركة الارض الناشئة بسبب التمدد والتقلص الموسمي لهذه التربة .
 - هـ- تبرد واحماء الارض الاصطناعي ، تغير ظروف التربة وظروف الانجماد ، وزحف التربة ومخاطر الزلازل جميعها مشاكل لا بد من ملاحظتها في اثناء انشاء او بعد الانشاء .
- فعلى سبيل المثال قسمت حركة الارض الى قليلة (٥٠ سم) ، وحركة متوسطة (1-4 سم) ، وحركة ارضية خطيرة اكبر من ١٥ سم . وقد وجد ايضاً عند حصول تحذب في سطح الارض ناتج عن الانتفاخ تنشأ عنه اجهادات شد في اعمال الجدران . وفي حالة نشوء تقعر في سطح الارض فانه يتسبب في نشوء اجهادات شد في الاسس . ولذلك في حالة تعرض الاسس الى حركات ارضية كبيرة وخطرة تستلزم بناء اسبس قوية ومسلحة ويحدود متر واحد في الاقل تحت سطح الارض . وهنا توضع الاسس على هيئة عتبات ترافقها مصرفات المياه المحيطة بهذه المباني والمُدعمة بمواد غير ممررة وغير منفذه للمياه بحدود 3 م خلف الجدران الخارجية .

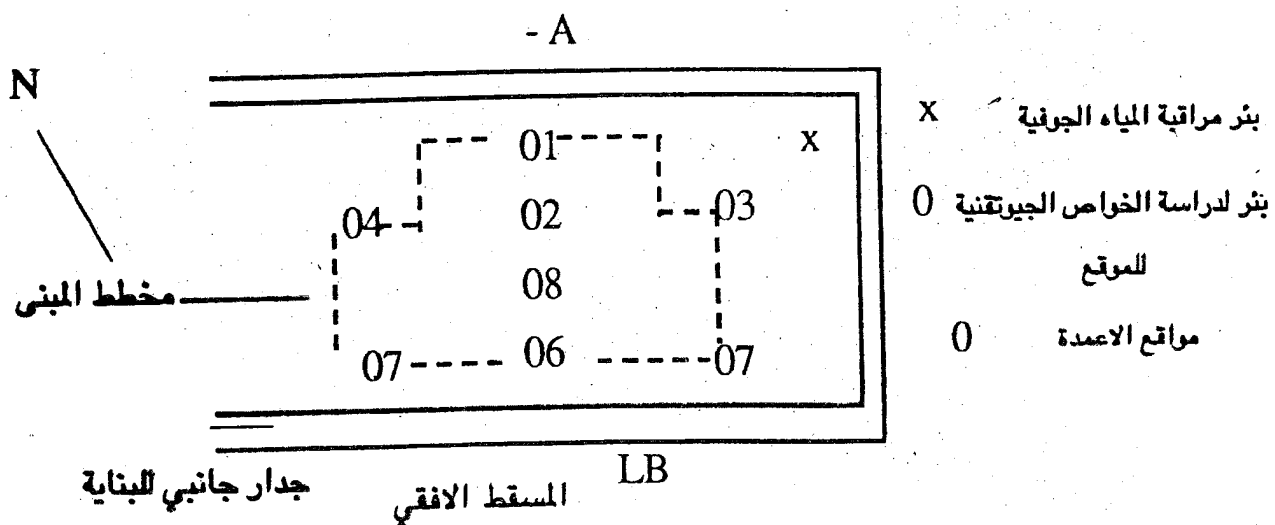
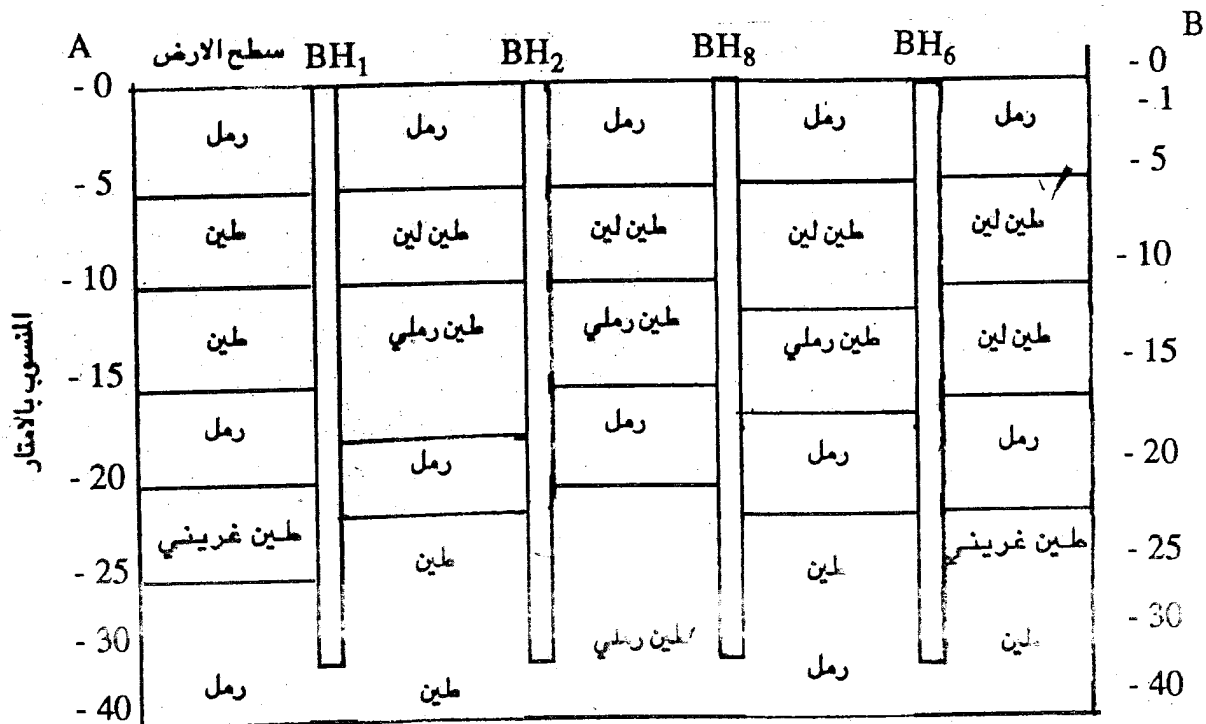
المباني التجارية (Commercial Buildings) :

