

## الفصل التاسع

### الأساسات

تلعب العوامل والظروف الجيولوجية بالمناطق المختلفة دوراً هاماً فى تخطيط وتحديد مواصفات أساسات المباني والمنشآت الهامة، وبصفة عامة توجد ثلاث حالات لطبيعة الأرض فى مواقع المنشآت الهندسية وهى :

أولاً: أن تكون الصخور المكشوفة على سطح الأرض أو بالقرب من السطح صخوراً صلبة صماء خالية من الفواصل والفوالق، وفى هذه الحالة توضع أساسات المباني مباشرة على الصخور الصلبة. وتمثل هذه الحالة أفضل الظروف الجيولوجية لإقامة أساسات المباني والمنشآت الهندسية: ومن ضمن الأمثلة لذلك مدينة أسوان التى توضع أساسات كثير من مبانيها مباشرة فوق صخور جرانيتية، وكذلك أساسات مدينة المقطم المقامة فوق صخور الحجر الجيري الكتلية المكونة لهضبة المقطم.

ثانياً: أن يكون سطح الأرض مغطى برواسب فتاتية أو صخوراً مفككة قليلة العمق، يوجد بعدها مباشرة الصخور الصلبة الصماء، وفى هذه الحالة يفضل اقتصادياً اختراق الرواسب المفككة وإقامة الأساسات على الصخور الصلبة. وتمثل هذه الحالة بعض مناطق مدينة نصر ومناطق الهرم حيث تقام أساسات المباني فوق طبقات التربة الرملية، ويختلف سمك الصخور المفككة، والتى يوجد تحتها الصخور المتماسكة أو الصلبة، من منطقة إلى أخرى.

ثالثاً: أن يوجد على سطح الأرض تربة، تتكون عادة من مواد طينية ورملية ناتجة من ترسيب مواد حملتها الرياح أو الأنهار والقنوات المائية من مناطق بعيدة، وتوجد الصخور الصلبة على أعماق كبيرة لدرجة أنه لا يمكن استخدامها لإقامة الأساسات عليها، وفى هذه الحالة توضع أساسات المباني والمنشآت الهندسية فوق التربة الضعيفة التى تكون الطبقات السطحية للأرض. ويمثل هذه الحالة كثير من مناطق مدينة القاهرة المبنية على طمي النيل. ويوضح جدول (٣٠) الظروف الجيولوجية المختلفة للأساسات.

جدول (٣٠) الظروف الجيولوجية للأساسات

| بيولوجية الأساسات       | بعض الأمثلة   |
|-------------------------|---|
| (١) تربة                | حصى ورمل - رمل طيني - طمي - طين رملي - طين                      |
| (٢) رواسب أو صخور مفككة | خليط من الحصى والرمل والطين والفتات الصخرى بنسب مختلفة          |
| (٣) صخور صلبة متماسكة   | صخور رملية - رملية جيرية - جيرية رملية - جيرية - جرانيت - بازلت |

## التقسيم الهندسى

### للصخور الصلبة أو المتماسكة بغرض إنشاء الأساسات

إن الأهمية الجيولوجية لأساسات المباني والمنشآت هو تحديد صلابة الصخر، ومعرفة نوع وتراكيب الصخور تحت السطحية، مع مراعاة العوامل التي يمكن أن تنشأ من تأثير الزلازل وذلك في حالة المباني العالية والضخمة والمنشآت الهندسية الحيوية كالسدود والخزانات. ومن الناحية الهندسية تقدر صلابة الصخر بخاصيتين أساسيتين هما القوة الضغطية للصخر ومقاومته لعوامل الاحتكاك والبرى، أو القوة الضغطية والنسبة المئوية للمعادن المكونة للصخر والتي تزيد صلابتها عن ٥,٥ طبقاً لمقياس موهز للصلابة. وعلى أساس صلابة المعادن المكونة للصخر قسم كرفان الصخور من الناحية الهندسية إلى خمسة أنواع هي صخور لينة جداً، ولينة ومتوسطة الصلابة، وصلبة، وعالية الصلابة، كما يتضح من جدول (٣١).

### (جدول ٣١) تصنيف الصخور من الناحية الهندسية

| النسبة المئوية للمعادن التي صلابتها أكبر من ٥.٥ |               |               | القوة الضغطية                   |
|---|---------------|---------------|---------------------------------|
| صفر-٢٥%   | ٢٥-٥٠%        | ٥٠-٧٥%        | للصخر كج/سم <sup>٢</sup>        |
| لين   |               | لين جداً      | أقل من ٦٠ كج، سم <sup>٢</sup>   |
| متوسط الصلابة                                   | لين           |               | ٦٠٠ - ١٠٠٠                      |
| متوسط الصلابة                                   |               | لين           | ١٠٠٠ - ١٤٠٠                     |
| صلب   | متوسط الصلابة |               | ١٤٠٠ - ١٨٠٠                     |
| صلب   |               | متوسط الصلابة | ١٨٠٠ - ٢٠٠٠                     |
| عالي الصلابة                                    | صلب           | متوسط الصلابة | أكثر من ٢٠٠٠ كج/سم <sup>٢</sup> |

ويوضح جدول (٣٢) بعض الأمثلة لصخور عالية الصلابة مثل البازلت الذى يحتوى على نسبة عالية من معدن الأوليفين، وصخور صلبة مثل الجرانيت، وصخور متوسطة الصلابة أو لينة مثل الدولوميت والحجر الجيري.

