

2nd year civil

Soil mechanics and foundation design

Grain size analysis.

"2"

GRAIN SIZE ANALYSIS

التدرج الحبيبي:

• تعريف: هو تحديد مدى حجم الحبيبات كنسبة من الوزن الجاف الكلي.

• ينقسم طرق التدرج الحبيبي إلى طريقتين:

[1] Sieve Analysis (Dry Analysis)

[2] Hydrometer Analysis (Wet Analysis)

First: Sieve Analysis:

• التدرج الحبيبي باستخدام المناخل

• خطوات التجربة:

• يتم تجهيز العينات وتجفيفها تجفيفاً تاماً في الفرن.
• يتم دفن كل الكتل بعد التجفيف قبل وضعها على المناخل.
• نضع العينات فوق المناخل القياسية ويتم من المناخل ما يدور ميكانيكياً.

• بعد انتهاء عملية الفرز يتم حساب وزن التربة المتبقية

على كل منخل • weight retained

• يتم حساب قيمة النسبة المئوية للمار من نتائج التجربة

• و نرسم العلاقة بين النسبة المئوية للمار ($N\%$) على

المحور الرأسي ، قطر المنخل (D_{mm}) على المحور الأفقي

بـ log scale .

note

- تستخدم هذه التجربة في حالة التربة ذات الحبيبات الكبيرة نسبياً مثل الرمل والزلط

والتي نسبته كبيرة من حيثها أكبر من (0.075 mm)

0.075 mm

* طريقة حساب النسب المئوية للمواد:

Sieve No.	Diameter (D) in mm	Mass retained (M _r) in gm	Mass of total retained (M _t) in gm	% of Passing (N)
4	4.75	w ₁	w ₁	$N = \frac{w_t - w_{tr}}{w_t} \times 100$
6	3.35	w ₂	w ₁ + w ₂	
8	2.36	w ₃	w ₁ + w ₂ + w ₃	
10	2.00	w ₄	1 + 2 + 3 + 4	
15	1.18	w ₅		
20	0.85	w ₆		
30	0.6	w ₇		
40	0.425	w ₈		
50	0.3	w ₉		
60	0.25	w ₁₀		
80	0.18	w ₁₁		
100	0.15	w ₁₂		
140	0.106	w ₁₃		
170	0.088	w ₁₄		
200	0.075	w ₁₅		
Pass	---	w ₁₆	w _{total}	100

الوزن الكلي للعينة

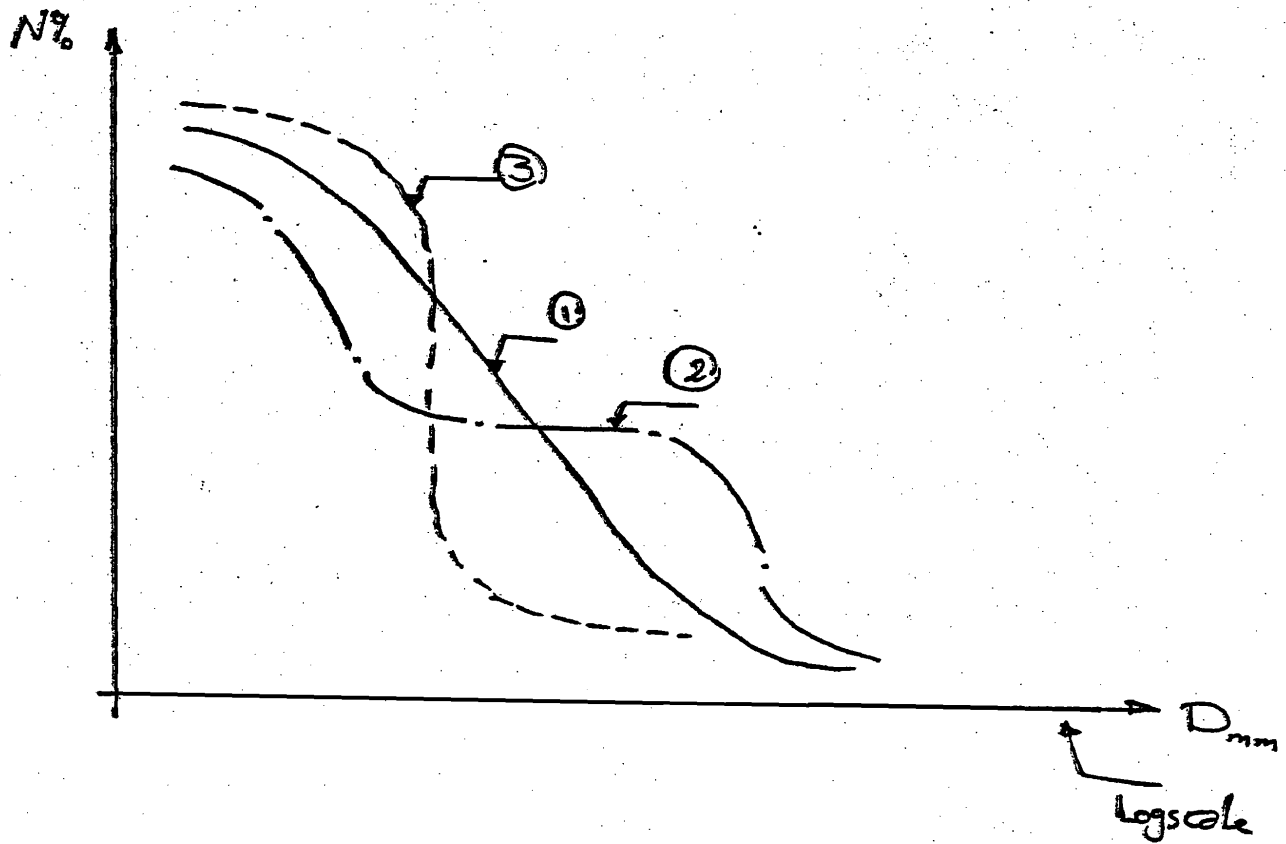
Note

- فحالة استخدام تجريب المناخل مع عينة بها طين، يتم خلط العينة بالماء أولاً ثم وضعها في المناخل بعد ذلك تجفيفها ثم وزنها لتعريف الحبيبات على كل منخل.