تتميز هذه المباني بتراكيز عالية من الأعمال التي تنتقل عادة إلى الاسس بواسطة اعمدة كونكريتية . وان العديد من هذه المباني تحتوي على طابق تحت سطح الارض يعرف بالسرداب (basement) . عموماً توضع هذه المباني على اسس عميقة لذا تستدعي في الاقل التحري عن المياه الجوفية وطبيعة الترب والصخور الواقعة تحتها . اذلك يعتمد منهاج التحري على تكاليف المنشأ وطبقات الترب والصخور ، فضلاً عن توفر المداخل المناسبة الى هذا الموقع . وفي معظم الاحيان تقام بنايات جديدة بجوار المباني القديمة التي لازالت قائمة . ولذا سيكون حفر الابار للتحري عن الترب والصخور من خارج المبنى المراد اقامته الا في حالات نادرة عندما تتوفر معدات خاصة بالحفر يمكن ادخالها الى هذا المبنى . وان عدد الابار التي يجب حفرها يعتمد على الاختلاف الحاصل في مواد الاسس وسعة المنشأ نفسه . ان افضل برنامج للتحري هو وضع بئر واحد عند موقع كل عمود حسب الامكانية . وبذا يتم الحصول على معلومات حول طبيعة الطبقات الصخرية او التربة اما عن طريق حفر ابار اختبارية عند زوايا هذا المنشأ . او

في مواقع الاعمدة الداخلية التي سوف تتحمل هذه الاوزان الثقيلة .
والشكل (9-13) يبين برنامج تحري لموقع مبنى متعدد الطبقات . اما عمق الحفر فيعتمد على مقدار حمل الطابق تحت الارض (السرداب) . والقاعدة المتبعة في مثل هذه الاحوال هو ان يتم الحفر الى عمق مرة ونصف يقدر عرض الاسس المقترحة . وبعد اجراء الاختيارات الموقعية اللازمة مثل فحص الاختراق القياسي (S.P.T) بمختلف انواعه او مقاومة القص المروحي او اختيارات فيزيائية اخرى مناسبة لهذه الترب او الصخور مختبرياً وحقلياً .

اما في حالة المنشآت المهمة يجب حفر بئر اختياري واسع يقطر يتراوح بين (10-15) سم وذلك بهدف الحصول على عينات كافية للفحوصات المختبرية . فعلى سبيل المثال اذا كانت الصخور قوية ومتلاحمة او ان عدد الضربات لكل 30 سم في

اثناء فحص الاختراق القياسي يزيد على 60 ضربة فيفضل استخدام السفر الدوراني للحصول على عينات ملائمة للاختيارات الجيوتقنية . ويتبع ذلك رسم قطاعات جيولوجية او قطاعات جيوتقنية اخرى خلال اجزاء معينة من هذا المنشأ . ومن ثم تؤشر البيانات الجيولوجية على هذه المقاطع طبقاً لطبيعة المواد تحت السطحية ، فضلاً عن مناسبة المياه الجوفية والبيانات الجيوتقنية الاخرى اللازمة وعند تواجد صخور متشققة تتطلب الحاجة الي اجراء فحوصات حقلية مناسبة لاتبتعد عن موقع المنشأ نفسه .