(جدول ٣٢) صلابة الصخور الشائعة

| صلابة المعادن          | تركيبه المعدني   | صلابته       | نوع الصخر  |
|------------------------|--|--------------|--|
| ٥,٥<br>٦<br>٦,٥<br>٥,٥ | أوجيت = ٣٠٪<br>بلاجيوكليس = ٢٥٪<br>فلسبار<br>أوليفين = ٢٠٪<br>زجاج = ٢٥٪ | عالي الصلابة | أوليفن بازلت (ناري<br>بركاني) القوة الضغطية<br>= ٢٦٠٠ كج.سم <sup>٢</sup> |
| ٦<br>٧<br>٣            | أرثوكليزفلسبار = ٥٥<br>كوارتز = ٣٥٪<br>ميكا = ١٠٪                        | صلب          | جرانيت (ناري جوفى)<br>القوة الضغطية<br>= ١٦٧٠ كج.سم <sup>٢</sup>         |
| ٣<br>٧                 | كلسيت = ٧٥٪<br>كوارتز = ٢٥٪  | لين          | حجر جيرى (رسوبى)<br>القوة الضغطية<br>= ٧١٠ كج.سم <sup>٢</sup>            |

ومن الصخور الصلبة الأخرى نذكر على سبيل المثال الديوريت، والكوارتز بورفيرى، والبورفيريت، والدوليريت، والصخر الرملى السيليسى، والكوارتزيت. وتشمل الصخور اللينة الطباشير، والطين الصفحى، والصخور الجيرية الصلصالية، والجيرية الرملية، والفحم. ويجب ملاحظة أنه عند اختبار القوة الضغطية للصخر، أن يكون اتجاه الضغط فى نفس اتجاه ثقل المنشأ الهندسى، وذلك لأنه يوجد فرق كبير فى درجة تحمل الصخور الرسوبية للضغط بموازاة التطابق عنه فى الاتجاه العمودى على مستوى التطابق.

### اختبارات الأساسات فى الصخور الصلبة

إن الظروف الجيولوجية للأساسات فى الصخور الصلبة أو المتماسكة تختلف عن جيولوجية الأساسات فى التربة والصخور المفككة. وفى هذه الحالة يجب دراسة الصخر من النواحي الآتية:

١ - تحديد ما إذا كان الصخر المكشوف على سطح الأرض هو كتلة مستقلة تحيط بها من جميع الجهات صخور أخرى متجانسة، أو أن الصخر المكشوف يمثل الصخور الصلبة الأصلية التى تمتد لعمق كبير تحت الأرض.

- ٢- معرفة مدى تأثر الصخر بعوامل التجوية الطبيعية والكيميائية.
- ٣- تحديد نوع الفواصل والتراكيب الأخرى التي قد توجد بالصخر ومعرفة اتجاهات هذه التراكيب وأبعادها.
- ٤- دراسة مستوى المياه الأرضية والعوامل المؤثرة عليه، وخاصة فى حالة السدود والخزانات.
- ويوضح جدول (٣٣) الضغوط المسموح للصخور المختلفة بتحملها فى حدود الأمان.

(جدول ٣٣) حدود الأمان فى الصخور المختلفة

| الضغوط كج/سم <sup>٢</sup>  | نوع الصخر   |
|----------------------------|---|
| ٤٠ - ٣٠ كج/سم <sup>٢</sup> | جرانيت-ديوريت- جرانيت بورفسيرى- بورفسيريت- جابرو- دوليريت، بازلت                  |
| ٣٠ - ٢٠ كج/سم <sup>٢</sup> | صخور رملية- صخور جيرية- نيس ميكاشيست  |
| ٣٠ - ١٠ كج/سم <sup>٢</sup> | صخور رملية طينية - صخور جيرية طينية   |
| ١٠ كج/سم <sup>٢</sup>      | صخور جيرية طينية (مارل)- طين صفحى- اردواز- صخور متحللة بعوامل التجوية الكيميائية- |

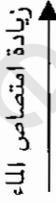
### إنشاء الأساسات فى التربة والصخور المفككة

يتوقف استقرار (ثبات) التربة أو الرواسب المفككة التى تقام عليها أساسات المباني والمنشآت على مقدار ما تحتويه من الماء فى مساهما، وكذلك على عوامل أخرى مثل نوع وشكل الحبيبات. وطريقة ترتيبها، وطبيعة قوى الترابط بينهما، ومعامل الاحتكاك الداخلى بين حبيبات التربة، والخواص الطبيعية والكيميائية للماء الذى تحتويه التربة مثل مقدار الملوحة ونوع الأملاح المذابة. وفى معظم الأحيان، يعتمد استقرار تربة الأساسات بصفة خاصة على نوع معادن الطين (الصلصال) وأهمها الكاولينيت والمونتموريلينيت والأليت.