وتسمى التجريب في هذه الحالة

(Sieve Analysis by washing)

بعد الوصول إلى نسب العار يقرر رسم العلاقة بين (D_{mm}) و $(N\%)$



* من هذا ال Curve يمكننا تحديد عدة خواص :

(1) منشكل ال Curve :

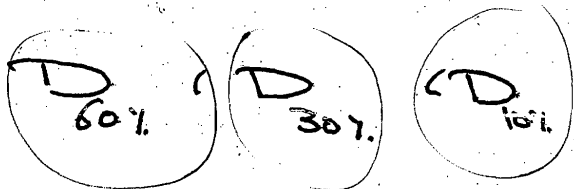
يمكن التعبير عن التدرج الجيني للتربة من

شكل ال (Curve)

(1 —) well graded soil

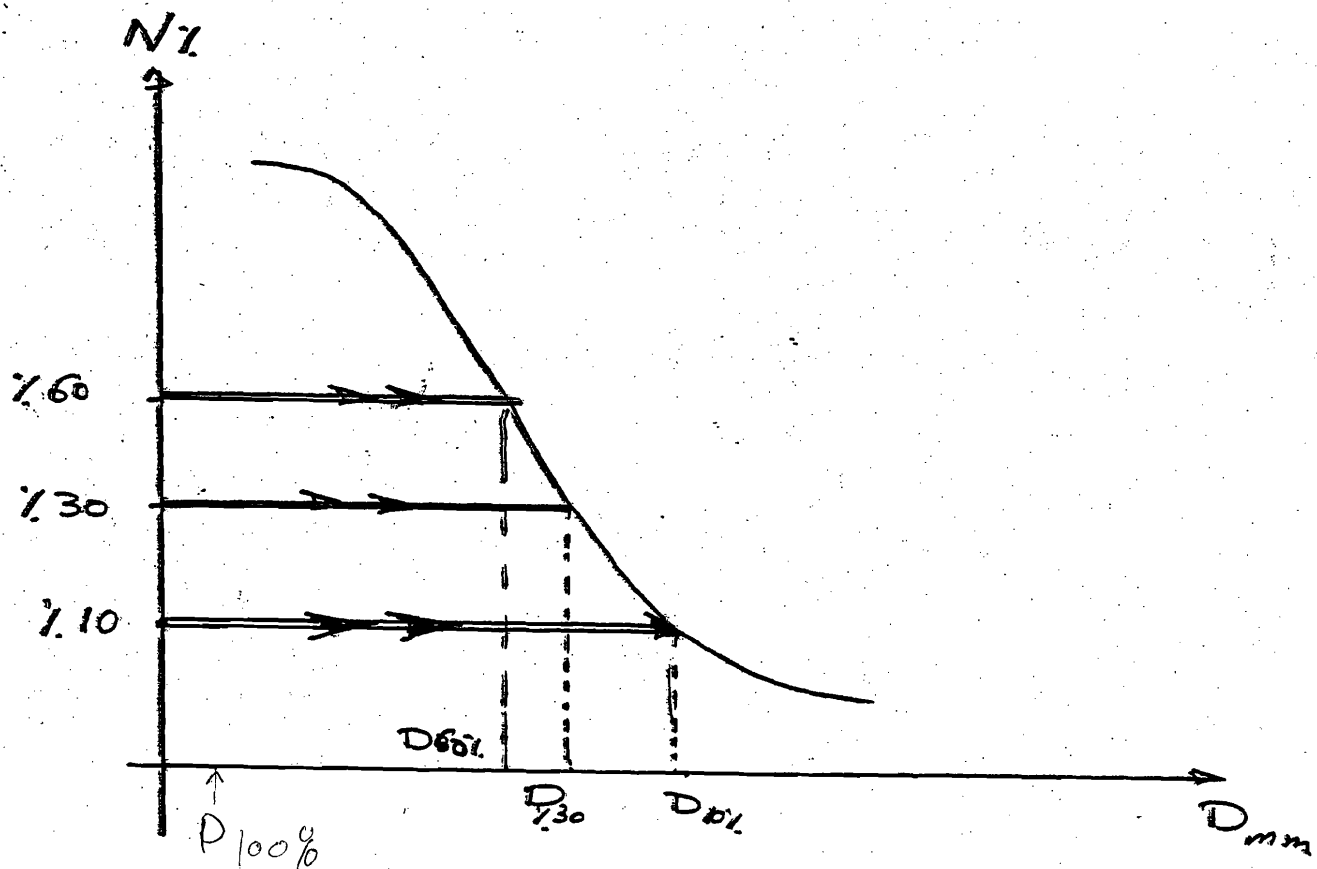
(2 - - -) Poorly graded soil or (Gap) Graded

(3 - - - -) uniform soil



(2) يقرر تحديد كل من

كما يلي :



$$eD = D_{10\%}$$

1] Effective Diameter: = $D_{10\%}$ القطر الفعال
وهو القطر الذي يمر من 10% من الحبيبات

2] uniformity coefficient: (C_u)

$$C_u = \frac{D_{60\%}}{D_{10\%}}$$

$$C_u = \frac{D_{60\%}}{D_{10\%}}$$

3] Gradation Coefficient (C_g):

or Curvature coefficient:

$$C_g = \frac{D_{30\%}^2}{D_{10\%} \times D_{60\%}}$$

$$C_g = \frac{D_{30\%}^2}{D_{10\%} \times D_{60\%}}$$

Second: Hydrometer Analysis:

- نستخدم هذه التجربة في حالة التربة ذات الحبيبات الناعمة.
- دالقي يذهب تحديد أقطار حبيباتها * عن طريق المناخل حيث أنه أقل قطر للمناخل حصر (0.075mm) (منخل رقم 200)

- نستخدم التجربة على نظرية الترسيب دالقي تتبع قانون (Stokes):

$$V = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{30\mu} (D)^2$$

where: V V V V

- V = Sedimentation velocity (cm/min)
سرعة الترسيب

- γ_s = unit weight of solid particles (gm/cm^3)
كثافته لآاده الصلب

- γ_w = unit weight of water = (1.00 gm/cm^3)

- μ = viscosity of water. (gm-sec/cm^2)

لزوجة الماء

- نستخدم في هذه التجربة جهاز يسمى (Hydrometer) وهو جهاز يقيس كثافة أي سائل في لحظة ~~بعض~~ وجوده حوله.

$$V = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{30\mu} (D)^2$$

خطوات التجربة:

1. ينفخ خلط 50 قريب جاف مع مادة $(NaPO_3)$

NaPO₃

2. تضع الخليط في الخبار لمدة 5 دقائق وتخلط

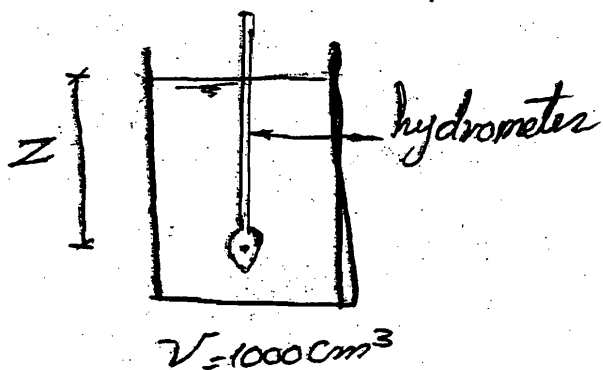
جيداً

3. تملأ الخبار حتى يصل إلى 1000 cm^3

4. تجهز جهاز مدرج آخر به 1000 cm^3 ماء

5. تسجل قراءه الصيتر في الخليط مع الزعم وبعد كل

قراءه يومين في جهاز ماء ونصب (Ru)