شكل (9-13) يبين برنامج تحري جيوتقني لموقع بناية متعددة الطوابق

مثال : دراسة جيوتقنية لإنشاء مبنى كلية الهندسة - كرمة علي - البصرة : لإنشاء مبنى مؤلفاً من ثلاثة طبقات في منطقة كرمة علي . ثم القيام بدراسات جيوتقنية في عام ١٩٦٩ . حيث حفرت عدة ابار اختيارية لهذا الغرض - فيما يلي موجزاً لهذه الخصائص الجيوتقنية من الاعلى الى الاسفل ممثلاً بقطاع التربة وخواصها الفيزيائية . شكل (10-13) .

١- طبقة طينية رمادية - بنية اللون امتدت من 2 متر فوق مستوى سطح البحر وحتى (١.١ متر) .

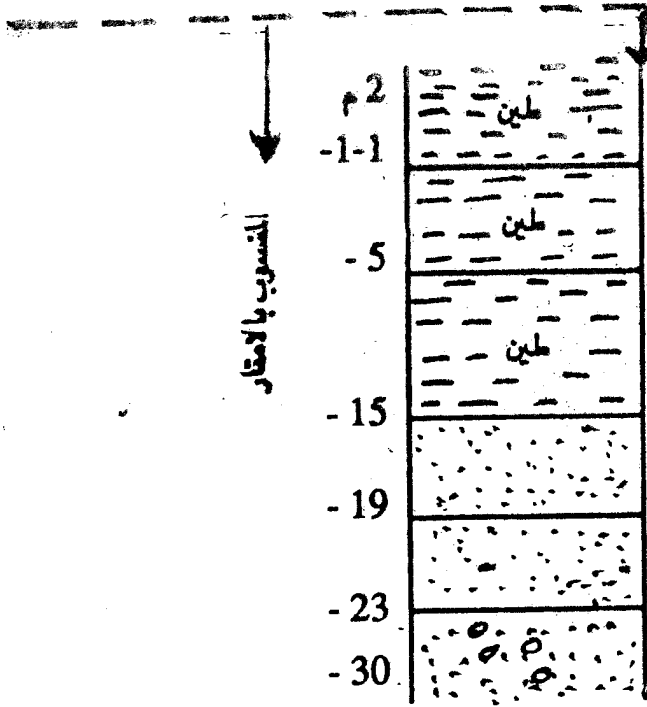
٢- طبقة طينية قاسية الى صلبة امتدت حتى عمق (5 م) .

٤- طبقة رملية غرينية ناعمة امتدت حتى عمق (19 م) اعقبها طبقة طينية قاسية بسك 4 م .

٥- طبقة رملية ناعمة وكثيفة ابتداءً من عمق (23 م) تحت سطح الارض الى اكثر من (30 م) نهاية الحفر المطلوب .

اما معدل الخصائص الجيوتقنية للطبقة الطينية فكانت كالآتي : حد السيولة 38% ، حد اللونه 20% ، دليل اللونه 18% مقاومة الانضغاط المحورية = 0.35 q_u كغم / سم^٢ ، وان قوة التماسك c = 0.1 كغم / سم^٢ ، واما ϕ زاوية مقاومة الاحتكاك الداخلي للطين ($\phi = 2^\circ$) ، $e = 0.9$ معامل انضمام التربة (Cc) = 1.4 ، الوزن النوعي = 2.7 ، وان محتوى الرطوبة 30% .

لقد كانت السعة التحميلية للطبقة الرملية 12 طن / م^٢ ، وقد بلغ محتواها الرطوبي 14% ، اما نسبة الجبس فكانت . 0.42% لذلك تم استخدام ركانز خرسانية من النوع ذي النهايات (end bearing Piles) بهدف اقامة مثل هذا المنشأ . وقد اعتمدت المسافة 2 م بين ركيزة واخرى .