وبوجه عام فإن التربة والصخور المفككة تكون درجة امتصاصها للماء أكبر بكثير من الصخور الصلبة أو المتماسكة. ويلاحظ أنه فى حالة التربة تعتمد درجة امتصاص الماء على وجود أنواع معينة من معادن الطين. وفى حالة المعادن المختلفة المكونة للطين والتي لحبيباتها نفس الحجم تقريباً فإن خاصية امتصاص الماء تزداد تبعاً لدرجة تبلور معادن الطين كما يتضح من جدول (٣٤).

وجدير بالذكر أنه إذا كان امتصاص معادن الطين للماء يرجع إلى عوامل أخرى غير شغل الفراغات المسامية في الطين فإن حبيبات معادن الطين تنتفخ بدرجات متفاوتة، ويعزى انتفاخ التربة وزيادة حجمها لأسباب عديدة نذكر منها على سبيل المثال ما يأتي :

#### (جدول ٣٤) درجة امتصاص معادن الطين للماء

| امتصاص الماء  | درجة التبلور | المعدن   |
|---|--------------|----------|
|  | جيد التبلور  | البيت    |
|   |              | كاولينيت |
|   | ضعيف التبلور | كاولينيت |
|   |              | البيت    |
| مونت موريلينيت  |              |          |

١- إزالة الضغوط القاصة الناتجة عن زيادة حجم الغلاف المائي الذى يحيط بمعادن الطين عن طريق الخاصية الشعرية (Capillary action) .

٢- تخلل أو تسرب الماء بين طبقات السليكا في التركيب البلورى الداخلى لمعادن الطين التى من مجموعة المونت موريلينيت مثل المونت موريلينيت والبنتونيت الصابونيت والبيديليت.

٣- إعادة التركيب أو الترتيب الدقيق لمعادن الطين والتى لم تصل بعد إلى حالة التوازن الميكانيكى تحت ظروف معينة من الضغط والحرارة، وذلك بمجرد انخفاض الضغط وتسرب الماء بين طبقات السليكا في التركيب البلورى للمعادن الطينية. ويلاحظ أن ظاهرة انتفاخ الطين الصغرى فى حالة مناجم الفحم تعزى أساساً لهذا السبب.

#### اختبارات الأساسات فى التربة والصخور المفككة

فى حالة إنشاء المباني وإقامة المشروعات الهندسية الهامة كالأنفاق والسدود والخزانات، تتخذ عادة قيم أتربرج لحدود الاستقرار كمقياس أو دليل على ثبات التربة والصخور المفككة التى تنشأ عليها الأساسات. وتعتمد حدود أتربرج لدرجة كبيرة على الظروف الجيولوجية وطبيعية الأرض فى حالتى التربة والرواسب المفككة.

ومن الاختبارات الهامة التي يجب إجراؤها، للمواد السطحية وتحت السطحية، لتقدير متانة التربة والصخور المفككة ومدى صلاحيتها للأساسات نذكر على سبيل المثال الاختبارات الآتية:

أولاً - حدود الاستقرار لا تریج.

ثانياً - خواص التجفيف.

ثالثاً - الانضغاط.

رابعاً - القوة القاصة.

خامساً - المسامية والنفاذية.

سادساً - مدى التقوس الثلجى.

سابعاً - الكثافة الكلية للصخر المفكك.

ثامناً - مستوى المياه الأرضية والعوامل المؤثرة عليه.

ويستطيع المهندس بسهولة تحديد نوعية الاختبارات التي يجب إجراؤها على التربة والصخور المفككة التي تنشأ عليها الأساسات والتي تعتمد بطبيعة الحال على نوع وحجم وأهمية المنشأة الهندسية، مع ملاحظة أنه فى حالة عدم ظهور الصخور الصلبة المتماسكة على سطح الأرض أو على عمق مناسب من السطح فى موقع المنشآت الحيوية كالسدود والخزانات والأنفاق فإنه يجب عمل مجسات بالحفر الميكانيكى فى جميع أنحاء الموقع لتحديد العمق الذى توجد عنده الصخور الصلبة، كما تجرى فى نفس الوقت دراسة لمنسوب المياه الأرضية بالمنطقة وذلك بالإضافة إلى إجراء دراسات تفصيلية للتراكيب الجيولوجية كالطيات والفوالق. ومن البديهي، أنه ليس من السهولة تحديد الأعماق المناسبة لعمل الجسات لأن ذلك يتوقف على الظروف الجيولوجية للموقع ونوع الصخور وتراكيبها وضخامة المنشآت المراد إقامتها وأحياناً يصل هذا العمق لعدة مئات من الأقدام.

