تحليل الحبيبات والبناء التركيبي للتربةAnalysis of soil grains and structure

يعتمد تركيب التربة وبنائها على عدة عوامل منها :-

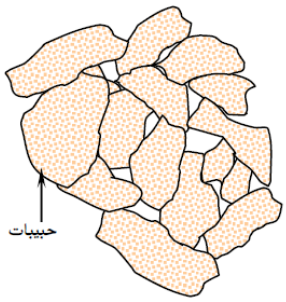
- حجم الحبيبات.
- درجة التقارب بين الحبيبات.
- بيئة الترسب.
- طبيعة القوى الرابطة بين الحبيبات.

تقسم التربة من ناحية البناء الى:

1- تربة خشنة coarse grain

وتشمل (الحصى والرمل) gravel & sand

وهي التربة التي تكون حبيباتها منفصلة عن بعضها البعض وتكون في تماس فقط ويكون التقارب بين حبيباتها بتأثير قوى الجذب (وزن الحبيبات) وتتدرج من البناء الكثيف الى البناء المفكك.

	
بناء مفكك very loos	بناء كثيف very dense

شكل يبين حبيبات التربة الخشنة

2- التربة الناعمة fine grain

وتشمل (الغرين و الطين) silt & clay

وهي التربة التي تكون حبيباتها متقاربة بعضها من بعض حيث تكون هناك شحنات كهربائية مسؤولة عن تقارب وتباعد الحبيبات اعتمادا على كون الشحنات مختلفة او متشابهة وتشمل:

بناء خلوي	بناء ملبد	بناء مرتب
قوى التجاذب بين حبيبات التربة عالية جدا وتوجد في انواع معينة من ترسبات المياه المالحة ويكون مستقرا	تجاذب بين الحبيبات لوجود شحنات كهربائية مختلفة مثل ترسبات التربة في المياه المالحة (مياه البحار)	تنافر بين حبيبات التربة لتشابه الشحنات مثل ترسبات المياه العذبة (مياه البحيرات)

شكل يبين بناء حبيبات التربة الناعمة

التدرج الحبيبي للتربة Particle size Distribution

- يتم فصل حبيبات التربة الى حجوم مختلفة وهذا ما يسمى بالتحليل الحبيبي للتربة Particle size analysis باستخدام طريقتين:-

1. تحليل المناخل sieve analysis (يستعمل للحبيبات الخشنة) coarse grains
2. التحليل بالترسيب sedimentation analysis

باستخدام المكثاف hydrometer analysis (يستعمل للحبيبات الناعمة) fine grains

1) تحليل المناخل

تستخدم هذه الطريقة لتحليل حجوم حبيبات التربة الخشنة.

يستخدم في هذا الفحص عينة من التربة ذات وزن معلوم حيث يتم امرارها خلال سلسلة من مناخل الفحص القياسية اي مناخل ذات فتحات قياسية معلومة وحسب نظام معين حيث تتدرج هذه المناخل في الحجم.

ويكون لكل منخل رقم يمثل عدد التقسيمات الموجودة في عقدة واحدة (انج واحد) وكذلك لها قياس يمثل عرض الفتحة ويكتب اما بوحدة (ملم او مايكرو).

جدول يبين بعض المناخل القياسية المستخدمة مع قطر الفتحة حسب النظام الامريكي.

رقم المنخل SIEVE NO.	فتحة المنخل OPENING (MM)
4	4.750
10	2.000
20	0.850
40	0.425
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
200	0.074

خطوات العمل والحسابات:

1. توزن المناخل وهي فارغة ونظيفة
2. تستخدم عينة من التربة ذات وزن معلوم (w)
3. تنخل التربة ويسجل وزن التربة المتبقية على كل منخل
4. تحسب نسبة التربة المتبقية على كل منخل كما يلي: -

$$\text{النسبة المتبقية\%} = \frac{\text{وزن التربة المتبقية}}{\text{وزن العينة الكلية}} * \frac{\text{غم}}{\text{غم}} 100\%$$