شكل (10-13) قطاع التربة في كرمة علي

المنشآت الصناعية (Industrial Buildings) :

يشمل هذا الصنف انواعاً مختلفة من التراكيب الهندسية مثل اسالة الماء ومواقف السيارات الكبيرة والمعامل الصناعية وغيرها من المنشآت الاخرى . وان هذه المباني عادة تكون عالية وتحتوي على طابق او طابقين او اكثر . ولكنها تحتوي على سقوف ثقيلة او احمال كبيرة مسلطة على الجدران . وفي المعامل الانتاجية قد يكون الحمل المسلط على الارضيات كبيراً . ولذلك في الاقل ستحتاج الى اساس منفرد لكل حمل او ماكينة . وفي هذه المعامل لابد من الاخذ بنظر الاعتبار تأثير الاهتزازات الى جانب الاحمال الميتة والاحمال الحية . وهذا يتطلب اقامة اساس معينة . وفي حالة الرمال المفككة والحصى التي تعد من المواد الحساسة للاهتزازات . ويرجع السبب في ذلك ان رصها الناشيء بسبب هذه الاهتزازات يكون مسؤولاً عن جلوس هذه الاسس الموضوعه عليها . وقد لوحظ ان مثل هذا الجلوس قد يتسبب في اختراق الركائز للصخور اللينة المتواجدة تحتها . وفي حالة تواجد فضلات او مواد كيميائية او عضوية متفسخة في المنطقة

ستؤدي الى تلف الخرسانة منها . وعليه يتطلب برنامج التحري حفر ابار اختبارية تغطي مساحة واسعة تعتمد على سعة المنشأ او امكانية تغيير ظروف التربة وموادها . وخصوصاً في المواقع التي توضع فيها احمال مركزة . لذا يفضل حفر بئر واحد في الاقل عند موقع كل اساس منفرد من هذه الاسس المعتمدة والمصممة لهذا المنشأ الهندسي . اما عمق الحفر فتحده ظروف التربة نفسها وعمق المياه الجوفية . وعندما تكون مناسب هذه المياه الجوفية مرتفعة سترفع العتبات الارضية التي توضع مباشرة على التربة في مثل هذه المباني الكبيرة .

امثلة محلية

مثال (١) : تحريات جيوتقنية لتطور منشأ هندسي نفطي غرب البصرة : لكي نحصل على تصور سلوك التربة تحت الاسس المقام عليها هذا المنشأ لابد من التعرف على قابلية تحملها للثقيل المختلفة وعلى ضوئها يتم اختيار نوع الاساس المناسب . يتبعها دراسة الخواص الجيوتقنية المختلفة والمؤثرة على السلوك الهندسي لهذه المواد الارضية . وفي ضوء ذلك قام المركز القومي للمختبرات الانشائية بتحريات موقعية يمكن اجمالها بما يلي

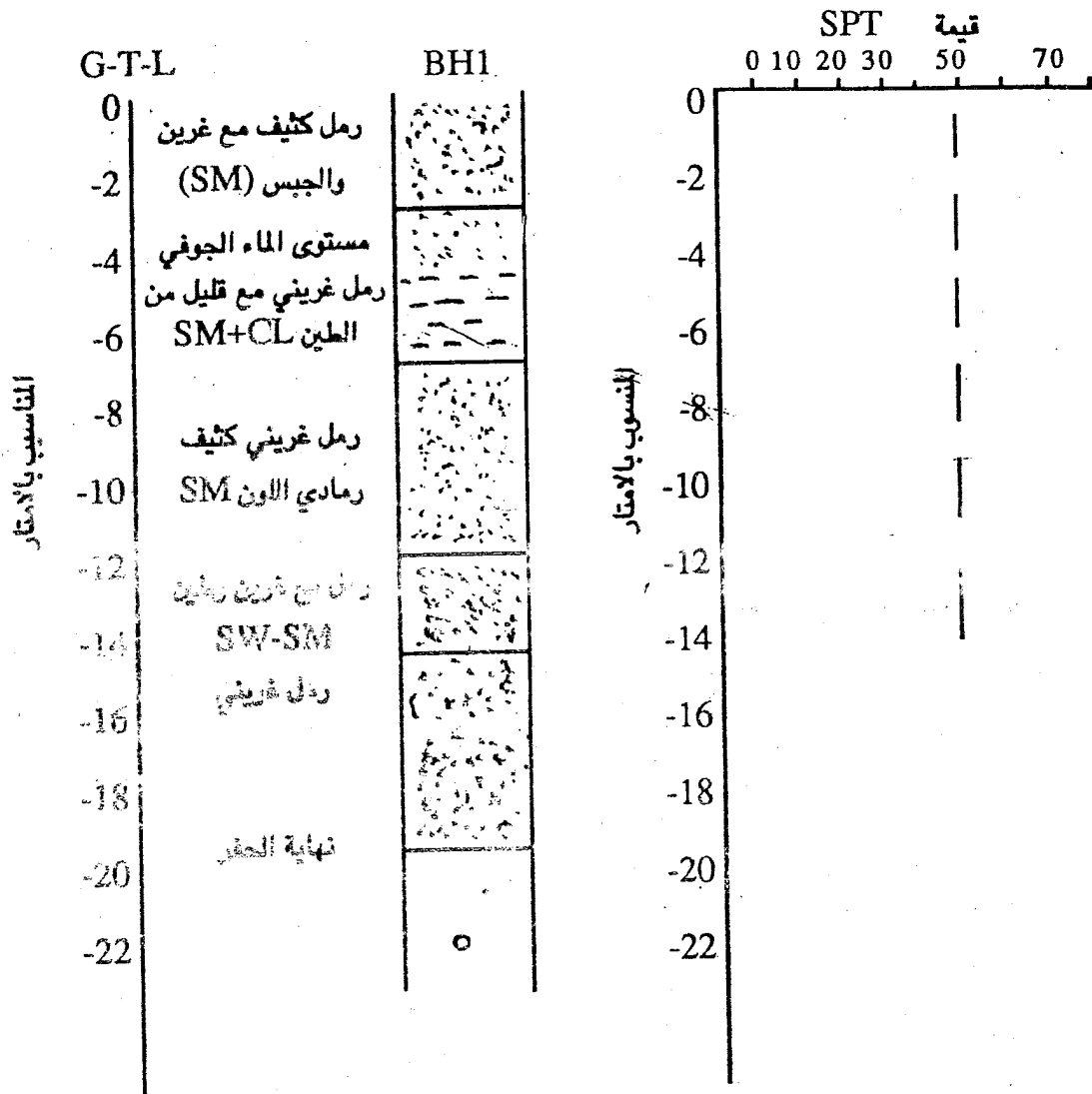
اولاً : فحوصات قابلية تحمل التربة وذلك بعد اجراء عمليات حفر حتى عمق 16 متراً ، ومن خلاله تم قياس خواص التربة المختلفة ومناسيب المياه الجوفية في المنطقة . كما هو مبين في الشكل (13-14) . حيث في البئر رقم (1) يتألف مقطع التربة من الاعلى الى الاسفل من الطبقات الآتية :-