وفيما يلي موجز عن بعض الاختبارات.

#### ١ - حدود الاستقرار لا تریج Atterberg Consistency Limits

وتشمل حد السيولة وحد اللدونة ومعامل أو عدد اللدونة وعلى أساسها تنقسم التربة إلى عدة أنواع موضحة بجدول (٣٥).

## جدول (٣٥) أنواع تربة الأساسات تبعاً لمعامل اللدونة

| معامل اللدونة   | نوع تربة أو رواسب الأساسات | بعض الأمثلة   |
|-----------------|----------------------------|---|
| ١-٥ فى المائة   | قوية جدا<br>Very Lean      | رمال خشنة من الكوارتز فقط أو من الكوارتزو نسبة ضئيلة من المواد الأخرى |
| ٥-١٥ فى المائة  | قوية<br>Lean               | رمل جبرى- جبر رملى  |
| ١٥-٢٥ فى المائة | متوسطة<br>Medium Fat       | مواد جيرية أو دولوميتية أو طفلة                                       |
| ٢٥-٤٠ فى المائة | ضعيفة<br>Fat               | تربة من الأليت والكاولينيت  |
| أكثر من ٤٠٪     | ضعيفة جدا<br>Very Fat      | تربة من المونتموريلينيت   |

ويتضح من جدول (٣٥) أن معظم المشاكل الهندسية المتعلقة بأساسات المباني والمنشآت ترجع فى الغالب إلى زيادة نسبة معادن الطين فى التربة أو الصخور المفككة، وخاصة معادن مجموعة المونتموريلينيت والتي يتراوح معامل لدونتها من ٢٠٠ إلى ٥٨٠. وبصفة عامة يستطيع المهندس أن يختار مواقع الأساسات التى تتكون من الزلط والرمل الخشن باطمئنان، والأرض التى بها رمال متوسطة باحتراس، بينما الأرض التى تتكون من الرمل الناعم أو الناعم جدا والطينى والطين فإنها قد تكون خطيرة ويجب على المهندس معاملتها بحذر شديد واتخاذ الاحتياطات اللازمة قبل إقامة أساسات المباني والمنشآت عليها وذلك بتقوية التربة لتثبيتها واختيار النوع الملائم من الأساسات.

### ٢ - خواص التجفيف Drying

إن جفاف التربة بالعوامل الجوية يؤدي إلى نقص كبير فى حد اللدونة وذلك عند امتصاص التربة للماء مرة ثانية. ومن العوامل التى تؤثر على اللدونة تأكسد المواد العضوية وطردها من أيدروكسيدات الحديد والألومنيوم، والتماسك الجزئى بين الحبيبات بواسطة المواد اللاصقة. ويلاحظ أن التشققات الطينية الناتجة عن انكماش التربة بعوامل الجفاف ينشأ عنها تقارب بين حبيبات معادن الطين فى التربة وينتج عن ذلك أن تزداد قوة التجاذب بين الحبيبات مما يساعد على انخفاض درجة امتصاص المعادن الطينية للماء لدرجة كبيرة.

### ٣ - الانضغاط Compressibility

تعتمد خاصية انضغاط التربة والصخور المفككة على نسبة ونوع معادن الطين والمواد الأخرى، وشكل وحجم الحبيبات وكيفية ترتيبها.. ويلاحظ أنه في حالة الاختبارات التي تجرى على العينة وتكون فيها العينة محاطة من جوانبها بمواد أخرى، فإن الانضغاط ينشأ نتيجة لطرد الماء الموجود في المسافات البينية بين الحبيبات وبالتالي نقص حجم الفراغات المسامية ويكون الانضغاط سريعاً في حالة المواد الخشنة والمنفذة للماء مثل الحصى والرمال، بينما يكون بطيئاً جداً في حالة المواد التي تحتوى على نسبة كبيرة من معادن الطين وخاصة معادن مجموعة المونتوريلينيت. ويلاحظ أيضاً أن وجود كمية ضئيلة من معادن الطين وخاصة المونتوريلينيت في الرمال يساعد لدرجة كبيرة على زيادة خاصية الانضغاط.

### ٤ - القوة القاصة Shearing strength

هى أكبر ضغط قاص يمكن أن تتحملة المادة تحت ظروف معينة، فإذا ازدادت الضغوط عن هذا المقدار فإن المادة تتكسر وتتهشم. وفي حالة التربة والصخور المفككة تعتمد القوة القاصة على عدة عوامل مثل نوع وحجم وشكل الحبيبات، ونسبة معادن الطين، ودرجة التماسك. ومعامل الاحتكاك الداخلى بين الحبيبات. وبصفة عامة، تقل القوة القاصة كلما صغر حجم الحبيبات وزادت نسبة معادن الطين والمواد العضوية. ويلاحظ أن القوة القاصة من ضمن العوامل الأساسية التي تؤثر على ثبات المنحدرات وأساسات الأنفاق والموانئ والسدود والخزانات. ويلاحظ أيضاً أن القوة القاصة للتربة تحت الظروف الطبيعية تكون عادة أكبر من نفس التربة التي يقع عليها حمل المباني والمنشآت التي تقام عليها.