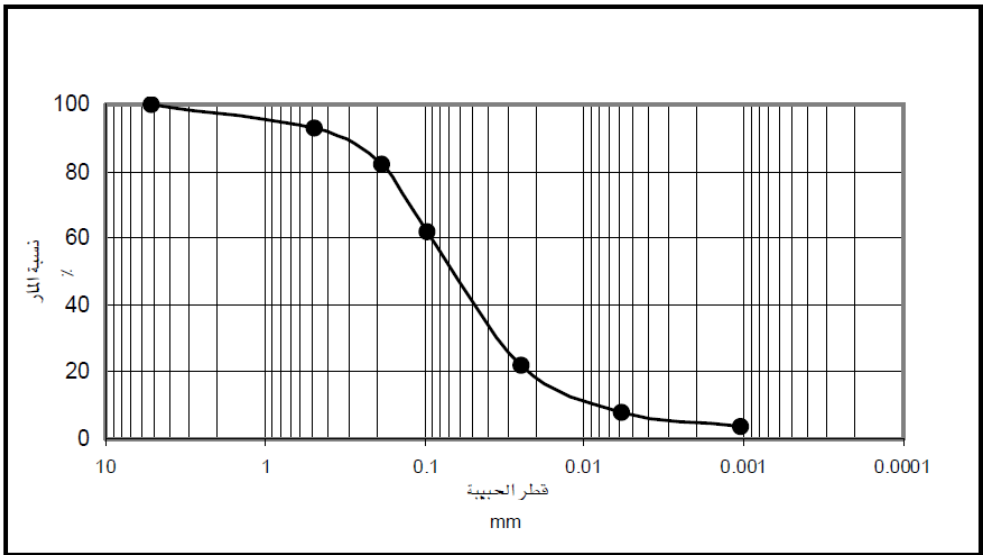
5. تحسب النسبة المتجمعة على كل منخل وذلك بجمع النسب المتبقية على كل منخل
6. تحسب نسبة التربة المارة من كل منخل

$$\text{نسبة (التربة المارة)\%} = 100\% - \text{التربة المتجمعة\%}$$

7. ينظم جدول القراءات والبيانات بالشكل التالي: -

رقم المنخل	مقاس المنخل	وزن المنخل فارغ	وزن المنخل +التربة	وزن التربة المتبقية	النسبة المئوية المتبقية	النسبة المئوية المتجمعة المتبقية	النسبة المئوية المارة
No. of Sieve	Size of sieve (mm)	Wt. of Sieve (gm)	Wt.of Sieve+Soil (gm)	Wt.of retained Soil (gm)	Retained % (R)	Cumulative of Retained % (A)	Passing % (P)
A	B	C	D	E	F	G	H
من المنخل	من المنخل	من المختبر	من المختبر	D-C	$= \frac{E}{w} \times 100$	المتجمع من F	100-G

8. ترسم نتائج التحليل المنخلي للحصول على منحني توزيع حجم الحبيبات، حيث يرسم المنحني بين حجم الحبيبات متمثلة بفتحة المنخل على المحور الافقي بمقياس لوغاريتمي وبين النسبة المئوية المارة على المحور العمودي بمقياس رسم اعتيادي.



Particle size distribution curve

ملاحظات

1) إذا كانت النسبة المارة من منخل رقم (200) أكبر من (10%) بعد اجراء التحليل فأنه يتم غسل التربة على منخل (200) لحساب النسبة المارة بصورة مضبوطة.
2) يجب ان يكون مجموع النسب المتبقية على المناخل مساويا الى وزن العينة الاصلية وبفارق لا يزيد عن 2% او يعاد التحليل.

اهمية التحليل ان تحليل حبيبات التربة له اهمية في مجالات متعددة :

1. هندسة الاسس وانشاء الطرق والسدود والقنوات وذلك لان خواص التربة وسلوكها يعتمدان كثيرا على حجم حبيبات التربة وطريقة توزيعها .
2. تصميم المرشحات المستخدمة في انابيب الري والبزل وسحب المياه .
3. بزل التربة المدفونة بجانب الجدران السائدة.

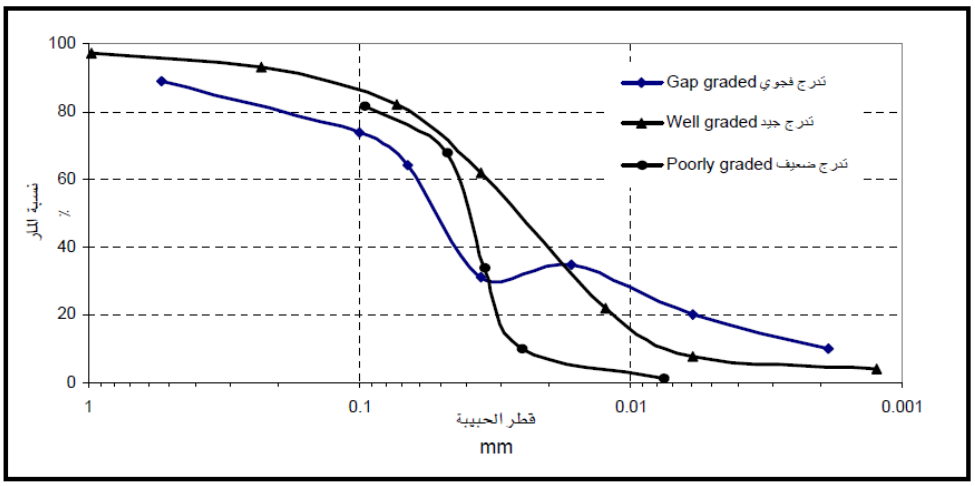
- ان منحني التدرج يعطي فكرة حول نوع التربة وتدرج حبيباتها ويمكن تصنيف التربة اعتمادا على تدرج الحبيبات الى: -