- ١- الطبقة العليا مكونة من رمل غريني كثيف جداً بني اللون (SM) ترافقة بعض الجزئيات الجبسية . يتراوح سمك الطبقة بين (3-3.6) متر تحت سطح الارض .
- ٢- الطبقة الثانية تتكون من الرمل الغريني الكثيف جداً بني اللون يمتزج مع غرين

طيني (SM-CL) ويمتد احياناً الى عمق 5 م .

٣- الطبقة الثالثة مؤلفة من رمل غريني ايضاً (SM) يمتد الى عمق 9 متر . اعقبها طبقة مكونة من رمال جيدة التدرج وكثيفة جداً ترافقها بعض الدقائق الناعمة . وقد تراوح سمكها بحدود 6.5 م (اي تمتد الى عمق 11.5 م تحت سطح الارض .

٤- الطبقة الخامسة مكونة من رمل غريني بني اللون ايضاً يمتد حتى عمق 13.5 م تحت سطح الارض وحتى نهاية عمق الحفر 16 م .



(فحص الاختراق القياسي (SPT) (قطاع التربة BH1)

(شكل 11-13) يبين قطاع التربة والفحوصات الجيوتقنية لتطوير منشأ

مهندس تغطي غرب البصرة

اما منسوب المياه الجوفية فقد تراوح بين 0.8 - 3 م تحت مستوى سطح الارض الحالي ، وبعد اجراء فحوصات الاختراق القياسية (SPT) اتقييم قابلية تحمل التربة فتراج عدد الضربات من 20 في الطبقات العليا حتى بلغ 50 ضربة لكل 30 سم على عمق 16 م .

وقد تناقص عدد الضربات في الامتار الاولى بسبب قربها من منسوب المياه الجوفية واذابة المواد الملحية والجسسية وتخفيض قيمة الاجهادات الفعالة . حيث ان هذه المواد الذائبة والاجهادات تسببت في خلخلة التربة واضعفت قابلية تحملها في بعض المواقع . وبعد اجراء الفحوصات تم حساب مقدار الجلوس المسموح به لهذا التركيب الهندسي . وذلك باستخدام الصيغة المقترحة في مجال ميكانيكا التربة ، (Peck 1974) والمثبتة على اساس قيم (SPT) وجد ان قابلية تحمل التربة هنا تراوح بين 10.5-13.5 طن / م² بينما كانت القيمة التصميمية الاصلية لتحمل الترب في بداية انشاء هذا المنشأ الهندسي بحدود 28 طن / م² . وقد شيد في بداية اقامته على اساس سطحية حصيرية واسعة (raft) (تقرير متخصص غير منشور) .