### ٥ - المسامية والنفاذية Porosity and permeability

إن اختبارات المسامية والنفاذية لها أهمية خاصة عند إقامة السدود والخزانات والقناطر، وقد سبق دراستها ضمن الخواص الطبيعية والميكانيكية للصخور والتربة.

### ٦ - التقوس الثلجى أو فوران التربة Frost Heave

ينشأ عن هذه الظاهرة تقوس وارتفاع سطح التربة نتيجة لتجمد المياه وتكون بلورات من الثلج فى التربة أو الصخور المفككة. ويتوقف مقدار هذا التقوس على كمية المياه التى توجد بالتربة، والخاصية الشعرية، وسرعة تجمد الماء ومستوى المياه الأرضية، ومقدار الحمل الواقع على التربة. ويلاحظ أن وجود كمية ضئيلة من معادن الطين فى التربة أو الصخور المفككة يساعد على ظاهرة التقوس الثلجى كما يتضح من جدول (٣٦) بينما فى حالة التربة والرواسب التى تتكون من الزلط والحصى والرمال الخشنة فإنها لا تتعرض للتقوس الثلجى.

### (جدول ٣٦) درجة التقوس الثلجي

| التقوس الثلجي            | المواد المكونة للتربة أو الرواسب |
|--------------------------|----------------------------------|
| زيادة التقوس الثلجي<br>↓ | مونتموريلنيت                     |
|                          | البيت                            |
|                          | كاولينيت                         |
|                          | رمل ناعم جدا                     |

يتضح من الأسس الجيولوجية أن الأساسات التي تقام على صخور مفككة كالحصى والرمال الخشنة أو الرمال الطينية أو الطمي، وخاصة إذا كانت سميكة، والتي تقع فوق المنسوب الدائم للمياه الأرضية لا ينشأ عنها مشاكل هندسية نتيجة الترييح أو الهبوط السريع ما دام يحدث ذلك بانتظام. أما الأساسات التي تقام على صخور غير متماسكة ولها قابلية كبيرة للتماسك بالانضغاط مثل الطين الصفحي والطينة الصفراء والصلصال فإنه ينشأ عنها مشاكل كثيرة وخطيرة نتيجة عدم الانتظام في هبوطها. أما إذا كانت التربة تحتوى على كمية كبيرة من معادن مجموعة المونتموريلنيت أو المواد العضوية أو خليط فإنها بالغة الخطورة وتحتاج إلى معالجة خاصة قبل إقامة أساسات المبنى والمنشآت عليها، وقد يفضل فى مثل هذه الأحوال من الناحية الاقتصادية اختيار مواقع أخرى تكون فيها التربة أو الصخور المفككة أكثر صلاحية لإقامة الأساسات عليها.

وفى حالة التربة أو الصخور المفككة تنفذ الأساسات عادة بعدة طرق مختلفة نذكر منها على سبيل المثال الطريقتين الآتيتين:

- ١- طريقة الدعائم المنتشرة: وذلك عن طريق عمل طبقة متصلة من الخرسانة تتركز على الطبقة السطحية للتربة. وهناك تطوير هذه الطريقة بأن يوزع ثقل البناء على عدة بلاطات أو مصاطب صغيرة من الخرسانة وتعرف بطريقة الحواجز، بدلا من طبقة واحدة متصلة.
- ٢- طريقة الخوازيق: وذلك ببناء أعمدة من المسلح فى الأرض أو صب دعائم فى آبار، ثم يوصل بين قمم الأعمدة أو الدعائم بطريقة مناسبة حتى تتركز عليها أعمدة المبنى.

### بعض طرق تثبيت التربة

تستخدم بعض الوسائل الخاصة لتقوية التربة أو الصخور المفككة والمتحللة كيميائياً، والتي تقام عليها أساسات المبنى والمنشآت الهندسية الهامة، وذلك عن طريق تحسين خواصها الميكانيكية، وخفض درجة امتصاصها ونفاذيتها للماء للتقليل من عوامل الهبوط أو الترييح. ومن ضمن هذه الوسائل نذكر الطرق الآتية:

- ١- إضافة الجير إلى التربة وخاصة تلك التى تحتوى على نسبة كبيرة من معادن الصلصال التى تمتص الماء بشراهة مثل معادن مجموعة المونتمورلينييت.
- ٢- إضافة الجير المطفأ (لبن الجير) والرماد الخفيف الذى يحتوى عادة على السيليكا، وهذه المواد تتحد بالمعادن الصلصالية مكونة سيليلكت الكالسيوم ويكون الاتحاد سريعاً فى حالة الجير، بينما يكون بطيئاً فى حالة الرماد السيليسى.
- ٣- الحقن بالأسمنت وخاصة فى حالة الصخور التى بها فواصل أو فى حالة المواد الفتاتية والحصىة.
- ٤- الحقن بمواد مرسبة (Coagulants) ونستخدم هذه الطريقة عادة فى حالة الرمال الناعمة أو الناعمة جداً، وكذلك فى الصخور التى لها مسامية عالية، وفى الصخور التى بها فواصل دقيقة جداً.
- ٥- الحقن باستخدام صلصال البنتونيت أو المعلقات الأخرى التى تتميز بخاصية التيوكستروبي، والتى تساعد على التحام الفراغات البينية فى الصخور أو الفواصل الدقيقة التى توجد به.
- ٦- أحيانا تثبت التربة باستخدام بعض المواد العضوية مثل البترول والبتيومين واكريلات الكالسيوم وبعض مركبات البلمرات العالية ..

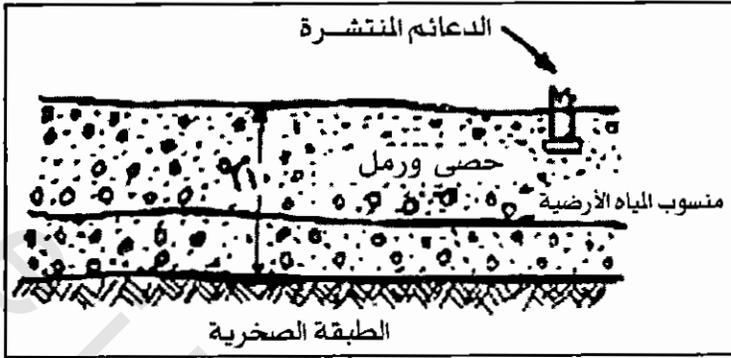
### بعض الأمثلة للظروف الجيولوجية للأساسات

يمكن من خلال الأمثلة العديدة تحديد الأسس العامة التى تربط بين اختيار الأنواع المناسبة لأساسات المباني والمنشآت، والظروف الجيولوجية لموقع الإنشاء وعادة يقوم المهندسون والعاملون فى حقل الإنشاءات بعمل برنامج استكشافى للموقع للحصول على بعض المعلومات التى تساعدهم على اختيار وتصميم الأساسات وبالإضافة إلى هذا البرنامج يلجأ المهندسون إلى الاستعانة أحياناً بالتقارير والدراسات الجيولوجية للموقع وذلك لاستكمال الدراسات المطلوبة. وتساعد هذه الدراسات أيضاً على معرفة طبيعة ونوع المواد الموجودة بالمنطقة ومدى إمكانية استخدامها فى الأساسات وتوضح الأمثلة التالية بعض القطاعات الجيولوجية لبعض مناطق الإنشاءات وطريقة اختيار الأساسات التى تلائم تكويناتها.

#### المثال الأول:

يوضح شكل (٩٧) قطاعاً جيولوجياً لمنطقة يراد إقامة بعض المنشآت بها. وحيث إن زاوية الاحتكاك الداخلى للحصى والرمل عالية، وكذلك ليس هناك احتمال كبير لحدوث انهيار

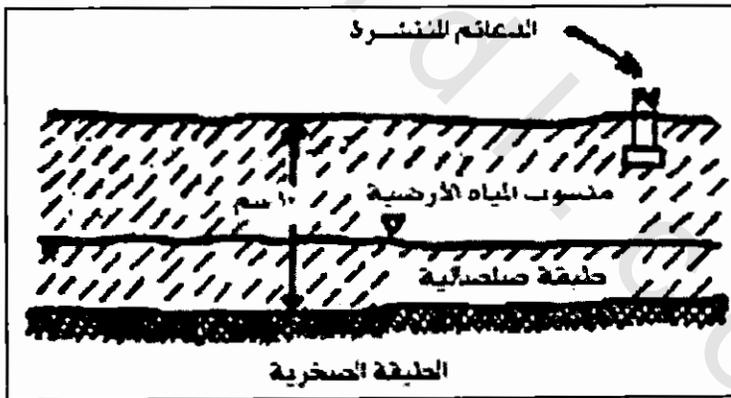
القص. كما أن درجة الهبوط في التربة المائلة محدود ولا يتجاوز ٥ سم في المنشآت الكبيرة، ولذلك كانت أنسب أنواع الأساسات لمثل هذه الظروف الجيولوجية هي الدعائم المنتشرة Spread Footing.



شكل رقم (٩٧): قطاع جيولوجي للمنطقة الأولى.

#### المثال الثاني:

يوضح شكل (٩٨) قطاعاً آخر لمنطقة ما، وتعتبر الدعائم المنتشرة من أنسب أنواع الأساسات في مثل هذه الظروف. ويجب أن نلاحظ أن الأساسات بطريق الخوازيق لا تناسب مطلقاً وجود طبقة صلصالية ويفضل عدم استخدامها.