6. تأخذ القراءات مع الزعم

التالي :

1 min, 2 min, 4, 8, 15
30, 1 hr, 2, ..., 96 hrs

the calculations:

I calculation of diameter:

$$D = \sqrt{\frac{Z}{C \cdot t}}$$

$$D = \sqrt{\frac{Z}{C \cdot t}}$$

$$C = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18 \mu}$$

where:

D: قطر الجسيمات

t = time الزمن

$$C: \text{ ثابت} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18 \mu}$$

γ_s : unit weight of solid particles ($\frac{ws}{V_s}$)

γ_w : unit weight of water.

μ : viscosity of water لزوجة الماء

$$= 0.0089 \text{ Poise}$$

$$= 9.075 \times 10^{-6} \text{ gm} \cdot \text{sec} / \text{cm}^2$$

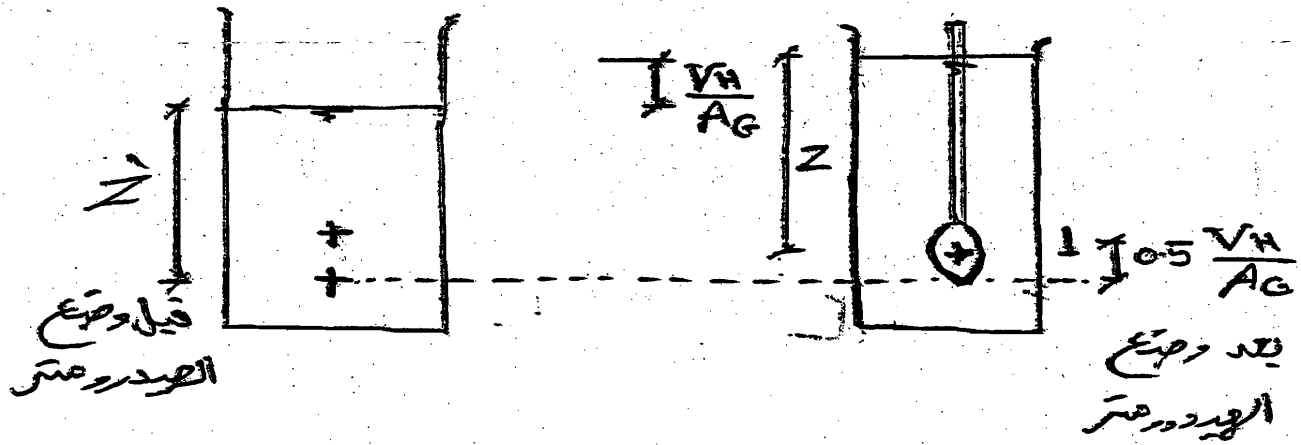
Z = المسافة من مركز العينة إلى
سطح الماء في التعديل

$$D'' = \sqrt{\frac{Z'}{C \cdot t}}$$

$$Z' = Z + 0.5$$

$$Z' = Z - 0.5$$

$$Z = Z + 0.5 \frac{V_H}{A_G} - \frac{V_H}{A_B} \Rightarrow Z = Z - 0.5 \frac{V_H}{A_G}$$



- تفسير وجود (Z)

- بسبب وضع الجهاز في ماء والذي حجمه (V_H)
 يرتفع منسوب سطح الماء في أنبوب اختبار مسافة قيمتها
 $\left(\frac{V_H}{A_G}\right)$ حيث أن (A_G) مساحة مقطع أنبوب

- كما ترتفع النقطة الحرة عندما مساندة $\left(\frac{0.5V_H}{A_G}\right)$

لأننا في منتصف أنبوب الجهاز فنزيد (0.5) فقط

وبذلك يكون الارتفاع الصحيح هو

$$Z' = Z + 0.5 \frac{V_H}{A_G} - \frac{V_H}{A_G} = Z - 0.5 \frac{V_H}{A_G}$$

② Calculation of N:- النسبة المتوقعة

$$N = K (h - h_w)$$

where:

$$\rightarrow K = \text{Constant} = \frac{V}{W} \left(\frac{G_s}{G_s - 1} \right) \gamma_c$$

- V = volume of suspension

- G_s = Specific Gravity

- W = weight of soil

- $\gamma_c = \gamma_{\text{water}}$

$\rightarrow R =$ قراءه الهيدروميتر وهو في $\frac{\text{Soil} + \text{N}^{\circ} \text{pog} + \text{water}}$

$\rightarrow R_w =$ قراءه الهيدروميتر وهو في

الماء ≈ 1

اذالم تعطى فآخذوا $\textcircled{1}$



$$\gamma_c = \frac{G_s}{G_s - 1}$$

$$\gamma_c = \frac{2}{3}$$

Classification of soil:

تصنيف التربة

- يعتمد تصنيف التربة اعتماد كلي على حجم الحبيبات
ولذلك يمكننا من قناضج التجارب السابقة تحديد نوع التربة
ويكون ذلك كما يلي :