الهدف من الدراسة : تقييم قابلية تحمل التربة والاعتماد على

توصيف الاجراءات المستخدمة لمعالجة ضعف او زيادة نفاذية الصخور بانها عمليات جيوتقنية تنفذ عادة من قبل شركات او مؤسسات متخصصة لهذا الغرض . هنا سنؤشر فقط اهم تطبيقاتها ، وهذه تشمل :

اولاً : خفض منسوب المياه الجوفية . حيث ينفذ اما بـ أ - نقاط الابار (Well points) و ب - حفر ابار عميقة مجهزة بمضخات غاطسية . عموماً قبل البدء بوضع وتخطيط المعدات والتجهيزات اللازمة يجب القيام بعمل تقيمي وجيوتقني تحدد له العوامل التالية ١ - طبيعة الارض و ٢ - طبيعة وكثافة الترب والطبقات الصخرية وبالاخص الطبقات ذات النفوذية العالية . و ٣ - معرفة كل من مستوى الماء الساكن

ومناسب المياه الجوفية المعزولة وعماق المياه الجوفية ، فضلاً عن إمكانية تواجد مياه ارتوازية في بعض الأحيان .

وكما سبق ذكره جميع هذه الامور تتطلب حفريات متكاملة وبيانات وافية ورسم قطاعات طبوغرافية وجيولوجية وتحليلات وفحوصات مختبرية . مثلاً ايجاد الحجم المؤثر للتربة والمعروف بـ D10 والحجم الاقل من 60% والمعروف بـ D60 ، وبعد تحديد معامل التجانس D60/D10 .

ولكي نتبين اهمية معامل التجانس بالنسبة لتدريج الترب لاحظ الجدول (2-13) ادناه . حيث ان هذه التدرجات للترب بدورها ستؤثر على قيمة النفاذية نفسها . جدول (2-13) يوضح العلاقة بين معامل التجانس وتدرج التربة (دنكمان)

معامل التجانس D10/D60	تدريج التربة
2-1	تربة متجانسة جداً
3-2	تربة متجانسة
5-3	تربة متوسطة
7-5	تربة متدرجة
فوق 7	تربة متدرجة - ممتازة

* اما الدليل الاخر فهو شكل الحبيبات لتعين نفاذية التربة . فالترب المستديرة الحبيبات تكون نفاذيتها اعلى من الترب ذات الحبيبات التي هافاتنا هادة . وذلك بسبب تداخلها فيما بينها . وبذا ستقل النفاذية فيها .

* تعتمد طريقة خفض المستوى المائي على طبيعة ظروف المياه الجوفية في الموضع . فضلاً عن مقدار المسافة بين نقطة بئر واخرى . وكذلك تعتمد على نفاذية الطبقات نفسها . في الترب خشنة الحبيبات تؤخذ المسافات بين النقاط بابعاد تتراوح بين 10

سم - 1 م . وهذا يعني الاستمرار بالحفر تحت ظروف جافة مصطنعة . ولكنه في حالة إنشاء آبار عميقة ستكون المسافة بين بئر وآخر بحدود 20 متراً ، وهنا يبدأ الحفر بالبريمة والاسطوانة الحديدية يعقبه ادخال انابيب فخارية مثقبة ومحاطة بمواد مرشحة . بعد ذلك توضع مضخات غاطسة تعمل بالكهرباء في هذه الآبار (اقطارها بين 40- 20 سم وبهذه الطرق ستخفض مناسيب المياه الجوفية وخصوصاً في الطبقات الرملية ذات الحبيبات الناعمة .

ثانياً / طريقة الميازل العمودية (مصرفات رملية رأسية) :

سنتطرق عن هذه الطريقة بصورة تفصيلية في الفصل المتعلق بالتعليلات الترابية . حيث تستخدم هذه الطريقة عند تحميل الطبقات الطينية باثقال معينة . ان الماء المتواجد في هذه التربة سوف لن يفلت تلقائياً من هذه الطبقات او التربة . لابد سينشأ ضغط مائي مسامي يتطلب عمل مصرفات رملية رأسية في هذه الاطيان . وبذا سيطرد الماء من هذه التربة والطبقات بصورة سهلة . وهذه الطريقة تتضمن عمل مشبك من الثقوب الرأسية الربوطة فيما بينها فوق الموقع المطلوب تصريفه وتقوية تربته .