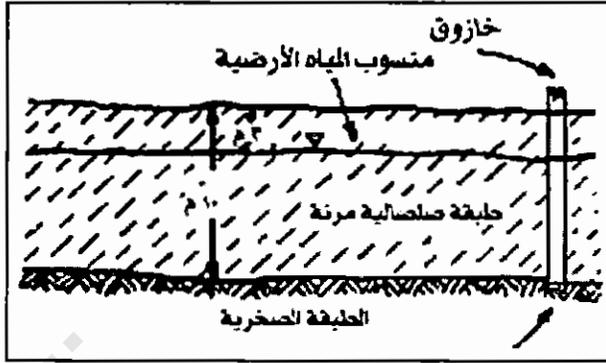


شكل رقم (٩٨): قطاع جيولوجي للمنطقة الثانية.

#### المثال الثالث:

يوضح شكل (٩٩) تكوينات إحدى المناطق والتي يراد إقامة بعض المباني بها. وأنسب أنواع الأساسات لهذه المنطقة هي الخوازيق التي تصل إلى الطبقة الصخرية. وتعتبر

الخوازيق الخشبية (Friction piles) هي أنسب الأنواع لمثل هذه التربة حيث يمكن التحكم في زيادة طولها أو إنقاصه حسب الحاجة.

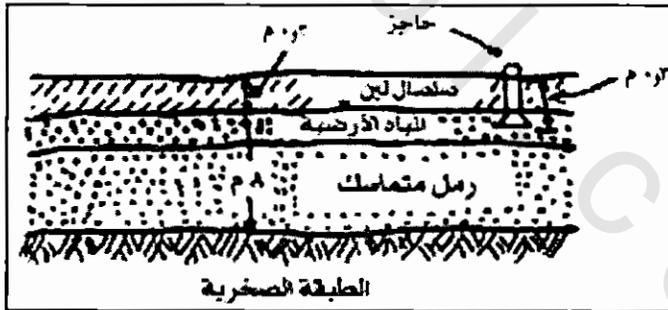


شكل رقم (٩٩): قطاع جيولوجي للمنطقة الثالثة.

وعند استخدام هذا النوع من الخوازيق يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة لعدم تأثره بالمياه الأرضية. ويمكن استخدام الخوازيق الخرسانية إذا سمحت بذلك الظروف الاقتصادية للمشروع.

#### المثال الرابع:

يوضح شكل (١٠٠) الظروف الجيولوجية لإحدى المناطق وتعتبر الحواجز الخرسانية Concrete piers هي أنسب أنواع الأساسات على أن يكون عمقها أكبر من سمك طبقة الصلصال وعلى أن ترسو فوق طبقة الرمل بحيث تتسع نهايتها كما في الشكل.

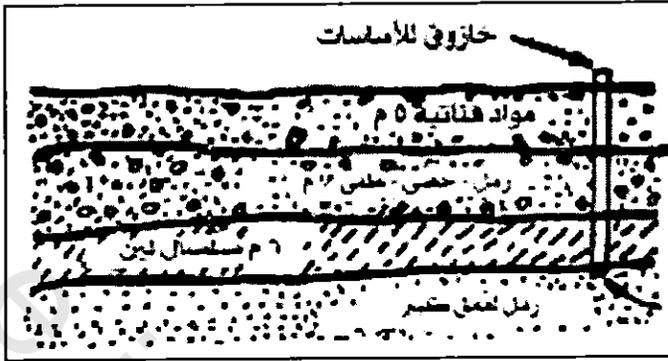


شكل رقم (١٠٠): قطاع جيولوجي للمنطقة الرابعة.

#### المثال الخامس:

يوضح شكل (١٠١) التكوينات الأرضية في منطقة ما ويلاحظ أنه في مثل هذه الظروف يفضل عدم استخدام الدعائم المنتشرة، أو الخوازيق الاحتكاكية Friction، لأن طبقة الصلصال

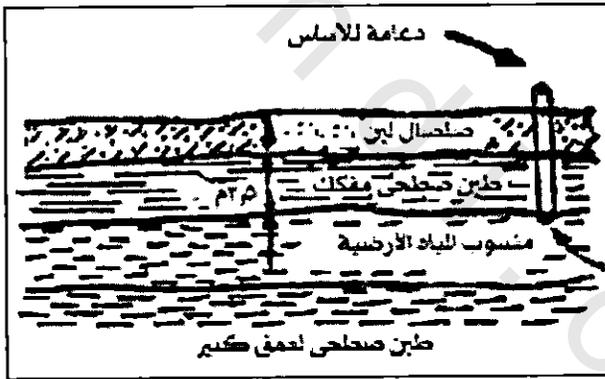
سوف تعاني هبوطاً ملحوظاً نتيجة لتماسك حبيباتها. وتعتبر الخوازيق (End-bearing piles) هي أفضل أنواع الأساسات في مثل هذه الظروف.



شكل رقم (١٠١): قطاع جيولوجي للمنطقة الخامسة.

#### المثال السادس:

يوضح شكل (١٠٢) مثالا آخر لمنطقة يراد أن يقام عليها بعض المنشآت ويفضل استخدام الخوازيق الخرسانية حتى طبقة الرمل.