1 Particle size classification:

- وهو الجدول الذي يحدد نوع التربة وحجم الحبيبات في الوجود

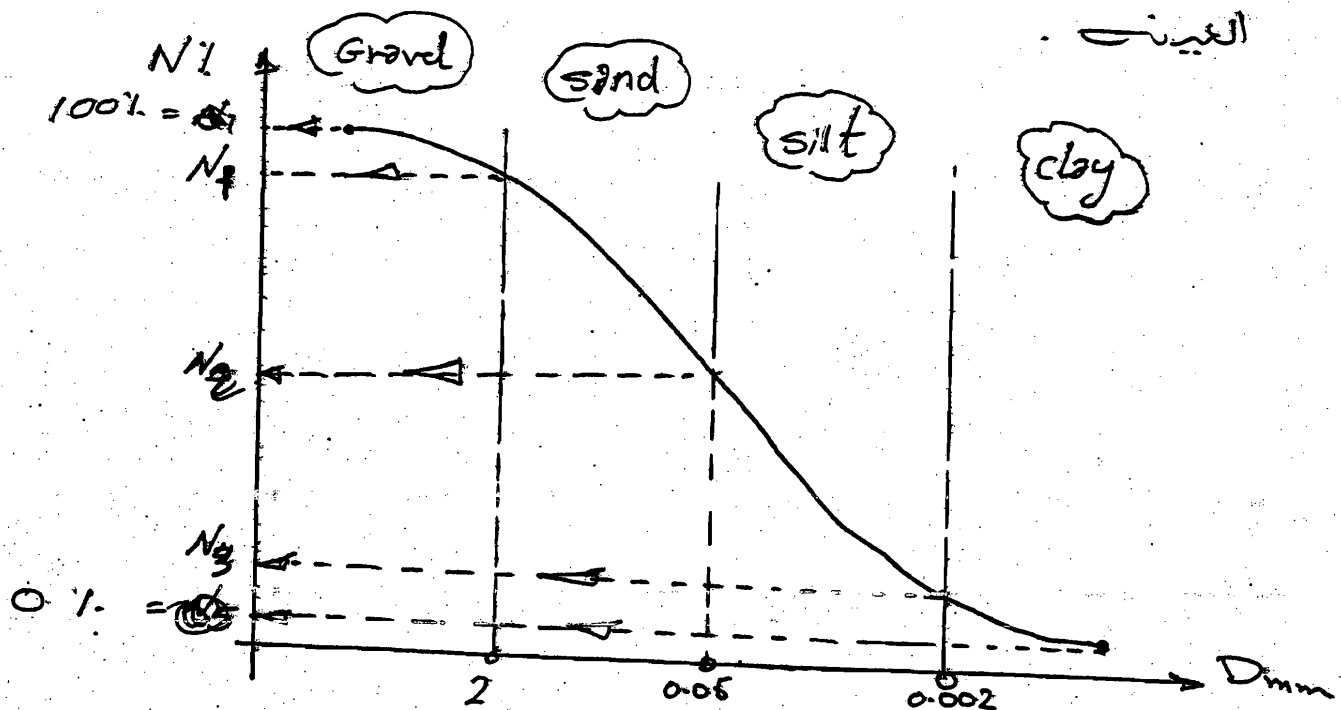
(MIT)

organization	Gravel	Sand	silt	clay
(MIT) قطر الحبيبات	> 2.0	$2 - 0.06$	$0.06 - 0.002$	< 0.002

$0.06 \rightarrow 0.002$

2) من شكل ال Curve ($N\% > D$) يمكننا

تحديد نسب كل نوع من أنواع التربة الموجودة في
التربة .



$$- \text{Gravel} = \overset{=100\%}{N_1} - N_2 = N_{\text{Gravel}}\%$$

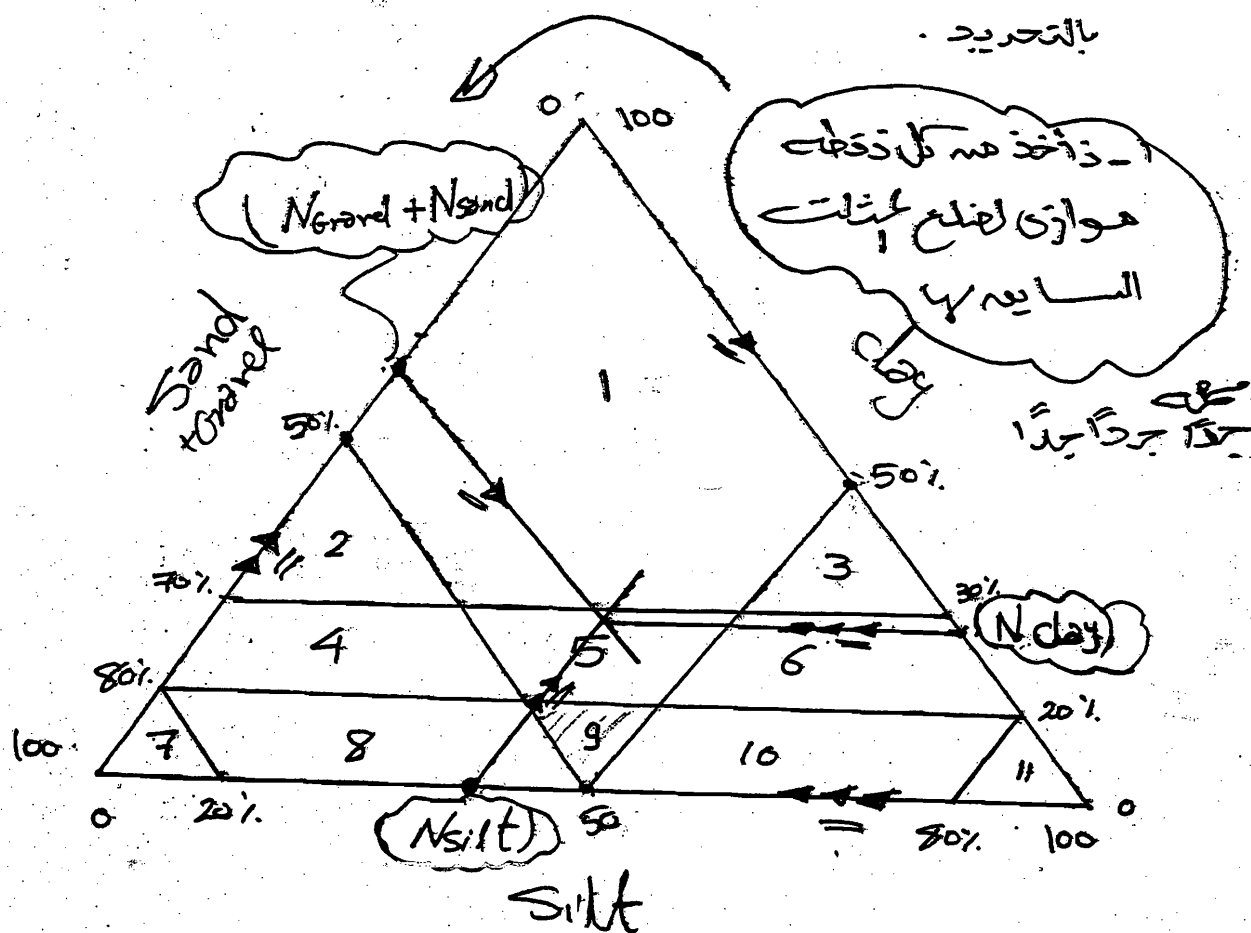
وهذا الرقم يعبر عنه
نسبة الرمل في العينة

$$- \text{Sand} = N_1 - N_2 = N_{\text{Sand}}\%$$

$$- \text{silt} = N_2 - N_3 = N_{\text{silt}}\%$$

$$- \text{clay} = N_3 - \underset{=0\%}{N_4} = N_{\text{clay}}\%$$

[3] - بعد تحديد نسبة كل نوع من أنواع التربة يتم
التحويل من براف هذا المثلث لتعريف نوع التربة
بالتحديد .