ثالثاً / طريقة عمل جدران حاجزة :

تستخدم هذه الطريقة في حالة عمل حفريات تحت منسوب المستوى المائي الجوفي . وهنا يحفر خندقاً بعرض 80 سم حتى الوصول الى الطبقة ذات النفوذ الواطئة . بعد ذلك يملأ هذا الخندق بطين الحفر (البنتيونات) ونبقيه مفتوحاً . وبذا سيقوم هذا الطين باحداث مقاومة كافية تمتع انهيار الجدران . بعد ذلك ندفع بالطين في الخندق الى اجزاء اخرى من الحفرية . حالياً تستخدم الى اعماق قد تصل الى اكثر من 20 متر تحت سطح الارض .

رابعاً / طريقة التمشيط (الحنق) للتربة :

اصحح بالأمر ان زيادة مقاومة التربة او خفض نفاذيتها بفعل التحشيط (Grouting) . وهذه تشمل ملاء فراغات التربة اما بالاسمنت - والصلصال ، او الاسمنت ومواد كيميائية اخرى . ان قابلية اي نوع من هذه التحشيطات تبعاً لاختلاف الارض تعتمد على حجم الجزيئات التي يجب ان تكون اقل من قياسات تلك الفراغات التي يتم تحشيتها . اما التحشيطات بالمضافات الكيميائية فتكون على هيئة محاليل مائية . وان درجة لزوجتها فقط هي التي تجهزنا بمقاومة للاختلاف الارض . اما اذا تطلبت الحاجة الى تحشيط تربة ذات نفوذية عالية بطريقة الاسمنت والروازم (Packers) يهدف عزل الترب النفاذه في هذه البئر عن تلك الطبقات ذات النفوذية الواطئة . ولكنه عموماً تستخدم المضافات الكيميائية سواء مزيج الصلصال الاسمنتي او الصلصال الكيميائي في تقوية الطبقات ذات النفوذية الواطئة جداً .

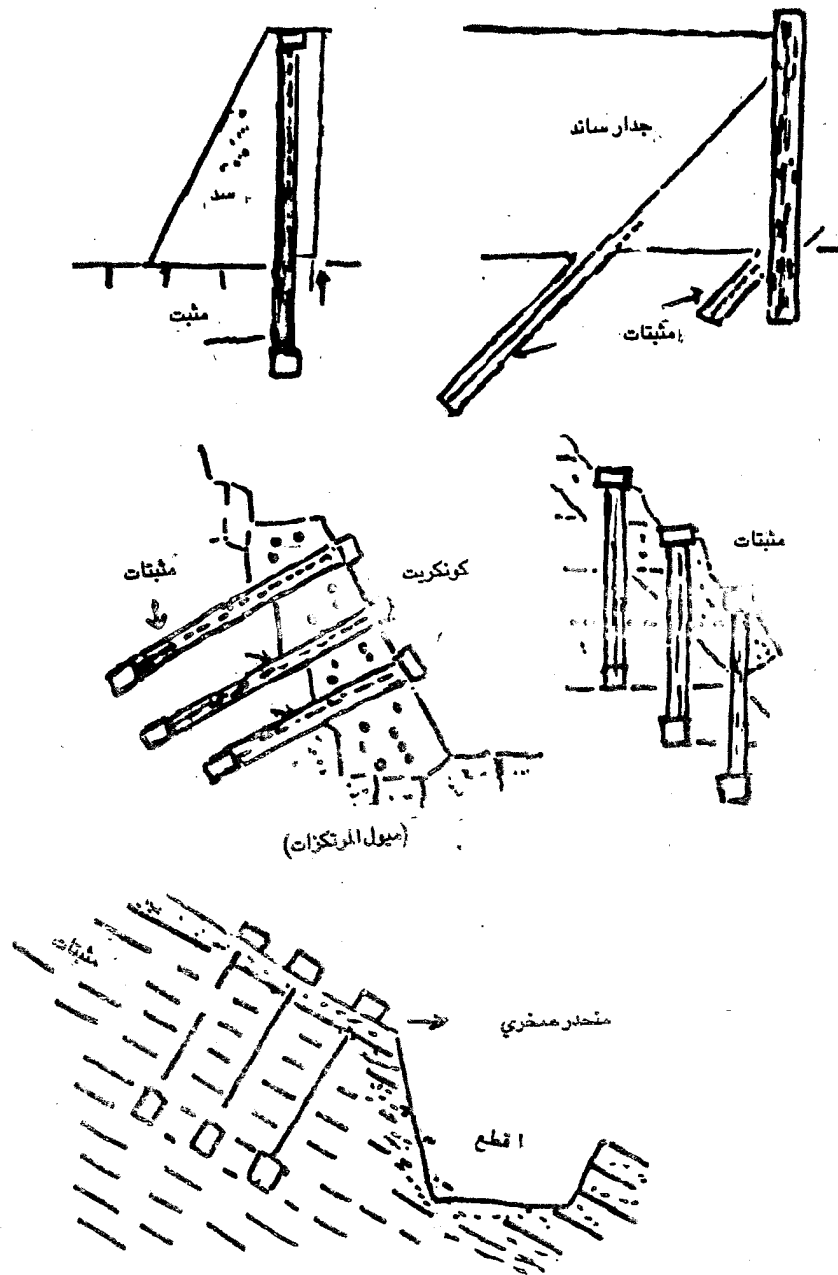
خامساً / طريقة تحشيط الصخور :