1) تربة جيدة التدرج Well graded

وهي التربة التي تحوي على كل الحجوم تقريبا، وتكون ذات (كثافة عالية ومسامية قليلة)

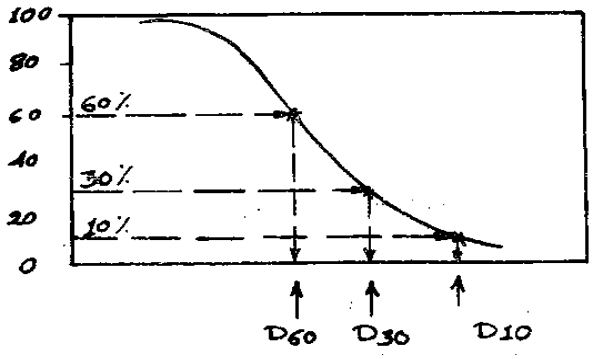
2) تربة رديئة التدرج Poorly graded

وهي التربة التي تكون اما منتظمة التدرج uniformly graded أي انها تحوي على حجم واحد تقريبا من الحبيبات مثل (الرمل النظيف) clear sand (نسبة كبيرة لحجم معين)، او تكون ناقصة التدرج (gap graded) او (skip graded) أي تحوي جميع الحجوم ماعدا حجم واحد مفقود مما يسبب عدم استمرارية في منحني تدرج الحبيبات (جزء من المنحني flat)



منحني تدرج الحبيبات لتربة ذات تدرجات مختلفة

- يتم حساب D_{10} وD_{30} وD_{60} للتربة الخشنة، وهي تمثل حجوم الحبيبات المقابلة لنسبة مارة من الحبيبات الناعمة (10% و30% و60%).
- ويسمى D_{10} الحجم الفعال Effective size او القطر الفعال والذي يعطي دلالة على تجانس التربة ويستخدم (D_{10}) في حساب نفاذية الرمل والغرين.



منحني تدرج حبيبات التربة موضحا عليه الحجم المقابل لنسبة مارة معينة

- ويعتمد على منحني تدرج الحبيبات في تصنيف التربة الى جيدة ورديئة التدرج ويتم ذلك بحساب معاملات تحدد طبيعة التدرج منها: -

1) معامل الانتظام Uniformity Coefficient C_U

ويستخدم لقياس انتظام تدرج التربة وهو مؤشر على مدى انتشار حبيبات التربة ويتم حسابه:-

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

تكون التربة جيدة التدرج (well graded) عندما يكون

للحصى $Cu > 4$

للرمل $Cu > 6$

وتعتبر رديئة التدرج (poor graded) إذا كان $Cu < 2$

2) معامل التدرج او معامل التقعر Curvature Co-eff. Cc

وهو مقياس لشكل المنحني بين D_{60} , D_{10} ويتم حسابه :-

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$$

تكون التربة جيدة التدرج (well graded) اذا كان $(1 < Cc < 3)$

∴ تكون التربة جيدة التدرج إذا تحقق الشرطين

$Cu > 4$

$Cu > 6$

$1 < Cc < 3$

مثال: 1) اجري فحص تحليل منخلي لعينة تربة ذات وزن (500 g) وكانت النتائج كما يلي: -

No. of sieve	D (mm)	Wt. Retained (gm)	Retained %	Cumulative Retained %	Passing %
4	4.75	9.8			
10	2	39.6			
20	0.84	71.6			
40	0.42	129.2			
60	0.25	107.4			
100	0.15	105			
200	0.175	8.6			
Pan	-	28.8			

المطلوب:

1) رسم منحني تدرج الحبيبات
2) حساب معامل الانظام والتدرج Cu , Cc
3) تعيين تدرج التربة

الحل

نموذج الحسابات / منخل رقم (4) وزن التربة المتبقية (9.8 g) من المختبر

$$\text{النسبة المتبقية على منخل رقم (4)} = \frac{\text{وزن المتبقي}}{\text{الوزن الكلي للعينة}} * 100\%$$

$$= \frac{9.8}{500} * 100 = 1.96\%$$

النسبة المتجمعة = 2%

النسبة المارة = 100 – المتجمعة

= 100 – 2 = 98%

- حساب معامل الانتظام والتدرج

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.5}{0.17} = 2.94$$

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} * D_{10}} = \frac{(0.27)^2}{0.5 * 0.17} = 0.85$$

Cu = 3 < 6 ,

Cc = 0.85 < 1

اذن التربة رديئة التدرج The soil is poorly graded