" Triangle classification chart "

④ يحدد نوع التربة على طريقة
معرفة اسم كل جزء من اجزاء التربة

(1) clay

(2) sandy clay

(3) silty clay

(4) sandy clay loam

(5) clayey loam

(6) silty clay loam

(7) sand

(8) sandy loam

(9) loam

(10) silty loam

(11) silt.

3- Combined Analysis:

- في حالة العزوم منخل رقم (200) "استخدم في تجريب (Sieve)"
أكبر 30% وأقل 70% يجب عمل التجريبات "Sieve + hydrometer"

خطوات التجريب:

1) قس 500 جم من التربة الجافة وبقدر عمل تجريب

الـ "Sieve Analysis" عليها

وذكر الخطوات الـ "Sieve" كما سبق

⋮

2) تأخذ 50 جم من التربة المتبقية في (Pan) (i)

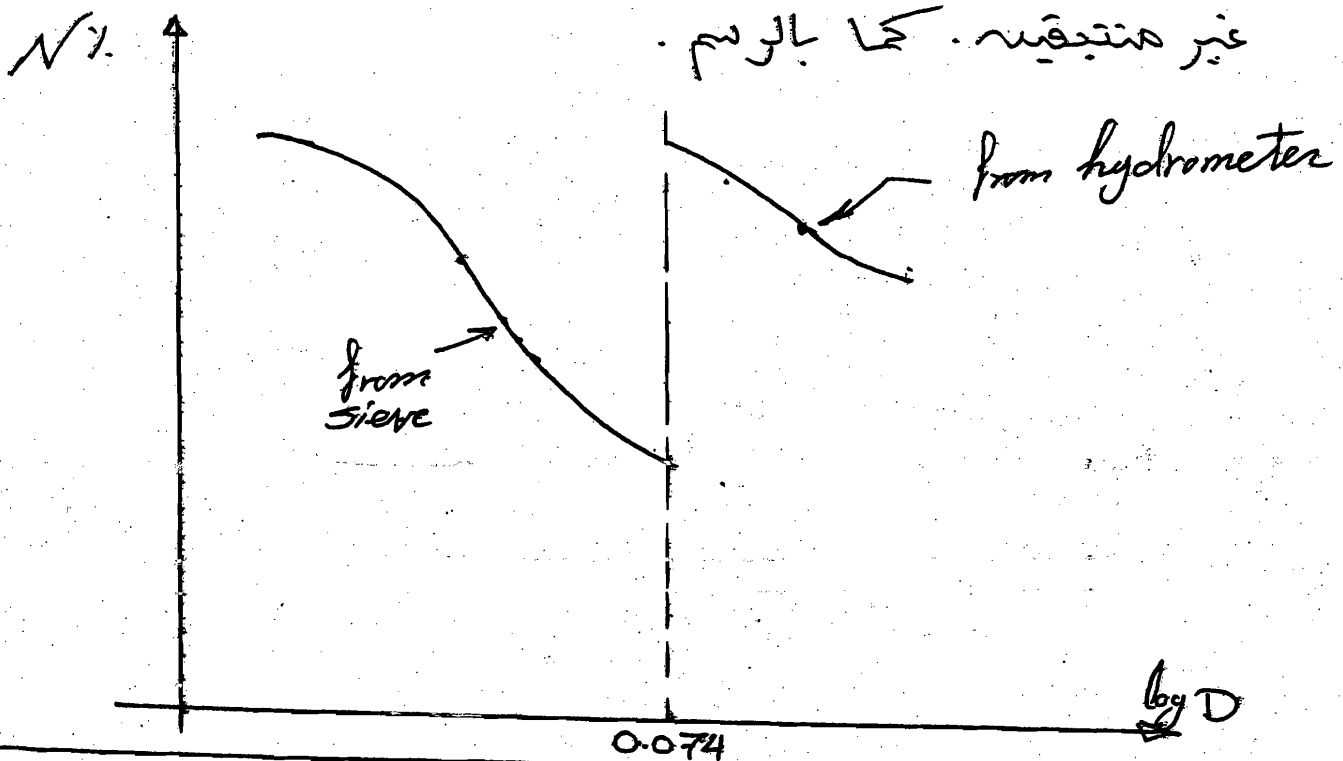
من التربة بارة من منخل رقم (200) وبقدر عمل عليها

تجريب "hydrometer"

وذكر الخطوات "hydrometer" كما سبق

3) عند رسم العلاقة بين (D, N) نلاحظ أن الاختنايف

غير متبقي. كما بالرسم.