شكل رقم (١٠٢): قطاع جيولوجي للمنطقة السادسة.

ويتضح من الأمثلة السابقة أن اختيار نوع الأساسات التي تلائم منطقة ما يعتمد إلى حد كبير على المعلومات الجيولوجية الدالة على التكوينات الأرضية في المنطقة، وسلوك المواد المكونة لها وكذلك منسوب المياه الأرضية والتغيرات المحتملة له.

## بعض الصعوبات فى تنفيذ الأساسات

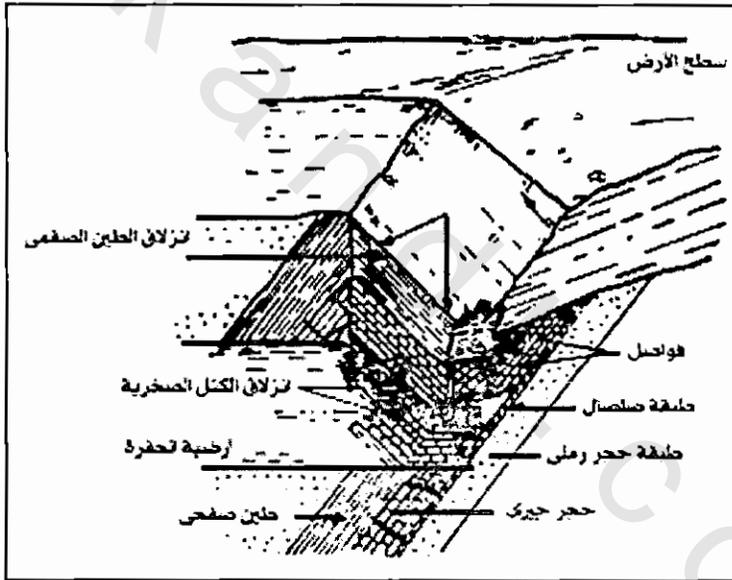
تصادف المهندسين عند تنفيذ الأساسات عامة بعض الصعوبات التى قد تحتاج إلى دراسة للتغلب عليها وأهمها ما يلى:

### (أ) المشاكل التى تتعلق بعمليات الحفر:

يجب أن تشمل الدراسة الجيولوجية لأماكن الحفر المقترحة للأساس النقاط التالية:

١- شكل ومقدار الانحدار الجانبي للحفرة، وكذلك المواد المكونة لحوائطها حتى العمق المطلوب.

٢- الأماكن المحتمل حدوث إزاحات أو انهيارات للتربة أو للصخور عندها. ويوضح الشكل (١٠٣) مقطعا فى إحدى حفر الأساسات أو التكوينات الأرضية وأماكن حدوث الانزلاق.



شكل رقم (١٠٣): دراسة اتزان حفر الأساسات.

٣- اتزان مواد أرضية وحوائط الحفرة.

٤- الصعوبات المتوقعة فى عمليات الحفر.

٥- صروف المياه الأرضية على مدار السنة وما ينجم عن تذبذب مستواها من صعوبات.

## (ب) مشاكل عدم اتزان التربة:

يقصد بالتربة غير المتزنة تلك التي تحتوى على:

- ١ - مواد سريعة التأثر بالمياه وخاصة التربة والصخور التي تنتفخ وتزداد فى الحجم مثل الصلصال المحتوى على المونتموريلينيت والتربة المحتوية على أنهيدريت الصوديوم.
  - ٢- المواد التي تعانى هبوطاً سريعاً بمجرد أن تتشبع بالرطوبة وخاصة تربة اللويس.
- ويلجأ المهندسون فى كثير من الأحيان إلى إزالة هذه المواد تفادياً للمشاكل التي تنشأ عن وجودها.

## (ج) المشاكل المتعلقة بالمياه الأرضية:

تعتبر المياه الأرضية أحياناً إحدى الصعوبات التي تصادفها هندسة الأساسات إلا أن هذه الصعوبات تكاد تكون غير ذى بال إذا كان منسوب المياه الأرضية عميقاً ولا يظهر تأثيرها إلا عند تصميم المنشآت تحت السطحية كالأنفاق والمناجم ومخازن الأسلحة والمفرقات. وتعزى معظم المشاكل الناشئة عن منسوب المياه الأرضية المرتفع إلى الضغط الهيدروستاتيكي وتأثيره على أرضية وحوائط المباني.

## الفصل التاسع: الأساسات

1. Gillott, J.E., Clay in Engineering Geology: Elsevier Amsterdam, (1968) .
2. Terzaghi, K., and R.B.Peck, Soil Mechanicsin Building Construction: Berlin, (1961)

٣- مبادئ في ميكانيكا التربة وهندسة الأساسات (الجزء الأول): الناشر مطبعة سيد محمود على بالقاهرة، (١٩٧١)، تأليف : د.فهميم حسين ثاقب.