توجد انواع عديدة من التحشيطات لتحسين الطبقات الصخرية . وهذه تشمل التحشيط بالاسمنت ، والبنتونايت ، والاسمنت الصلصالي ، والقيير الصلصالي ، والمخاليات الكيميائية الاخرى . فغلى سبيل المثال التحشيط الاسمنتي لملا الشقوق والفراغات بهذا المزيج الاسمنتي جزئياً او كلياً مما ينتج عنها تناقض في مسامية الصخر والكتل الصخرية . هنا تحفر عدة ابار او ثقوب وفق طرق الحفر المعتمدة تحدها طبيعة الصخر بعد ذلك تنفذ عملية التحشيط . او تحفر البئر حتي العمق المطلوب ثم تحقن بالاسمنت ومن الجدير بالذكر ان التحشيط بالاسمنت لا تخترق الشقوق التي اقطارها تقل عن 0-01 سم .

سادساً / مسامير تثبيت الصخور :

تثبت الطبقات الصخرية او الكتل الصخرية بعضها مع البعض الاخر بواسطة مسامير لولبية خاصة تعرف بمسامير تثبيت الصخر مسبقه الشد (Rock Bolts) .

لعل سبيل المثال بعد تنفيذ عملية حفر الانفاق ظهر ان الكتل الجاورة تميل الى الارتفاع وخصوصاً عندما يكون الحفر تحت المستوى المائي الجوفي . ونتيجة لذلك يزداد عرض الفواصل بين هذه الكتل الصخرية تؤدي الى اضعافها لذلك تتطلب هذه الصخور ربطها بمسامير لتبقيها على حالتها الاصلية وبصورة متوازنة على شرط عدم انهاء هذا المسار في مقطعاً صخرياً معرضاً الى اجهادات شد .



شكل (12-13) يبين كيفية الارساء والتثبيت الصخري

عموماً تتجدد المسافة بين هذه المسامير بنصف طول المسامير . اما نسبة المسافة بين هذه المسامير الى المسافة بين الفواصل فيجب ان تكون اقل من 4 . اما طول هذه المسامير فتتحدد تبعاً لمقاسات الفتحة او النفق المراد اقامتهما تحت سطح الارض .
اما في حالة تثبيت الصخور في اثناء انشاء السدود او مسك الجدران الساندة فتستخدم لارساء مساند لهذه الكتل الصخرية وخصوصاً تقوية المرتكزات الجانبية للسد . وقد تستخدم ايضاً لاسناد المباني التي تتعرض الى قوى ريحية شديدة . وفي هذا المجال تستخدم قضبان او كابلات حديدية توضع مع الخرسانة لكي تقوم بتثبيت واسناد هذه الصخور والكتل الصخرية . لاحظ الشكل (12-13) الذي يوضح كيفية استخدام مثل هذه المثبتات في الصخور .

سابعاً / تقوية المنشآت المعرضة للزلازل :

يجب اقامة المنشآت المعرضة للهزات الارضية على اسس صخرية قوية وعميقة . ويرجع السبب في ذلك ان الهزة الارضية تجعل التركيب الهندسي يميل وكأنه وحدة متكاملة بسبب هذه الاهتزازات . وعليه تتطلب اقامة اسس حصيرية طويلة تسمح للتركيب بتحمل هذا الاضطراب نتيجة لترايط هذه الاسس فيما بينها . وتنفذ هذه الاسس بانشاء اعمدة مربوطة بزوايا وجدران خارجية مسلحة تسليحاً ثقيلاً . ولايجوز اقامة مباني في مناطق الاهوار والمستنقعات الا بعد كشفها وتقويتها . عموماً يفضل بناء المساكن في اراضي مستوية والابتعاد عن الاراضي المنحدرة قدر الامكان . اما في حالة انشاء المباني كما سبق ذكره يجب دق ركائز بأنواعها المختلفة حتى الوصول الى الطبقة الصخرية .