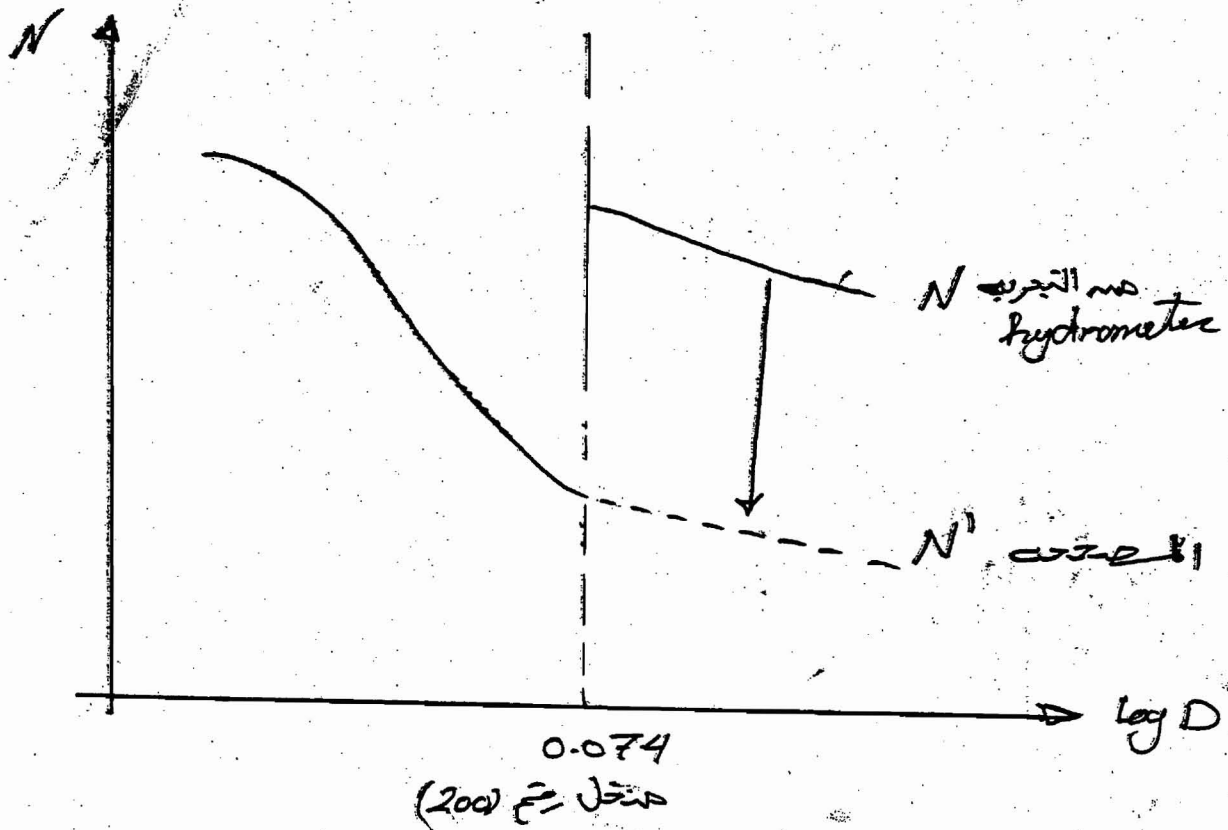


④ يقدّر تصحيح كل قيمة (N) في اختبار الهيدروميتر

بالمعادلة الآتية :

$$N' = N \times \frac{W_t \text{ hydrometer}}{W_t \text{ Sieve}}$$

تصحيح من التجريب



sheet 2

Problem 1:

$$W_t = 420 \text{ gm}$$

$$N = \frac{W_t - W_{tr}}{W_t} \times 100$$

D_{mm}	$W_{retained}$	$W_{total \text{ retained}}$	$N\%$
2.35	77.2	77.2	81.52%
1.168	83.3	160.5	61.79%
0.589	99.1	259.6	38.19%
0.417	58.6	318.2	24.24%
0.295	42.7	360.9	14.07%
0.147	41.4	402.3	4.21
0.074	11	413.3	1.6%
0.001			
Pan	6.7	420	0.0%

$$W_{Pan} = 420 - (77.2 + 83.3 + 99.1 + 58.6 + 42.7 + 41.4 + 11) = 6.7$$

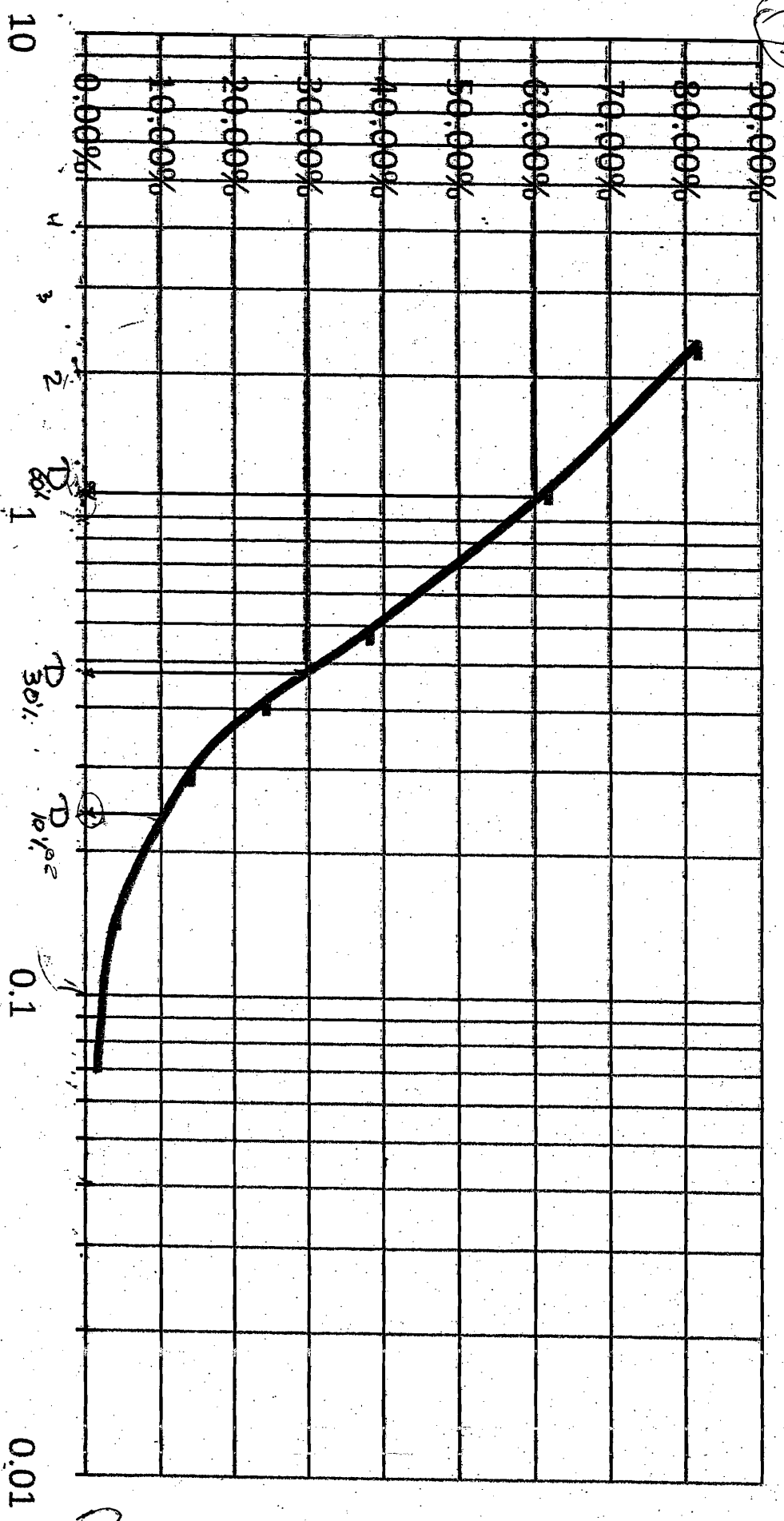
- effective size = $D_{10\%} = 0.25 \text{ mm}$

- uniformity coefficient: $C_u = \frac{D_{60\%}}{D_{10\%}} = \frac{1.1}{0.25}$
 $= 4.4$

- coefficient of curvature or Gradation

$$= \frac{(D_{30\%})^2}{(D_{60\%}) * (D_{10\%})} = \frac{(0.49)^2}{1.1 * 0.25}$$
$$= 0.873$$

25



10

0.01

D

Gravel 100 - N_1

Problem 2 :

Sand: $N_1 - N_2$

Silt = $N_2 - N_3$

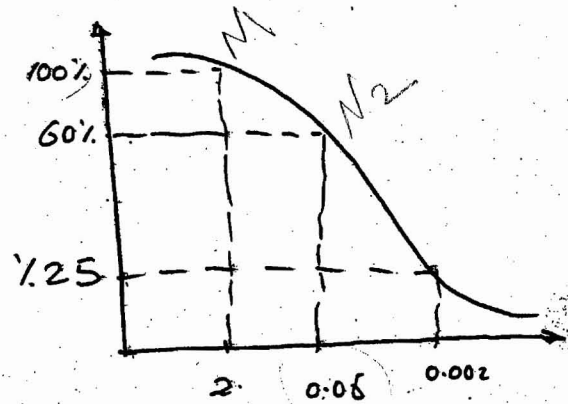
Clay = $N_3 - 0$

for Soil E:

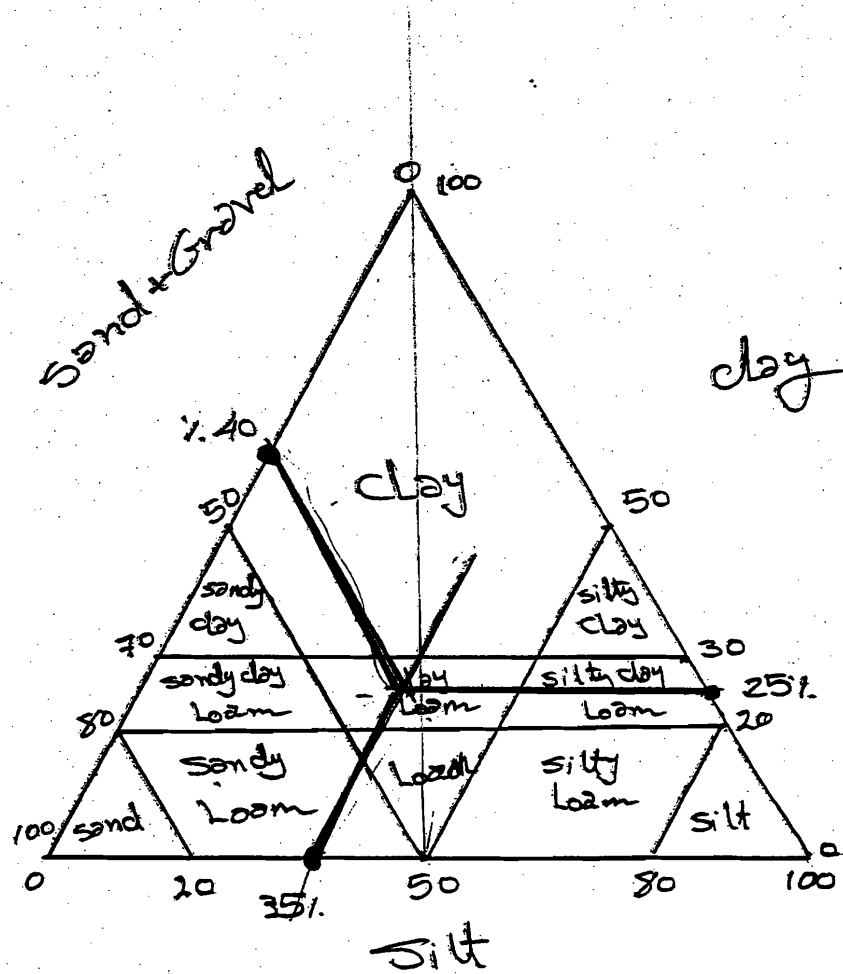
	D mm	W retained	w total retained	N %
	6	0	0	100.00%
N_1 →	2	0	0	100.00%
	0.6	0	0	100.00%
	0.2	0	0	100.00%
N_2 →	0.06	40	40	60.00%
	0.02	17	57	43.00%
	0.006	10	67	33.00%
N_3 →	0.002	8	75	25.00%
	< 0.002	25	100	0.00%

Gravel
Sand
Silt
Clay

- يمكن إيجاد قيمة N_3 (N_2 (N_1 من القيم الجداول مباشرة دون الحاجة إلى رسم مناسله مرة أخرى



- Gravel = $100 - N_1 = 0$.
- Sand = $N_1 - N_2 = 100 - 60 = 40\%$.
- Silt = $N_2 - N_3 = 60 - 25 = 35\%$.
- Clay = $N_3 - 0 = 25\%$.



Soil E is clayey loam

For Soil F:

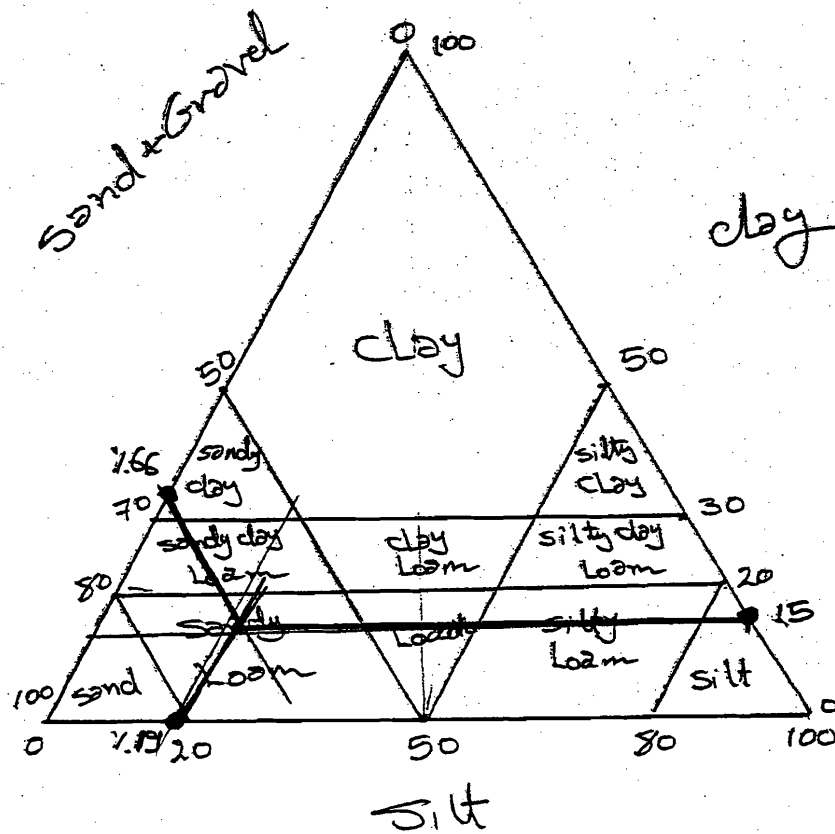
D mm	W retained	w total retained	N %
6	0	0	100.00%
(N ₁) 2	0	0	100.00%
0.6	0	0	100.00%
0.2	50	50	50.00%
(N ₂) 0.06	16	66	34.00%
0.02	5	71	29.00%
0.006	6	77	23.00%
(N ₃) 0.002	8	85	15.00%
< 0.002	15	100	0.00%

$$\text{Gravel} = 100 - 100 = 0\%$$

$$\text{Sand} = 100 - 34 = 66\%$$

$$\text{Silt} = 34 - 15 = 19\%$$

$$\text{clay} = 15 - 0 = 15\%$$



Soil F is
Sandy Loam

For Soil G:

D mm	W retained	w total retained	N %
6	0	0	100.00%
N_1 2	30	30	70.00%
0.6	40	70	30.00%
0.2	15	85	15.00%
N_2 0.06	15	100	0.00%
0.02	0	100	0.00%
0.006	0	100	0.00%
N_3 0.002	0	100	0.00%
< 0.002	0	100	0.00%

- Gravel = $100 - 70\% = 30\%$.

- Sand = $70\% - 0.0 = 70\%$.

- Silt = $0 - 0 = 0\%$.

- clay = $0 - 0 = 0\%$.

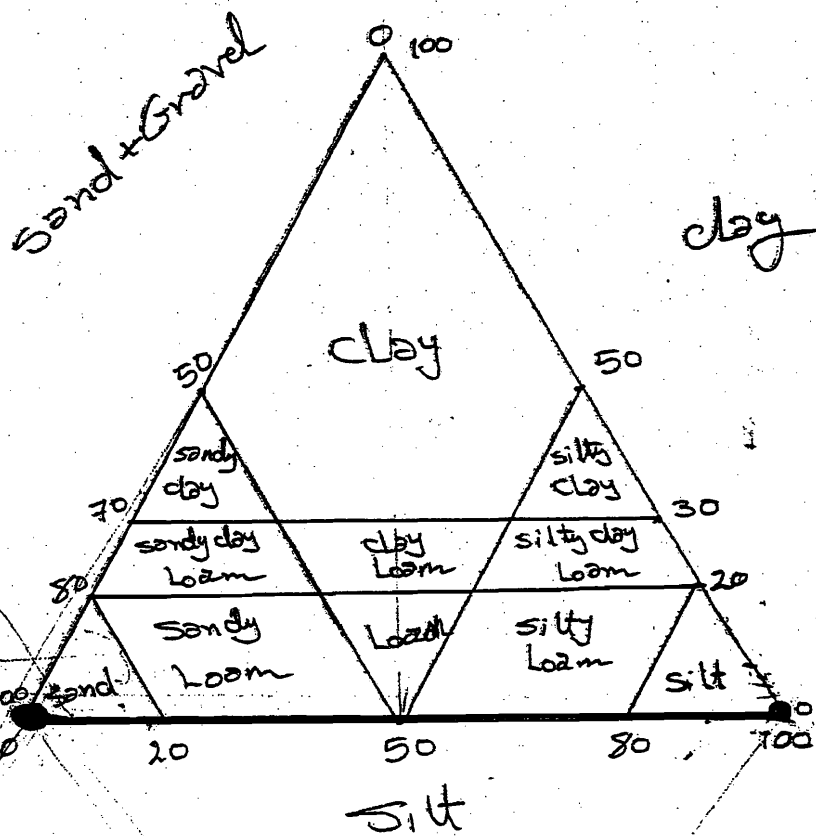
دانه! زیاد دفع

التریب بعد از شست

% 0 = Silt ~ لا

% 0 = clay

Sand ~ التریب ~ دانه



Soil G is
Sand

Hydrometer:

المقياس الهيدرومترى

Time min	Time Sec	R	R _w	Z cm	Z' cm	D mm ^{x10}	N ₁ ^{x100}
0.25	15	1.027	1	7.67	7.17	0.07	42.8
0.5	30	1.0206	1	10.37	9.87	0.058	32.7
1	60	1.0171	1	11.86	11.35	0.044	27.15
2	120	1.0133	1	13.46	12.95	0.033	21.15
5	300	1.0093	1	15.163	14.66	0.022	14.76
10	600	1.0067	1	16.25	15.76	0.0165	10.63
20	1200	1.0048	1	17.068	16.568	0.0119	7.62
48	2880	1.0031	1	18.788	17.29	0.0078	4.92
90	5400	1.0022	1	18.15	17.66	0.0064	3.48
180	10800	1.0015	1	18.46	17.96	0.0041	2.38
332	19920	1.0009	1	18.72	18.22	0.0031	1.43
1332	79920	1.0004	1	18.93	18.43	0.0015	0.63

$$Z = \frac{6.4 * (R-1) + 19.1 * (1.03-R)}{(R-1) + (1.03-R)}$$

$$Z' = Z - 0.5 \frac{\sqrt{h}}{A_g}$$

$$Z = 19.1$$

or

$$Z = 6.4 + \frac{(19.1-6.4)}{(1.03-1)} * (1.03-R)$$

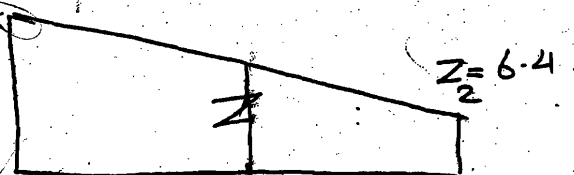
$$R=1$$

$$R$$

$$R=1.03$$

$$(R-1)$$

$$(1.03-R)$$



$$Z' = Z - 0.5 \frac{\sqrt{h}}{A_g} = Z - 0.5 * \frac{28.8}{28.8}$$

$$D = \sqrt{\frac{Z'}{C * t}}$$

$$C = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18 \mu}$$

Given $\mu = 0.0089$ Poise

$$= \frac{0.0089}{980.7} = 9.075 \times 10^{-6} \text{ gm} \cdot \text{sec/cm}^2$$

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \gamma_s = 2.7 \text{ gm/cm}^3$$

$$C = \frac{2.7 - 1}{18 * 9.075 * 10^{-6}} = 9686.61$$

$$D = \left(\sqrt{\frac{Z'}{9686.6 * t_y}} \right) * 100 = \sqrt{\text{mm}}$$

mm ← Cm بالنتيجة

المعادلة ما قيم Z' t و جوده في الجدول - بالتحويل في هذه

$$N = K * (R - R_w)$$

$$K = \frac{V}{W} * \left(\frac{G_s}{G_s - 1} \right) \gamma_c$$

↓
= $\gamma_w = 1$

$$= \frac{1000}{100} * \left(\frac{2.7}{2.7 - 1} \right) * 1 = 15.88$$

$$N = 15.88 (R - R_w)$$

- بالتعويض

المعادلة بقيم R و R_w

ما العدد ووجد قيمه N في كل حال

Series1

